BRUNO GRANETTI - ALDOBRANDO DE ANGELIS - GIORGIO MATEROZZI

Umbria terra di tartufi



REGIONE UMBRIA
Assessorato Regionale
Agricoltura, Foreste, Caccia e Pesca

GRUPPO MICOLOGICO TERNANO

BRUNO GRANETTI - ALDOBRANDO DE ANGELIS - GIORGIO MATEROZZI

Umbria terra di *tartufi*

REGIONE UMBRIA
Assessorato Regionale Agricoltura, Foreste, Caccia e Pesca
GRUPPO MICOLOGICO TERNANO

Il Gruppo Micologico Ternano
dedica questo libro all'indimenticato amico Paolo Donati
già Vice Presidente del Gruppo Micologico Ternano
che avrebbe sicuramente partecipato con
entusiasmo alla sua realizzazione

Realizzazione
GRUPPO MICOLOGICO TERNANO

Edizione
REGIONE UMBRIA, Assessorato Agricoltura, Foreste, Caccia e Pesca

Testi
B. Granetti, A. De Angelis, G. Materozzi

Fotografie
B. Granetti , A. De Angelis, G. Materozzi, R. Venanzoni

Disegni originali
A. De Angelis

Copertina
Da una idea di ABart-Terni e G. Materozzi

Impaginazione
Tipolitografia Umbriagraf

Stampa
Tipolitografia Umbriagraf - Terni

Terni, aprile 2005

Quanto riportato in questa pubblicazione (testi, foto, disegni etc), **non può essere riprodotto né in fotocopia né in microfilm o comunque riprodotto elettronicamente,** né integralmente, né parzialmente, senza che sia stata concessa una autorizzazione scritta dagli autori, o per loro dal legale rappresentante del Gruppo Micologico Ternano.

Presentazione

In Umbria sono presenti tutte le specie di tartufi delle quali è ammesso il commercio in Italia. Nell'insieme la loro diffusione interessa gran parte del territorio regionale. Umbria terra di tartufi, dunque.

Da sempre, il tartufo è un'importante fonte di reddito per le popolazioni delle aree montane e più marginali. Il suo alto valore di mercato, in particolare quello delle due specie pregiate (tartufo nero di Norcia e Spoleto e tartufo bianco dell'Alta Valle del Tevere, di Città di Castello, Gubbio, Valtopina e Fabro) è proverbiale.

In anni recenti la ricerca e la raccolta dei tartufi sono diventate anche occasioni di svago per numerosi appassionati ed amanti della natura. Ma il tartufo è ormai un prodotto in grado di promuovere le potenzialità economiche, turistiche, culturali ed ambientali delle zone montane.

Esso è al centro di molte manifestazioni fieristiche riguardanti l'offerta della produzione tipica e di qualità locale, della quale può essere considerato l'elemento trainante.

È anche il prodotto di richiamo di numerosi percorsi turistico gastronomici alla riscoperta di luoghi e tradizioni culinarie e culturali. La sua presenza, risultato di delicati equilibri ecologici, è inoltre un sicuro indicatore di qualità ambientale.

La Regione dell'Umbria si trova pertanto impegnata sul duplice fronte di tutelare e potenziare la presenza spontanea dei tartufi sul proprio territorio e di promuoverne la coltivazione.

L'azione regionale si svolge in due ambiti principali:

– quello normativo, aggiornando ed adeguando la disciplina della raccolta e delle pratiche agro-forestali che possono interagire con l'*habitat* in cui il tartufo si riproduce spontaneamente;

– quella della ricerca scientifica, volta, da un lato, ad approfondire le tecniche di miglioramento delle tartufaie naturali e di coltivazione del tartufo in ambienti vocati e, dall'altro, a trovare metodi sicuri di certificazione della provenienza per qualificare il prodotto umbro e difenderlo a livello produttivo e commerciale da specie estranee.

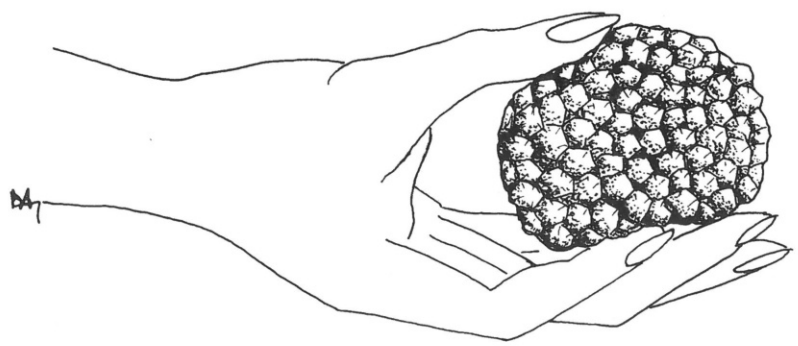
A queste azioni si affianca, mediante l'informazione e la divulgazione delle conoscenze acquisite, l'opera di sensibilizzazione verso un prodotto unico, la cui presenza in futuro può essere garantita solo dalla conservazione e quindi dal rispetto dell'ambiente naturale.

In quest'ottica si colloca questo volume, voluto dalla Regione che ne ha finanziato la pubblicazione, realizzata dal Gruppo Micologico Ternano, il quale si è avvalso della consulenza e della collaborazione scientifica di studiosi e ricercatori del Dipartimento di Biologia Vegetale e Biotecnologie Agroambientali dell'Università di Perugia, del Consiglio Nazionale delle Ricerche (CNR) – Istituto di Genetica Vegetale, sezione di Perugia, e di altri Istituti della stessa Università.

Nel libro, per la prima volta, i tartufi umbri sono trattati in tutti i loro aspetti: da quelli più strettamente tecnico scientifici alle semplici curiosità.

Esso pertanto si rivolge a tutti: studiosi e tecnici, tartufai e tartuficultori o aspiranti tali, buongustai, amanti della natura e delle tradizioni.

CARLO LIVIANTONI
V. Presidente della Giunta Regionale
Assessore Regionale Agricoltura, Foreste, Caccia e Pesca



Premessa

Da molto tempo la Regione Umbria voleva pubblicare un libro sui tartufi, ed in particolare sui tartufi dell'Umbria. Il Gruppo Micologico Ternano, a due anni da quando la Regione ha commissionato questo lavoro, con grande impegno è riuscito a vincere una scommessa e a portare a termine questo volume.

Il libro tratta, come richiesto, tutti i principali argomenti che riguardano questi pregiati funghi : le caratteristiche, la biologia, la coltivazione, la loro importanza economica per l'Umbria e per la nostra Nazione.

Per questo il Gruppo Micologico Ternano ha coinvolto vari docenti e ricercatori del Dipartimento di Biologia Vegetale e Biotecnologie Agroambientali dell'Università di Perugia, del Consiglio Nazionale delle Ricerche (CNR) Istituto di Genetica Vegetale, sezione di Perugia, e di altri Dipartimenti dell'Università di Perugia che, insieme al lavoro di alcuni esperti della nostra associazione micologica, hanno reso possibile il completamento del presente volume in un lasso di tempo veramente ridotto.

Colgo qui l'occasione per ringraziare tutti, per primo il Prof. Bruno Granetti, amico di vecchia data della nostra associazione micologica, i professori Arcioni, Calandra, Colacicchi. Leccese, Paolocci, Riccioni, Rubini, Venanzoni e tutti gli altri, come il sig. Manna, che hanno contribuito alla buona riuscita di questo lavoro; senza il loro contributo determinante, questo libro sarebbe stato certamente una cosa molto diversa.

Le conoscenze sui tartufi sono molto vaste e non è stata cosa facile sintetizzarle nelle pagine che avevamo a disposizione (abbiamo dovuto tagliare e ridurre dovunque); per questo è stata centrata l'attenzione solamente su quelle specie che la legge nazionale consente di raccogliere e commercializzare nel nostro paese e che in Umbria sono tutte presenti in quantità economicamente importanti.

In Umbria esiste una diffusa cultura del tartufo, che risale a molti anni indietro e che si scopre parlando con i nostri anziani, depositari di conoscenze empiriche, tramandate verbalmente di generazione in generazione, ma estremamente interessanti e spesso attuali.

La Regione Umbria ha sempre creduto in questa cultura del tartufo e da tempo ha finanziato ricerche condotte presso l'Istituto di Botanica (oggi Dipartimento di Biologia vegetale e Biotecnologie agroambientali) da alcuni ricercatori i quali, per primi in Italia, hanno allestito campi sperimentali per la tartuficoltura. Negli anni '80 è stato varato il piano tartuficolo Umbro, attraverso il quale sono state realizzate tartufaie in varie situazioni pedoclimatiche che oggi costituiscono un grande, unico, laboratorio di ricerca in pieno campo.

Il libro è stato realizzato tenendo conto delle più recenti conoscenze scientifiche e tecniche riguardanti i tartufi ed è stato corredato da immagini fotografiche per la maggior parte appositamente realizzate e da molti disegni originali.

Spero vivamente che ne sia nata una pubblicazione a carattere divulgativo, di facile lettura, che comunque non tralascia un rigore assolutamente scientifico nella trattazione dei vari argomenti.

Ci auguriamo che questo libro voluto fermamente e finanziato dalla Regione, abbia una buona accoglienza da parte dei lettori, perché se non riempie uno spazio letterario rimasto pressoché vuoto, lo completa sicuramente, con una serie di capitoli e di dati, certamente difficili da reperire contestualmente in una stessa pubblicazione.

Gruppo Micologico Ternano
Il Presidente
Giorgio Materozzi



L'evoluzione delle ricerche sui tartufi

1

Dalle origini alla nascita della Micologia

I tartufi probabilmente sono comparsi nel nostro pianeta oltre 100 milioni di anni fa quando già altri funghi, molto più antichi, avevano stabilito rapporti nutrizionali di tipo simbiotico con le piante terrestri. Purtroppo non sono stati ancora trovati reperti fossili di sicura identificazione; tuttavia sono state descritte come alghe verdi, entità unicellulari che al microscopio elettronico a scansione evidenziano una parete alveolata sorprendentemente simile a quella delle spore del tartufo estivo. La presenza di specie di tartufo in Europa e nell'America del Nord, talora con caratteri di forte somiglianza, suggerisce l'ipotesi di far risalire l'origine di questo gruppo di funghi ad un periodo antecedente alla separazione dei continenti che è iniziata a partire dalla massa continentale, Laurasia, nell'ultima metà del Cretaceo.

Per oltre due millenni, l'Europa è il centro del commercio del tartufo, tuttavia anche in altre culture i funghi ipogei sono utilizzati da tempi remoti. La prima civiltà che ha fatto menzione dei tartufi è quella babilonese; in tavolette di argilla del 3700 a.C. sono citati questi funghi con diversi nomi che si riferiscono sicuramente alle Terfezie, largamente diffuse nel Medio Oriente e nel Nord Africa e di modesto valore gastronomico. Il Faraone Cheope (2600 a.C.), offre agli ambasciatori pietanze a base di tartufi da lui molto apprezzati.

Il Patriarca ebreo Jacobbe nel 1600 a.C. parla della utilizzazione dei tartufi nella alimentazione umana. Il filosofo e scienziato greco Teofrasto (371-70; 288-86 a.C.) conosce bene i tartufi secondo il quale sono vegetali privi di radici. Dioscoride, medico greco (1° secolo d.C.) li considera semplicemente delle radici. Nella civiltà Greca i tartufi sono apprezzati ovunque ed è indicata con il termine *ydnon* la *Terfezia arenaria (= T. leonis)* specie comune lungo le coste dell'area mediterranea. Plutarco scrittore greco (46-127 d.C.) ritiene che per la loro formazione siano indispensabili l'acqua, la terra e i lampi.

I romani si rifanno alle ipotesi dei greci senza apportare nuove conoscenze. Plinio il Vecchio (23-79 d.C.) in alcuni capitoli dei libri XIII, XIX e XXII dell'opera, *Naturalis Historia,* fa l'ipotesi che i tartufi (che considera nettamente diversi dai funghi epigei), prendano origine autonoma in seno alla terra da una alterazione della materia di cui questa è costituita; i tuoni e le piogge autunnali ne favorirebbero la comparsa e il loro sviluppo non sarebbe durato più di un anno. Presso gli antichi romani è diffusa la credenza che la formazione dei tartufi sia dovuta alla volontà degli Dei e alla scelta dell'"Albero divino", la Quercia. Dalle varie citazioni, si pensa che i romani consumassero tartufi estivi e soprattutto Terfezie importate in grande quantità dall'Africa del Nord. Pare che i romani non utilizzassero i tartufi pregiati (*T. melanosporum* e *T. magnatum*) benché la penisola italiana ne fosse ricca. Questo fatto è difficile da spiegare e non tutti sono d'accordo su questa ipotesi. Nello stesso periodo greco-romano i tartufi sono menzionati anche da vari autori della letteratura araba.

Dopo la caduta dell'Impero romano (476 d.C.) il tartufo perde il suo prestigio e non è più menzionato nelle ricette. Anzi si ritiene, per le sue presunte proprietà afrodisiache, un prodotto sconveniente da usare. Viene chiamato il "tartufo del diavolo", nero come l'anima di un dannato e ritenuto l'anticamera della perdizione eterna (cf. Parra, 1999). L'uso del tartufo bianco sembra essere iniziato verso la fine del XIV secolo, come risulta da documenti di un archivio dei Savoia.

Nel Rinascimento accanto ad un risvegliato interesse verso i tartufi come alimento prelibato, si registrano anche annotazioni e osservazioni da parte di studiosi naturalisti. Pier Andrea Mattioli (1554) nella celebre opera "*Discorsi nei sei libri di Pedacio Dioscoride sulla materia medica*" distingue due specie di tartufi commestibili, *"con la scorza nera e ruvida e la polpa bianca in una e bertina scura nell'altra"* (probabilmente si tratta di tartufo estivo in vari stadi di maturazione). Riferisce, inoltre, che *"Nel Trentino (Val di Non) esistono invece altri tartufi, piccoli, con la scorza liscia e pallida, scipiti, poco gradevoli al gusto (libro II, Cap.134)".*

P.A. Cesalpino (1583) in *De Plantis,* per la prima volta, in modo chiaro, considera i tartufi dei funghi. Distingue due specie, *"una a corteccia nerastra e ricca di sapore, l'altra di colore biancastro e meno pregiata";* secondo Montecchi *et al.*, (1993) si tratta rispettivamente del *T. melanosporum* e del *T. borchii.*

Nel 1500 si prende conoscenza con le Terfezie (anche se già Plinio fa cenno a dei tartufi commestibili diffusi nel Nord Africa) grazie ad un uomo di cultura (arabo spagnolo) conosciuto con il nome fittizio di Leone Africano, che è al servizio di Papa Leone X. Nel suo libro,

"*Della descrizione dell'Africa e delle cose notabili che qui sono* ", pubblicato nel 1588 da G. B. Ramusio, è descritta per la prima volta la *Terfezia leonis,* il cui nome originale arabo è "Terfez", mentre il termine specifico deriva dal nome del primo descrittore.

Ben più famoso, nel cinquecento, è il medico Alfonso Ciccarelli di Bevagna (Umbria) che nel 1564 pubblica a Padova una monografia sul tartufo, in lingua latina "*Opusculum de Tuberibus* ", recentemente ristampata con la traduzione in italiano a fianco di ogni pagina originale (1976). Il tartufo viene trattato da diversi punti di vista, nomenclatura, tassonomia, morfologia generale, origine e sviluppo, *habitat* e stazioni di crescita, questioni applicative, mediche, terapeutiche, pratiche e culinarie, ecc. Sono indicate alcune località dell'Italia Centrale in cui si raccolgono i migliori tartufi e si dichiara convinto della possibilità di coltivarli in quanto li considera piante come tutte le altre.

Nel secolo successivo (1600) le ricerche sui tartufi progrediscono assai poco anche se ad interessarsi di questi funghi ipogei figurano illustri Naturalisti e Botanici come Johann Bauhin, John Ray (che considera le spore come piccoli semi), Joseph Pitton de Tournefort e perfino un professore di anatomia e chirurgia di Napoli che avvicina i tartufi alla ben nota pietra fungaia (*Polyporus tuberaster).*

Tournefort (1656-1708) ritiene che il tartufo dopo la sua maturazione vada incontro ad un processo di putrefazione che porta alla liberazione dei "semi" (spore) in esso contenuti, riuniti a piccoli gruppi (aschi contenenti le spore) e suggerisce l'ipotesi che il tartufo sia costituito da un elevato numero di altri piccoli tartufi.

In questo secolo vengono scoperti i funghi ipogei del genere *Elaphomyces* nei quali, a differenza dei veri tartufi, a maturità la polpa si trasforma in abbondante polvere ricca di spore.

Nel settecento i tartufi sono studiati con maggiore accuratezza. Ne è un esempio il francese Geoffroy Junior che nella sua Memoria del 1711, "*Sur la végétation des Truffes*", descrive la morfologia e la struttura del tartufo individuando le vene sterili e nella parte fertile numerosi punti scuri che egli considera i *"semi"* del tartufo. Da queste osservazioni Geoffroy matura la convinzione che i tartufi si possano riprodurre artificialmente attraverso la loro semina. Con Geoffroy i tartufi sono definitivamente inseriti nel Regno vegetale.

Micheli nell'opera "*Nova plantarum genera*" (Firenze, 1729) descrive per primo in modo ampio e chiaro il genere *Tuber* (il cui nome era già stato istituito da molto tempo) illustrando la struttura dell'ascocarpo all'interno del quale evidenzia gli aschi *"capsule molli simili a vescichette"* e le spore che interpreta come elementi della riproduzione chiamandole *"semina"*.

Micheli descrive due specie:

1) *"Tubera brumalia, pulpa obscura, odora, Tab. 102, Tartufo nero di Norcia. In Nursiae montibus, toto hyemali tempore effodiuntur"*. In base alla descrizione e alla figura si tratta sicuramente del *Tuber melanosporum.*

2) *"Tubera aestiva, pulpa suboscura, minus sapida ac odora. Tuber albidum Cesalpinius. Tartufo nostrale. In Boboli viridario, atque aliis similibus locis sylvosis circa Florentiam, Julio mense, plerumque vigent"*. Con molta probabilità questa specie è il *Tuber aestivum.*

Micheli è ritenuto il fondatore della Micologia e il suo volume di estremo interesse è definito da Ceruti un capolavoro per l'epoca, oggi disponibile in copia fotostatica redatta a cura del gruppo micologico di Firenze. Micheli inserisce i tartufi tra i funghi, ne raffigura le spore e sostiene che da esse prendono origine le ife; queste intuizioni, biologicamente corrette, non saranno condivise da studiosi posteriori.

Le ricerche in Europa dopo Micheli

Il conte M. J. De Borch (1780) nelle sue "*Lettres sur les truffes du Piemont*" dice di avere osservato la germinazione delle spore del tartufo bianco del Piemonte, con la formazione di filamenti chiamati micelio, costituenti il *"solito feltro"* o *"Blanc de champignons"*. Riferisce di avere ottenuto piccoli tartufi di *Tuber magnatum* su un terreno artificiale nel quale ha posto una *"sementa"* ottenuta dalla putrefazione controllata dei carpofori.

De Borch riconosce l'esistenza di tre specie: i tartufi neri nei quali include il *T. brumale,* il *T. melanosporum* e il *T. aestivum* come se si trattasse di una sola specie; i tartufi bianchi che considera i migliori (si riferisce al *T. magnatum*) e una terza specie, che in base ai caratteri riferiti da Borch, Vittadini nel 1831 chiama in suo onore *T. borchii* (Bianchetto). Il De Borch studia la struttura del carpoforo, il suo ciclo vitale, l'influenza dei vari fattori sulla sua crescita e delle piante accompagnatrici (simbionti) tra le quali la Quercia occupa un posto di rilievo. Ritiene che il migliore metodo di coltivare i tartufi consista nell'interrare un tartufo intero verso la fine dell'estate.

Pochi anni dopo (1788) Vittorio Pico, professore di Medicina e di Storia Naturale all'Università di Torino, pubblica un'opera dal titolo "*Melethemata inauguralia*" di ben 300 pagine, in cui a pag. 79, in nota, descrive il tartufo bianco al quale, per la prima volta assegna un nome scientifico. La diagnosi originaria della specie, redatta da Pico è la seguente:

"Tuber magnatum - Tuber formae irregularis, externe lutea griseum, attactu molli, pulpa ex alba grisea subflava; venulis decoloribus serpentinis eleganter intertexa, maculis rubentibus hinc illinc saepe notata. Naribus, et palato deliciosissimum. Autumni productum peculiare Montisferrati, Astensibus et Liguris collinis. Vernac. Trifole, generico nomine insigniuntur, cui addunt alli Synonimum Grise ".

Il Pico descrive anche il tartufo marzuolo che chiama *T. albidum* (Bianchetto) e il tartufo rosso o rapino cui dà il nome di *Tuber rufum* (Rossetto).

Linneo nell'opera *"Species plantarum"* (1753) cita alcuni funghi ipogei tra cui *Lycoperdon tuber* (forse *Tuber brumale* o *Tuber aestivum*) e *Lycoperdon cervinum* (*Elaphomyces granulatus*).

Un altro appassionato Micologo è Bulliard che pubblica l'*"Histoire des champignons de la France"* (1791-92) nella quale sono riportate e illustrate quattro specie di *Tuber*:

T.nigrum (tav.356) che corrisponde al *Tuber melanosporum*; *Tuber moschatum* (tav. 479) interpretato come *Melanogaster variegatus* (o *tuberiformis*); *Tuber parasiticum* (tav. 456) che secondo Montecchi *et al.* (1993) è probabilmente una *Rhizoctonia* e *Tuber album* (tav. 404); in questa tavola le figg. A e B sono interpretate come *Tuber borchii* mentre le altre figure si riferiscono con ogni probabilità a *Choiromyces meandriformis* (Montecchi *et al.*, 1993).

Per quanto riguarda la biologia il Bulliard scrive:

"Ho detto che ritenevo il tartufo come un vegetale viviparo; le vescichette che si vedono sparse nella sua polpa non sono assolutamente semi, bensì piccoli tartufini, che hanno assunto la stessa forma dell'adulto e persino lo stesso colore; presentano persino sulla loro superficie quelle escrescenze appuntite che vediamo nei tartufi adulti; essi raggiungono il loro sviluppo completo non allo stesso modo dei semi delle piante bensì accrescendosi semplicemente di dimensione come i feti" (cf. Montecchi *et al.*, 1993).

Le affermazioni di Bulliard sono in qualche modo condivise più tardi anche da Turpin (1827) che indica gli aschi e le spore della polpa con il nome di *"truffinelles"* capaci di accrescersi fino allo stadio adulto. Questi autori ignorano completamente le ricerche di Geoffroy e di Micheli.

All'inizio del 1800 altri studiosi si interessano di tartufi tra cui il C. H. Persoon che pubblica nel 1801 *"Synopsis methodica"* nella quale riporta cinque specie di *Tuber:*

Tuber griseum (= *Tuber magnatum*), *Tuber cibarium* (= *Tuber brumale*), *Tuber moschatum* (forse *Tuber melanosporum* secondo Montecchi *et al.*, 1993), *Tuber album* (forse *Tuber borchii* o anche *Choiromyces meandriformis*) e *Tuber album* var. *aestivum* (*Tuber aestivum*). E. M. Fries (II, 1823) pubblica l'opera *"Sistema mycologicum"* in cui annovera sei specie di tartufo: *T. griseum, T. cibarium, T.moschatum* (già citate nell'opera di Persoon), *T. rufum* Pico, *T. albidum*, *T. niveum* (forse *Terfezia leonis*, secondo Montecchi *et al.*, l.c.).

È tuttavia ancora un italiano Carlo Vittadini laureato in medicina e assistente alla Cattedra di Botanica (1800-1860) di Pavia, che, più tardi affronta in modo sistematico lo studio dei tartufi e pubblica a Milano nel 1831 la sua *"Monographia tuberacearum"*, corredata di numerose tavole in cui sono illustrate quasi tutte le specie conosciute per l'Europa.

L'opera è di fondamentale importanza per lo studio di questi funghi ed ancora oggi si rimane meravigliati di come il giovane medico Vittadini abbia saputo trovare il tempo per cercare tartufi nelle più diverse zone della Lombardia e del Piemonte e per studiarli con grande accuratezza e precisione fino a pubblicare il suo lavoro a soli 31 anni. L'analisi dei caratteri specifici è rigorosa e ad ogni specie è assegnato il nome scientifico. La sorpresa degli studiosi del suo tempo è notevole se si pensa che fino ad allora si conoscevano il tartufo bianco, il tartufo nero e pochissime altre specie. Il Vittadini si interessa anche dello studio della biologia dei carpofori cercando di interpretare la funzione delle varie strutture. L'autore afferma che la riproduzione dei tartufi è affidata a corpi germinativi o spore sviluppate all'interno di sporangi (aschi) come è stato descritto e disegnato da Micheli (1729). Viene così definitivamente contestata l'ipotesi

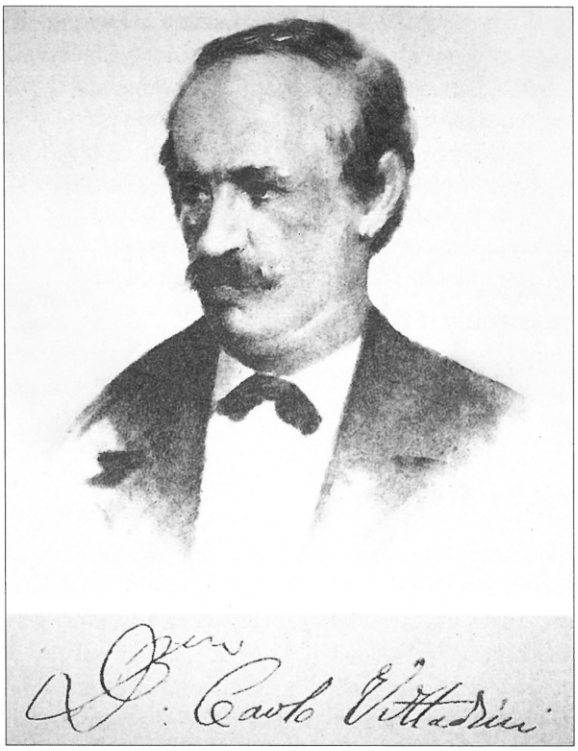


Fig. 1 - Antico ritratto di Carlo Vittadini.

della riproduzione *"vivipara"* dei tartufi sostenuta, come già riferito, da vari autori, e particolarmente da Bulliard (1791-92) e da Turpin (1827).

Il Vittadini cerca di spiegare la crescita del tartufo ritenendolo capace di assorbire gli *"umori nutritivi"* del terreno attraverso la corteccia, essendo privo di radici e di filamenti.

L'Autore sostiene che l'assorbimento si compie con l'aiuto delle vene che percorrono il tartufo. Distingue due tipi di vene, quelle che comunicano con l'esterno e che servono alla nutrizione e le altre che sono chiuse in se stesse. L'intuizione della funzione delle vene che si aprono all'esterno nel processo nutrizionale del tartufo, è sorprendente e verrà confermata dopo circa 160 anni.

Sulla germinazione delle spore, l'Autore ritiene che si comportino come quelle di *Elaphomyces* che producono filamenti miceliari e fiocchi di micelio. Il Vittadini compie un decisivo passo in avanti nella sistematica dei funghi ipogei che da dodici specie fino ad allora conosciute egli porta a quaranta specie inquadrate in dodici generi (di cui otto nuovi). L'Autore disegna anche alcuni aschi in atto di espellere le spore dal loro interno. Solo qualche anno più tardi (1835) verranno distinti da altri autori gli Ascomiceti (con spore contenute all'interno di aschi) e i Basidiomiceti (con spore portate all'esterno di basidi).

L'inquadramento tassonomico dei funghi ipogei proposto da Vittadini è stato un importante punto di riferimento per gli studiosi che lo hanno seguito.

Lo studio dei tartufi prosegue con i fratelli L. e Ch. Tulasne che nella loro opera *"Fungi hypogaei"*, pubblicata a Parigi nel 1851 inseriscono un ampio capitolo sulle Tuberacee trattate sotto il profilo sistematico e descrittivo, strutturale e biologico; avvalendosi di migliori apparecchiature ottiche, analizzano le vene distinte in aerifere e linfatiche, le fasi di maturazione delle spore e i rapporti tra il corpo fruttifero e il micelio diffuso nel terreno dal quale esso prende origine. I Tulasne si sono anche interessati agli aspetti ecologici dei tartufi commestibili e alla loro possibile coltivazione.

Nella seconda metà del XIX secolo un altro grande studioso A. Chatin porta un contributo fondamentale alla conoscenza dei tartufi dal punto di vista sistematico e biologico. Descrive i caratteri generali della famiglia *Tuberaceae* e ventuno specie del genere *Tuber* suddivise in tre gruppi in rapporto alle loro affinità. Non trascura nemmeno i così detti tartufi del deserto descrivendo sei specie del genere *Terfezia* diffuso nei paesi Nord Africani e dell'Asia occidentale e due *Tirmania* nuove (questo genere è da lui istituito). La sua opera, *"La truffe"*, pubblicata a Parigi nel 1892, consta di ben 330 pagine e di 15 tavole a colori e costituisce un compendio di tutte le conoscenze sul tartufo; sono ampiamente trattate soprattutto le tecniche di coltivazione del tartufo nero pregiato che contribuiscono a far progredire la tartuficoltura particolarmente in Francia.

La ricerca sulla sistematica dei tartufi, la descrizione di specie nuove raccolte in paesi sempre più numerosi, prosegue negli anni successivi fino ai giorni nostri. Un importante lavoro è quello di R. Hesse pubblicato nel 1894 in cui sono trattate le *Tuberaceae* e le *Elaphomycetaceae* sotto molteplici aspetti, storici, tassonomici, biologici, ecologici, geografici ed economici. L'opera di 270 pagine e 22 tavole annovera un ampio numero di specie (19 di *Tuber*), tre del genere *Balsamia*, uno di *Choiromyces,* ecc., e consente una loro facile determinazione.

Nel 1900 proseguono le ricerche sui tartufi ed anche su altri funghi ipogei grazie ad un numero crescente di studiosi, soprattutto italiani, francesi e tedeschi. Anche in altri paesi del mondo fioriscono importanti studi su questi funghi. Nella vicina Svizzera opera Eduard Fischer professore e direttore dell'Orto Botanico di Berna che studia le *Tuberaceae* principalmente dal punto di vista sistematico dando alle stampe due fondamentali monografie, la prima nel 1897 (*"Tuberaceen und Hemi-asceen"*) nella quale sono descritti undici generi di Tuberacee e ben settantacinque specie e la seconda nel 1938 in cui la sistematica di questi funghi è ampiamente aggiornata. Fischer contribuisce anche ad approfondire le conoscenze sullo sviluppo degli ascocarpi e sui rapporti filogenetici tra i vari gruppi di specie.

È svizzero anche August Knap (1887-1954) autore di numerose pubblicazioni sui funghi ipogei che tratta sotto il profilo sistematico, strutturale e filogenetico, descrivendo con accuratezza ben ventisette generi di Tuberacee. La sua opera è proseguita da Ch. Schwärzel di Basilea che pubblica interessanti articoli dal 1964 al 1982 e lascia una ricca collezione di specie in erbario.

I tartufi del Belgio sono descritti da P. Heineman in una monografia pubblicata nel 1969.

In Francia nella prima metà del 1900 primeggia, tra gli altri, la figura di G. Malençon che nel suo libro di 92 pagine *"Les truffes européennes"* del 1938 descrive 30 specie. Approfondisce gli studi sulla struttura degli ascocarpi, sulla morfogenesi e la sistematica. A seguito di accurate comparazioni della morfologia e dell'anatomia degli ascocarpi e della struttura degli aschi, Malençon elabora una interessante ipotesi secondo la quale i tartufi avrebbero preso origine da antiche *Pezizaceae* con ascocarpo a forma di apotecio secondo tre linee evolutive.

La descrizione di numerose specie di Tuberacee e di Terfeziacee è fatta con accurate tavole a colori da Astier J. (1998).

Importante contributo alla descrizione di specie di *Tuber* dell'Europa e della Cina è quello di L. et. G. Riousset, G. Chevalier et M. C. Bardet (2001); l'opera è illustrata con splendide tavole a colori.

In Spagna le ricerche di sistematica sui tartufi e sugli altri funghi ipogei sono relativamente recenti e vengono svolte da ricercatori che operano prevalentemente presso Istituzioni universitarie: il R. Orto Botanico C: S. J. "Claudio Morgano" di Madrid, l'Istituto Botanico dell'Università Alcalà de Henares di Madrid, il Dip.to di Botanica della Facoltà di Scienze dell'Università di Navarra, l'Università autonoma di Barcellona e altri centri.

In Germania le Tuberacee della Baviera sono studiate da Ert Soehner e da S. Killerman (1917-1919).

Gross G. (vivente) approfondisce lo studio delle specie europee di *Tuber* ed elabora aggiornate chiavi di determinazione (cfr.: Montecchi e Lazzari, 1993). Quale studioso di biometria sporale contribuisce alla distinzione di numerose entità tassonomiche basandosi su vari parametri e sul volume delle spore contenute in aschi tetrasporei.

Un valido contributo allo studio sistematico dei tartufi ci viene dalla Polonia tramite un'opera di 161 pagine di Maria Lawrynowicz dal titolo Grzyby (*Mycota*): *Elaphomycetales et Tuberales* che è il tomo XVIII dell'Enciclopedia *Flora Polska* pubblicata a Varsavia e Cracovia nel 1988 in cui sono descritte ventuno specie di *Elaphomyces* e sessantuno di *Tuberales* illustrate in 27 tavole fuori testo.

Per quanto riguarda le conoscenze sulla flora micologica ipogea del Portogallo dobbiamo fare riferimento agli studi compiuti in questo paese da O. Mattirolo (1905-1906) il quale ha descritto numerose specie di *Tuber* e di *Terfezia.*

In Romania un gruppo di studiosi (G. Pap, D. Pazmany, N. Misky) sta effettuando il censimento delle specie ipogee di questo paese tra cui figurano anche alcuni *Tuber.*

Per quanto riguarda la Russia merita di essere ricor-

dato F. Bucholtz, quale esperto di Tuberacee e di altri ipogei di cui studia lo sviluppo del carpoforo e descrive le specie reperite in questo vasto territorio.

In Ungheria il principale ricercatore di tartufi e di altri funghi ipogei è L. Hollos che pubblica l'opera intitolata *"Magyarorszag földalatti gombài"* (Funghi ipogei dell'Ungheria), stampata a Budapest nel 1911 nella quale sono descritte quindici specie di *Tuber*, due di *Balsamia,* una di *Choiromyces* e numerose altre di generi differenti. Funghi ipogei di varie famiglie e ordini sono descritti, per l'Ungheria, anche da Laszlo Szemere nell'opera *"Funghi ipogei del bacino dei Carpazi"*, in lingua tedesca, pubblicata a Budapest nel 1966.

Per l'Italia è doveroso segnalare alcuni importanti studiosi, come Gibelli di Torino che scopre le micorrize nel Castagno (1882 e 1883), O. Mattirolo, professore di Botanica all'Università di Torino, che sin dal 1886 si dedica allo studio di funghi ipogei istituendo nuovi generi tra cui *Delastreopsis, Fischerula* e *Paradoxa*. Nelle sue numerose pubblicazioni, dei primi decenni del 1900, Mattirolo cerca, con autentica passione, di diffondere le conoscenze sulla coltivazione dei tartufi che secondo l'autore dovrebbe svilupparsi in sintonia con la forestazione, consapevole dell'importanza della simbiosi micorrizica tra i tartufi e le piante forestali.

Una fondamentale opera è quella pubblicata dal professor Arturo Ceruti del Dipartimento di Biologia Vegetale dell'Università di Torino nel 1960, intitolata "*Elaphomycetales et Tuberales* ", redatta in latino e che costituisce il II supplemento alla Iconografia micologica del Bresadola; è corredata da quarantotto tavole a colori e da una accurata descrizione di sessantotto specie dei due ordini ricordati.

Le ricerche sulla tassonomia dei tartufi e di altri funghi ipogei è portata avanti in Italia da altri studiosi tra cui si ricordano Giacomo Lazzari e Amer Montecchi, autori di numerose pubblicazioni di floristica mico-ipogea di molte località italiane. Si segnalano tra le altre le loro ricerche sui tartufi del gruppo *Puberulum* e della stirpe *T. rufum* e la istituzione di specie nuove come il *T. regianum.* Esplorano varie regioni europee particolarmente la Francia meridionale e la Spagna per arricchire la loro conoscenza sui funghi ipogei. L'opera fondamentale redatta da questi studiosi di fama internazionale, è l'*"Atlante fotografico di funghi ipogei"*, pubblicato nel 1993 a cura dell'Associazione Micologica Bresadola, Centro studi micologici. Consta di ben 490 pagine e di numerose splendide tavole a colori (foto originali di carpofori interi e in sezione e di spore al microscopio ottico) e di una appendice con le chiavi di determinazione curate da G. Gross.

Le specie sono descritte in modo analitico, frutto di lunghe e dirette osservazioni di materiale fresco e di varie collezioni. A questa opera è seguita la pubblicazione del volume *"Funghi ipogei d'Europa"* di A. Montecchi e M. Sarasini pubblicato nel 2000 a cura dell'Associazione Micologica Bresadola. È un'opera molto più ampia della precedente che costituisce un punto di riferimento fondamentale per gli studiosi dei tartufi e di altri funghi ipogei.

Di recente pubblicazione è l'opera di Ceruti, Fontana, Nosenso, con tavole a colori di Meotto (2003) in cui è effettuata una meticolosa comparazione delle numerose descrizioni delle specie europee del genere *Tuber*, cercando di evidenziare affinità e differenze anche attraverso le analisi biomolecolari di campioni freschi e di erbario. Questa revisione storica delle varie specie di tartufo porta ordine e chiarezza nella complessa tassonomia dei tartufi.

Altri ricercatori italiani operano nel campo tassonomico dei tartufi e delle loro micorrize presso il Dipartimento di Biologia Vegetale dell'Università di Torino, il Dipartimento di Biologia Vegetale e Biotecnologie Agroambientali dell'Università di Perugia, il Dipartimento di Scienze ambientali dell'Università dell'Aquila, il Dipartimento di Protezione e Valorizzazione agroalimentare di Bologna, l'Istituto di Scienze Biochimiche dell'Università di Parma, l'Istituto di Chimica Biologica dell'Università di Urbino, il Centro di Studio sulla micologia del terreno del CNR di Torino, l'Istituto di Genetica Vegetale - CNR - sezione di Perugia, l'Istituto per le piante da legno e l'ambiente (IPLA) di Torino, l'Istituto sperimentale per la Selvicoltura di Arezzo, il Centro di Ricerca sul Tartufo di Sant'Angelo in Vado di Pesaro ed altri Centri.

Le ricerche sui tartufi al di fuori dei paesi europei

Negli Stati Uniti d'America le ricerche iniziano molto tardi rispetto all'Europa e segnano un grande sviluppo soprattutto nella seconda metà del XX secolo. L'inizio di tali ricerche si fa risalire al 1899, anno della pubblicazione del lavoro *"Californian hypogeous fungi"* di H. W. Harkness nel quale sono sommariamente descritti ventisette generi di ipogei, di cui sei nuovi. La collezione di ipogei di Harkness è successivamente studiata in modo approfondito da altri micologi; tra questi si ricorda Helen M. Gilkey, professore di Botanica all'Oregon State College (Corvallis, Oregon). Questa studiosa indirizza le sue ricerche alle *Tuberales* pubblicando un importante lavoro*" Tuberales of North America"* (1939), di 63 pagine e 5 tavole in cui sono descritti anche nuovi generi.

Un altro studioso, di fama internazionale, è il Prof. James M. Trappe, del Dip.to di Scienze Forestali dell'Università dello Stato dell'Oregon (U.S.A.). Egli è tuttora molto attivo ed è in rapporto con gli studiosi di tutto il mondo. Stimolati dal suo esempio svolgono ricerche sugli ipogei nord americani, spesso in collaborazione con Trappe, numerosi altri studiosi, già ben conosciuti all'estero, che estendono le loro ricerche a varie regioni degli Stati Uniti ed anche in Stati vicini quali ad esempio il Messico. Trappe studia le più importanti collezioni di ipogei del mondo e si reca svariate volte in Italia per svolgere le proprie ricerche presso l'Istituto di Botanica di Torino, oggi Dipartimento. Istituisce numerosi generi nuovi di funghi ipogei e propone nel 1979 nella pubblicazione *"The orders, families and genera of hypogeous*

ascomycotina", in Mycotaxon n. 9: 297-340) un nuovo sistema di classificazione ispirato al criterio filogenetico, in cui l'ordine *Tuberales* è soppresso, ritenuto "anacronistico e artificiale". I vari generi di questo ordine sono inseriti in numerose famiglie dell'Ordine *Pezizales,* non attribuendo alcun significato al carattere "epigeo" o "ipogeo".

I tartufi sono studiati anche in Giappone da J. Kobajasi che ha istituito generi nuovi, da S. Jmai, esperto di *Terfeziaceae,* da Yamanaka K., Namba K. e da Tajiri A.

In Cina le *Tuberales* sono studiate con grande impegno da D. C. Zhang, da Wang Yun, da Yang Mei C., da Tao K. e Liu B.

Nei paesi nord africani particolarmente in Egitto, Libia, Algeria e Marocco vengono svolte ricerche sulla flora ipogea fungina, iniziate in passato da micologi europei. L'attenzione è rivolta particolarmente alle Terfezie (Tartufi del deserto), attivamente raccolte e commercializzate. Anche nei paesi del Medio Oriente sono studiate le Terfezie come in Irak, in Arabia Saudita ed in altri Stati con le prospettive di poterle coltivare essendo funghi ben graditi dalle popolazioni locali.

La coltivazione dei tartufi

Come già detto in precedenza, l'idea di coltivare i tartufi è espressa chiaramente da A. Ciccarelli (1564) attraverso la semina diretta dei carpofori, idea ripresa più tardi da altri Autori (De Borch, 1780; Bulliard, 1791; De Bornholz, 1827 e Turpin, 1827). È superflo precisare che questa metodologia non ha conseguito alcun risultato positivo.

Intorno al 1815 (o forse 1802/1810) un agricoltore, "Joseph Talon di Croagnes presso St. Saturnin les Apts dans le var" decide di seminare delle ghiande raccolte da una pianta che produce tartufi, per rimboschire un terreno pietroso vicino alla sua abitazione. Qualche anno dopo con grande meraviglia di Talon, le querce ottenute, benché ancora piccole, iniziano a produrre dei grossi tartufi. J. Talon cerca di sfruttare segretamente la sua scoperta realizzando altre tartufaie artificiali su terreni acquistati dai vicini; ma suo cugino scopre la tecnica segreta per ottenere nuove tartufaie artificiali e così la notizia si diffonde nel Dip.to di Vaucluse e in altre aree tartuficole della Francia, grazie anche all'infaticabile opera di Augusto Rousseau che impianta le prime tartufaie a Carpentras nelle quali esegue sperimentazioni ed osservazioni estremamente interessanti. Appare evidente ormai che la formazione dei tartufi dipende in qualche modo dalle piante (Roverella in questo caso) ma il vero motivo viene scoperto nel 1885 da Frank che descrive e disegna per la prima volta quelle strutture che chiama micorrize costituite dagli apici radicali avvolti dal micelio di un fungo a livello delle quali egli intuisce che si realizzi la simbiosi mutualistica tra i due partner, pianta e fungo, con beneficio reciproco. È comunque sorprendente che pur non conoscendo la biologia dei tartufi, in Francia si sviluppa la tartuficoltura per tutto il secolo XIX con risultati eccellenti, non ancora eguagliati. La diffusione della tartuficoltura in Francia è favorita dalla infestazione della fillossera che verso il 1865 distrugge gran parte dei vigneti; nelle aree con terreni idonei la vite è subito sostituita con Querce tartufigene e il governo francese interviene per favorire i rimboschimenti. La produzione di tartufi segna una crescita notevole fino a toccare 2000 tonnellate nel 1892 (Chatin, 1892). In questa epoca ben 55 dipartimenti francesi producono tartufi e particolarmente quelli del Sud-Est e del Sud-Ovest che da soli assicurano i 3/4 della produzione francese. Per qualche decennio si ottengono elevate produzioni ma già dopo la prima guerra mondiale (1914) la tartuficoltura francese segna un rapido declino dovuto alla scarsa presenza di manodopera nell'agricoltura, alle minori cure prodigate alle tartufaie, al forte ombreggiamento delle cave per lo sviluppo di cespugli infestanti ecc. La produzione francese negli ultimi decenni del 1900 si aggira intorno a 20/50 tonnellate.

In Italia la tartuficoltura realizzata mediante il rimboschimento di aree incolte, viene divulgata da Mattirolo a partire sin dal 1908, il quale per primo intuisce l'interesse applicativo della scoperta delle micorrize. Non trova tuttavia ascolto da parte degli agricoltori per la necessità di questi di destinare anche le più piccole superfici di terreno all'agricoltura tradizionale per motivi di sopravvivenza. La tartuficoltura interessa anche Francesco Francolini, che pubblica un volumetto (Tartuficoltura e rimboschimenti, 1931) in cui, accanto a notizie sulla

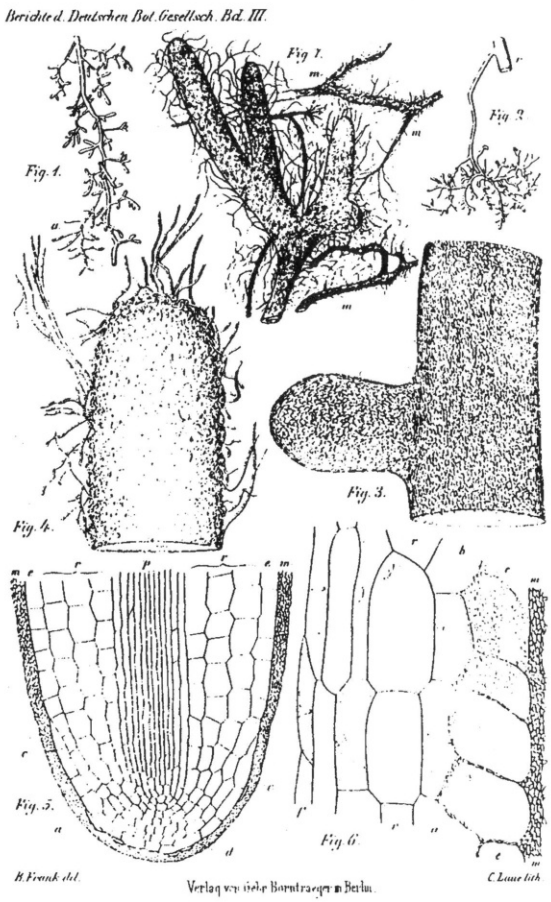


Fig. 2 - Prima rappresentazione di una ectomicorriza, non identificata (Da Frank, 1885).

biologia del tartufo (*Tuber melanosporum*), descrive le tecniche per l'impianto di tartufaie artificiali. Il Francolini realizza nel 1938 un impianto di tartufaia nella foresta demaniale del Furlo (Pesaro) in collaborazione con l'Azienda di Stato per le Foreste Demaniali. In una superficie di sei ettari nascono circa 4.000 Querce di cui nel 1955 soltanto 250 risultano produttrici di tartufo (Mannozzi - Torini 1970).

La micorrizazione artificiale e le piante simbionti

Mannozzi - Torini, Ispettore regionale delle Foreste della Regione Marche, preso atto dei modesti risultati del Francolini dovuti alla aleatorietà della micorrizazione spontanea, nel 1956, cerca di apportare alcune modifiche al metodo Francolini bagnando le ghiande con una sospensione di spore in soluzione acquosa di zucchero e il terreno nel punto in cui vengono seminate. La semina a dimora, per motivi di praticità, è ben presto sostituita dalla semina in vaso e le piantine ottenute vengono piantate all'età di un anno in terreni idonei. Purtroppo anche con questi accorgimenti soltanto dopo 12 anni, poche piante iniziano a produrre i tartufi. Nel corso del I° Congresso internazionale sul tartufo (Spoleto 1968) è discusso il problema della concorrenza dei funghi estranei nei confronti del tartufo. Mannozzi - Torini prende ispirazione da questo dibattito e fa il terzo tentativo decidendo di sterilizzare la terra e la superficie esterna delle ghiande per eliminare i funghi simbionti estranei; i tartufi (si tratta sempre del *Tuber melanosporum*) vengono accuratamente spazzolati e lavati con acqua potabile prima di ridurli in poltiglia.

La bagnatura delle ghiande, con la sospensione di spore e la loro semina nel terreno sterile consente finalmente di ottenere micorrize di *T. melanosporum,* controllate e convalidate da esperti dell'epoca. Siamo nel 1969 e le piante così preparate, messe a dimora all'età di un anno formano successivamente i ben noti pianelli e trascorsi 11/12 anni, iniziano a produrre i tartufi (Mannozzi - Torini, 1970;1971;1984).

Contemporaneamente alle sperimentazioni di Mannozzi - Torini, presso il Centro di studio per la Micologia del terreno del C.N.R. di Torino e in collaborazione con la sezione di Fitopatologia dell'Istituto nazionale per le piante da legno e l'ambiente (I.P.L.A.) si provano infungamenti di piantine allevate in substrati semisterili. Le prime micorrize ottenute sono quelle di *Tuber maculatum* con *Pinus strobus* (Fassi e Fontana, 1967) che dopo 2 anni producono in vaso dei piccoli carpofori. Altre prove di micorrizazione di piante forestali con tartufi pregiati vengono effettuate con positivi risultati (Palenzona, 1969; Fontana e Palenzona, 1969). Le ricerche sulla micorrizazione di varie piante forestali proseguono negli anni successivi nella maggior parte dei centri Italiani menzionati in precedenza e in Francia presso la Stazione di Patologia Vegetale dell'"Institut National Recherches Agronomiques" (I.N.R.A.) di Clermont Ferrand. Nella stessa Francia in seguito vengono fatte ricerche su vari argomenti inerenti i tartufi anche presso l'Università Paul Sabatier di Toulouse, l'Università di Nancy, l'I.N.R.A. di Bordeaux e l'I.N.R.A. di Montpellier. La possibilità di produrre su larga scala le piante micorrizate con i tartufi pregiati apre nuove e stimolanti prospettive sulla coltivazione dei tartufi.

In Spagna attualmente le ricerche sulle micorrize e sui tartufi sono svolte presso 13 Istituzioni di cui alcune sono state citate in precedenza. Il rapporto, in questo paese, tra ricerca pura ed applicativa è molto stretto e ben 50.000 piante micorrizate vengono messe a dimora ogni anno.

Per quanto riguarda le piante micorrizate nei primi anni della loro produzione per fini commerciali a partire dal 1972, non si ha la preoccupazione di effettuare alcuna selezione anche per il fatto che Querce, Leccio, Nocciolo e Carpino nero si riproducono agevolmente per seme. Si nota ben presto una certa eterogeneità tra le piante messe a dimora per cui si cerca in seguito di ricorrere alla riproduzione per talea o per micropropagazione ottenendo così il duplice vantaggio di poter micorrizare piante preliminarmente selezionate e geneticamente omogenee. Per il Nocciolo, la Roverella, il Tiglio, il Pioppo bianco e il Pioppo nero sono messe a punto idonee tecniche di micropropagazione.

Nel 1993 nel Sud-Ovest della Francia si piantano i primi cloni di Roverella (*Quercus pubescens*) che iniziano a produrre tartufi nel 1997. La selezione delle piante simbionti all'interno di ogni specie tartuficola è in corso di studio già da qualche anno presso i laboratori italiani, francesi e spagnoli; risulta comunque ancora difficile caratterizzare geneticamente l'albero "buon produttore" di tartufi essendo diverse le specie di *Tuber* coltivabili e molto eterogenee le condizioni climatiche e pedologiche in cui dovranno svilupparsi le piante tartufigene. Questo argomento terrà i biologi impegnati per qualche decennio.

L'ecologia dei tartufi

Nel campo dell'ecologia del tartufo molti progressi vengono compiuti da quando Chatin (1892) indica le caratteristiche fondamentali del suolo idoneo al *T. melanosporum* e le vicende stagionali che favoriscono la fruttificazione. Il clima delle aree tartuficole è oggetto di studio da più di un trentennio nei suoi componenti fondamentali: entità e distribuzione delle precipitazioni, temperature minime, medie e massime riferite ad un intero anno e calcolate su lunghi periodi. Meno frequenti sono le ricerche sul microclima, quello dell'aria a pochi centimetri sopra la tartufaia o addirittura del suolo a varie profondità. È ovvio che i dati di queste ricerche rivestono una importanza notevole anche ai fini della programmazione delle tecniche colturali.

Il suolo è studiato negli ultimi decenni in modo approfondito. L'analisi dei profili dei suoli tartuficoli, della granulometria, del pH, del contenuto in sali minerali, compresi i microelementi, della componente organica e infine della macro e micro porosità, forniscono un complesso di dati di assoluta utilità nella tartuficoltura. Ma il suolo è anche una entità viva per cui la ricerca è rivolta anche ai microrganismi (batteri e funghi) presenti nei terreni tartuficoli cercando di individuare i loro rapporti di sinergismo e di competizione con le micorrize e i carpofori nelle diverse situazioni pedologiche. Recentemente anche la fauna del suolo è oggetto di attente ricerche da cui emergono importanti correlazioni tra la sua presenza e lo sviluppo degli ascocarpi. Callot (1999) individua differenti gruppi nell'ambito della fauna tellurica dei suoli tartuficoli, la loro capacità di digerire la materia organica e sottolinea l'importanza dei vermi nel miglioramento del substrato in vicinanza dei corpi fruttiferi.

Queste ricerche tese a studiare l'"ecosistema tartuficolo" evidenziano alcuni errori compiuti nella tartuficoltura praticando arature profonde, provvedendo alla distruzione totale della vegetazione erbacea o costipando il suolo con pesanti mezzi meccanici; sono interventi che modificano le naturali condizioni biologiche e strutturali del suolo facendo scomparire anche la microfauna e determinando di conseguenza una scarsa produzione di tartufi o addirittura la loro scomparsa. Alla luce dei risultati delle più recenti ricerche si dovranno criticamente rivedere alcune tecniche colturali finora ritenute valide.

Il ciclo biologico del tartufo e la coltivazione del micelio

Di notevole interesse è la scoperta della formazione dei primordi dei corpi fruttiferi di *T. melanosporum* che ha luogo nei mesi primaverili; l'evoluzione anatomica, citologica e morfologica degli ascocarpi e le condizioni ecologiche che ne determinano la formazione fino alla maturazione delle spore è documentata con precisione e dovizia di dettagli strutturali mediante il microscopio ottico ed elettronico a trasmissione (Montant *et al.*, 1983; Janex - Favre, 1977; Parguey - Leduc *et al.*, 1977, 1981, 1984, 1987, Callot 1999).

Montant *et al.*, (1983) evidenziano uno "stadio apotecioide" nella fase evolutiva degli ascocarpi di *T. melanosporum* che dimostra l'esistenza di sicuri rapporti di affinità tra i Pezizali e i Tuberali già intuita da Malençon nel 1938. Callot (l.c.) scopre e documenta le primissime fasi di formazione del tartufo che precedono la comparsa dell'abbozzo apotecioide.

L'indipendenza precoce dei giovani corpi fruttiferi rispetto alla pianta madre, già osservata da Pradel (1914) è confermata da Barry, 1992 e Barry *et al.*, 1993. Per quanto riguarda la sessualità dei tartufi le approfondite ricerche degli ultimi anni confermerebbero l'ipotesi che nei tartufi esisterebbe una sorta di autogamia.

La germinazione delle spore di *T. melanosporum* è documentata da Chevalier (1968) e riconfermata da Chevalier, Grente e Pollacsek (1972) *in vitro* e in assoluta sterilità e da Rouquerol e Payre (1975) in terra. Nonostante queste ricerche la germinazione delle spore *in vitro* non è ancora ottenibile in modo corrente. Il micelio in coltura pura a partire da ascocarpi di varie specie, compreso il *T. magnatum*, è ottenuto da Fontana (1968) che nel 1971 ottiene anche quello di *T. melanosporum*.

Altri Autori (Chevalier, 1972 e Rouquerol e Payre, 1974; Verdelli, Tocci e Fortini, 2001) realizzano colture di micelio di *T. melanosporum* a partire dalle micorrize. Nonostante gli innumerevoli sforzi, il micelio delle varie specie di tartufo, salvo quello di *T. borchii*, cresce *in vitro* molto lentamente. Lo scarso sviluppo del micelio *in vitro* rallenta gli studi sulla micorrizazione in condizioni di sterilità assoluta utilizzando come inoculo il micelio. Solo in pochi casi si ottengono micorrize con tali procedimenti (Chevalier, 1973, Vhevalier e Desmas, 1975). Per questi motivi le ricerche sulla selezione di biotipi di *Tuber*, riproducibili tramite le colture miceliari, benché ritenute di notevole interesse ai fini della tartuficoltura, sono in una fase iniziale.

Un altro importante argomento di ricerca è quello che riguarda la composizione chimica del tartufo. Attualmente sono noti i componenti dell'aroma delle principali specie di tartufo.

Nuovi orientamenti nella coltivazione dei tartufi

Con l'introduzione della pianta micorrizata inizialmente la Tartuficoltura è concepita come una sorta di "arboricoltura tartufigena", oggetto di minuziose e continue cure colturali che determinano la creazione di un ecosistema artificiale, costoso da mantenere, e non sempre rispondente alle esigenze di sviluppo dei tartufi (modello Pallier). In alternativa a questo metodo colturale Sourzat (1995) propone un nuovo sistema di coltivazione del *T. melanosporum* indicato come "modello Tanguy" che prevede limitati interventi agronomici tesi a costituire un ecosistema naturale altamente produttivo.

Gli interrogativi sulle migliori tecniche colturali da praticare sono ancora molti, indipendentemente dal modello di tartuficoltura prescelto. L'esperienza acquisita per la coltura del *T. melanosporum* coronata in vari casi da eccellenti risultati viene applicata anche ad altre specie quali il *T. aestivum*, il *T. uncinatum*, il *T. brumale*, il *T. borchii* e il *T. magnatum*. Buoni risultati produttivi si ottengono da vari anni per i tartufi "neri". Ben presto, però, emerge con chiarezza che ogni specie di tartufo esige modalità di impianto e tecniche colturali appropriate.

Il tartufo bianco pregiato (*T. magnatum*) in Italia è coltivato a partire dal 1984 in varie situazioni di terreno utilizzando piante simbionti di varie specie: Roverella, Farnia, Nocciolo, Carpino nero, Tiglio, Pioppo bianco,

Pioppo nero e Salici. Soltanto in alcune particolari situazioni di suolo sabbioso-limoso con pH intorno a 8,0, molto umido nei mesi estivi, si ottengono modeste produzioni di tartufi (Angelini P. e Granetti B., 1994). Per questa specie si dovranno approfondire le ricerche sulla micorrizazione, sull'ecologia e sui rapporti competitivi con altri funghi. La identificazione e la descrizione delle micorrize di *T. magnatum* è stata fatta recentemente tramite le tecniche di analisi molecolari da Rubini A., Paolocci F., Granetti B., Arcioni S. (2001).

Problemi da risolvere

Nel campo della Tartuficoltura i problemi da risolvere sono ancora molti.

Alcuni sono di carattere strettamente biologico come la selezione e la caratterizzazione genetica dei biotipi di piante ospiti e di tartufo al fine di produrre piante micorrizate di elevata qualità; l'ottenimento di cospicui quantitativi di micelio dalla germinazione delle spore per realizzare la micorrizazione in condizioni artificiali controllate; la conoscenza dei rapporti competitivi o sinergici tra il micelio di *Tuber* e la microflora fungina e batterica e la fauna del suolo; la individuazione dei fattori endogeni connessi al ciclo sessuato e quelli esogeni che determinano l'inizio della fruttificazione del tartufo e infine la fisiologia della nutrizione del tartufo. Altri problemi, invece, riguardano la caratterizzazione dei suoli idonei alla coltivazione delle varie specie di *Tuber;* la messa a punto delle pratiche colturali più idonee da adottare nelle diverse situazioni pedoclimatiche e in rapporto alle specie di tartufo che si intende coltivare.

Per risolvere alcuni dei più importanti problemi di carattere biologico, in Italia, si è avvertita la necessità di costituire un grande gruppo di Studio, al quale fanno capo ben 7 unità di ricerca.

Il gruppo costituito nel 1997 e coordinato dal Prof. Vilberto Stocchi dell'Istituto di Chimica Biologica dell'Università di Urbino, è finanziato da 10 Regioni Italiane (compresa l'Umbria) e dal C.N.R. e si prefigge principalmente di studiare mediante le più moderne tecniche di analisi molecolare (DNA) la biologia del tartufo (ciclo cariologico, sessualità ecc.), la caratterizzazione delle varie specie di interesse economico, a livello di carpoforo e di micorrize, il meccanismo della simbiosi micorrizica e i rapporti tra i microrganismi presenti nel tartufo e il suo accrescimento.



Fig. 3 - Il Prof. Arturo Ceruti al 1° Congresso Internazionale sul tartufo tenutosi a Spoleto il 24-25 maggio 1968.

I risultati di queste ricerche consentiranno di sviluppare una Tartuficoltura razionale e redditizia basata su una più approfondita conoscenza della biologia del tartufo e sull'impiego di piante tartufigene geneticamente selezionate e rigorosamente controllate.

2 Cenni di nomenclatura

Nella impossibilità di catalogare tutti i singoli individui, questi vengono riuniti in gruppi di varia ampiezza in rapporto ai loro caratteri di affinità e differenziali.

Il gruppo o categoria di base è la specie definita come un "insieme di individui simili tra loro e interfecondi". Le specie sono raggruppate in categorie più grandi, costruendo così un sistema di classificazione dal quale emergono i rapporti filogenetici tra i vari gruppi di organismi. Le scienze impegnate in questo complesso lavoro sono la Sistematica (che individua i "gruppi naturali di diversità") e la Tassonomia che predispone il Sistema di classificazione, cioè di inquadramento dei gruppi individuati dai sistematici, in base a principi e regole pubblicati nel Codice di nomenclatura Botanica.

La ricca e rigorosa terminologia connessa al lavoro dei Sistematici e particolarmente dei Tassonomi ha una validità internazionale.

Per poter leggere senza incorrere in grossolani errori un qualsiasi libro di Sistematica delle piante o dei funghi è necessario conoscere almeno alcune regole di nomenclatura che vengono qui brevemente ricordate.

Le categorie tassonomiche, istituite per la costruzione del Sistema di classificazione, sono state concepite secondo un criterio gerarchico; difatti a partire da quella di base, la specie, sono sempre più comprensive fino alla categoria più grande: il Regno. Le categorie hanno dei nomi espressi in latino e molte di esse portano un suffisso caratteristico:

Come si vede la specie è indicata con due termini (binomio) di cui il primo indica il genere di appartenenza e il secondo è un attributo. Il binomio è seguito dalla sigla dell'Autore che ha descritto per la prima volta la specie in questione; es. Vittad. sta per Vittadini che ha descritto e dato il nome a varie specie di tartufo.

Alcune volte esistono entità all'interno di una specie e precisamente la sottospecie, la varietà e la forma che vengono indicate graficamente come negli esempi riportati.

Gli Autori tra parentesi, indicano che la specie o le entità intraspecifiche cui si riferiscono, sono state da essi classificate diversamente in passato.

Si richiama, inoltre, l'attenzione sui sinonimi, cioè sui nomi dati a una specie che in base a determinate regole di nomenclatura hanno perduto la loro validità; es. *Tuber borchii* Vittad. (sin. *T. albidum* Pico).

Le specie nuove per la scienza devono essere descritte in latino e l'esemplare utilizzato per redigere la descrizione deve essere conservato essiccato in un Erbario citato nella pubblicazione scientifica.

Questo esemplare costituisce il modello di riferimento della specie e rappresenta l'olotipo.

La perdita nei tempi passati di questi tipi ha creato enormi difficoltà nella caratterizzazione di varie specie, comprese alcune di tartufo, in quanto le descrizioni originali non sono sempre sufficientemente chiare.

Categorie tassonomiche		Suffisso	Esempio
Regno	*Regnum*		*Fungi*
Divisione	*Divisio*	*mycota*	*Ascomycota*
		phyta	(per alghe e piante terrestri)
Classe	*Classis*	*mycetes*	*Pezizomycetes*
		phyceae	(per alghe)
		opsida	(per piante terrestri)
Ordine	*Ordo*	*ales*	*Pezizales*
Famiglia	*Familia*	*aceae*	*Tuberaceae*
Genere	*Genus*		*Tuber*
Specie	*Species*		*Tuber brumale* Vittadini
Sottospecie	*Subspecies*		
Varietà	*Varietas*		
Forma	*Forma*		*T. brumale* Vittadini forma *moschatum* (Ferry) Ceruti

Inquadramento tassonomico dei tartufi

3

I funghi venivano un tempo considerati dei vegetali per cui erano inquadrati nel Regno vegetale (*Regnum vegetabile)* e inseriti nelle Tallofite.

Nelle moderne classificazioni i funghi, intesi in senso lato, sono ripartiti in regni differenti. Nella 9ª Edizione del "Dictionary of the Fungi" di (Ainsworth e Bisby's 2001) il Regno dei Funghi (*Regnum FUNGI*) comprende le divisioni: *Chytridiomycota* (Chitridiomiceti), *Zygomycota* (Zigomiceti), *Ascomycota* (Ascomiceti) e *Basidiomycota* (Basidiomiceti).

I tartufi appartengono alla divisione *Ascomycota,* alla classe *Pezizomycetes,* all'ordine *Pezizales,* alla famiglia *Tuberaceae* e al genere *Tuber* (Eriksson O. E., *et al.,* 2001, 2004).

Esistono anche falsi tartufi ripartiti tra varie famiglie e differenti generi: Balsamiacee (*Balsamiaceae*, gen. *Balsamia*, *Picoa*); Elvellacee (*Helvellaceae*, gen. *Choiromyces*, *Fischerula*, *Hydnotrya*); Otideacee (*Otideaceae*, gen. *Genabea*, *Genea*, *Geopora*, *Hydnocystis*, *Stephensia*, *Labyrinthomyces*); Pezizacee (*Pezizaceae*, gen. *Hydnobolites*, *Tirmania*); Terfeziacee (*Terfeziaceae*, gen. *Delastria*, *Pachyphloeus*, *Terfezia)*. Nell'Ordine *Elaphomycetales,* infine, sono incluse tutte le specie del genere *Elaphomyces,* funghi ipogei largamente diffusi in vari continenti.

Alcuni Basidiomiceti producono corpi fruttiferi ipogei, che erroneamente potrebbero essere considerati tartufi.

Sono descritti in altro capitolo il genere *Tuber* e le specie di interesse gastronomico di cui la legge nazionale n° 752 del 16 dicembre 1985 consente la raccolta e la commercializzazione.

Si parlerà anche di alcune specie molto diffuse che sono raccolte insieme ai tartufi pregiati, oltre che del tartufo cinese, anche se ne è vietata la vendita in Italia.

Una revisione storica delle specie europee del genere *Tuber* è stata di recente pubblicata da Ceruti, Fontana e Nosenso (2003).

Le specie di *Tuber* e di altri generi compresi alcuni o gran parte di quelli sopra citati, sono descritte nelle opere di Ceruti (1960), Astier (1998), Montecchi e Lazzari (1993), Montecchi e Sarasini (2000) e L. *et* G. Riousset, Chevalier *et* Bardet (2001).

4 La cellula fungina

La cellula è l'unità morfologica e funzionale di tutti gli esseri viventi ed è caratterizzata dalla capacità di nutrirsi, accrescersi e riprodursi. È una entità definita nel tempo in quanto è soggetta all'invecchiamento e alla morte.

La sua struttura è estremamente complessa. Nei funghi le parti principali della cellula sono: la parete che protegge al suo interno il citoplasma nel quale sono presenti numerosi organuli con funzioni specifiche, il nucleo, i mitocondri, i dittiosomi, il reticolo endoplasmico, i ribosomi associati ad esso, il citoscheletro, i vacuoli e le sostanze di riserva variamente organizzate. Mancano nei funghi i plastidi.

La parete cellulare

È la struttura che conferisce alla cellula adulta una determinata forma grazie alla sua relativa rigidità. Dal punto di vista chimico è costituita per circa l'80-90% da polisaccaridi e per la rimanente parte da lipidi e proteine.

Il principale componente è la chitina o micosina che si presenta strutturata in microfibrille costituite da catene filamentose di polimeri di N-acetil-glucosammina.

Le microfibrille sono immerse in un materiale proteico degli strati più interni della parete cellulare.

La cellulosa, presente in alcuni funghi inferiori (Oomiceti) è estremamente rara negli Ascomiceti.

Altri componenti altamente diffusi sono i glucani localizzati principalmente negli strati esterni della parete cellulare. I glucani possono legarsi alla chitina formando complessi che entrano nella struttura della parte interna della parete cellulare.

La parete cellulare nei conidi e nelle spore può avere uno spessore anche notevole e può presentare esternamente ornamentazioni (areole, reticoli,alveoli, aculei) utili al riconoscimento delle specie.

La parete fungina si struttura all'apice delle ife nei funghi filamentosi attraverso un complicato processo. A livello del reticolo endoplasmico si ha la sintesi di molte sostanze che partecipano alla costituzione della parete cellulare e di enzimi. Queste sostanze dal reticolo endoplasmico si trasferiscono ai dittiosomi ove vengono racchiuse in macrovescicole e microvescicole che migrano verso le zone di differenziazione della parete e in modo particolare verso l'apice ifale. Qui le vescicole, in numero di alcune decine di migliaia al minuto, si fondono con il plasmalemma liberando le sostanze in esse contenute nella regione parietale; un tipo di microvescicole, i chitosomi, contengono l'enzima che consente la sintesi della chitina in microfibrille nel luogo ove dovranno essere assemblate insieme agli altri componenti della parete cellulare.

La parete dell'apice ifale è molto esile ed elastica per cui è soggetta a distensioni sotto la spinta del turgore cellulare consentendo l'allungamento della cellula.

Per garantire l'elasticità della parete possono aver luogo fenomeni di parziale digestione di alcuni componenti della parete stessa ad opera di particolari enzimi trasportati dalle vescicole citoplasmatiche.

Il citoplasma

È la struttura fondamentale del contenuto cellulare in cui sono localizzati i vari organuli.

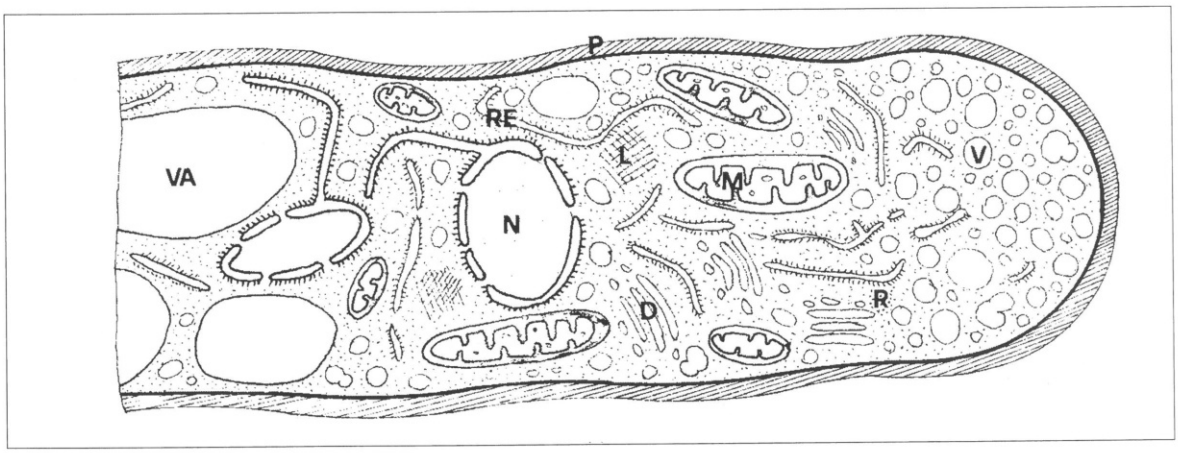


Fig. 4 - Schema della struttura di una cellula fungina (da Govi ,1986).

D: dittiosoma; **Re**: Reticolo endoplasmatico; **L**: corpo lipidico; **M**: mitocondrio; **N**: nucleo; **R**: ribosoma; **V**: vescicola citoplasmatica; **Va**: Vacuolo; **P**: parete.

A stretto contatto con la parete, è delimitato dalla membrana plasmatica o plasmalemma costituita da un sottile duplice strato di natura fosfolipidica, attraverso il quale hanno luogo gli scambi di sostanze tra l'interno e l'esterno della cellula, regolati da complessi fenomeni fisiologici.

Il plasmalemma è la sede della sintesi di polisaccaridi complessi che fanno parte della parete.

La struttura di base del citoplasma è costituita da un complesso di microtubuli ultramicroscopici di vario diametro e variamente orientati nello spazio, denominato citoscheletro, largamente diffuso anche nelle cellule delle piante e degli animali.

Il citoscheletro è elastico e tiene sospesi nello spazio gli organuli della cellula assicurando un efficace collegamento tra loro e una coordinata funzionalità di tutti i componenti cellulari.

Nel citoplasma possono essere presenti goccioline di lipidi e di glicogeno, importanti sostanze di riserva.

Il nucleo

È un organulo delimitato da una doppia membrana con numerosi pori nucleari che consentono una connessione diretta tra la parte interna del nucleo e il citoplasma.

La membrana nucleare al suo esterno è spesso associata al reticolo endoplasmico e ai ribosomi per cui è probabile un suo ruolo nella sintesi proteica.

Il nucleo interfasico presenta al suo interno una matrice nucleare o nucleoplasma di natura proteica nella quale si evidenziano i nucleoli in numero variabile, di forma sferica, non delimitati da alcuna membrana; nei nucleoli ha luogo la sintesi e l'accumulo di RNA ribosomiale.

Il costituente principale del nucleoplasma è la cromatina che si presenta sotto forma di sottilissime fibrille composte da lunghe molecole di DNA (acido desossiribonucleico) sede dell'informazione genetica, associate a proteine. La cromatina è diffusa nella massa nucleare e non ha una struttura morfologica ben definita.

Durante la divisione del nucleo i filamenti di cromatina subiscono un processo di forte spiralizzazione e di compattamento e si organizzano in strutture ben definite, i cromosomi, visibili al microscopio ottico. Tuttavia, i cromosomi nei funghi hanno dimensioni estremamente piccole ed è difficile poterli osservare con le normali tecniche microscopiche.

I mitocondri

Hanno forma cilindrica e tortuosa e sono abbastanza grandi nei funghi da essere visibili al microscopio ottico; sono delimitati da una doppia membrana plasmatica (membrana interna ed esterna); quella interna forma numerose introflessioni denominate creste che si spingono nella matrice del mitocondrio che costituisce la parte fondamentale di questo organulo. I mitocondri sono ricchi di enzimi, alcuni presiedono alla ossidazione dei grassi e altri fanno parte della catena respiratoria (ciclo di Krebs).

L'attività enzimatica assicura la produzione di energia necessaria per la sintesi di svariati componenti cellulari.

Il reticolo endoplasmico

È formato da un complesso di tubuli e sacculi appiattiti (cisterne) che si sviluppano all'interno della cellula anastomosandosi tra loro.

Nelle cellule con intensa attività di sintesi delle proteine la superficie esterna del reticolo è coperta da ribosomi per cui questo prende il nome di reticolo endoplasmico ruvido o rugoso.

I ribosomi sono corpi di estrema piccolezza, di forma subsferica costituiti prevalentemente da RNA ribosomiale, da proteine e da enzimi specifici per la sintesi proteica.

Quando il reticolo provvede alla sintesi di sostanze grasse o zuccheri è formato da tubuli senza ribosomi per cui viene indicato con il termine di reticolo liscio.

Il reticolo endoplasmico è il sito della sintesi dei costituenti fondamentali delle membrane dei vari organuli cellulari e provvede in modo efficace al trasporto delle sostanze elaborate verso i vari comparti della cellula.

I dittiosomi e apparato di Golgi

Nelle cellule possono essere presenti numerosi dittiosomi collegati tra loro da microtubuli, che nell'insieme costituiscono l'apparato di Golgi. Ogni dittiosoma è formato da una pila di cisterne appiattite (da 5 a 30, raramente di meno) che da una parte sono collegate al reticolo endoplasmico rugoso da cui traggono origine e dall'altra parte producono numerose vescicole ripiene di elaborati che verranno, tramite queste, trasportati verso la parete cellulare e le zone della cellula in cui si dovranno differenziare membrane plasmatiche.

Le vescicole contengono soprattutto le proteine destinate alla formazione del plasmalemma e gli enzimi che presiedono alla sintesi di polisaccaridi di membrane (sostanze pectiche, emicellulose) trasportati al di là del plasmalemma. Alle vescicole è dovuta anche l'attività di estrusione di enzimi idrolitici e di sostanze che talora incrostano le pareti cellulari.

Il vacuolo

È un organulo presente in numero vario nelle cellule, delimitato da una membrana semplice, il tonoplasto, costituito da proteine, acidi grassi insaturi e glicidi. Il contenuto, detto succo vacuolare o succo cellulare, è in prevalenza costituito da acqua nella quale sono sciolti o sospesi ioni inorganici e una varietà enorme di sostanze

organiche sotto forma di micro e macromolecole. Tra gli ioni inorganici sono largamente diffusi il Sodio, il Potassio, il Calcio, i Cloruri, i Solfati, i Fosfati e i Nitrati, tutti implicati nei fenomeni osmotici correlati al turgore cellulare.

I gruppi di sostanze organiche che possono trovarsi all'interno del vacuolo sono acidi, amminoacidi, zuccheri semplici o disaccaridi come il trealosio e persino polisaccaridi solubili, che nel loro insieme rappresentano una importante fonte di materiali di riserva.

Altre numerose sostanze sono i fenoli, gli alcaloidi e persino derivati dell'acido lisergico come quelli prodotti dalla *Claviceps purpurea* (Secale cornuta).

I vacuoli sono ricchi di enzimi, alcuni dei quali deputati alla sintesi di varie sostanze, altri, molto attivi e non specifici (le idrolasi) hanno la capacità di digerire qualunque sostanza complessa e persino porzioni di citoplasma, di reticolo endoplasmico e di interi organuli della cellula catturati per autofagia; questi processi assicurano il normale turnover dei componenti cellulari.

Le funzioni del vacuolo sono dunque molte, di regolazione del turgore cellulare, di produzione di sostanze di difesa, di accumulo di materiali da utilizzare nel corso della vita e di digestione di porzioni citoplasmatiche probabilmente non più funzionali.

In una cellula in piena attività vitale i processi di sintesi nei vari scompartimenti e quelli di demolizione sono tra loro bilanciati; nella fase di invecchiamento la degradazione è più veloce dei processi di sintesi, il tonoplasto si lacera e gli enzimi (idrolasi) si riversano nel citoplasma provocando una digestione indiscriminata di tutte le strutture cui segue la morte della cellula.

Apparato vegetativo dei funghi

Pochissimi ascomiceti sono unicellulari come i Saccaromiceti o Lieviti. Nella generalità dei casi l'apparato vegetativo, il micelio, è formato da filamenti tubuliformi, le ife, costituite da una serie di cellule separate tra loro da setti trasversali muniti di un piccolissimo foro centrale che consente gli scambi di sostanze e di organuli tra le varie cellule dell'ifa. Le ife sono ialine o pigmentate in vario modo, spesso da bruno chiaro a bruno scuro. Possono essere semplici o variamente ramificate. Ife speciali si formano nelle fasi riproduttive (ife conidiofore), all'esterno delle ectomicorrize e nella struttura degli ascocarpi.

Il micelio può essere strutturato in vario modo producendo pseudotessuti detti ifenchimi. Quando le ife sono tra loro molto distanziate si parla di micelio lasso. Altre volte le ife si intrecciano in vario modo pur mantenendo la propria individualità dando origine a un ifenchima chiamato plectenchima. Infine, quando le ife sono formate da cellule corte e larghe e i filamenti ifali si serrano fortemente tra loro, si ha un ifenchima di tipo pseudoparenchimatico che è presente nella micoclena delle ectomicorrize di tartufo e nei corpi fruttiferi.

La divisione del nucleo

Il nucleo nel corso del ciclo vitale degli organismi può subire due tipi di divisione ben diversi tra loro ai quali segue generalmente la formazione di cellule nuove.

Divisione mitotica del nucleo o cariocinesi

Nella fase di accrescimento degli organismi le cellule aumentano di volume ed anche di numero conservando inalterato il corredo genetico della cellula iniziale. La divisione di una cellula interessa il nucleo che può avere n o 2n cromosomi e l'intero protoplasma.

La divisione per mitosi del nucleo ha luogo in cellule isolate o in cellule giovani situate all'apice dei filamenti miceliari. Questo processo si inquadra nel ciclo vitale di una cellula , sia di funghi che di piante terrestri, schematizzato nella seguente successione di fasi.

Fase G1: la cellula che dovrà dividersi sintetizza e accumula sostanze nutritive per prepararsi ai processi di duplicazione del DNA.

Fase S: è caratterizzata da una intensa attività di sintesi del DNA fino al raddoppiamento della quantità iniziale.

Fase G2: si realizza la sintesi delle sostanze che verranno impegnate per la condensazione dei cromosomi e delle proteine necessarie per la successiva mitosi.

Fase D: il nucleo si divide in due nuclei uguali tra loro mentre rallentano i processi di sintesi delle proteine e del DNA.

Nel corso delle fasi G1, S e G2 la cellula aumenta fortemente le sue dimensioni.

La fase D si articola in alcune fasi ben distinte.

Profase - all'interno del nucleo si differenziano progressivamente i cromosomi che appaiono fessurati longitudinalmente in due metà (cromatidi) tenute insieme dal centromero.

Metafase - compare il fuso mitotico costituito da microtubuli che si attaccano ai cinetocori (due formazioni proteiche addossate al centromero) e convergono verso i due poli opposti della cellula.

I cromosomi si dispongono nel piano equatoriale formando la placca equatoriale; la membrana nucleare scompare verso la fine della metafase. I centromeri si dividono.

Anafase - I due cromatidi di ogni cromosoma separati dalla scissione del centromero migrano verso i poli opposti per accorciamento dei microtubuli che gradualmente scompaiono.

Telofase - I cromosomi (ex cromatidi) si addensano ai poli opposti, si despiralizzano e perdono gradualmente la loro visibilità.

Non risultano fessurati longitudinalmente. Si differenzia una nuova membrana nucleare intorno alle due masse cromosomiche e in tal modo termina la mitosi.

Alla divisione del nucleo può seguire la formazione di una parete trasversale che divide la cellula madre in due cellule figlie; questo processo, detto citodieresi, si svolge secondo modalità differenti nei vari gruppi di organismi.

Divisione meiotica o meiosi

È una particolare divisione dei nuclei con 2n cromosomi (nuclei diploidi) che ha luogo in cellule determinate, gli Aschi negli Ascomiceti e i Basidi nei Basidiomiceti.

Consiste in due divisioni successive che terminano con la formazione di quattro nuclei aploidi (con n cromosomi ciascuno) a partire da un solo nucleo diploide.

La meiosi si articola nelle seguenti fasi.

1° Divisione. Si svolge a carico del nucleo diploide (divisione riduzionale).

Profase - Si evidenziano i cromosomi presenti in duplice copia; appaiono fessurati longitudinalmente e le due braccia (cromatidi) sono tenute insieme dal centromero. I cromosomi "omologhi" (uno di origine materna e uno di origine paterna) si appaiano (stadio di zigotene) formando i bivalenti e alcuni gruppi di geni si scambiano tra i cromatidi interni adiacenti (fenomeno del crossing - over) realizzando una ricombinazione genetica.

La membrana nucleare scompare.

Metafase - I bivalenti si dispongono sul piano equatoriale della cellula; si forma il fuso acromatico costituito da microtubuli che si attaccano al cinetocoro di ciascun cromosoma e convergono ai poli.

Anafase - I due cromosomi di ogni bivalente si separano tra loro e migrano ciascuno verso i due poli opposti della cellula, portando con sé gruppi di geni scambiati durante lo stadio di zigotene. In questa fase i cromosomi materni si mescolano con quelli paterni.

Telofase - I cromosomi ridotti di numero alla metà sono visibilmente formati dai due cromatidi e si addensano ai poli opposti della cellula; si formano due nuclei delimitati da una nuova membrana nucleare. I due nuclei, senza assumere la caratteristica struttura di un nucleo a riposo, si predispongono per subire la seconda divisione.

2ª Divisione (disgiunzionale). Interessa i due nuclei derivati dalla prima divisione.

Si articola come una normale divisione cariocinetica dei nuclei aploidi anche se ciascun cromosoma è costituito da due cromatidi non perfettamente uguali tra loro (si ricordi il crossing - over).

Profase - Si evidenziano i cromosomi divisi longitudinalmente con le braccia unite a livello del centromero.

Metafase - I cromosomi si dispongono sul piano equatoriale e i microtubuli del fuso mitotico si attaccano ai cinetocori.

Anafase - I centromeri si dividono e i cromosomi (ex cromatidi) sono trascinati ai poli. Anche in questa fase si ha il rimescolamento dei cromosomi di origine materna e paterna.

Telofase. I cromosomi si addensano ai poli e si ricostituiscono dei nuclei (aploidi).

In definitiva da un nucleo diploide si formano quattro nuclei aploidi tra loro geneticamente diversi e in vari casi dotati di polarità sessuale differente; ciascun nucleo ha una sola copia di ogni gene, che può essere di origine materna o paterna.

Con la meiosi si ha il completo rimescolamento dei geni provenienti dai due genitori al momento della gamia.

Negli Ascomiceti e nei Basidiomiceti (come in numerosi altri gruppi di organismi) la meiosi è seguita dalla sporogenesi al termine della quale si differenziano le spore meiotiche o meiospore: ascospore e basidiospore rispettivamente. In alcuni gruppi di alghe (per es. Diatomee) e negli animali la meiosi è seguita dalla gametogenesi.

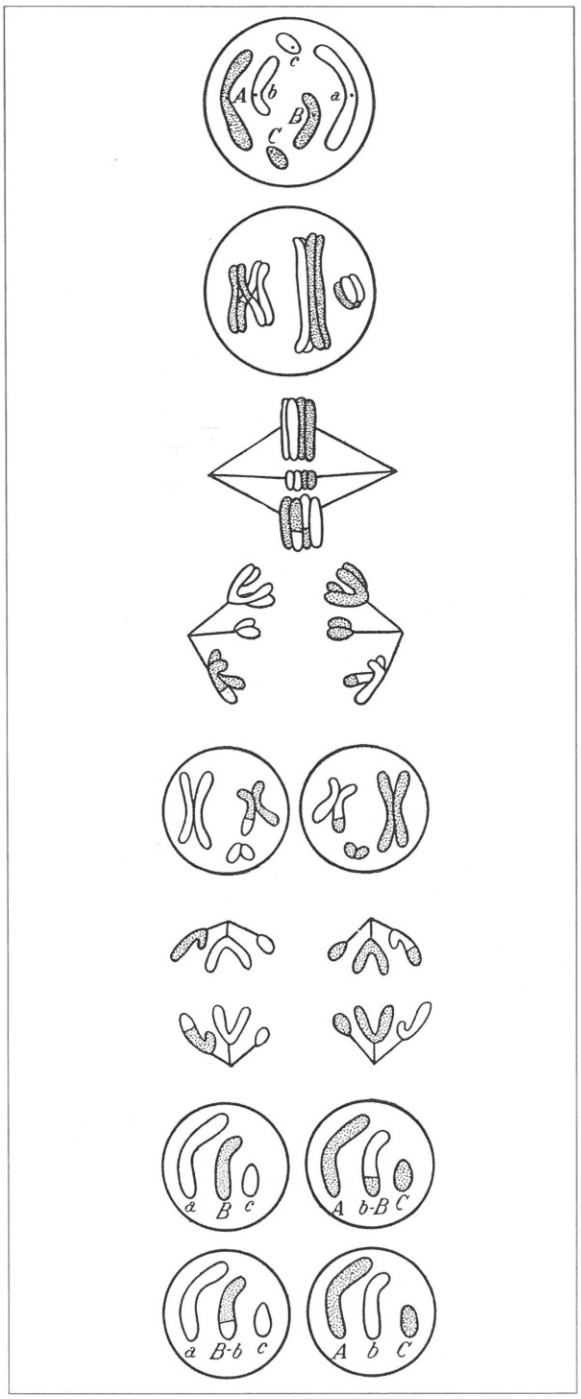


Fig. 5 - Schema della divisione meiotica del nucleo.
In alto nucleo diploide in "profase" in cui sono visibili tre cromosomi di origine materna (A, B, C) e tre di origine paterna (a, b, c). Segue la fase di zigotene con l'accoppiamento dei cromosomi omologhi che si sono da poco fessurati longitudinalmente, formando cromatidi, eccetto che in corrispondenza del centromero; scambio nella stessa fase di porzioni di crosoma tra i cromatidi adiacenti dei due cromosomi. Nella 3ª immagine è rappresentata la metafase e la formazione del fuso acromatico e nella 4ª la anafase. Nella 5ª immagine, la telofase, si formano i due nuclei figli con il numero di cromosomi ridotto a metà, con la evidente fessurazione dei medesimi e il rimescolamento dei cromosomi materni con quelli paterni.
Segue la divisione mitotica di questi due nuclei che comporta la scissione dei centromeri e la separazione dei cromosomi, dopo ulteriore rimescolamento, in quattro nuclei aploidi (*n* cromosomi).
(Da Sharp, in Tonzig, Botanica, vol. 2, ed. Casa editrice Ambrosiana, Milano, 1956).

5

Modalità di riproduzione degli Ascomiceti filamentosi

Gli Ascomiceti, come gli altri funghi, possono riprodursi con tre modalità diverse.

La riproduzione vegetativa o asessuata o agamica

Assicura la produzione di copie geneticamente uguali all'individuo che si riproduce.

Il micelio di un fungo nella fase aploide (con *n* cromosomi) o nella fase diploide (con 2*n* cromosomi) o nella fase diaploide o dicariofitica (*n* + *n* cromosomi) può riprodursi con numerose modalità.

a) Frammentazione del micelio. Porzioni di micelio, anche piccole, quando si trovano in condizioni idonee di umidità, temperatura e nutrizionali si accrescono formando masse miceliari anche di notevoli proporzioni.

b) Conidi o Conidiospore. Sono propaguli uni o pluricellulari formati da ife specializzate, i quali germinando danno origine a ife e quindi a colonie miceliari, cioè in sostanza a nuovi individui.

Gli Ascomiceti ricorrono largamente a queste forme di riproduzione vegetativa che consentono una rapida colonizzazione dei substrati naturali. Vi sono anche altre forme di riproduzione (gemmazione, scissione, ecc.) che interessano gli Ascomiceti unicellulari (es. Lieviti) per i quali rimandiamo ai testi specialistici.

La riproduzione sessuale

Consiste nella unione di due entità aploidi sessualmente diverse tra loro.

Quando due cellule specializzate (gameti) si uniscono e si fondono si ha la gametogamia; nelle specie in cui non si formano i gameti all'interno dei gametangi, questi possono fondersi tra loro (gametangiogamia); quando non si formano nemmeno i gametangi si ha l'unione di cellule vegetative (somatogamia).

La gamia si realizza in due fasi: la plasmogamia che consiste nel rimescolamento dei citoplasmi e la cariogamia che si attua con la fusione dei due nuclei gamici formando un sincarion.

Il prodotto della fusione di due entità sessualmente diverse è indicato con il termine generale di zigote.

Gametangiogamia

Negli Ascomiceti è presente in larga misura la gametangiogamia che consiste nella unione di due vescicole plurinucleate prodotte dal micelio aploide, l'anteridio, gametangio maschile, di forma generalmente allungata e l'ascogonio, gametangio femminile, di forma per lo più subrotonda con una appendice sottile e lunga, il tricogino; questo prende contatto con l'anteridio e i nuclei in esso contenuti si trasferiscono con il citoplasma, attraverso lo stesso tricogino, all'interno dell'ascogonio ove si accoppiano con i nuclei femminili formando numerosi "dicarion".

L'ascogonio così fecondato rappresenta uno zigote plurinucleato, detto cenozigote.

Questo processo rappresenta la prima fase della gamia (plasmogamia) nella maggior parte degli Ascomiceti filamentosi. Dall'ascogonio dopo la fecondazione si sviluppano per estroflessione ife per lo più settate (ife dicariotiche) all'interno delle quali si trasferiscono i dicarion (indicati con *n* + *n*) formatisi durante il processo di fecondazione.

La somatogamia

In alcuni Ascomiceti la somatogamia ha luogo tra cellule somatiche isolate (lieviti) o facenti parte di ife, con corredo cromosomico aploide (micelio primario) dotate di polarità sessuale opposta.

Durante la somatogamia i citoplasmi delle due cellule si rimescolano (plasmogamia) mentre i nuclei non si fondono ma si uniscono a coppie formando, anche in questo caso, i dicarion.

Il micelio derivato dalla somatogamia è anch'esso dicariotico (*n* + *n*) e prende il nome di micelio secondario come quello che si origina dalla fecondazione di gametangi. Il micelio secondario formerà, come sempre, gli aschi e le ascospore.

La sporogonia

Questo termine indica un tipo di riproduzione che si attua per mezzo di spore particolari (ben diverse dai conidi) che si formano all'interno di una cellula speciale, l'Asco.

Il giovane asco contiene due nuclei aploidi sessualmente diversi che per fusione danno origine ad un nucleo diploide (cariogamia); questo, a seguito di un pro-

cesso meiotico genera quattro nuclei aploidi; per successive divisioni equazionali si possono formare altri nuclei. A spese di questi nuclei si differenziano le ascospore (ascosporogenesi) le quali liberatesi dall'asco maturo germinano producendo le ife e il micelio aploidi che rappresentano l'apparato vegetativo.

L'intero processo sarà descritto nei particolari nell'ambito del ciclo biologico del tartufo.

Le fruttificazioni ascofore

Gli aschi sono generalmente raggruppati in speciali strutture dette sporocarpi o meglio, trattandosi di Ascomiceti, ascocarpi o ascomi, molto diversi tra loro per forma, grandezza e colore.

Alcuni sono sferici e chiusi (Cleistoteci) e la loro parete (peridio) racchiude all'interno gli aschi. Altri (Periteci) hanno la forma di un piccolo fiasco, con un ventre contenente gli aschi, un collo e un ostiolo (apertura apicale).

Un tipo molto diffuso di ascocarpo è l'Apotecio di grandezza variabile, da pochi millimetri ad alcuni centimetri, spesso vivacemente colorato; ha la forma di una coppa sessile o peduncolata, delimitata esternamente dal peridio costituito da un fitto intreccio miceliare di ife aploidi sterili; nella porzione centrale, ipotecio, l'intreccio di ife protegge i gametangi dapprima e le ife dicariotiche o ascogene successivamente; alla superficie della scodella si sviluppa uno strato a palizzata di migliaia di aschi oblunghi derivati dalle ife ascogene, alternati a cellule sterili (parafisi) che nel loro insieme formano l'imenio ascoforo o tecio.

Questo modello di ascocarpo è largamente diffuso nei funghi Pezizali (ordine *Pezizales*) ove presenta una complessa gamma di modificazioni morfologiche e strutturali che portano alla differenziazione o di sporocarpi epigei, talora anche molto grandi come nei generi *Helvella* e *Morchella* o di sporocarpi ipogei di forma tuberoide caratteristica dei tartufi.

6 Ciclo vitale degli Ascomiceti filamentosi

Il ciclo vitale o ciclo ontogenetico è una successione ciclica di eventi nel corso della vita di una specie.

Riferendosi a quanto detto nel capitolo precedente i fatti più salienti che caratterizzano il ciclo vitale dei funghi che stiamo trattando possono essere riassunti e schematizzati nei seguenti punti:

1 - germinazione delle ascospore di origine meiotica.
2 - Formazione di un micelio aploide (con *n* cromosomi) detto micelio primario.
3 - Possibilità di riproduzione vegetativa di questo micelio.
4 - Differenziazione ed unione di gametangi (ascogonio ed anteridio) o di cellule somatiche, con rimescolamento dei loro citoplasmi (prima fase della gamia: plasmogamia).
5 - Formazione di entità, Zigoti, contenenti i dicarion (due nuclei di polarità sessuale opposta appaiati, con *n* cromosomi ciascuno).
6 - Sviluppo di ife dicariotiche dalla cellula (Zigote) o a seguito di somatogamia con formazione del micelio secondario.
7 - Formazione degli Aschi a carico delle cellule che si differenziano alla estremità delle ife dicariotiche o ife ascogene.
8 - Fusione dei due nuclei aploidi di sesso opposto presenti nell'asco con formazione di un nucleo diploide con *2n* cromosomi (seconda fase della gamia: cariogamia).
9 - Meiosi a carico di questo nucleo diploide con la produzione di quattro nuclei aploidi o più se questi subiscono divisioni equazionali.
10 - Differenziazione delle Ascospore a spese dei nuclei aploidi e di una parte del citoplasma dell'asco.
11 - Liberazione delle spore nell'ambiente e loro germinazione.

Le spore possono avere riunite in sé le due tendenze sessuali (isosporia) per cui germinando producono un solo tipo di micelio (omotallismo).

Altre volte uno stesso individuo può produrre alcune spore con tendenza maschile ed altre con quella femminile (eterosporia). Dalla germinazione di queste spore prendono origine miceli con differente orientamento sessuale (eterotallismo).

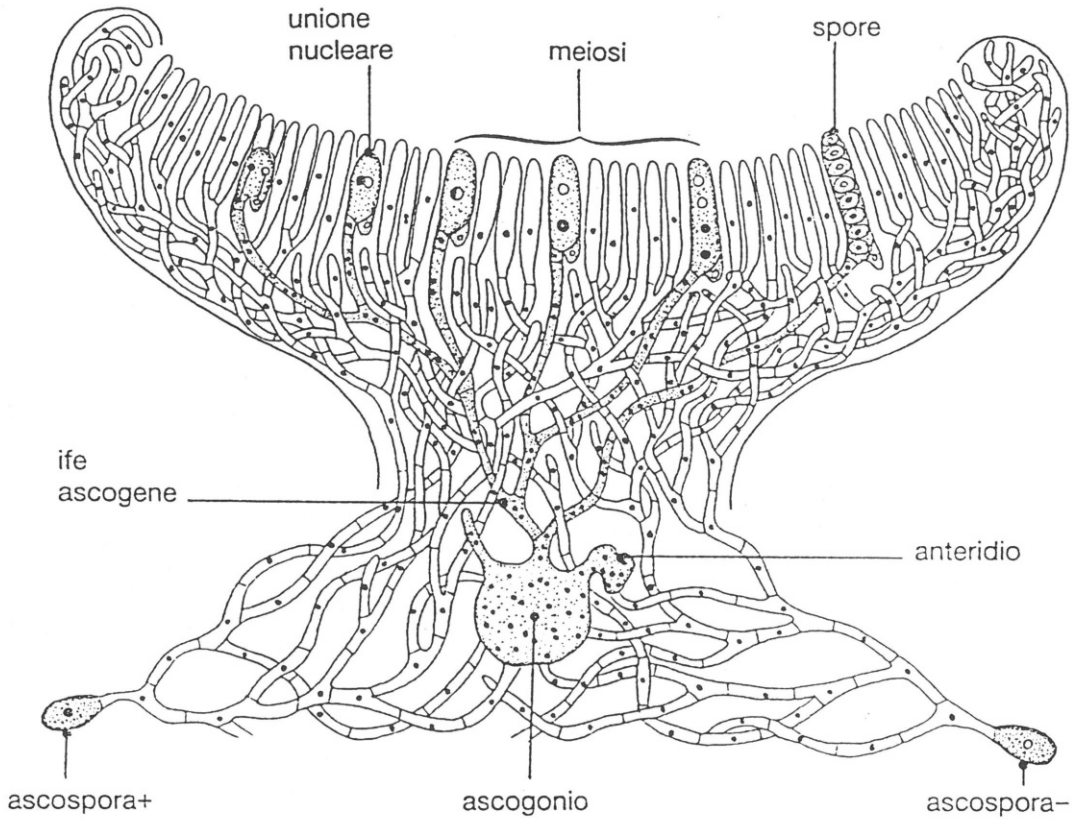
Questi concetti saranno ripresi nel capitolo del Ciclo Biologico dei tartufi.

Il ciclo di un ascomicete filamentoso si caratterizza dunque per la presenza di un' alternanza di fase nucleare (*n* e *n+n* e *2n*) e una alternanza di generazione:

la prima è rappresentata dal micelio aploide o primario; la seconda è costituita dal micelio dicariotico o secondario.

Negli ascomiceti la prima generazione ha uno sviluppo decisamente maggiore rispetto alla seconda. Gli ascomiceti filamentosi hanno quindi un ciclo aplodicarionte con prevalenza della generazione aploide.

Nella fig. 6 si riporta il ciclo generale di un Ascomicete filamentoso al fine di comprendere meglio quello del tartufo che verrà descritto in seguito.



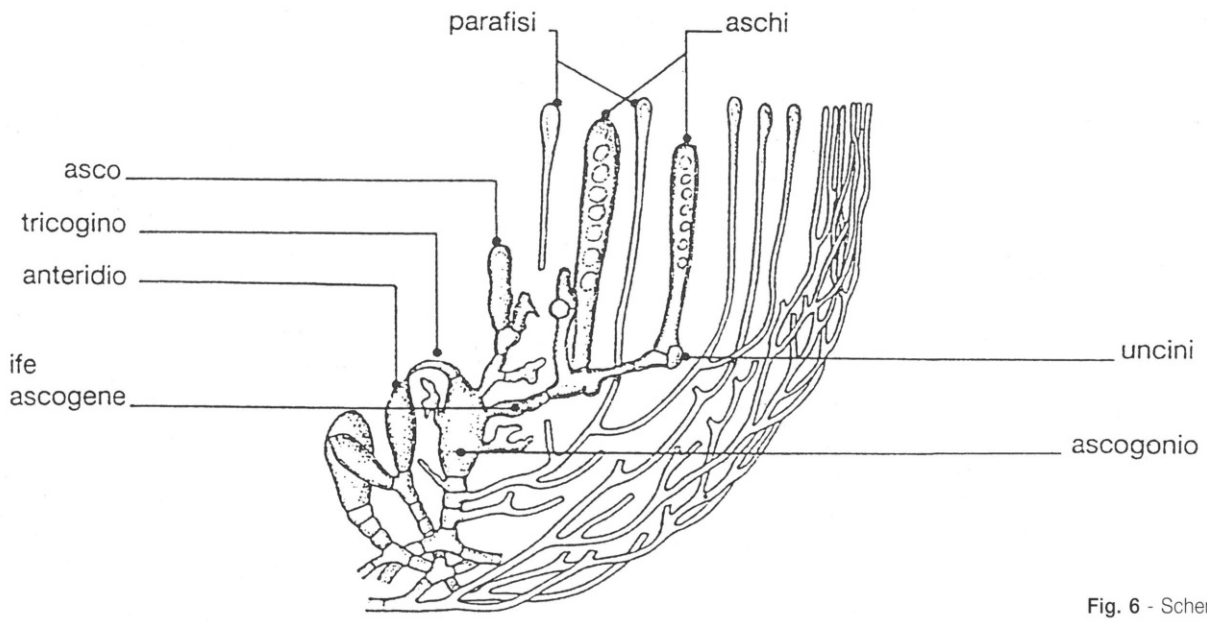


Fig. 6 - Schema di ciclo ontogenetico di un Ascomicete filamentoso eterotallico (da N. Bagni *et al.*, 1997).

7 Come vivono i funghi

Funghi saprofiti

Con i loro enzimi decompongono la materia organica morta di origine vegetale e animale per ottenere molecole organiche e sali minerali necessari al loro metabolismo. Ne sono esempi i comunissimi prataioli, le mazze di tamburo e numerose specie che non formano corpi fruttiferi.

Nelle tartufaie di *T. melanosporum* sono state individuate numerose specie fungine saprofite dei generi *Mucor*, *Aspergillus*, *Penicillium*, ecc; presenti in quantità minore nelle cave rispetto al terreno circostante e ciò forse in rapporto ad una probabile azione fitotossica del tartufo nero. Alla superficie degli ascocarpi di sette specie di *Tuber* sono state trovate oltre venti specie di lieviti, funghi unicellulari saprofiti appartenenti agli Ascomiceti e ai Basidiomiceti, molte delle quali rinvenute anche nel terreno; si stanno studiando eventuali rapporti tra i tartufi e questi microrganismi (Vaughan-Martini, Angelini e Martini, 2001). Questi funghi, insieme ai batteri, contribuiscono a trasformare materiali organici di scarto e inutilizzabili in *humus* ricco di elementi nutritivi di alto valore biologico utili allo sviluppo dei vari organismi.

Funghi parassiti

Si sviluppano a spese di organismi viventi che danneggiano più o meno fortemente provocandone anche la morte. Ne sono esempi numerose specie di Poliporacee, le Ruggini dei cereali e la ben nota famigliola buona (*Armillaria mellea*) specie parassita di un numero indeterminato di piante forestali e coltivate.

Funghi simbionti

Stabiliscono complessi rapporti vitali, reciprocamente vantaggiosi, con organismi autotrofi. Alcune specie fungine si uniscono con determinate alghe per formare i "licheni" capaci di vivere in substrati poveri e in climi generalmente molto difficili.

Un elevato numero di funghi contrae rapporti di vita simbiotica con la maggior parte delle piante terrestri (Pteridofite, Gimnosperme e Angiosperme) quasi sempre a livello di apici radicali formando le ben note micorrize.

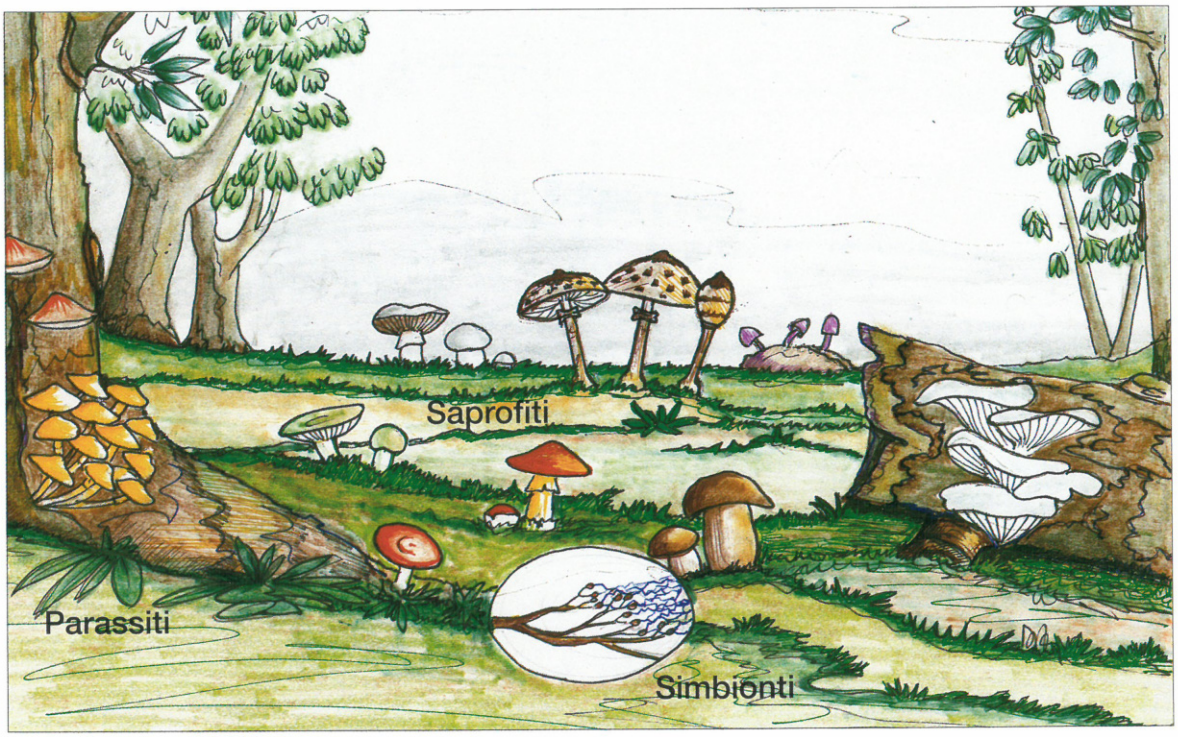


Fig. 7 - Funghi parassiti, funghi simbionti, funghi saprofiti (*disegno: A. De Angelis*).

Principali tipi di micorrize

8

Ectomicorrize

Si formano all'estremità delle radichette secondarie che per una lunghezza di uno o pochi millimetri sono avvolte da un intreccio di ife settate, talora lasso, altre volte molto denso e compatto, essendo queste cementate tra loro da materiali di natura polisaccaridica; si genera in tal modo un mantello fungino (micoclena) di spessore molto variabile. Dalla parte interna del mantello si sviluppano ife settate che si insinuano tra le cellule del rizoderma (che si ipertrofizzano) e le cellule sottostanti della corteccia primaria senza penetrare al loro interno, avvolgendole per formare intorno ad esse il reticolo di Hartig. Alla superficie esterna del mantello fungino si differenziano le ife peritrofiche, semplici o ramificate e di variabilissimo aspetto.

La forma generale della micorriza può essere clavata o cilindrica ed è molto più tozza di una normale radice; la sua ramificazione può essere di tipo monopodiale (con un asse principale e altri laterali subordinati ad esso) o dicotomica (con assi che portano all'apice due micorrize di eguale grandezza).

Il colore è estremamente variabile: bianco, nero, marrone, nocciola, rosa, violaceo, ecc. Le ectomicorrize non portano mai "peli radicali" che nella loro funzione vengono sostituiti dalle ife peritrofiche.

Vi sono alcuni generi di piante che producono ectomicorrize ma che, nel loro insieme, raggiungono appena il 5% di tutti i vegetali del nostro pianeta.

Esempi ne sono, tra le Conifere, i Pini (gen. *Pinus*), gli Abeti (gen. *Abies*, *Picea*, *Pseudotzuga*), i Cedri (gen.*Cedrus*) tutti appartenenti alla famiglia delle *Pinaceae* . Tra le latifoglie (Angiosperme) si ricordano i Noccioli (gen.*Corylus*) e i Carpini (gen.*Carpinus* e *Ostrya*) della famiglia *Corylaceae*, le Betulle (gen.*Betula*) e gli Ontani (gen.*Alnus*) della famiglia *Betulaceae*. Si menzionano ancora i Castagni (gen.*Castanea*), il Faggio (gen.*Fagus*), le varie specie di quercia sia caducifoglie che sempreverdi (gen. *Quercus*) della fam. *Fagaceae*. I Tigli (gen.*Tilia*), fam.*Tiliaceae* ; i Pioppi (gen.*Populus*) e i Salici (gen.*Salix*), fam.*Salicaceae* ; i Cisti (gen.*Cistus*), gli Eliantemi (gen. *Helianthemum*), fam.*Cistaceae* e pochi altri generi di altre famiglie.

I funghi responsabili della formazione di ectomicorrize sono alcune migliaia di specie di cui un buon numero produce corpi fruttiferi ipogei o epigei. Nell'ambito degli Ascomiceti (Divisione *Ascomycota*) i generi principali che producono ectomicorrize sono: *Tuber*, *Tirmania*, *Terfezia*, *Choiromyces*, *Balsamia*, *Genea*, *Elaphomyces*, ecc.

Nella Divisione *Basidiomycota* i generi più comuni che annoverano specie ectomicorriziche sono: *Amanita*, *Tricholoma, Russula*, *Lactarius*, *Clytocibe, Laccaria*, *Hygrophorus*, *Hebeloma, Cortinarius*,*Boletus, Cantharellus*, *Pisolithus*, *Scleroderma*, *Hymenogaster, Melanogaster,* ecc.

Non sono ancora noti i funghi responsabili di tutte le micorrize finora descritte; è inoltre molto difficile risalire alla specie fungina coinvolta nella micorriza dall'analisi di questa struttura anche nei casi bene studiati (Agerer, 1977-2002).

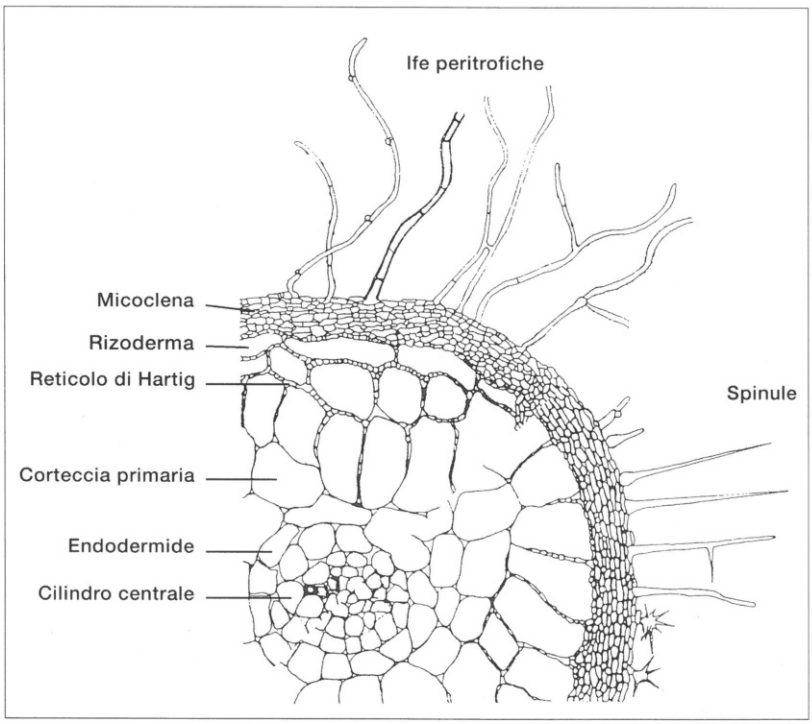


Fig. 8 - Schema delle diverse strutture che può presentare una ectomicorriza *(B. Granetti)*.

Endomicorrize

Le radichette invase da funghi endomicorrizici hanno un aspetto generale molto simile a quelle normali essendo munite anch'esse di peli radicali e avendo una forma oblunga, esile in quanto non si forma il mantello fungino e non si ipertrofizzano le cellule del rizoderma.

Le ife fungine penetrano nella radichetta attraverso i peli assorbenti e invadono i tessuti radicali entrando all'interno delle singole cellule ove possono formare gomitoli, arbuscoli o vescicole, dando così luogo a vari tipi di endomicorrize. Il più diffuso è quello denominato vescicolare-arbuscolare o E.V.A. presente nel 90% delle piante con endomicorrize. Sono formate da ife prive di setti di specie fungine poco note appartenenti ai generi *Endogone* (fam.*Endogonaceae*), *Glomus* (fam.*Glomaceae*) e altri Zigomiceti (*ZYGOMYCOTA*) che talora possono formare corpi fruttiferi ipogei simili ai tartufi.

Le endomicorrize di questo tipo sono diffuse in numerose famiglie tra cui Cupressacee, Leguminose, Rosacee, Vitacee, Liliacee, Graminacee.

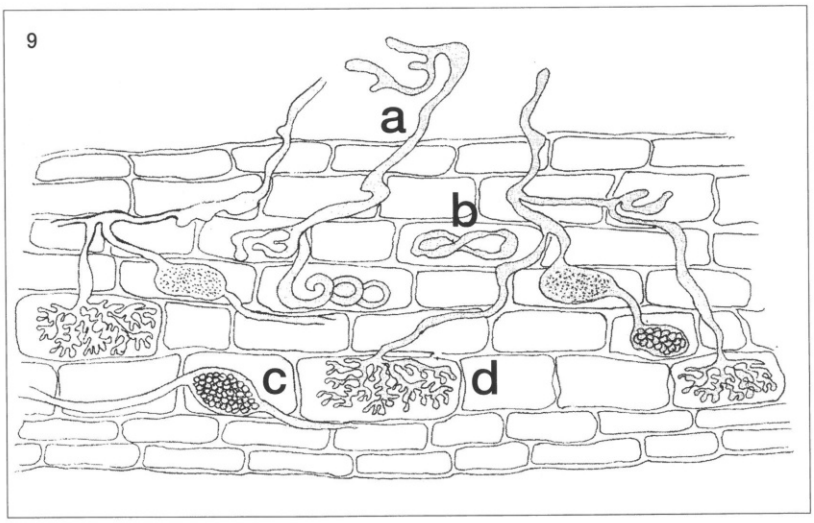


Fig. 9 - Schema della struttura di una endomicorriza. Alla superficie il fungo forma un appresorio (**a**), da cui si sviluppa il micelio che entra nelle cellule per formare gomitoli (**b**), vescicole (**c**), arbuscoli (**d**). *(Da Govi ,1986).*

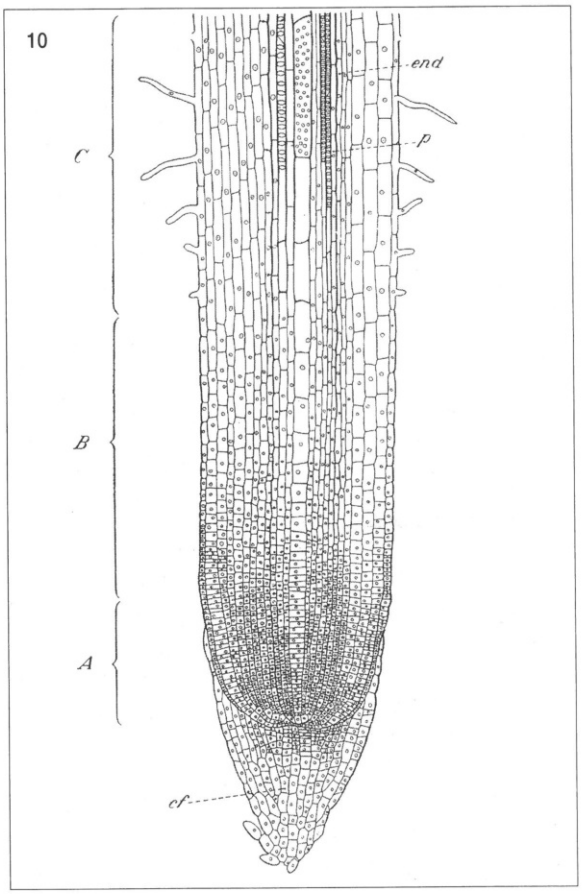


Fig. 10 - Sezione longitudinale radiale della porzione terminale di una radice.
A: zona meristematica;
B: zona liscia di distensione;
C: zona pilifera;
D: cuffia
(da Bagni *et al.*, 1997)

Fig. 11 - Schema di una ectoendomicorriza in betulla prodotta da una russula (secondo Peyronel).
R: ife costituenti il reticolo di Hartig; **H**: ife intracellulari.

In alcuni casi le ife responsabili della endomicorriza hanno setti trasversali e appartengono a specie di Basidiomiceti; formano voluminosi gomitoli all'interno delle cellule come accade nelle Orchidee che presentano una doppia simbiosi fungina, una a livello degli apici radicali e l'altra a livello dell'abbozzo embrionale che grazie all'attività del fungo simbionte si trasforma in "Protocormo" e quindi in plantula.

Ectoendomicorrize

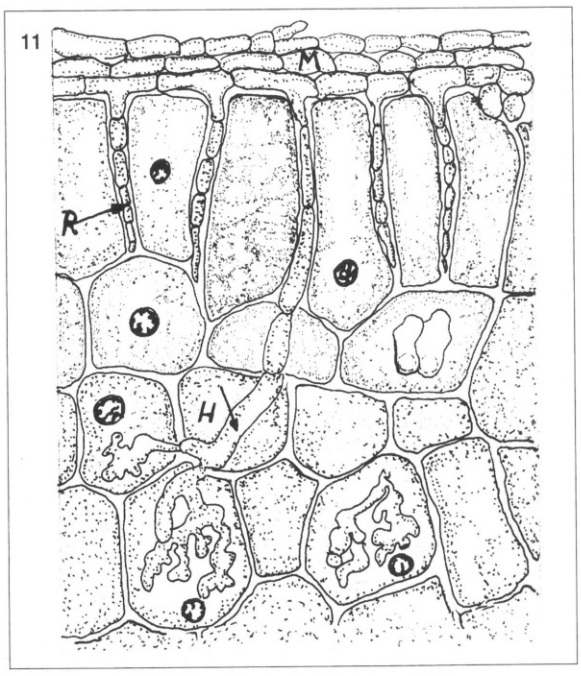
Hanno caratteri intermedi tra i due tipi sopra descritti. All'esterno dell'apice radicale si forma un mantello fungino (talora molto sottile) come nelle ectomicorrize; le ife penetrano all'interno delle cellule del rizoderma e della corteccia primaria della radice ove formano generalmente dei gomitoli o sviluppano ife molto corte. I funghi responsabili di questo tipo di micorriza sono dei Basidiomiceti capaci di produrre con determinate piante delle tipiche ectomicorrize.

Le piante che formano ectoendomicorrize sono poche specie e tra esse si ricorda il Corbezzolo (*Arbutus unedo*).

I funghi micorrizici possono unirsi in simbiosi con piante di un ampio numero di specie, oppure con poche o addirittura con una sola come il *Suillus Grevillei* che è specifico del Larice (*Larix decidua*). I tartufi vivono con un numero relativamente ristretto di piante ospiti.

È importante conoscere l'esistenza dei vari tipi di micorrize e le piante che possono formarle, nella progettazione di tartufaie coltivate miste.

Per esempio il Ciliegio e il Noce, due comuni piante da legno pregiato, dato che formano endomicorrize non sono concorrenziali con le Querce essendo queste specie ectomicorriziche e potenzialmente tartuficole.



Il ruolo delle micorrize nella nutrizione delle piante

9

I rapporti fisiologici che si instaurano tra le piante e i funghi simbionti sono ancora poco conosciuti, tuttavia alcuni aspetti sono stati già da tempo chiariti. La pianta, tramite la fotosintesi clorofilliana, produce zuccheri che raggiungono tutte le parti dell'apparato vegetativo e quindi anche le piccole radici invase dai funghi simbionti. Questi, incapaci di produrre zuccheri in quanto privi di clorofilla, prelevano tali sostanze idrocarbonate dalla pianta, le utilizzano per il loro metabolismo e in parte le accumulano nelle ife sotto forma di glicogeno. Il micelio fungino si sviluppa dalle micorrize ed esplora il terreno nelle sue più piccole particelle prelevando acqua e sali di numerosi elementi nutritivi tramite l'enorme superficie di assorbimento che realizza con l'impiego di una minima quantità di materia organica. L'assorbimento è pertanto molto più efficace di quello che la pianta può effettuare con i suoi peli radicali essendo questi corti, relativamente grossi e di continuo rinnovati con grande dispendio di materiale vivente e di energia.

Nei suoli naturali, generalmente poveri di elementi nutritivi, la simbiosi micorrizica si presenta come indispensabile per assicurare un sano accrescimento delle piante. Il Fosforo, l'Azoto, il Potassio e i microelementi presenti nei terreni generalmente in percentuali esigue vengono resi solubili se già non lo sono, e assorbiti. Grazie alle micorrize numerose piante vivono in terreni molto calcarei; resistono bene ai periodi di siccità e all'attacco di parassiti radicali. Tutto il metabolismo delle piante micorrizate è in qualche modo modificato, non soltanto per il migliore assorbimento di sali minerali, ma anche per la produzione di numerose sostanze ormonali, quali le auxine, le gibberelline e le citochinine, che stimolano la ramificazione degli apparati radicali, determinano una più precoce ripresa vegetativa e un ritardo nella defogliazione autunnale.



Fig. 12 - Aggregato di circa 350 micorrize di tartufo nero pregiato, formatosi a 25 cm di profondità sotto carpino nero *(Foto: B. Granetti).*

10 Origine ed evoluzione dei tartufi

Malençon (1938) a seguito di un approfondito studio comparativo dei corpi fruttiferi di Ascomiceti epigei e ipogei ha elaborato l'ipotesi dell'esistenza di stretti rapporti filogenetici tra i Pezizali e i Tuberali ritenendo questi ultimi derivati dai primi attraverso un complesso processo di mutazione e selezione. Questa ipotesi ha trovato in qualche misura la conferma a seguito della scoperta di uno stadio "apotecioide" nel corso della differenziazione degli ascocarpi di *T. melanosporum* (Parguey-Leduc *et al.*, 1985). Cioè, anche nei tartufi, il corpo fruttifero nei suoi primi stadi di sviluppo ha la struttura a coppa come gli apoteci dei Pezizali. Tuttavia in base ad altre considerazioni, Parguey-Leduc *et al.* (1987) ritengono che i Pezizali e i Tuberali sarebbero derivati da un capostipite comune caratterizzato da un apotecio seminterrato, quasi completamente chiuso all'apice ove presenta una piccola apertura. Da tale capostipite avrebbero preso origine due linee filogenetiche; una caratterizzata da corpi fruttiferi epigei, completamente fuori terra, con apotecio ampio e con l'imenio ascoforo esposto all'aria e strutturato a palizzata con aschi oblunghi ed opercolati (Pezizali); l'altra con corpi fruttiferi progressivamente interrati che, nelle forme primitive presentano ancora un imenio ascoforo con aschi oblunghi e un ascocarpo con ampia cavità centrale (Tuberali primitivi); nei Tuberali più evoluti l'ascocarpo non presenta la cavità centrale essendo riempita dal micelio organizzato in un sistema di vene sterili e di vene fertili con aschi globosi senza opercolo.

Queste importanti ipotesi evolutive ci consentono di comprendere in tutta la sua complessità la struttura del corpo fruttifero dei tartufi.

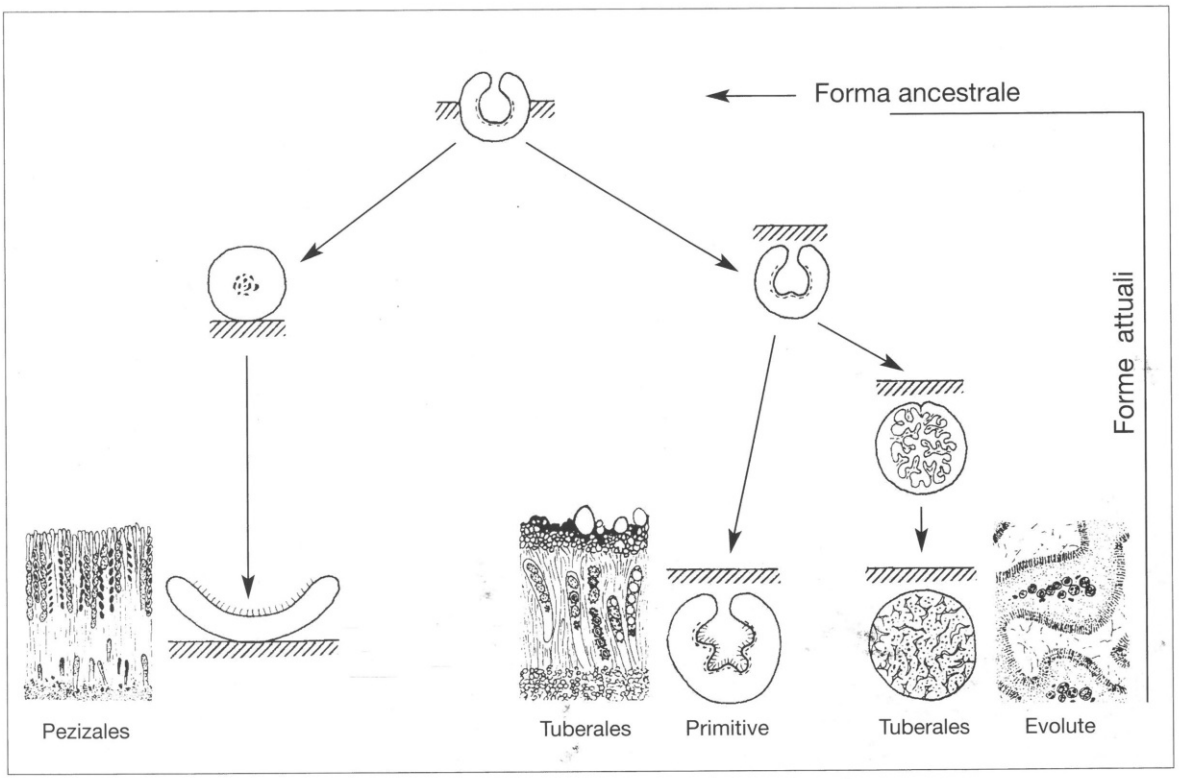


Fig. 13 - Schema della filogenesi dei tartufi, descrizione nel testo. (Da Parguey-Leduc *et al.*, 1987).

Ciclo biologico

11

Tappe fondamentali del ciclo biologico di *Tuber melanosporum*

Il primo studioso che ha cercato di stabilire le modalità di formazione dell'ascocarpo è Pradel (1914) il quale ha evidenziato la presenza di corpuscoli bianchi (primordi) della grandezza di una cariosside di miglio, in un feltro miceliare formatosi nella intersezione di due radici.

Recentemente Callot (1999) ha raccolto in una tartufaia naturale a *T. melanosporum* sostenuta da un tiglio, più di un centinaio di piccoli tartufi con diametro da 1 a 2 mm. Ha confermato le osservazioni di Pradel (l.c.) in quanto anch'egli ha rilevato che i piccoli tartufi si formano a contatto con le radici lunghe.

Lo sviluppo del tartufo si svolge in due fasi successive ben differenti:

- la prima fase di vita detta simbiotica in cui la giovane fruttificazione (primordio) è collegata tramite un filamento ifale alle radichette lunghe; il primordio si trasforma in abbozzo più o meno subgloboso che assume la forma di un piccolo apotecio (stadio apotecioide) il quale si chiude diventando globoso e differenziando un peridio con verruche sempre più marcate. La durata di questa prima fase varia da 15 giorni a tre settimane e il piccolo tartufo ha un diametro da 0,5 a 1 mm; la prima fase termina quando le connessioni con il filamento ifale scompaiono e inizia una vita indipendente dalla pianta simbionte.

- la seconda fase di vita, detta saprofitica, corrisponde allo sviluppo dell'ascocarpo, divenuto autonomo, fino alla completa maturazione; può essere lunga da 6 a 9 mesi.

Va dunque sottolineato che in natura il micelio che dà origine al tartufo (micelio fruttifero), è in relazione

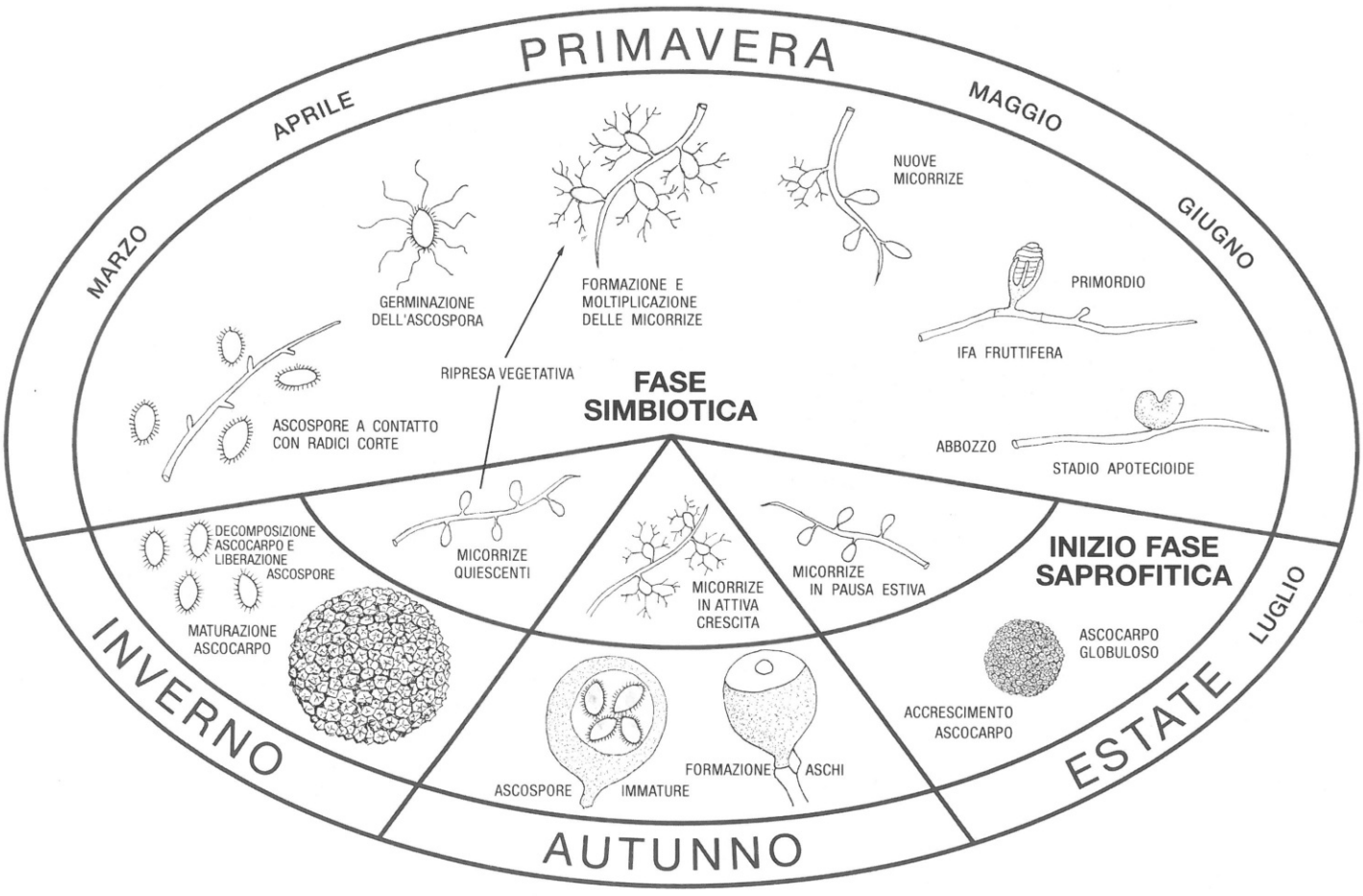


Fig. 14 - Schema del probabile Ciclo Biologico, secondo le attuali conoscenze, di *T. melanosporum* Vittadini. (Elaborazione e schema grafico: B. Granetti. Disegnato da A. De Angelis. Il primordio è disegnato sull'originale di Callot, 1999 fig. 5-1°, p. 143).

con le radici lunghe, mentre le micorrize si formano sulle radici corte.

Il micelio che forma le micorrize corrisponderebbe alla fase vegetativa del tartufo. Risulta chiaro, pertanto, che non esiste una correlazione tra la presenza delle micorrize e la formazione dei tartufi. Si precisa che in uno stesso apparato radicale possono coesistere radici non micorrizate, radici micorrizate e radici lunghe portatrici di micelio fruttifero. Non è ancora noto dove e come il micelio fruttifero si conservi nell'apparato radicale; forse gli stromi studiati da Pargney *et al.* (2001) sono strutture di conservazione del micelio fruttifero. Da queste osservazioni emerge che una pianta capace di produrre tartufi non è necessariamente una pianta ben micorrizata (Callot, l.c.).

Illustriamo, ora nei dettagli, il ciclo di *T. melanosporum* avvalendosi delle ricerche di vari Autori tra cui Parguey-Leduc *et al.* (1981, 1984, 1985, 1987a, 1987b, 1989, 1990a, 1990b, 1991),Olivier *et al.* (2002), Giovannetti (1992) e Callot (1999). In base alle conoscenze attualmente disponibili si può proporre un quadro generale del ciclo biologico del tartufo nero pregiato (Fig. 14).

A partire da un'ifa collegata ad una radichetta non micorrizata, lunga e sottile con diametro di circa 1 mm, ha luogo la formazione del primordio costituito da un filamento ascogoniale, formato da una o più cellule germinali, terminante con un'ifa, il tricogino, che si avvolge intorno ad un'ifa sterile; successivamente il filamento ascogoniale assume un aspetto elicoidale ed è ricoperto da giovani ife.

Questo microscopico primordio di colore chiaro, si accresce e diventa globoso-oblungo trasformandosi in un abbozzo nel quale si distingue una parte esterna liscia, sterile e una parte interna, fertile. L'abbozzo da chiaro diventa progressivamente di colore arancio; ha una polarità: alla base è attaccato alla radichetta da cui ha preso origine e alla sommità è presente una introflessione. La parte esterna differenzia le verruche che diventano sempre più visibili e costituiscono l'inizio del peridio.

La cavità sommitale, aperta verso l'esterno è tappezzata da una palizzata di parafisi; ha inizio lo stadio apotecioide (Parguey-Leduc *et al.*, 1985), così denominato per la forte somiglianza di questo piccolo corpo fruttifero con un apotecio.

In seguito la cavità apicale si ingrandisce, diventa più profonda e nella parte basale interna appare una estroflessione a guisa di mammellone. Le parafisi si sviluppano fino a rivestire l'intera superficie della cavità.

Nell'ifenchima della parte basale dell'abbozzo a forma di coppa i resti dei filamenti ascogoniali producono i primi elementi dell'apparato sporofitico, formato da ife con citoplasma alquanto denso, che si sviluppa sotto le parafisi.

Nel corso dell'ulteriore accrescimento dell'abbozzo la cavità sommitale diviene ancora più grande; in seguito appaiono delle estroflessioni nella parete interna dell'apotecio e profonde circonvoluzioni per cui la cavità primordiale risulta occupata da lamine di ifenchima che si trasformano nelle future vene fertili tappezzate da parafisi molto fitte. Gli spazi vuoti da esse delimitati diventeranno le future vene sterili; vengono, difatti, gradualmente riempiti da ife lasse, provenienti dall'accrescimento di alcune parafisi; si forma così il reticolo aracnoide delle vene sterili.

In seguito i bordi della cavità posti alla sommità dell'abbozzo si avvicinano tra loro fino a chiuderla completamente; l'abbozzo perde la sua simmetria bilaterale e diviene globuloso; il giovane ascocarpo presenta la struttura definitiva: peridio con verruche all'esterno e gleba all'interno costituita da vene fertili sinuose e ramificate e da vene sterili aerifere corrispondenti ai resti della cavità primordiale; le vene fertili contengono l'apparato sporofitico che nel giovane ascocarpo comincia a formare gli aschi che cresceranno di numero fino ad occupare tutto lo spessore delle stesse vene fertili.



Fig. 15 - Abbozzo di tartufo nero pregiato con il peridio rosso-arancio poco più grande di una formica.
(Per gentile concessione di P. Sourzat, Station truffe de Chaors - Le Montat, France).

Evoluzione del peridio

Nel corso dell'accrescimento dell'ascocarpo le verruche si trasformano notevolmente soprattutto per quanto concerne la loro struttura.

Negli ascocarpi piccoli e giovani le verruche sono coniche *(T. melanosporum)* e le cellule con parete esile sono pressoché simili dalla base all'apice; questa struttura omogenea è definita paraplectenchimatica.

In seguito la forma e la parete delle cellule subiscono modificazioni profonde a seconda della posizione che occupano; quelle più esterne differenziano pareti molto ispessite e pluristratificate che si pigmentano di marrone scuro oltre che in *T. melanosporum,* anche in altre specie *(T. brumale, T. indicum, T. aestivum, T. mesentericum, T. macrosporum).* Al disotto dello strato esterno le cellule hanno forma poligonale, parete più esile e procedendo

verso la base delle verruche si incontrano cellule più grandi, spesso oblunghe, plurinucleate.

Alla base delle verruche vi sono cellule più piccole ma molto vitali in quanto capaci di dividersi ripetutamente; esse formano la zona di moltiplicazione cellulare. Le verruche, quindi, sono dotate di un accrescimento autonomo ed hanno la facoltà di dividersi consentendo al peridio di avvolgere completamente la gleba mentre questa aumenta di volume. La consistenza e il colore variano con l'evolversi dell'ascocarpo. La struttura morfologica e anatomica del peridio non è uguale in tutte le specie e, pur presentando una certa variabilità, riveste una importanza diagnostica di rilievo.

In alcune specie di tartufo, sin dallo stadio apotecioide, sulle facce piane delle verruche si notano fini striature trasversali che appaiono ben marcate negli ascocarpi maturi.

Callot (l.c.) ha evidenziato sulla superficie esterna di una verruca tre zone:

- una zona apicale con strie estremamente sottili che risalgono allo stadio apotecioide;
- una zona intermedia con striatura ben visibile;
- una zona basale con strie più distanziate tra loro che corrispondono al periodo di maggiore accrescimento dell'ascocarpo.

Secondo Callot (1999) la striatura del peridio è dovuta ad una alternanza di strutture prosenchimatiche con filamenti a parete spessa con strutture paraplectenchimatiche con filamenti saldati a parete meno spessa. I filamenti a parete spessa delle strie presentano una concentrazione di calcio due volte più alta di quella delle cellule delle strutture situate tre le strie.

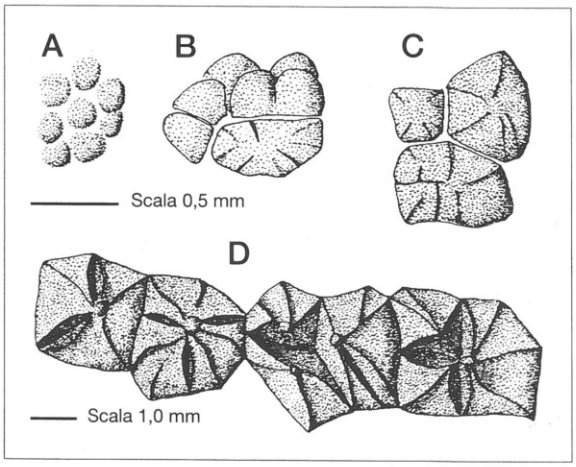


Fig. 16 - Evoluzione delle verruche in *Tuber melanosporum* (Da Parguey- Leduc *et al.*, 1989).

In vari casi tra le strie si formano placchette biancastre costituite principalmente da carbonato di calcio associato talora a sali organici di calcio (Tav. 4a-c). Talora si formano placche bianche localizzate.

Tutte queste formazioni derivano da secrezioni del tartufo e precipitazione dei sali in esse contenuti. Probabilmente svolgono un ruolo di protezione dell'ascocarpo nei periodi di siccità.

Le verruche hanno forma piramidale con 5-6 facce separate, spesso, da fessure a volte anche profonde.

La loro forma e grandezza variano in uno stesso ascocarpo e non sono in relazione con le sue dimensioni ma dipendono verosimilmente dal microambiente in cui è cresciuto il tartufo.Nei tartufi maturi delle varie specie il diametro delle verruche varia da qualche mm a circa 10-12 mm; possono essere schiacciate o sporgenti fino a toccare i 10 mm di altezza.

Formazione dell'asco e delle ascospore

Le ife terminali dell'apparato sporofitico sono costituite da cellule binucleate (con dicarion) e svolgono la funzione di "ife ascogene" in quanto daranno origine agli aschi attraverso un processo, noto anche in numerosi altri ascomiceti, di coniugazione ad uncino.

Infatti la cellula terminale di ogni ifa ascogena si curva ad uncino, i due nuclei aploidi del dicarion si dividono formando quattro nuclei; compaiono due setti di cui uno separa una porzione terminale dell'ifa con un solo nucleo, l'altro setto separa la parte basale contenente un altro nucleo. La cellula della ginocchiatura delimitata dai due setti, contiene due nuclei aploidi (dicarion) e costituisce la cellula proascale che allungandosi si trasforma in un giovane asco. I due nuclei in esso contenuti si fondono (cariogamia) formando un nucleo diploide; l'asco si accresce ulteriormente diventando subgloboso (Fig. 17).

Il nucleo inizialmente è situato al centro dell'asco (Fig. 18 riferita a *T. nitidum*); in un secondo tempo, mentre la parete dell'asco si ispessisce, il contenuto cellulare si differenzia in due parti di cui quella inferiore (circa 2/3 del volume) è omogenea e ricca di granulazioni di glicogeno; la porzione superiore presenta per circa 4/5 del proprio volume un citoplasma molto vacuolizzato e nella parte sommitale una zona densa, finemente granulosa che contiene il nucleo. A questo punto il nucleo (diploide) subisce la meiosi con produzione di quattro nu-

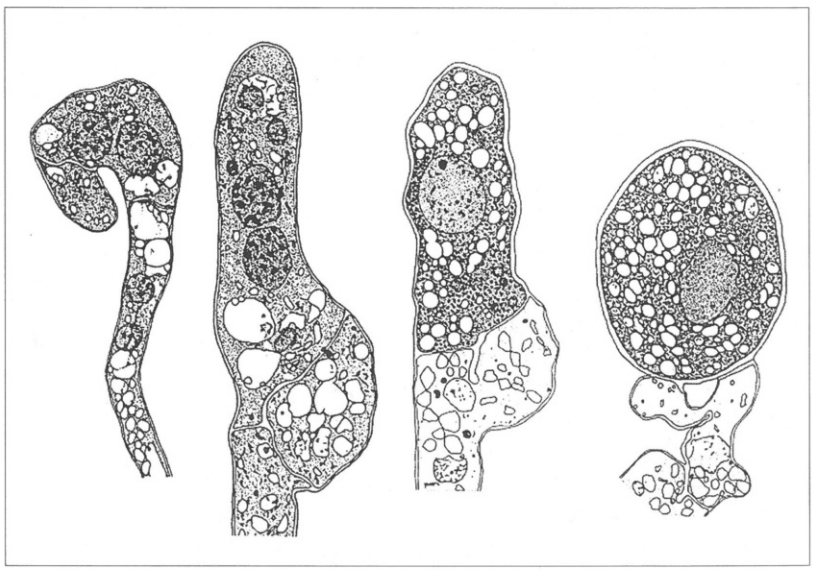


Fig. 17 - Asco giovane e fasi della cariogamia in *T. melanosporum*. (Da A. Parguey-Leduc, M.C, Janex-Favre *et* C. Montant, 1990).

clei aploidi che possono talora dividersi per mitosi generando otto nuclei.

Questi nuclei saranno coinvolti nella formazione delle ascospore (ascosporogenesi); intorno a ciascun nucleo si accumula del citoplasma delimitato da un esile plasmalemma all'esterno del quale si differenzia la parete della spora.

In uno stadio iniziale del suo sviluppo, la parete della spora è esile e monostratificata (parete primordiale); successivamente si ispessisce delineando due strati ben distinti che formano la parete primaria. In seguito questa è gradualmente sostituita da alcuni strati concentrici che costituiscono la parete secondaria.

In questo stadio, partendo dal plasmalemma e procedendo verso l'esterno, si evidenziano un episporio di spessore esiguo, un esosporio e infine un perisporio. Alla superficie dell'esosporio appaiono corte fibrille disposte perpendicolarmente alla superficie che si organizzano in aculei *(T. melanosporum)* più o meno conici.

Successivamente il perisporio si retrae aderendo alla superficie degli aculei; la sua parte esterna va a costituire l'ectosporio. A completa differenziazione della parete tutti gli strati esterni all'episporio formeranno una massa aculeata scura (Callot, 1999).

Le spore dei tartufi hanno la parete priva di chitina mentre la parete degli aschi contiene questa sostanza.

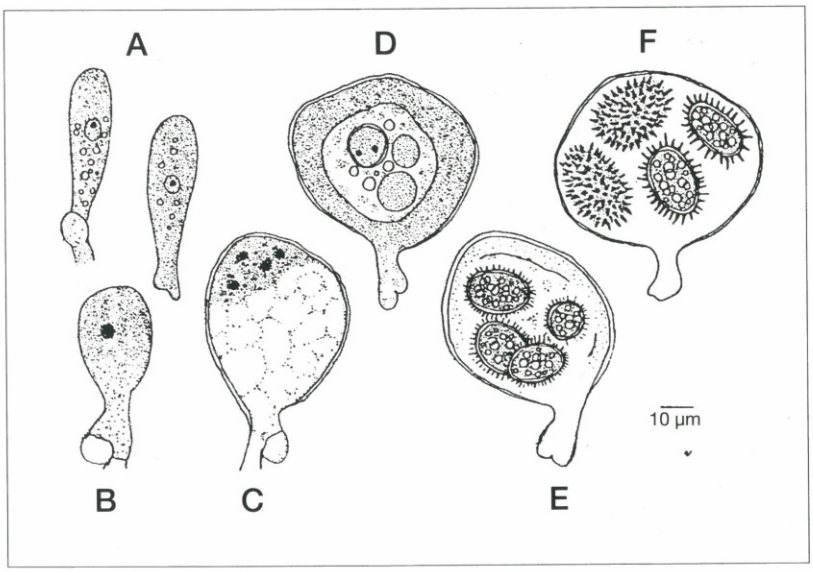


Fig. 18 - Evoluzione degli aschi e formazione delle spore (microscopia fotonica) in *Tuber nitidum*. (Da Janex-Favre M.C. *et* A. Parguey-Leduc, 1990).

A e **B** - Aschi giovani uninucleati, lunghi (A); asco claviforme (B).
C - Asco giovane globuloso a zonazione orizzontale; meiosi.
D - Asco sub-adulto a zonazione concentrica con sacca postsporale.
E - Passaggio allo stato adulto (Ascosporogenesi).
F - Asco adulto (spore mature).

Maturazione dell'ascocarpo, liberazione e germinazione delle spore

Il tartufo maturo va incontro ad un processo di decomposizione per opera di batteri, della microfauna del suolo e di animali micofagi, attratti dal suo aroma, come Gasteropodi (Lumache), Miriapodi, Coleotteri, Ditteri, Mammiferi e Uccelli; la parete degli aschi, che non ha meccanismi di deiscenza, è distrutta per via enzimatica e le spore si liberano nel terreno e possono venire disperse nell'ambiente dagli stessi animali. Le spore hanno una parete spessa, dura e melanizzata che viene gradualmente alterata per cui gli aculei appaiono smussati; a questo punto può avvenire la germinazione, raramente osservata.

Nel terreno le spore germinano a seguito della stimolazione che ricevono da particolari sostanze che trasudano dalle radici e sotto l'influenza di altri numerosi fattori, spesso mal conosciuti; nel *T. melanosporum* impiegano circa 50-60 giorni. Il grado di maturazione delle spore è molto importante in quanto la loro germinazione ha luogo soltanto se hanno raggiunto un certo sviluppo. Tuttavia è stato ben dimostrato che le spore in uno stadio di avanzata maturazione entrano in dormienza per cui la loro germinazione risulta molto difficile e possibile soltanto dopo l'eliminazione di tale dormienza. Chevalier e Desmas (1977) hanno evidenziato che in vitro le spore traslucide (non ancora perfettamente mature) sono quelle che germinano più facilmente a contatto con le radichette della pianta ospite. Le spore ben mature, con parete molto ispessita, hanno la capacità di conservarsi integre e vitali per molti anni; è stato accertato che spore di tartufo uncinato conservano ancora il loro potere germinativo dopo 20 anni di permanenza dei corpi fruttiferi in laboratorio.

Le ife provenienti dalla germinazione delle ascospore si allungano in direzione delle radichette, attratte da particolari sostanze (chemiotropismo) e si sviluppano sulla superficie dell'epidermide radicale.

Queste ife potrebbero avere due destini distinti:

- uno rappresenta la via vegetativa che porta alla formazione delle micorrize, quando le ife vengono a contatto con gli apici delle radici corte;
- l'altro corrisponde alla via sessuata con la differenziazione di filamenti riproduttori che si sviluppano da alcune radici lunghe e che danno origine al primordio, all'abbozzo e infine all'ascocarpo.

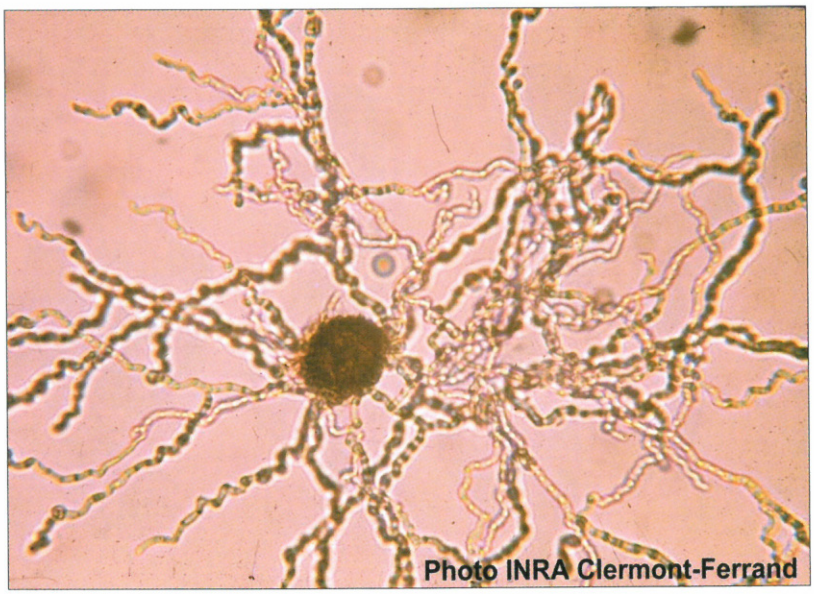


Fig. 19 - Spora di *T. melanosporum* in germinazione con abbondanti ife ramificate. (Per gentile concessione del Dott. Gerard Chevalier dell'INRA di Clermont Ferrand, France).

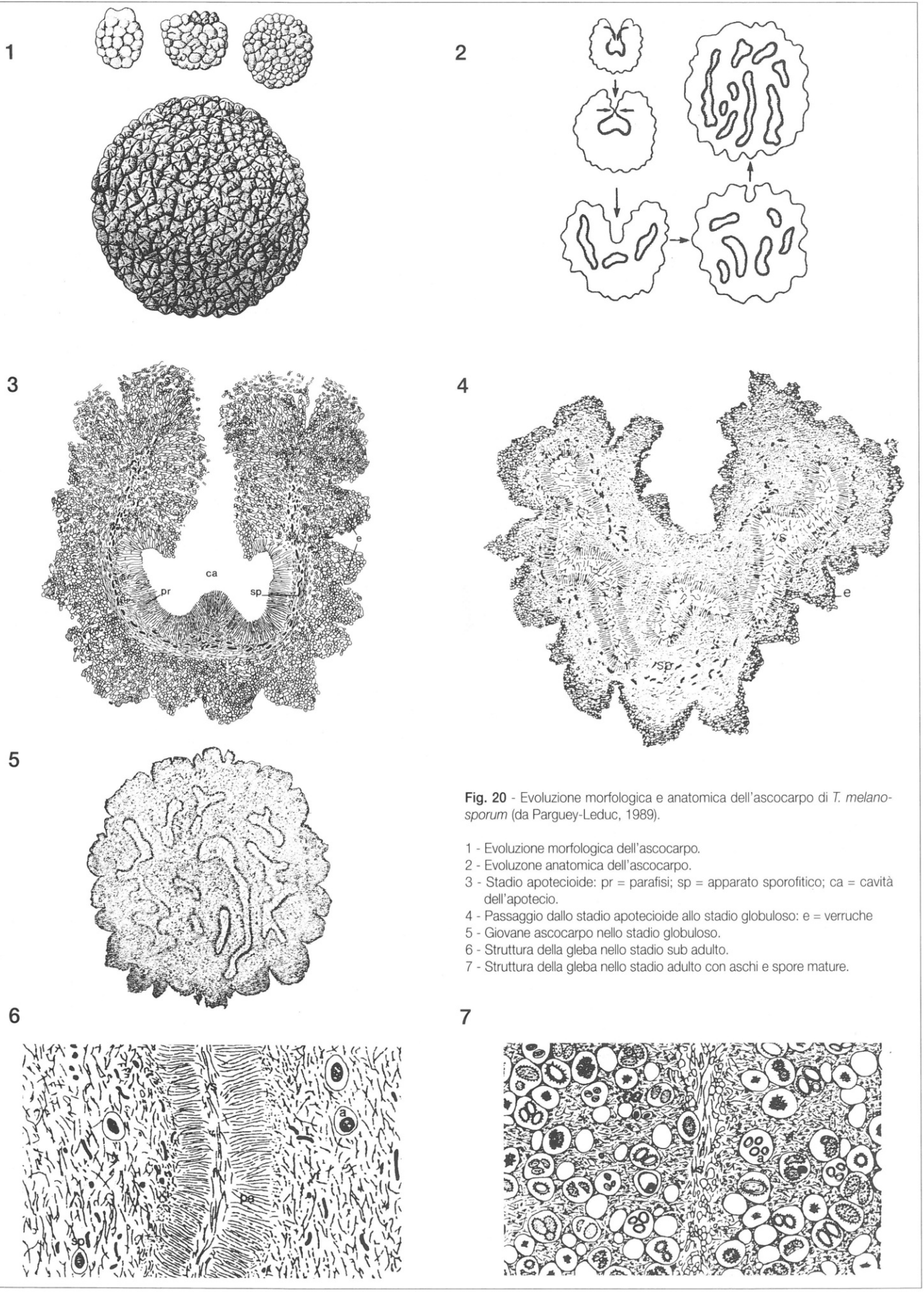


Fig. 20 - Evoluzione morfologica e anatomica dell'ascocarpo di *T. melanosporum* (da Parguey-Leduc, 1989).

1 - Evoluzione morfologica dell'ascocarpo.
2 - Evoluzone anatomica dell'ascocarpo.
3 - Stadio apotecioide: pr = parafisi; sp = apparato sporofitico; ca = cavità dell'apotecio.
4 - Passaggio dallo stadio apotecioide allo stadio globuloso: e = verruche
5 - Giovane ascocarpo nello stadio globuloso.
6 - Struttura della gleba nello stadio sub adulto.
7 - Struttura della gleba nello stadio adulto con aschi e spore mature.

Commenti e interrogativi

Molti studiosi come Callot (1999) si pongono alcuni interrogativi sul ciclo del tartufo che restano ancora senza risposte.

Il micelio derivato dalla germinazione delle ascospore che dà luogo normalmente alla formazione delle micorrize (come è stato ottenuto *in vitro*), può svilupparsi nel terreno e produrre direttamente i primordi?

Il micelio presente sulle radici lunghe, che dà origine ai primordi, proviene direttamente dalla germinazione delle ascospore, o proviene da strutture particolari (stromi, vecchie micorrize o altro) conservate nelle radici?

La modalità di fecondazione: come detto in precedenza in *T. melanosporum* il filamento ascogoniale, contenente una o più cellule femminili, termina con il tricogino: questo tipo di struttura del gametangio femminile è compatibile con due modalità di fecondazione: la tricogamia e l'autogamia.

Nel caso della tricogamia interviene necessariamente una cellula fecondante maschile che si fissa all'estremità del tricogino; può trattarsi sia di uno spermazio (cellula libera), sia della cellula distale di un filamento maschile.

Nessun elemento maschile è stato individuato in *T. melanosporum,* per cui il tricogino probabilmente non è funzionale.

La fecondazione potrebbe dunque essere di tipo autogamo; in questo caso i nuclei del filamento ascogoniale si comporterebbero come se fossero alcuni maschili ed altri femminili e si accoppierebbero formando i dicarion.

Questa ipotesi dell'autofecondazione concorda con le interpretazioni proposte nel corso degli studi sulla dinamica delle popolazioni dei tartufi, effettuati tramite le tecniche di biologia molecolare (Callot, 1999).

Per comprendere meglio questa fase del ciclo biologico del tartufo sarebbe necessario conoscere il suo ciclo cariologico. A questo riguardo Miranda, Pacioni e Poma (2001) hanno individuato il numero aploide di cinque cromosomi, tutti uguali tra loro in *T. aestivum* e di quattro in *T. magnatum* e *T. melanosporum.*

Le spore originatesi a seguito della meiosi, conterrebbero nuclei aploidi. Il micelio che si sviluppa dalla loro germinazione dà origine alle ectomicorrize (direttamente o no?). Miranda *et al.* (l.c) fanno presente che le cellule della micoclena delle ectomicorrize e generalmente quelle dell'ascocarpo, contengono due nuclei. Come si sono formati questi dicarion? Si è pensato per un certo tempo alla presenza di somatogamia tra ife aploidi di sesso opposto provenienti dalla germinazione delle spore (Giovannetti *et al.,* 1992).

L'ipotesi della presenza di un micelio primario mononucleato (aploide) non è stata adeguatamente confutata.

Secondo Miranda *et al.*(2001) le specie del genere *Tuber* sarebbero omozigotiche e automittiche (cioé capaci di riprodursi per autogamia) e soggette a meiosi e quindi dotate di alternanza di fase nucleare.

Le ricerche sul *T. magnatum* di Mello *et al.* (2005) suggeriscono di escludere l'eterotallismo e di avvalorare l'ipotesi dell'autofecondazione.

Per dare una risposta sicura a questi interrogativi sono in corso ricerche con le moderne tecniche di analisi molecolare (DNA).

Fattori che inducono la fruttificazione

12

La fase iniziale della "carpogenesi" è influenzata da numerosi fattori, ancora poco conosciuti, alcuni detti endogeni in quanto connessi allo stato fisiologico del fungo e altri esogeni cioè correlati all'ambiente pedoclimatico.

I fattori esogeni possono essere di natura chimica, fisica e biologica. I fattori chimici sono poco studiati ma si ritiene che le modificazioni nella disponibilità di elementi nutritivi nel suolo favoriscano l'inizio della formazione dei primordi. I fattori fisici sono principalmente la temperatura, la luce, l'umidità e la concentrazione dell'ossigeno e dell'anidride carbonica nel suolo. Sembra importante oltre il valore in assoluto dei vari fattori, una forte e brusca variazione dei medesimi.

Per il *T. melanosporum* sono necessarie abbondanti piogge primaverili e piogge estive di una certa intensità che bagnando il terreno asciutto e caldo ne modificano il grado igrometrico e ne abbassano rapidamente la temperatura. Anche modificazioni profonde nel grado di aerazione del terreno a seguito di apertura di strade o di fossati in vicinanza di tartufaie inducono la formazione dei corpi fruttiferi. Vi sono, tuttavia, casi difficilmente spiegabili con la "teoria degli shock" come ad esempio la comparsa dei primordi del *T. uncinatum* nei mesi di marzo e aprile, periodo nel quale è poco probabile che avvengano shock termici e idrici a livello del suolo.

I fattori biotici consistono nell'azione favorevole svolta dai batteri del suolo, alcuni dei quali sicuramente producono sostanze capaci di stimolare la crescita del micelio in vitro (Chevalier, 1972), ma la loro influenza sulla fruttificazione non è stata appurata. Probabilmente alcuni batteri eliminano le sostanze che inibiscono la differenziazione dei primordi.

È questo un campo di ricerca interessante che meriterebbe approfondimenti.

Fig. 21 - Violento temporale estivo.



13 Ecologia e sviluppo dei corpi fruttiferi

Le conoscenze sullo sviluppo dei corpi fruttiferi di *T. melanosporum* sono dovute alle ricerche di vari Autori tra cui si ricordano: Montant e Kulifaj (1983, 1990), Callot (1999). Nel corso del lungo periodo di crescita (da 5 a 6 mesi ed anche più) gli ascocarpi mostrano una marcata sensibilità a numerosi fattori ambientali quali l'umidità, la temperatura, il pH del terreno e la disponibilità di elementi nutritivi di natura minerale e organica.

Come già detto, il *T. melanosporum* inizia a formare i primordi a partire dalla fine di aprile; il terreno in questo periodo ha una umidità elevata (quella ottimale è del 15%) e la temperatura è di circa 10-12°C; i primordi continueranno a formarsi per tutto il mese di giugno fino ai primi di luglio in rapporto alla profondità del terreno, all'altitudine e all'esposizione. Nei primi 40-80 giorni (dall'aprile a luglio) l'accrescimento dei giovani carpofori è estremamente lento, ma dal mese di agosto in avanti, dopo le piogge di mezza estate, di 40-60 mm, si accrescono rapidamente, stimolati anche da una crescente temperatura che può raggiungere nel suolo 25°C.

Temperature più alte, superiori ai 30°C accompagnate da scarsa umidità, danneggiano seriamente i tartufi.

I carpofori passano da un peso di circa 2 mg, alla fine di aprile, ad oltre 50 g entro la prima metà di settembre.

Nel mese di ottobre si trovano già grossi tartufi negli strati superficiali del terreno che saranno i primi a maturare. Durante queste fasi di accrescimento il colore del peridio si modifica sensibilmente: nel *T. melanosporum* e *T. aestivum,* all'inizio è rossiccio e rimane così per un lungo tempo, mentre la gleba è bianca. Quando il tartufo ha completato il suo accrescimento il peridio diventa (sempre in *T. melanosporum*) marrone nerastro; la gleba assume gradualmente un colore nocciola, poi grigiastro e infine nerastro; nel contempo viene emesso il caratteristico aroma che diviene sempre più intenso fino al momento della completa maturazione.

Nel periodo autunno-invernale la temperatura del terreno scende a valori bassi, di circa 5-10 °C che risultano favorevoli ad una ottimale maturazione dei tartufi. Le temperature inferiori allo 0 °C determinano il congelamento degli ascocarpi e il loro completo danneggiamento.

Per quanto riguarda altre specie di tartufo si fa rilevare una carenza di ricerche su questo argomento. Tuttavia per il *T. aestivum* e il *T. uncinatum* la formazione dei corpi fruttiferi inizia con la primavera (marzo, aprile, maggio) per protrarsi fino a settembre-ottobre (Knap, 1923). La temperatura non eccessivamente elevata e le piogge dei mesi estivi determinano un accrescimento ottimale degli ascocarpi. Nel caso di forte siccità gli ascocarpi arrestano la loro crescita, non maturano, la carne si presenta biancastra e l'aroma è pressoché assente.

Il tartufo bianco pregiato (*T. magnatum*) presumibilmente inizia a differenziare i corpi fruttiferi nei mesi di aprile-maggio, e forse anche successivamente; la loro crescita richiede, oltre ad una buona temperatura del suolo anche una umidità molto più elevata rispetto alle altre specie in quanto il peridio è privo di verruche, è sottile e finemente screpolato per cui mal sopporta l'aridità del suolo. Inoltre, questa specie ha il periodo di massima crescita nei mesi centrali dell'estate e nei primi autunnali; difatti è frequente il ritrovamento di grossi ascocarpi sin dal mese di luglio con la gleba molto chiara, priva di spore e con l'aroma debole; sono i cosiddetti fioroni, indicati in Toscana con il termine "la marcia" perché completamente attaccati da larve di Ditteri. Verso la fine di agosto è possibile già trovare qualche ascocarpo con la gleba quasi matura soda e con un debole aroma. Nei mesi di settembre e seguenti, quando la temperatura diventa mite, gli ascocarpi completano il loro accrescimento e maturano le spore; l'aroma è intenso e gradevole. I carpofori di questa specie impiegano un tempo minore per passare dallo stadio di primordio alla maturazione, rispetto al tartufo nero pregiato.

La profondità alla quale maturano i corpi fruttiferi delle varie specie dipende dal grado di aerazione del suolo; quando il terreno è compatto i tartufi si formano a pochi centimetri dalla superficie o addirittura affioranti. Il terreno in corrispondenza del tartufo spesso si solleva presentando crepacciature che indicano la sua precisa posizione. I tartufi superficiali sono facilmente individuati dagli animali, compresi gli insetti e possono essere danneggiati dalla siccità e dal gelo; non maturano in modo uniforme e pertanto risultano di qualità scadente. Di frequente i tartufi si formano sotto le lettiere ben protetti dagli sbalzi termici e dalla secchezza dell'aria come accade spesso per il tartufo Uncinato, il Bianchetto e il Bianco pregiato. Nei suoli sufficientemente aerati i tartufi si differenziano ad una certa profondità 15-25-30 cm, hanno forma più regolare e la carne è uniformemente matura.

La nutrizione del tartufo

14

La nutrizione del micelio

Le ricerche sulle esigenze nutrizionali del micelio dei tartufi e sulle sue caratteristiche morfologiche sono numerose (Fontana, 1968 e 1971; Chevalier *et al.*, 1972; Pirazzi, 1990; Mischiati *et al.*, 1993; Saltarelli *et al.*, 1998; Rossi *et al.*, 1999; Giomaro *et al.*, 2000 e 2001; Iotti *et al.*, 2002, ecc).

Le conoscenze acquisite nel corso di alcuni decenni consentono oggi di coltivare *in vitro* il micelio delle varie specie di *Tuber.*

Ad eccezione del *T. borchii,* il micelio degli altri tartufi ha una crescita molto lenta e spesso è associato ai batteri.

Non sono state rilevate differenze importanti a livello morfologico tra i miceli delle varie specie di tartufo. È stata evidenziata la capacità delle ife di produrre vescicole intercalari isolate o a gruppi la cui parete in alcuni casi si ispessisce facendo assumere ad esse l'aspetto di clamidospore (Pirazzi, 1990; Iotti *et al.*, 2002).

Recentemente, Urban *et al.* (2004) hanno evidenziato, in natura, la capacità di *T. borchii* e di *T. oligospermum* di produrre ciuffi di conidiofori ramificati e conidi napiformi.

Si dovrà verificare il ruolo di queste strutture nel ciclo biologico dei tartufi.

Il micelio del tartufo predilige composti azotati organici, specialmente amminoacidi che è in grado di assorbire a pH acido di 5,5. Nonostante che il tartufo viva in terreni alcalini, il suo micelio non cresce a pH 7. Può utilizzare anche composti ammoniacali e nitrati ma in minor misura.

Per quanto riguarda l'utilizzazione degli zuccheri, il micelio del tartufo cresce bene in presenza di mannosio e di saccarosio che sembra prediligere rispetto ad altri idrati di carbonio.

Tuttavia, grazie alla possibilità di secernere enzimi, il micelio del tartufo *(T. melanosporum)* utilizza anche sostanze complesse come la chitina, i tannini, la cellulosa, l'amido e la lignina. Questo mostra la piena capacità del micelio del tartufo di vivere come un saprofita.

Al pari di altri funghi, anche il micelio del tartufo secerne anioni organici (succinato, malato, ossalato e citrato) probabilmente in concorso alla flora batterica, necessari per modificare il microambiente (alcalino) in cui vive abitualmente.

È stato accertato che i batteri associati al micelio contribuiscono ad abbassare il pH del microambiente anche in presenza di varie percentuali di Calcio, fino a valori di 5,5-6 che risultano quelli ottimali.

I tartufi, come altri funghi, sono in grado, a livello dell'ascocarpo di utilizzare discreti quantitativi di anidride carbonica per produrre sostanze quali zuccheri, amminoacidi e acidi organici. Il meccanismo biochimico della fissazione dell'anidride carbonica da parte di organismi eterotrofi è ben noto ai fisiologi.

Questa sorgente di Carbonio è inesauribile nel terreno in quanto proviene dall'attività respiratoria dei microrganismi, della fauna e delle radici, nonché dal bicarbonato di Calcio disciolto in acqua.

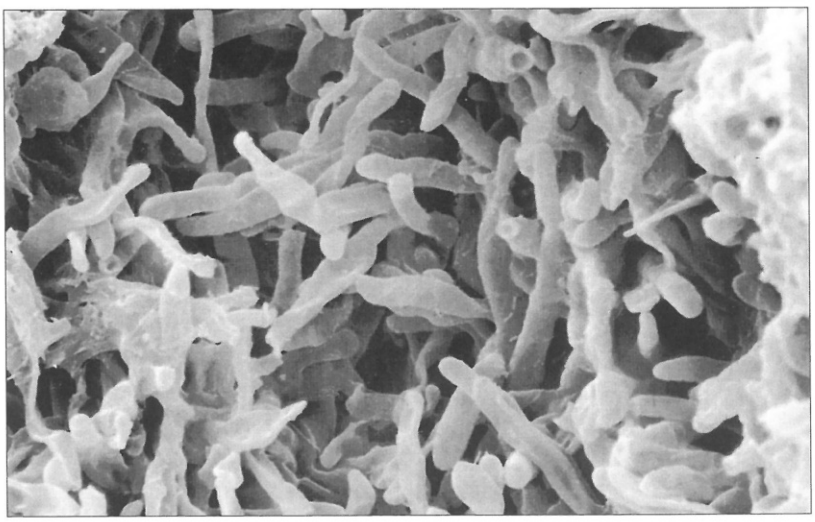


Fig. 22 - *Tuber magnatum*: ife nutrizionali al microscopio elettronico a scansione che fuoriescono dal peridio (da Giovannetti *et al.*, 1993).

La nutrizione dei corpi fruttiferi

Nell'ambito del ciclo biologico del tartufo la pianta simbionte svolge un ruolo importante nella produzione e nell'accrescimento delle micorrize e sicuramente nella formazione dei primordi dei corpi fruttiferi. La crescita degli ascocarpi fino alla completa maturazione ha luogo, come già detto, in modo autonomo cioè senza alcun rapporto diretto con la pianta. Difatti nessun ricercatore ha potuto evidenziare una connessione tra gli ascocarpi e le micorrize delle piante; riferendosi alle ricerche fatte sul *T. melanosporum*, già nello stadio apotecioide (l'ascocarpo ha appena 1 mm di diametro) non sono rilevabili

connessioni tra il piccolo corpo fruttifero e la pianta simbionte. Trattamenti alla pianta con sostanze radioattive (nitrato di uranile) mostrano che molto presto si interrompe il flusso di metaboliti dalla pianta ai piccoli ascocarpi.

L'accrescimento autonomo dei corpi fruttiferi è giustificato anche da accurate osservazioni microscopiche del peridio di *T. aestivum* e di *T. melanosporum* (Barry, 1992; Giovannetti *et al.,* 1993).

Le vene esterne o vene sterili affiorano ed emergono per circa 0,5 mm all'esterno del corpo fruttifero in numerosissimi punti, tra le verruche o alla loro superficie. Sono stati individuati due tipi di ife: alcune hanno la parete spessa e altre esile; sono la sede di intensa attività respiratoria e assicurano gli scambi gassosi, di ossigeno, anidride carbonica e di vapore acqueo tra la gleba e l'esterno dell'ascocarpo.

Le ife sterili possono secernere polisaccaridi che mescolati alle fini particelle dell'argilla formano un esile strato protettivo contro il disseccamento (Callot, 1999).

Si ricorda, infine, che attraverso le vene esterne la gleba viene colonizzata da batteri di numerose specie, particolarmente di *Pseudomonas*, che stabiliscono un rapporto di simbiosi con il tartufo non ancora ben chiarito sotto il profilo metabolico.

L'attività dei ciuffi miceliari

Alla sommità delle verruche ed anche in tartufi privi di queste strutture ad esempio nel *T. magnatum* (Giovannetti *et al.,* 1993) si formano ciuffi di ife che in qualche specie come nel *T. panniferum* formano un feltro miceliare che avvolge tutto l'ascocarpo. Le ife dei ciuffi miceliari derivano direttamente dalle verruche. Si estendono nel terreno per qualche millimetro e colonizzano materiali diversi quali escrementi di insetti e frammenti di resti vegetali in decomposizione (Callot, 1999).

La principale funzione delle ife dei ciuffi miceliari è quella di assorbire l'acqua con le sostanze nutritive in essa disciolte (sali minerali ed altre) e trasferirle alla gleba attraverso le vene fertili (Barry, 1992; Barry *et al.*, 1993, 1994, 1995). Le ife aerifere non sono implicate in questi fenomeni di assorbimento e di trasporto.

Quando l'ascocarpo si avvicina alla maturazione le vene aerifere vengono compresse da quelle fertili in cui si differenziano le spore per cui la loro funzionalità si riduce enormemente; anche i ciuffi miceliari possono venire distrutti dalla microfauna del terreno; l'ascocarpo diminuisce l'attività respiratoria complessiva e si instaurano nella gleba le condizioni favorevoli alla formazione degli aromi.

I rapporti tra la fauna del terreno e la nutrizione del tartufo

Per garantire la crescita normale di un ascocarpo sarebbe necessario che esso potesse assorbire sostanze nutritive, particolarmente piccole molecole organiche e sali minerali, da un volume di terra abbastanza ricco di *humus* pari a circa il doppio del raggio medio del tartufo.

Questo volume di terra purtroppo non può essere esplorato dai ciuffi di ife che si formano dall'ascocarpo perché sono di modesta lunghezza; per agevolare la nutrizione dei tartufi interviene la fauna del suolo che assicura con la sua attività biologica un continuo approvvigionamento di elementi nutritivi nelle strette vicinanze del carpoforo (microambiente). Callot (1999) ha studiato in modo approfondito il ruolo della fauna tellurica nella nutrizione del tartufo.

La fauna del suolo è classificata in base alle dimensioni degli individui.

La microfauna comprende individui lunghi da mm 0,01 a 0,2; rientrano in questo gruppo i Nematodi e i Protozoi.

La mesofauna include organismi che misurano da mm 0,2 a mm 2 e ne fanno parte gli Acari e i Collemboli.

La macrofauna comprende individui che misurano più di 2 mm e sono inclusi in essa i seguenti gruppi: Isopodi, Chilopodi, Diplopodi, Vermi di terra (lombrichi), Formiche, Coleotteri (larve), Aracnidi, Ditteri (larve), Molluschi.

La Microfauna

Tra i Protozoi occupano un posto di rilievo le specie del genere *Thécamoebiens* che vivono sulla superficie dell'ascocarpo e nelle sue vicinanze, nutrendosi attivamente di batteri. Questi Protozoi mineralizzano i componenti azotati, fosfatici e solforati mettendo a disposizione delle ife nutrizionali sostanze di facile assorbimento.

I Nematodi si nutrono di batteri, di protozoi e di ife fungine e partecipano alla decomposizione dei tartufi quando sono inizialmente attaccati da altri parassiti.

Sono molto attivi in presenza di una elevata umidità del suolo e anche se contribuiscono al riciclo della materia organica, la loro presenza nelle tartufaie non è indispensabile e sarebbe opportuno ridurne la popolazione con adeguati interventi colturali.

La Mesofauna

Gli Acari e i Collemboli si nutrono principalmente di ife fungine che prelevano dalle micorrize e dai ciuffi di micelio che fuoriescono dalla sommità delle verruche del peridio, stimolando il tartufo a produrre altri ciuffi di micelio, vigorosi e molto attivi nella funzione di assorbimento delle sostanze.

Gli escrementi dei Collemboli e degli Acari che tappezzano la superficie dell'ascocarpo, sono ricchi di ife fungine non ben digerite e possono essere ingeriti dai vermi o invasi dalle ife nutrizionali del tartufo.

Il continuo movimento degli Acari e dei Collemboli favorisce il rimescolamento del terreno e la formazione di gallerie intorno al carpoforo assicurando una lenta ma ef-

ficace circolazione dell'aria a tutto vantaggio della sua crescita.

La Macrofauna

Gli organismi di questo gruppo contribuiscono in varia misura alla decomposizione della materia organica di origine vegetale ed animale.

Tra i numerosi esponenti della macrofauna i Vermi di terra (lombrichi) svolgono un ruolo importantissimo nella aerazione del suolo scavando gallerie dalla superficie fino ad oltre due metri e mezzo di profondità. È stato calcolato che in un ettaro di prateria si formino circa 5.000 Km di gallerie!

Questo complesso reticolo di gallerie facilita la circolazione dell'acqua oltre che dell'aria e agevola tutte le altre attività biologiche del suolo.

I lombrichi si nutrono di frammenti organici, di escrementi di Acari e di Collemboli e di particelle minerali. I loro escrementi, di circa 1 mm di grandezza, sono avvolti da un materiale mucoso di provenienza intestinale; sono ricchi di sostanze nutritive e vengono velocemente colonizzati dalle ife nutrizionali del tartufo la cui crescita è agevolata da un pH ottimale di circa 6,0. I lombrichi si sviluppano in terreni sufficientemente umidi e quando sopraggiunge la siccità entrano in diapausa.

Le formiche, al contrario dei lombrichi, prediligono terreni non troppo umidi e non compatti. Esse contribuiscono ad aerare il suolo scavando gallerie fino alla profondità di 70-80 cm; inoltre portano in superficie, intorno all'apertura esterna delle loro gallerie, materiale terroso proveniente dagli strati inferiori del suolo, spesso ricchi di calcare; con questa attività si mantiene alto il valore del pH negli strati superficiali del terreno che altrimenti potrebbero impoverirsi di calcare a seguito del dilavamento dovuto all'acqua piovana.

Questi insetti sono frequenti nelle cave di tartufo, attirati dal micelio di funghi; tuttavia nei confronti del tartufo svolgono un ruolo meno importante dei lombrichi. Alle formiche, comunque, viene riconosciuta la funzione di "gendarmi sotterranei" in quanto proteggono i primordi degli ascocarpi dall'attacco di insetti parassiti (Callot, 1999).



Fig. 23 - Formiche (*foto: A. De Angelis*).



Fig. 24 - Lombrico (*foto: G. Materozzi*).

15 Morfologia e struttura dei corpi fruttiferi

Ascocarpo

Si differenzia, si accresce e matura rimanendo sempre sotto terra (ipogeo). Le sue caratteristiche morfologiche e anatomiche sono differenti nelle varie specie. La forma è tuberoide globosa e il diametro varia da 1 a oltre 15 cm. In alcune specie l'ascocarpo presenta una porzione basale con una depressione o una cavità talora molto profonda.

Peridio

Il colore varia con lo stadio di sviluppo dell'ascocarpo e in modo marcato nelle diverse specie; può essere biancastro, nocciola, rossiccio, brunastro, bruno-scuro e nero. All'esterno sono presenti corti ciuffi di ife e talora particolari ife differenziate come ad esempio le spinule, utili al riconoscimento della specie.

Il peridio può essere liscio, papilloso, finemente verrucoso od anche munito di verruche ben distinte, a facce poligonali, appuntite o depresse all'apice con o senza solchi longitudinali e di grandezza assai variabile, da mm 0,5 a mm 8-10.

In sezione radiale il peridio ha uno spessore differente nelle varie specie e mostra una struttura pseudoparenchimatica pluristratificata con cellule a parete ispessita che costituisce un importante carattere diagnostico. Sotto il peridio si sviluppa l'ipotecio anch'esso a struttura pseudo-parenchimatica, pluristratificato con le cellule a parete progressivamente più sottile verso l'interno fino a congiungersi con la gleba.

Gleba

La porzione interna, carne o gleba, è piena e può avere una consistenza molle, dura e persino coriacea e cartilaginea; l'odore della carne, pur variando con il grado di maturazione, è caratteristico delle singole specie e può essere utile per il loro riconoscimento.

Il colore della gleba varia con il grado di maturazione del carpoforo e in rapporto alle diverse specie. La gleba non è omogenea ed è costituita da un complesso di venature più o meno tortuose diverse tra loro per il colore, la larghezza e la consistenza.

Vene sterili

Si distinguono le vene aerifere o vene esterne o sterili di colore generalmente bianco, chiaro, formate da un intreccio lasso di ife sterili (in quanto non producono gli aschi) pluricellulari, anastomosate e ramificate che sfociano all'esterno del carpoforo o in un solo punto basale come nel *Tuber nitidum* o in più punti tra le verruche o al loro apice; consentono gli scambi gassosi tra le parti interne del carpoforo e il terreno e permettono, secondo qualche Autore, anche l'assorbimento di acqua e di sostanze in essa disciolte tramite le terminazioni ifali che vengono a contatto con il terreno. Le vene esterne sono delimitate da uno strato di ife sterili disposte a palizzata dette parafisi; sono invase da batteri di numerose specie.

Vene fertili

A contatto con le vene esterne si sviluppano le vene interne o vene della trama o vene fertili di colore più marcato e più scuro rispetto alle prime che sono formate da un denso intreccio di ife.

Nella parte assiale delle vene fertili è presente un reticolo di ife sterili abbastanza lasso tra le quali si sviluppano ife (fertili) tortuose, turgide, alquanto grandi, che costituiscono l'"apparato sporofitico" che produrrà gli aschi e le spore. Le ife fertili nei giovani ascocarpi sono scarse e poco sviluppate ma in seguito si accrescono spingendosi fin sotto le parafisi. La differenziazione delle ife fertili ha un andamento centrifugo in quanto segue l'ingrossamento del carpoforo per cui le più recenti sono quelle situate in vicinanza del peridio (almeno nel *T. melanosporum*).

Quando il tartufo inizia il processo di maturazione le prime ife fertili dell'apparato sporofitico differenziano i primi aschi che risultano localizzati lungo la porzione assiale delle vene fertili; gradualmente altri aschi si formano sull'intero spessore di ciascuna vena fertile e la gleba è progressivamente interessata a questo processo fino alla periferia dell'ascocarpo.

Questo graduale processo di differenziazione delle ife dell'apparato sporofitico e degli aschi comporta nel carpoforo adulto la contemporanea presenza di aschi con le ascospore mature e di aschi con le ascospore immature, traslucide e perfino di aschi otticamente vuoti. L'interpretazione della struttura delle vene fertili può essere così rappresentata: la parte assiale è formata da ife lasse sterili sulle quali da ambo le facce si sviluppa l'imenio costituito da elementi fertili (gli aschi) e da elementi sterili (le parafisi) disposte a palizzata (Parguey-Leduc *et al.*, 1987).

Aschi

Gli aschi sono per lo più globosi, piriformi o a sacco, muniti o meno di un peduncolo di varia lunghezza. Le spore entro ciascun asco variano da 1 a 8 e le loro dimensioni, nell'ambito di una stessa specie, sono maggiori negli aschi con una o poche spore.

Ascospore

La forma generale delle spore può essere sferica, subglobosa, ellissoidale. Le spore presentano lo strato esterno della loro parete (episporio) variamente strutturato nelle diverse specie. Tali ornamentazioni sono riferibili a due differenti modelli.

Episporio aculeato

La superficie della spora è coperta da aculei di varia lunghezza e robustezza, appuntiti o arrotondati all'apice.

Gli aculei sono di frequente solcati longitudinalmente e con la base molto allargata in alcune specie. L'apice può essere diritto o ripiegato ad uncino. In qualche specie (*T. indicum*) gli aculei si saldano in vario modo tra loro, generando pseudo alveoli.

Episporio alveolato-reticolato

La spora è munita di alveoli con la base poligonale o rotonda e con le pareti (muri) di varia consistenza e altezza che danno luogo ad una immagine reticolata al microscopio ottico. La forma e la grandezza degli aculei e degli alveoli, pur variando all'interno di una stessa specie e di un medesimo carpoforo, rivestono una notevole importanza nel riconoscimento delle specie, sia nei tartufi freschi, sia in quelli confezionati rimanendo inalterate anche dopo trattamenti termici di cottura e di sterilizzazione.Le spore possono presentare colorazioni molto varie: ialino, giallastro, marrone scuro, giallo-bruno, brunastro e ciò in rapporto al loro grado di maturazione e alla specie di appartenenza. Un carattere di recente introduzione e di sicuro interesse per la distinzione delle specie è il "Volume sporale" (Gross, 1987) calcolato con la formula $d^2 \times l/2$, espresso in μm^3, in cui d=diametro della spora in µm e l=lunghezza della spora in µm.

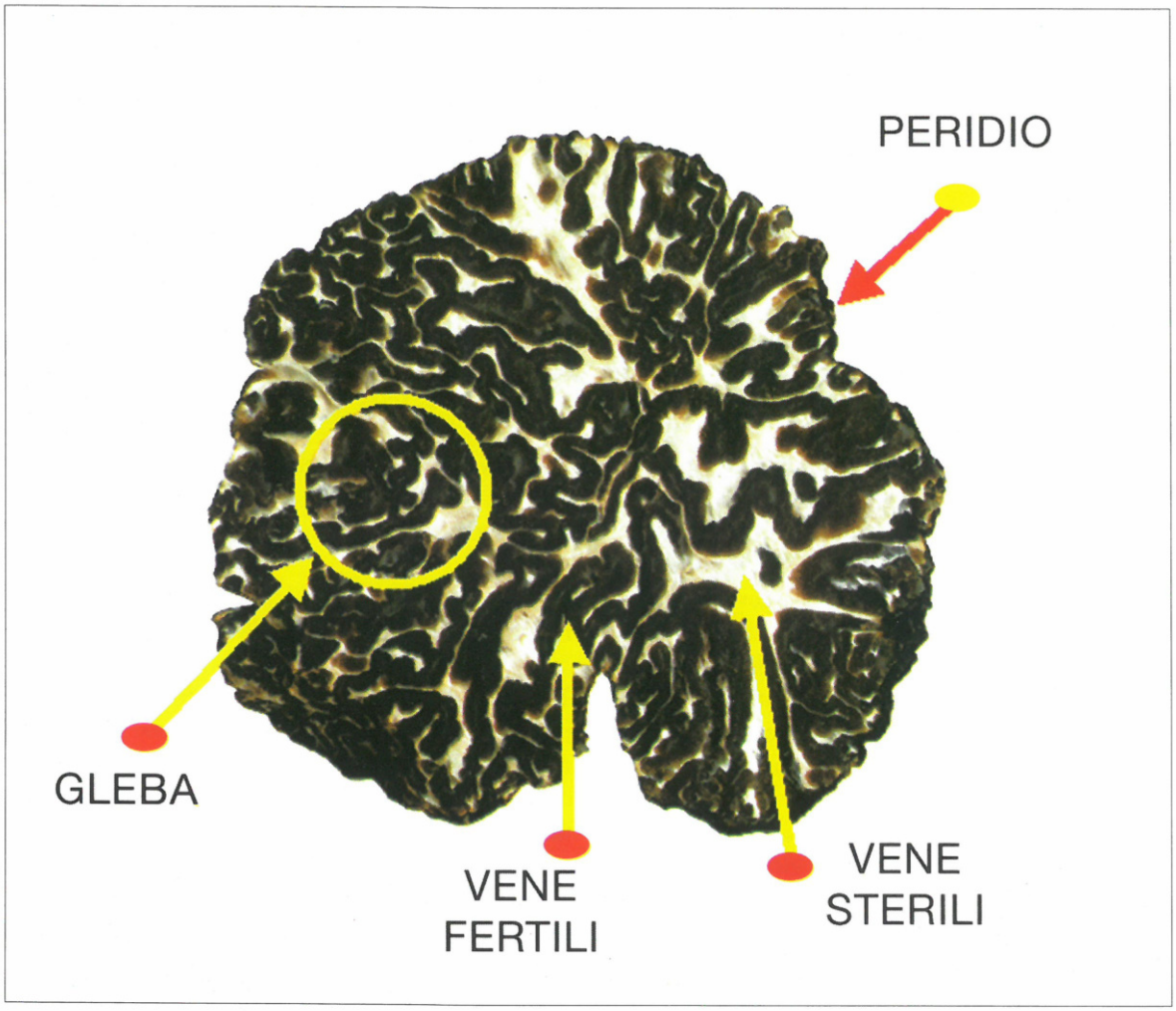


Fig. 25 - Sezione di tartufo con indicazione delle principali strutture *(foto G. Materozzi)*.

16 Descrizione dei tartufi (*)

TAVOLE 1a-1b
pp. 56-57

Tuber melanosporum Vittadini 1831

(Tartufo nero pregiato, tartufo nero di Norcia e di Spoleto; in Francia: Truffe du Périgord; in Spagna: Trufa negra)

Ascocarpo - È globoso con tendenza alla forma sferoidale ma non di rado presenta gibbosità per cui assume un aspetto irregolare, persino reniforme. A maturazione può misurare un solo centimetro, ma spesso ha un diametro compreso tra 5 e 8 cm che in vari casi può essere superato. Il peso può variare da qualche grammo a 40-150 g e non di rado può toccare i 200-300 g con punte (rare!) di 600 g. Nel gennaio del 1984 è stato raccolto presso il Furlo di Acqualagna un esemplare di Kg 1,380.
Si fa menzione di un tartufo di grandezza eccezionale di 10 Kg raccolto in Francia nel 1800 (Callot, 1999, pag. 37).

Peridio - Rossiccio se immaturo; a completa maturazione è bruno scuro, quasi nerastro. Aderisce saldamente alla carne ed è formato all'esterno da sporgenze (verruche) larghe da 3 a 6 mm, a base esagonale abbastanza regolare; le verruche sono appiattite alla sommità e di grandezza pressoché uniforme in uno stesso carpoforo.

Gleba - Negli ascocarpi immaturi la gleba è soda, compatta e bianca; in seguito assume una colorazione nocciola che a maturazione diventa grigio scuro brunastro.
Le vene esterne o sterili affiorano in numerosi punti del peridio; sono generalmente molto esili, tortuose, ramificate, con margine netto, bianche negli esemplari immaturi, bianco sporco o lievemente imbrunite in quelli maturi con tendenza a lieve arrossamento se esposte all'aria; presentano numerose punteggiature color ruggine ("le grain de poudre" dei francesi), molto caratteristiche.
Le vene della trama o vene fertili sono molto scure negli ascocarpi maturi e conferiscono alla gleba la tipica colorazione generale.

Aschi - Sono ialini, globosi, sessili o con un corto peduncolo e misurano µm 85-145 x 78-127. Contengono da 1 a 4 spore, raramente fino a 5-6.

Ascospore - Sono ellissoidali, isopolari, abbastanza allungate con le estremità per lo più marcatamente attenuate od acute (meno di frequente arrotondate). Inizialmente ialine, poi giallognole e infine a maturazione diventano marroni e persino bruno scuro; misurano µm 20-25 x 30-40.

Episporio - È costituito da robusti aculei a base abbastanza larga, solcati longitudinalmente, rigidi, diritti, rastremati all'apice, lunghi in media 2-3 µm e di aspetto omogeneo su tutta la superficie della spora salvo ai poli di questa dove sono generalmente più robusti degli altri.
Nelle spore di grande dimensione formatesi in aschi monosporici gli aculei sono molto più grossi e meno numerosi rispetto alle spore di media grandezza.

Aroma - È gradevole e delicato, talora anche molto intenso che si attenua con la cottura; il sapore è squisito e caratteristico.

Periodo di maturazione - Dalla metà di novembre alla fine di marzo, raramente fino alla metà di aprile.

Terreno - Predilige terreni calcarei, permeabili generalmente con molto scheletro, dotati di elevata porosità, derivati dal disfacimento di antiche rocce del Giurassico e del Cretaceo. I carpofori si formano ad una profondità variabile tra i 5 e i 35 cm circa.

Altitudine ed esposizione - Vive da m 300 a circa 1200 s.l.m e preferisce esposizioni di Nord-Est o di Nord-Ovest a quote basse ed esposizioni calde di Sud a quote alte.

(*) Importanti opere con la descrizione dei tartufi sono: Ceruti A., 1960 – Montecchi A. e Lazzari G., 1993 – Astier J., 1998 – Montecchi A. e Sarasini M., 2000 – Riousset L., Riousset G., Chevalier G. e Bardet M., 2001 – Ceruti A., Fontana A., Nosenzo C., 2003.

Ambiente - Quando le micorrize del tartufo nero pregiato sono estese ad una buona percentuale di apici radicali le piante erbacee del sovrastante terreno scompaiono a causa di sostanze fitotossiche prodotte dal micelio del tartufo; si formano così delle aree di suolo spesso talmente povere di erba chiamate "cave" in Umbria, "pianelli" nelle Marche e aree "brûlé" in Francia, in corrispondenza delle quali e ai loro margini si formano i carpofori.

Piante simbionti - In laboratorio il tartufo nero pregiato può contrarre la simbiosi con piante di numerose specie, ma in natura soltanto alcune di esse assicurano la quasi totalità della produzione di ascocarpi. La specie simbionte di gran lunga più importante è la Roverella presente in tutta la fascia altimetrica del *T. melanosporum*. Altre piante simbionti di rilievo sono il Leccio, il Cerro, il Nocciolo comune, il Carpino nero. Piante di minore importanza per questo tartufo in rapporto alla loro ecologia e distribuzione sono il Rovere e la Farnia, il Carpino bianco, il Carpino orientale, il Pino nero d'Austria e il Pino laricio, il Pino domestico, i Tigli, il Cisto rosso e persino i Pioppi di varie specie e il Castagno.

Areale - È reperibile nella fascia compresa tra il 40° ed il 46° di latitudine Nord. Le regioni italiane più ricche di *T. melanosporum* sono l'Umbria, le Marche e l'Abruzzo; è presente anche in Piemonte, Veneto, Lombardia, Liguria, Toscana, Lazio, Campania; segnalato di recente anche in Sardegna.
In Francia è particolarmente diffuso nel Perigord, Quercy, Haute-Provence, Haute-Languedoc, Bas-Vivarais, Comtact, Dauphin; è stato segnalato in Svizzera e in Inghilterra; in Spagna nelle zone di Guadalajara, Saragozza, Soria, Vitaria, Cuenca, Hliesca, Utiel; si trova in modesta quantità anche in Portogallo, in Dalmazia e in Serbia, in Grecia, in Bulgaria e in Turchia.

Nota - È il tartufo più conosciuto ed apprezzato nel mondo, noto anche come il "diamante della cucina" o "l'oro nero del mediterraneo" di cui sono avviate numerose coltivazioni non soltanto nei paesi inclusi nel suo areale naturale (Francia, Italia e Spagna) ma anche in paesi stranieri come nella ex Iugoslavia, nell'Oregon (U.S.A), nella Nuova Zelanda, in Tasmania e in Israele, con importanti risultati produttivi.

Tuber brumale Vittadini 1831 var. *brumale*

TAVOLA 2a
p. 58

(Tartufo nero invernale, trifola nera; in Francia: invernenco in Provenza; musqué nel Périgord, Vermande nel Poitu)

Ascocarpo - Ha forma variabile da subglobosa a globosa irregolare, senza una base ben definita; quando sono maturi i carpofori misurano da circa 1 cm di diametro a 4-7 cm al massimo; di conseguenza anche il peso è molto variabile e può oscillare da pochi grammi a circa 30-100 g.

Peridio - Nei carpofori immaturi è rossiccio violaceo mentre in quelli maturi assume una colorazione brunoscuro, molto accentuata; il peridio è fortemente aderente alla gleba. Le verruche sono poligonali di piccole dimensioni, misurano 2-3 mm circa, hanno 5-6 facce non striate trasversalmente, sono fessurate ed hanno la sommità appiattita con una ben marcata depressione al centro.

Gleba - È biancastra nei carpofori immaturi; a completa maturazione è compatta, soda, grigio-brunastra ma con tonalità generale più chiara di quella di *T. melanosporum*. Le vene esterne o sterili sono biancastre, alquanto diradate rispetto al *T. melanosporum*; larghe e ganglifor mi, più raramente strette e fitte; si dilatano alle estremità in vicinanza dei vari punti del peridio ove si aprono all'esterno; non cambiano colore se esposte all'aria. Le vene della trama o vene fertili si sviluppano a stretto contatto con quelle sterili e conferiscono alla gleba la tipica colorazione generale.

Aschi - Sono numerosi, a sacco o subglobosi, privi di peduncolo, ialini; misurano µm 65-75 x 50-60 e contengono da 1 a 6 spore.

Ascospore - Sono ellissoidali, isopolari, con apici ampiamente arrotondati, di color bruno chiaro, un po' traslucide; hanno dimensioni variabili in rapporto al numero di spore contenute in ciascun asco e misurano circa µm 16-28 x 32-40.

Episporio - È formato da fitti aculei, sottili, a base stretta, poco solcati longitudinalmente, aguzzi, generalmente rigidi e diritti, talora flessuosi, ialini, lunghi fino a 6 µm circa, di aspetto omogeneo su tutta la superficie della spora, anche in corrispondenza degli apici.

Aroma - È fine e gradevole anche se non molto pronunciato che secondo Vittadini somiglia a quello del legno del Sanguinello (*Cornus sanguinea*).

Periodo di maturazione - Matura dalla metà di novembre a fine marzo, è più frequente nei mesi invernali.

Terreno - Vive negli stessi terreni calcarei del *T. melanosporum,* ma si adatta bene anche in suoli con meno calcare, più compatti, con poco scheletro e ricchi di argilla, alquanto siccitosi nel periodo estivo, più forniti di materia organica e spesso più ombreggiati. I carpofori si formano tra i 5 e i 30 cm di profondità.

Altitudine ed esposizione - Cresce da 200 ad oltre 1000 m di altitudine e preferisce esposizioni calde a quote alte.

Ambiente - È reperibile nelle stesse zone del *T. melanosporum.*
Il tartufo nero invernale determina una leggera scomparsa delle piante erbacee in corrispondenza delle cave, ma in modo meno marcato rispetto al tartufo nero pregiato.

Piante simbionti - Ha una forte affinità per la Roverella e per il Nocciolo comune; è comunque prodotto da numerose altre specie simbionti tra cui il Cerro, il Leccio, il Carpino nero e il Faggio.

Areale - È largamente diffuso in Italia nelle stesse Regioni ove cresce il *T. melanosporum* ed anche in altre regioni come la Toscana, l'Emilia-Romagna, il Trentino e il Sud d'Italia (Basilicata). Si trova in Francia, Spagna, Germania, Polonia, Ungheria e Inghilterra.

Nota - Questo tartufo è facilmente scambiabile con il *Tuber melanosporum*, ma per il suo debole aroma è meno pregiato e costa molto meno.

TAVOLA 2b
p. 59

Tuber brumale Vittadini forma *moschatum* (Ferry) Ceruti 1960

(= *Tuber moschatum* Bonnet 1869)
(Tartufo moscato, tartufo nero di campo o tartufo forte; in Francia: musquè forte, Le sauvage)

Ascocarpo - Ha forma subsferoidale, talora reniforme, raramente con gibbosità pronunciate.
Misura da 1 cm fino a 4-5 cm di diametro per cui il peso varia da un solo grammo a circa 30- 60 grammi.

Peridio - È nero, lucido e formato da piccole verruche poligonali di 1-3 mm, molto basse che a maturazione si staccano facilmente a gruppi dalla sottostante gleba.

Gleba - È compatta di colore variabile dal grigio chiaro al grigio brunastro alquanto scuro.
Le vene esterne o sterili sono bianche, rade, tortuose e larghe e si dilatano alla periferia del carpoforo. Le vene fertili sono grigie o grigio-brunastre, talora molto scure da somigliare a quelle di *T. melanosporum.*

Aschi - Sono subglobosi, ialini, senza peduncolo e misurano circa µm 65-70 x 50-65; contengono da 1 a 6 spore.

Ascospore - Sono da quasi ialine a giallo brunastro chiaro, un po' traslucide od anche alquanto scure ma mai come quelle di *T. melanosporum;* sono ellissoidali con gli apici per lo più ampiamente arrotondati e misurano circa µm 32-40 x 16-28.

Episporio - È formato da fitti aculei ialini sottili, a base stretta, rigidi, diritti o talora lunghi e tortuosi, regolarmente distribuiti sull'intera superficie della spora, lunghi fino a 6 µm.

Aroma - È di muschio forte, molto caratteristico; il sapore è un po' piccante.

Periodo di maturazione - Da metà novembre a fine marzo.

Terreno - Vive negli stessi terreni del *T. brumale* tipico e del *T. melanosporum*, ma a differenza di questo tollera bene una buona percentuale di *humus*; si trova anche ai margini dei boschi nella vegetazione erbacea, ove fruttifica senza formare le aree bruciate. I carpofori si formano in genere a pochi cm di profondità.

Altitudine ed esposizione - Vive da 200 a 900 m circa di quota e predilige le stesse esposizioni di *T. melanosporum* con preferenza per gli *habitat* un po' ombreggiati.

Ambiente - Determina una parziale scomparsa delle piante erbacee nei siti dove si formano i carpofori e colonizza una gamma più vasta di terreni e di ambienti rispetto al *T. melanosporum.*

Piante simbionti - Sono le stesse del *T. melanosporum* con particolare affinità per il nocciolo sia nella forma selvatica che nelle varietà coltivate.

Areale - È largamente diffuso in Italia dal Nord al Sud ed è presente anche in Francia ove però non è affatto apprezzato.

Nota - Allo stato fresco può essere confuso con *T. melanosporum* ma l'aroma è nettamente diverso.

Tuber indicum Cooke e Massee 1892

(Tartufo cinese o tartufo rosso cinese)

TAVOLA 3a-3b
pp. 60-61

Ascocarpi - Da globosi ad ellissoidali fino a fortemente irregolari, a volte con piccola depressione basale, di colore nero grigiastro o nero bruno, di aspetto verrucoso.
Le dimensioni variano da 1 fino a 7 cm circa.

Peridio - È costituito dalle verruche e da uno strato sottostante privo di aschi.
Le verruche sono piramidali con 4, 5 o 6 facce e con sommità tronca che appare quasi sempre erosa e di aspetto suberoso; sono poco sporgenti nella maggior parte dei carpofori ed alcune volte sono estremamente schiacciate da conferire all'ascocarpo un aspetto quasi liscio; in alcuni casi, viceversa, sono molto grosse, alte e di consistenza "elastica". Le verruche sono percorse da solchi longitudinali e misurano da mm 0,4 a 2 di altezza e da mm 1,5 a 3,5 di larghezza.

Gleba - La gleba in sezione appare di colore beige-grigio nei giovani carpofori e nero scuro in quelli maturi; è compatta e solcata da venature biancastre nei giovani carpofori e rosa violaceo in quelli maturi, tra loro anastomizzate, molto sottili e corte per cui possono essere seguite in sezione solo per brevi tratti. Le vene sterili sono costituite da ife disposte in modo lasso circondate da parafisi allungate anche nei carpofori maturi, di colore ruggine. Le vene fertili formate dagli aschi e da un plectenchima interascale compatto, sono di colore scuro.

Aschi - Hanno forma globosa e misurano 50-75 µm di larghezza; la parete è ialina; sono muniti di un corto peduncolo e contengono un numero variabile di spore, da 1 fino a 6, ma spesso da 3 a 5. Il numero delle spore negli aschi varia all'interno di uno stesso carpoforo ed anche tra i carpofori; sono reperibili, talora, ascocarpi con aschi prevalentemente mono e bisporici.

Ascospore - Le spore sono di colore giallo-oro nei carpofori immaturi e marrone molto scuro, quasi nero, a maturazione avanzata.
La forma può essere ellissoidale o sub-sferica; le dimensioni all'interno di uno stesso ascocarpo variano a seconda del numero di spore contenute dentro l'asco; la grandezza media delle spore è differente nei diversi ascocarpi, talora in modo alquanto marcato: lunghezza da µm 20 a µm 55, larghezza da µm 15 a µm 35, ornamentazione inclusa.

Episporio - La struttura dell'episporio presenta una forte variabilità sia tra le spore di ascocarpi diversi, sia nell'ambito del medesimo ascocarpo e delle spore di uno stesso asco (Fig. 26).
L' ornamentazione è riferibile al tipo aculeato ed è costituita da aculei che possono presentarsi esili o robusti, fitti o radi, con base stretta o allargata (da 1 a 3 µm); gli aculei hanno costolature ben marcate che continuano sulla superficie dell'episporio; la lunghezza degli aculei è estremamente variabile (da 3 a 6 µm) anche all'interno di un medesimo tartufo; in alcuni ascocarpi prevalgono spore con aculei abbastanza lunghi, flessuosi, con punte ricurve ad uncino ed in altri spore con aculei più brevi, tozzi con la punta tronca.
Gli aculei possono presentarsi completamente liberi o saldati tra loro nei modi più diversi. La saldatura può, infatti, avere luogo tra pochi o molti aculei e può interessare o tutta la loro altezza oppure la metà o più di frequente solamente la base; prendono in tal modo origine strutture laminari tortuose crestate in alto, a volte collegate tra loro formando alveoli aperti o chiusi di forma irregolare; ne deriva al microscopio ottico una immagine a reticolo con maglie per lo più aperte di varia grandezza o raramente chiuse; si tratta di una immagine diversa da quella delle spore tipicamente alveolate (es. *T. aestivum* Vittad.) nelle quali le pareti degli alveoli sono formate da una lamina sottile e non da una sorta di "palizzata" di aculei.

Aroma - Odore e sapore lievi ed insignificanti.

Periodo di maturazione - Da ottobre a marzo. La raccolta è fatta con la zappa.

Terreno - Su substrato calcareo con pH variabile tra 5,5 (presenza di sostanze organiche) e 8,5.

Altitudine ed esposizione - Vive a quote comprese fra m 1500 e 2500 s.l.m. in siti a forte pendenza.

Ambiente - L'ambiente è arido nei mesi estivi e con ele-

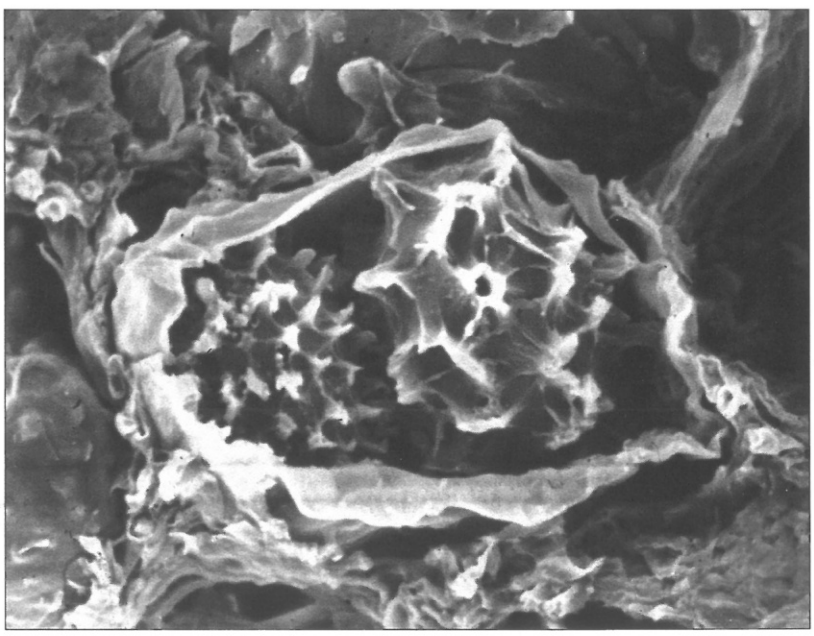


Fig. 26 - *T. indicum*: spore al microscopio elettronico a scansione con differente struttura morfologica all'interno di un medesimo asco (*foto: A. Rubini*).

vata insolazione nel corso dell'anno; il tartufo si sviluppa grazie alla capacità del suolo di trattenere una sufficiente quantità di acqua.

Piante simbionti - *Quercus incana, Pinus armandi* e *Pinus yunnanensis*; formano le aree bruciate sotto le piante come il *T. melanosporum*.

Areale - Gli esemplari di tartufo studiati da Cooke & Massee fanno parte delle raccolte effettuate dal 1892 al 1900 dal micologo inglese J. F. Dutie nel Nord-Ovest dell'Himalaya nella regione indiana Huttar Pradesh vicino a Mussoorie. I tartufi cinesi importati in grosse quantità in Europa a partire dal 1993 provengono invece dalle province cinesi dello Yunnan e Sichouan nel Sud-Est dell'Himalaya (Fourré, 1995).

Note - È specie non commerciabile in Italia.

TAVOLA 4a-4b
p. 62

Tuber aestivum Vittadini 1831(°)

(Tartufo d'estate, Scorzone, Maggengo, Statareccio; in Francia: Truffe de la Sainte Jean, Truffe d'été, Truffe blanche)

Ascocarpo - È globoso, rotondeggiante con lobi irregolari, talora ovale e persino schiacciato.
Il diametro varia da 1-2 cm ad oltre 12-14 cm per cui il peso può toccare anche 400-500 g; eccezionalmente può superare 1 Kg di peso. Nel 1995 è stato raccolto nell'entroterra marchigiano un tartufo di Kg 1,680.

Peridio - È di colore bruno-nerastro con verruche generalmente molto grosse e sporgenti, larghe da 2 a 12 mm e alte da 1,5 a 5-6 mm, talora anche più, di forma piramidale con apice per lo più depresso dal quale si dipartono radialmente solchi e creste che delimitano facce laterali triangolari sulle quali sono ben evidenti fitte strie trasversali parallele.

Gleba - Ha consistenza soda, carnosa; inizialmente è bianca ed assume una tonalità nocciola sempre più scura e brunastra a maturazione. Le vene sterili sono bianche, immutabili, sottili, tortuose, anastomizzate tra loro e ben marcate.

Aschi - Sono globosi o a sacco con breve peduncolo, misurano in media µm 80-100 x 55-75 e contengono da 1 a 6 spore.

Ascospore - Sono largamente ellissoidali, irregolari, giallo-brune con tonalità alquanto variabili; misurano, esclusa l'ornamentazione, µm 18-28 x 25-36 (spore di aschi tetrasporei). Le spore più grosse sono quelle formatesi singolarmente in un asco e misurano, escluse le ornamentazioni µm 33-35 x 25-36.

Episporio - È costituito da alveoli poligonali per lo più regolari, larghi in media 8-9 µm con pareti alte da 1,0 a 2,6 µm (media 2 µm); a volte gli alveoli non sono ben definiti e le pareti sono molto basse, sfrangiate ed irregolari. All'interno degli alveoli possono essere presenti creste supplementari talora anastomizzate con le pareti laterali.

Aroma - È gradevole e delicato di fungo fresco ma generalmente debole e ricorda un pò quello del mais cotto (Vittadini) o del lievito di birra (Chatin).

Periodo di maturazione - I primordi si formano verso la metà di febbraio e le prime raccolte iniziano nel mese di maggio; i tartufi raccolti prima dell'estate sono immaturi e di qualità scadente. I migliori sono quelli che maturano nei mesi di settembre e ottobre quando la temperatura inizia ad abbassarsi.

Terreno - Predilige un terreno calcareo con abbondante scheletro ma è pure reperibile in suoli alquanto argillosi. I carpofori si formano a pochi centimetri di profondità e spesso affiorano tra le screpolature della terra.

Altitudine - Cresce dal livello del mare a circa m 800-900 s.l.m.

Ambiente - Essendo molto più adattabile del *T. melanosporum* si riscontra in ambienti molto vari. Può trovarsi sia sotto alberi isolati, sia all'interno di boschi aperti, di latifoglie o di conifere, non molto fitte, preferendo esposizioni soleggiate. Produce pianelli molto netti. È poco esigente in fatto di umidità.

Piante simbionti - Pino di Aleppo, particolarmente in Umbria, talora anche Pino domestico; la Roverella e il Leccio sono ottime piante simbionti, mentre il Carpino nero, il Nocciolo e il Cerro sono discrete produttrici di questo tartufo.

Areale - Copre una vasta area di vegetazione. In Italia è diffuso dalla Basilicata al Piemonte, è presente in Sicilia (Siracusa, Madonie, ecc.) e in Sardegna. Si trova in Spagna, nel Sud-Est della Francia, giunge fino al Sud dell'Inghilterra e in Svezia ove è tuttavia raro. Si trova anche in Germania, Serbia, Grecia, Ungheria e Turchia .

(°) *Ritengo opportuno descrivere separatamente il tartufo estivo e quello uncinato, anche se recentemente sia stato accertato, in base a ricerche biomolecolari, che si tratta di una unica specie; questo al fine di non creare disorientamento negli operatori commerciali del tartufo.*

Tuber aestivum Vittadini forma *uncinatum* (Chatin) Montecchi *et* Borelli, 1990

TAVOLA 4a-4b
p. 63

(= *T. uncinatum* Chatin, 1887)
(Tartufo uncinato; in Francia: truffe grise de Bourgogne o de Champagne e nel Midi e nel Centro Musqué e Caiette).

Ascocarpo - È per lo più rotondeggiante, un pò irregolare, talora munito di un incavo come si osserva normalmente in *T. mesentericum.*
Misura da qualche cm a 6-10 cm di diametro per cui il peso può oscillare da pochi grammi ad oltre 400 grammi.

Peridio - È di colore bruno-nerastro con verruche generalmente medie o piccole, larghe e alte 2-5 mm, talora anche più grandi, con facce laterali pressoché triangolari prive di striature trasversali (secondo Chatin, 1887).

Gleba - È compatta, bianca se immatura e bruno-giallastra, bruno scura a maturazione (più scura che in *T. aestivum*). Le vene sterili sono bianche, sottili, tortuose e immutabili, ben marcate e si aprono all'esterno in numerosi punti del peridio.

Aschi - Sono globosi con breve peduncolo, misurano circa µm 80-100x55-75 e contengono da 1 a 6 spore.

Ascospore - Sono ellissoidali od anche subsferiche, irregolari di colore bruno carico e misurano circa µm 25-30 x 18-22.

Episporio - Ha grandi alveoli esagonali e pentagonali abbastanza regolari, larghi 9-10 µm con le pareti molto alte da 4 a 6,5 µm e talora fino a 8 µm, con valore medio di 4-4,5 µm. Le pareti agli angoli di confluenza presentano un certo ispessimento che visto lateralmente appare come un aculeo robusto biforcato all'apice a guisa di uncino (da qui deriva il nome di questo tartufo). Le pareti degli alveoli sono generalmente diritte e talora sfrangiate. All'interno degli alveoli possono essere presenti creste supplementari.

Aroma - È gradevole e alquanto intenso, la carne ha un sapore gustoso che ricorda quello delle nocciole; è un tartufo di qualità migliore rispetto al *T. aestivum.*

Periodo di maturazione - I corpi fruttiferi appaiono verso la metà di giugno ma se le piogge di luglio sono carenti i tartufi si disseccano e non maturano. I migliori tartufi sono quelli che maturano a ottobre, novembre e dicembre. La produzione può proseguire anche fino a febbraio e talora qualche raro tartufo può essere raccolto anche in aprile - maggio.

Terreno - È per lo più calcareo e ricco di *humus.* Si raccoglie a pochi centimetri di profondità, spesso sotto la lettiera.

Altitudine - Predilige quote medio-alte, fino a m 1100-1200 s.l.m.

Ambiente - Rispetto al Tartufo estivo predilige ambienti ombreggiati e pertanto vive bene nelle pinete, sia di Pino nero, Pino laricio, Pino di Aleppo e persino di Pino domestico, ove matura nella lettiera semi decomposta. È reperibile anche nelle cerrete a quote alte come pure sotto i Carpini neri. Produce pianelli poco marcati e talora affatto visibili; è più esigente in fatto di umidità rispetto al *T. aestivum.*

Piante simbionti - Il Pino nero è un ottimo produttore di Tartufo uncinato anche quando dà luogo a pinete chiuse. Le latifoglie che vivono in simbiosi con questa specie sono numerose, specialmente Roverella, Cerro, Farnia, Carpino nero e Carpino bianco, Nocciolo e Faggio.

Areale - È diffuso dalla costa Mediterranea alla Scandinavia e dalla costa Atlantica all'ex U.R.S.S. Più precisamente si trova in Italia, Spagna, Portogallo, Francia specialmente nelle regioni di Nord-Est Borgogna e Champagne, Gran Bretagna, Svezia, Belgio, Olanda, Svizzera, Germania, Austria, Danimarca, nella Repubblica Ceca, in Slovacchia, Ungheria, Serbia, Bulgaria, Turchia, Polonia, Repubbliche Baltiche e Marocco. In Italia è comune in alta collina e in montagna nelle regioni Centrali ma può essere reperito anche in altre zone.

Confronto tra il tartufo estivo e il tartufo uncinato e considerazioni tassonomiche

Limitando l'analisi comparativa tra il *T. aestivum* e il *T. uncinatum* a livello morfologico questi due tartufi risultano differenti tra loro: il *T. aestivum* ha in genere un peridio con verruche molto grandi munite sulle facce laterali di fini striature parallele e trasversali mentre il *T. uncinatum* ha le verruche generalmente più piccole prive di striature. Il *T. aestivum* ha la carne bianca o nocciola molto chiaro con profumo tenue mentre nel *T. uncinatum* la carne è bruno scuro con profumo intenso. Il *T. aestivum* ha le spore con le pareti degli alveoli alte in media µm 2,

mentre il *T. uncinatum* ha le pareti degli alveoli alte in media µm 4. Il periodo di maturazione del *T. aestivum* è principalmente tra maggio e luglio-agosto e quello di *T. uncinatum* tra ottobre e dicembre. Infine l'areale di distribuzione del *T. aestivum* è il Sud-Est della Francia e l'Italia, mentre quello del *T. uncinatum* è prevalentemente il Nord-Est della Francia e il Centro d'Europa. Chevalier (1989, 1997) dà una importanza notevole a queste differenze per sostenere la validità tassonomica del *T. uncinatum* rispetto a *T. aestivum*. Autori italiani, invece, quali ad esempio Montecchi e Lazzari (1993) e Montecchi e Sarasini (2000) sostengono che "la pretesa distinzione dei caratteri (morfologici, organolettici e microscopici) non è convalidata da una sufficiente costanza, ma è anzi, inficiata da una notevole variabilità". Inoltre tutti gli esemplari raccolti da Montecchi sia nell'inverno del 1989, sia nell'estate del 1990, nelle aree dove Vittadini studiò il *T. aestivum* a Sud di Pavia, presentano spore i cui alveoli hanno un'altezza corrispondente ad un valore medio di 4 µm. Questi fatti fanno ritenere a Montecchi e Lazzari (1993) che il *T. aestivum* Vittadini corrisponda alla specie caratterizzata da alveoli con le pareti alte in media µm 4 e quindi a *T. uncinatum* Chatin, e ciò contrariamente a quanto sostengono Chevalier, Riousset *et al.*, 1989). Pacioni (1993) non ritiene l'altezza delle pareti degli alveoli determinata da fattori genetici. Chevalier (1997) cerca di individuare altre differenze tra i due tartufi.
A livello della struttura delle ectomicorrize non sono emerse differenze. Ricerche biochimiche hanno invece evidenziato differenze importanti tra i due Tartufi. L'analisi delle proteine dei corpi fruttiferi attraverso l'elettroforesi avrebbe individuato una netta differenza fra i proteinogrammi del tipo "*aestivum* " e quelli del tipo "*uncinatum* " (Mouches *et al.*, 1981; Dupré *et al.*, 1985); non è stato invece possibile individuare differenze tra le due forme attraverso lo studio del polimorfismo enzimatico (Gandeboeuf *et al.*, 1996). Lo studio del polimorfismo degli acidi nucleici (Henrion *et al.*, 1994; Gandeboeuf *et al.*, 1996) non consente di separare i due tipi di tartufi. Secondo Chevalier (1997) l'impossibilità attuale di separare il *T. aestivum* e il *T. uncinatum* in base a criteri biochimici e genetici indica che questi due tartufi costituiscono probabilmente delle entità molto vicine e cioè "forme" o "varietà" di una stessa specie. In definitiva Montecchi e Lazzari, a seguito delle loro ricerche a Sud di Pavia, sostengono che la denominazione di *T. aestivum* Vittadini è riferita alla forma "4 µm", quindi corrisponde al *T. uncinatum* di Chatin. Secondo Chevalier (1997) se viene accettato quanto è ritenuto da Montecchi e Lazzari il *T. aestivum* del Sud-Est della Francia (e anche italiano) a carne chiara e con pareti degli alveoli alte mediamente 2 µm, corrisponderebbe a un nuovo taxon che egli propone di indicare come segue: *T. aestivum* Vittadini var.*meridionale* Chevalier et Riousset.
Recentemente Ceruti, Fontana e Nosenso (2003) dopo aver studiato in modo comparativo numerosi campioni d'ebario di varia provenienza e tenuto conto delle analisi del DNA, ritengono che si tratti di una unica specie che in osservanza del principio di priorità deve chiamarsi *T. aestivum* Vittadini (1831). Sono da considerarsi sinonimi di *T. aestivum* il *T. uncinatum* Chatin (Chatin, 1887 e 1892) e *T. aestivum* Vittadini var. *meridionale* Chevalier et Riousset (1994). Non avrebbe validità nemmeno la denominazione *T. aestivum* Vittadini forma *uncinatum* (Chatin) Montecchi et Borelli, 1990 (cfr. in Montecchi e Sarasini, 2000).
Nell'ambito commerciale, e quindi per ragioni pratiche, si dovrà mantenere la terminologia di tartufo estivo e di tartufo uncinato, entrata nell'uso comune da oltre un secolo perché si tratta di due morfotipi differenti anche se non sono ancora emersi caratteri validi per considerarli due entità tassonomicamente distinte.

TAVOLA 5a-5b
pp. 64-65

Tuber mesentericum Vittadini 1831

(= *T. bituminatum* Berk. e Br., 1851)
(Tartufo nero ordinario, Tartufo di Bagnoli, Rapetti; in Francia: truffe Mesenterique)

Ascocarpo - È rotondeggiante, talora con lobi irregolari, quasi sempre munito di un incavo profondo per cui in sezione il carpoforo ha l'aspetto reniforme. Ha un diametro di 2-6 cm raramente di più; il peso varia da pochi grammi a circa g 80.

Peridio - È nerastro o brunastro scuro con verruche piccole di 2-4 mm di larghezza e 2-3 mm di altezza, con spigoli acuti.

Gleba - È inizialmente bianca mentre a completa maturazione assume un colore grigio bruno o marrone con varie tonalità. Le vene sterili sono bianche, ampie, tortuose e affiorano in numerosi punti del peridio.

Aschi - Sono sferici con un breve peduncolo e contengono da 2 a 6 spore.

Ascospore - Hanno forma ellissoidale, con poli ampi, di colore bruno-traslucido; misurano µm 27-53x23-37.

Episporio - È di tipo alveolato con alveoli di media e piccola dimensione, raramente chiusi in modo completo da pareti laterali di altezza irregolare che spesso assumono l'aspetto di creste frastagliate.

Aroma - Ricorda il catrame e la tintura di iodio, è fortissimo ma diminuisce lasciando i tartufi all'aria.

Periodo di maturazione - Dall'autunno fino ai primi mesi invernali e spesso anche dopo lo scioglimento della neve, in primavera.

Terreno - Può vegetare anche a valori di pH sotto il punto neutro 7, per cui è raccolto anche in suoli a pH di circa 6-6,5 molto ricchi di humus. Predilige terreni sciolti, soffici, ben aerati. Sopporta anche la presenza di calcare. I carpofori maturano a pochi centimetri di profondità.

Altitudine - Preferibilmente si trova in alta collina e in montagna da m 800 a 1500 s.l.m.; può colonizzare anche i versanti esposti a Nord, più freschi e umidi.

Ambiente - Pur potendo vegetare anche sotto piante isolate, l'ambiente più idoneo al tartufo ordinario è il bosco con alta copertura vegetale quali Cerrete, Carpineti e Faggete ove è garantito un forte ombreggiamento e un microclima umido e mite.

Piante simbionti - Roverella, Cerro, Pino nero, Carpino nero, Nocciolo e Faggio.

Areale - In Italia centrale è facilmente reperibile soprattutto in Umbria, Marche, Lazio e Toscana. È particolarmente abbondante in Campania (Monti Irpini, Avellino).
Si trova anche in Puglia al confine con la Campania e in Basilicata; è meno frequente nel Nord d'Italia; si trova anche in Sardegna. In Francia è diffuso nel Midì e persino in Normandia.
Si trova nel Canton Ticino, in Boemia, in Ungheria, in Germania e si spinge fino a Sud dell' Inghilterra e in Svezia.

Nota - Questo Tartufo in Italia è in genere poco apprezzato allo stato fresco ma dopo la cottura il suo caratteristico profumo tende a scomparire per cui una volta confezionato risulta di gradevole sapore.

Tuber macrosporum Vittadini 1831

(Tartufo nero liscio)

TAVOLA 6a-6b
pp. 66-67

Ascocarpo - È quasi sempre rotondeggiante con qualche gibbosità. Misura da 2 a 7 cm circa e il peso può raggiungere g 60.

Peridio - È di colore bruno scuro e persino nerastro, con verruche piccole, quasi sempre fortemente depresse, appiattite, tali da conferire al peridio un aspetto quasi liscio.

Gleba - Ha un colore bruno con sfumature porpora, od anche grigio-brunastro. Le vene sterili sono bianche, tortuose, ben marcate che diventano bruno pallide dopo l'esposizione all'aria. Le vene fertili sono grigiastre o grigio brunastre.

Aschi - Di forma subglobosa con breve peduncolo, misurano µm 90-120 x 70-80 e portano pochissime spore da 1 al massimo 3.

Ascospore - Sono ellissoidali, per lo più oblunghe con le estremità rastremate, di color bruno-rossastro, molto vivo; misurano µm 40-80 x 30-55; le più grandi sono quelle degli aschi monosporici.

Episporio - È costituito da alveoli generalmente irregolari, di piccole e medie dimensioni, ma ben marcati che misurano da 6 a 9 µm di larghezza, con le pareti molto basse rispetto alla grandezza della spora.

Aroma - È leggermente agliaceo ma ricorda anche l'aroma del *T. magnatum* per cui risulta senz'altro gradevole. Il sapore è buono.

Periodo di maturazione - Si può raccogliere dal mese di agosto a novembre-dicembre e matura a pochi centimetri di profondità.

Terreno - È frequente nei terreni argillosi o argilloso-limosi, poveri di scheletro, con pH neutro o subalcalino.

Altitudine - Vive da m 200 a 700 s.l.m.

Ambiente - Cresce nelle stesse zone del *T. magnatum* sia sotto piante singole che in formazioni boschive chiuse; ha bisogno di una certa umidità del suolo e di ombreggiamento in quanto inizia a maturare nei mesi di fine estate che in Italia Centrale sono in genere siccitosi.

Piante simbionti - Sono numerose: Roverella, Cerro, Carpino nero, Pioppo bianco e Pioppo nero, Salicone e Salice bianco.

Areale - È diffuso in Italia Centrale e Settentrionale; è presente anche in Francia, in Gran Bretagna, in Germania, in Svizzera, ma sempre in modeste quantità.

Note - La produzione di questo tartufo è di modesta entità per cui non alimenta un vero e proprio commercio. È comunque ben apprezzato dai raccoglitori.

TAVOLA 7a-7b
pp. 68-69

Tuber magnatum Pico 1788

(= *T. griseum* Persoon 1801)

(Tartufo bianco del Piemonte o di Alba o di Acqualagna o dell'Alta Valle del Tevere, Trifola bianca, Rapone; in Francia: Truffe des Magnats o Grise o à l'ail e in Provenza: Rabasso avoustenco)

Ascocarpo - È generalmente rotondeggiante, quasi sferico, con lobi grandi, variamente pronunciati, talora appiattito e persino oblungo. Le dimensioni variano da pochi millimetri di diametro ad oltre 15 cm per cui il peso può oscillare da pochi grammi ad oltre 500 g; alcune volte sono stati trovati esemplari di oltre Kg 2. Nel 1954 è stato raccolto a San Miniato (Pisa) un tartufo di Kg 2,520 che è stato poi regalato dal signor Giacomo Morra, commerciante di tartufi, al Presidente degli Stati Uniti, Truman.
Un esemplare di Kg 2,370 è stato esposto alla Mostra mercato di S. Agata Feltria e di Gubbio nel 1991.
Il record spetta ad un tartufo raccolto ad Acqualagna da Filippo Cortesi di Bologna nel 1668 che pesava 75 libbre (25 Kg); nello stesso periodo il Cortesi ha raccolto un altro grosso esemplare di 40 libbre (13 Kg) sempre nel territorio di Acqualagna (Marini, 1999).

Peridio - È liscio ma alla lente appare finemente papilloso e con fitte screpolature; piccole macchie brunastre con l'aspetto di bruciature sono talora frequenti quando i carpofori crescono in terreni aridi. Il colore del peridio è ocra pallido, giallastro un pò sfumato di verdognolo con tonalità alquanto variabili in rapporto al grado e all'epoca di maturazione.

Gleba - Nei tartufi immaturi è biancastra; diventa poi generalmente ocra chiaro, talora nocciola rossiccio, rosata e persino rossiccio vivo un pò vinoso a chiazze o in tutta la sezione. La carne è soda, granulosa; le vene sterili sono biancastre nel tartufo maturo, immutabili, per lo più molto esili e ampiamente ramificate, sinuose e scompaiono con la cottura e con l'essiccamento. Le vene fertili, tortuose e ramificate danno il colore generale alla gleba.

Aschi - Sono ovoidali o globosi, sessili o con corto peduncolo e misurano µm 65x42-65; contengono da 1 a 3 spore, raramente quattro.

Ascospore - Sono subglobose, persino sferiche o largamente ellissoidali, isopolari, di colore giallo pallido o leggermente brunastre. Le dimensioni sono generalmente di µm 35-50 x 32-42 e dipendono in grande misura dal numero di spore contenute in un asco.

Episporio - È tipicamente alveolato con alveoli esagonali o pentagonali non perfettamente regolari, molto ampi che danno, al microscopio ottico, un aspetto reticolato della superficie sporale con maglie di µm 10-20.

Aroma - È molto intenso, caratteristico, che ricorda il gas metano, assai squisito e gradevole se usato in dosi appropriate; con la cottura il profumo e il sapore si alterano rapidamente per cui questo tartufo si consuma preferibilmente allo stato crudo. È il tartufo più apprezzato dai buongustai ed è considerato di alto valore gastronomico.

Periodo di maturazione - Nel mese di settembre è possibile già raccogliere tartufi di buona qualità; in ottobre, novembre e dicembre, talora anche nella prima settimana di gennaio, i tartufi sono di qualità eccellente.

Terreno - Predilige terreni marnosi, marnoso-argillosi, marnoso-calcarei, sabbioso-limosi, con poco scheletro, profondi e umidi d'estate. Cresce a profondità comprese tra cm 0 e 30-40, talora fino ad 1 m.

Altitudine ed esposizione - È reperibile da quote molto basse, livello del mare, fino a m 800-900; è più frequente a quote comprese tra m 200 e 500. Le esposizioni sono quelle che garantiscono la maggiore freschezza del suolo e pertanto di Nord, Nord-Ovest; più raramente a Sud ma in *habitat* particolarmente umidi.

Ambiente - Il *T. magnatum* è frequente nei fondovalle, negli impluvi, lungo corsi d'acqua di qualsiasi entità, persino piccoli rigagnoli. L' ambiente si caratterizza per l'abbondante vegetazione arbustiva, arborea ed erbacea che garantisce nell'insieme una copertura del suolo pressoché totale. L'ombreggiamento riduce l'insolazione estiva, la temperatura è molto più bassa rispetto al suolo nudo e l'umidità del terreno è relativamente alta anche in prossimità della superficie. Anche un solo albero isolato può produrre tartufi ma a pochi metri da esso è sempre presente un piccolo fosso che raccoglie acqua piovana o di sorgente. Anche in collina il tartufo bianco cresce in *habitat* molto umidi per la presenza di falde superficiali o di impluvi di varia entità.

Piante simbionti - Tra le Querce sono ottime produttrici di tartufo bianco la Roverella e la Farnia; tra i Salici i migliori sono il Salicone e il Salice bianco. Il Pioppo bianco è un eccellente produttore soprattutto i biotipi con rami grigiastri, tortuosi, poco vigorosi. Anche il Pioppo nero e particolarmente il Pioppo cipressino sono simbionti senz'altro buoni. Infine si ricorda il Tiglio con le sue specie più comuni che sono le piante simbionti più eccellenti del *T. magnatum*.

Areale - È diffuso principalmente nel Piemonte, Emilia Romagna, Lombardia, Marche, Umbria,Toscana, Veneto, Liguria, Abruzzo, Molise, Campania, Basilicata. È abbondante in Istria, Croazia, in Dalmazia e nella Serbia; è segnalato anche nel Canton Ticino e in Albania.

Note - Conosciuto sin da tempi remoti e particolarmente apprezzato nel periodo rinascimentale, è stato descritto con il nome di *T. magnatum* dal medico torinese Pico.

Tuber borchii Vittadini 1831

TAVOLA 8a-8b
pp. 70-71

(= *T. albidum* Pico 1788)

(Tartufo bianchetto o Marzuolo, Caciola; in Francia Blanche du Piémont)

Ascocarpo - È per lo più tuberiforme, arrotondato, lobato-gibboso. Misura da pochi mm a 3-4 cm di diametro fino ad un massimo di 7 cm e pesa da qualche grammo ad oltre g 150.

Peridio - Ha un colore biancastro o bianco gessoso, ocra chiaro e perfino bruno rossiccio, con frequenti maculature rossastro-ruggine. Nei giovani esemplari la superficie è finemente pubescente per l'abbondante presenza di ife corte, rigide larghe 3-5 µm simili alle spinule presenti nelle ectomicorrize. Nei carpofori adulti la peluria è in genere meno abbondante; il peridio appare più liscio, ed ha uno spessore di µm 130 e una struttura pseudoparenchimatica a cellule poligonali-tondeggianti od oblunghe, irregolari, di circa µm 13-18 di diametro.

Gleba - Nei carpofori immaturi è soda, bianchiccia, in quelli maturi è ocraceo-rosata, fino a rosso-bruno talora con sfumature violacee. Le vene sterili a volte sono larghe con il contorno non ben definito, in altri casi sono sottili, ramificate, tortuose e molto nette.

Aschi - Sono globosi, ellissoidali, subclavati, privi di peduncolo, di µm 73-80x52-67 e contengono da 1 a 4 spore.

Ascospore - Sono giallo bruno, ellissoidali, subglobose, isopolari, con poli molto ampi, arrotondati. Misurano, escluse le ornamentazioni, µm 24-32 x 30-45. Negli aschi monosporici le spore sono molto grandi (µm 46x32).

Episporio - È costituito da alveoli molto piccoli generalmente esagonali, od anche pentagonali, per lo più regolari nella forma, che conferiscono all'episporio un aspetto minutamente reticolato. La larghezza delle maglie varia persino nelle spore di uno stesso asco ed è indipendente dalla grandezza delle spore; quelle più piccole misurano in genere µm 4 di larghezza, quelle più grandi possono raggiungere µm 6,5-7 di diametro.

Aroma - È abbastanza forte, un pò piccante, agliaceo, gradevole in piccole quantità. La carne è poco digeribile; dopo cottura perde la sua consistenza naturale.

Periodo di maturazione - Matura dai primi di dicembre alla fine di aprile.

Terreno - È molto vario, calcareo-argilloso, sabbioso-limoso o semplicemente sabbioso come lungo le aree litoranee. Il pH può essere alcalino, neutro e persino subacido. I carpofori si formano quasi in superficie o a pochi centimetri di profondità.

Altitudine ed esposizione - Cresce dal livello del mare fino a circa m 1600 s.l.m. con preferenza per le esposizioni soleggiate.

Ambiente - Può trovarsi negli stessi ambienti del *T. magnatum* ma a differenza di questo colonizza anche suoli molto asciutti nel periodo estivo e con forte inclinazione. È particolarmente abbondante nelle pinete litoranee.

Piante simbionti - Il Pino domestico è un eccellente simbionte; anche il Pino nero, il Pino silvestre e il Pino di Aleppo sono buoni produttori di questo tartufo, al pari dei Cedri utilizzati nei rimboschimenti. Vive con numerose latifoglie: Roverella, Cerro, Faggio, Cisto rosso, Pioppi bianchi e neri.

Areale - È diffuso in tutto il territorio nazionale e in Europa, dalla Sicilia al Sud della Finlandia. È frequente in Polonia e Ungheria; la var. *sphaerosperma* Malencon 1973 si trova nel litorale atlantico del Marocco. È presente pure in altri paesi e segnalato anche in Cina (Wang Yung, 1990).

Tuber oligospermum (Tul. e C.Tul.) Trappe 1979

TAVOLA 9
p. 72

(= *Terfezia oligosperma* Tul e C.Tul. 1851 = *Delastreopsis oligosperma* Mattir. 1904-05)

Ascocarpo - È rotondeggiante con lobi piccoli e numerosi, talora anche grandi; il diametro varia da 1 a 5-6 cm.

Peridio - La superficie è pressoché liscia, talora munita di papille arrotondate. Ha un colore generale giallognolo o grigio-giallognolo o semplicemente grigio; il peridio ha uno spessore estremamente sottile e biancastro per cui per trasparenza lascia intravvedere le vene sterili della gle-

ba, reticolate e abbastanza larghe. Nei solchi tra le varie gibbosità si nota un micelio fitto, bianco abbondante nei giovani carpofori, perfettamente aderente al peridio. L'aspetto fine e gracile del peridio si altera facilmente quando i tartufi vengono toccati con le mani assumendo una colorazione brunastra alla sommità dei lobi.

Gleba - Nei giovani carpofori, è di colore bianco avorio; in seguito a maturazione appare grigio brunastra o brunastra, talora anche abbastanza scura.

Aschi - Sono globoso-piriformi, brevemente peduncolati con la parete ben ispessita; misurano µm 80-120 x 50-80 e contengono da 1 a 3 spore.

Ascospore - Sono sferiche, giallognole o color ambra chiaro e misurano da µm 28 a 50 di diametro.

Episporio - È costituito da alveoli, esagonali o pentagonali di grandezza uniforme in ciascuna spora, ma alquanto variabile nelle spore di un medesimo tartufo e persino dello stesso asco. La larghezza degli alveoli varia da µm 4 a 6,5. La superficie delimitata dagli alveoli è finemente reticolata.

Aroma - È leggermente agliaceo.

Periodo di maturazione - Dall'autunno alla primavera.

Terreno - Cresce di preferenza in terreni a pH intorno alla neutralità, sciolti o limosi.

Piante simbionti - Predilige specie di conifere dei generi *Abies*, *Picea*, *Pseudotsuga* e *Pinus*. Cresce anche sotto Leccio e Roverella.

Areale - È diffuso in Sardegna, in Emilia-Romagna, in Toscana, in Umbria e sicuramente in altre regioni. È stato raccolto anche in Francia a Maillane, in Spagna, Portogallo, Africa del Nord, in Palestina e in America del Nord (Quebec).

Nota - Questo tartufo è di frequente mescolato con il *Tuber borchii*; l'esame del peridio consente di distinguere le due specie senza ricorrere all'esame microscopico delle spore che sono molto simili nelle due entità.

È specie non commerciabile in Italia.

TAVOLA 10
p. 73

Tuber excavatum Vittadini 1831

(Tartufo scavato, Trifola di legno, Caciola)

Ascocarpo - È globoso, irregolare, talora oblungo; misura da cm 1 a 5-6 e presenta una cavità interna molto ampia che si apre all'esterno nella parte basale. La superficie è liscia o minutamente papillosa, ha generalmente un colore giallo-ocraceo. Il peridio in sezione appare corneo, netto e di colore chiaro.

Gleba - È molto dura e a maturazione presenta un colore giallo brunastro; le vene sterili sono biancastre, di lunghezza variabile e confluiscono verso la cavità interna.

Aschi - Sono un pò ellittici, senza peduncolo o brevemente peduncolati, misurano µm 65-100 x 60-75 e contengono da 1 a 4 spore.

Ascospore - Sono giallo-brunastre da ellissoidali a sferiche. Le spore misurano, esclusa l'ornamentazione, µm 30-40 x 45-57.

Episporio - È formato da alveoli grandi irregolari, pentagonali od esagonali, larghi da 16 a 30 µm, con pareti alte circa 6 µm e ornamentazioni al loro interno.

Aroma - Ha un odore forte e un pò agliaceo.

Periodo di maturazione - Matura tra la fine dell'estate e l'autunno, ma si può trovare anche in altre stagioni.

Terreno - Predilige suoli calcarei e permeabili.

Piante simbionti - Vive in simbiosi con numerose latifoglie tra cui Querce, Carpini e Pioppi.

Areale - È diffuso e frequente in tutta Italia. Lo troviamo in Germania, Svizzera,Ungheria e nel Sud della Gran Bretagna. È stato segnalato in Marocco e nel medio Atlante a m 1550 di altitudine.

Nota - Non ha nessun valore gastronomico per il cattivo odore e per la carne molto dura ma può essere presente nelle partite di tartufi posti in commercio.

È specie non commerciabile in Italia.

Tuber rufum Pico 1788

(Tartufo rosso, Patatella, Fratone o Rapino)

TAVOLA 11
p. 74

Ascocarpo - È tuberiforme, globoso, per lo più irregolare, spesso lobato con la base appena accennata od assente. Le dimensioni variano da cm 1 a 4 circa.

Peridio - Ha il colore molto variabile da giallo-rossastro a rosso-bruno più o meno scuro. È munito di minute areole poligonali da interpretarsi come piccole verruche fortemente appiattite. In sezione il peridio ha uno spessore di µm 0,5, è corneo, ben aderente alla gleba dalla quale si distingue in modo netto; è formato da uno strato esterno pseudoparenchimatico sottile e colorato e da uno strato interno più spesso, ialino con ife intrecciate.

Gleba - Ha consistenza cartilaginea, è dura, compatta e di colore da grigio-giallognolo a rossastro. Le vene sterili sono biancastre, interrotte, gangliformi che si dipartono dal peridio verso la parte interna della gleba con andamento tortuoso e larghezza molto variabile. Le vene della trama sono più scure di quelle sterili e ben visibili nei carpofori maturi.

Aschi - Sono ellissoidali, piriformi, obovati con un lungo peduncolo, misurano circa µm 60-80 x 50-60 e normalmente contengono 3-4 spore, raramente 1 o 6.

Ascospore - Sono ellissoidali, giallo-brune e misurano, esclusa l'ornamentazione, µm 24-30 x 16-24.

Episporio - È costituito da aculei sottili, fitti, diritti, lunghi fino a circa 4 µm.

Aroma - Ha un forte odore agliaceo e di "pasta inacidita" per cui risulta molto sgradevole e nauseante nonostante il buon sapore di nocciola.

Periodo di maturazione - È specie autunnale-invernale ma talora è reperibile anche in altre stagioni. I carpofori sono molto superficiali.

Terreno - Si trova di frequente nei terreni subalcalini o alcalini, argilloso-calcarei con abbondante scheletro.

Altitudine - È compresa tra circa m 200 s.l.m. e m 1000-1200 s.l.m.

Ambiente - Non ha un ambiente particolare in quanto vegeta nelle stesse condizioni ecologiche del *T. melanosporum*, del *T. brumale* e del *T. aestivum*.

Piante simbionti - Vive in simbiosi con il Pino nero, il Pino di Aleppo e con numerose specie di latifoglie quali le Querce, il Faggio, il Nocciolo e il Carpino nero.

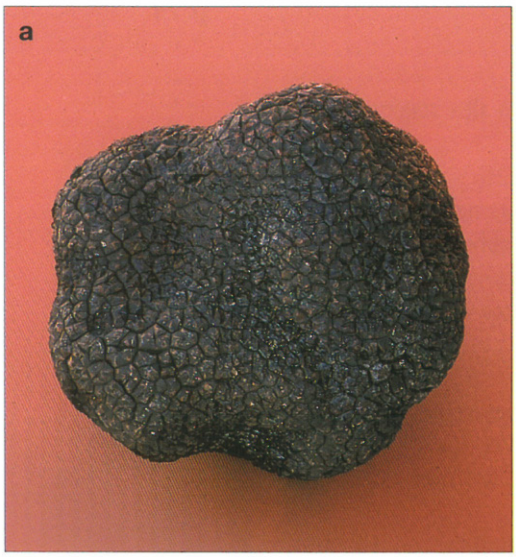
Areale - È diffuso in tutta Italia e nell'intera Europa: Francia, Spagna, Germania, Svizzera, Danimarca, Isole Britanniche, Irlanda, Ungheria. In Marocco è presente nel medio Atlante fino a 2000 m di quota.

Nota - Non ha alcun valore gastronomico per il suo odore sgradevole ma è quasi sempre presente tra i tartufi pregiati posti in commercio.

Il *T. rufum* è una specie estremamente polimorfa per ciò che riguarda il colore del peridio, della gleba, la forma delle spore e la lunghezza degli aculei. Per tale motivo in seno a questa specie sono state descritte alcune entità subspecifiche (Montecchi e Sarasini 2000; Riousset L. et G., Chevalier et Bardet 2001).

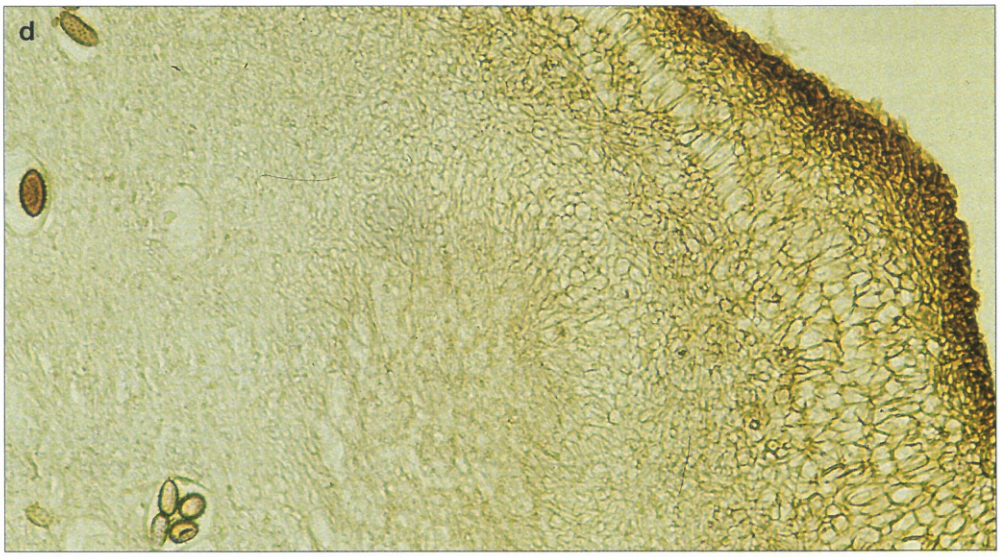
È specie non commerciabile in Italia.

TAV. 1a - *Tuber melanosporum* Vittadini











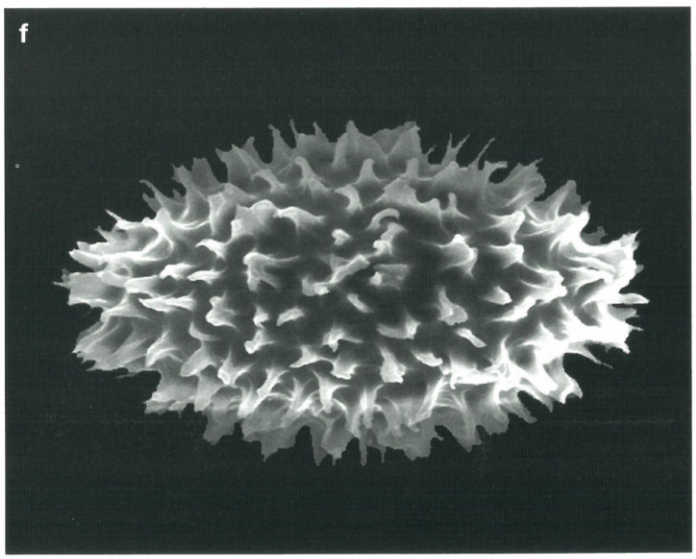
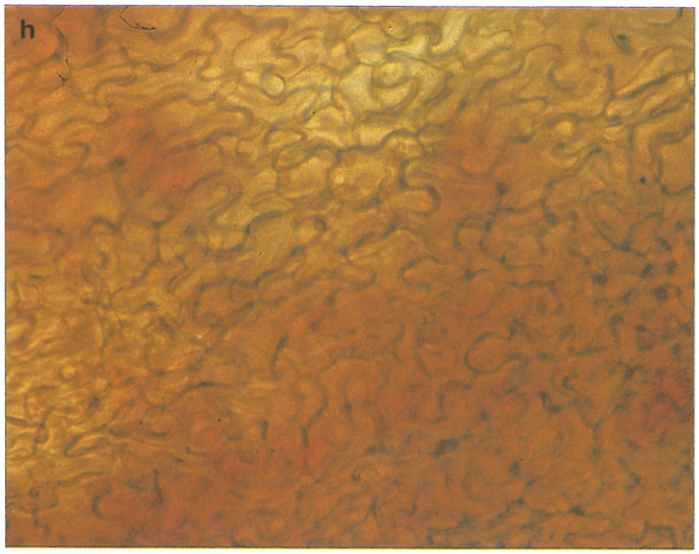


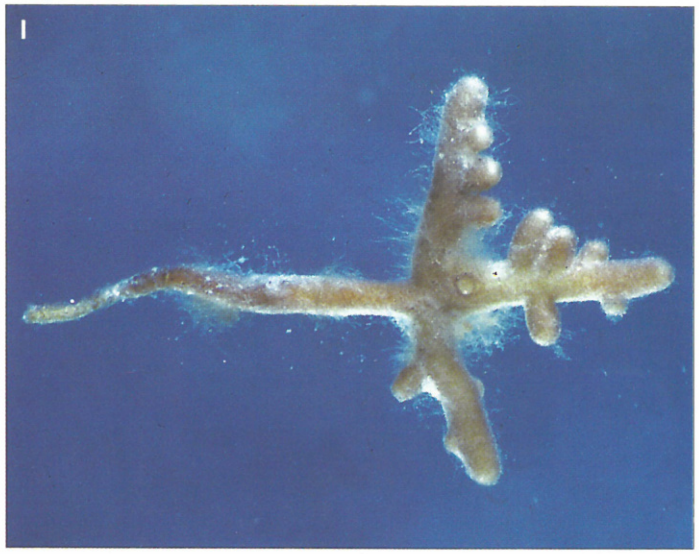
Fig. a - Tartufo con verruche medio piccole bruno-nerastre.
Fig. b - Sezione di tartufo maturo con le vene sterili chiare, molto esili e quelle fertili nerastre.
Fig. c - Superficie di tartufo con le verruche poligonali.
Fig. d - Sezione del peridio e della gleba (X 250); allestimento preparato: A. Rubini.
Fig. e - Aschi con spore ellissoidali aculeate ed apici rastremati (X 680).
Fig. f - Spora al microscopio elettronico a scansione con aculei a base larga, robusti e solcati longitudinalmente (X 2000).
Foto: B. Granetti.

TAV. 1b - *Tuber melanosporum* Vittadini











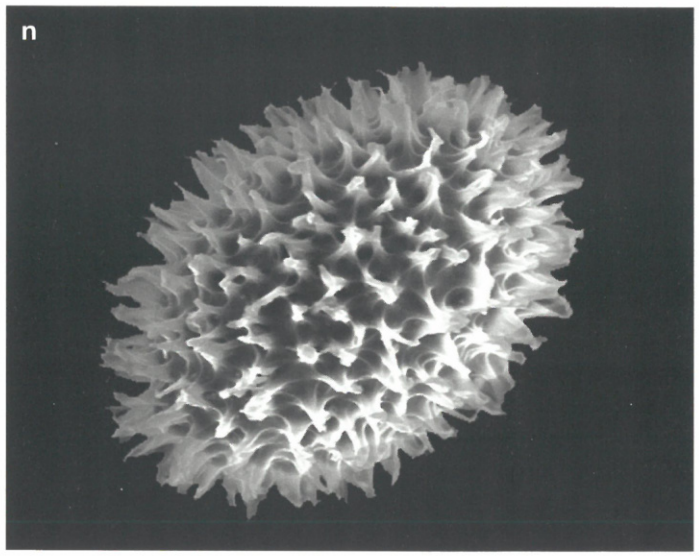
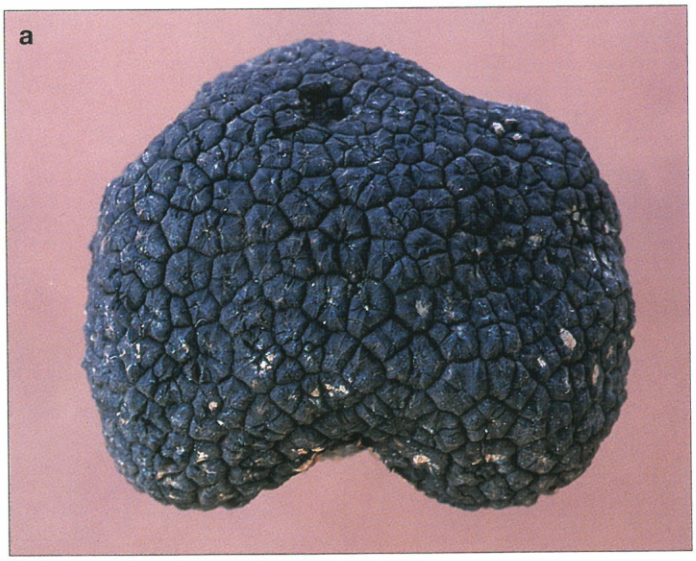


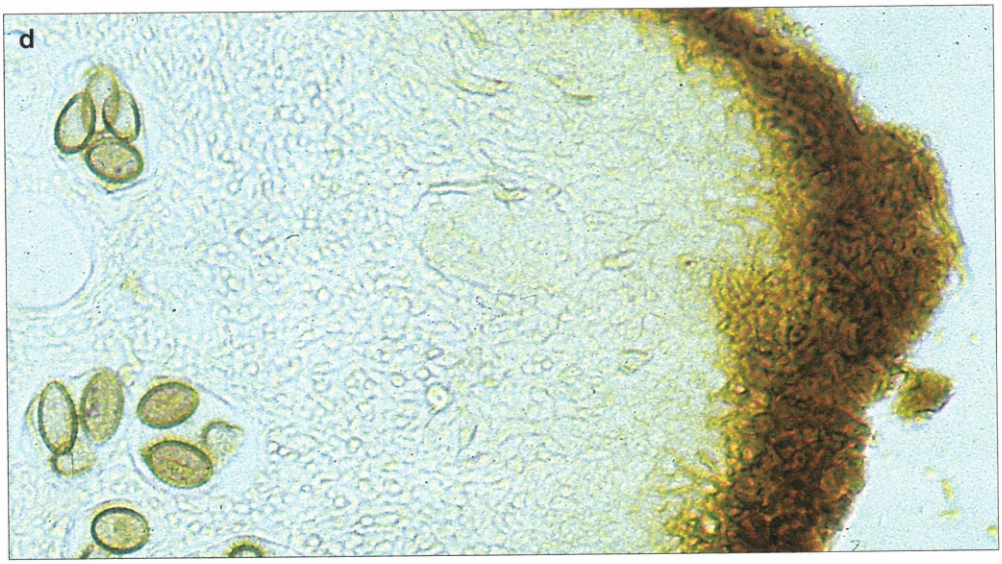
Fig. g - Gruppo di tartufi maturi.
Fig. h - Superficie esterna della micoclena con disegno a "puzzle" (X 750).
Fig. i - Micorriza ramificata di Roverella alla ripresa vegetativa , con apici chiari ove è intensa la moltiplicazione cellulare (X 18).
Fig. l - Micorriza ramificata di Roverella in fase di attiva crescita con micelio peritrofico (X 18).
Fig. m - Cistidi ramificati ad angolo ampio di colore ambra, caratteristici della specie (X 300).
Fig. n - Spora al microscopio elettronico a scansione densamente aculeata, con apici arrotondati (X 2000).
Foto: B. Granetti.

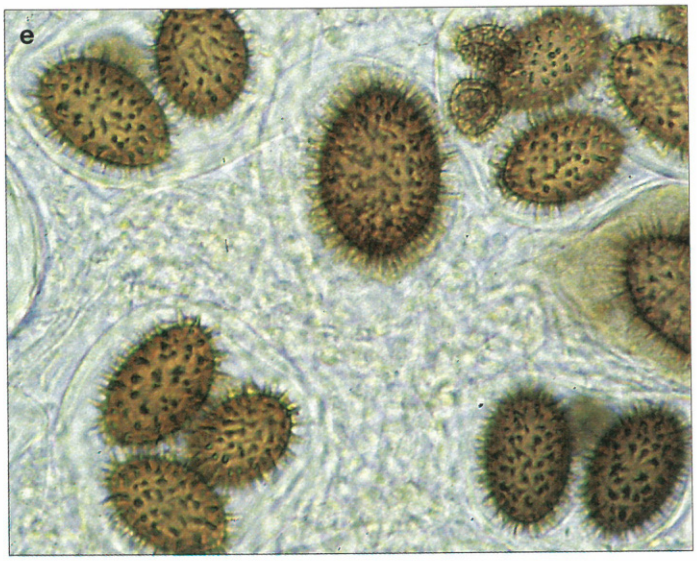
TAV. 2a - *Tuber brumale* Vittadini











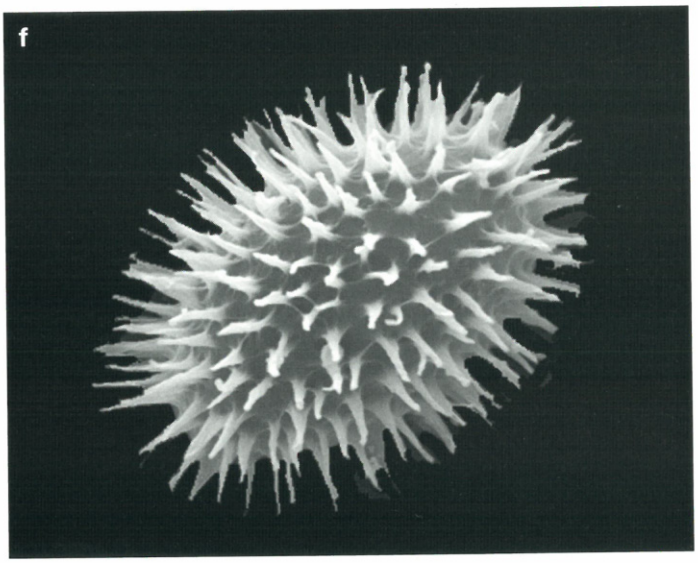
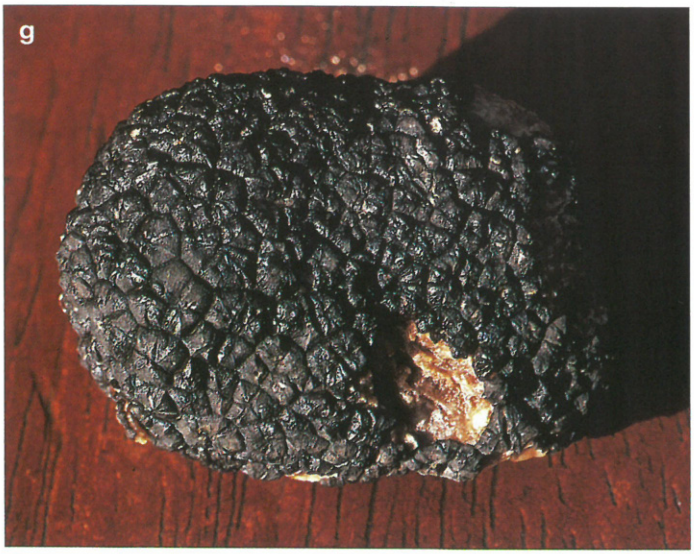


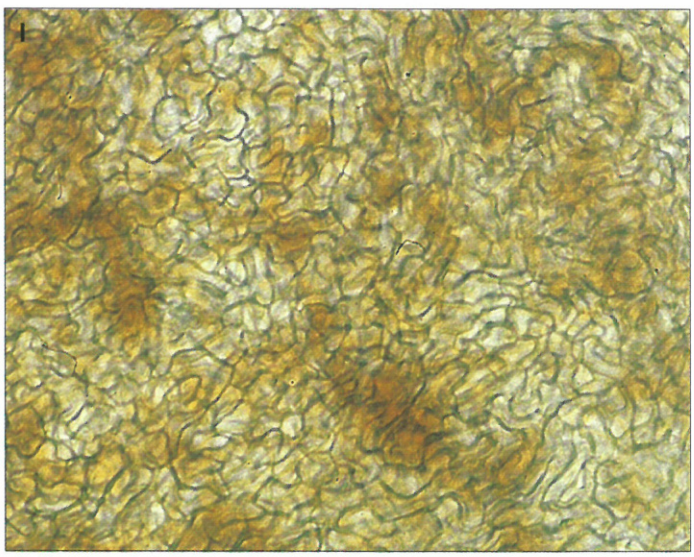
Fig. a - Tartufo maturo con verruche nere di piccole dimensioni.
Fig. b - Sezione di tartufo maturo con le vene sterili grandi, chiare e quelle fertili brunastre.
Fig. c - Superficie del peridio con verruche depresse all'apice.
Fig. d - Sezione del peridio e della gleba con gli aschi e le spore periferici (X 300); allestimento preparato: A. Rubini.
Fig. e - Aschi con spore ellissoidali aculeate (X 680).
Fig. f - Spora al microscopio elettronico a scansione con aculei sottili ed appuntiti (X 2000).
Foto: B. Granetti.

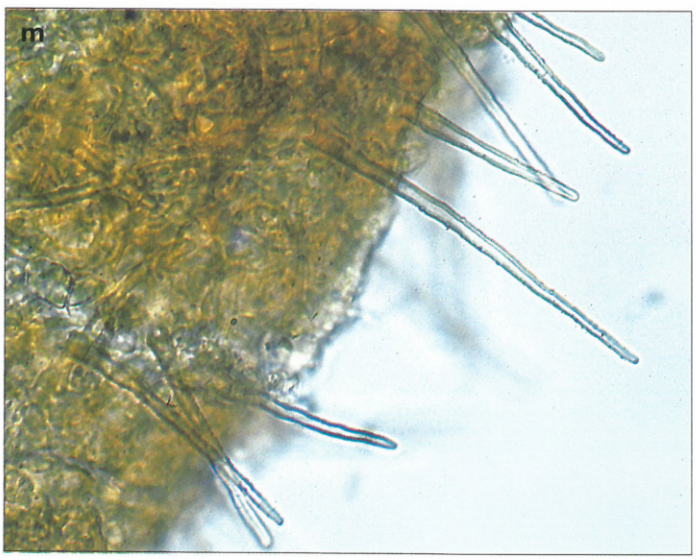
TAV. 2b - *Tuber brumale* Vittadini forma *moschatum* (Ferry) Ceruti











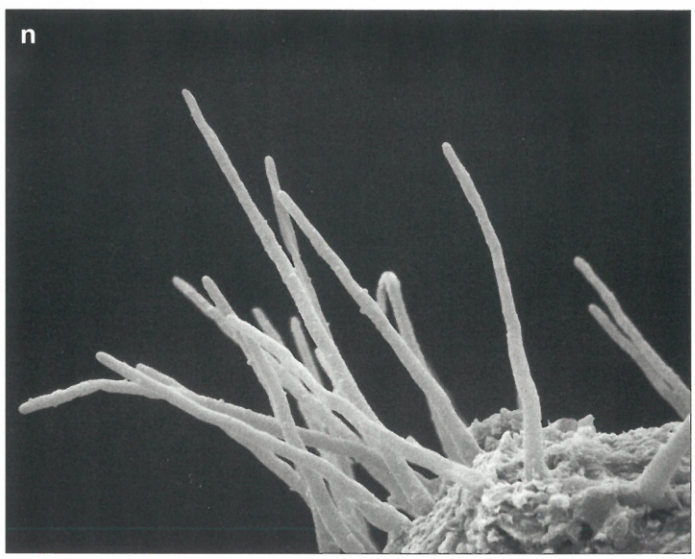


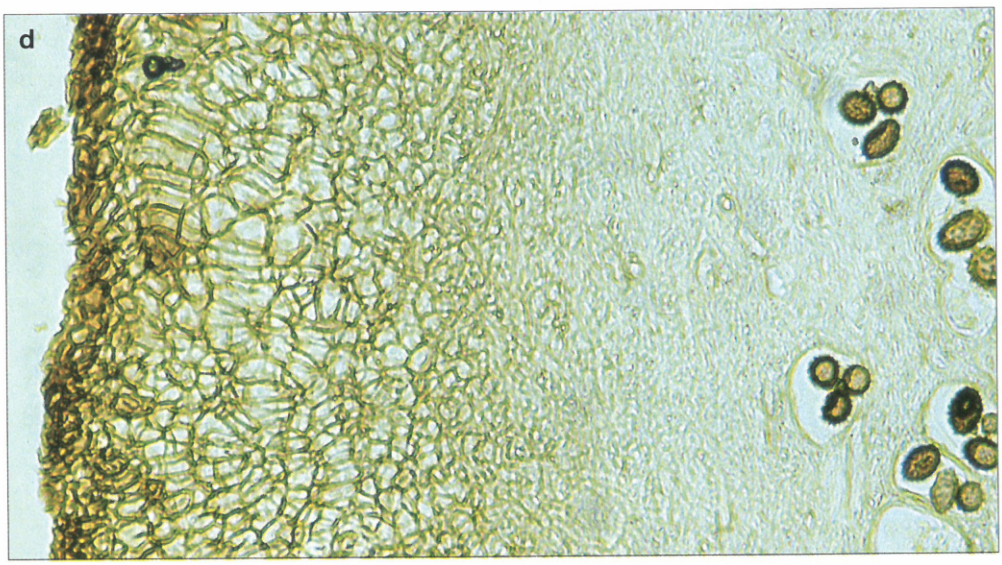
Fig. g - Tartufo con verruche nere depresse all'apice che si staccano facilmente dalla gleba.
Fig. h - Sezione di tartufo intero con la caratteristica gleba grigia e le vene sterili chiare e molto ampie, tipiche della forma *"moschatum"*.
Fig. i - Micorrize in stato di iniziale quiescenza di *T. brumale*, compresa la forma *"moschatum"* (X 18).
Fig. l - Superficie esterna della micoclena con disegno a "puzzle" (X 750).
Fig. m - Spinule relativamente corte e debolmente gialline (X 450).
Fig. n - Spinule al microscopio elettronico a scansione , robuste e dilatate alla base (X 450).
Foto: B. Granetti.

TAV. 3a - *Tuber indicum* Kooke e Massee











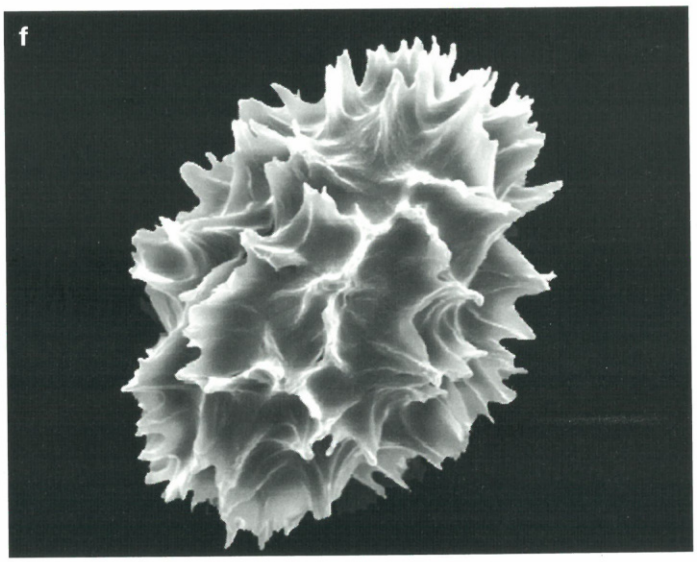


Fig. a - Tartufo con verruche di media grandezza.
Fig. b - Sezione di un tartufo maturo con le vene sterili color ruggine e quelle fertili molto scure.
Fig. c - Peridio con verruche di aspetto suberoso alla sommità.
Fig. d - Sezione del peridio e della gleba con le caratteristiche cellule a palizzata pluristratificate (X 250); allestimento preparato: A. Rubini.
Fig. e - Asco con spore aculeate fortemente melanizzate (X 680).
Fig. f - Spora al microscopio elettronico a scansione con aculei a larga base, saldati tra loro in vario modo, formando creste dentellate (X 2000).
Foto: B. Granetti.

TAV. 3b - *Tuber indicum* Kooke e Massee







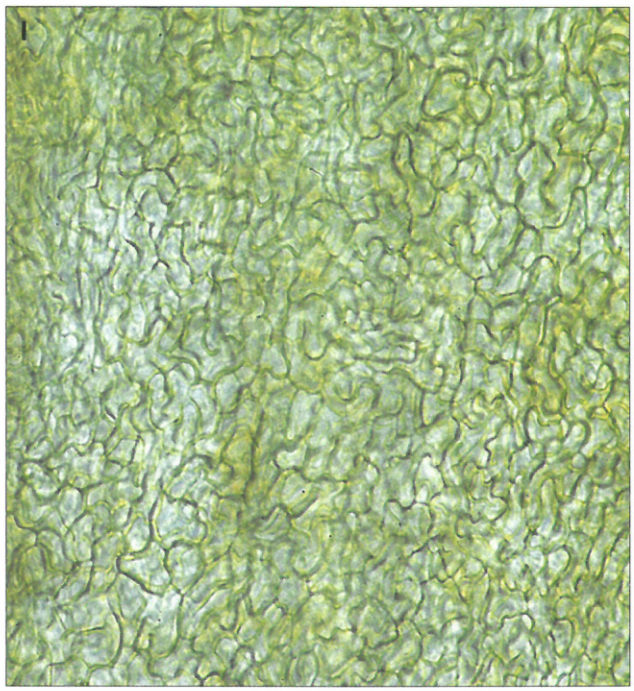
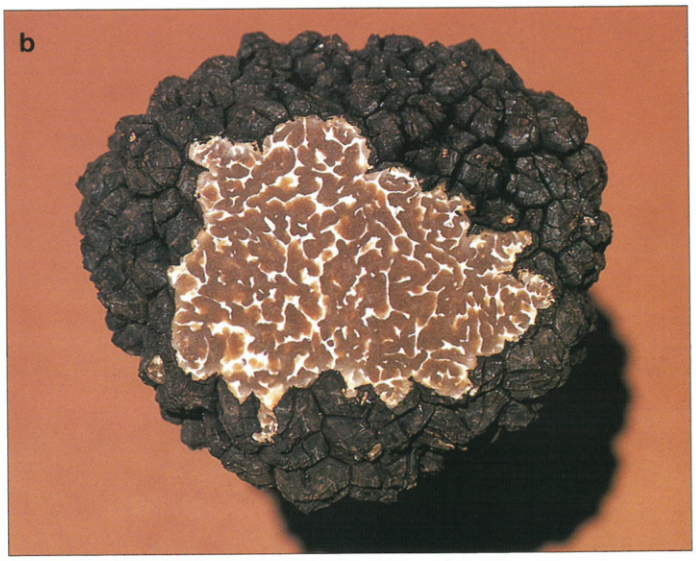


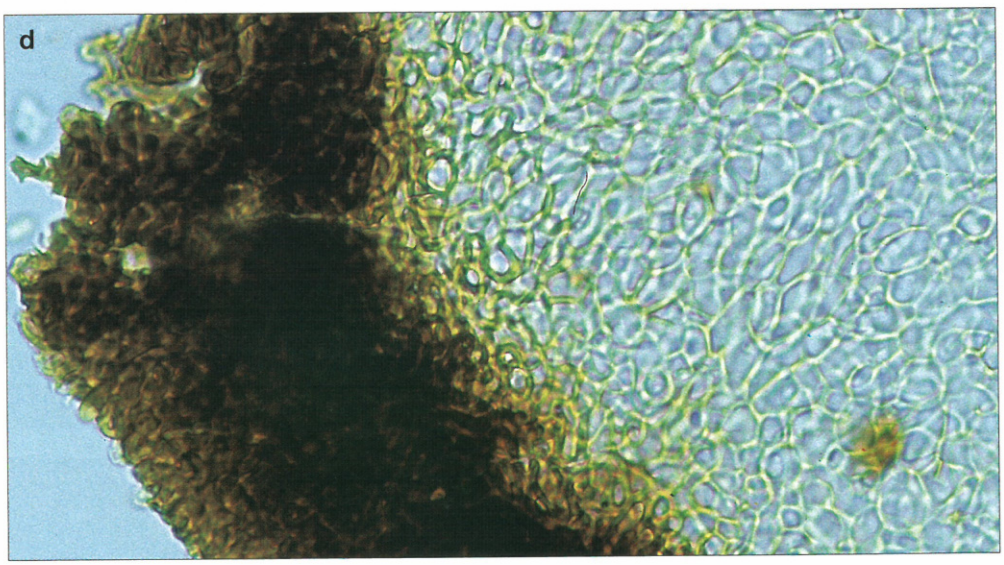
Fig. g - Gruppo di tartufi con verruche di varia grandezza.
Fig. h - Micorriza di Roverella ramificata, monopodiale, in attiva crescita (X 18).
Fig. i - Cistidi ramificati (X 300).
Fig. l - Superficie esterna della micoclena del tipo a "puzzle" (X 750).
Foto: B. Granetti.

TAV. 4a - *Tuber aestivum* Vittadini (=*T. uncinatum*)











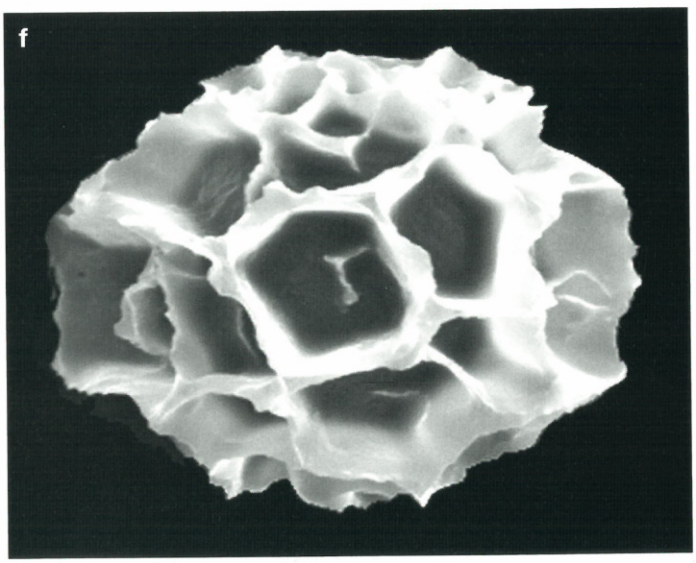
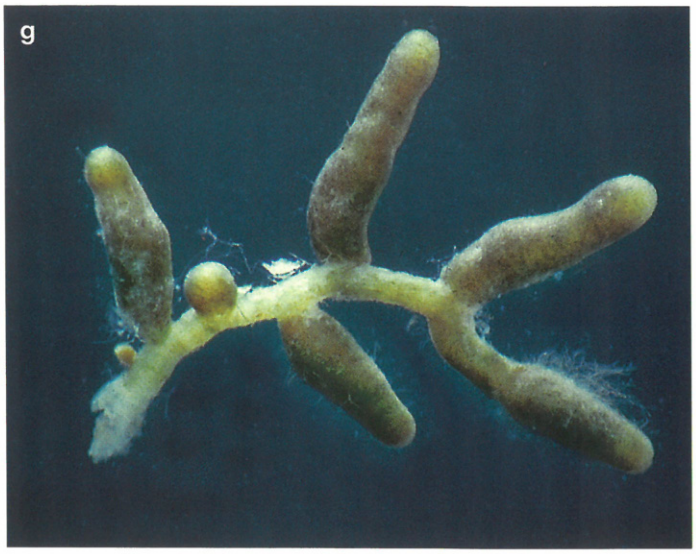


Fig. a - Tartufo maturo, morfotipo "uncinato" con verruche basse.
Fig. b - Tartufo maturo, morfotipo "estivo" con verruche grosse e alte.
Fig. c - Verruche con fini striature sulle facce e incrostazioni bianche di sali organici e minerali (morfotipo estivo).
Fig. d - Sezione del peridio e della gleba (X 450); allestimento preparato: A. Rubini.
Fig. e - Asco con tre spore e breve peduncolo (X 680).
Fig. f - Spora al microscopio elettronico a scansione con alveoli delimitati da pareti alte (X 2000).
Foto: B. Granetti.

TAV. 4b - *Tuber aestivum* Vittadini *(=T. uncinatum)*





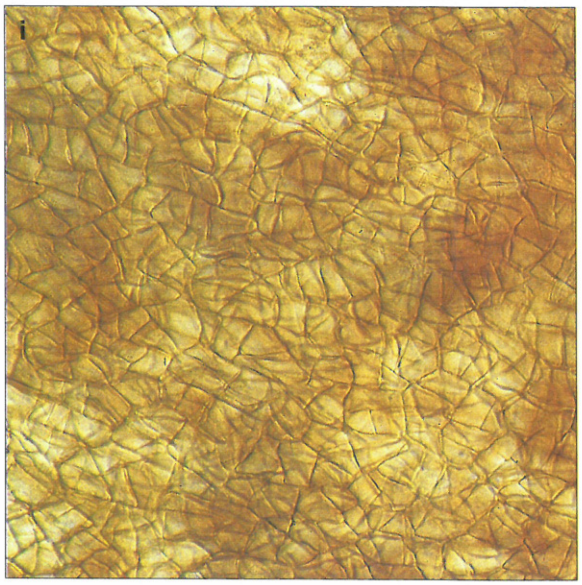
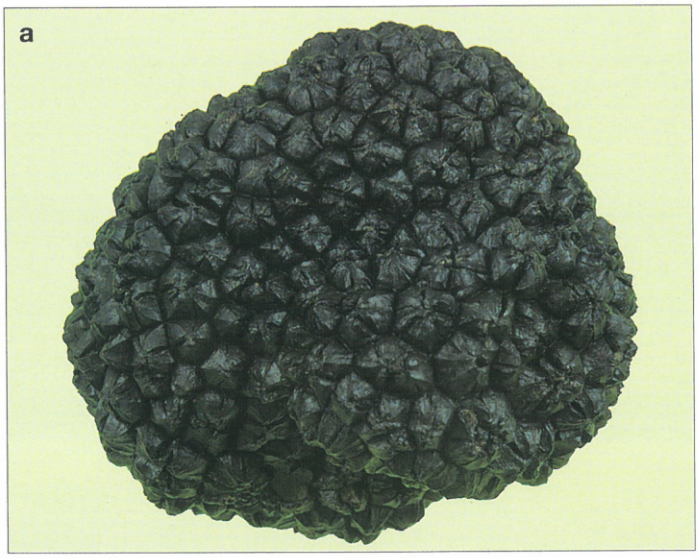




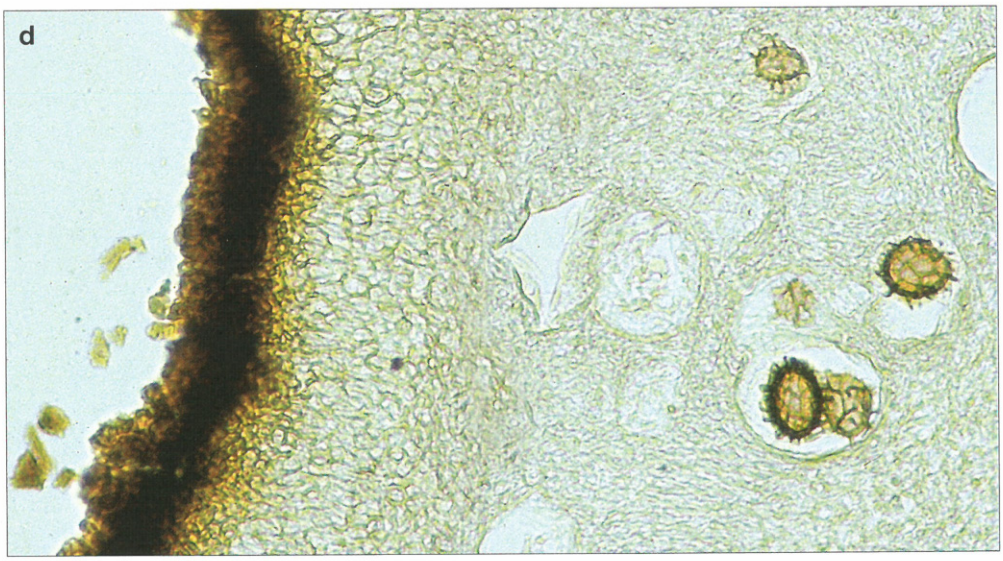
Fig. g - Micorrize di Nocciolo in fase di crescita (X 28).
Fig. h - Micorrize dicotomiche di Pino nero in attiva crescita (X 28).
Fig. i - Superficie esterna della micoclena del tipo poligonale (X 750).
Fig. l - Cistidi semplici e contorti di colore ambra (X 200).
Foto: B. Granetti.

TAV. 5a - *Tuber mesentericum* Vittadini











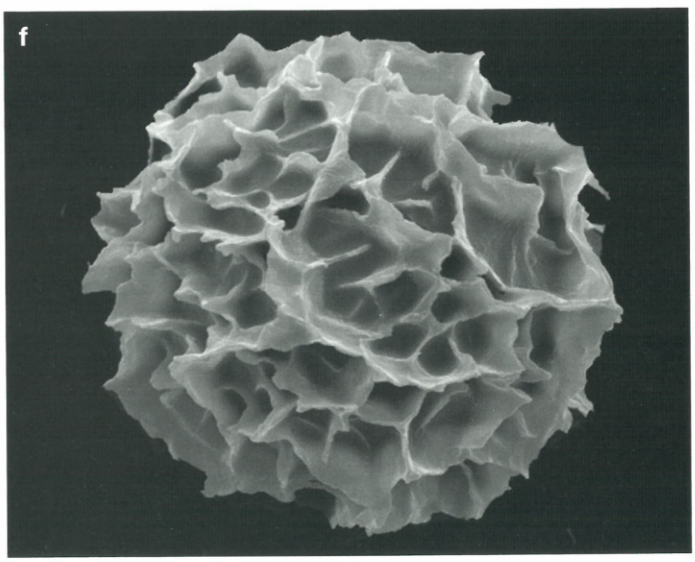
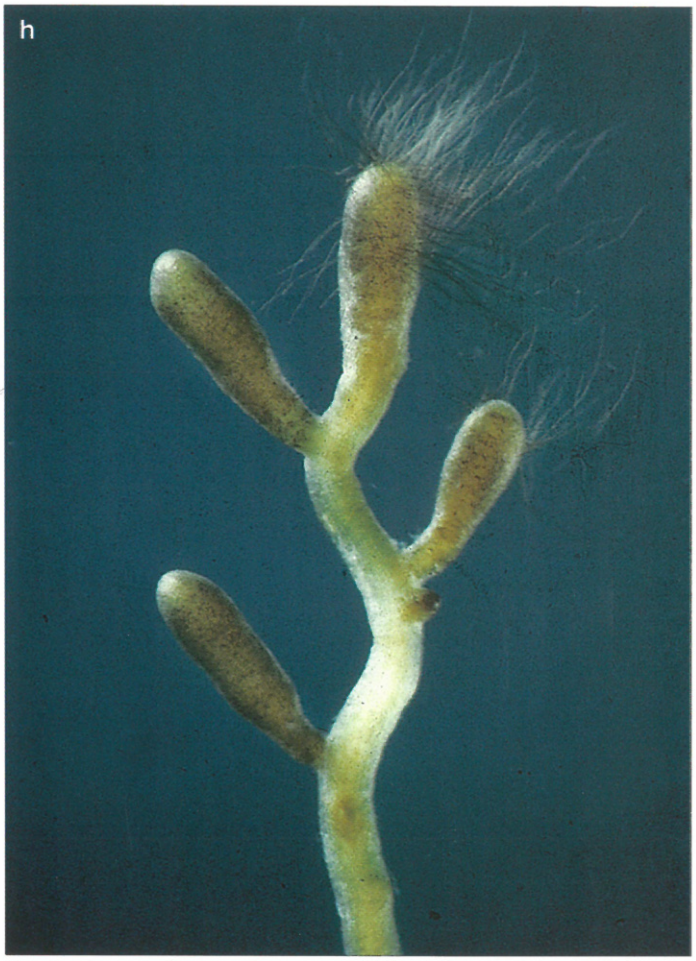
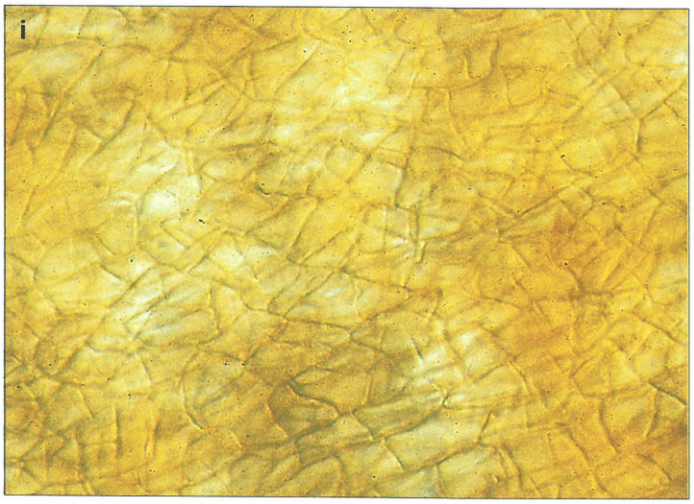


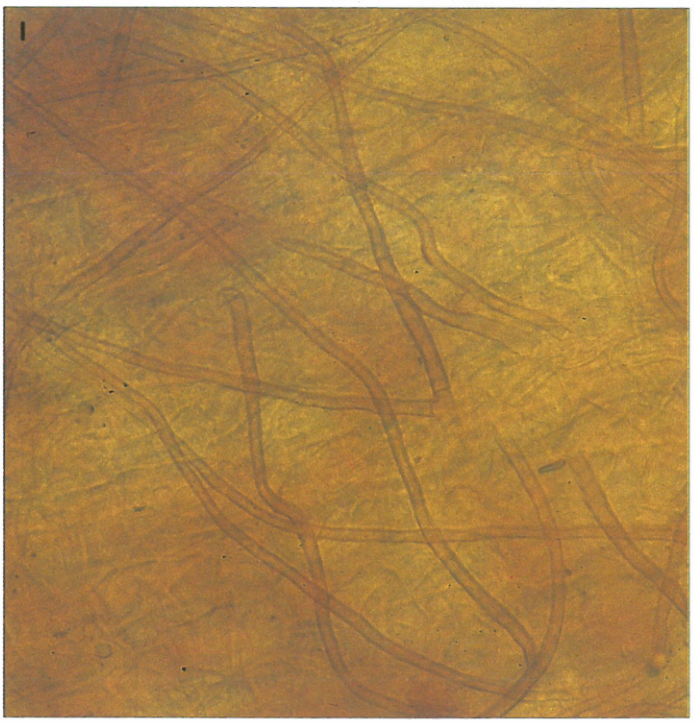
Fig. a - Tartufo intero con verruche nere.
Fig. b - Sezione di tartufo maturo con la caratteristica introflessione del peridio; le vene sterili sono bianche e quelle fertili di colore marrone.
Fig. c - Verruche molto fessurate.
Fig. d - Sezione del peridio e della gleba con gli aschi periferici (X 350); allestimento preparato: A. Rubini.
Fig. e - Asco con tre spore mature (X 680).
Fig. f - Spora al microscopio elettronico a scansione subsferica con creste che delimitano alveoli incompleti (X 2000).
Foto: B. Granetti.

TAV. 5b - *Tuber mesentericum* Vittadini









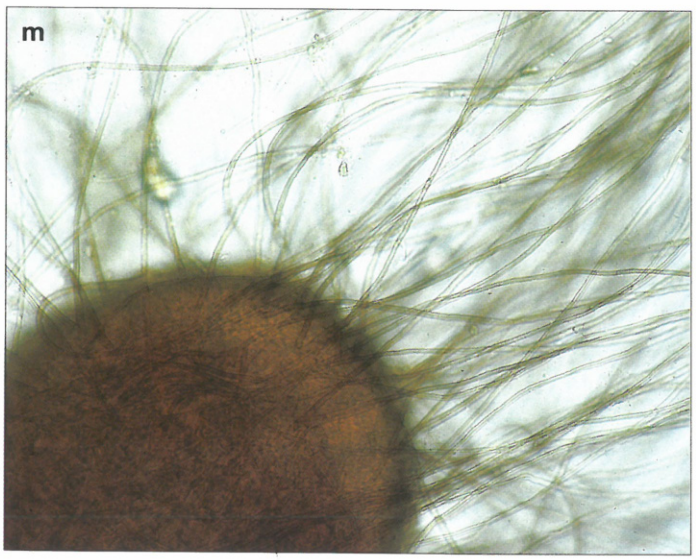
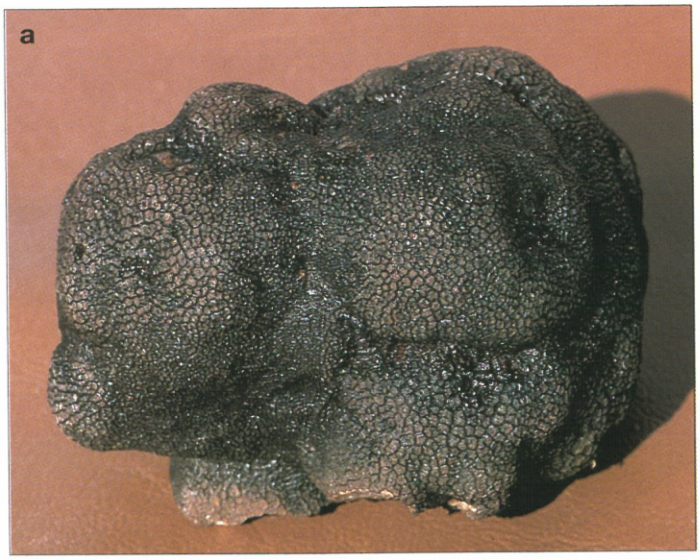
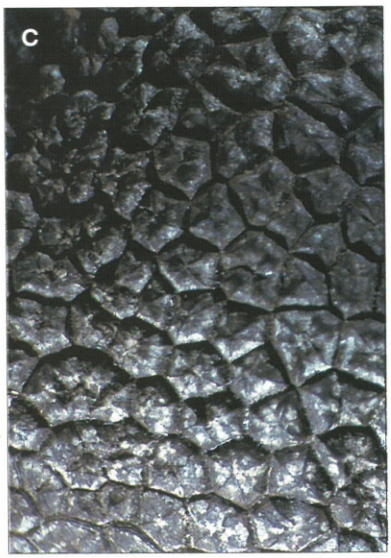


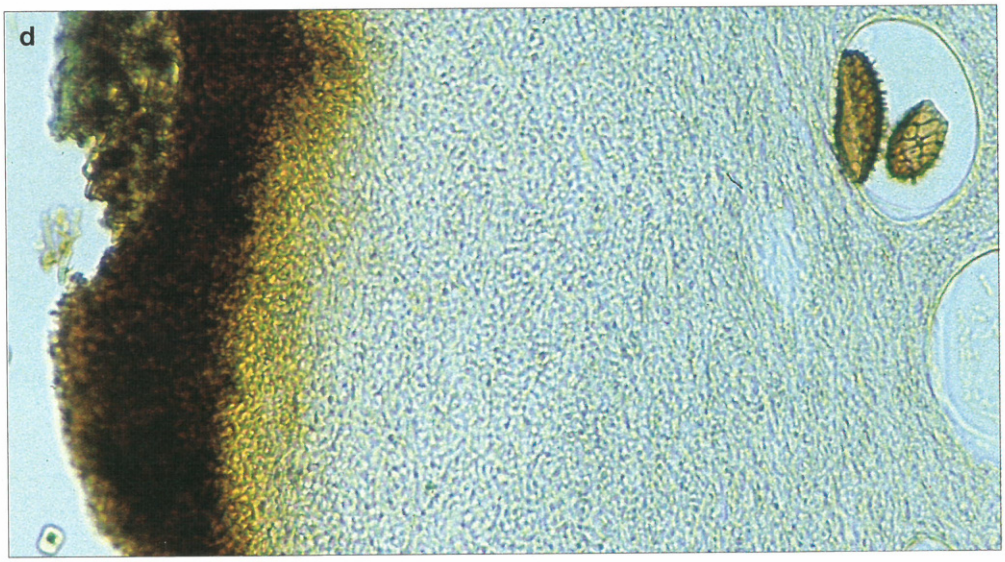
Fig. g - Gruppo di tartufi di forma irregolare.
Fig. h - Micorriza con cistidi a ciuffo di colore ambra (X 28).
Fig. i - Superficie esterna della micoclena con disegno poligonale (X 750).
Fig. l - Cistidi biforcati alla base, importante carattere diagnostico (X 550).
Fig. m - Apice di micorriza con cistidi di colore ambra (X 200).
Foto: B. Granetti.

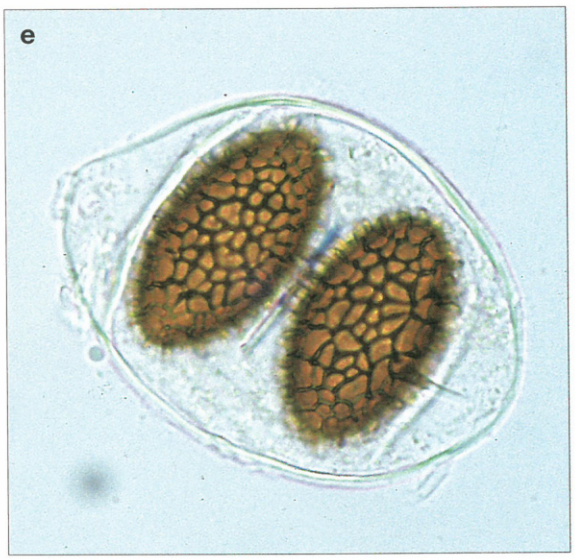
TAV. 6a - *Tuber macrosporum* Vittadini











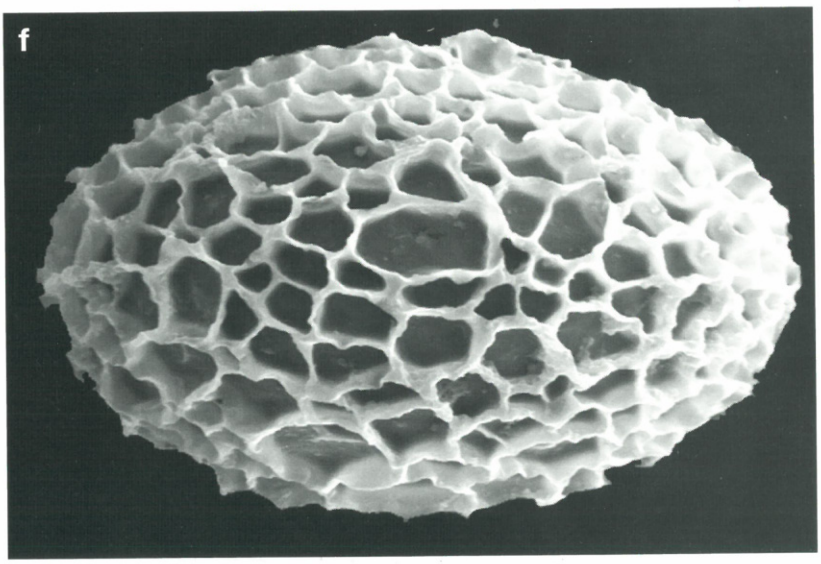
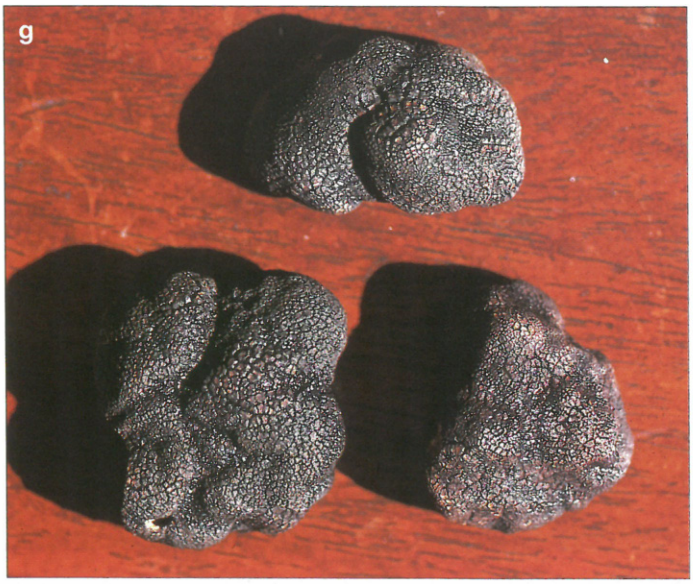
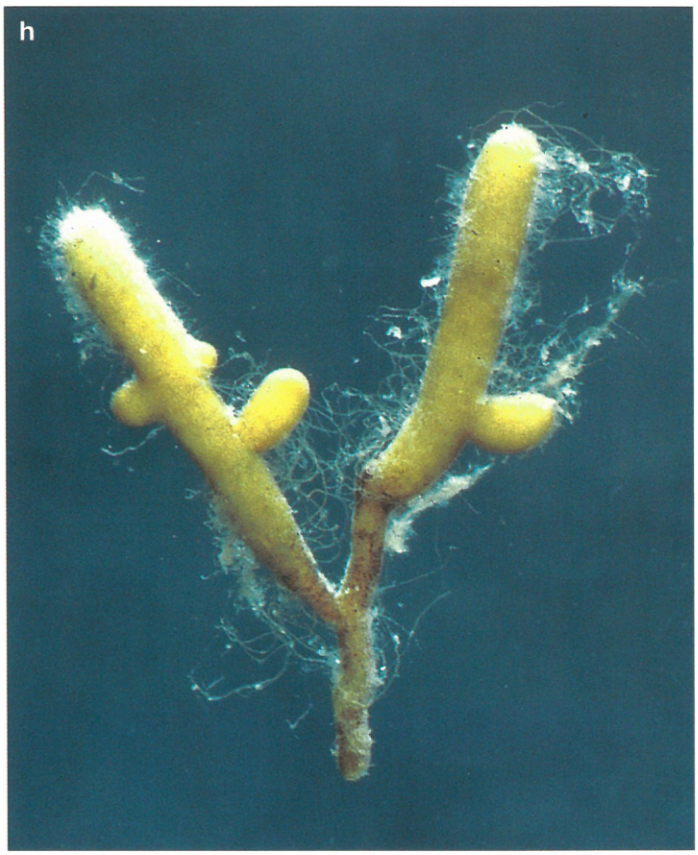
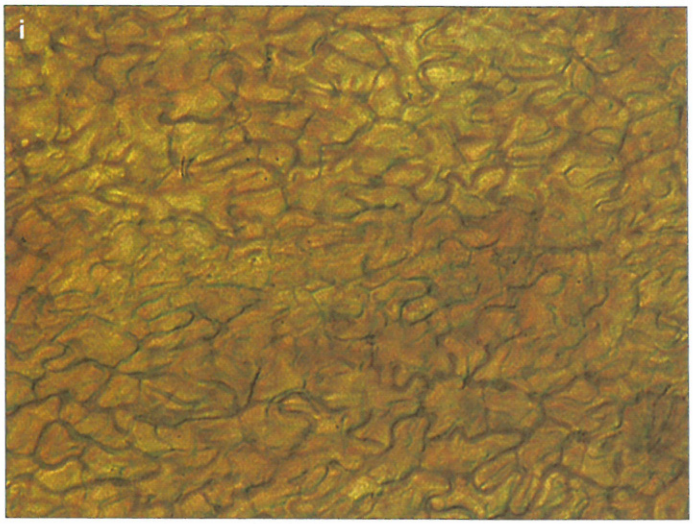


Fig. a - Tartufo con verruche minutissime.
Fig. b - Sezione di tartufo maturo con le vene sterili chiare e quelle fertili bruno-grigiastre.
Fig. c - Superficie di tartufo con verruche appiattite.
Fig. d - Sezione del peridio e della gleba (X 300); allestimento preparato: A. Rubini.
Fig. e - Asco con spore mature (X 550).
Fig. f - Spora al microscopio elettronico a scansione con alveoli piccoli ed irregolari (X 1500).
Foto: B. Granetti.

TAV. 6b - *Tuber macrosporum* Vittadini







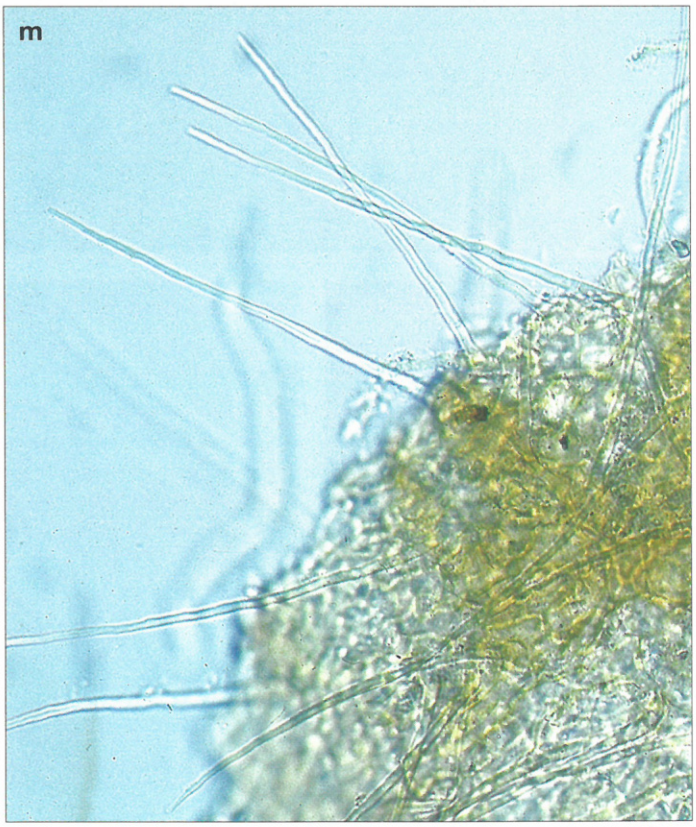
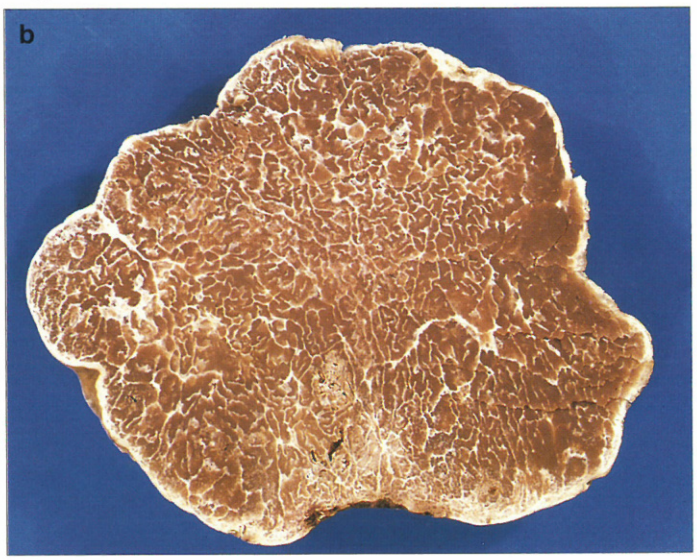


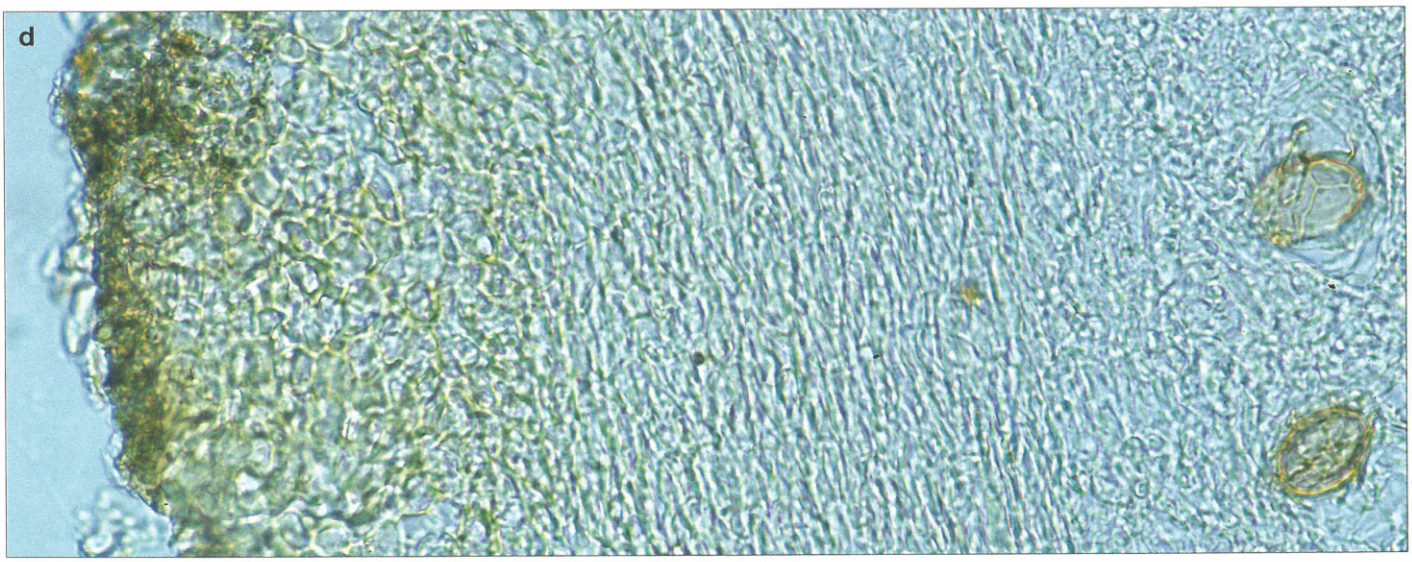


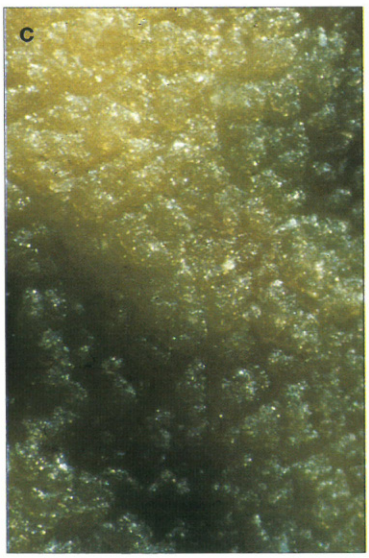
Fig. g - Gruppo di tartufi maturi.
Fig. h - Due micorrize ramificate in fase di crescita con micelio peritrofico (X 28).
Fig. i - Superficie esterna della micoclena del tipo a "puzzle" (X 750).
Fig. l - Cistidi ramificati tipici della specie (X 200).
Fig. m- Spinule con parete molto ispessita (X 550).
Foto: B. Granetti.

TAV. 7a - *Tuber magnatum* Pico











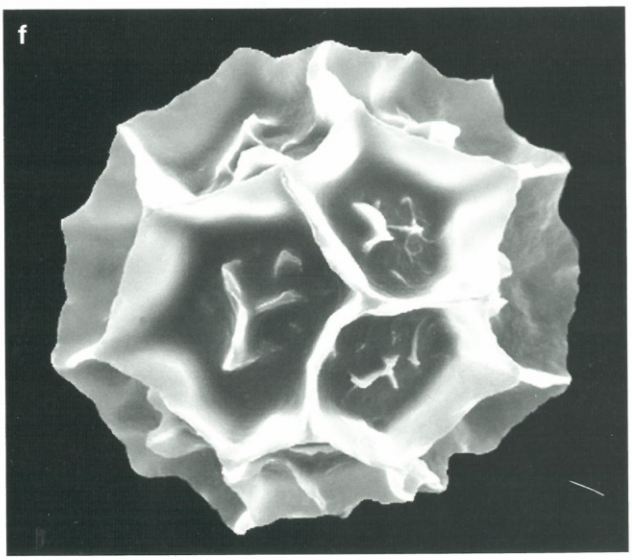


Fig. a - Esemplare di tartufo di 320 g al punto ottimale di maturazione.
Fig. b - Sezione di tartufo con le vene sterili bianche e quelle fertili color nocciola.
Fig. c - Peridio del tartufo finemente papilloso.
Fig. d - Sezione del peridio e della gleba (X 450); allestimento preparato: A. Rubini.
Fig. e - Asco con spore ellissoidali (X 680).
Fig. f - Spora al microscopio elettronico a scansione subsferica con grandi alveoli (X 2000).
Foto: B. Granetti.

TAV. 7b - *Tuber magnatum* Pico

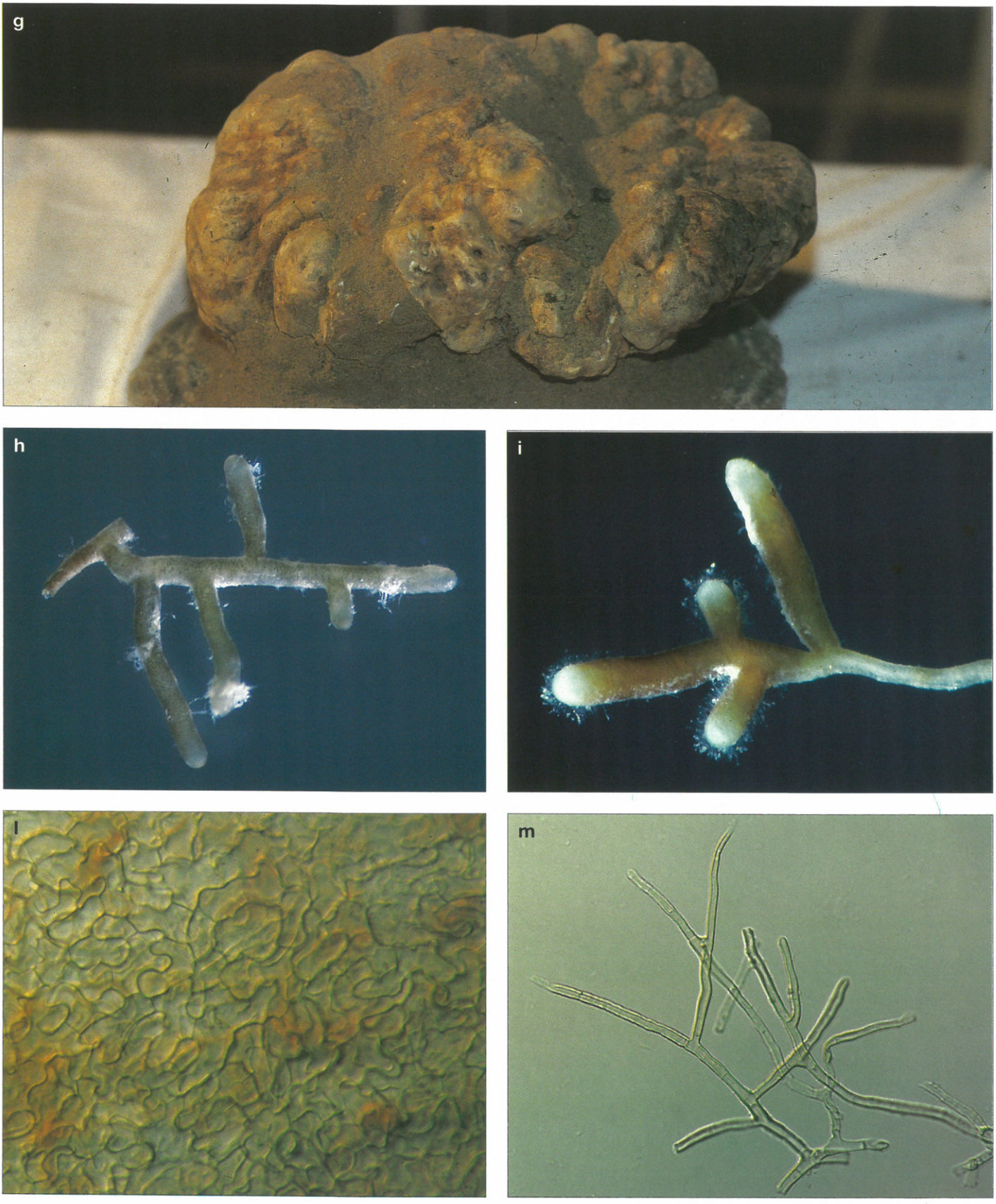
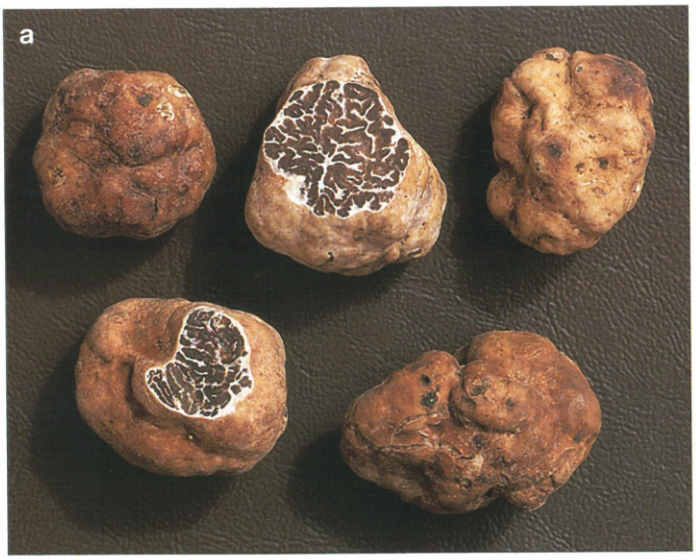
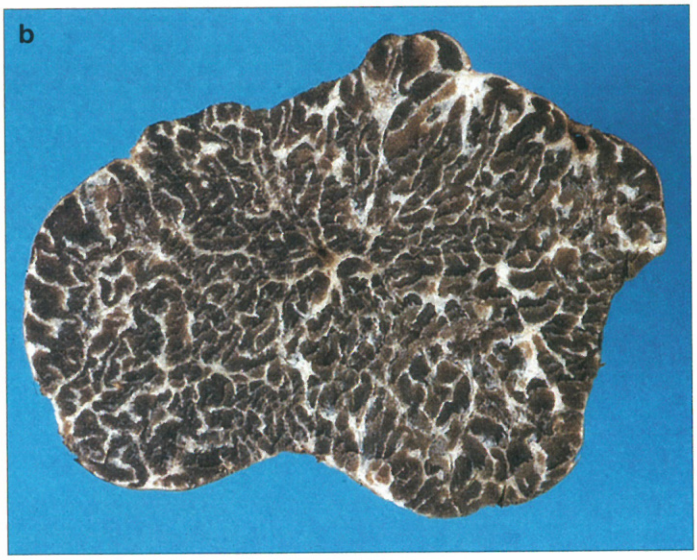
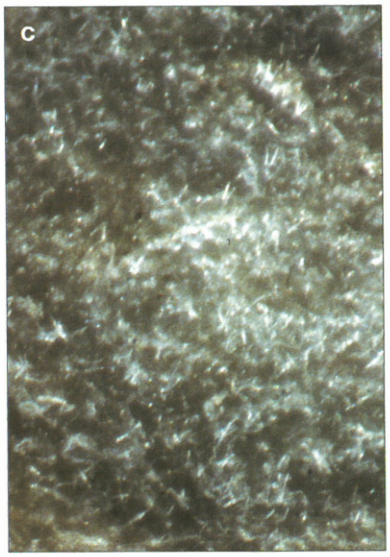


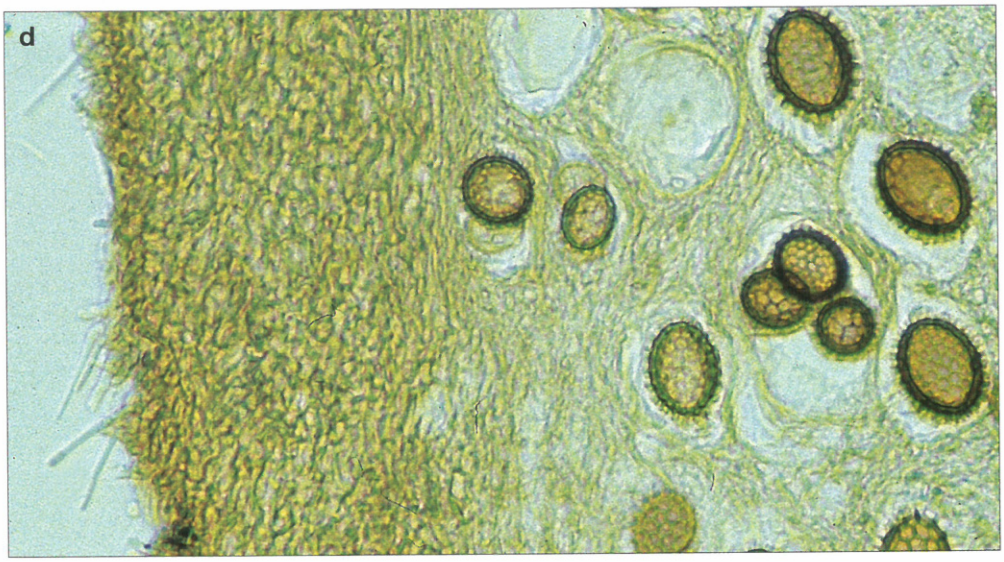
Fig. g - Esemplare di tartufo bianco del peso di 2,370 Kg, esposto alla mostra mercato di S. Agata Feltria e poi a Gubbio nel novembre del 1991 dal sig. A. Canolla.
Fig. h - Micorriza di Cerro, ramificata in attiva crescita, con elementi peritrofici e il caratteristico colore grigiastro che si osserva generalmente in primavera (X 18).
Fig. i - Micorriza di Pioppo bianco, ramificata, in fase di crescita che ha perduto quasi totalmente il colore grigiastro per assumere una tinta nocciola-ambra (X 25).
Fig. l - Superficie esterna della micoclena con disegno a "puzzle" ben marcato (X 750).
Fig. m - Cistidi ialini, con ramificazioni ad ampio angolo, caratteristici della specie (X 450).
Foto: B. Granetti.

TAV. 8a - *Tuber borchii* Vittadini











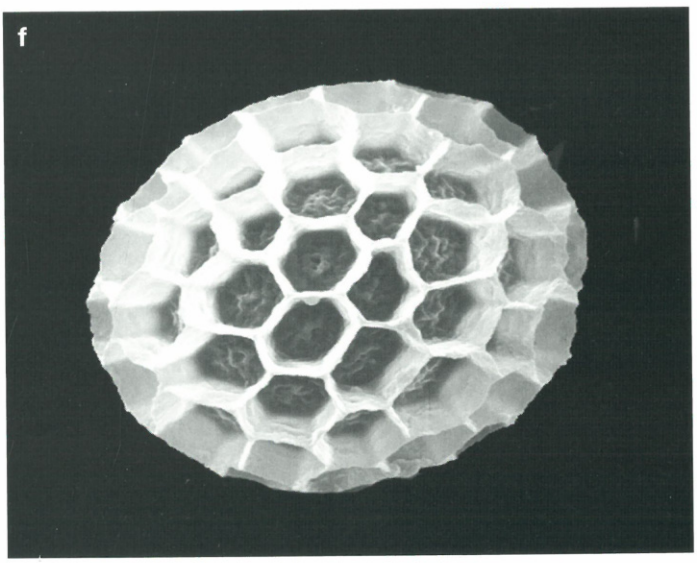
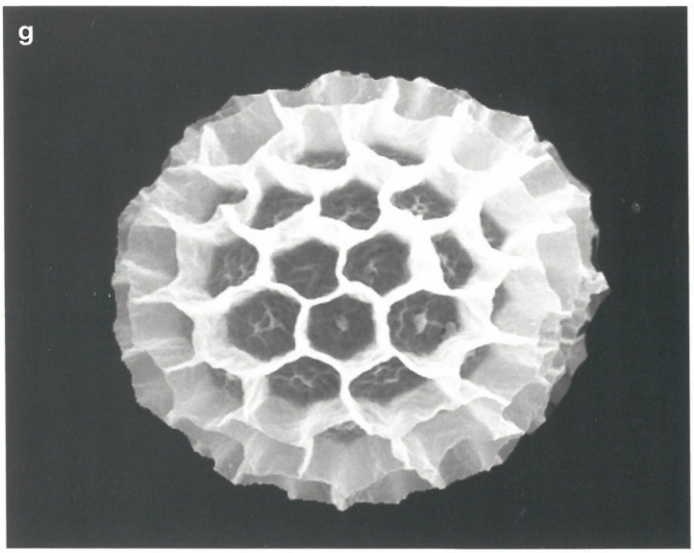
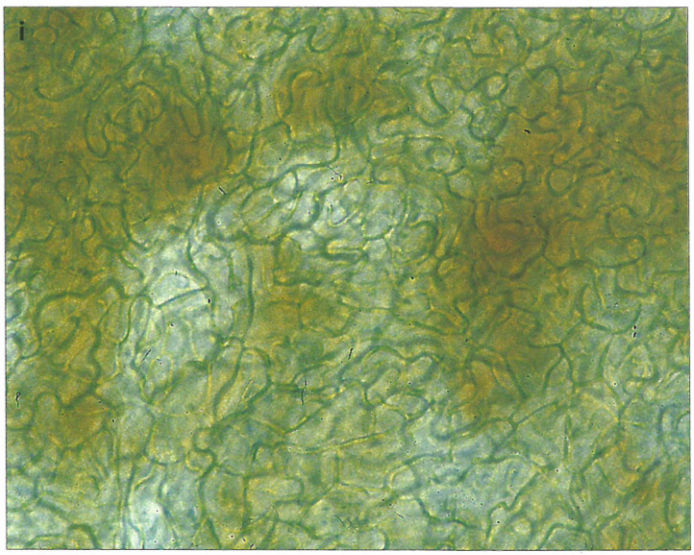


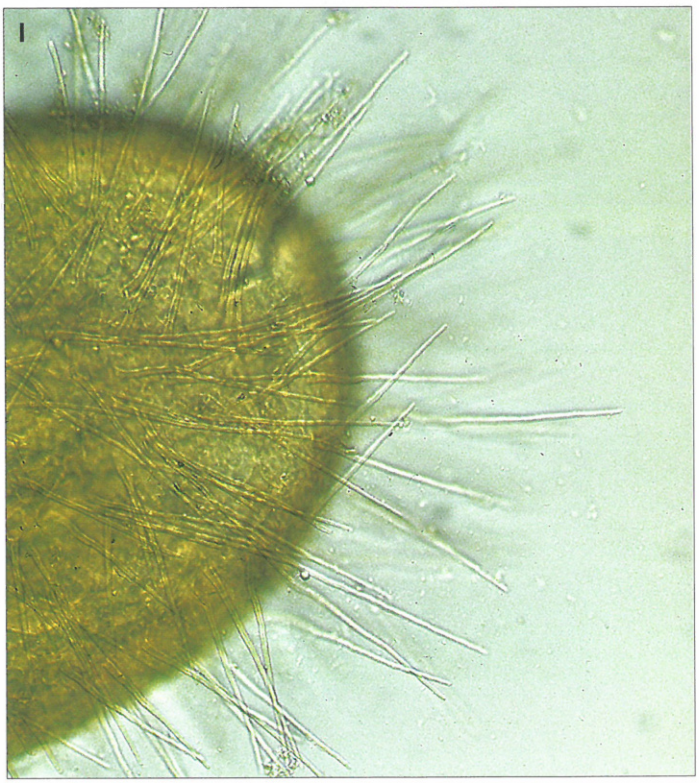
Fig. a - Gruppo di tartufi maturi di cui due sezionati.
Fig. b - Sezione di tartufo con le vene fertili nocciola-rosato.
Fig. c - Superficie di tartufo finemente pelosa per la presenza di spinule.
Fig. d - Sezione del peridio e della gleba con aschi e spore; sulla superficie si osservano le spinule (X 450); allestimento preparato: A.Rubini
Fig. e - Asco con tre spore di aspetto reticolato (piccoli alveoli regolari) (X 680).
Fig. f - Spora al microscopio elettronico a scansione con alveoli regolari prevalentemente esagonali (X 2000).
Foto: B. Granetti.

TAV. 8b - *Tuber borchii* Vittadini









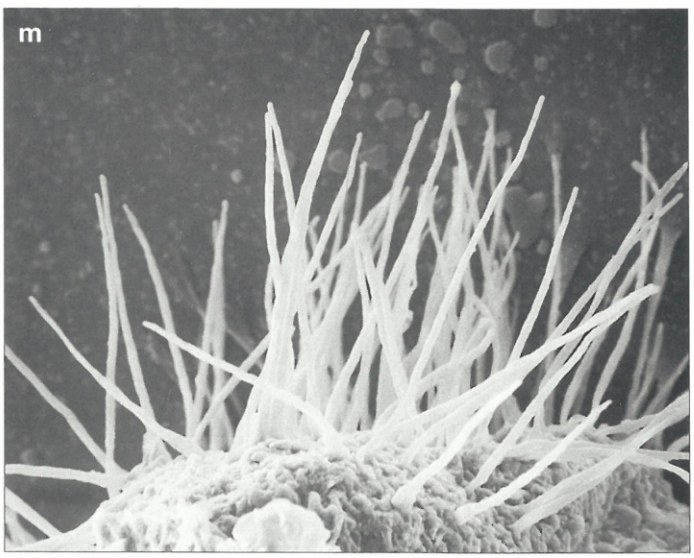


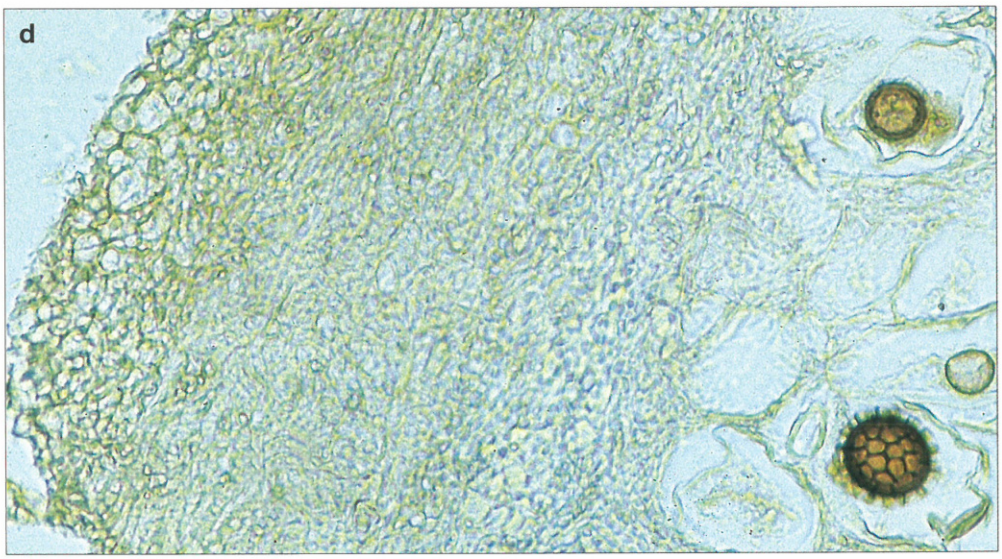
Fig. g - Spora al microscopio elettronico a scansione con alveoli per lo più esagonali (X 2000).
Fig. h - Micorrize ramificate in fase di accrescimento (X 28).
Fig. i - Superficie esterna della micoclena del tipo a "puzzle" (X 750).
Fig. l - Apice di micorriza con le spinule (X 250).
Fig. m - Spinule al microscopio elettronico a scansione (X 450).
Foto: B. Granetti.

TAV. 9 - *Tuber oligospermum* (Tulasne *et* C. Tulasne) Trappe











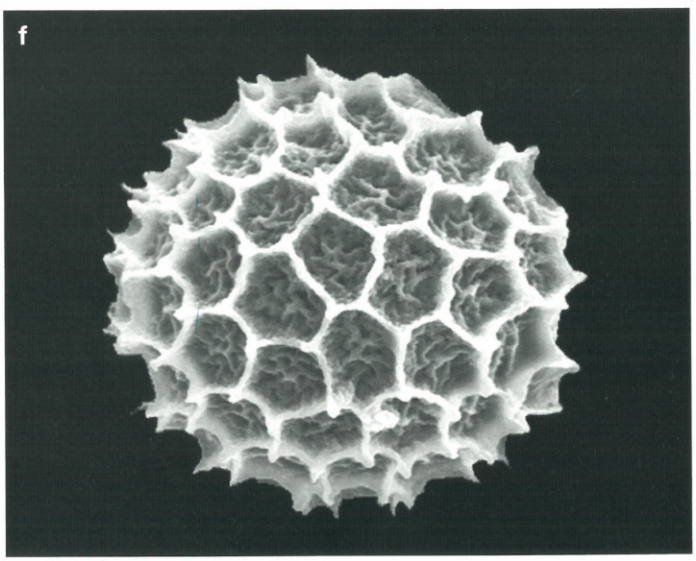
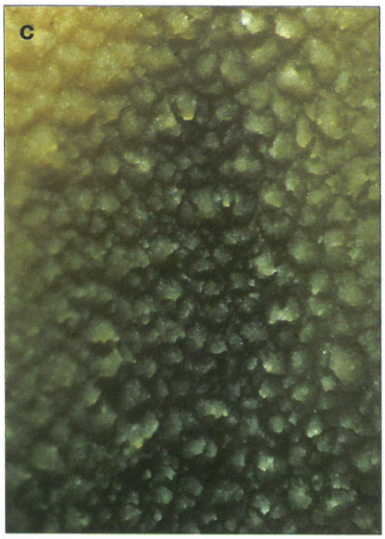


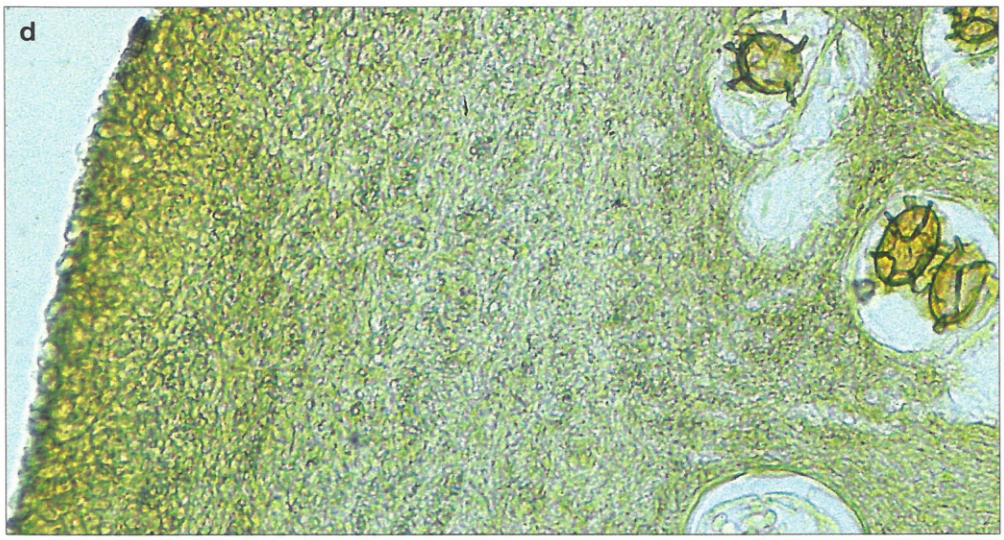
Fig. a - Tartufo globoso con solchi biancastri per la presenza di micelio.
Fig. b - Sezione di tartufo con le vene sterili biancastre molto ramificate e quelle fertili nocciola-rosato.
Fig. c - Superficie del peridio finemente papillosa.
Fig. d - Sezione del peridio e della gleba con gli aschi e le spore periferici (X 450); allestimento preparato: A. Rubini.
Fig. e - Asco monosporico e spora sferica con alveoli esagonali regolari (X 680).
Fig. f - Spora al microscopio elettronico a scansione con alveoli piccoli, regolari e con rilievi al loro interno (X 2000).
Foto: B. Granetti.

TAV. 10 - *Tuber excavatum* Vittadini











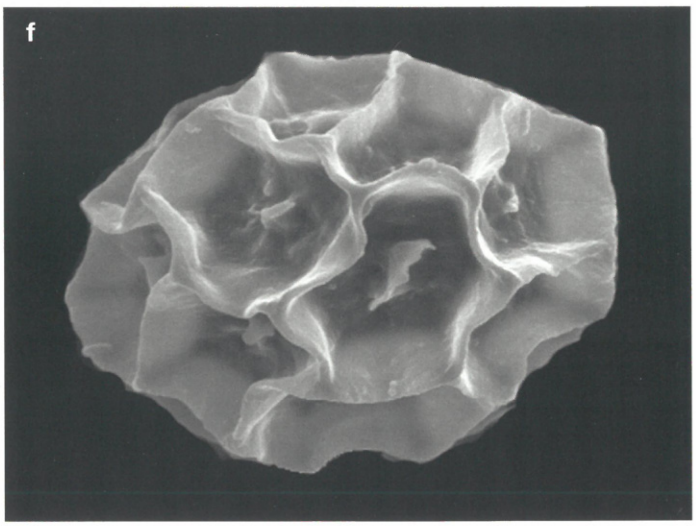
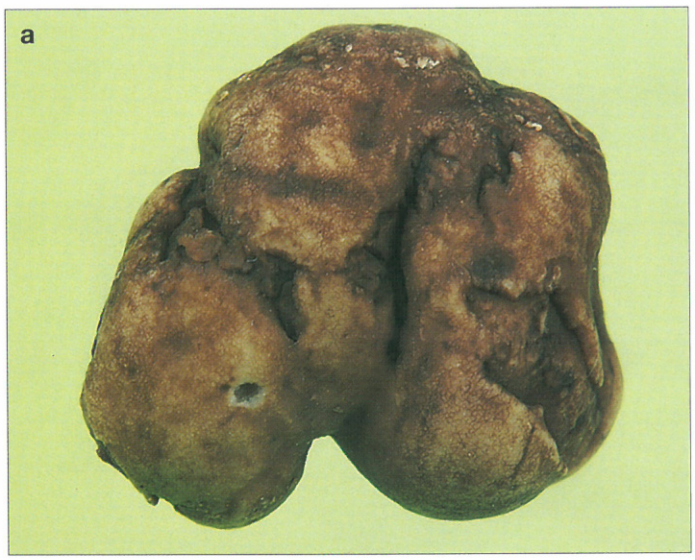


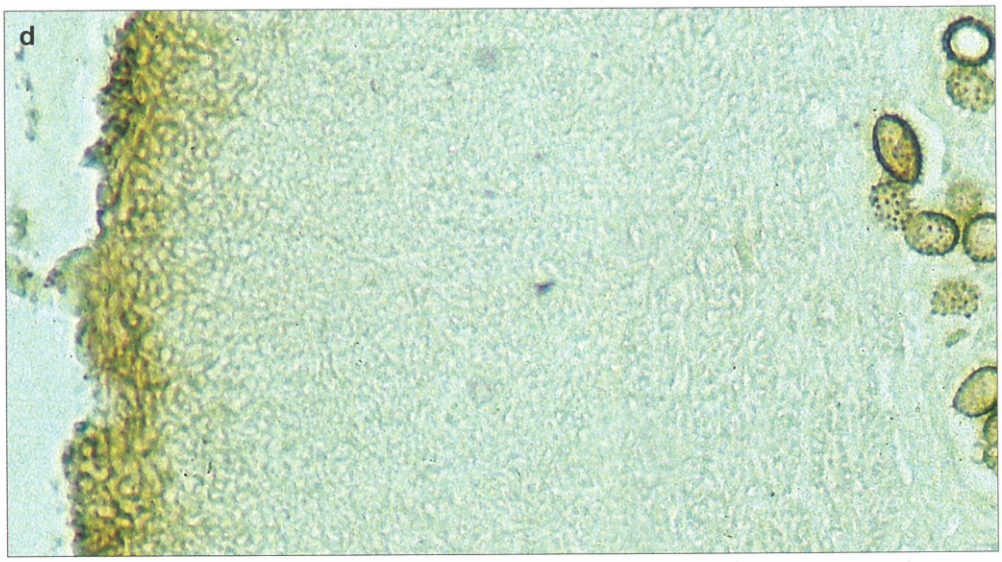
Fig. a - Tartufi con il caratteristico incavo nella parte basale.
Fig. b - Sezione di tartufo in cui si nota la cavità interna che è assente nelle specie di *Tuber* più evolute; le vene sterili sono chiare e quelle fertili color nocciola.
Fig. c - Superficie del peridio finemente papillosa soprattutto in corrispondenza delle depressioni.
Fig. d - Sezione del peridio e della gleba con gli aschi e le spore periferici (X 350); allestimento preparato: A. Rubini.
Fig. e - Asco peduncolato con le spore alveolate, mature (X 680).
Fig. f - Spora al microscopio elettronico a scansione con grandi alveoli delimitati da pareti alte e sottili (X 2000).
Foto: B. Granetti.

TAV. 11 - *Tuber rufum* Pico











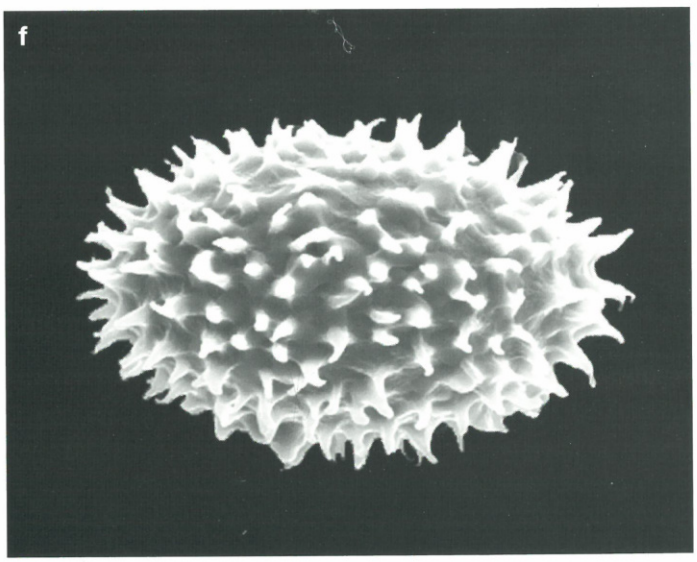


Fig. a - Tartufo maturo con peridio rossiccio scuro.
Fig. b - Sezione di tartufo maturo con le vene sterili, chiare, ben marcate e quelle fertili nocciola-rosato.
Fig. c - Superficie del peridio con verruche molto piccole e schiacciate.
Fig. d - Sezione del peridio e della gleba con gli aschi e le spore periferici (X 300); allestimento preparato: A. Rubini.
Fig. e - Asco peduncolato con due spore mature, aculeate (X 680).
Fig. f - Spora al microscopio elettronico a scansione ellissoidale con aculei corti e robusti (X 2000).
Foto: B. Granetti.

Le principali specie eduli di tartufo nel mondo

17

Dopo avere analizzato in dettaglio i tartufi di nostro interesse diamo uno sguardo alla distribuzione delle specie eduli nel mondo.

Nei paesi sottoelencati si trovano allo stato spontaneo i seguenti tartufi che vengono ordinariamente raccolti e commecializzati.

ITALIA: *T. melanosporum, T. brumale* (compresa la forma *moschatum), T. aestivum, T. uncinatum, T. mesentericum, T. macrosporum, T. magnatum, T. borchii.*

FRANCIA: *T. melanosporum, T. brumale* (compresa la forma *moschatum), T. aestivum, T. uncinatum, T. mesentericum, T. macrosporum, T. borchii.*

SPAGNA: *T. melanosporum, T. brumale, T. aestivum, T. uncinatum.*

PORTOGALLO: *T. melanosporum, T. uncinatum.*

AUSTRIA: *T. aestivum, T. uncinatum.*

SVIZZERA: *T. melanosporum, T. uncinatum, T. mesentericum, T. macrosporum, T. magnatum, T. borchii.*

GERMANIA: *T. brumale, T. aestivum, T. uncinatum, T. mesentericum, T. macrosporum, T. borchii.*

BELGIO: *T. uncinatum.*

OLANDA: *T. uncinatum.*

DANIMARCA: *T. uncinatum, T. borchii.*

SVEZIA: *T. aestivum, T. uncinatum, T. mesentericum.*

INGHILTERRA: *T. brumale, T. aestivum, T. uncinatum, T. mesentericum, T. macrosporum, T. borchii.*

REPUBBLICA CECA: *T. unicinatum, T. borchii.*

REPUBBLICA DI SLOVACCHIA: *T. uncinatum, T. borchii.*

POLONIA: *T. brumale; T. mesentericum, T. uncinatum, T. borchii.*

FINLANDIA: *T. borchii.*

RUSSIA: *T. uncinatum.*

UNGHERIA: *T. brumale, T. aestivum, T. uncinatum, T. mesentericum, T. borchii.*

BULGARIA: *T. melanosporum, T. uncinatum.*

EX JUGOSLAVIA: *T. melanosporum, T. aestivum, T. uncinatum, T. magnatum.*

ALBANIA: *T. magnatum.*

GRECIA: *T. melanosporum, T. aestivum.*

TURCHIA: *T. melanosporum, T. aestivum, T. uncinatum.*

MAROCCO: *T. uncinatum, T. borchii* var.*sphaerosperma.*

CINA: *T. indicum, T. himalayense, T. sinense, T. borchii.*

STATI UNITI: *T. gibbosum* (tartufo bianco dell'Oregon), *T. texense* (tartufo del Texas).

L'elenco ovviamente non è completo.

Numerose altre specie sono presenti nei suddetti paesi ed anche in altri, ma il loro valore economico è pressoché nullo avendo qualità gastronomiche scadenti.

Emerge con chiarezza che i tartufi di alto pregio sono presenti in aree relativamente ristrette nell'ambito delle quali soltanto determinati siti con precise caratteristiche pedoclimatiche producono questi preziosi funghi.

La bassa produzione complessiva e la crescente richiesta di mercato dei tartufi sta determinando l'ampliamento dell'area produttiva attraverso la loro coltivazione in regioni le più diverse del globo.

Appare dunque prioritaria l'esigenza di valorizzare le aree naturali dei tartufi pregiati ove esprimono le migliori qualità organolettiche per incrementarne la produzione mondiale.

18 Composizione chimica e valore nutritivo del tartufo

La curiosità di conoscere la composizione chimica del tartufo è molto vecchia e già nel 1800 sono state fatte analisi dei carpofori di *T. melanosporum* (Chatin, 1892).

Con l'ausilio di moderne attrezzature è stato possibile effettuare determinazioni analitiche molto fini, degli amminoacidi, degli zuccheri, dei grassi, dei sali minerali e degli aromi. Maggiormente studiato è il *T. melanosporum* la cui composizione a livello dei principali costituenti emerge dalle ricerche di Andreotti e Casoli (1968). Più recenti sono le analisi comparative effettuate sul *T. melanosporum* e sul *T. magnatum*, quest'ultimo finora poco studiato, da Coli *et al.* (1990). I carpofori di *T. magnatum* sono stati raccolti sotto *Populus nigra* nelle vicinanze di Città di Castello e quelli di *T. melanosporum*. in una tartufaia di *Quercus pubescens* a pochi chilometri da Spoleto. I tartufi erano nello stadio di completa maturazione, con carne soda, integra e perfettamente sana. I rapporti tra i principali gruppi di sostanze esaminate risultano dalla Tab. 1 in cui si osserva che il contenuto di acqua è circa l'82,5%, inferiore a quello dei funghi epigei che è circa il 90%. I valori sono diversi nelle due specie particolarmente quello dell'azoto non proteico. Un altro dato interessante è l'alto contenuto proteico e delle ceneri. L'analisi degli amminoacidi, ottenuti dalla idrolisi chimica delle proteine, (Tab. 2) evidenzia una particolare ricchezza di queste sostanze, ben 18, tutte essenziali. Alcuni amminoacidi, di alto valore biologico, quali lisina, valina, cistina, metionina, leucina, sono presenti in quantità notevoli. Nel tartufo bianco la cistina e la lisina sono addirittura presenti in misura superiore a quella riscontrabile nella proteina di riferimento (uovo intero!).

Nella frazione lipidica sono stati evidenziati numerosi acidi grassi (Tab. 3) tra cui maggiormente rappresentati sono l'acido linoleico, l'oleico, il palmitico e lo stearico. La presenza in quantità rilevanti di acidi grassi insaturi e soprattutto quella dell'acido linoleico, circa il 50% in entrambe le specie, costituisce la caratteristica nutrizionale più interessante per il loro noto effetto ipocolesterolemizzante.

Per quanto riguarda i glucidi o zuccheri sono poco rappresentati quelli solubili e in elevata percentuale quelli non disponibili, raggruppati sotto la denominazione di "fibra alimentare", che raggiungono nelle due specie circa il 48% della sostanza secca.

I sali minerali determinati nei carpofori maturi di *T. melanosporum* sono presenti in elevata quantità (Bencivenga e Granetti (1989) (Tab. 4).

Alcuni di tali elementi quali il Potassio, lo ione Solfato (SO_4^{--}), il Calcio, il Fosforo, lo ione Cloro (Cl^-), il Magnesio e il Boro sono accumulati nella carne del tartufo in forti quantitativi tali da superare quelli del terreno in cui sono cresciuti i carpofori; il Potassio è costantemente presente in percentuale di gran lunga superiore rispetto a tutti gli altri elementi.

Giaccio *et al.* (1992), esaminando in modo comparativo in un gruppo di specie di *Tuber* il contenuto totale di alcuni microelementi, Cromo, Manganese, Nichel, Rame, Zinco, Cadmio e Piombo, nei carpofori e nel terreno naturale di crescita, hanno evidenziato che esso risulta di frequente maggiore in quest'ultimo, salvo per quanto riguarda il Rame, il Cadmio e lo Zinco per i quali è stato rilevato un accumulo nei tartufi. Il Cromo e il Nichel sembrano mostrare invece un comportamento indifferente essendo presenti in quantità pressoché simili sia nel tartufo che nel terreno; da ultimo risulta che il Manganese e il Piombo non si accumulano all'interno dei carpofori (Tab. 5).

I tartufi in definitiva hanno un valore nutritivo eccellente che tuttavia non determina affatto il prezzo di mercato essendo questo principalmente correlato alla qualità dell'aroma e all'offerta che purtroppo oscilla in modo marcato nelle diverse annate.

Prima di chiudere qesto capitolo vorrei ricordare che nel corso dei secoli ai tartufi sono state attribuite proprietà medicamentose le più diverse sulle quali non mi pare il caso di soffermarmi. Appare, invece, interessante la notizia riferita da Callot (1999) secondo la quale ricercatori cinesi e giapponesi avrebbero scoperto nel tartufo sostanze con proprietà anticancerogene.

TAB. 1
Composizione chimica di *T. melanosporum* e di *T. magnatum* .
(I = g/100 g di sostanza fresca; II = g/100 di sostanza secca)

	T. melanosporum		*T. magnatum*	
	(I)	(II)	(I)	(II)
Acqua	82,80	-	82,58	-
Ceneri	1,70	10,22	1,97	11,67
Azoto totale	0,87	5,21	0,88	5,21
Azoto non proteico	0,14	0,89	0,23	1,36
Proteine	4,50	27,16	4,13	24,06
Lipidi	1,90	11,30	2,08	12,29
Glucidi solubili	0,17	1,03	0,36	2,17
Fibra alimentare	8,13	48,56	8,43	47,72

Da Coli *et al.* (1990).

TAB 2 - Contenuto in amminoacidi di *T. melanosporum* e di *T. magnatum* (g/16 g/ d'N).

	Tuber melanosporum	*Tuber magnatum*
Acido aspartico	8,14	8,10
Treonina	2,98	3,52
Serina	2,76	3,33
Prolina	2,43	2,76
Acido glutammico	11,08	14,18
Glicina	4,39	4,64
Alanina	3,93	6,88
Valina	5,86	5,78
Cistina	2,49	2,82
Metionina	1,56	2,41
Isoleucina	2,79	2,82
Leucina	3,99	4,30
Tiroxina	2,96	2,90
Fenilalanina	2,18	2,60
Lisina	6,26	7,26
Istidina	1,84	2,06
Triptofano	0,78	0,63
Arginina	3,93	5,61

Da Coli *et. al.* (1990).

TAB 3 - Contenuto (%) in acidi grassi della frazione lipidica di *T. melanosporum* e di *T. magnatum*

		Tuber melanosporum %	*Tuber magnatum* %
Acido laurico	12:0	0,15	0,18
Acido lauroleico	12:1	0,11	0,10
Acido miristico	14:0	0,09	0,29
Acido miristoleico	14:1	0,15	0,10
Acido palmitico	16:0	24,30	23,30
Acido palmitoleico	16:1	0,80	0,94
Acido stearico	18:0	10,85	10,36
Acido oleico	18:1(9)	11,93	10,88
Acido linoleico	18:2(9,12)	48,28	50,60
Acido arachico	20,0	0,81	1,05
Acido beenico	22,0	0,64	0,90
Altri		0,75	1,26

Da Coli *et al.* (1990).

TAB 4 - Parametri analitici dei corpi fruttiferi di *T. melanosporum* raccolti in 5 cave: 1-2-3 nel Comune di Foligno, 4-5 nel Comune di Scheggino. Dati riferiti alla sostanza secca

Parametri esaminati		1	2	3	4	5	Media
Azoto	ppm	4,21	4,42	4,35	5,84	4,49	4,66
Fosforo	ppm	951	1.235	2.077	831	937	1.206
Potassio	ppm	23.464	22.928	17.269	30.449	24.642	23.740
Calcio	ppm	3.552	2.658	4.108	4.658	3.374	3.670
Sodio	ppm	80	75	251	239	162	161
Zolfo	ppm	1.557	1.516	1.705	2.035	1.565	1.680
Solfato	ppm	4.716	4.534	5.098	6.085	4.681	5.022
Cloro	ppm	1.499	1.190	1.221	1.229	1.148	1.257
Boro	ppm	436	431	447	413	453	436
Magnesio	ppm	719	607	640	824	675	693
Ferro	ppm	43	43	33	70	30	44
Rame	ppm	59	115	93	95	78	88
Zinco	ppm	195	185	191	219	120	182
Cobalto	ppm	25	60	44	20	29	36
Stronzio	ppm	35	29	37	37	26	33
Manganese	ppm	6,2	4,9	16,9	10,0	7,3	9,1
Molibdeno	ppm	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Alluminio	ppm	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Piombo	ppm	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Cromo	ppm	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Nichel	ppm	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Stagno	ppm	<0,1					
ppm = parti per milione							

Da Bencivenga e Granetti (1989).

TAB. 5 - Contenuto di microelementi in alcune specie di tartufo

Specie e località di raccolta	Oligoelementi (µg / g sul tal quale)						
	Cromo	Manganese	Nichel	Rame	Zinco	Cadmio	Piombo
Tuber melanosporum							
1 - Arischia (AQ)	0,30	4,50	2,60	16,50	37,50	1,76	4,80
2 - Arischia (AQ)	0,40	7,40	2,50	18,40	39,25	1,50	4,80
Tuber aestivum							
3 - Pozza (AQ)	0,10	6,20	2,50	19,40	28,00	1,11	1,90
4 - S. Nicola (AQ)	0,10	5,80	2,15	25,00	46,80	1,87	2,50
5 - S. Nicola (AQ)	0,52	15,84	2,00	47,78	520,50	2,85	4,70
6 - Casaline (AQ)	0,40	3,30	2,98	16,90	45,60	3,44	3,70
7 - Casaline (AQ)	0,40	4,20	3,60	18,20	57,80	5,35	4,30
8 - Casaline (AQ)	0,40	4,20	3,54	18,10	50,40	4,48	4,50
9 - Casaline (AQ)	0,60	10,40	3,50	16,80	56,40	4,33	5,30
10 - Santi (AQ)	0,50	8,20	15,00	23,00	52,60	4,10	4,00
11 - Santi (AQ)	0,80	15,30	n.d.	18,80	63,20	3,13	5,10
12 - Menzano (AQ)	0,10	2,00	2,70	17,20	38,20	2,10	4,60
13 - Menzano (AQ)	0,10	3,80	2,00	18,50	33,40	1,82	3,50
Tuber macrosporum							
14 - Piemonte	0,40	3,00	2,38	21,40	63,20	1,71	3,20
Tuber mesentericum							
15 - Villetta (AQ)	0,20	4,00	2,00	17,00	33,25	2,48	3,60
16 - Villetta (AQ)	0,58	6,66	3,77	25,80	43,83	3,56	4,78
17 - Vasto (CH)	0,29	3,72	1,96	10,30	35,28	0,95	3,53
18 - Vasto (CH)	0,20	5,90	2,10	16,80	43,20	1,39	4,00
19 - Vasto (CH)	0,36	5,64	2,16	13,92	39,12	0,86	3,00
20 - Vasto (CH)	0,20	4,80	2,00	14,20	40,00	1,10	5,10
21 - Vasto (CH)	0,20	4,60	1,80	10,60	36,20	1,06	4,40
22 - Vasto (CH)	0,29	5,29	2,40	14,70	43,20	1,33	4,61
Tuber rufum							
23 - Ateleta (AQ)	2,44	1,83	3,17	21,34	49,06	0,40	5,36
24 - Ateleta (AQ)	0,30	3,50	2,30	12,50	30,50	0,30	4,60
Tuber magnatum							
25 - Ateleta (AQ)	0,10	3,90	2,80	35,00	175,50	0,70	5,00
26 - Ateleta (AQ)	0,10	1,24	2,80	14,06	92,85	0,32	3,54
27 - Ateleta (AQ)	0,10	3,70	2,50	38,00	93,00	1,00	4,10
28 - Quadri (CH)	0,37	7,07	3,41	43,90	n.d.	2,20	4,87
Tuber nitidum							
29 - S.Marco di Preturo (AQ)	0,19	4,81	1,16	75,55	588,60	3,11	3,51
Campo di variazione	0,10 2,44	1,24 15,84	1,16 15,00	10,30 75,55	28,00 588,60	0,30 5,35	1,90 5,36
Media aritmetica	0,31	5,54	2,55	22,74	88,44	2,08	4,17
Mediana	0,29	4,60	2,50	18,20	44,70	1,76	4,40
Sc. quadr. medio	0,1822	3,3893	0,6394	13,7265	135,07	1,3648	0,8523
Coeff. Variazione %	59,30	61,10	25,10	60,34	152,70	65,60	20,40

Da Giaccio M. *et. al.* (1993).

Aromi dei tartufi

19

Le ricerche sull'aroma dei tartufi hanno avuto inizio quando si sono rese disponibili complesse apparecchiature di analisi. Le metodologie di prelievo delle sostanze da sottoporre all'analisi sono le più diverse per cui anche i dati riferiti dai vari Autori non sono facilmente comparabili.

Tuber magnatum

Nel 1967, Fiecchi e altri ricercatori, utilizzando la tecnica della gas-cromatografia accoppiata alla spettrometria di massa hanno individuato nei carpofori maturi di *T. magnatum* una sostanza volatile, molto semplice, il bis(metiltio)metano che è il responsabile principale dell'aroma di questo tartufo. La molecola contiene due atomi di Zolfo (S): CH_3-S-CH_2-S-CH_3.

Di Cesare *et al.* (1987) nei carpofori dello stesso *T. magnatum* hanno evidenziato oltre al bismetiltiometano, il tris(metiltio)metano, con odore analogo e il metil(metiltio)metildisolfuro, tre importanti sostanze la cui presenza nella specie in oggetto è stata poco dopo confermata anche da Senesi (1990). Quest'ultimo autore ha valutato la concentrazione della frazione aromatica nel tartufo tal quale intorno allo 0,01% cioè circa 10-12 milligrammi per 100 grammi di peso fresco ed ha identificato 17 composti aromatici, su un totale di 45 sostanze, riferibili a esteri, glicoli, alcooli, aldeidi, chetoni, fenoli, derivati furanici.

Lavorando sulla stessa specie di tartufo Angeletti *et al.* (1990) hanno identificato accanto al bis(metiltio)metano, l'etilsolfuro e il metiletilsolfuro, queste ultime due sostanze presenti in percentuale decisamente inferiore rispetto alla prima.

L'aroma del *T. magnatum* è stato oggetto di ulteriori approfondite analisi con modernissime tecniche da Pelusio *et al.* (1995) che hanno individuato anche in questa specie il dimetilsolfuro più volte segnalato nei tartufi neri (Tab. 6).

Tuber melanosporum

Questa specie, di notevole interesse commerciale, é stata studiata da vari autori per scoprire la natura del suo complesso aroma. Nel 1980, Ney e Freitag hanno identificato nei carpofori di *T. melanosporum* numerosi acooli, aldeidi, chetoni, esteri, composti amminici, un fenolo e una sostanza solforata, il tiobismetano (dimetilsolfuro: CH_3-S-CH_3). Delmas *et al.* (1986) ritengono che i principali responsabili dell'aroma del *T. melanosporum* siano il dimetilsolfuro e il 2-metilbutanale, presenti nella miscela volatile.

Nei carpofori maturi e freschi di *T. melanosporum*, Talou *et al.* (1987), hanno evidenziato 14 composti volatili: sei acooli che costituiscono il 60-85% della frazione volatile, 4 aldeidi, due chetoni, l'anisolo e il dimetilsolfuro. Secondo Talou e i suoi collaboratori i componenti di base dell'aroma di *T. melanosporum* sarebbero il dimetilsolfuro e il 2-metilpropanale.

TAB. 6 - Aromi volatili identificati in *T. magnatum* e in *T. melanosporum*

Nome chimico	Formula	Percentuale relativa *T.magnatum*	Percentuale relativa *T.melanosporum*
acetaldeide	C_2H_4O		
etanolo	C_2H_6O	45,0	1,1
acetone +2-propanolo	$C_3H_{6/8}O$	7,9	8,5
dimetilsolfuro	C_2H_6S	18,9	3,8
1 propanolo	C_3H_8O	3,2	
2,3 butanedione	$C_4H_6O_2$	0,1	
2- butanone	C_4H_8O	1,1	38,2^
2- butanolo	$C_4H_{10}O$	0,4	42,7^
acetato di etile	$C_4H_8O_2$	0,1	
2-metile- 1-propanolo	$C_4H_{10}O$	1,4	
3-metilbutanale	$C_5H_{10}O$	0,4	tr
2-metilbutanale	$C_5H_{10}O$	tr	tr
1-(metiltio)propano	$C_4H_{10}S$		tr
1-(metiltio)-1 propene	C_4H_8S		tr
3-metil-1butanolo	$C_5H_{12}O$	0,1	
dimetildisolfuro	$C_2H_6S_2$	0,1	tr
2-metil-1-butanolo	$C_5H_{12}O$	1,2	
3-hydro-2-butanone(acetoina)	$C_4H_8O_2$	0,7	
esanale	$C_6H_{12}O$	0,2	
bismetiltiometano	$C_3H_8S_2$	8,8	
dimetiltrisolfuro	$C_2H_6S_3$	tr	tr
1-otten-3one	$C_8H_{14}O$		0,3
1-otten-3-olo	$C_8H_{16}O$	1,3	4,3
3-ottanone	$C_8H_{16}O$	0,3	0,7
3-ottanolo	$C_8H_{18}O$	0,2	0,3
2-otten-1-olo	$C_8H_{16}O$		tr

^ = colonna sovraccarica e rivelatore di saturazione tr = tracce

Da Pelusio *et. al.* (1995).

Angeletti *et al.* (1990) hanno segnalato in tartufi freschi di *T. melanosporum*, la presenza di etilsolfuro, metiletilsolfuro e di altri composti non identificati.

Anche Pacioni *et al.* (1990) hanno individuato in *T. melanosporum* un elevato numero di composti tra cui il tiobismetano (dimetilsolfuro), già evidenziato da altri Autori, che risulta presente in percentuale maggiore rispetto agli altri costituenti.

Ulteriori analisi sono state fatte di recente sul *T. melanosporum* mettendo in evidenza la presenza, sia pure in esigua percentuale, del bis(metiltio)metano, ritenuto fino ad oggi esclusivo del *T. magnatum*.

Tuber brumale e *Tuber brumale* forma *moschatum*

È stato esaminato l'aroma anche di questa specie, ed è risultato che alcune sostanze sono comuni al *T. melanosporum* e tra queste il dimetilsolfuro. I composti individuati nel *T. brumale* sono riportati nella Tab. 7 (Pacioni *et al.*, 1990).

TAB. 7 - Comparazione delle sostanze volatili rinvenute in *T. brumale*, *T. brumale* forma *moschatum* e *T. aestivum*

	T. brumale	*T. brumale* forma *moschatum*	*T. aestivum*
etanolo	tr/2.8	tr	tr
dimetilsolfuro	100	100	100
2-metilpropanale	tr/2.7	tr	22/45
2-butanone	2/12	1.6/2	87/755
2-butanolo	7	-	3.8/36
formiato di isopropile	2.3/55	1.5/34	-
2-metil-1-propanolo	0.9/13	tr	tr/20
2-metil-1-butanale	tr/4	tr	3.8/27
3-metil-1-butanale	2/7	tr	tr
formiato di 1 metilisopropile	1/50	5/11	-
2-metile-1-butanolo	1.5/6	tr	tr
3-metile-1-butanolo	tr	tr	tr

I valori sono rapportati a quello del tiobismetano considerato uguale a 100.

Da Pacioni *et al.* (1990)

TAB. 8 - Principali sostanze volatili rinvenute in sporocarpi freschi di *T. mesentericum*

Nome	Struttura	Tempo di ritenzione (a)	TIS (b)
Etanolo	C_2H_5OH	0.5	1.6 / 3.3
Dimetilsolfuro	CH_3SCH_3	1	100
2-butanone	$CH_3COCH_2CH_3$	1.9	1.4 / 128
2-butanolo	$CH_3CHOHCH_2CH_3$	2.3	tr / 9.5
2-metil-1.3-butadiene	$CH_2C_{(3)}CHCH_2$	2.5	10 / 500
m-metil anisolo	$CH_3C_6H_4OCH_3$	7.7	3.7 / 2265 (*)

(a) tempo di ritenzione comparato a quello del tiobismetano (3 min.).
(b) Valori riferiti a quello del tiobismetano, considerato uguale a 100.
tr = tracce
(*) Composto trovato in 12 dei 18 campioni esaminati.

Da Pacioni *et al.* (1990).

Tuber aestivum

In sette campioni di *T. aestivum*, raccolti in Italia, Bellina, D'Antonio e Pacioni (1987) hanno trovato tra le sostanze volatili 4 acooli, 3 aldeidi, 1 chetone, associati al dimetilsolfuro che risulta il componente principale. L'aroma di questo tartufo deriva principalmente dal dimetilsolfuro in miscela con il 2-metilpropanale, il 2-metilbutanale e un'altra aldeide, il 2-butanone e 4 alcooli. Questi dati sono confermati da Pacioni *et al.* (1990) (Tab. 7).

Tuber mesentericum

Risulta scarsamente studiato sotto il profilo dell'aroma. Alcuni principali composti volatili individuati in ascocarpi maturi e freschi figurano nella Tab. 8 (Pacioni *et al.*, 1990). Emerge ancora una volta la presenza del tiobismetano che, da altre analisi, risulta ben chiaro non essere il componente tipico di una sola specie.

Dalle Tabelle si rileva la larga diffusione di alcune sostanze nelle varie specie di tartufo e la presenza limitata soltanto ad alcune di esse di alcuni composti. Un altro fatto risulta chiaro e cioé che l'aroma di ogni singola specie è determinato da un complesso di sostanze, a volte assai elevato come in *T. melanosporum* e dai rapporti quantitativi tra le medesime. È ovvio che fattori genetici e ambientali incidono nella determinazione finale dell'aroma; qui si ritiene importante sottolineare che se è facile sintetizzare alcune delle sostanze maggiormente responsabili del profumo dei tartufi, data la loro semplice struttura chimica, è molto difficile e forse impossibile ricostruire artificialmente l'aroma caratteristico di ciascuna specie essendo, appunto, dovuto ad un complesso di sostanze, non sempre perfettamente note. La sintesi di aromi artificiali di tartufo è purtroppo già un dato di fatto. L'analisi di uno dei prodotti commerciali sintetici con i quali sono aromatizzati l'olio di oliva e numerosi altri alimenti (formaggi, salumi, dolci, liquori ecc), ha rivelato di essere costituito soltanto da bismetiltiometano, da etanolo e da propilenglicole (Senesi, 1990).

Attualmente sono in commercio numerosi oli aromatizzati al tartufo di cui soltanto alcuni contengono l'aroma naturale del tartufo nero pregiato (Doumenc-Faure *et al.*, 2001).

Purtroppo si fa un uso indiscriminato e generalizzato degli aromatizzanti artificiali a tutti i livelli, ristoranti, industrie conserviere, ecc., con risvolti decisamente negativi sull'immagine di un prodotto di alta qualità. È assolutamente necessario e urgente un intervento legislativo su questa materia.

Proprietà afrodisiache del tartufo

Da tempi remoti vengono attribuite proprietà afrodisiache ai tartufi che soltanto recentemente hanno trovato una parziale conferma dalle ricerche di Claus *et al.* (1981) che hanno evidenziato nei tartufi neri e bianchi la presenza in quantità apprezzabili di uno steroide con forte odore muschiato. Si tratta di un ormone sessuale prodotto dai testicoli del verro che si trasferisce alle ghiandole salivari durante l'accoppiamento.

Si ritiene che questo ormone eserciti l'attrazione del maiale verso i tartufi anche se altre sostanze, come quelle degli aromi, potrebbero essere ugualmente importanti al riguardo.

Anche l'uomo produce questo ormone sessuale.



20 Epoca di maturazione dei tartufi

Il periodo entro il quale una determinata specie di tartufo matura i carpofori è in stretto rapporto con le proprie caratteristiche genetiche; l'andamento climatico influenza, entro certi limiti abbastanza ristretti, il decorso della fruttificazione e della maturazione dei tartufi, mentre è più forte la sua incidenza sull'entità della produzione. Nella Tab. 9 sono riportati i periodi di maturazione delle più comuni specie di tartufo.

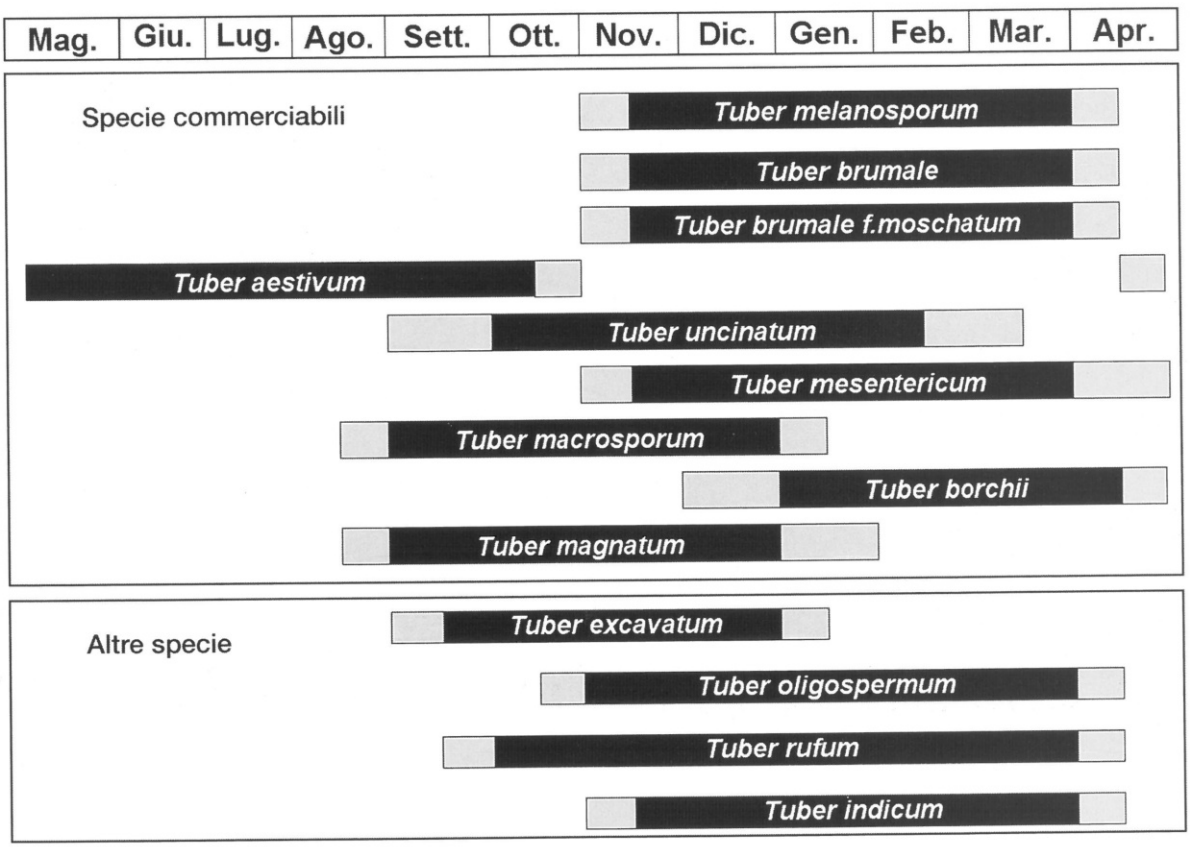
Tuber magnatum

Nel mese di settembre sono già reperibili alcuni carpofori maturi di questa specie, è tuttavia nel periodo successivo, ottobre e novembre, nel quale i tartufi raggiungono la loro qualità migliore come consistenza della carne, gusto e intensità del profumo; nel mese di dicembre generalmente permane una elevata qualità del prodotto, mentre i quantitativi raccolti spesso si riducono fortemente per cui nel periodo natalizio sono difficili da reperire; tuttavia in alcune annate particolari, abbondanti raccolti si sono ottenuti proprio nel mese di dicembre e nella prima quindicina di gennaio; alcuni tartufi sono stati trovati fino al 10 febbraio in annate eccezionali.

A parte il periodo di maturazione, la qualità dei tartufi è fortemente correlata al grado di umidità del terreno in cui nelle annate con estati aride e i primi mesi autunnali anch'essi siccitosi, i tartufi si sono rivelati molto scarsi, piccoli, deformi, con abbondanti "bruciature" del peridio e di qualità scadente; per contro il prezzo è altissimo data la scarsa offerta.

Tuber melanosporum

Tartufi di una certa dimensione sono reperibili a partire dalla fine di settembre ma la loro maturazione inizia



TAB. 9 - Periodo di maturazione delle varie specie di tartufi. Da Delmas, 1983 e Callot, 1999. Integrato e ridisegnato da B. Granetti e G. Materozzi

soltanto nel mese di dicembre per protrarsi fino a marzo.

I tartufi di elevata qualità sono quelli che maturano nei mesi di gennaio e febbraio.

Nel mese di marzo, generalmente l'entità della produzione è modesta. Alcune volte i tartufi di questa specie sono reperibili anche nella prima quindicina di aprile, ma in esigua quantità.

Tuber aestivum- Tuber uncinatum

È una specie che viene raccolta per un lungo periodo nell'arco dell'anno. Nel mese di aprile e talora anche prima, si raccolgono nelle aree più calde grossi tartufi, con la gleba completamente bianca perché immaturi, con aroma estremamente debole, che si ritiene abbiano iniziato a differenziarsi a seguito delle piogge di fine estate e prime settimane autunnali.

La qualità del prodotto migliora nel mese di giugno per le ottimali condizioni di temperatura e di umidità del suolo. In piena estate sono ancora reperibili spesso anche in elevata quantità, tartufi di buone dimensioni, ma un po' prosciugati per la frequente siccità di questo periodo (almeno in Italia centrale) e pertanto di mediocre qualità. Dal periodo di aprile fino a settembre le raccolte sono prevalentemente riferibili a quello che è comunemente chiamato tartufo scorzone o tartufo estivo.

Nei mesi autunnali, fine settembre, ottobre, novembre e dicembre è più comune il tartufo uncinato con la gleba nocciola scuro o marrone, dotato di un gradevole aroma. In pieno inverno questo tartufo è generalmente sporadico.

È bene precisare, comunque, che il tartufo estivo e quello uncinato sono molto sensibili all'andamento climatico per cui elevate raccolte si possono registrare nei periodi più impensati; così pure la quasi totale assenza di tartufi può verificarsi per qualche mese senza poter prevedere questi strani comportamenti nel processo di maturazione.

Tuber borchii

Il tartufo bianchetto, ha un periodo di maturazione essenzialmente primaverile. Tuttavia quasi sempre carpofori pressoché maturi sono reperibili anche nel mese di gennaio, anzi alcune volte consistenti raccolte vengono fatte già alla fine di novembre e per tutto il mese di dicembre, periodo nel quale è presente anche il *T. magnatum.* Le due specie, anche se morfologicamente alquanto simili tra loro, sono comunque facilmente riconoscibili per l'aroma e la struttura delle spore.

21 Animali che si nutrono di tartufi e disperdono le spore

I funghi epigei hanno strutture atte a disperdere le spore nell'aria e il vento rappresenta il mezzo più importante della loro diffusione. Le specie fungine ipogee, come i tartufi, hanno dovuto sviluppare altri meccanismi di dispersione delle spore. Gli ascocarpi dopo la loro maturazione che ha luogo ad una certa profondità, sono inizialmente decomposti principalmente da batteri e da larve di numerosi gruppi di insetti; tutti gli animali che si nutrono dei tartufi, idnofagi, le lumache e varie specie di mammiferi contribuiscono attivamente a disperdere le spore nell'ambiente.

Insetti

Nell'ambito dei Ditteri le specie che hanno rapporti con i tartufi appartengono alle seguenti famiglie; *Limnobiidae, Mycetophylidae, Syrphidae, Drosophilidae* e particolarmente *Heleomyzidae* con la sottofamiglia *Suilliinae* che comprende il genere *Suillia* con 70 specie tra cui *Suillia affinis, S. fuscicornis, S. gigantea, S. variegata, S. pallida* ed altre che è sicuramente il più ricco di specie strettamente connesse alla dispersione delle spore del tartufo. Gli adulti depongono le uova nel terreno poco sopra l'ascocarpo e dopo 5-6 giorni di incubazione nascono le larve che si dirigono verso il tartufo, entrano nella gleba e si nutrono del suo micelio. Pare certo che questi insetti compiano due generazioni all'anno e nel mese di marzo sono frequenti gli adulti nelle tartufaie.

I coleotteri sono presenti con le famiglie: *Catopidae, Cryptophagidae, Leiodidae, Micropeplidae, Nitidulidae, Ptiliidae, Staphylinidae, Scarabaeidae*. Le specie della famiglia *Leiodidae* sono i tipici insetti micofagi e in alcuni casi, come le larve e gli adulti del genere *Leiodes*, si nutrono esclusivamente di tartufo.

Impiegando trappole allestite con alcuni importanti aromi, evidenziati tramite accurate analisi in tartufi di varie specie, sono stati catturati esemplari appartenenti a numerosi ordini di Artropodi, Coleotteri e Ditteri (Pacioni *et al.*, 1991) a pochi chilometri dall'Aquila in una zona particolarmente ricca di tartufaie. In seno all'ordine dei coleotteri (*Coleoptera*) sono rappresentate nelle raccolte specie di varie famiglie e in modo particolare delle Stafilinide (*Staphylinidae*) e delle Leiodide (*Leiodidae*).

Tra le sostanze sperimentate il dimetilsolfuro e il 3-metilbutanale sembrano esercitare una fortissima attrazione nei confronti di insetti micetofili non necessariamente idnofagi. Per esempio *Leiodes hybrida* e *Oxypoda formosa*, due specie micetofile ma non strettamente idnofaghe sono attratti dal 3-metilbutanale. Le specie idnofaghe in senso stretto sono fortemente attratte dal dimetilsolfuro, una sostanza presente in quasi tutti i generi ipogei dei funghi studiati da Pacioni (l.c.). È stato stabilito che la specie *Leiodes cinnamomea* è strettamente legata a



Fig. 27 - Adulto di mosca del tartufo nero pregiato (*Suillia gigantea*). *(Per gentile concessione di P. Sourzat).*



Fig. 28 - Piccolo coleottero (*Leiodes cinnamomea*) che scava gallerie all'interno del tartufo. *(Per gentile concessione di P. Sourzat).*

TAB. 10 - Insetti rinvenuti in carpofori del genere *Tuber*, molto maturi

Specie	Tartufi
Agaricophagus cephalotes (Schmidt, 1841)	*Tuber aestivum*
Asiorestia ferruginea (Scopoli, 1763)	*Tuber aestivum*
Atheta crassicornis (Fabricius 1792)	*Terfezia terfezioides*
Atheta gagatina (Bondi, 1848)	*Terfezia terfezioides*
Ceritaxa wasserburgeri (Bernhauer, 1932)	*Terfezia terfezioides*
Colenis immunda (Sturm, 1807)	*Tuber aestivum*
Colenis immunda (Sturm, 1807)	*Tuber excavatum*
Hypocacculus rubripes (Erichson, 1834)	*Terfezia terfezioides*
Hydnobius punctatus (Sturm 1807)	*Tuber rapaeodorum*
Leiodes ciliaris (Erichson, 1834)	*Terfezia terfezioides*
Leiodes cinnamomea (Panzer 1793)	*Tuber aestivum*
Leiodes cinnamomea (Panzer 1793)	*Tuber rapaeodorum*
Leiodes cinnamomea (Panzer 1793)	*Tuber brumale*
Leiodes cinnamomea (Panzer 1793)	*Tuber excavatum*
Microdota benickiella (Brundin, 1948)	*Terfezia terfezioides*
Omalium caesum (Gravenhorst, 1806)	*Terfezia terfezioides*
Sciodrepoides watsoni (Spence, 1813)	*Terfezia terfezioides*
Stilbus s.p	*Tuber brumale*

Da Bratek *et al.* (1993).

T. melanosporum e svolge un ruolo importante nella dispersione delle spore di questo tartufo pur trovandosi anche in *T. aestivum, T. brumale* e *T. excavatum* (Bratek, 2001). La stessa specie di insetto è significativamente assente nei carpofori di *T. magnatum* del Piemonte in quanto in essi il dimetilsolfuro non è presente o lo è in percentuale trascurabile.

Secondo Talou *et al.* 1990 b, gli aromi dei tartufi agiscono in modo forte sulle mosche attraendole come se fossero dei ferormoni. Bratek *et al.*, 1992, ha catturato in numerose località dell'Ungheria insetti con varie metodologie per es. usando trappole con il dimetilsolfuro, oppure allevando le larve rinvenute nei carpofori fino allo sfarfallamento o, infine, raccogliendo insetti nelle buche fatte per estrarre i tartufi (Tab. 10).

Gli autori riferiscono che gli insetti raccolti nelle tartufaie stabiliscono con i tartufi rapporti di vario tipo. Alcuni sono specializzati nel parassitare i carpofori come ad esempio: *Agaricophagus* sp., *Bolbelasmus* sp., *Colenis* sp., *Hydnobuis* sp., *Leiodes* spp. ed altri sono accidentalmente presenti.

Con il microscopio a scansione i suddetti ricercatori hanno evidenziato spore di tartufo attaccate ai peli e alla cuticola degli adulti di coleotteri del genere *Leiodes.*

Tra i Coleotteri la specie *Leiodes cinnamomea* è quella che produce i maggiori danni agli ascocarpi pur presentando una sola generazione all'anno. Gli adulti compaiono sin dalla metà di novembre e sono reperibili fino alla metà di maggio. Depongono le uova sul tartufo; le larve si nutrono della carne dell'ascocarpo da gennaio ad aprile, poi entrano in diapausa per l'intera estate e finalmente si trasformano in adulto nel mese di novembre.

Le larve divorano il tartufo arrecando ad esso forti danni e non di rado lo distruggono completamente. Anche gli adulti attaccano il tartufo scavando gallerie di 3-4 mm di diametro che affiorano sul peridio con buchi ben evidenti. Il danno provocato da questi insetti è molto forte e purtroppo non sono ancora individuati efficaci mezzi di lotta.

Le feci delle larve e degli adulti sono ricchi di spore per cui tali insetti rivestono un importante ruolo nella diffusione dei tartufi.

Dalla ampia letteratura sull'argomento può essere fatta l'ipotesi che la produzione degli aromi da parte dei tartufi rappresenti un importante carattere evolutivo atto ad assicurare l'attrazione degli insetti e degli animali al fine di operare la dispersione delle spore (Pacioni *et al.*, 1981).

Queste ricerche dimostrano una forte specializzazione degli insetti micofagi e l'esistenza di una coevoluzione di molti funghi ipogei e di numerosi insetti. Nelle antenne degli adulti di Leiodidi sono state evidenziate strutture sensoriali specializzate come recettori olfattivi capaci di percepire soltanto determinate sostanze.

Animali selvatici

Animali vertebrati

Negli ecosistemi boschivi degli Appennini del Centro Italia vivono numerosi animali nella cui dieta figurano anche i tartufi essendo questi un prodotto della terra presente per quasi l'intero anno. Questi animali arrecano talora un danno molto grave alle tartufaie ma dobbiamo sottolineare che contribuiscono anche alla dispersione delle spore e quindi alla diffusione delle specie.

Ricordiamo brevemente alcuni mammiferi tra quelli più comuni.



Fig. 29 - Cinghiale adulto, capace di scavare grosse buche per cercare i tartufi *(foto: G. Materozzi).*

Cinghiale (*Sus scrofa* L.) - In Umbria e in Italia Centrale il Cinghiale è stato da alcuni anni reintrodotto tra-

mite ripopolamenti effettuati con esemplari non autoctoni, talora di razze non pure dell'Europa centro-orientale. Questi animali, di grossa taglia (peso fino a 180 kg), si sono rivelati molto prolifici e in poco tempo hanno raggiunto una elevata densità di popolazione che ha comportato il danneggiamento di colture agrarie dei nostri Appennini. Il Cinghiale ha un olfatto molto fine che gli consente di individuare i tartufi di cui si ciba, anche a forti profondità, che esso estrae nelle ore notturne con il suo robusto grugno scavando larghe buche. Le tartufaie vengono così gravemente danneggiate compromettendo anche la produzione degli anni successivi. Secondo Talou *et al.* (1990) il dimetilsolfuro eserciterebbe una forte azione attrattiva sulla scrofa.



Fig. 30 - Tasso adulto che di frequente estrae i tartufi per nutrirsene *(foto: A. De Angelis)*.



Fig. 31 - Volpe, nella cui dieta sono compresi anche i tartufi *(foto: G. Materozzi)*.

Tasso (*Meles meles* L.) - Il Tasso è ben conosciuto dalle popolazioni appenniniche per la sua caratteristica pelliccia. È il mustelide più grande tra quelli nostrani, munito nelle zampe anteriori di robusti unghioni con i quali scava buche e tane. È omnivoro con preferenza per una alimentazione vegetariana per cui arreca di frequente danni alle comuni colture di mais, patate, grano ecc. L'olfatto molto fine gli permette di avvertire la presenza dei tartufi a varie profondità che estrae per nutrirsi. Tuttavia il Tasso arreca modesti danni alle tartufaie, salvo casi eccezionali.

Volpe (*Vulpes vulpes* L.) - È largamente diffusa in Europa ed è tipica per le sue abitudini solitarie. Si nutre prevalentemente di rettili, uccelli, roditori e di carogne, ma in determinati periodi anche di bacche e di tartufi che estrae senza devastare le tartufaie.

Arvicole e topi - Sono i roditori di più larga diffusione, capaci di vivere a differenti quote e anche nelle aree boschive di alta collina e di montagna in cui vegetano i tartufi. Si nutrono di frutti, di radici, rizomi e quando incontrano i tartufi lungo le gallerie che scavano, non li risparmiano in quanto ne sono particolarmente ghiotti. Essendo molto prolifici ben presto possono arrecare forti danni alle tartufaie sia perché spesso recidono le radici delle piante tartuficole, sia perché sottraggono tartufi ai raccoglitori. Le arvicole più diffuse in Italia centrale sono l'Arvicola terrestre (*Arvicola terrestris* L.) che somiglia ad un piccolo topo; l'Arvicola di Savi (*Pytymys savii* Sell.) e l'Arvicola rossastra o forestale (*Clethrionomys glareolus* L.) anch'essa molto frequente. Comunissimi sono inoltre i topi tra cui quello selvatico (*Apodemus sylvaticus* L.) che vive nei campi e nei boschi ove scava lunghe e complicate gallerie per rifugiarsi e riprodursi.

Lepre comune (*Lepus europaeus* P.) - È diffusa in tutta l'Europa Centrale e Meridionale, negli ambienti più diversi ed ha comportamento notturno. È un animale vegetariano che può nutrirsi anche di tartufi che è capace di estrarre dal terreno quando non sono troppo profondi. Essendo molto cacciato non raggiunge mai una elevata densità di popolazione da destare preoccupazione ai tartufai. Può danneggiare le piante tartufigene in età giovanile scorticandole alla base del tronco per cibarsi della corteccia.

Coniglio selvatico (*Oryctolagus cuniculus* L.) - Si comporta come la lepre ma non preoccupa per la sua modesta presenza nel territorio.

Istrice o porco spino (*Hystrix cristata* L.) - È l'unica specie di roditore di questo genere presente in Italia. Il corpo è coperto per la maggior parte di grossi e lunghi aculei neri e bianchi che l'animale perde (non lancia come erroneamente si crede) e di cui si serve per proteggersi dai suoi aggressori. Ha robuste unghie con le quali scava buche per cercare tuberi e tartufi di cui si nutre. È temuto per questo dai tartufai che lamentano spesso gravi danni.

Riccio (*Erinaceus europaeus italicus* B.) - È un simpatico animaletto la cui presenza è diffusa in Italia e quindi anche in Umbria. Ha una forma tozza ed il suo corpo è interamente ricoperto da aculei molto fitti, ad esclusione della parte addominale, delle piccole zampe e del muso, che ha un aspetto caratteristico e molto appuntito.

Se minacciato si raggomitola su se stesso, trasformandosi in una "palla" completamente protetta dai suoi aculei che lo salvaguardano dagli attacchi dei suoi predatori

presenti sul territorio. Pur cibandosi principalmente di insetti, piccoli animali e uova, non disdegna la frutta ed i tartufi, di cui è goloso.

Vive nei territori aperti, al limitare dei boschi, in collina come in pianura, ma è presente anche nei parchi cittadini.

Gli animali del gruppo dei roditori sbriciolano i tartufi di cui alcuni frammenti rimangono nel terreno, inoltre, contribuiscono, tramite le feci, a disperdere nel territorio le spore che non sono danneggiate dall'apparato digerente.

In termini generali questi roditori svolgono quindi una importante funzione biologica, mal compresa dai tartufai, di cui essi sono temibili competitori.





Animali invertebrati

Lumache - Si differenziano dalle chiocciole per la mancanza di conchiglia. Tra le specie più comuni si ricorda la *Agriolimax agrestis* L., di colore grigio cenere, macchiettata di scuro. Le lumache si nutrono di vegetali e di varie specie di funghi e tra questi sono compresi anche i tartufi che vengono seriamente danneggiati. E' stato, comunque appurato, che le spore passando attraverso il tubo digerente conservano la loro vitalità. Dalla chiocciola *Helix pomatia.* è stato isolato un enzima, la elicasi, capace di distruggere qualsiasi cellula di organismo e di attaccare anche la robusta parete delle spore di tartufo facilitandone la germinazione. Le lumache, pertanto, svolgono un importante ruolo nella dispersione e diffusione delle spore e nel ciclo biologico dei tartufi.

Nematodi - Hanno corpo cilindrico, affusolato alle estremità, semitrasparente, appena visibile ad occhio nudo; i sessi sono separati; hanno l'apparato boccale a "stiletto" con il quale perforano la parete delle ife per succhiare il contenuto protoplasmatico. La loro elevata capacità riproduttiva determina la comparsa di folte popolazioni nel terreno soprattutto quando è sufficientemente umido; i tartufi, possono essere attaccati da questi animaletti e risultarne seriamente danneggiati.

Lasciando decomporre un tartufo maturo è molto facile osservare al microscopio la presenza di nematodi, esili e traslucidi che guizzano come piccolissime anguille. Questi organismi contribuiscono a liberare le spore dalla gleba per facilitarne la dispersione nell'ambiente.



Come difendere dagli animali i tartufi e le piante tartufigene

A) - ***Animali di grossa taglia*** - I bovini, gli equini, i suini e gli ovini con il loro peso determinano il costipamento del terreno per cui la produzione dei tartufi è fortemente compromessa venendo a mancare una sufficien-

Fig. 32 - Istrice adulto che si nutre anche di tartufi *(foto: G. Materozzi).*
Fig. 33 - Riccio in cerca di tartufi *(foto: G. Materozzi).*
Fig. 34 - Lepre che può danneggiare le giovani piante tartuficole scorticandole alla base del tronco.

te aerazione del suolo. Inoltre, le abbondanti deiezioni apportano un eccesso di azoto al terreno che favorisce la comparsa di funghi inquinanti. Per rimediare a questi inconvenienti è necessario impedire il transito o il pascolamento degli animali di grossa taglia provvedendo a recintare la tartufaia; può essere sufficiente anche collocare uno o due fili periferici alimentati da una corrente a bassa tensione. Per quanto riguarda gli ovini il loro pascolamento si rivela utile se effettuato con un modesto numero di capi ad ettaro in quanto assicurano un'efficace controllo delle erbe e dei piccoli cespugli, operazione utile soprattutto al *T. melanosporum*. È rischioso, invece, portare i suini nelle tartufaie con Querce ove oltre a nutrirsi di ghiande si nutrirebbero di tartufi che riescono facilmente a individuare con il loro finissimo olfatto.

B) - *Lepre e conigli selvatici* - Le abitudini di questi animali a decorticare le piante può arrecare in alcune zone forti danni alle tartufaie coltivate di recente impianto. È opportuno in questi casi apporre intorno al fusto una protezione in rete robusta o in plastica alta da cm 60 a circa 1 m e largo alla base 20 cm. In commercio sono disponibili molti tipi di tubi di protezione con macro e micropori

C) - *Cinghiali* - La loro forte attività distruttiva può essere contenuta prima di tutto provvedendo alla cattura di questi animali per ridurre la densità di popolazione che ha raggiunto in varie zone del nostro Appennino valori troppo elevati. La cattura è già in corso da qualche anno in diverse località; ci auguriamo che prosegua con ritmo crescente. Le tartufaie possono essere difese dai cinghiali anche tramite recinzioni in rete robusta, installate su cordoli in cemento armato abbastanza profondi.

D) - *Arvicole e topi* - I danni che arrecano ai tartufi e talora alle piante tartuficole possono essere in alcuni casi molto forti. Nelle vicinanze di Montefalco una piantagione di 8 anni di Roverelle micorrizate con *T. melanosporum,* è stata completamente distrutta da arvicole che hanno scavato le loro gallerie sotto il fusto delle piante recidendo radici e fittone fino a farle cadere. La lotta contro questi piccoli roditori può essere fatta con esche avvelenate collocate all'interno delle gallerie o con apposite trappole avendo cura di non danneggiare altri animali della zona.

E) - *Lumache* - Quando la loro densità in una tartufaia è alquanto elevata è necessario provvedere a combatterle utilizzando opportune esche a base di metaldeide da applicare nei periodi di elevata umidità del terreno e quando questi animali cercano attivamente il cibo.

F) - *Nematodi* - Si combattono evitando il ristagno d'acqua nelle tartufaie effettuando opportune affossature e sarchiature e contenendo l'eccessivo accumulo di materiale organico.

G) - Insetti -Non è pensabile una lotta diretta contro gli insetti, tuttavia è possibile ridurre i danni da essi provocati mantenendo il terreno delle tartufaie soffice tramite opportune erpicature in modo da agevolare la formazione dei tartufi ad una certa profondità. Nei terreni compatti i carpofori maturano semiscoperti e pertanto sono più facilmente attaccabili dagli insetti.



Fig. 35 - *Helix pomatia* (foto: G. Materozzi).

Le micorrize dei tartufi del genere *Tuber*

22

Caratteri generali

I funghi del genere *Tuber* formano ectomicorrize di colore variabile, in rapporto alla specie, allo stadio di sviluppo e alle piante ospiti, dall'ambra chiaro al bruno rossiccio scuro; la tonalità è uniforme dalla base all'apice nelle micorrize adulte in fase di quiescenza mentre in quelle giovani in attiva crescita l'apice è chiaro, pressoché bianco e il resto della micorriza è più scuro. La forma è clavata o anche cilindrica con l'apice arrotondato. Sono semplici o ramificate in modo dicotomico (nei Pini ad esempio) o secondo lo schema monopodiale con asse principale e rami laterali secondari più brevi nelle latifoglie. Misurano da 1/2 mm a 3-4 mm di lunghezza e da 0,3 mm a circa 1 mm di larghezza. Il mantello fungino o micoclena è formato da un denso intreccio di ife fortemente cementate tra loro da sostanze del tipo dei polisaccaridi per cui in sezione trasversale si ha una immagine con "pseudocellule" pressoché rotondeggianti, oblunghe o un pò schiacciate tali da somigliare a un tessuto parenchimatico delle piante superiori; tuttavia, non trattandosi di un vero tessuto, la micoclena delle micorrize di Tartufo è definita di tipo pseudoparenchimatico. La micoclena ha uno spessore variabile da mm 0,01 a mm 0,05 e può essere formata nella parte media da 3 a 12 strati circa di "pseudocellule" mentre all'apice è più sottile ed è formato da 3 a 5 strati di ife vive e cementate tra loro. Allontanandosi dall'apice e proseguendo verso la base della micorriza, la micoclena si presenta strutturata in due parti, una esterna e una interna.

La parte esterna è costituita da ife molto vacuolizzate che progressivamente muoiono consolidando la struttura della parete cellulare che diviene sempre più ispessita. Il cemento interifale conferisce a questa parte della micoclena una forte solidità strutturale.

La parte interna della micoclena è costituita da ife vi-

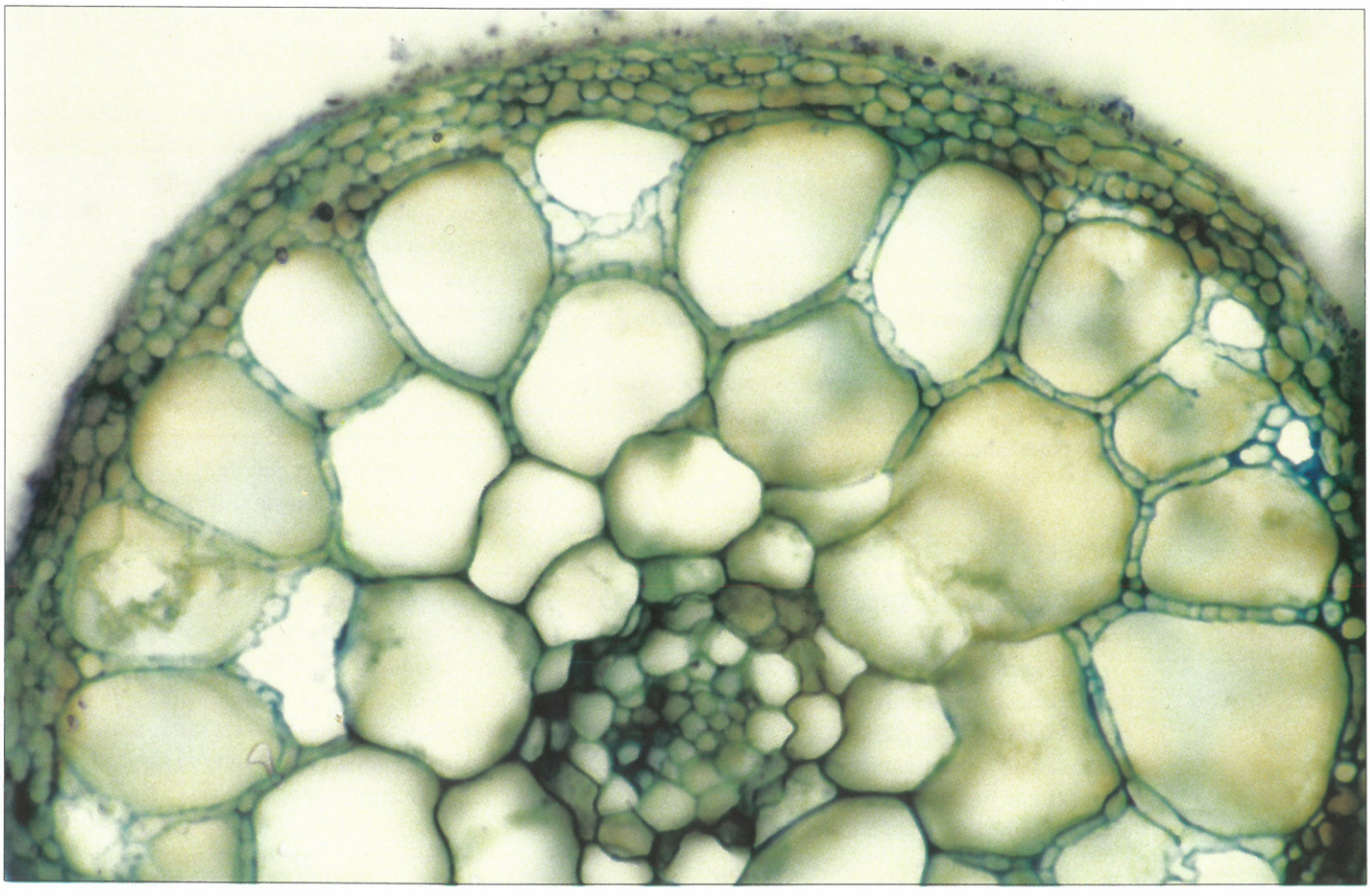


Fig. 36 - Sezione di radichetta di pioppo bianco micorrizata con *T. magnatum*; si osservano la micoclena pluristratificata e il reticolo di Hartig *(foto: B. Granetti)*.

ve, poco vacuolizzate con il cemento interifale di esile spessore anche lontano dall'apice della micorriza. Le ife della micoclena inducono le cellule dell'apice radicale originatesi dal meristema apicale a produrre forti quantitativi di tannini che si depositano nei vacuoli fino a determinare la morte di queste cellule (cellule tannifere).

Le ife si sviluppano tra le cellule tannifere, penetrano al loro interno lisando la parete e digeriscono parzialmente i tannini in esse contenuti. Le cellule tannifere si disorganizzano e finiscono per rimanere inglobate nel cemento interifale.

Il meristema apicale continua a produrre altre cellule tannifere a beneficio del micelio del tartufo che nella zona apicale della micorriza si comporta come saprofita.

A partire dalla superficie interna della micoclena si sviluppano numerose ife con setti trasversali molto ravvicinati che si insinuano tra le cellule epidermiche della radichetta che aumentano di volume e spesso si allungano in senso radiale e tra le cellule sottostanti della corteccia primaria; si forma in tal modo un complesso sistema di ife detto reticolo di Hartig che è l'espressione del rapporto di simbiosi mutualistica tra il fungo e la pianta ospite.

La superficie esterna del mantello fungino, osservata al microscopio, presenta un disegno variabile dal poligonale al tipo a "puzzle" cioé con cellule a contorno sinuoso, che consente di riferire le micorrize a determinati gruppi di Tartufi. Dalle cellule superficiali della micoclena prendono origine vari tipi di ife destinate all'assorbimento di acqua e di sali minerali; queste ife sono utili al riconoscimento delle singole specie di *Tuber* responsabili della simbiosi micorrizica:

a) ife tortuose, semplici o ramificate, settate, con pareti sottili, ialine, generalmente coperte di fini granulazioni.

b) ife semplici o ramificate in vario modo, settate, con parete abbastanza ispessita un pò più esile verso l'apice, traslucide o di colore ambra, talora arancione, denominate "cistidi" con caratteristiche proprie di ciascuna specie di *Tuber*.

Un tipo particolare di cistidio è la "spinula", un'ifa semplice settata in basso, con pareti rigide, talora anche molto ispessite e con diametro decrescente dalla base all'apice.

Tali ornamentazioni sono presenti nelle micorrize in fase di crescita mentre sono quasi sempre assenti nello stadio quiescente.

Descrizione delle micorrize delle specie di interesse economico

La descrizione delle micorrize di alcune specie di *Tuber* è redatta in forma sintetica evidenziando i caratteri di maggiore interesse diagnostico; per conoscere maggiori particolari sulla struttura delle micorrize si consiglia di consultare le numerose pubblicazioni sull'argomento, precisando che acquisizioni di nuovi particolari di notevole importanza si sono registrati nel corso del tempo, persino per le micorrize più largamente conosciute, fino alla stesura della presente nota.

Micorrize di *Tuber melanosporum* Vittadini

Forma: sono per lo più clavate con apice ampio e rotondo, di frequente molto ramificate secondo lo schema monopodiale, pinnato e piramidale nelle latifoglie.

Colore: nello stadio quiescente il colore è ambra scuro uniforme dalla base all'apice mentre in fase di accrescimento l'apice è biancastro e il resto della micorriza ocraceo.

Dimensioni: sono in genere lunghe da 0,2 a 4,0 mm e larghe mediamente mm 0,3.

Micoclena: le cellule superficiali della micoclena sono appiattite e lobate con lobi ben pronunciati e formano una immagine a "puzzle" alquanto ben delineata, con talune lievi differenze in rapporto alla pianta ospite. La micoclena è pluristratificata e pseudoparenchimatica.

Ornamentazioní: le micorrize sono lisce nello stadio quiescente; in fase di attiva crescita differenziano spinule quasi ialine o debolmente giallo pallido, molto esili lunghe da 70 ad oltre 150 µm, poco dilatate sul punto di attacco alla micoclena ove sono larghe in media µm 3,5 (estremi 2,5-5 µm); hanno parete sottile anche nella porzione basale, apice stretto e arrotondato e uno o due setti trasversali nel tratto prossimale; si presentano per lo più molto fitte sull'intera micorriza (Granetti *et al.*, 1992).

Di frequente le spinule per sdifferenziamento formano all'apice un'ifa larga, ialina, che può allungarsi ed anche ramificarsi dicotomicamente (Granetti, 1995).

Contemporaneamente alle spinule, ma più spesso in momenti successivi, le micorrize differenziano dei cistidi, con pareti parallele nel punto di attacco alla micoclena (non dilatate come nelle spinule); tali cistidi sono diritti, rigidi, settati per tutta la loro lunghezza e formano nella porzione prossimale, ramificandosi in modo dicotomico, alcuni rami inseriti ad angolo retto, anch'essi rigidi, mentre i rami successivi sono disposti a circa 45° rispetto all'asse principale dell'ifa. La parete del tratto prossimale e medio è abbastanza spessa e di color giallo-ocra; nelle ramificazioni laterali e terminali il colore si attenua diventando debolmente giallastro e persino ialino nelle giovani ramificazioni in attiva crescita. Il diametro di tali cistidi è mediamente di µm 3,5 (2,8-4,4) nelle porzioni prossimali e la lunghezza varia da pochi ad oltre 300 µm. La micorriza forma talora anche un terzo elemento peritrofico costituito da ife ialine, settate, tortuose, con minute granulazioni, larghe da µm 2 a 6 circa, di scarso interesse diagnostico.

Nota: i caratteri essenziali delle micorrize di *T. mela-*

nosporum sono costituiti dai cistidi con ramificazioni disposte ad angolo retto o di 45°, di color ambra e dalle spinule (fin troppo trascurate per questa specie) per la loro sottigliezza e notevole lunghezza, mai riscontrate in micorrize di altri tartufi. Per la diagnosi è sufficiente soltanto uno di questi caratteri di cui il primo è senz'altro il più importante (Tav. 1b, pag. 57, fig. h, i, l, m).

Micorrize di *Tuber brumale* Vittadini e *T. brumale* Vittadini forma *moschatum* (Ferry) Ceruti

Forma: nelle latifoglie sono clavate od oblunghe con l'estremità arrotondata, semplici o ramificate in modo monopodiale, pinnato o piramidale.

Colore: è brunastro uniforme nelle micorrize quiescenti mentre nello stadio di attiva crescita sono di colore ambra fin quasi sotto l'apice che è biancastro.

Dimensioni: sono lunghe generalmente da 0,5 a 5 mm (media mm 2,0) e larghe in media mm 0,25.

Micoclena: le cellule superficiali della micoclena sono appiattite e lobate con lobi non molto pronunciati che danno luogo ad una immagine a "puzzle" con linee abbastanza sinuose.

Ornamentazioni: sono lisce nello stadio quiescente. Le spinule sono robuste, lunghe da µm 25 a µm 110 circa (media intorno a 65 µm) e si dilatano in modo marcato verso la base ove sono larghe da circa µm 2,5 a µm 7 con valore medio intorno a µm 4,5 (Zambonelli *et al.*, 1993 in *Q. pubescens* x *T. brumale* trova spinule lunghe da 21 a 155 µm, media 96,85); presentano talvolta un setto nella porzione prossimale; la parete è ispessita fino all'apice che è stretto e arrotondato; il colore è giallo ben marcato. Le ife peritrofiche sono semplici o ramificate, plurisettate, tortuose con parete esile, di color giallino pallido o pressoché ialino, larghe in media µm 4,5.

Note: la caratteristica fondamentale delle micorrize di *T. brumale* è costituita dalle spinule che sono in media molto più corte e decisamente più robuste e più larghe alla base rispetto a quelle di altre specie di tartufo; anche il colore giallino è un carattere importante. Le ife peritrofiche non hanno valore diagnostico (Tav. 2b, pag. 59).

Micorrize di *Tuber aestivum* Vittadini (=*T. uncinatum* Chatin)

Forma: hanno forma per lo più cilindrica o leggermente clavata con l'apice molto largo; sono in prevalenza semplici o ramificate secondo lo schema monopodiale nelle latifoglie; sono dicotomiche nelle Pinacee.

Colore: è marrone scuro uniforme nelle micorrize quiescenti ed ocraceo in quelle primaverili-estive con l'apice biancastro.

Dimensioni: sono lunghe da mm 0,2 a 8,5 (media mm 2,3) con diametro di circa mm 0,2-0,4.

Micoclena: le cellule superficiali della micoclena hanno aspetto poligonale, con 3-6 lati diritti, raramente di più, e con angoli arrotondati od anche vivi, che danno luogo ad una immagine reticolata. Alcune volte soprattutto in micorrize di *Pinus* spp., le cellule hanno il contorno pressochè rettangolare e sono disposte in fasce sinuose formando immagini ben diverse da quella tipicamente reticolata poligonale. In sezione trasversale la micoclena ha una struttura pseudoparenchimatica.

Ornamentazioni: i cistidi sono molto fitti in estate e in autunno e meno frequenti nel periodo invernale; sono lisci, giallo-ocra, lunghi circa da µm 100 a µm 600 e larghi da µm 1,8 a µm 4,0 (media µm 2,9) per la maggior parte della loro lunghezza; sono per lo più sinuosi soprattutto nella parte terminale e soltanto nello stadio giovanile sono corti e diritti tali da somigliare a spinule; sono plurisettati e presentano talora ingrossamenti a guisa di vescicole intercalari o terminali, di forma pressoché ellissoidale; i cistidi hanno parete robusta e sul punto di attacco alla micoclena non sono dilatati. Sono semplici, ma alcune volte presentano una breve biforcazione terminale dovuta ad una ripresa dell'accrescimento. I cistidi, infatti, possono sdifferenziarsi producendo all'apice un'ifa larga e ialina, granulosa, tortuosa, generalmente molto corta, con esile parete, capace di ramificarsi dicotomicamente; lo sdifferenziamento è molto frequente in primavera nei giovani cistidi. Nello stesso periodo accanto ai cistidi si formano, in numero elevato, ife peritrofiche a parete sottile, larghe da µm 2 a 8,5 (media 4 µm), ialine, tortuose, plurisettate, più volte ramificate dicotomicamente e ricoperte da minute granulazioni.

Nota: la caratteristica principale delle micorrize di *T. aestivum* è la presenza di cistidi sempre semplici ed abbinati ad una immagine della superficie esterna della micoclena di tipo poligonale. I rigonfiamenti o vescicole, intercalari o terminali dei cistidi, anch'essi sono una importante caratteristica del tartufo estivo, ma essendo sporadicamente presenti non possono essere correntemente usati nella differenziazione delle micorrize rispetto a quelle molto somiglianti di *T. mesentericum* (Tab. 4b, pag. 63).

Micorrize di *Tuber mesentericum* Vittadini

Forma: sono per lo più clavate, semplici o ramificate in modo monopodiale nelle latifoglie.

Colore: è ocra-brunastro uniforme nelle micorrize quiescenti mentre è nocciola in quelle in attiva crescita fin quasi sotto l'apice che è biancastro.

Dimensioni: sono lunghe da mm 0,6 a circa 3,8 (media mm 1,8) e larghe circa mm 0,2-0,3.

Micoclena: la superficie esterna ha un aspetto reticolato dovuto al contorno delle cellule superficiali che è poligonale a 3-6 lati diritti con angoli in prevalenza taglienti, ma non di rado anche arrotondati. La struttura della micoclena è di tipo pseudoparenchimatico.

Ornamentazioni: le micorrize sono lisce nello stadio quiescente. In attiva crescita sono coperte da gruppi di cistidi di color giallo-ocra per la maggior parte della loro lunghezza e ialini nelle parti terminali giovani in fase di allungamento. Sono larghi 2-4 µm (media µm 2,6) e lunghi da µm 80 ad oltre 800 µm (media circa 400 µm); il diametro è pressoché costante per un lungo tratto e decresce poi gradualmente verso l'estremità che è arrotondata; sono diritti o sinuosi ma meno rispetto a *T. aestivum* e inseriti sulla micoclena senza alcuna dilatazione. Non hanno rigonfiamento di alcun tipo; la parete è robusta per almeno i 3/4 della lunghezza od anche più; sono in prevalenza semplici e plurisettati; in ogni micorriza vi sono sempre dei cistidi (circa il 5-10%) chiaramente biforcati in vicinanza del loro punto di inserzione sulla micoclena; questo nuovo carattere è a mio avviso importante nella diagnosi delle micorrize del Tartufo nero di Bagnoli. Nella fase di intensa crescita accanto ai cistidi si formano numerose ife ialine, settate, tortuose, con fini granulazioni sulla parete, larghe da µm 1,8 a circa µm 6,3 (media µm 4).

Nota: la caratteristica fondamentale delle micorrize di *T. mesentericum* è la costante presenza in ogni micorriza di un certo numero di cistidi biforcati alla base, assenti in *T. aestivum*. Il disegno poligonale della superficie esterna della micoclena, essendo molto simile nelle due specie, riveste un significato diagnostico secondario che va comunque tenuto in attenta considerazione accanto agli elementi peritrofici (Tav. 5b, pag. 65).

Micorrize di *Tuber macrosporum* Vittadini

Forma: sono clavate od oblunghe con una forte tendenza a ramificarsi in modo monopodiale, pinnato o piramidale nelle latifoglie.

Colore: è ambra scuro uniforme nelle micorrize quiescenti e ambra chiaro in quelle giovani fin quasi all'apice che è biancastro.

Dimensioni: sono lunghe da mm 0,4 a mm 3,4 (media 1,3).

Micoclena: le cellule superficiali della micoclena hanno un contorno con lobi per lo più poco pronunciati per cui l'immagine che ne risulta è di tipo a "puzzle" ma non molto marcato: di frequente le cellule sono pressoché isodiametriche e prive di lobi; la micoclena ha struttura pseudoparenchimatica.

Ornamentazioni: sono lisce in fase quiescente e lanose se in attiva crescita per la formazione sia di spinule, sia di abbondanti ife peritrofiche, molto particolari. Le spinule sono pressoché ialine, molto esili, lunghe in media µm 80 (da 60 a 90) e larghe alla base µm 2,8 (da 2 a 3,5); hanno talora uno o due setti trasversali al di sotto della metà della spinula e la parete molto sottile in tutta la sua lunghezza; sul punto di attacco alla micoclena la spinula si allarga pochissimo. Le ife peritrofiche (cistidi secondo qualche autore) sono larghe in media µm 6,5 (da µm 3 a µm 9,5 circa), molto lunghe (da pochi µm ad oltre 500 µm), sono plurisettate e si inseriscono a pareti parallele sulla micoclena; hanno la parete ben ispessita per un lungo tratto che è di colore giallastro o tendente all'arancio; improvvisamente si restringono generando da questo punto un'ifa ialina con diametro più stretto e parete esile che si accresce in modo indefinito e si ramifica intensamente con rami progressivamente più esili disposti quasi sempre ad angolo retto; vi è una forte tendenza da parte delle ife ad anastomizzarsi tra loro per cui formano intorno alla micorriza un intreccio miceliare abbondante, biancastro o debolmente giallino, che trattiene molte particelle terrose. Le ife peritrofiche o cistidi assumono di frequente un andamento ondulato e talora presentano rigonfiamenti in corrispondenza dei setti.

Nota: l'aspetto generale delle micorrize si avvicina molto a quello delle micorrize di *T. borchii* ma da questa specie esse si differenziano in modo netto per le ife peritrofiche o cistidi strutturate in modo singolare: una porzione prossimale larga con parete molto ispessita a guisa di cistidio e una porzione distale con diametro inferiore, frequenti ramificazioni ad angolo retto ed anastomosi tra ife ravvicinate. Anche le spinule di *T. macrosporum* , per la parete esile e la base molto stretta si differenziano bene da quelle con parete ispessita di *T. borchii* (Tav. 6b, pag. 67).

Micorrize di *Tuber indicum* Cooke e Massee

Forma: le micorrize giovani sono corte, clavate o cilindriche, semplici o ramificate in modo pennato. Le micorrize adulte sono cilindriche, ramificate secondo lo schema monopodiale, con i rami laterali generalmente molto lunghi; l'apice è sempre arrotondato.

Colore: il colore varia con l'età delle micorrize; quelle giovani sono ambra chiaro con l'apice "giallino sbiadito"; le micorrize adulte sono ambra scuretto, finemente screziate con l'apice chiaro, non perfettamente bianco; le micorrize vecchie sono brunastre dalla base all'apice e talora anche bruno-nerastre.

Dimensioni: le dimensioni variano con l'età; la lunghezza arriva fino a mm 1,10; in un apparato radicale prevalgono le micorrize di lunghezza media e lunga; il diametro è di circa mm 0,20.

Micoclena: la superficie esterna della micoclena delle micorrize giovani appare costituita da ife alquanto strette e tortuose fortemente serrate tra loro e le pseudocellule misurano 16-27 x 4-8 µm.

Nelle micorrize adulte le pseudocellule sono più larghe, dilatate e con lobi molto pronunciati (13-19 x 11-16 µm); in ambedue i casi ne deriva una immagine tipicamente a puzzle.

Raramente in qualche area della micorriza le pseudocellule sono tendenzialmente isodiametriche (8-13 x 8-11 µm).

La micoclena ha una struttura pseudoparenchimatica con cellule di forma variabile dalla superficie esterna verso quella interna.

Il reticolo di Hartig interessa da 1 a 4 strati esterni della radichetta. Le cellule del rizoderma sono pressoché isodiametriche in sezione trasversale e oblunghe e convergenti all'apice, nelle sezioni longitudinali. Gli articoli delle ife del reticolo di Hartig sono rotondeggianti o quadrangolari.

Ornamentazioni: le micorrize in stadio di quiescenza non hanno elementi peritrofici e si presentano perfettamente lisce. Nelle micorrize in fase di accrescimento si osservano ife peritrofiche abbastanza fitte di colore pressoché ialino, tali da conferire un aspetto lanoso alla micorriza.

Le ife peritrofiche nello stadio giovanile sono generalmente semplici, strette (µm 2,9 alla base) lunghe fino a 200 µm con apice arrotondato e poco o affatto dilatate alla base, plurisettate, tortuose, ialine, con parete esile e coperte da minute granulazioni. Queste ife non si possono considerare cistidi del tipo spinula avendo la parete esile. Accanto a questo tipo di ife si formano ife ramificate con angoli da 45° a 90° e con rami laterali molto lunghi (fino a 270 µm), tali da non permettere più di individuare l'asse principale. Alla base delle singole ife laterali, in prossimità di quella principale, vi è, generalmente, uno stretto ispessimento anulare della parete, di colore scuro; queste ife hanno larghezza variabile da 2,4 µm a 4 µm alla base e da 1,9 µm a 2,7 µm nella parte media; sono molto lunghe da 190 µm fino 570 µm, lievemente e irregolarmente tortuose sin dalla base o dal punto di ramificazione, ricurve, con il diametro decrescente e la parete non molto ispessita, coperta da fini granulazioni come le ife giovani. Il colore generale delle ife ramificate è nocciola molto pallido nelle porzioni adulte e perfettamente ialino in quelle terminali di recente differenziazione. Vengono chiamate cistidi da taluni Autori.

Nota: nelle micorrize di *T. indicum* non sono state rinvenute spinule rigide, lisce, diritte e sottili con parete un po' ispessita, del tipo evidenziato da Granetti (1995) per *il T. melanosporum*. Le ife, lunghe, semplici, esili e tortuose del *T. indicum* non si possono considerare spinule avendo parete esile e granulosa.

I cistidi ramificati di *T. indicum* per quanto molto simili a quelli del *T. melanosporum* si possono differenziare da questi ultimi in base ai seguenti caratteri:

- hanno colore più chiaro rispetto a quelli del *T. melanosporum;*
- le ife sono tortuose e ricurve sia quelle degli assi principali che quelle laterali, anziché generalmente rigide come in *T. melanosporum;*
- tali ife dalla base all'apice sono minutamente granulose anziché lisce come quelle di *T. melanosporum;*
- infine le ife laterali nel punto di attacco a quella principale presentano, come già detto, quasi sempre un corto ispessimento scuro, anulare, assente nei cistidi ramificati di *T. melanosporum* (Tav. 3b, pag. 61).

Micorrize di *Tuber magnatum* Pico

Forma: sono generalmente cilindriche, più raramente clavate, con apice arrotondato; possono essere semplici o ramificate secondo il sistema monopodiale pinnato.

Colore: varia fortemente con lo stadio di sviluppo; nella fase di attiva crescita sono chiare, semitraslucide con fitte screziature grigiastre o grigio-verdastre che tendono a diventare progressivamente grigio-ambra e infine ambra abbastanza scuro nelle micorrize quiescenti.
Il colore è generalmente uniforme dalla base all'apice che quasi sempre è più chiaro.

Dimensioni: sono lunghe da mm 0,3 a circa mm 2 e larghe in *Quercus cerris* da mm 0,25 a circa mm 0,35.

Micoclena: ha struttura pseudoparenchimatica; la superficie è del tipo a "puzzle" con cellule ampiamente lobate; la forma delle cellule può variare dalla base all'apice della micorriza presentandosi anche isodiametriche, rettangolari od ellissoidali. La micoclena, ha in genere,lo spessore di µm 30 ed è formata da 4-5 strati di cellule appiattite rispetto al piano tangenziale, nella parte media della micorriza. Il reticolo di Hartig interessa lo strato esterno e quello sottostante della radichetta.

Ornamentazioni: sono presenti due tipi di ife: le ife vegetative e i cistidi; le prime sono ialine con parete robusta, settate e tortuose, semplici o ramificate con fitte granulazioni sulla superficie; sono lunghe µm 150-200 e larghe circa µm 4-6.

I cistidi sono incolori o con deboli tonalità ambra nelle micorrize adulte; sono plurisettati semplici o ramificati con rami perpendicolari rispetto all'asse principale e con estremità arrotondate; la parete è abbastanza ispessita; i cistidi appaiono rigidi, non tortuosi, e la superficie è liscia; sono lunghi al massimo µm 390 ed hanno un diametro di circa µm 3-5 nel punto di inserzione sulla micoclena; i cistidi sono localizzati spesso soltanto all'apice della micorriza, meno di frequente sull'intera superficie della micoclena. Generalmente i cistidi e le ife peritrofiche vegetative sono ben differenti tra loro; alcune

volte si notano anastomosi tra ife peritrofiche abbastanza simili ai cistidi; negli stadi giovanili di sviluppo delle micorrize sono presenti soltanto le ife vegetative.

Nota: la descrizione sopra riportata si riferisce a micorrize identificate attraverso l'analisi molecolare del DNA per cui è certo che appartengono a *T. magnatum* (Rubini *et al.*, 2001). È agevole constatare che tutte le descrizioni finora pubblicate, delle micorrize di *T. magnatum,* sono molto diverse in quanto somigliano fortemente a quelle di *T. borchii* o di *T. maculatum;* le micorrize di queste due specie sono sempre comparse (senza



Fig. 37 - Micorrize nella fase della ripresa vegetativa primaverile di *T. magnatum* su Tiglio (*foto: B. Granetti*).

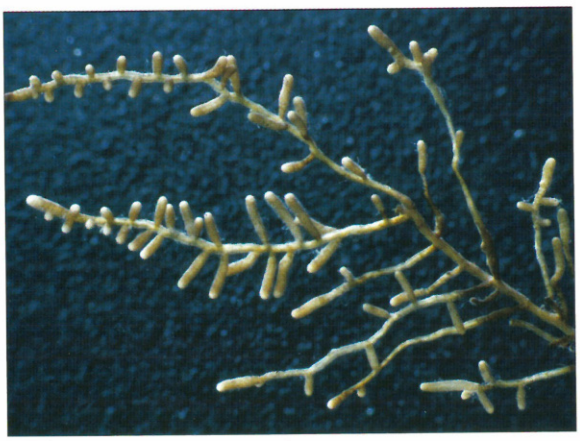


Fig. 38 - Micorrize di *T. magnatum* su Tiglio nel tardo autunno (*foto: B. Granetti*).

poterne dare una convincente spiegazione) in gran numero negli apparati radicali inoculati con sospensioni sporali di *T. magnatum* e in mancanza della possibilità di un controllo molecolare sono state considerate, in buona fede, di *T. magnatum.* Per quanto riguarda il confronto con le micorrize di altri tartufi si fa rilevare che vi è qualche somiglianza con quelle di *T. melanosporum* mentre con il *T. borchii* le differenze sono assai nette.

Il colore delle micorrize di *T. melanosporum* è ambra più o meno marcato in tutti gli stadi di sviluppo mentre le micorrize di *T. magnatum* inizialmente sono ialine, ialino-giallastre, grigio-verdastre e solo nella fase adulta diventano color ambra.

I cistidi ramificati ad angolo di 90° o di 45° sono fortemente simili nelle due specie per aspetto e dimensioni ma il colore è ialino in *T. magnatum* (o leggermente ambra nei cistidi vecchi) mentre è sempre ambra più o meno accentuato nelle micorrize di *T. melanosporum* (Tav. 7b, pag. 69 e figg. 37-38).

Micorrize di *Tuber borchii* Vittadini

Forma: sono per lo più oblungo-clavate con apice arrotondato, semplici o ramificate secondo lo schema monopodiale (pinnate e piramidali) nelle latifoglie è dicotomico nelle Pinacee.

Colore: nello stadio quiescente sono color ocra-bruno, uniforme dalla base all'apice; nelle micorrize in crescita il colore è ocra molto chiaro e minutamente screziato, talora quasi giallastro, a partire dalla base fin sotto l'apice che è biancastro; nel punto di confine tra la radichetta e la base della micorriza vi è spesso una forte pigmentazione brunastra.

Dimensioni: sono lunghe da mm 0,5 a circa mm 5 (media 2,5) con diametro compreso tra mm 0,2 e 0,3 circa.

Micoclena: le cellule superficiali della micoclena hanno lobi generalmente poco pronunciati per cui danno luogo ad immagini per lo più con linee moderatamente sinuose o grossolanamente poligonali-isodiametriche; è evidente in alcuni casi l'influenza della pianta ospite sulla forma delle cellule superficiali. Le cellule sono abbastanza grandi e se ne possono contare in *Quercus pubescens* in media 5 in un quadrato di µm 20 x 20 (Zambonelli *et al.*, 1993).

Ornamentazioni: le spinule sono ialine o leggermente gialline con la base alquanto dilatata sul punto di attacco alla micoclena; hanno talora 1 o 2 setti nella porzione prossimale e la parete generalmente molto ispessita per cui non di rado dalla metà circa della spinula fino al suo apice il lume cellulare appare quasi completamente occluso; la base delle spinule è larga da µm 2 a circa µm 6 (media µm 4,5); la lunghezza è compresa tra µm 50 e µm 115 (media intorno a µm 95). Le ife peritrofiche sono debolmente gialline, semplici o poco ramificate, ricoperte da minute granulazioni, con parete esile, plurisettate e tortuose, di aspetto gracile, larghe in media µm 5.

Nota: Lo sforzo compiuto nel passato da numerosi ricercatori per sottolineare le differenze (erroneamente ritenute di modesta entità) tra le micorrize di *T. borchii* e quelle di *T. magnatum* appare ormai privo di significato in quanto le vere micorrize di quest'ultima specie sono state descritte solo di recente.

Possiamo ora affermare che le differenze tra le micorrize delle due specie sono abissali. Infatti, quelle del *T. borchii* portano numerosi cistidi a forma di spinula mentre le micorrize di *T. magnatum* non formano spinule. Nelle micorrize di *T. magnatum* sono presenti cistidi ramificati ialini, assenti in quelle di *T. borchii.* Soltanto il colore delle micorrize nelle due specie può essere alcune volte, nello stadio adulto, simile e precisamente ambra chiaro o leggermente accentuato (Tav. 8b, pag. 71).

Tecniche di micorrizazione

23

La coltivazione tradizionale dei tartufi pregiati, soprattutto di *T. melanosporum,* è stata effettuata attraverso la semina diretta della ghianda in terreni situati nelle aree a forte vocazione tartuficola e le piantine così ottenute si micorrizano spontaneamente ma in esigua percentuale e in tempi assai lunghi. Questo procedimento empirico e del tutto aleatorio ha fornito risultati positivi soltanto nelle zone adiacenti alle tartufaie naturali ed è stato praticato sin dai primi anni del 1800 fino a circa la metà del 1900, soprattutto in Francia dove ha avuto un'ampia applicazione. Tuttavia, nessun tartuficoltore e nemmeno gli esperti conoscevano l'esistenza di un rapporto simbiotico tra le piante e i tartufi che è stato evidenziato da Gibelli (1879, 1882, 1883), da Frank (1885), da Mattirolo (1887) e da Dangeard (1894); bisognerà, però, attendere il 1967 per avere la dimostrazione sperimentale della capacità dei tartufi di unirsi in simbiosi con piante forestali a livello degli apici radicali, quando Fassi e Fontana hanno ottenuto le micorrize di *Tuber maculatum* con il *Pinus strobus* in condizioni di semisterilità.

La coltivazione in pieno campo dei tartufi pregiati ha ricevuto un forte impulso a seguito delle ricerche di Mannozzi-Torini al quale è maturata l'idea di affidare al terreno giovani piante già micorrizate con la specie desiderata di tartufo.

Lo stesso Mannozzi-Torini (1967, 1970) ha sperimentato una metodica di preparazione delle piante micorrizate con il *T. melanosporum* che porta il suo nome.

Altri metodi sono stati messi a punto successivamente da vari ricercatori per la preparazione massiva, in vivaio, delle piante micorrizate con diverse specie di tartufo, o per realizzare in laboratorio la simbiosi tra piante e tartufi in condizioni di assoluta sterilità a fini di studio.

Descrizione delle metodiche

INOCULAZIONE DELLA SEMENTE

Metodo Mannozzi-Torini, 1970

A) Prevede la raccolta delle ghiande in genere di Roverella (*Quercus pubescens*), prive di terra, meglio se prelevate direttamente dalla pianta; devono essere sane, vitali, senza fessurazioni del pericarpo e ben selezionate in rapporto alla grandezza.

B) Le ghiande devono essere sterilizzate esternamente immergendole in una soluzione acquosa di Nitrato di Argento all'1‰ per alcuni minuti e successivamente lavate con acqua sterile allo scopo di allontanare la sostanza tossica sterilizzante.

Non é necessario questo trattamento, rischioso se non ben applicato, quando si raccolgono ghiande dall'albero che possono semplicemente essere lavate con acqua pulita.

Le ghiande si conservano in frigorifero a +1°C.

C) I tartufi da utilizzare per l'inoculazione devono essere ben maturi, sani, accuratamente lavati per eliminare ogni particella di terra attaccata al peridio.

La terra per allevare le piantine è prelevata dalle tartufaie naturali o da zone vicino ad esse per accertarsi della sicura idoneità dal punto di vista chimico e fisico.

La terra si sterilizza in un comune forno a legna ben riscaldato in precedenza, disponendola in uno strato di circa 15 cm di spessore per ottenere un trattamento termico uniforme di 80° C°; si devitalizzano in tal modo le spore e i miceli di funghi micorrizogeni potenzialmente concorrenti con il tartufo ed eventuali parassiti animali e vegetali.

Si prepara una sospensione di spore e di aschi mettendo i tartufi in un recipiente ben pulito con un po' d'acqua per alcuni giorni e a temperatura ambiente per agevolare la decomposizione della gleba; i tartufi vengono poi spappolati in acqua sterile zuccherata con la convinzione di favorire il potere collante delle spore.

Le ghiande precedentemente sterilizzate in superficie si immergono per due o tre giorni nella sospensione così ottenuta, rimescolando il materiale di frequente per assicurare una sufficiente aerazione.

Si effettua quindi in primavera la semina delle ghiande bagnate con la sospensione sporale in fitocelle di plastica riempite con la terra sterilizzata in precedenza. In ogni fitocella si pongono tre ghiande per ottenere almeno una piantina. Alla terra di ogni fitocella si aggiunge, dopo la semina, una certa quantità della sospensione sporale residua, circa uno o due cucchiai.

Le fitocelle si sistemano sotto rete ombreggiante e si irrigano con cura fino all'autunno quando le piante possono essere messe a dimora.

Questo metodo ha fornito buoni risultati soprattutto

nella micorrizazione della Roverella con il *T. melanosporum*. Dopo un'ampia sperimentazione iniziale è stato abbandonato in quanto altri ricercatori hanno messo a punto metodi più razionali.

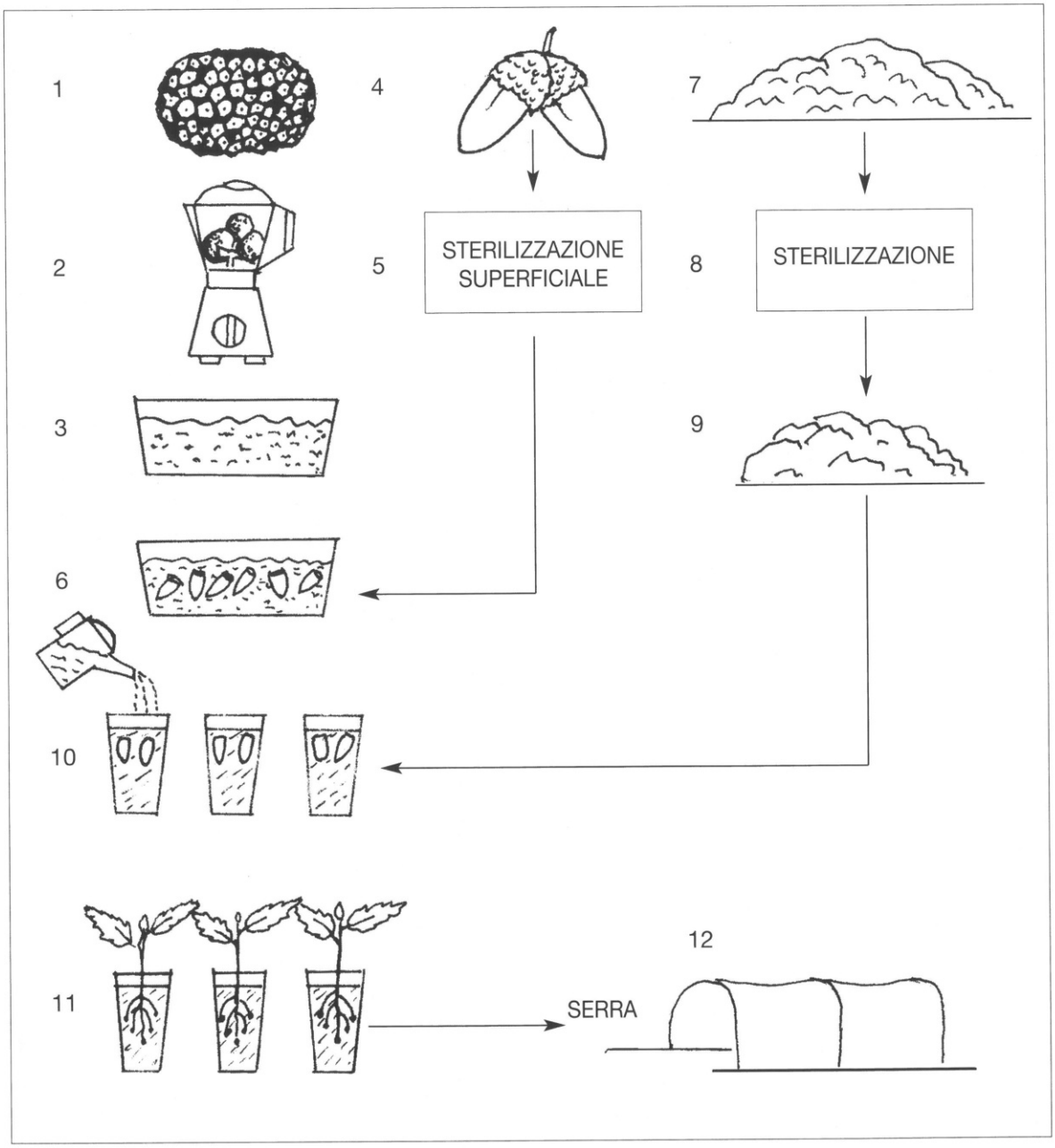


Fig. 39 - Schema di produzione di piantine micorrizate secondo il metodo dell'inoculazione della semente (metodo Mannozzi-Torini). (Da Tocci, 1982 parzialmente modificato; disegno di A. De Angelis).

1 - Tartufo maturo; lavaggio, sterilizzazione superficiale.
2 - Preparazione della sospensione sporale mediante frullatura dei tartufi o disfacimento in acqua sterile.
3 - Sospensione sporale in acqua sterile.
4 - Ghiande di quercia.
5 - Sterilizzazione della superficie delle ghiande.
6 - Immersione delle ghiande nella sospensione sporale.
7 - Substrato con idonee caratteristiche (in origine terra di tartufaia).
8 - Sterilizzazione del substrato in autoclave o con generatore di vapore (in origine con forno a legna).
9 - Substrato sterilizzato pronto per l'utilizzo.
10 - Semina delle ghiande in vaso contenente substrato sterile e aggiunta di ulteriore inoculo sporale.
11 - Trasferimento in serra delle piantine inoculate.
12 - Crescita e formazione delle micorrize.

INOCULAZIONE DI GIOVANI PIANTE CON SOSPENSIONE SPORALE.
(Metodo I.P.L.A.*-I.N.R.A.*)

Questa tecnica è stata sperimentata sin dal 1967 (Fassi e Fontana, 1967; Palenzona, 1969; Fontana *et al.*, 1971; Chevalier et Delmas, 1977; Palenzona e Fontana, 1978; Chevalier et Grente, 1979).

Si attua in tre fasi: allestimento di piantine radicate, preparazione e sterilizzazione a vapore del substrato e inoculazione.

a) Preparazione delle piantine radicate

1) Mediante seme

Alcune piante si prestano bene a questo scopo come tutte le specie di *Quercus* (Roverella, Cerro, Leccio, Farnia, Rovere, ecc), il Nocciolo, i Carpini e il Cisto. I semi o frutti, devono essere raccolti ben sani e maturi e sterilizzati esternamente per immersione temporanea in una soluzione acquosa di Cloruro di Mercurio all'1‰ e successivamente ben risciacquati con acqua possibilmente sterile; dopodiché si possono conservare in frigorifero a + 1°C. La semina si effettua in febbraio su substrati sterilizzati a vapore (es. mescolanza di agriperlite e vermiculite), sistemati in cassette di plastica; l'allevamento delle piantine dette anche semenzali, deve effettuarsi in serra accuratamente disinfettata, chiusa, con il ricambio dell'aria realizzato attraverso appositi filtri. Le piantine dopo 40-60 giorni dalla nascita sono pronte per essere inoculate.

Fig. 40 - Piantina di nocciolo comune prima dell'inoculazione con sospensione sporale di *T. melanosporum (foto: M. Giovani).*



2) Mediante talee

Alcune specie conviene prepararle per talea quali i Pioppi (*Populus alba* e *Populus nigra*), i Salici (*Salix caprea* e *Salix alba*, ecc) e i Tigli (*Tilia platyphyllos*, ecc). Altre piante utilizzate nella tartuficoltura sono di difficile ottenimento mediante talea; il Nocciolo si moltiplica mediante polloni prelevati in giugno-luglio e trattati con A.I.B. (acido indol butirrico). Anche alcune specie di Quercia (*Quercus robur* e *Quercus petraea*) si possono riprodurre per talea. Le talee delle varie specie si preparano generalmente nei mesi di gennaio e di febbraio e dopo accurato lavaggio si pongono in substrati sterilizzati a vapore (mescolanza di agriperlite e vermiculite), trattandole, quando necessario, con ormoni specifici per stimolare la radicazione. Si allevano anch'esse in serre ben pulite, disinfettate e climatizzate.

Le piante ottenute da talea sono pronte per l'inoculazione quando hanno formato un abbondante apparato radicale e ciò si verifica in 60-80 giorni.

Fig. 41 - Piantine di farnia ottenute da seme e allevate in substrato inerte , destinate all'inoculazione con *T. magnatum (foto: B. Granetti).*





Fig. 42 - Talee di salice poste in un substrato inerte per la radicazione *(foto: B. Granetti).*

* I.P.L.A. - Istituto per le Piante da legno e l'Ambiente S.p.a. - Torino

* I.N.R.A. - Istituto Nazionale Ricerche Agronomiche - Francia

Piante di Roverella clonate per talea e micorrizate con *T. melanosporum* hanno prodotto i primi tartufi nell'inverno 1997/98, cioé 5 anni dopo la messa a dimora, formando aree bruciate molto ampie e ben marcate.

3) Mediante micropropagazione *in vitro*

Questa tecnica consente di ottenere piantine a partire da gemme che ben sterilizzate esternamente sono poste entro tubi di coltura con substrati nutritivi artificiali, sterili e arricchiti di particolari ormoni. Dopo alcuni mesi si ottengono piantine che, nell'ultima fase, detta di ambientamento, sono allevate su torba sterile in piccoli contenitori di plastica. Quando tali piantine hanno sviluppato un ricco apparato radicale sono pronte per essere inoculate.

La tecnica di micropropagazione si è ben affermata per produrre su larga scala piantine di numerose specie e *cultivar* ornamentali e da frutto. Nel campo delle piante forestali hanno risposto bene i Pioppi, i Salici e i Tigli; sono state prodotte anche piantine di Nocciolo e di varie



Fig. 43 - Espianto di pioppo bianco in coltura sterile *(allestimento colture: P. Angelini; foto: B. Granetti).*

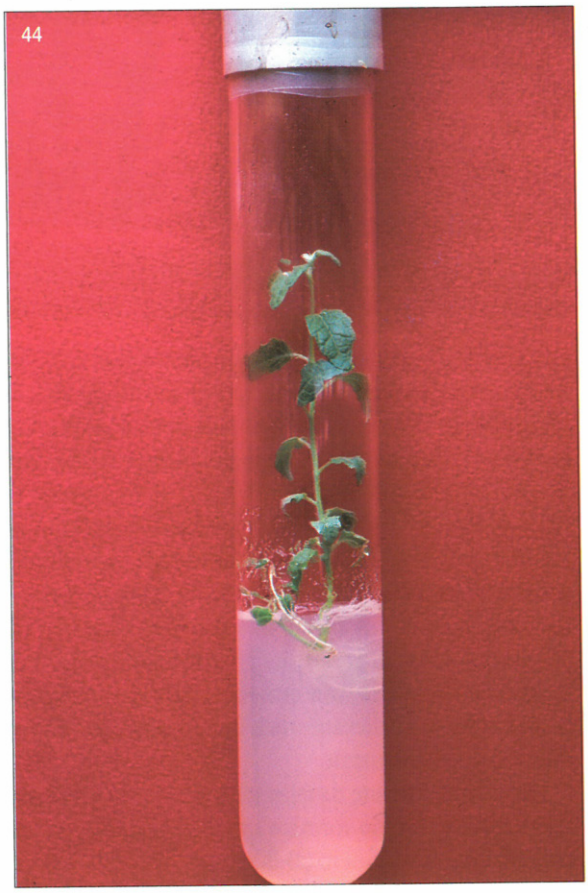


Fig. 44 - Piantina di pioppo bianco ottenuta da coltura *in vitro (allestimento colture: P. Angelini; foto: B. Granetti)*

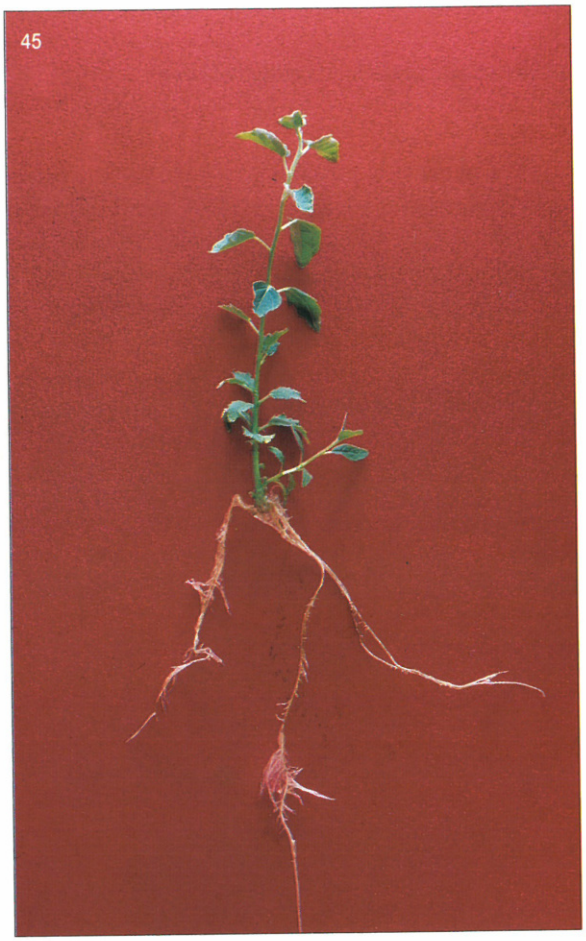


Fig. 45 - Piantina di pioppo bianco radicata, ottenuta da coltura *in vitro (allestimento colture: P. Angelini; foto: B. Granetti)*



Fig. 46 - – Piantina di pioppo bianco ottenuta per micropropagazione, pronta per essere inoculata *(allestimento colture: P. Angelini; foto: B. Granetti)*

specie di *Quercus* anche se queste ultime presentano tuttora alcune difficoltà, specialmente il Leccio (Figg. 43-48).

Confronto tra le varie metodologie di allestimento delle piante.

Tramite i semi o i frutti è agevole preparare piantine radicate, ma si ha l'inconveniente di ottenere una popolazione eterogenea dal punto di vista genetico e quindi anche fenotipico; questo fatto è ben visibile negli impianti tartufigeni dove si possono osservare piante di Quercia e di Nocciolo, dopo alcuni anni dalla loro messa a dimora, estremamente diverse tra loro, non solo per la morfologia fogliare, ma soprattutto per il loro sviluppo con differenze in altezza fino ed oltre il 60% !

Infine è bene precisare, alla luce di quanto è stato detto sopra, che i semi o i frutti raccolti da piante tartufigene, non è certo che ereditino la predisposizione a produrre tartufi. Le piante, invece, prodotte per talea hanno il sicuro vantaggio di conservare inalterate le caratteristiche genetiche della pianta madre per cui se questa è una ottima produttrice di tartufi, le piante ottenute da essa per talea, avranno una forte predisposizione a contrarre la simbiosi con i tartufi e a produrli in buona quantità, ovviamente in condizioni ambientali favorevoli.

Mediante talea si ottengono popolazioni (cloni) omogenee nel senso che le talee prelevate da una singola pianta daranno origine a piante morfologicamente simili tra loro e alla pianta madre.

Anche le piante ottenute tramite la tecnica della micropropagazione sono geneticamente uguali tra loro e alla pianta madre; con questo procedimento è possibile ottenere svariate decine di migliaia di piante da una sola pianta madre iniziale; è importante scegliere la pianta da cui prelevare le gemme per la micropropagazione selezionandola in base alla sua morfologia e soprattutto alle sue accertate capacità tartufigene.

b) Preparazione e sterilizzazione del substrato

La terra per allevare le piantine inoculate deve essere mediamente fornita di calcare, di argilla, di sabbia e di *humus*; il pH deve essere intorno ai valori di 8. Si possono allestire anche substrati artificiali a base di torba con aggiunta di calcare, di altri componenti e di fertilizzanti a lenta cessione. La sterilizzazione si può effettuare in autoclave a 120°C per piccole necessità o in appositi cassoni a 100°C per alcune ore nelle aziende vivaistiche.

c) Inoculazione

È necessario approvvigionarsi al momento opportuno di tartufi che devono essere sani, ben maturi e di media taglia; devono altresì essere ben "determinati" cioè attribuiti ad una sicura specie. Appena raccolti si effettua il lavaggio accurato seguito dalla sterilizzazione superficiale con appositi disinfettanti (alcool etilico a 95°, soluzione acquosa di Cloruro di Mercurio all'1‰) o con la fiamma di un becco bunsen che consente di eliminare parassiti, miceli e spore inquinanti. La loro conservazione conviene farla in frigo a +1°C.





Fig. 47 *(in alto)* - Isolamento in coltura sterile e micropropagazione di pioppi bianchi selezionati *(foto: B. Granetti)*.

Fig. 48 *(in basso)*- Piantine di pioppo bianco ottenute per micropropagazione, pronte per essere inoculate *(foto: B. Granetti)*.

Poco prima dell'inoculazione con i tartufi si prepara una sospensione sporale nella quale si bagnano gli apparati radicali delle giovani piantine, accorciati opportunamente tagliando il fittone se necessario per stimolare la produzione di radichette laterali. Successivamente si effettua il trapianto nel substrato sterile sistemato in appositi vasi o in fitocelle di plastica nera.

Vi è negli ultimi anni una intensa ricerca sulla tipologia dei vasetti più rispondenti, alcuni dei quali sono stati brevettati. Dai grossi vasi del diametro di cm 12 si è passati a contenitori di cm 4 di lato, alti e scanalati, apribili per esplorare l'apparato radicale e capaci di eliminare l'attorcigliamento delle radici su se stesse. Alcune aziende francesi hanno utilizzato il Melfert (a partire dal 1983), una sorta di materassino di "tessuto non tessuto" molto leggero, contenente un apposito substrato costituito da materia organica ben decomposta, calcare e vermiculite. Questo Melfert si avvolge intorno agli apparati radicali dopo l'inoculazione. Nel 1993 il Melfert è stato abbandonato per alcuni gravi inconvenienti che presentava. Alcune aziende rimescolano l'inoculo sporale con il substrato



Fig. 49 - Inoculazione con sospensione sporale di *T. melanosporum* di piantine di nocciolo e trapianto con terra sterilizzata *(foto: B. Granetti)*.

sterile, dove si trapiantano le piantine le cui radici sono state bagnate con la sospensione sporale. Questa metodologia consente di ottenere eccellenti risultati in quanto le micorrize si formano nell'intero apparato radicale.

È stato proposto anche un metodo di inoculazione utilizzando 1-2 g di tartufo secco in polvere mescolato a 0,5 g di talco. La quantità di tartufo da utilizzare come inoculo per ogni pianta, varia in genere da 1 a 3 g; con bassi dosaggi di inoculo sporale (fino a pochi mg di gleba matura per pianta) si possono ottenere al primo anno con *T. melanosporum* e *Quercus pubescens* stati di micorrizazione di intensità analoga a quelli prodotti con elevate dosi di inoculo. Tuttavia l'avvio della produzione di carpofori risulta strettamente connessa alla più elevata dose di inoculo, oltre alla qualità della pianta ospite. L'inoculazione si pratica nei mesi primaverili (Figg. 49-50).

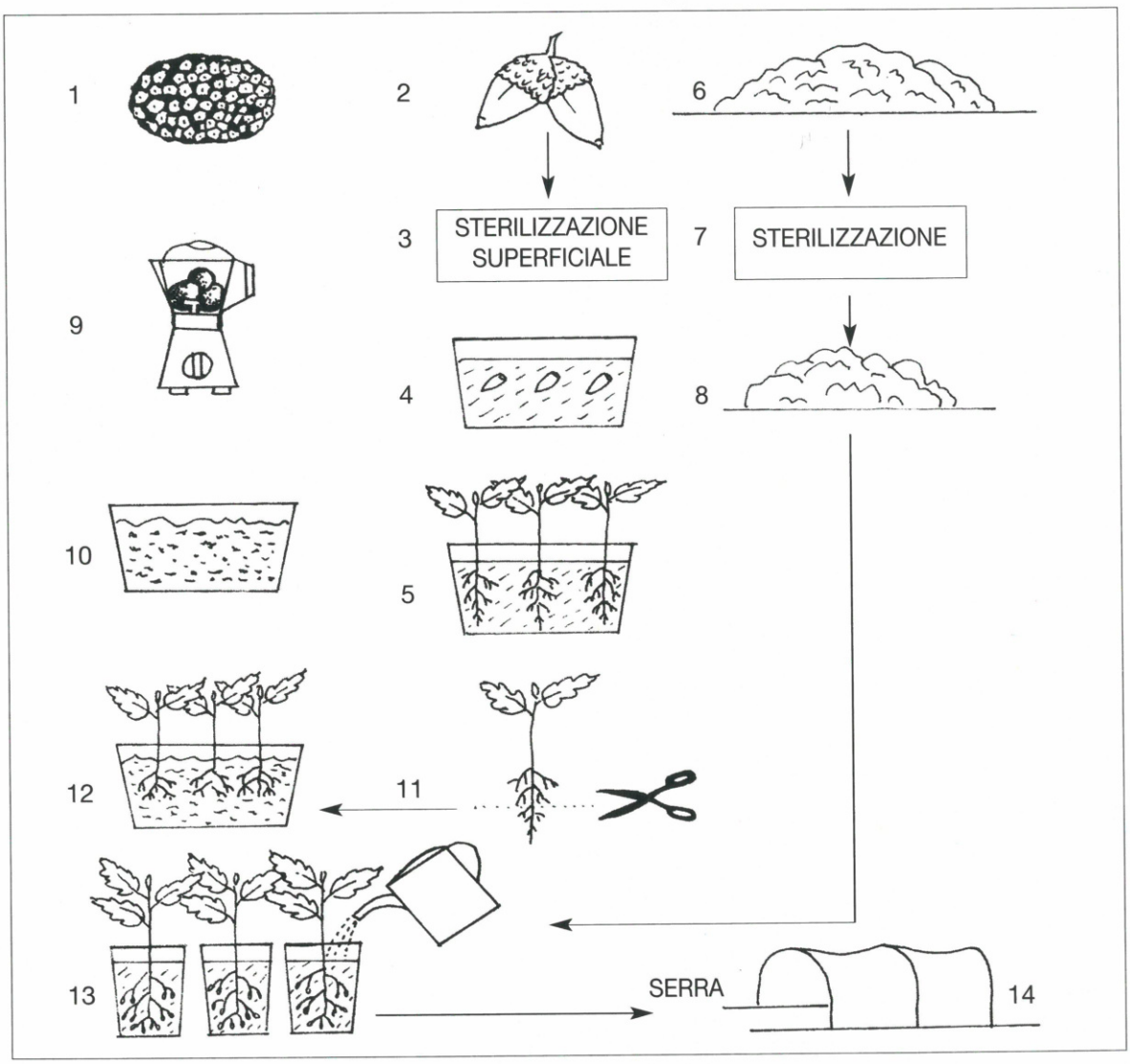


Fig. 50 - Schema di produzione di piantine micorrizate secondo il metodo di inoculazione delle plantule con sospensione sporale (metodo I.P.L.A.-I.N.R.A). (Da Tocci, 1982, parzialmente modificato; disegno di A. De Angelis).

1 - Tartufo maturo ; lavaggio, sterilizzazione superficiale e conservazione in frigorifero a +1°C.
2 - Ghiande di quercia.
3 - Sterilizzazione della superficie delle ghiande e conservazione in frigorifero a +1°C.
4 - Semina delle ghiande in substrato inerte e sterile.
5 - Sviluppo delle plantule in serra.
6 - Substrato con idonee caratteristiche (in origine terra di tartufaia).
7 - Sterilizzazione del substrato in autoclave o con generatore di vapore.
8 - Substrato sterilizzato pronto per l'utilizzo.
9 - Preparazione della sospensione sporale mediante frullatura dei tartufi.
10 - Sospensione sporale in acqua sterile.
11 - Selezione delle piantine e taglio del fittone.
12 - Immersione delle radici nella sospensione sporale.
13 - Trapianto delle piantine in vasi contenenti substrato sterile e aggiunta di sospensione sporale.
14 - Trasferimento in serra delle piantine inoculate; crescita e formazione delle micorrize.

Commento a questo metodo di micorrizazione

È senz'altro il metodo più largamente adottato da tutte le aziende le quali di solito apportano piccole varianti in rapporto alle varie specie e all'esperienza maturata nel settore.

Dovendo operare in condizioni, almeno iniziali, di sterilità, è richiesta una adeguata attrezzatura (serre e strumenti di lavoro, impianto di sterilizzazione a vapore, ecc.) ed una buona preparazione tecnica degli operatori al fine di ridurre al massimo gli inquinamenti da funghi estranei, possibili concorrenti dei tartufi soprattutto nei substrati sterili. Il metodo ha notevoli vantaggi rispetto a quello di Mannozzi-Torini in quanto può applicarsi ad un ampio numero di specie simbionti comprese quelle con semi poco germinabili come ad esempio il Carpino e il Cisto. Consente altresì di ottenere piantine ben micorrizate e con l'apparato radicale ottimamente ramificato. Infine un ulteriore vantaggio risiede nella possibilità di selezionare le piante prima della inoculazione scegliendo quelle sane e robuste e ciò comporta l'utilizzazione di una minore quantità di tartufo. Questo metodo, per contro, non consente di effettuare la selezione del materiale fungino in quanto la sospensione sporale dal punto di vista genetico è estremamente eterogenea.

INOCULAZIONE DI GIOVANI PIANTE CON PORZIONI DI RADICI MICORRIZATE

(Metodo I.N.R.A. o per Approssimazione radicale)

Consiste nell'utilizzazione come inoculo di gruppi di micorrize staccate da piante madri appositamente preparate in precedenza (Chevalier *et* Grente, 1973; Tocci *et*

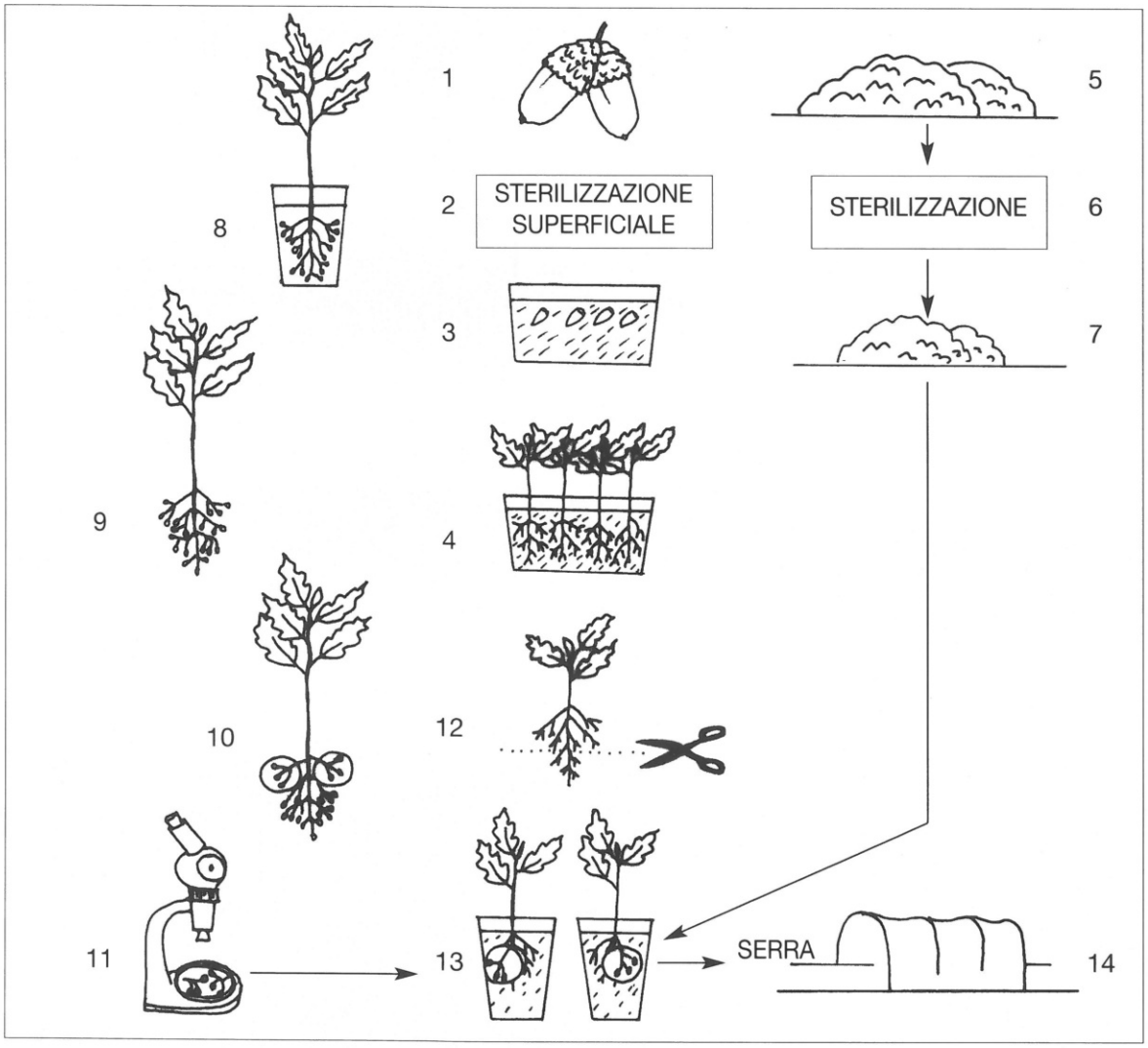


Fig. 51 - Schema di produzione di piantine micorrizate secondo il metodo dell'approssimazione o innesto radicale (metodo I.N.R.A.). (Da Tocci, 1982, parzialmente modificato; disegno di A. De Angelis).

1 - Ghiande di quercia.
2 - Sterilizzazione della superficie delle ghiande.
3 - Semina delle ghiande in cassetta contenente substrato inerte e sterile.
4 - Germinazione delle ghiande e sviluppo delle piantine in serra.
5 - Substrato con idonee caratteristiche.
6 - Sterilizzazione del substrato in autoclave o con generatore di vapore.
7 - Substrato sterilizzato pronto per l'utilizzo.
8 - Pianta madre micorrizata.
9 - Prelevamento della pianta madre e lavaggio dell'apparato radicale.
10 - Prelievo di piccole porzioni di radici micorrizate dalla pianta madre.
11 - Esame delle micorrize con lo stereomicroscopio.
12 - Selezione delle piantine e taglio del fittone.
13 - Trapianto in vaso con substrato sterile ponendo le micorrize (inoculo) prelevate dalla pianta madre a contatto con le radici delle piantine.
14 - Trasferimento in serra delle piantine inoculate, crescita e formazione delle micorrize.

al., 1985). Le piante madri vengono allestite uno o due anni prima della loro utilizzazione inoculando con le spore piantine ottenute da semi o in altro modo. L'allevamento di queste piante deve avvenire in un ambiente estremamente pulito onde evitare eventuali inquinamenti da parte di funghi estranei. Si utilizzano allo scopo soltanto le piante capaci di contrarre più facilmente la simbiosi micorrizica con il tartufo prescelto e in grado di sviluppare un abbondante apparato radicale. Prima di procedere al prelievo delle porzioni di radici è assolutamente necessario lavare l'apparato radicale della pianta madre ed esaminarlo attentamente allo stereomicroscopio per controllarne il grado di micorrizazione e l'eventuale presenza di micorrize inquinanti. Dopo tale operazione, dalle piante madri giudicate valide per l'abbondanza delle micorrize del tartufo prescelto e per l'assenza di altri funghi, si recidono porzioni di radichette cariche di micorrize e si pongono a contatto delle radici delle piantine da micorrizare (preparate come descritto al punto precedente) al momento del loro trapianto in vasetti con terra sterile. Per procedere con la massima sicurezza le porzioni di radici con le micorrize si collocano in scatole Petri con acqua per effettuare al microscopio un ulteriore controllo più accurato. Le piantine dopo inoculazione si allevano in serra con tutte le precauzioni per ridurre al minimo fenomeni di inquinamento (Fig. 51).

Commento a questo metodo di micorrizazione

Questo metodo presenta alcuni indiscussi vantaggi: consente di ridurre il costo di produzione delle piante dato che una pianta madre può essere sufficiente per micorrizare da 6 a 12 piante evitando di acquistare tartufi che notoriamente costano molto cari.

Consente di ottenere micorrize del tartufo bianco pregiato con piante di alcune specie che per la loro natura offrono forti difficoltà a contrarre la simbiosi, quali i Pioppi e i Salici.

Permette, inoltre, di ottenere piante pronte per la vendita nello stesso anno di inoculazione.

Per contro tale metodo presenta alcuni seri inconvenienti, primo fra tutti il rischio di trasferire dalle piante madri alle nuove piante micorrize di funghi estranei, non sempre facilmente riconoscibili allo stereomicroscopio. Inoltre, la eterogeneità genetica delle micorrize di *Tuber* negli apparati radicali delle piante preparate con questo metodo è sicuramente inferiore a quella che si ottiene con l'inoculazione sporale e ciò costituisce un grave svantaggio ai fini di una sicura produzione di tartufi. Da ultimo si segnala l'eventuale rischio di propagare biotipi di tartufo con bassa capacità produttiva o addirittura sterili.



Fig. 52 - Micorrizazione per trasmissione radicale (metodo indonesiano) di piantine di pioppo bianco con il tartufo bianco pregiato; al centro si vede la pianta madre di roverella micorrizata (*foto: B. Granetti*).

INOCULAZIONE DI GIOVANI PIANTE PER CONTATTO TRA IL LORO APPARATO RADICALE E QUELLO MICORRIZATO DI UNA PIANTA MADRE

(Metodo indonesiano o per Trasmissione radicale)

Questo metodo, messo a punto da Zuccherelli e Capaccio (1990), richiede la disponibilità di piante madri ben micorrizate con i vari procedimenti descritti in precedenza e accuratamente controllate per accertarsi che non portino micorrize estranee. Il substrato con idonee caratteristiche, dopo la sterilizzazione si mette in cassette di plastica e su di esso si collocano le piante madri con le radici disposte orizzontalmente. Le giovani piantine da micorrizare si sistemano sopra gli apparati radicali delle piante micorrizate che vengono poi coperti con la terra sterile. Il contatto tra le micorrize in attiva crescita delle piante madri e le radichette non ancora infungate delle giovani piante assicura l'ottenimento di micorrize estese a tutto l'apparato radicale. Ogni pianta madre può "micorrizare" da 4 a 10 piantine. Nel mese di marzo dell'anno successivo le piantine, previo controllo delle micorrize, si trapiantano in vasetti di plastica con substrato sterile e si allevano per un secondo anno al fine di ottenere piante robuste e intensamente micorrizate.

Con questo metodo si può indurre la formazione di micorrize anche in piante di specie difficilmente micorrizabili (Pioppi e Salici con *T. magnatum*). Il procedimento presenta gli inconvenienti del metodo della approssimazione radicale e non consente un accurato controllo delle micorrize della pianta madre in quanto non si possono staccare piccole branche radicali da sottoporre all'esame microscopico. Risulta di non facile applicazione per grosse partite di piante e richiede l'impiego di molta manodopera; può comunque essere utile per ricerche di laboratorio (Figg. 52-53).

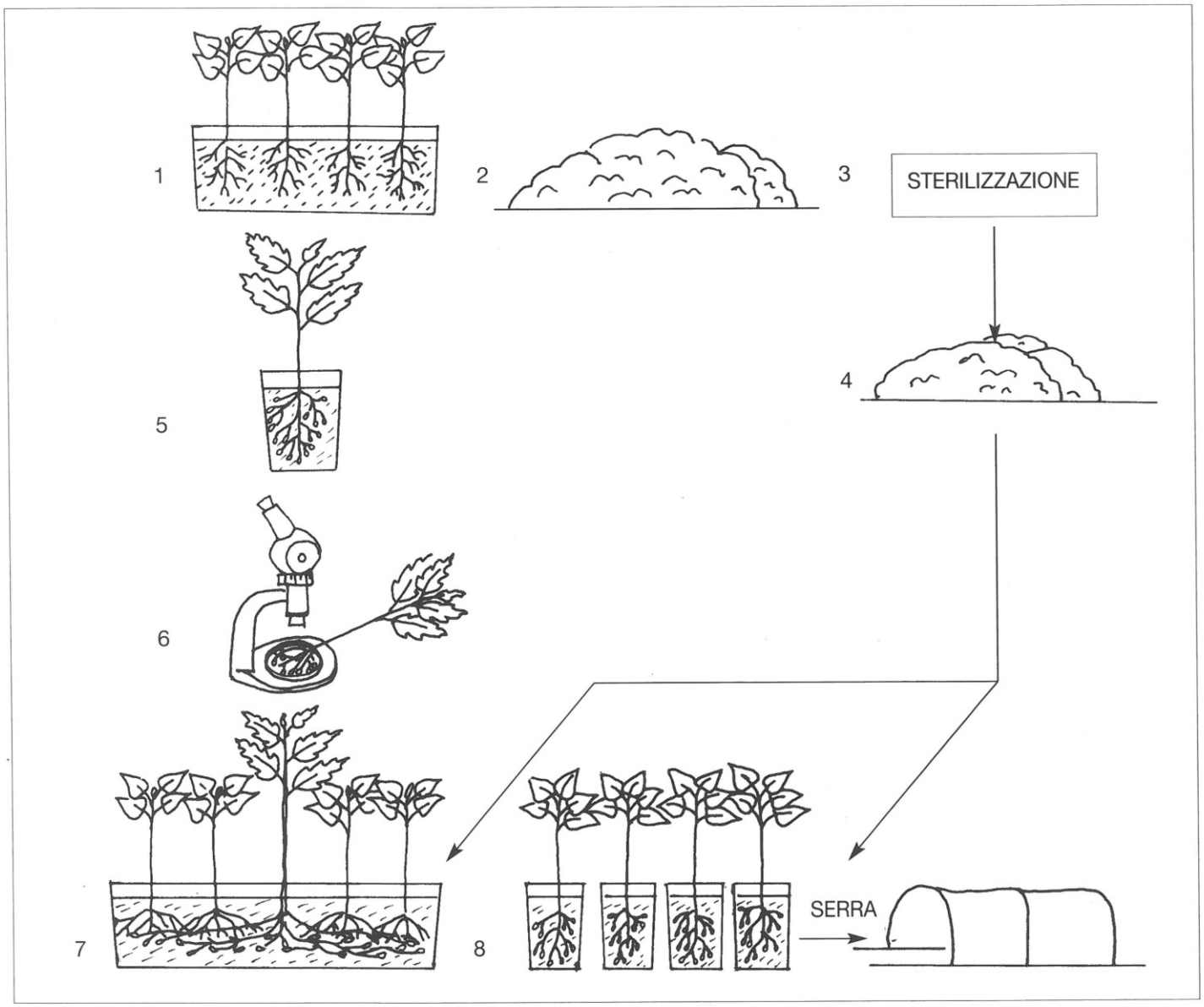


Fig. 53 - Schema di produzione di piantine micorrizate secondo il metodo dell'inoculazione per trasmissione radicale (metodo indonesiano). (Da Zuccherelli e Capaccio, 1990, parzialmente modificato; disegno di A. De Angelis).

1 - Preparazione di piantine per talea, per micropropagazione o per seme nei substrati più rispondenti. Allevamento in serra.
2 - Preparazione del substrato con idonee caratteristiche.
3 - Sterilizzazione del substrato.
4 - Substrato sterile pronto per l'uso.
5 - Pianta madre selezionata con abbondanti micorrize.
6 - Controllo allo stereomicroscopio dell'apparato radicale della pianta madre per individuare eventuali funghi inquinanti.
7 - Distendere le radici micorrizate della pianta madre sopra il substrato sterile (in cassetta) e appoggiare su di esse gli apparati radicali delle piantine ricoprendoli con lo stesso materiale sterile; allevamento in serra per un anno.
8 - Trapiantare le piantine previo controllo dell'avvenuta micorrizazione.

Allevamento delle piante inoculate

Deve essere fatto in serre accuratamente disinfettate, adeguatamente ombreggiate e con il ricambio dell'aria realizzato con filtri, come per l'allevamento delle piantine da inoculare. Le irrigazioni dovranno effettuarsi in modo periodico e con acqua pulita, dalla primavera all'autunno.

MICORRIZAZIONE IN CONDIZIONI DI STERILITÀ

È una tecnica di laboratorio che consente l'ottenimento di piantine sicuramente micorrizate con la specie desiderata di tartufo; per il momento non è applicabile su larga scala.

La prima fase del complesso procedimento prevede la preparazione di piantine allevate entro tubi da coltura su substrati inerti bagnati con soluzione nutritiva e sterilizzati; le piantine si possono ottenere da semi sterilizzati esternamente prima di essere collocati entro i tubi di coltura o mediante la micropropagazione. L'inoculo può essere costituito da micelio, da micorrize o da spore.

1) Inoculazione *in vitro* di piante sterili con colture di micelio (Metodo I.P.L.A. - I.N.R.A.).

È necessario allestire colture miceliari in tubi sterili a

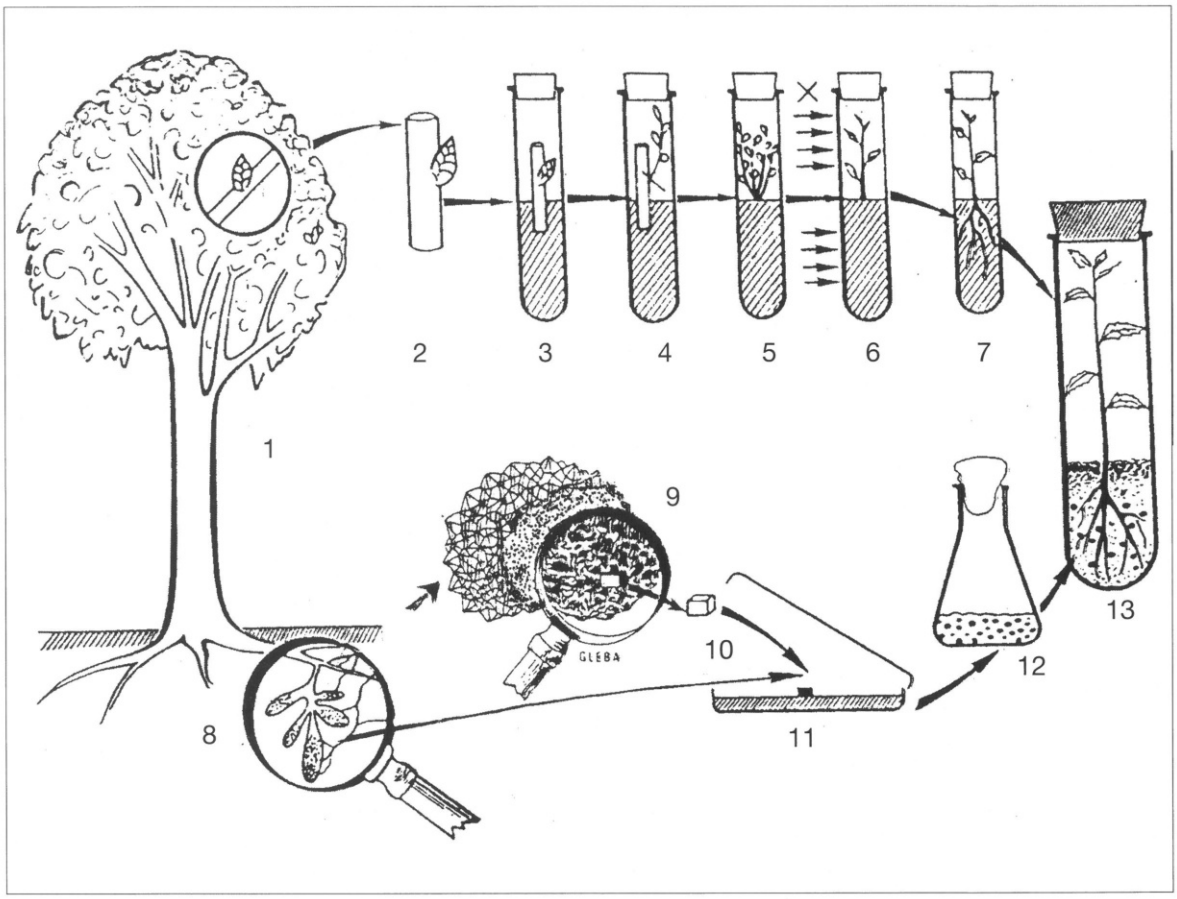


Fig. 54 - Schema di clonaggio e di micorrizazione *in vitro* con micelio (Da Guinberteau, 1990 parzialmente modificato e ridisegnato da De Angelis Aldobrando).

1 - Pianta tartufigena ad elevata capacità produttiva.
2 - Espianto.
3/7 - Clonaggio in vitro.
8 - Micorrize di tartufo.
9 - Ascocarpo di tartufo.
10 - Frammento di gleba o micorriza sterilizzata.
11 - Isolamento del micelio in coltura a partire dalla gleba o dalle micorrize. Il micelio si può ottenere anche dalla germinazione delle spore.
12 - Produzione di inoculo miceliare.
13 - Inoculazione della vitroplanta con il micelio.

partire da un pezzetto di gleba di tartufo ben sano o da micorrize (Fontana, 1968, 1971; Chevalier et Pollacsek, 1972; Mischiati *et al.*, 1993; Verdelli *et al.*, 2001). Quando le colonie hanno raggiunto un discreto sviluppo, porzioni di micelio vengono poste, evitando con cura ogni inquinamento, a contatto con le radici delle piantine che, dopo tale operazione, si lasciano sviluppare all'interno dei loro tubi di coltura in condizioni di sterilità (Chevalier, 1973; Chevalier et Desmas, 1975; Zambonelli *et al.*, 1989, Guinberteau *et al.*, 1990; Boutekrabt *et al.*, 1990).

2) Inoculazione *in vitro* di piante sterili con micorrize.

Quando l'inoculo è costituito da micorrize (cf. Chevalier, 1994) sono possibili due varianti: tali micorrize potrebbero essere prelevate da una piantina sterile e in questo caso dopo il loro prelievo si pongono a contatto con le radichette delle piante da inoculare e i rischi di inquinamento sono ridotti al minimo e dovuti soltanto alla non buona manualità del tecnico. Se, invece, le micorrize si prelevano da una pianta cresciuta in condizioni normali, non sterili, è necessario provvedere alla loro sterilizzazione esterna senza danneggiare il micelio del tartufo che forma la micorriza; questa operazione è molto delicata e non sempre riesce nel migliore dei modi.

3) Inoculazione *in vitro* di piante sterili con sospensione sporale.

La sospensione sporale si prepara partendo da una porzione di gleba matura prelevata dopo aver sterilizzato la parte esterna del tartufo. Nonostante questa precauzione nella sospensione sporale sono presenti batteri che è necessario eliminare con trattamenti speciali (uso di antibiotici) che non danneggino la germinabilità delle spore (Chevalier *et al.*, 1973; Chevalier *et al.*, 1977).

La micorrizazione in "*vitro* " è stata sperimentata con varie specie di *Tuber* (Chevalier, 1973, 1975), ma finora ha avuto una esigua applicazione, anche per fini di studio, per il fatto che il micelio dei tartufi cresce lentamente in substrati artificiali e sterili; soltanto il *T. borchii* si

sviluppa abbastanza bene in queste condizioni. Recentemente piantine micropropagate di *Tilia platyphyllos* allevate in torba sterile arricchita di sostanze nutritive, sono state inoculate con alcuni ceppi di micelio di *T. borchii* messo a contatto con le radici. Dopo quattro mesi dall'inoculazione tutti i ceppi hanno formato le micorrize pur presentando alcune differenze tra loro (Giomaro *et al.*, 2001).

Le piantine ottenute in "*vitro* " dopo avere completato la micorrizazione devono essere acclimatate trasferendole in substrati sterili e allevate in condizioni ambientali rigorosamente controllate.

LE PIANTE MICORRIZATE DEL PROSSIMO FUTURO

Da tutti è sentita la necessità di effettuare una selezione del materiale vegetale e dei tartufi da utilizzare per l'allestimento delle piante micorrizate. Già da qualche anno alcuni vivaisti ben organizzati hanno individuato aree omogenee per clima e suolo nell'ambito delle quali sono state scelte determinate piante con accentuata capacità tartuficola dalle quali vengono raccolte le ghiande; le piante ottenute da ogni lotto di ghiande rispecchiano le caratteristiche genetiche degli ecotipi delle singole aree.

I tartufi, sono anch'essi raccolti nelle stesse aree e catalogati al pari del materiale vegetale.

L'inoculazione delle piante provenienti da una determinata zona tartuficola con i tartufi raccolti nella medesima area rappresenta un primo passo per migliorare la qualità delle piante micorrizate.

La ricerca è comunque, orientata verso la individuazione di biotipi all'interno di ogni specie tartuficola, geneticamente caratterizzati per la loro elevata capacità a produrre tartufi e la clonazione dei medesimi per produrre piantine da inoculare. Altrettanto si sta sperimentando per allestire colture miceliari selezionate nell'ambito di ciascuna specie di tartufo.

Si prevede, pertanto, di produrre su larga scala cloni selezionati di piante tartuficole, micorrizati con colture miceliari anch'esse selezionate, caratterizzati da ben definite esigenze pedologiche e climatiche.

Sono queste le "superpiante micorrizate" la cui utilizzazione nella tartuficoltura richiede una approfondita conoscienza del territorio.

La sperimentazione è già avviata e ci attendiamo risultati di grande rilievo.



Fig. 55 - Piantina di tiglio di due anni ottenuta per micropropagazione, micorrizata con il tartufo bianco pregiato, pronta per il trapianto in pieno campo *(foto: B. Granetti)*.



Fig. 56 - Allevamento di piantine micorrizate in serra parzialmente ombreggiata *(foto: B. Granetti)*.

24 Controllo delle piante micorrizate in vivaio

Pur effettuando con cura le varie tecniche di micorrizazione non si ha la certezza di ottenere piante ben micorrizate. È pertanto necessario che i vivaisti provvedano al controllo delle piante prima della loro commercializzazione. Tra i vari metodi riportati in bibliografia (Bencivenga *et al.* 1987, Donnini, 2004; Granetti, 1984), viene descritto il "Metodo morfologico" elaborato da un gruppo di studiosi esperti per conto di alcune Regioni italiane interessate alla tartuficoltura, integrato con osservazioni personali (Govi *et al.* 1995). Un breve cenno è fatto poi ad altri metodi di facile esecuzione.

Le operazioni di controllo possono riguardare le singole piante o i lotti di piante.

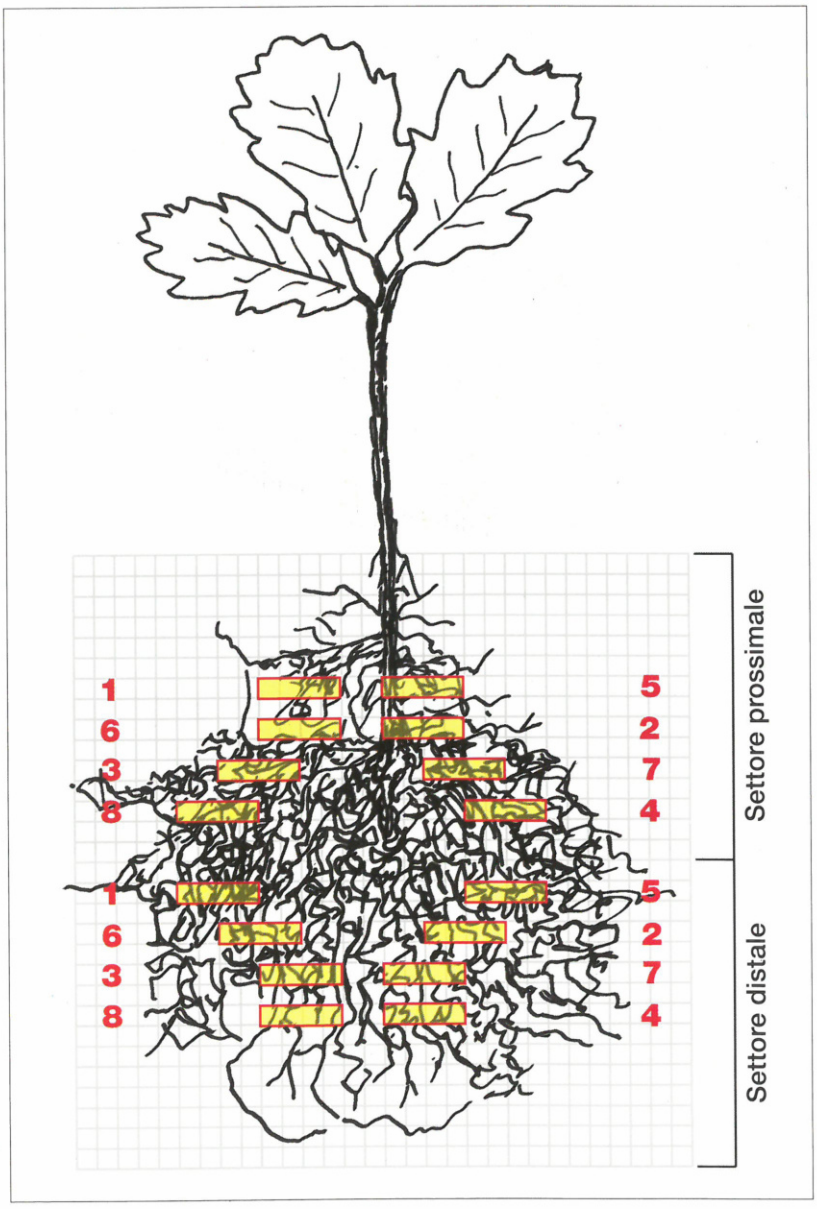


Fig. 57 - Valutazione del grado di micorrizazione di una singola pianta. (Da: *Metodo morfologico di valutazione delle piante tartufigene*, Govi *et al.*, Regione Umbria, 1989).

Controllo delle singole piante

Identificazione delle micorrize

L'analisi completa di ogni pianta prevede inizialmente una valutazione del suo aspetto esteriore, dopo di che si lava accuratamente l'apparato radicale senza danneggiarlo.

L'intero sistema radicale o porzioni del medesimo si analizzano allo stereomicroscopio ad ingrandimenti variabili da 10 a 50 volte circa, al fine di individuare i vari tipi di micorrize presenti, differenziabili per la loro morfologia, il colore e le ornamentazioni della micoclena. Alcune di queste micorrize si sezionano longitudinalmente e si montano su un apposito vetrino per esaminarle al microscopio ottico ad ingrandimenti compresi tra 200 e 600 volte circa al fine di poterle caratterizzare e riconoscere.

Valutazione del grado di micorrizazione di una singola pianta

Nell'apparato radicale si individuano, quindi, due settori delle stessa lunghezza a partire dal colletto, escludendo eventuali radici isolate e molto lunghe; si prelevano almeno quattro porzioni di radici ciascuna da differenti punti della metà prossimale ed altre quattro da quella distale avvalendosi di un foglio di plastica nera adagiato sull'apparato radicale munito di finestrelle casualmente distribuite da cui si estraggono le radici. Con l'ausilio dello stereomicroscopio, a partire dalla parte prossimale di ogni porzione radicale si esaminano e si contano i primi 50 apici radicali riferendoli ai seguenti gruppi:

1) apici micorrizati dalla specie di tartufo inoculato;
2) apici micorrizati da altre specie fungine o da tartufi diversi da quello dichiarato;
3) apici non micorrizati.

Terminato il conteggio, si procede al calcolo, per ciascun settore e per l'intera pianta delle percentuali degli apici riferiti alle tre tipologie sopra precisate, riportando

i dati in una apposita scheda (Scheda A, fig. 58).

Raccolti i dati relativi alla parte epigea e all'apparato radicale, si esprime il giudizio sulla validità della pianta analizzata, in base ai criteri prefissati.

Criteri per la definizione della validità di una pianta micorrizata

Ai fini della tartuficoltura, una pianta è considerata valida se presenta contemporaneamente i seguenti requisiti:

a) Deve essere, prima di tutto, valida sotto il profilo vivaistico in rapporto allo sviluppo dell'apparato aereo e di quello radicale, alla sua buona lignificazione e all'assenza di attacchi parassitari, facendo riferimento a quanto stabilito dalle norme C.E.E. per le piante forestali.

b) La percentuale di micorrize del tartufo inoculato deve essere pari o superiore al 30%.

c) La percentuale massima tollerabile di apici micorrizati da funghi diversi dal tartufo inoculato non deve superare, in ogni caso, il 15%.

d) La differenza tra la percentuale degli apici micorrizati con il tartufo inoculato e quella degli apici micorrizati da altri funghi non deve essere inferiore a 20.

e) Nel caso che siano presenti altri tartufi la loro percentuale non deve superare il 5%.

f) Non devono essere presenti micorrize di specie provenienti da altri areali (es. tartufi cinesi).

Commento al metodo

Questo metodo, ovviamente tiene conto del livello tecnologico attuale dei principali vivai che producono le piante micorrizate. È chiaro che la pianta tartufigena ideale non dovrebbe portare micorrize diverse dal tartufo inoculato; piante con una percentuale di micorrizazione

SCHEDA DI VALUTAZIONE DI UNA PIANTA — Scheda A

Data di valutazione_____ Pianta n°_____ Lotto n°._____-____
N° piante del lotto_____ N° piante del campione _____
Specie ospite _____
Specie del tartufo dichiarato _____
Metodo di riproduzione: Seme ☐ Talea ☐ Meristema ☐
Metodo di inoculazione: Sporale ☐ Appros.radicale ☐ Miceliare ☐
Data di riproduzione _____ Data di inoculazione _____

Valutazione vivaistica : altezza _____ Diametro del fusto alla base _____
Lunghezza dell'apparato radicale _____

Note : _____

	Micorrize del tartufo inoculato		Micorrize di altri funghi		Apici senza micorrize	
	n°	%	n°	%	n°	%
Settore prossimale						
1°						
2°						
3°						
4°						
5°						
Media						
Settore distale						
1°						
2°						
3°						
4°						
5°						
Media						
Media dell'intera pianta						

Giudizio conclusivo _____

L'analista _____

Fig. 58 - Scheda di valutazione di una pianta

prossima al 100% è possibile ottenerle in laboratorio in condizioni ambientali di difficile realizzazione nel grande vivaio. Va precisato che ogni pianta simbionte e ogni specie di tartufo presentano ben determinati problemi per cui se già in alcuni vivai si ottengono Noccioli o Lecci micorrizati con *T. melanosporum* con percentuali di micorrize molto alte (80-95%), questi risultati sono pressoché impossibili da conseguire attualmente quando si inoculano su larga scala i Salici e i Pioppi con il *T. magnatum*.

È comunque prevedibile un progressivo miglioramento delle tecniche di micorrizazione che possono consentire l'ottenimento di piante con una altissima percentuale di micorrize di ogni specie di tartufo e con una trascurabile presenza di micorrize estranee.

Un'altra considerazione sul metodo ora descritto riguarda le micorrize dei funghi inquinanti che per non creare troppe difficoltà all'analista sono stati considerati nella loro globalità senza fare alcuna distinzione tra le varie specie.

Le piante analizzate con il metodo sopra descritto sono difficilmente utilizzabili perché vengono parzialmente distrutte.

Controllo di un lotto di piante

Valutazione del grado di micorrizazione di un lotto di piante

Il lotto da sottoporre all'analisi deve essere omogeneo e cioè costituito da piante della medesima specie ottenute con il medesimo sistema di riproduzione, della stessa età, inoculate con la stessa metodologia in uno stretto lasso di tempo, massimo 10 giorni e con la stessa specie di tartufo utilizzando il medesimo inoculo e coltivate nello stesso ambiente. Per realizzare una maggiore omogeneità conviene eliminare dal lotto così costituito le piante con evidente sviluppo difforme rispetto alle altre, con apparato aereo danneggiato o non valido dal punto di vista forestale.

Quando i lotti sono formati da un numero non troppo elevato di piante e queste sono allevate in vasetti di plastica rigida, si può effettuare un esame preliminare degli apparati radicali semplicemente svasando le piante e guardando allo stereomicroscopio la superficie esterna del pane di terra per individuare ed eliminare quelle assolutamente non idonee. Sulle rimanenti verrà fatto il controllo con le appropriate metodologie statistiche. Il grado di micorrizazione di un lotto omogeneo si valuta tramite l'analisi di piante campione.

Modalità e periodo di campionamento

Il numero di piante da prelevare dai lotti costituiti al massimo da 1000 piante deve essere almeno di 10. Dai lotti con un numero di piante superiore a 1000 si preleva almeno l'1% di esemplari da destinare all'analisi. Il prelievo delle piante deve essere effettuato a caso o lungo linee prestabilite. Ciascuna pianta del campione si analizza con le modalità riportate nel paragrafo precedente. Il periodo di prelevamento è di solito quello autunnale in quanto sono ancora visibili le spinule e altri tipi di cistidi e le ife peritrofiche, elementi necessari per una corretta identificazione delle varie specie di *Tuber*.

Criteri per definire valido un lotto di piante micorrizate con i tartufi

Tenendo presenti alcune considerazioni d'ordine biologico e i risultati di accurate elaborazioni statistiche preliminari, gli esperti hanno convenuto di ritenere valido un lotto, ai fini della tartuficoltura, quando almeno l'80% delle piante del campione esaminato risultano idonee (in base all'analisi fatta con il procedimento del capitolo precedente) e nessuna pianta dello stesso campione presenta una micorrizazione con il tartufo inoculato inferiore al 15%. I dati rilevati nei singoli lotti si annotano su una apposita scheda (Scheda B, fig. 59).

Le piante dei lotti non validi, ma pur dotate di una discreta micorrizazione, potrebbero essere allevate per un secondo anno al termine del quale dovrà essere ripetuta l'analisi. Se il lotto risultasse ancora non valido, tutte le piante che lo costituiscono non potranno essere né certificate né commercializzate come idonee per la tartuficoltura.

La validità dei lotti può durare dall'autunno (momento dell'analisi) fino all'inizio della primavera dell'anno successivo; non è prudente allungare questo periodo di validità in quanto le piante permanendo in vivaio possono modificare il loro grado di micorrizazione, a volte migliorandolo, altre volte peggiorandolo gravemente per la comparsa di miceli estranei.

Aspetti positivi e negativi dei metodi descritti

I metodi di analisi delle piante singole e dei lotti omogenei hanno il pregio di essere obiettivi nel senso che operatori differenti possono ottenere risultati statisticamente simili con il medesimo materiale; ne consegue che è possibile effettuare anche comparazioni tra diverse analisi eseguite in luoghi e tempi differenti. Il metodo consente, inoltre, di stabilire a priori il livello qualitativo che le piante micorrizate devono possedere per essere messe in commercio; ciò è possibile aumentando la percentuale delle piante che costituiscono il campione di analisi e variando in modo opportuno alcuni parametri (percentuali) prefissati nella valutazione delle singole piante o dei lotti omogenei.

Gli aspetti negativi consistono nel lungo tempo richiesto per effettuare le analisi, nella distruzione parziale o totale delle piante e di conseguenza nel costo elevato dell'intera operazione di controllo. Per tali motivi alcuni ricercatori propongono di riservare questi metodi ai casi di contestazione.

Altri metodi di analisi

Un metodo di facile applicazione consiste nel conteggio di tutti gli apici della piantina annotando quelli micorrizati con il tartufo inoculato, quelli con altri funghi e quelli privi di micorrize, calcolando infine la per-

SCHEDA DI VALUTAZIONE DI UN LOTTO — Scheda B

Lotto n° _____ Data di valutazione _____
N° piante del lotto_____ N° piante analizzate _____
Specie ospite _____
Specie di tartufo inoculato _____

Metodo di riproduzione: Seme ☐ Talea ☐ Meristema ☐
Metodo di inoculazione: Sporale ☐ Approssimazione radicale ☐ Altri metodi ☐

Pianta	Altezza del fusto	Lunghezza delle radici	Diametro del fusto alla base	Micorrize del tartufo inoculato	Micorrize di altri funghi	Apici senza micorrize
n°	cm	cm	cm	%	%	%
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						
11						
12						
13						
14						
15						
16						
17						
18						
19						
20						
Media						

Giudizio conclusivo _____

L'analista _____

Fig. 59 - Scheda di valutazione di un lotto di piante.

centuale di queste categorie. Se il conteggio è fatto sull'apparato radicale suddiviso in due o tre settori, si ha un dato importante sulla distribuzione delle micorrize.

Quando la piantina ha un numero molto elevato di radichette si può procedere al taglio in corti pezzetti di tutte le radici e al loro rimescolamento per formare un gruppo omogeneo; da questo si preleva un campione rappresentativo che viene analizzato con lo stereomicroscopio in modo da individuare la percentuale degli apici micorrizati dal tartufo dichiarato.

Con questo metodo non si evidenzia la distribuzione delle micorrize di *Tuber* nelle varie parti dell'apparato radicale.

Per un ordinario controllo delle piante micorrizate si potrebbe adottare invece il sistema di "valutazione ad occhio" della percentuale delle micorrize di *Tuber* che tiene conto anche della micorrizazione generale dell'apparato radicale, prefissando una percentuale minima di micorrize del tartufo inoculato sotto la quale il vivaista non ritiene valide le piante. Questo metodo ha il pregio della speditezza per cui si possono controllare percentuali elevate di piante, costa relativamente poco, non comporta la distruzione della pianta e se effettuato da un tecnico esperto raggiunge una elevata precisione.

I limiti del controllo morfologico delle micorrize

L'identificazione delle diverse specie di micorrize è possibile, sia pure con alcune difficoltà nei casi di forte somiglianza tra queste strutture, quando sono presenti gli elementi peritrofici, cistidi e ife non differenziate.

È ben noto che le micorrize nell'arco dell'anno e del loro ciclo vitale modificano il loro aspetto e possono presentarsi per lunghi periodi completamente liscie; in questo stadio è possibile osservare agevolmente il disegno della superficie esterna della micoclena che, da solo, però non è sufficiente per riconoscere una determinata specie. Questi sono, in sintesi, i limiti del controllo delle micorrize su basi morfologiche. Tali difficoltà sono state di recente superate dalle metodologie di analisi biomolecolari (analisi del DNA) messe a punto per la prima volta dai ricercatori dell'Istituto di Generica Vegetale-CNR-Sezione di Perugia (Paolocci *et al.*1995a, b, 1999, Rubini *et al.* 2001; in ed eseguibili da personale tecnico altamente specializzato. È attualmente possibile distinguere corpi fruttiferi e micorrize in qualunque stadio del loro ciclo vitale anche in totale assenza di formazioni peritrofiche perché quello che interessa è il nucleo con tutto il suo DNA. Questi metodi hanno una sensibilità altissima, sono costosi, ma se applicati a serre ben organizzate con lotti omogenei non incidono molto sul costo di produzione delle singole piante. Le analisi biomolecolari, pur non sostituendo quelle morfologiche speditive e poco costose attualmente si affiancano a queste nei casi difficili e controversi. Gli aspetti teorici e metodologici delle analisi biomolecolari sono descritti in altro capitolo.

È auspicabile che ogni Regione, interessata allo sviluppo della tartuficoltura nel proprio territorio, istituisca un centro specializzato per il controllo delle piante micorrizate che faccia uso di tutte le più aggiornate metodologie di analisi delle micorrize, morfologiche e biomolecolari. Una lunga esperienza nel settore fa rilevare l'estrema importanza di questo servizio in quanto, alcune volte in buona fede e altre volte con piena consapevolezza, sono state commercializzate piante del tutto prive di micorrize di tartufo vendute anche a caro prezzo e questo è uno dei motivi più importanti degli scarsi risultati ottenuti da alcuni agricoltori.

Gli operatori del settore auspicano che venga elaborata una precisa metodologia di analisi delle piante micorrizate, da adottare come norma legislativa a livello nazionale o europeo.



Fig. 60 - Controllo allo stereomicroscopio della micorrizazione di piantine tartufigene *(foto: B. Granetti)*.

Principali inquinanti delle piante micorrizate in vivaio

25

Negli apparati radicali delle piantine micorrizate in vivaio possono essere presenti numerose micorrize inquinanti (Bencivenga *et al.*, 1995) tra cui le più diffuse sono le seguenti:

Micorrize di *Sphaerosporella brunnea* (A. e S.) Svrcek e Kubicka

Questo fungo della famiglia *Pezizaceae* (Divisione *Ascomycota*) si unisce in simbiosi con un vasto numero di piante formando nelle latifoglie micorrize bruno-nerastre pressoché cilindriche, oblunghe, gracili, un po' appuntite con scarsa micoclena e con soffici e abbondanti ife peritrofiche bruno-scure. Produce carpofori a forma di piccola scodella (apoteci) di color nocciola. È favorito da un alto grado di umidità del terreno e dalla sterilizzazione dei substrati per cui é abbastanza frequente nelle piante micorrizate di un anno di età. Quando il terreno, dopo la sterilizzazione, riacquista lentamente la sua carica batterica o viene meno l'eccesso idrico, le micorrize di *Sphaerosporella* diminuiscono fino a scomparire del tutto, mentre quelle di *Tuber* aumentano di numero estendendosi alla quasi totalità degli apici radicali.

Le micorrize di questo fungo inquinante, pertanto, se sono presenti in modesta percentuale accanto a quelle delle varie specie di *Tuber*, non destano preoccupazione in quanto sono destinate a regredire quasi totalmente poco dopo la messa a dimora delle piante micorrizate in terreni idonei, permeabili e non eccessivamente umidi.

Micorrize di *Pulvinula constellatio* (Berkeley & Broome) Boudier

Le micorrize di questa specie (Fam. *Pezizaceae*) sono poco clavate, hanno micoclena sottile, chiara e di tipo prosenchimatico. Le ife peritrofiche sono molto sottili.

Vive anche come saprofita ed è particolarmente frequente in vivaio nei substrati sterilizzati e nelle tartufaie coltivate. Produce carpofori a forma di scodella (apoteci) di color rosso arancio molto vivo.

Le infezioni di questo fungo si prevengono effettuando pastorizzazione e non sterilizzazione dei substrati destinati alla semina, alla radicazione delle talee e alla coltivazione delle piante in vivaio.

Anche le micorrize di questa specie regrediscono quando le piante tartufigene sono coltivate in terreno ben drenato.

Micorrize denominate "forma AD di Giraud"

Sono prodotte da un fungo non ancora inquadrato dal punto di vista tassonomico.

Hanno un colore ambra, scuretto e una forma clavata con apice arrotondato; la micoclena ha un disegno di superficie poligonale molto marcato e le ife peritrofiche (cistidi) sono colore ambra, alquanto accentuato e ramificate; una attenta analisi microscopica consente di distinguerle da quelle del *T. aestivum* che presentano cistidi semplici e la superficie esterna della micoclena a poligoni con pareti poco ispessite; con maggiore facilità è possibile distinguerle dalle micorrize di altri tartufi. Le micorrize della forma "AD" sono diffuse anche nelle tartufaie coltivate e naturali; è pertanto estremamente necessario un rigoroso controllo delle piante prima della loro messa a dimora in quanto questo fungo inquinante è un forte competitore nei confronti dei tartufi pregiati.

Micorrize di varie specie del genere *Hebeloma*

I funghi di questo genere (fam. *Tricholomataceae*, Divisione *Basidiomycota*) sono molto diffusi in natura e vivono in simbiosi con un vasto numero di latifoglie. Le micorrize sono oblunghe, cilindriche, di aspetto gracile, biancastre e con micoclena lassa e di modesto spessore. Le ife peritrofiche, munite di unioni a fibbia, sono bianche, molto ramificate e formano un abbondante micelio. Le micorrize di *Hebeloma* si sviluppano nei più diversi tipi di substrato indipendentemente dalla loro sterilizzazione. L'abbondante micelio peritrofico facilita la diffusione dell'infezione del fungo negli apparati radicali per cui anche una minima presenza all'atto del controllo delle piante deve allarmare il vivaista che dovrà, per prudenza, provvedere alla distruzione delle piante inquinate. Le micorrize di *Hebeloma* sono molto frequenti negli apparati radicali delle piante a veloce crescita e poco micorrizate con i tartufi. Questi funghi si manifestano in autunno con la produzione di carpofori epigei, talora, abbondanti.

26 Genetica ed applicazioni biomolecolari in tartuficoltura

Introduzione

I metodi tradizionali per la caratterizzazione e il riconoscimento delle specie di *Tuber* sono essenzialmente basati su caratteristiche morfologiche, strutturali e biometriche macro e microscopiche dei corpi fruttiferi e delle micorrize (Palenzona *et al.*, 1972; Giraud, 1979, 1988; Agerer, 1986; Bencivenga e Granetti, 1990; Fontana *et al.*, 1990, 1992; Granetti, 1990; Zambonelli *et al.*, 1993a). Sebbene una scrupolosa analisi di questo tipo sia in molti casi risolutiva, spesso è impossibile caratterizzare specie di *Tuber* tra loro molto simili, specialmente a livello di micorrize, pur ricorrendo ai più accurati approcci biochimici (Palenzona, 1990; Frizzi *et al.*, 1992; Zambonelli *et al.*, 1993b).

L'impellente necessità di metodi alternativi per caratterizzare e distinguere sia micorrize che ascocarpi delle singole specie di *Tuber*, ha portato allo sviluppo di metodi di analisi molecolare sicuri ed affidabili basati sull'informazione contenuta in particolari tratti del corredo genetico delle specie in esame.

In questo capitolo vengono presentati i risultati delle ricerche svolte negli ultimi dieci anni nel campo della diagnostica delle specie di *Tuber* mediante le più attuali tecniche di biologia molecolare. Si accennerà poi ai recenti sviluppi delle ricerche svolte sulle specie di *Tuber* di maggior interesse economico, utilizzando metodi molecolari più avanzati per l'ulteriore distinzione entro le specie di ceppi/popolazioni particolari, possibilmente in funzione dell'area geografica di raccolta.

Le metodologie di analisi molecolare come test diagnostici per il riconoscimento di ascocarpi e micorrize di *Tuber*

Il patrimonio genetico degli eucarioti contiene sequenze di DNA molto utilizzate a scopo diagnostico e come strumenti di valutazione dei legami filogenetici tra gruppi tassonomici diversi. Una di queste è l'rDNA (DNA ribosomale) presente nel genoma come unità ripetuta e contenente sequenze variabili da specie a specie anche entro uno stesso genere, chiamate IGS (intergenic spacer) e ITS (internal transcribed spacer) (Fig. 61a).

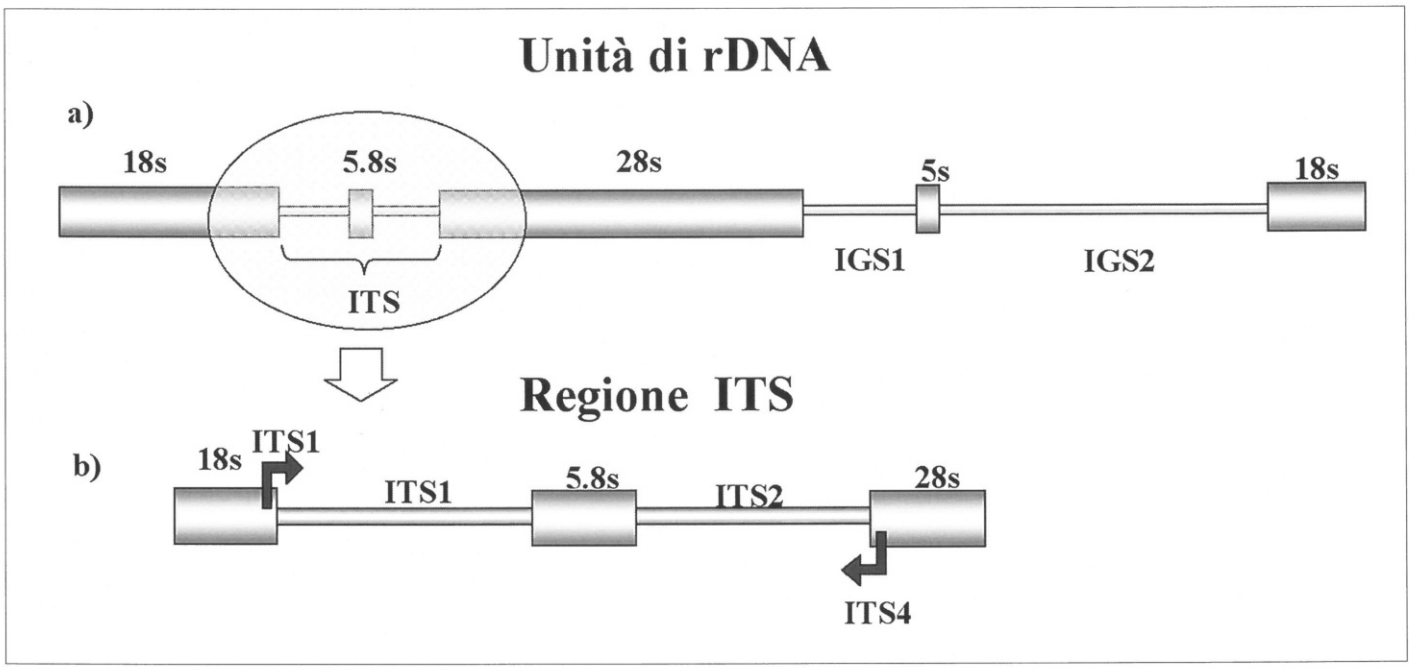


Fig. 61 - **a)** Rappresentazione schematica dell'organizzazione dell'rDNA; **b)** dettaglio della regione ITS.

La variabilità genetica dell'rDNA è stata utilizzata per l'identificazione di varie specie di funghi simbionti (White *et al.*, 1990) e nello specifico, per la tipizzazione delle specie di *Tuber*, in tutte le fasi del loro ciclo biologico (Henrion *et al.*, 1994; Paolocci *et al.*, 1995a, 1995b; Mello *et al.*, 1996; Gandeboeuf *et al.*, 1997; Paolocci *et al.*, 1997; Amicucci *et al.*, 1997, 1998; Bertini *et al.*, 1998; Rubini *et al.*, 1998; Paolocci *et al.*, 1999; Mello *et al.*, 1999; Paolocci *et al.*, 2000; Amicucci *et al.*, 2000; Rubini *et al.*, 2001; Mello *et al.*, 2001).

L'approccio molecolare di base per questo tipo di ricerche è l'amplificazione, cioè la sintesi *in vitro* di numerose copie di una determinata regione di DNA, allo scopo di evidenziarne la presenza e poter poi procedere al suo isolamento e caratterizzazione. L'amplificazione si ottiene mediante la tecnica PCR (Polymerase Chain Reaction) a partire da quantità molto piccole di materiale biologico e in virtù della sola conoscenza di brevi tratti di sequenza nucleotidica alle estremità del frammento di interesse. Questi tratti noti vengono utilizzati per sintetizzare inneschi di reazione, chiamati "primers", i quali consentono la sintesi completa, efficiente e in molteplici copie del frammento stesso.

L'impiego della PCR per l'amplificazione della regione ITS mediante i primers universali ITS1 ed ITS4 (Fig. 61b) (White *et al.*, 1990), ha permesso in prima analisi l'identificazione delle più importanti specie di *Tuber* (*T. melanosporum, T. brumale, T. aestivum, T. magnatum* e *T. borchii*) a partire sia da corpi fruttiferi che da ectomicorrize (Paolocci *et al.*, 1995a, 1995b).

I prodotti di amplificazione sono visualizzabili alla luce UV come bande fluorescenti, dopo elettroforesi su gel di agarosio, in presenza di opportuni coloranti che si legano al DNA. La migrazione delle bande è inversamente proporzionale alla loro lunghezza. In base a questo principio, è stato possibile discriminare le specie di *Tuber* sopra dette, per la differente lunghezza della loro banda ITS (Fig. 62).

Questi risultati sono stati confermati da analisi molecolari indipendenti (Southern blotting), basate sull'ibridazione degli acidi nucleici, ossia l'appaiamento tra frammenti di DNA a sequenza nucleotidica simile. Utilizzando un frammento ITS come "sonda", è stato possibile caratterizzare tutte le specie di *Tuber* in esame, in base al numero e/o dimensione dei tratti di DNA individuati dalla sonda. La metodica Southern, inoltre, è risultata molto sensibile nel rilevamento di differenti specie fungine mescolate con le micorrize di *Tuber* spp.

L'impiego delle tecniche molecolari relativamente semplici basate sulla PCR ha un immediato impatto applicativo: consente infatti di poter escludere dal commercio piantine micorrizate con funghi indesiderati appartenenti allo stesso genere *Tuber* o anche ad altri funghi ectomicorrizici. Ad esempio gli "inquinanti" più frequenti delle micorrize delle specie pregiate *T. melanosporum* e *T. magnatum* sono generalmente *T. brumale* e *T. borchii,* rispettivamente. A questo proposito, si noti che nelle stagioni invernale ed estiva, le micorrize di *T. brumale* e di *T. melanosporum* così come quelle di *T. magnatum* e di *T. borchii,* sono difficilmente distinguibili solo su base morfologica, a causa della mancanza di elementi morfologici diagnostici come i cistidi o spinule.

L'impiego della regione ITS a scopo diagnostico è risultato molto utile anche per risolvere il problema connesso alla recente importazione e commercializzazione in Europa delle specie di tartufo nero non autoctone – *T. indicum, T. himalayense* e *T. sinense* - provenienti dalla Cina (Paolocci *et al.*, 1997, Gandeboeuf *et al.*, 1997, Rubini *et al.,* 1998, Paolocci *et al.*, 1999). Per la scarsa qualità in termini di aroma e gusto, queste specie hanno un valore commerciale assai inferiore rispetto al pregiato *T. melanosporum.* Tuttavia, ad un esame macroscopico è molto difficile distinguere i carpofori di *T. melanosporum* da quelli delle specie di tartufo nero asiatiche, per cui esiste il rischio concreto che tartufi di provenienza asiatica vengano mescolati con il tartufo nero pregiato e che vengano anche utilizzati più o meno consapevolmente per la produzione di piante micorrizate, con conseguenti frodi commerciali ed imprevedibili squilibri ecologici per l'ambiente. Per la differenziazione del tartufo nero pregiato dalle specie affini, sia europee (es. *T. brumale*) che asiatiche, è stata condotta un'analisi dettagliata della regione ITS, sfruttando differenze nella sequenza nucleotidica. L'analisi e il confronto delle sequenze ITS di carpofori di *T. indicum, T. melanosporum, T. brumale* e altre specie di *Tuber,* ha permesso di disegnare su tratti di sequenza variabili, delle coppie di pri-

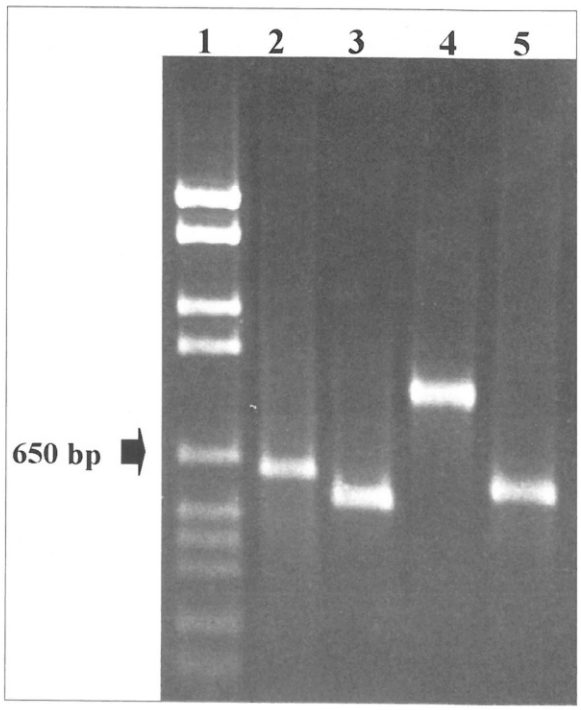


Fig. 62 - Amplificazione PCR su DNA isolato da ascocarpi di *Tuber* utilizzando primers ITS1 ed ITS4.
Corsia 1: standard di peso molecolare; corsia 2: *T. magnatum*; corsia 3: *T. borchii*; corsia 4: *T. brumale*; corsia 5: *T. melanosporum.*

mers specie-specifici, con le quali è stato possibile amplificare selettivamente l'ITS dei soli tartufi neri cinesi oppure dei tartufi neri europei. Inoltre, l'uso di enzimi di restrizione del DNA in opportuni siti della sequenza ITS ha prodotto frammenti di lunghezza differente a seconda della specie. Questo tipo di polimorfismo è noto come RFLP (polimorfismo di lunghezza dei frammenti di restrizione). I due metodi proposti per la distinzione dei tartufi cinesi dal *T. melanosporum* e dal *T. brumale* si sono mostrati altrettanto validi per distinguerne le rispettive micorrize.

Il metodo dei primers specie-specifici è stato esteso ad ulteriori specie di *Tuber* (*T. magnatum, T. borchii, T. aestivum, T. mesentericum*, ecc...) controllandone ogni volta l'assoluto potere discriminante nei confronti di tutte le altre specie congeneriche. La diagnosi molecolare è stata progressivamente ottimizzata fino allo sviluppo di procedure più rapide ed efficienti per l'isolamento del DNA, anche da una singola micorriza, nonché per risolvere problemi di amplificazione dovuti alla presenza di inibitori della PCR (Paolocci *et al.*, 1999). In aggiunta, sono state messe a punto metodiche di analisi che prevedono l'utilizzo simultaneo di primers specifici per differenti specie e che consentono l'identificazione del campione incognito mediante un'unica reazione di PCR (PCR multiplex; Fig. 63) (Rubini *et al.*, 1998, Paolocci *et al.*, 1999), con evidenti vantaggi pratici. Infatti, poiché ciascuna coppia di primers specifici produce un frammento di lunghezza diversa ben riconoscibile su un gel di agarosio, il campione in esame viene classificato semplicemente in base alla lunghezza della sua banda ITS (Fig. 63). Con questa tecnica si può anche rilevare la coesistenza di micorrize di più specie di *Tuber* nell'apparato radicale di una stessa pianta, ad esempio micorrize "inquinanti" di *T. indicum* e/o *T. brumale* mescolate a micorrize di *T. melanosporum*. Per testare la sensibilità del metodo, misurata come quantità minima di "inquinante" necessaria al suo rilevamento, sono stati realizzati opportuni esperimenti di PCR in cui il DNA estratto da miscele di micorrize di *T. melanosporum* e *T. indicum* in rapporti variabili, è stato amplificato con i primers specifici delle due specie. Il metodo è risultato di notevole sensibilità, essendo in grado di rilevare la presenza di una singola micorriza "inquinante" in una miscela di 50 micorrize della specie attesa (Paolocci *et al.*, 1999; Fig. 65).

Il *T. brumale* (forma *moschatum*) è una specie di tartufo nero che condivide gli stessi *habitat* del tartufo nero pregiato, ha lo stesso periodo di maturazione e vive in simbiosi con le stesse piante. Allo scopo di esplorare ul-

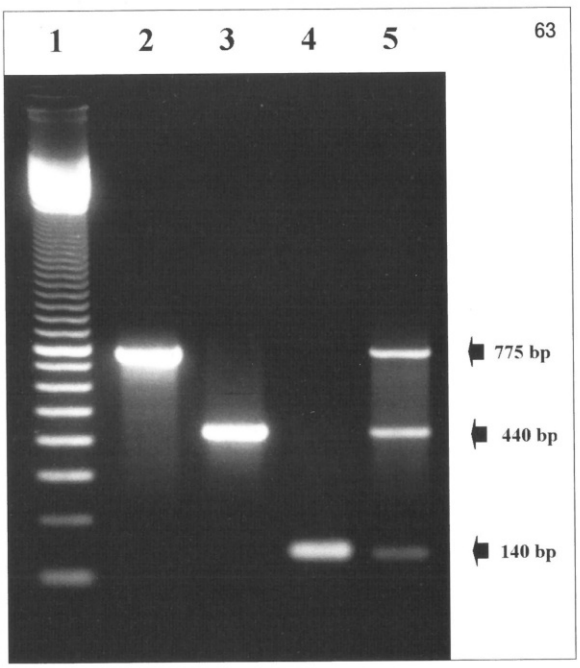


Fig. 63 - Multiplex PCR su DNA isolato da ascocarpi di *T. melanosporum, T. brumale, T. indicum* utilizzando primers ITS specie-specifici. Corsia 1: standard di peso molecolare; corsia 2: *T. brumale*; corsia 3: *T. melanosporum*; corsia 4: *T. indicum*; corsia 5: miscela di DNA di *T. melanosporum, T. brumale* e *T. indicum*.

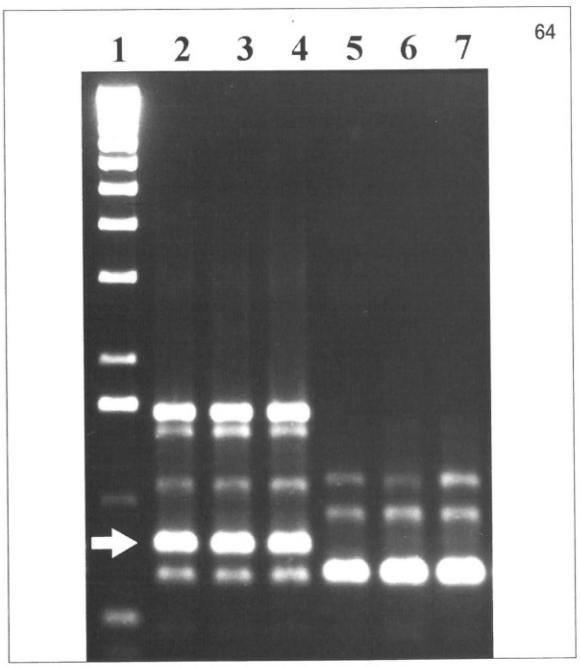


Fig. 64 - Esempio di amplificazione RAPD su ascocarpi di *T. melanosporum* e *T. brumale*.
Corsia 1: standard di peso molecolare; corsie 2-4: *T. melanosporum*; corsie 5-7: *T. brumale*. La freccia indica un frammento specifico del *T. melanosporum*.

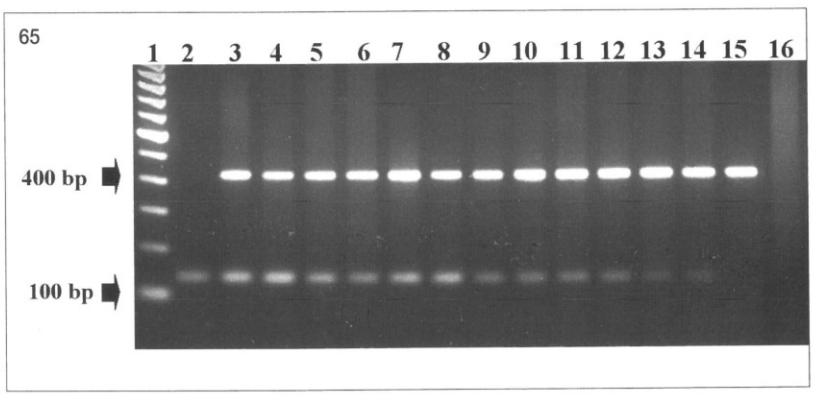


Fig. 65 - Amplificazione PCR con primers ITS specie-specifici su DNA isolato da miscele di micorrize di *T. indicum* e *T. melanosporum* in proporzioni variabili.
Corsia 1: standard di peso molecolare; corsia 2: *T. indicum*; corsie da 3 a 14: miscele di micorrize di *T. indicum* e *T. melanosporum* nei rapporti 1:1 (corsie 3 e 4), 1:3 (corsie 5 e 6), 1:5 (corsie 7 e 8), 1:10 (corsie 9 e 10), 1:25 (corsie 11 e 12) e 1:50 (corsie 13 e 14); corsia 15: *T. melanosporum*; corsia 16: controllo negativo della PCR.

teriormente la variabilità genetica esistente tra queste due specie morfologicamente simili, ma molto diverse per valore organolettico e di mercato, sono stati utilizzati marcatori molecolari chiamati RAPD (random amplified polymorphic DNA). Si basano anch'essi su reazioni di PCR, che generano per ciascun campione di DNA molteplici bande di varia lunghezza distribuite in tutto il genoma (Fig. 64).

Negli ultimi anni, marcatori di questo genere, detti "multilocus", hanno trovato larghissimo impiego nelle indagini sulla biodiversità delle specie, ad esempio per fini di identificazione varietale, in quanto altamente polimorfici e più informativi rispetto a marcatori "single locus". Ad esempio, nell'ambito del genere *Tuber*, l'analisi RAPD ha consentito di individuare marcatori specie-specifici per il riconoscimento dei corpi fruttiferi del tartufo bianco pregiato *T. magnatum* (Lanfranco *et al.*, 1993, Potenza *et al.*, 1994).

Riguardo ai tartufi neri, sono stati ricercati profili RAPD che discriminassero *T. melanosporum* da *T. brumale* in tutte le fasi del ciclo biologico del tartufo e, nel contempo, bande specifiche di *T. melanosporum*, da utilizzare come marcatori distintivi del tartufo nero pregiato (Fig. 64). Utilizzando quindi DNA isolato sia da ascocarpi che da micorrize di *T. melanosporum* e *T. brumale*, sono state selezionate due sequenze nucleotidiche tipiche di *T. melanosporum*, cioè presenti in tutti i campioni di questa specie ed assenti nell'altra, chiamate SS14 ed SS15 (Paolocci *et al.,* 2000). Esperimenti di ibridazione hanno dimostrato una specificità assoluta per la SS14 e parziale per la SS15, in quanto quest'ultima risulta affine anche a porzioni genomiche di *T. indicum*. Tale similarità genetica tra le specie affini *T. melanosporum* e *T. indicum*, attestata anche dall'alta omologia delle loro sequenze ITS, ha suggerito l'ipotesi che tali specie si siano differenziate da un progenitore comune, ed abbiano seguito un'evoluzione indipendente, a causa di una serie di fattori che hanno contribuito al loro isolamento. In entrambe le regioni genomiche isolate è stato possibile selezionare una coppia di primers in grado di amplificare esclusivamente il DNA di ascocarpi e micorrize di *T. melanosporum*. Inoltre sono state studiate opportune condizioni di amplificazione per poter usare le due coppie di primers in PCR multiplex. Tali primers insieme a quelli relativi alla regione ITS citati in precedenza, consentono di effettuare dei test diagnostici rapidi e semplici che risultano molto utili per il controllo e certificazione su larga scala di piantine micorrizate con *T. melanosporum.*

Anche per quanto riguarda il tartufo bianco (*T. magnatum*), la messa a punto di metodi diagnostici molecolari basati su primers ITS specie-specifici (Rubini *et al.*, 2001; Mello *et al.*, 2001) si è rivelata di estrema utilità per l'identificazione certa di questa specie soprattutto a livello delle micorrize. Le caratteristiche morfologiche di micorrize di *T. magnatum* ottenute mediante inoculi artificiali, erano già state accuratamente descritte da vari autori (Fontana, 1990; Zambonelli *et al.*, 1993a, Granetti *et al.*, 1995), tuttavia la presenza di altri funghi competitori nella colonizzazione degli apici radicali e la spiccata somiglianza morfologica delle ectomicorrize delle diverse specie di *Tuber*, rappresentano spesso un grosso ostacolo per la corretta identificazione della specie e per la certificazione delle piante micorrizate. Marcatori biochimico-molecolari hanno poi dimostrato che le micorrize ottenute per inoculazione di piante ospiti con sospensione sporale di *T. magnatum* appartenevano ad altre specie di tartufo, molto spesso *T. borchii* e *T. maculatum* (Bullini *et al.*, 1994; Gandeboeuf *et al.*, 1997; Amicucci *et al.*, 1998). Piantine inoculate con *T. magnatum* sono effettivamente soggette in vivaio ad essere colonizzate da vari funghi, tra i quali i più frequenti sono *Sphaerosporella brunnea* e *Pulvinula constellatio*, oltre che altre specie di tartufo del gruppo del *T. borchii*. Tali specie riescono in serra a sviluppare rapidamente il proprio micelio a scapito del più "debole" *T. magnatum*. La difficoltà di produrre artificialmente micorrize di *T. magnatum* pone da sempre un forte ostacolo all'impianto di tartufaie artificiali di tartufo bianco, tuttora rimaste pressoché improduttive.

Nel nostro laboratorio abbiamo ottenuto per due stagioni consecutive, la micorrizazione di piantine di *Quercus cerris* con *T. magnatum,* come accertato mediante analisi molecolari di controllo con i primers ITS specie-specifici per il *T. magnatum* e successivo sequenziamento dell'ITS (Rubini *et al.*, 2001). Le micorrize di *T. magnatum* ottenute ci hanno consentito di effettuare una nuova ed accurata descrizione morfologica, evidenziando notevoli discrepanze con tutte le descrizioni fino a quel momento riportate in letteratura. Giovani micorrize in attiva crescita presentano una colorazione grigiastra, mai osservata prima in micorrize di qualsiasi altra specie. Inoltre, nessuna micorriza mostra le spinule (cistidi) descritte precedentemente da altri autori per questa specie (Fontana *et al.*, 1992; Zambonelli *et al.*, 1993a; Granetti *et al.*, 1995). I cistidi hanno un diametro uniforme per tutta la loro lunghezza e sono plurisettati con estremità arrotondate. Le spinule osservate dai suddetti autori erano invece a forma di ago, non settate o solo raramente con setti alla base, ed erano molto più corte. È stato inoltre trovato un elemento nuovo di discriminazione tra micorrize di *T. magnatum* e *T. borchii*, cioè la ramificazione dei cistidi mai osservata nella seconda specie. Cistidi ramificati sono tipici anche di micorrize di *T. melanosporum*, ma con una diversa colorazione. Infine, un altro carattere di distinzione tra micorrize delle due specie più pregiate è la forma sinuosa delle cellule del mantello, più pronunciata in *T. melanosporum*.

Nonostante la validità dei criteri morfologici di identificazione riportati, va ancora ricordato che per la scarsità e il frequente comportamento stagionale dei tratti morfologici diagnostici delle micorrize di *Tuber*, solo un'accurata analisi molecolare può dare un responso veritiero sulle specie fungine coinvolte nell'interazione con

le radici ospiti, ed è pertanto fortemente raccomandata per il monitoraggio in serra e in pieno campo di piantine micorrizate, al fine di poter conseguire in futuro un sensibile miglioramento della coltivazione dei tartufi.

Applicazione dei marcatori molecolari alla tassonomia e filogenesi dei tartufi

I marcatori molecolari ed in particolare l'analisi delle sequenze dei geni ribosomali e della regione ITS oltre che consentire la messa a punto di test diagnostici molto precisi e sensibili, costituiscono uno strumento molto utile per compiere studi di filogenesi e per affrontare problemi di natura tassonomica.

Ad esempio Percudani *et al.*, (1999) hanno utilizzato le sequenze dell'RNA ribosomale 18s, per ricostruire lo schema filogenetico all'interno dell'ordine delle *Pezizales*. In questo lavoro viene evidenziata l'origine monofiletica della famiglia delle *Tuberaceae* e la netta separazione dalle *Terfeziaceae*. Viene inoltre ipotizzato che il carattere ipogeo dei vari gruppi delle *Pezizales* (es. *Tuberaceae*, *Balsamiaceae* e *Terfeziaceae*) è stato acquisito in maniera indipendente a partire da differenti progenitori epigei e rappresenterebbe quindi una convergenza evolutiva (omoplasia).

Altri lavori basati su sequenze come l'ITS hanno consentito di valutare più in dettaglio i rapporti filogenetici tra le varie specie del genere *Tuber*, evidenziando una stretta relazione filogenetica di *T. melanosporum* con *T. indicum* ed altri *taxa* di provenienza asiatica piuttosto che con *T. brumale* che rappresenta la specie europea più affine dal punto di vista morfologico (Roux *et al.*, 1999; Rubini *et al.*, 2001; Fig. 66).

Sempre nell'ambito dei tartufi neri, una interessante questione tassonomica riguarda il complesso del *T. aestivum* Vitt. e *T. uncinatum* Chatin. Questi due tartufi hanno un valore di mercato assai differente, giustificato dalle qualità organolettiche presumibilmente superiori del tipo invernale "*uncinatum*" rispetto all'"*aestivum*". Se *T. aestivum* e *T. uncinatum* siano due *taxa* geneticamente distinti è attualmente oggetto di intenso dibattito (Mello *et al.*, 2002; Wéden *et al.*, 2003; Paolocci *et al.*, 2004). I corpi fruttiferi si distinguono generalmente in base a caratteristiche morfologiche delle spore riportate in letteratura (Gross, 1987). Tuttavia si tratta di parametri di difficile interpretazione a causa dell'elevato polimorfismo e della frequente presenza di tratti morfologici intermedi. Questi tartufi sono infatti caratterizzati da livelli di variabilità sia morfologica che genetica decisamente superiori rispetto ad altre specie di *Tuber*, tali da rendere molto difficile proporre una chiara distinzione tassonomica. Inoltre, sebbene non si disponga di alcun elemen-

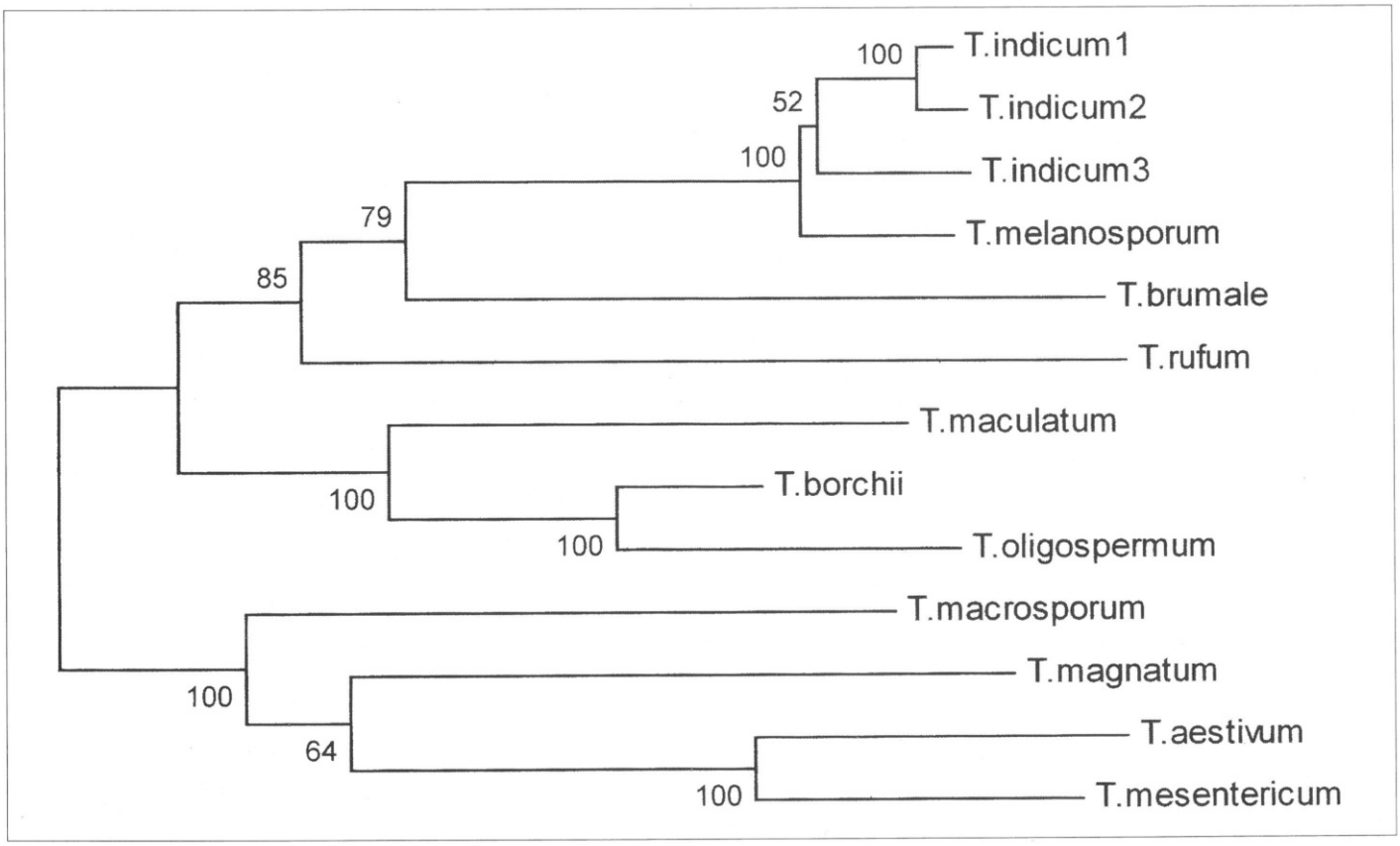


Fig. 66 - Dendrogramma che illustra le relazioni filogenetiche tra alcune specie di *Tuber*.
L'allineamento multiplo delle sequenze ITS è stato usato per calcolare una matrice delle distanze secondo il metodo di Kimura (1980). Sulla base di tale matrice il dendrogramma è stato elaborato con il metodo Neigbour Joining usando il programma MEGA (Kumar *et al.* 2001). I numeri vicino ai nodi indicano la significatività dei vari gruppi (cluster) calcolata con il metodo del bootstrap (percentuale su 100 replicati).

to di distinzione per le ectomicorrize dell'uno e l'altro morfotipo, esiste un mercato differenziato anche per le piante tartufigene inoculate con "*aestivum*" e con "*uncinatum*". L'impiego di strumenti molecolari, tra cui l'ITS-RFLP e analisi filogenetica di tre loci genici - ITS, β-tubulina e α-elongation factor - su circa 60 corpi fruttiferi di *T. aestivum/uncinatum,* ha permesso un'analisi dettagliata della variabilità genetica di questa specie (Paolocci *et al.*, 2004). Complessivamente, sono state individuate 4 classi di variabilità, ad indicare che esistono almeno 4 ceppi geneticamente distinti di *T. aestivum/uncinatum*. Tuttavia, poiché ciascuna classe è rappresentata da tartufi morfologicamente ascrivibili ad entrambi i morfotipi "*aestivum*" e "*uncinatum*", è molto probabile che le differenze morfologiche siano imputabili a diverse condizioni ecologiche del luogo di raccolta, piuttosto che a cause di natura genetica.

Analisi della variabilità intraspecifica in specie pregiate

Le due specie di *Tuber* di maggior pregio, *T. magnatum* e *T. melanosporum*, sono state recentemente valutate per il grado di variabilità genetica intraspecifica.

Analisi condotte con vari tipi di marcatori molecolari come RAPD, ISSR, ed isoenzimi (Gandeboeuf *et al.*, 1997; Bertault *et al.*, 1998; Frizzi *et al.*, 2001; Bertault *et al.*, 2001) hanno evidenziato uno scarso polimorfismo genetico per queste due specie, ciò a seguito di una probabile drastica riduzione delle rispettive popolazioni verificatasi durante l'ultimo periodo glaciale (effetto bottleneck) e di un sistema riproduttivo presumibilmente di tipo auto-fecondativo (selfing). Di conseguenza è stato ipotizzato che le differenze organolettiche che si riscontrano in tartufi di differente provenienza, siano dovute a fattori ecologici (clima, caratteristiche del terreno, ecc.) piuttosto che genetici (Bertault *et al.*, 1998).

Nel nostro laboratorio sono state recentemente intraprese analisi molecolari utilizzando marcatori particolarmente informativi, associati ad un capillare ed esteso campionamento delle popolazioni naturali di *T. magnatum* e *T. melanosporum*. Queste ricerche hanno finalità sia pratiche, quali la caratterizzazione genetica di ceppi fungini propri di una determinata località di raccolta in vista della istituzione di marchi di origine geografica, che scientifiche, ad esempio per chiarire alcune fasi cruciali rimaste incomprese del ciclo biologico del tartufo (es. sistema riproduttivo) e per cercare di ricostruire la filogeografia delle specie.

In *T. melanosporum* è stato analizzato un campione rappresentativo (180 esemplari), esteso a tutto l'areale di diffusione della specie (Italia, Francia e Spagna). Le analisi sono state condotte con due tipi di marcatori molecolari indipendenti, AFLP e microsatelliti, i primi basati sul polimorfismo di lunghezza di numerosi frammenti di DNA distribuiti su tutto il genoma, i secondi sulla variabilità da individuo a individuo della lunghezza di sequenze costituite dalla ripetizione di 2-4 nucleotidi (ad esempio GC, AT, GACA, ecc.).

Analogamente, per il *T. magnatum* la variabilità genetica di 370 esemplari distribuiti in tutta Italia e in alcune zone dell'Istria è stata analizzata per 8 microsatelliti appositamente isolati (Rubini *et al.*, 2004). Per entrambe le specie, l'elaborazione statistica dei dati molecolari ha evidenziato un elevato livello di polimorfismo presente prevalentemente all'interno delle popolazioni. Tuttavia una consistente quota di variabilità genetica (circa il 15% per il *T. magnatum* ed il 20% per il *T. melanosporum*) è presente tra popolazioni dislocate in aree geografiche distinte. Ciò ha permesso di individuare profili genetici caratteristici di popolazioni dell'Italia meridionale (Basilicata) in *T. magnatum* e dell'Italia centrale in *T. melanosporum*. L'analisi dei microsatelliti inoltre ha consentito di evidenziare in *T. magnatum* l'esistenza di una struttura genetica delle popolazioni la cui variabilità sembra distribuita lungo un gradiente Nord-Sud Italia.

Risultati analoghi sono stati recentemente riportati riguardo a popolazioni francesi di *T. melanosporum* (Murat *et al.*, 2004); questi hanno individuato in seno al *T. melanosporum* 12 genotipi nel territorio francese, di cui il n. 1 e il n. 2 risultano i più diffusi con percentuali di presenza rispettivamente del 60 e 28%; il genotipo n. 1 predomina nell'area Ovest della Francia al di là del Massiccio Centrale, mentre il n. 2 è diffuso nella zona Est. Altri genotipi hanno diffusione limitata a piccole aree e persino a singole località. Secondo gli Autori della ricerca la Francia è stata ricolonizzata dal *T. melanosporum* dopo l'ultima glaciazione da popolazioni di tartufo provenienti da zone situate a Sud-Est della Francia e a Nord-Ovest dell'Italia (Piemonte). L'ipotesi è convincente in quanto questo percorso migratorio del tartufo coincide con quello, già accertato, della Roverella che è, come noto, il suo ospite preferenziale.

Claudia Riccioni, Andrea Rubini, Francesco Paolocci, Sergio Arcioni
CNR – Istituto di Genetica Vegetale – Sezione di Perugia – Via Madonna Alta, 130 – 06128 PERUGIA.

27 Piante tartuficole

Le specie arboree e arbustive che vivono abitualmente associate con i tartufi pregiati sono alcune decine e appartengono alle Gimnosperme e alle Angiosperme.

Nella Tab. 11 sono riportate le specie di cui è accertata la possibilità di unirsi in simbiosi micorrizica con i diversi tartufi.

Alberi e cespugli simbionti	SPECIE DEL GENERE *TUBER*							
Latifoglie (Angiosperme)	***T. mag.***	***T. mela.***	***T. brum.***	***T. aest.***	***T. unc.***	***T. borc.***	***T. macr.***	***T. mes.***
Alnus cordata (ontano napoletano)	X	X	X	X	X	X		
Carpinus betulus (carpino bianco)		X	X	X	X			
Castanea sativa (castagno)	X	X			X	X		X
Cistus albidus (cisto bianco)		X				X		
Cistus incanus (cisto rosso)		X		X		X		
Cistus salvifolius (cisto bianco)		X	X	X				
Corylus avellana (nocciolo)	X	X	X	X	X	X	X	X
Corylus colurna (nocciolo di Bisanzio)	X	X	X	X	X	X	X	X
Fagus sylvatica (faggio)		X		X	X			X
Fumana procumbens (fumana comune)		X	X	X				
Ostrya carpinifolia (carpino nero)	X	X	X	X	X	X	X	X
Populus nigra (pioppo nero)	X	X				X	X	
Populus alba (pioppo bianco)	X	X				X	X	
Populus canadensis (pioppo canad.)	X					X		
Populus italica (pioppo cipressino)	X							
Quercus cerris (cerro)	X	X	X	X	X	X	X	X
Quercus coccifera (quercia spinosa)		X			X			X
Quercus faginea (quercia di Spagna)		X		X	X			
Quercus ilex (leccio)		X	X	X	X			X
Quercus petraea (rovere)	X	X	X	X	X	X	X	X
Quercus pubescens (roverella)	X	X	X	X	X	X	X	X
Quercus robur (farnia)	X	X	X	X	X	X	X	X
Quercus suber (sughera)		X		X		X	X	
Salix alba (salice bianco)	X					X		
Salix apennina (salice dell'Appennino)	X					X		
Salix caprea (salicone)	X	X				X		
Salix eleagnos (salice ripaiolo)	X							
Salix purpurea (salice rosso)	X					X		
Tilia cordata (tiglio selvatico)	X	X	X	X	X	X		X
Tilia platyphyllos (tiglio comune)	X	X	X	X	X	X	X	X
Tilia vulgaris (tiglio ibrido)	X	X	X	X	X	X	X	X
Aghifoglie (Gimnosperme)								
Abies alba (abete bianco)	X	X						
Cedrus atlantica (cedro del Marocco)	X	X	X	X	X	X	X	X
Cedrus deodara (cedro dell'Himalaya)	X	X	X	X	X	X	X	
Picea abies=P.excelsa (ab.rosso, peccio)	X							
Pinus excelsa (pino eccelso)				X	X	X		
Pinus halepensis (pino d'Aleppo)		X	X	X	X	X		X
Pinus nigra (pino nero)			X	X	X	X		X
Pinus pinaster (pino marittimo)		X	X	X		X	X	
Pinus pinea (pino domestico)	X	X	X	X	X	X	X	
Pinus sylvestris (pino silvestre)	X	X	X	X		X	X	
Pinus strobus (pino strobo)		X	X	X		X	X	

TAB. 11 - Elenco delle piante simbionti delle principali specie di tartufi. (Da Gregori, 1991 e Granetti, 1994, integrata).

È bene precisare che ogni specie di tartufo, pur potendosi micorrizare con un buon numero di piante simbionti, presenta particolari affinità con alcune di esse. Per fare qualche esempio il Nocciolo (*Corylus avellana*) forma abbondanti micorrize con numerosi tartufi ma è un pessimo produttore di carpofori di *T. magnatum*, mentre manifesta una fortissima affinità per il *T. brumale.*

L'affinità tra le varie specie di tartufo e le piante simbionti deve essere tenuta in attenta considerazione nella progettazione di una tartufaia coltivata.

Accanto alle piante simbionti esistono anche le cosiddette piante comari o compagne che pur non portando le micorrize dei tartufi agevolano la formazione dei carpofori sia ombreggiando e quindi assicurando per qualche tempo una certa umidità del suolo, sia fornendo del nutrimento ai tartufi tramite la decomposizione di radichette e di foglie morte. Inoltre, sotto i cespugli e i ciuffi d'erba il terreno è più soffice per cui ospita una ricca fauna utile allo sviluppo del tartufo.



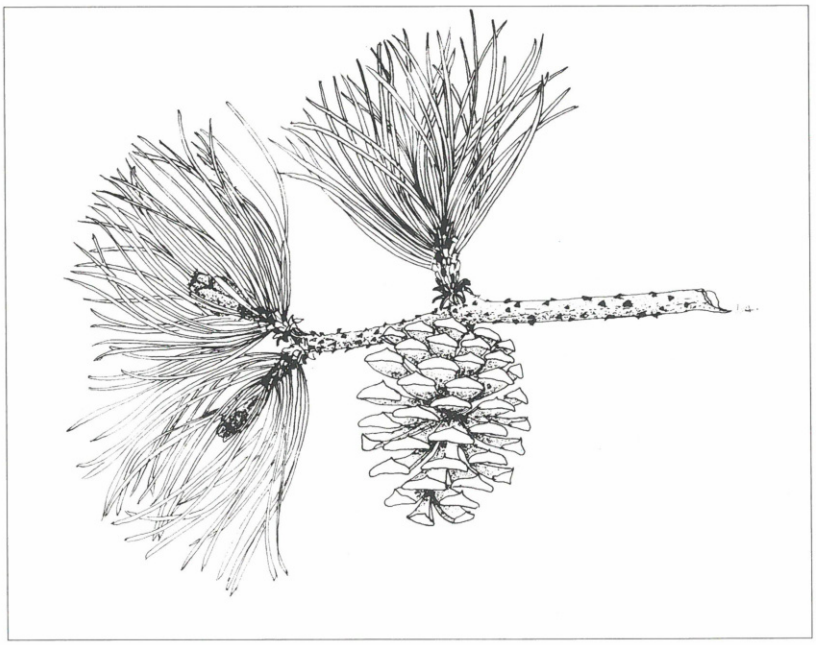


Fig. 67 - Pino laricio con pigne quasi mature *(foto: B. Granetti).*

Fig. 68 - Pino nero *(disegno: A. De Angelis).*

Descrizione delle principali specie

GIMNOSPERME

Sono le piante che portano gli ovuli su macrosporofilli di varia forma e grandezza, spesso riuniti in strutture complesse (strobili). Questi a maturazione diventano per lo più legnosi (pigne) e disperdono i semi con diverse modalità. Il perianzio è assente e pertanto non possiamo parlare di fiori per questo gruppo di piante. Le Gimnosperme sono largamente diffuse nel nostro pianeta nelle fasce climatiche più diverse ma soprattutto in quella temperata fredda.

FAM. PINACEE (*Pinaceae*)

Fa parte della divisione *Coniferophyta* (Conifere) che comprende un ampio numero di specie arboree e arbustive caratterizzate dalla presenza di strobili o coni (maschili e femminili) che svolgono la funzione riproduttiva. Sull'asse dei coni sono inserite squame fertili: quelle maschili portano le "sacche polliniche" entro le quali si formano i granuli pollinici, quelle femminili portano gli "ovuli" che si trasformano in semi dopo la fecondazione della cellula uovo e lo sviluppo dell'embrione a partire dallo zigote. Un buon numero di Conifere forma ectomicorrize con varie specie fungine epigee e ipogee tra cui i tartufi.

Pino nero d'Austria (*Pinus nigra* L.)

È una specie estremamente polimorfa nell'ambito della quale è possibile individuare popolazioni tra loro molto differenti, spesso isolate geograficamente. Il Pino laricio (*P. laricio* Poiret), ad esempio, è da taluni autori considerato una specie a se e da altri una sottospecie del Pino d'Austria.

L'albero ha il tronco diritto, alto fino a 35 m, con rami robusti disposti a palchi, foglie lunghe circa 10-14 cm riunite due a due sui brachiblasti. Le pigne sono lunghe circa 8-10 cm, con base larga e squame ovulari color cuoio nella parte superiore e nere nella faccia inferiore.

È continentale, vive nelle aree con inverni freddi e con estati calde e siccitose. Si adatta bene a zone ventose con atmosfera inquinata. Predilige i suoli provenienti da arenarie con pH subacido ma si adatta bene anche ai terreni calcarei; è poco esigente e pertanto si comporta come una specie pioniera che, grazie a queste sue qualità, è largamente utilizzata sia in Italia che in Francia per il rimboschimento.

Il Pino nero, compreso il Pino laricio, è un buon produttore di tartufo estivo e di tartufo uncinato; in condizioni molto particolari può produrre il *T. melanosporum* e persino il *T. magnatum* come ho potuto verificare in una pineta di circa 15 ha di oltre 30 anni, in località Belforte di Pesaro.



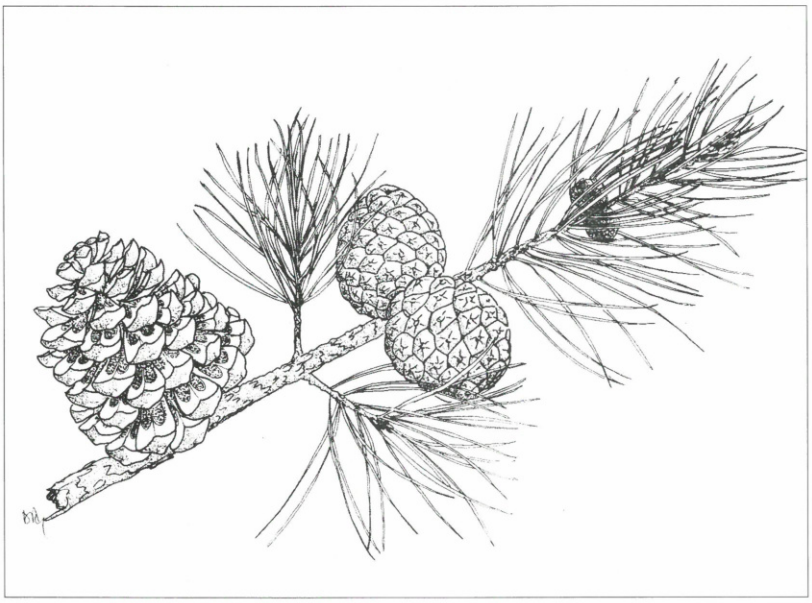


Fig. 69 - Pino domestico con una grossa pigna ovoidale *(foto: B. Granetti).*

Fig. 70 - Pino domestico *(disegno: A. De Angelis).*



Fig. 71 - Pino di Aleppo con le pigne ovato-acuminate inserite obbliquamente sul ramo *(foto: B. Granetti).*

Fig. 72 - Pino di Aleppo *(disegno: A. De Angelis).*

Pino domestico (*Pinus pinea* L.)

Può raggiungere l'altezza di 25 m; i rami sono robusti nella parte alta ove formano un'ampia chioma globosa o a ombrello. La corteccia è molto suberosa e solcata longitudinalmente. Gli aghi sono robusti e portati in numero di due da ciascun brachiblasto. Le pigne sono grandi, lunghe 10-15 cm e larghe 10-14 cm, con le squame ovulari cuoiose di color marrone a maturità.

È una specie tipicamente mediterranea presente lungo le coste, soprattutto del Mediterraneo Occidentale, sia dei paesi europei (Sud della Spagna e della Francia e coste italiane), sia del Nord Africa. Si spinge anche nell'entroterra. Predilige suoli permeabili, sabbiosi, profondi, con pH neutro o debolmente alcalino, ma può vivere anche in suoli acidi come nelle aree a ovest del Lago Trasimeno (Piana, Ferretto) ove sono presenti colture vivaistiche tra le più importanti d'Italia.

Si micorriza con varie specie di tartufo ma ha una spiccata affinità per il bianchetto (*T. borchii*) che è raccolto in forti quantitativi nelle pinete rivierasche della Puglia, Calabria, Lazio, Toscana ecc. ed anche sotto piante isolate dell'Italia Centro-Meridionale. Alcune volte può produrre il tartufo estivo (*T. aestivum)*, il tartufo nero pregiato (T. *melanosporum*) e persino il *T. magnatum* come è il caso del lungo viale di pini di Certaldo (Prov. di Firenze).

Pino di Aleppo (*Pinus halepensis* Mill.)

Il fusto è diritto o talora un po' piegato, alto fino a 25 m, con rami lunghi nella parte inferiore della chioma tali da conferire ad essa un aspetto pressoché a grande cono. Gli aghi, sottili e di media lunghezza, sono portati in numero di due su ciascun brachiblasto. Le pigne sono lunghe circa 10-14 cm, coniche, larghe alla base e con squame lucide e marrone chiaro a maturazione. Esige un



clima mite, per cui è presente lungo le coste, soprattutto del Mediterraneo Orientale. Si spinge nell'entroterra colonizzando però soltanto le esposizioni calde come si verifica nell'Umbria Centro-Meridionale. Cresce preferibilmente nei suoli calcarei e permeabili. È un ottimo simbionte del *T. aestivum* di cui è un buon produttore di carpofori anche di grosse dimensioni in Umbria, particolarmente nella provincia di Terni.

Altre specie di Conifere possono micorrizarsi in laboratorio con i tartufi pregiati come *Pinus brutia.* In natura hanno una certa importanza i Cedri tra cui il Cedro del Marocco *Cedrus atlantica* (Endl.) Carrière; *Cedrus libani* A. Rich.; *Cedrus deodara* (D. Don) G. Don fil., il *P. strobus* L. ecc., piante esotiche utilizzate nei rimboschimenti che in modo spontaneo producono tartufi sia in Italia, sia in Francia, principalmente il *T. borchii* e talora anche altre specie come il *T. mesentericum.* Anche il grande gruppo degli Abeti (gen. *Abies* e gen. *Picea*) può produrre tartufi. Un gruppo di alberi di Abete rosso (*Picea excelsa* (Lam.) Link) nella località di Belforte di Pesaro produce tartufi bianchi pregiati.

Il Ginepro comune (*Juniperus communis* L.) e il Ginepro rosso (*J. oxycedrus* L.), contrariamente a quanto ritengono alcuni tartufai, non si micorrizano con i tartufi ma ne agevolano la fruttificazione proteggendo il terreno dalla siccità estiva.



Fig. 73 - Nocciolo comune con i frutti maturi, protetti da un ampio involucro con le infiorescenze maschili cilindriche, immature (amenti) – mese di settembre *(foto: B. Granetti).*

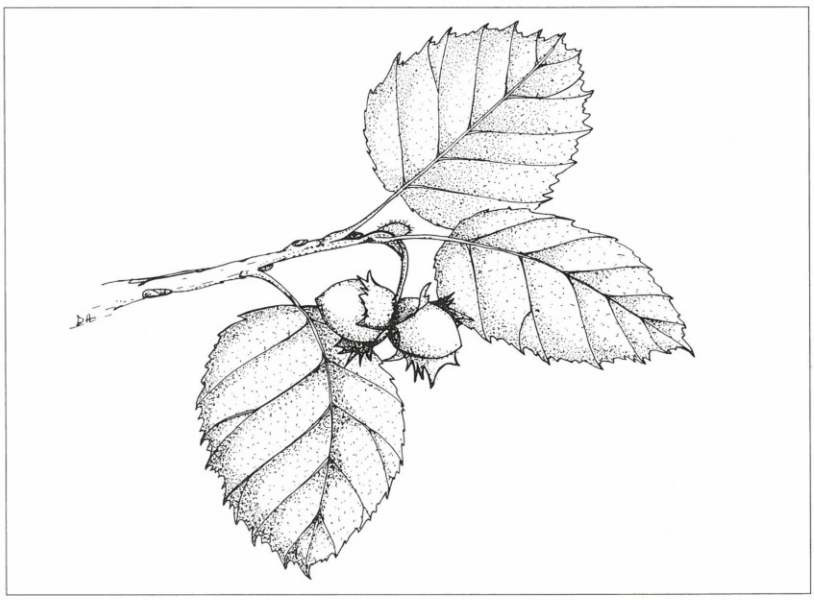


Fig. 74 - Nocciolo comune *(disegno: A. De Angelis).*

ANGIOSPERME

Sono le tipiche piante con fiore che portano gli ovuli all'interno dell'ovario, che è la parte principale del pistillo destinato a trasformarsi in "frutto" mentre gli ovuli si evolvono in semi. Le Angiosperme costituiscono il gruppo di piante terrestri più ricco di specie (circa 300.000). Alcune di esse formano ectomicorrize con numerose specie fungine tra cui si annoverano anche i tartufi.

FAM. CORILACEE (*Corylaceae*)

Nocciolo comune (*Corylus avellana* L.)

È una pianta cespugliosa per la sua caratteristica di produrre numerosi polloni, alta fino a m 5, con la corteccia grigio brunastra. Le foglie sono ampie, da ellittiche a subrotonde, irregolarmente dentate lungo il margine, acute alla sommità e cuoriformi alla base. I fiori maschili sono riuniti in amenti la cui comparsa ha luogo sin dal mese di settembre, ma la fioritura si svolge da dicembre ad aprile dell'anno successivo. I fiori femminili maturano sulla stessa pianta (specie monoica con fiori diclini), sono riuniti in gruppi di due-quattro e presentano gli stimmi rossicci in pieno inverno. Il frutto è una noce con pericarpo molto duro e legnoso avvolto da un involucro ampio, fogliaceo, aperto all'apice. Questa specie è largamente diffusa in Europa, vegeta dalla pianura fino a circa m 1500 s.l.m. ed è comune nel nostro paese. Si trova in terreni permeabili, profondi, abbastanza umidi in estate, sia con pH acidi, sia alcalini per la presenza di alte percentuali di calcare. Il suo apparato radicale è ricchissimo di radichette secondarie e si sviluppa soprattutto nei primi 35-40 cm di profondità per cui risulta sensibile alla siccità.

Il Nocciolo si micorriza molto bene con tutti i tartufi e cresce alquanto velocemente dopo la messa a dimora delle piantine producendo tartufi con una certa precocità, due o tre anni prima della Roverella. Per tali caratteristiche è largamente utilizzato nell'impianto di tartufaie coltivate a *T. melanosporum*, *T. brumale*, *T. aestivum* e *T. uncinatum.* In Italia per molti anni il Nocciolo è stato micorrizato anche con *T. magnatum* ma la produzione di carpofori è risultata praticamente assente. Le piantine micorrizate sono ottenute da semi per lo più della *cultivar* "Tonda romana" in quanto la tecnica della micropropagazione di questa specie messa a punto già da alcu-

ni anni, ha incontrato qualche difficoltà a livello pratico, almeno fino ad oggi. L'eterogeneità della popolazione ottenuta per semi è un grave inconveniente in quanto una certa percentuale di piante presenta caratteri di nanismo; altre si rivelano particolarmente pronte a germogliare a basse temperature per cui sono facilmente danneggiate da gelate tardive. Purtroppo non sono state fatte ricerche per individuare qualche *cultivar,* tra le numerose oggi conosciute, circa 40, più resistenti al freddo e con una più elevata capacità di produrre tartufi rispetto alla "Tonda romana". La forma selvatica, molto diffusa anche in Umbria, ha una forte predisposizione a contrarre la simbiosi con i tartufi pregiati, maggiore rispetto alle *cultivar* selezionate per la produzione di nocciole.

Nocciolo turco o di Bisanzio (*Corylus colurna* L.)

Questa specie, poco conosciuta in Italia, è spontanea nel Caucaso, in Asia Minore e nei Balcani; è stata introdotta in Europa Centro-Settentrionale soprattutto come pianta ornamentale. È un albero a portamento piramidale, slanciato, alto fino a 25 m con uno, due o tre fusti diritti con rami laterali pressoché orizzontali. Non produce polloni. La corteccia è chiara, presenta formazioni suberose e solchi longitudinali ben marcati. Le foglie sono ampie, ovali-ellittiche, acuminate con la base cuoriforme e il margine irregolarmente dentellato; il colore è verde scuro e lucente nella pagina superiore e opaco inferiormente. Si distingue da *Corylus avellana* per i frutti piccoli, oblunghi, con pericarpo estremamente duro, avvolti da un involucro grande con numerose brattee lunghe, strette e ricurve, brunastre a maturazione. Vive in terreni compatti, con pH intorno alla neutralità, profondi, ma tollera bene anche i suoli calcarei. Sopporta lunghi periodi di siccità ma in condizioni di sufficiente umidità ha un accrescimento alquanto veloce. Pur essendo una specie termofila si adatta bene al clima freddo dell'Europa del Nord. Alcune piante, presso il campo sperimentale di Deruta dell'ex Istituto di coltivazioni arboree, hanno passato indenni le forti gelate del 1986 (-17°C) e 1997 (-12°C). Abitualmente questa specie è utilizzata come portainnesto del Nocciolo comune e nelle zone d'origine per il suo legno, duro, di alto pregio. Grazie alle ricerche del Dott. G. Chevalier dell'I.N.R.A. di Clermont-Ferrand (Francia) il Nocciolo di Bisanzio si è rivelato una specie eccellente per la coltura del *T. melanosporum* e del *T. uncinatum* con risultati buoni anche in condizioni di scarsa umidità del suolo. Un impianto di recente costituzione nelle vicinanze di Perugia ha iniziato a produrre carpofori di *T. melanosporum* a partire dal 5° anno. Il Nocciolo di Bisanzio è una pianta che si micorriza bene con le specie pregiate e presenta una scarsa recettività nei confronti dei funghi inquinanti.

Fig. 75 - Nocciolo turco o di Bisanzio, con i frutti maturi e l'involucro ricciuto *(foto: B. Granetti).*

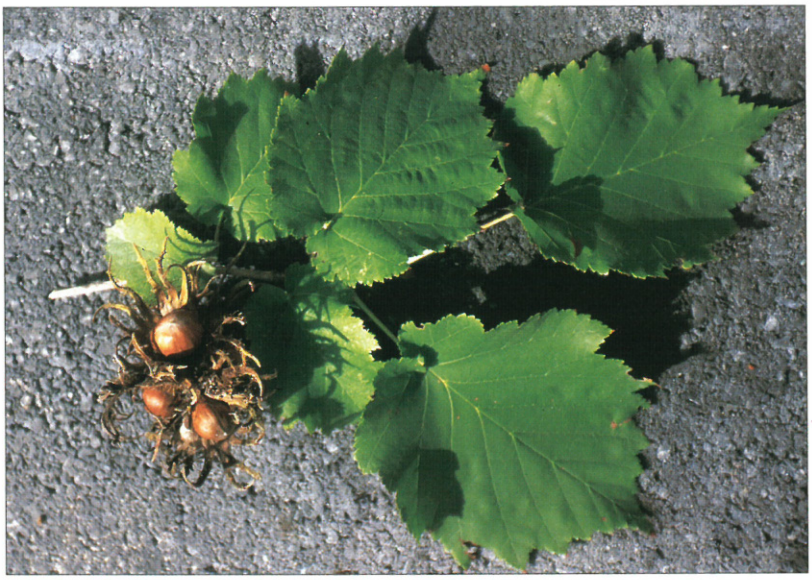
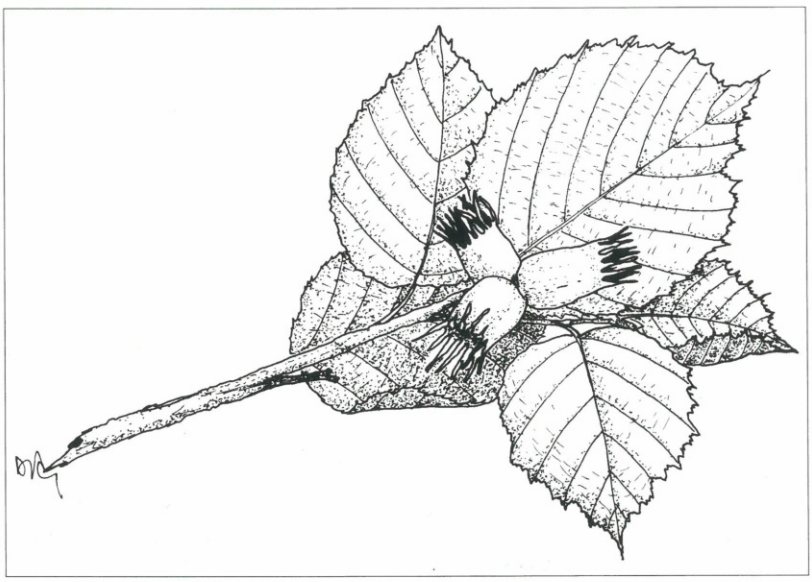


Fig. 76 - Nocciolo turco o di Bisanzio *(disegno: A. De Angelis).*



Carpino nero (*Ostrya carpinifolia* Scop.)

Alto fino a 15 m, ha la chioma ampia e il fusto quasi liscio, brunastro, con la corteccia che si desquama in scaglie. Più di frequente va a costituire cedui in purezza o associati a Cerro e Roverella. Le foglie sono ellittiche, acuminate, con la base cuoriforme e il margine con doppia dentellatura, verde lucente, con scarsi peli su entrambe le facce. Gli amenti sono lunghi, brunastri e appaiono nel mese di ottobre per completare la loro maturazione a febbraio-marzo, poco prima dell'emissione delle foglie. I fiori femminili sono portati alla superficie di brattee ellittiche riunite in corti grappoli ovoidali pendenti, verde giallastro da giovani e color nocciola quando maturi. I frutti del tipo degli acheni o nucule sono ovoidali e lucidi, di appena 3 mm di lunghezza.

Vive in suoli calcarei del Sud Est dell'Europa ed è largamente diffuso in Italia comprese le grandi isole della Sicilia e della Sardegna, da circa 200 m fino a m 1500 s.l.m. È una specie termofila, eliofila, che si localizza in vari versanti a seconda dell'altitudine; a quote basse è presente in prevalenza nei versanti di Nord-Nord Est più umidi e freschi mentre a quote superiori a 700 m a Sud o Sud Ovest. È una specie rustica capace di sopportare lunghi periodi di siccità.

Il Carpino nero produce il *T. melanosporum*, il *T. aestivum*, il *T. uncinatum*, il *T. brumale* e il *T. macrosporum* e in situazioni favorevoli anche il *T. magnatum*, oltre a



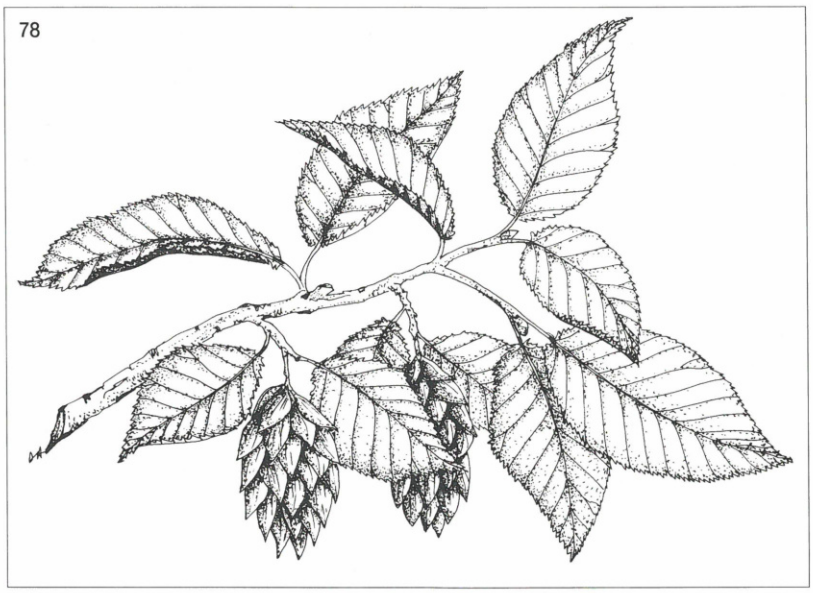






Fig. 77 - Carpino nero con "infruttescenze" mature *(foto: B. Granetti).*

Fig. 78 - Carpino nero *(disegno: A. De Angelis).*

Fig. 79 - Carpino nero con le infiorescenze maschili (amenti) *(foto: B. Granetti).*

Fig. 80 - Carpino bianco con le caratteristiche brattee fiorali trilobate *(foto: B. Granetti).*

tartufi non commerciabili come il *T. rufum*. In vivaio si micorriza bene con le suddette specie per il suo apparato radicale ben fornito di radichette secondarie. Cresce rapidamente ed entra in produzione sin dal 5° anno dalla messa a dimora delle piante. Negli impianti tartufigeni umbri si raccolgono già da alcuni anni cospicui quantitativi di tartufi neri pregiati, di tartufi estivi e uncinati; nell'autunno del 1997 sono stati anche raccolti carpofori di *T. magnatum* sotto un carpino di circa 12 anni di età micorrizato in laboratorio.

Per l'adattabilità a varie situazioni pedologiche e climatiche, la sua capacità di contrarre la simbiosi micorrizica con i tartufi pregiati e la precocità di produzione, il Carpino nero è una pianta di sicura importanza nella tartuficoltura; ed è proprio dall'Umbria che si è diffusa la sua utilizzazione come pianta tartufigena.

Alla famiglia Corilacee appartengono anche il Carpino bianco (*Carpinus betulus* L.) e il Carpino orientale (*Carpinus orientalis* Miller) poco frequenti in Umbria, ma ottimi produttori di *T. melanosporum* e anche di altre specie quali il *T. aestivum*, *T. uncinatum* e *T. macrosporum*. Il Carpino bianco è un eccellente ospite del tartufo uncinato nel Nord Est della Francia in boschi umidi di latifoglie a *Q. robur* e *Q. petraea*. Non sono disponibili nel mercato piante micorrizate di queste due specie che potrebbero essere vantaggiosamente impiegate nella tartuficoltura. Anche la Betulla (*Betula pendula* Roth., famiglia Betulacee) in determinate condizioni può vivere in simbiosi con il tartufo nero pregiato, formare l'area bruciata e produrre tartufi.

FAM. FAGACEE (*Fagaceae*)

Leccio (*Quercus ilex* L.)

È una pianta sempreverde di altezza poco superiore a 20 m, con corteccia grigio scuro e grosse ramificazioni e con foglie ellittiche o lanceolate, intere o dentate, pubescenti nella pagina inferiore e coriacee, lucide, verde scuro in quella superiore. Le ghiande sono lunghe da 1 a 1,5 cm con la punta allungata. Predilige un clima mite ed è il principale componente della macchia mediterranea; è presente anche nell'area submediterranea. Vive sia in terreni subacidi che in suoli calcarei come in Umbria ove è largamente diffuso nei versanti esposti a Sud nei quali può spingersi fino a quote di poco superiori ai 1000 m. Può superare bene lunghi periodi di siccità. È largamente diffuso in Francia e in Spagna.

Il Leccio si micorriza facilmente con varie specie di



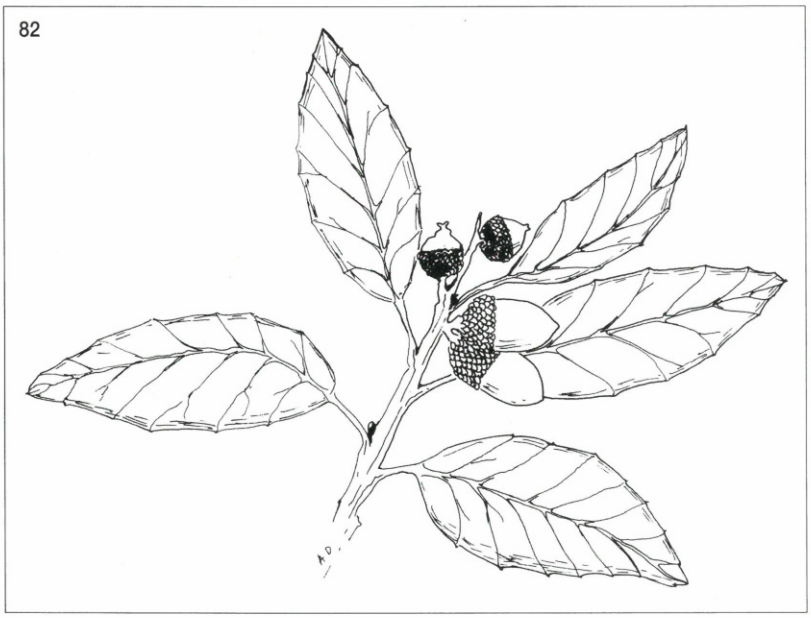


Fig. 81 - Leccio con ghiande mature *(foto: B. Granetti).*

Fig. 82 - Leccio *(disegno: A. De Angelis).*

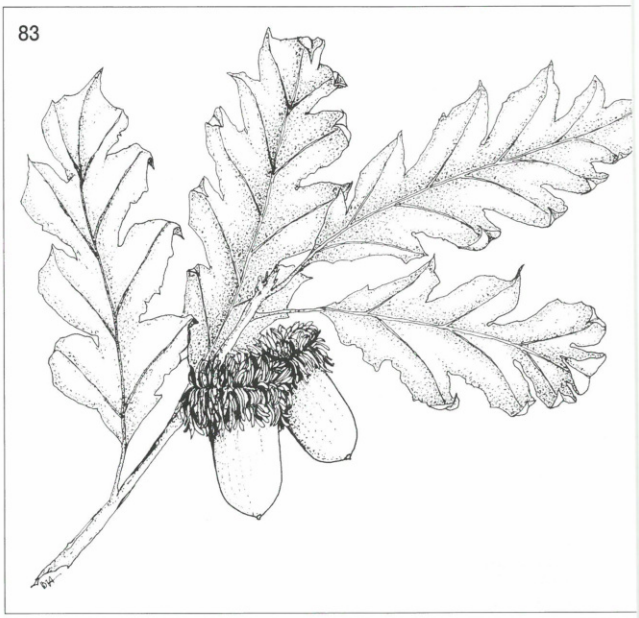
Fig. 83 - Cerro *(disegno: A. De Angelis).*

Fig. 84 - Cerro con i frutti immaturi protetti dalla cupola ricciuta *(foto: B. Granetti).*

tartufo. È un ottimo produttore di *T. melanosporum* e di *T. aestivum* e nelle tartufaie coltivate è la specie che contrae in minor misura la simbiosi con funghi estranei; per questo si presenta come una eccellente pianta ospite finora sottovalutata per la sua crescita ritenuta, a torto, troppo lenta.

Cerro (*Quercus cerris* L.)

Ha il fusto slanciato, diritto, che può raggiungere l'altezza di 25-30 m. La corteccia del tronco è grigiastra, con profondi solchi longitudinali e trasversali. Le foglie, caduche, a contorno ellittico o lanceolato, hanno il margine profondamente inciso e lobato; sono scarsamente pubescenti da giovani e in seguito pressoché prive di peli, ruvide sulle due facce. La cupola è emisferica con squame lineari-patenti lunghe fino a circa l cm e ricopre per quasi la metà la ghianda che è lunga da 2 a 3 cm. Vive nell'area submediterranea, nel Centro e Sud dell'Europa, a quote comprese tra 0 e 1500 m. Pur preferendo terreni acidi è largamente diffusa anche in suoli calcarei come in Umbria ove è comune in vari versanti a seconda della quota. Si micorriza con numerose specie di tartufo ed è un buon produttore di *T. aestivum, T. brumale, T. melanosporum* e anche di *T. magnatum.*





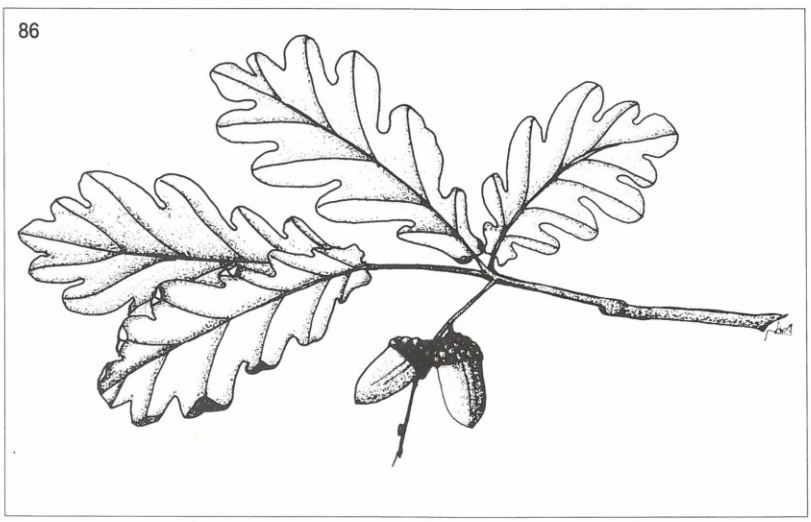
Farnia (*Quercus robur* L.) (=Q. *pedunculata* Ehrh.)

Ha un'altezza variabile da 5 a 25 m; il fusto ha la corteccia grigio bruna con screpolature longitudinali; sui rametti giovani la corteccia è lucida, pruinosa e glabra. Le foglie sono caduche, subsessili, con la lamina obcuneata; sono glabre su ambedue le facce; la base è auriculata e l'apice arrotondato con 4 o 6 lobi laterali. Le ghiande sono sessili e inserite su rametti lunghi da 2 a 5 cm. Le cupole hanno le squame rombiche e le ghiande sono per lo più allungate. È una specie Europeo-Caucasica e predilige suoli ricchi, con pH intorno alla neutralità, soprattutto alluvionali e umidi; vive da 0 a 800 m circa, in climi sia oceanici che continentali. Si micorriza con varie specie di *Tuber* ma è particolarmente indicata per il tartufo bianco (*T. magnatum*) in quanto cresce abitualmente nelle stesse situazioni pedologiche e climati-

che. Va incontro a clorosi nei suoli con calcare superiore al 20% circa e pertanto non è presente in tutti gli *habitat* del tartufo bianco pregiato. Può produrre anche il *T. aestivum* e il *T. melanosporum.*

Rovere o Ischia (*Quercus petraea* Mattuschka) Liebl (= *Quercus sessiliflora* Salisb.)


85


86


87

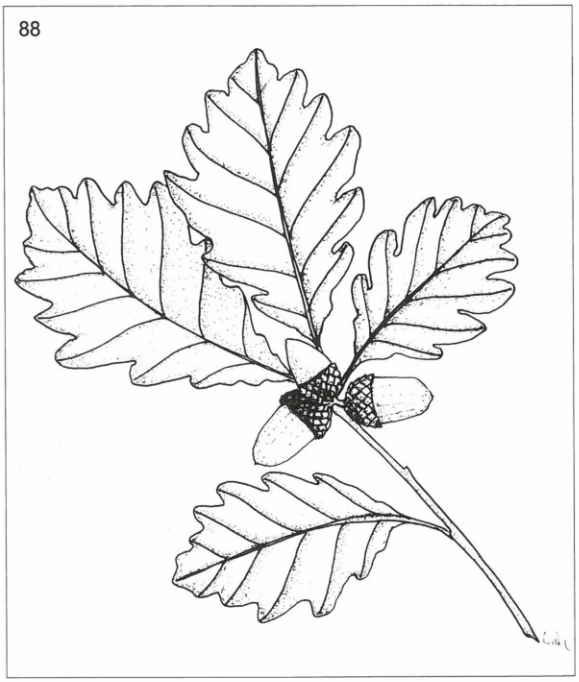

88

Fig. 85 - Farnia con ghiande e cupola, inserite su peduncoli lunghi *(foto: B. Granetti).*

Fig. 86 - Farnia *(disegno: A. De Angelis).*

Fig. 87 - Rovere con ghianda immatura *(foto: B. Granetti).*

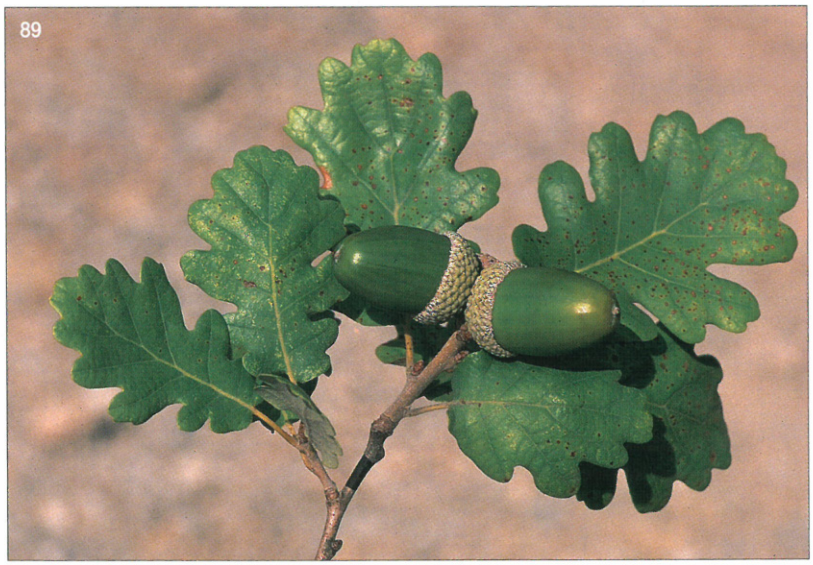
Fig. 88 - Rovere *(disegno: A. De Angelis).*

È alta da 1 a 30 m e il tronco è molto robusto, la corteccia è grigio bruna o bruno rossastra nei rami giovani. I rametti sono glabri; le foglie, anch'esse glabre e caduche, hanno la lamina obovata con la base acuta e l'apice arrotondato, con 5-7 lobi laterali poco accentuati e molto larghi. Le ghiande sono sessili, ovali, con cupola semiricoperta da minute squame lanceolate ed embriciate. Predilige un clima oceanico temperato e umido; è presente a quote comprese tra m 0 e 1200 s.l.m. È diffusa in Europa occidentale e centrale; è rara nella regione mediterranea.

Vive generalmente nei terreni silicei o decalcificati a pH acido; è presente in suoli di fondovalle, in collina e persino in montagna con pH inferiore a 7 ove può micorrizarsi con *T. magnatum.* Può anche insediarsi in terreni calcarei. È un buon produttore di tartufo uncinato in Borgogna e nella Lorena. La sua capacità di micorrizazione con i vari tartufi è uguale alle altre specie di *Quercus* ma per le sue esigenze ecologiche in genere poco confacenti con quelle dei tartufi pregiati, ha trovato una scarsa applicazione nella tartuficoltura.

Roverella (*Quercus pubescens* Willd.) (= *Q. lanuginosa* Lam.)

L'altezza massima è di circa m 20-25; il fusto è corto e robusto, la chioma è molto ampia. La corteccia è fessurata e grigio scuro. I rametti giovani sono pelosi, le foglie, caduche, sono lobate più o meno profondamente e in modo irregolare; la faccia superiore è coriacea e glabra, quella inferiore è coperta da una fitta peluria grigiastra soprattutto in età giovanile La cupola è rivestita di squame di forma triangolare corte e grigiastre e





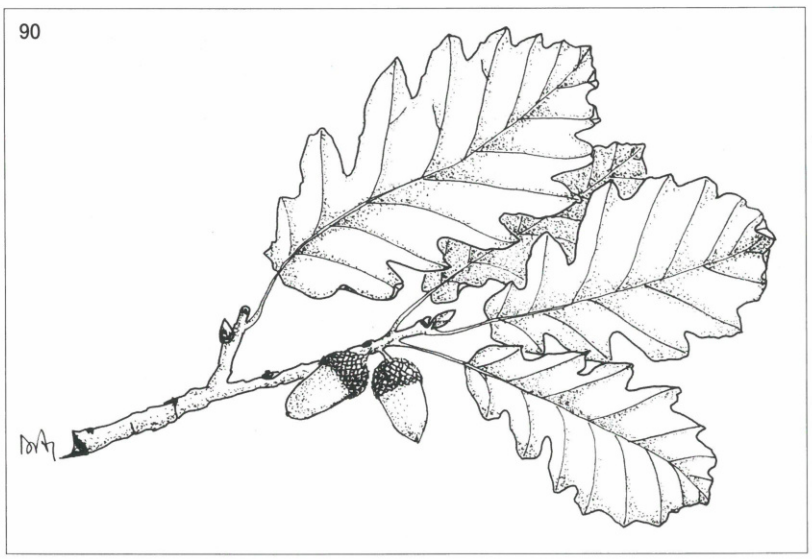




Fig. 89 - Roverella con ghiande immature *(foto: B. Granetti).*

Fig. 90 - Roverella *(disegno: A. De Angelis).*

Fig. 91 - Infiorescenze maschili (amenti) di Roverella *(foto: B. Granetti).*

Fig. 92 - Castagno con i frutti immaturi racchiusi nei caratteristici ricci *(foto: B. Granetti).*

porta una ghianda ovoidale; è inserita sui rametti in modo sessile o tramite un corto peduncolo pelosetto.

Diffusa nel Sud Europa, dalla Spagna alla Crimea, sale un po' al Nord in Europa Occidentale e Centrale. È definita una specie submediterranea ed è una xerofila tipica; vive da 200 a 1500 m di altitudine su terreni vari, spesso marnosi e calcarei e talora anche silicei, poco fertili e aridi. È la pianta tartuficola per eccellenza capace di produrre i tartufi di tutte le specie particolarmente il *T. melanosporum* e il *T. magnatum*. In Italia Centrale l'80% circa delle tartufaie naturali a *T. melanosporum* sono dovute a Roverella. È largamente usata dai vivaisti per produrre le piantine micorrizate.

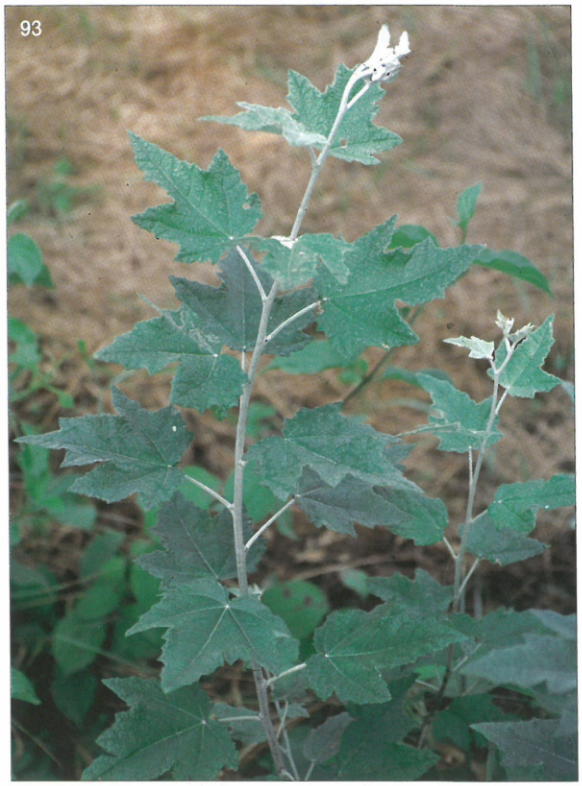
Della stessa famiglia, *Fagaceae* in determinate zone e in particolari condizioni pedoclimatiche, la Quercia spinosa (*Quercus coccifera* L.) e la Quercia da sughero (*Quercus suber* L.) possono produrre il *T. aestivum* in Spagna; la *Quercus faginea* Lam. è diffusa nel Nord della Spagna ove vive in simbiosi con il *T. melanosporum*.

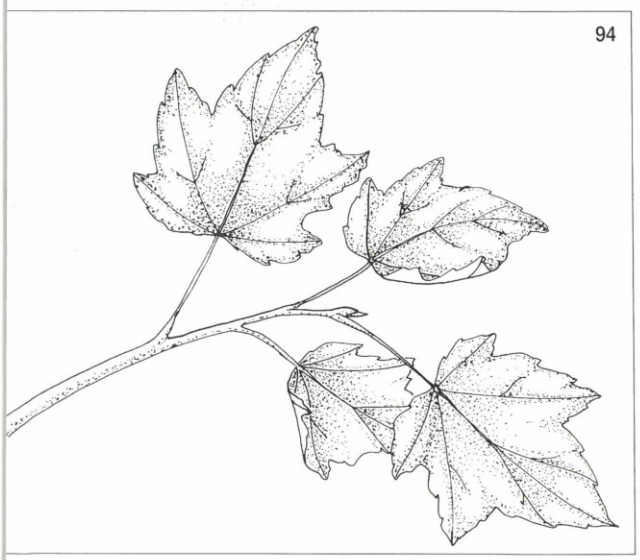
Anche il Castagno (*Castanea sativa* Miller) quando cresce in terreni provvisti di una certa percentuale di calcare può produrre il *T. melanosporum* e il *T. magnatum*. Tuttavia non è consigliabile utilizzarlo nell'impianto di tartufaie a causa della sua suscettibilità a varie malattie fungine (cancro del castagno) e per la sua predilezione nei confronti dei terreni subacidi. Il Faggio (*Fagus sylvatica* L.) è un ottimo produttore di tartufo nero ordinario di Bagnoli (*T. mesentericum*) nell'Irpinia, ma in determinate situazioni ambientali produce anche il tartufo estivo, quello uncinato e persino il tartufo nero pregiato.

FAM. SALICACEE (*Salicaceae*)

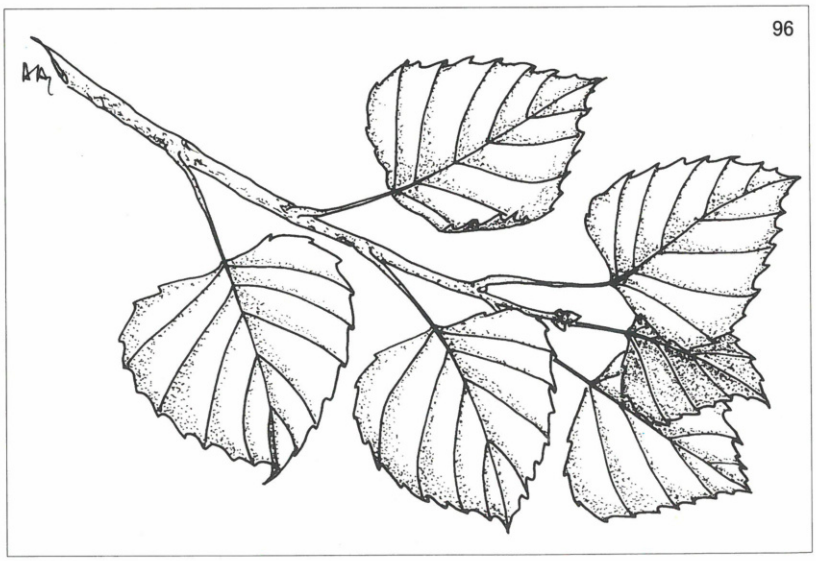
Pioppo bianco o Gattice (*Populus alba* L.)

Albero alto fino a 25 m con i rami robusti tendenti a formare una chioma ampia, globosa. La corteccia è biancastra e liscia soprattutto sui rami degli ultimi anni, talora anche sul tronco di alcuni biotipi, con lenticelle molto grandi, dilatate trasversalmente; altre voltre è grigio scuro con profonde fessure longitudinali particolarmente sull'asse principale. Le foglie hanno il picciolo lungo circa 2/5 della lamina, la quale ha forma estremamente va-









stri, indicati localmente come "pioppi gentili" sono quelli meno idonei a produrre tartufi; anche in laboratorio contraggono la simbiosi con il *T. magnatum* con una certa difficoltà. Per contro i biotipi poco vigorosi, a rami contorti, chioma ampia, corteccia grigio scura o brunastra profondamente solcata (indicati dai tartufai come pioppi sterpini o "pioppi selvatici") sono decisamente più produttivi; in laboratorio questi biotipi sviluppano un abbondante apparato radicale capace di contrarre meglio la simbiosi con il *T. magnatum* rispetto ai precedenti biotipi (Angelini e Granetti, 1995 e 2001).

Fig. 93 - Germogli (turioni) di pioppo bianco o gattice *(foto: B. Granetti)*.

Fig. 94 - Pioppo bianco *(disegno: A. De Angelis)*.

Fig. 95 - Pioppo nero con i frutti maturi che disperdono i semi avvolti dalle formazioni cotonose bianche *(foto: B. Granetti)*.

Fig. 96 -Pioppo nero *(disegno: A. De Angelis)*.

Pioppo nero (*Populus nigra* L.)

Raggiunge l'altezza di circa 30 m ed ha la chioma generalmente ampia che nella *cultivar "italica "* (*Populus italica* Duroi = *P. pyramidalis* Roz.) assume una forma piramidale o colonnare per i rami fortemente appressati al tronco. La corteccia è grigio scura, profondamente solcata e lacerata. Le foglie sono ovato triangolari, acuminate, con dentellature regolari sul margine e con la base ottusa o anche a forma di V. Sono prive di peli su ambedue le facce; le gemme e i giovani rametti sono glabri e vischiosi. Gli amenti sono lunghi 10-15 cm con le riabile, da ovale con piccoli lobi ottusi a palmato lobata con lobi grossolani. Le foglie dei turioni sono molto grandi con i lobi assai pronunciati e la base cuoriforme. La superficie superiore della lamina fogliare è verde scuro mentre la pagina inferiore è bianco tomentosa. I giovani rametti sono coperti da una lanugine bianca e ragnatelosa e sono privi di vischiosità. La specie è dioica. Gli amenti sono lunghi 8-10 cm; gli stami variano da 6 a 10. Le brattee fiorali sono dentellate.

È presente in Europa ed è molto comune in tutta Italia da m 0 a 1000 s.l.m. in *habitat* umidi anche periodicamente inondati, lungo i fiumi e intorno ai bacini lacustri in suoli da neutri ad alcalini. È un ottimo produttore di *T. magnatum*. Da una indagine effettuata in Umbria e in Toscana risulta che i biotipi di questa specie con chioma slanciata, vigorosa, rami e tronco lisci, bianca-

brattee laciniate. Gli stami sono in numero di 20-30. La specie è dioica. Presente in Europa, è comunissima in Italia lungo i fiumi, intorno ai laghi, da quota 0 a circa m 1200 s.l.m. in terreni neutri od anche alcalini.

Secondo Pignatti (1982) il Pioppo chiamato Pioppo d'Italia o Pioppo cipressino è da considerarsi una forma coltivata (*cultivar "italica"*) essendo oggetto di coltivazione come pianta ornamentale; l'Autore tuttavia fa rilevare l'alta frequenza di questo pioppo nelle valli interne dell'Appennino umbro-marchigiano (Valle del Nera, Corno, Topino, Norcia, ecc.) ove si presenta spontanea per cui potrebbe essere riconsiderata questa entità come una specie autonoma.

Il Pioppo nero è un discreto produttore di *T. magnatum* (particolarmente la *cultivar italica*) e produce anche il Tartufo bianchetto; in vivaio si micorriza con una certa difficoltà e nelle tartufaie coltivate perde facilmente la simbiosi con il tartufo per acquisirne altre soprattutto di basidiomiceti del gen. *Hebeloma.*

Dello stesso genere *Populus* si ricordano: il Pioppo canescente (*P. canescens* (Aiton) Sm.); il Pioppo tremulo (*P. tremula* L.) e il Pioppo del Canada (*P. canadensis* L.), quest'ultimo derivato da incroci tra il *Populus nigra* e il *P. deltoides* Mashall, di origine nord-americana; le piante di queste specie possono produrre in varie situazioni pedoclimatiche il tartufo bianco. Tra i numerosi cloni di Pioppo del Canada il n.214, il "Boccalari" e l"Avanzi" sono particolarmente indicati come produttori di *T. magnatum.*

Salice comune (*Salix alba* L.)

L'altezza massima è di circa 20 m, la chioma è ampia, i rami diritti, eretti con un angolo stretto rispetto al tronco. Le foglie sono lanceolato-lineari, attenuate alle due estremità, minutamente seghettate al margine, grigio-argentine e pubescenti nella pagina inferiore, con fitti peli sericei anche superiormente per cui il colore generale delle foglie adulte risulta grigio cenerino. La specie è dioica. La comparsa degli amenti è contemporanea alle foglie; le brattee sono caduche. È diffusa in Europa ed è molto comune in Italia. Vegeta nei luoghi umidi da m 0 a 1200 s.l.m., talora anche a quote più alte in terreni sia acidi, sia alcalini. Non è molto longeva e va incontro a forti attacchi da parte di parassiti animali. Può incrociarsi con altre specie di Salice soprattutto con il *Salix fragilis* L.. Nell'ambito di questa specie sono individuabili varie entità; la forma più diffusa che corrisponde a quella "tipica" si riconosce per le foglie verde scuro di sopra e densamente pubescenti e argentine nella pagina inferiore. In Italia centrale e in Sardegna è presente la subsp. *coerulea* (Sm.) Rech. fil. con le foglie verdi superiormente e inferiormente grigio cerulee che diventano precocemente pressoché glabre. Accanto alla forma tipica in tutto il territorio è presente la subsp. *vitellina* (L.) Arcang. caratterizzata dai rami giovani aventi il colore del giallo dell'uovo o meglio del becco d'oca.

Il Salice bianco è un buon produttore di *T. magnatum* ma in vivaio e in laboratorio risulta la specie più difficile da micorrizare con il tartufo bianco pregiato per le sue sottili e lunghe radici che sfuggono al contatto con le ife fungine in quanto si accrescono con forte rapidità. La subsp. *vitellina* sembra essere molto produttiva. Nelle tartufaie coltivate soltanto in alcune situazioni di terreno sabbioso limoso, umido anche d'estate, questa specie nella forma tipica ha prodotto dei tartufi. In altre situa-





Fig. 97 - Salice bianco con infiorescenze femminili *(foto: B. Granetti).*
Fig. 98 - Salice bianco *(disegno: A. De Angelis).*





Fig. 99 - Rametto di salicone *(foto: B. Granetti).*

Fig. 100- Salicone *(disegno: A. De Angelis).*

zioni con terreno compatto, un po' asciutto d'estate, ha contratto la simbiosi con numerose specie del gen. *Hebeloma*. Per questi e altri motivi le piante di Salice bianco dovrebbero essere utilizzate negli impianti di tartufaie coltivate in modesta percentuale e in consociazione con altre piante tartuficole.

Salice delle capre (*Salix caprea* L.)

È alto da 1 a 10 m, con portamento a cespuglio, più raramente ad albero. Ha i rami giovani privi di peli, di colore rossiccio e con il legno liscio. Le stipole fogliari sono assenti o cortissime; la lamina fogliare è ellittica o più raramente subrotonda o anche lanceolata con l'apice acuto, talora arrotondato; il margine è ondulato-eroso oppure crenato; è specie dioica; gli amenti compaiono prima delle foglie, tutti eretti, quelli maschili corti e quelli femminili abbastanza lunghi da 5 a 10 cm; gli stami sono glabri. Si può ibridare soprattutto con *S.cinerea* e *S. appendiculata*. È frequente nelle vallate umide e nei boschi umidi da 0 a circa m 1800 s.l.m. Si riproduce facilmente per talea ed è dotato di grande vigore; è una ottimo produttore di tartufi bianchi pregiati.

Dello stesso genere altre specie producono tartufi tra cui il Salice ripaiolo (*S. eleagnos* Scop.) e il Salice rosso (*S. purpurea* L.) utilizzati nella tartuficoltura umbra soltanto sporadicamente ma con buoni risultati.

FAM. TILIACEE (*Tiliaceae*).

Tiglio selvatico (*Tilia cordata* Miller)

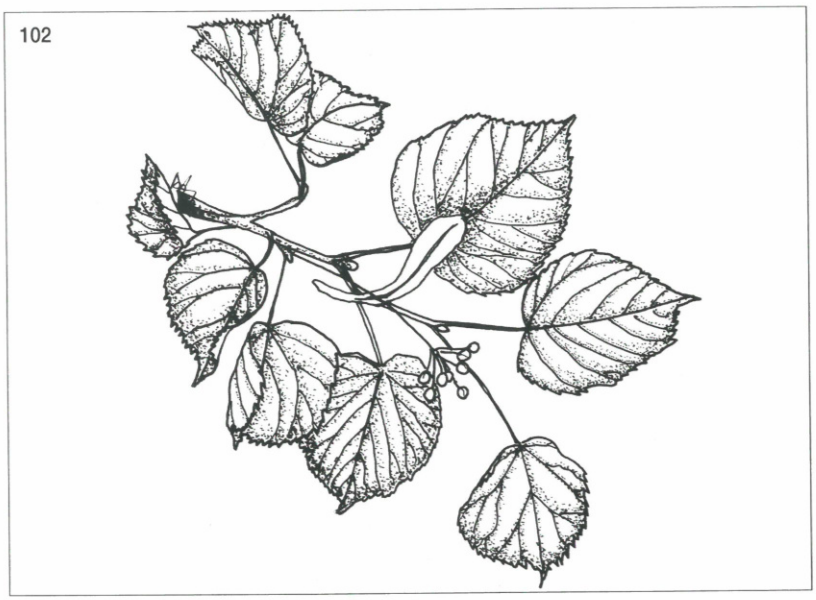
Può raggiungere l'altezza di 30 m; ha una chioma ampia, globosa e il tronco robusto con la corteccia grigio scura profondamente fessurata. Le foglie munite di picciolo glabro sono relativamente piccole, di 5-8 cm di lunghezza, cuoriformi, acuminate con la base asimmetrica e il margine seghettato; la faccia superiore è priva di peli; quella inferiore, leggermente glauca, ha ciuffi di peli rosso ferruginei alle biforcazioni delle nervature. I fiori sono portati in numero di 4-15 in cime oblique, il peduncolo è allargato in una ala ellittica membranacea. I frutti sono ovali con pericarpo fragile munito di una fitta peluria e con le coste longitudinali ottuse appena visibili. È diffuso in tutta l'Europa ma è alquanto raro nell'area mediterranea. Cresce dalla pianura a circa m 1400 s.l.m. in terreni freschi, umidi, abbastanza profondi, preferibilmente argilloso-silicei con pH intorno alla neutralità. È una specie mesofila e si comporta come una entità continentale capace di sopportare molto bene le basse temperature.

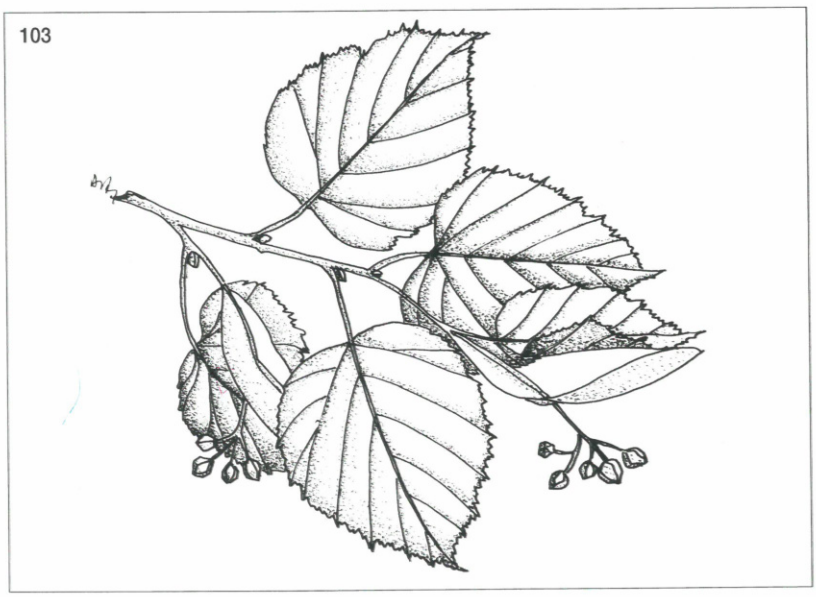
Tiglio nostrano (*Tilia platyphyllos* Scop. = *T. grandifolia* Ehrh.).

È alto fino a 20 m e talora anche più ed è simile a *T. cordata* da cui differisce per le foglie molto ampie, ovato-acuminate con il picciolo pubescente; le due pagine fogliari sono ugualmente verdi ma quella inferiore presenta ciuffi di peli biancastri alle biforcazioni delle nervature; il margine è seghettato. I fiori sono riuniti in gruppi di 2-5 nelle infiorescenze; i frutti sono globosi, pressoché tronchi all'apice e muniti di 5 coste longitudinali ben marcate; il pericarpo è legnoso e molto duro.

Vive in terreni con pH intorno alla neutralità o provvisti anche di calcare, da umidi ad asciutti. Si trova a quote variabili da 0 a m 1200 s.l.m. È diffusa in gran parte dell'Europa e in tutta l'Italia esclusa la Sardegna (in Italia è comune l'ibrido *T.* x *vulgaris* Hayne).







I tigli sono piante rustiche largamente utilizzate nei parchi e nei viali per la loro crescita veloce e per una buona resistenza ai parassiti. In laboratorio si possono micorrizare con le varie specie di tartufo. Sono ottimi produttori di *T. magnatum* in Piemonte, Lombardia, Emilia-Romagna, Marche. Anche in Umbria i tigli sono apprezzati come piante tartuficole. In particolari condizioni i tigli possono produrre anche il Tartufo nero pregiato, il Tartufo estivo e il Tartufo uncinato.

I tigli si riproducono bene per talea e tramite la micropropagazione; le piante ottenute con questo procedimento crescono lentamente nei primi anni di vita e ciò consente lo sviluppo armonico degli apparati radicali che li predispone a contrarre meglio la simbiosi micorrizica.

FAM. CISTACEE (*Cistaceae*)

Cisto rosso (*Cistus incanus* L.)

Di altezza variabile da cm 30 a circa 1 m, molto ramoso, assume l'aspetto di un cespuglio globoso. Le foglie sono opposte, pressoché ellittiche, con superficie grinzosa, margine un po' ondulato; sono peloso-lanose da ambedue le facce soprattutto in quella inferiore. Anche i rametti giovani sono molto lanosi e di colore bianco-grigiastri all'apice. I fiori isolati hanno petali grandi un po' grinzosi, violacei.

Vive prevalentemente in suoli calcarei e talora silicei, permeabili, ben esposti. È assente in Piemonte, in Lombardia, nel Trentino e nella Venezia Giulia. L'apparato radicale è ricchissimo di radichette secondarie e si sviluppa nei primi 30 cm di terreno. Si micorriza molto bene con tutti i tartufi ma in natura è un buon produt-



Fig. 101 - Tiglio con infiorescenze *(foto: B. Granetti).*
Fig. 102 - Tiglio selvatico *(disegno: A. De Angelis).*
Fig. 103 - Tiglio comune *(disegno: A. De Angelis).*
Fig. 104 - Cisto rosso *(disegno: A. De Angelis).*

tore di *T. melanosporum* e di *T. borchii*. In alcune prove sperimentali ha prodotto carpofori di *T. melanosporum* assai precocemente per cui è stato reclamizzato per vari anni come una pianta eccezionale per la tartuficoltura. In seguito si è rivelata una specie poco adatta alle molteplici situazioni pedologiche, che si invecchia rapidamente e che non produce quanto ci si aspettava. Pertanto può essere utilizzato in tartuficoltura solo in determinate situazioni e in consociazione con altre piante tartufigene.

Dello stesso genere si ricorda il Cisto a foglie sessili (*Cistus albidus* L.), raro in Italia, sperimentato in Francia con modesti risultati.

La fam. Cistacee comprende anche numerose specie del genere *Helianthemum*, largamente diffuse nell'area mediterranea, di cui alcune vivono in simbiosi con i tartufi del deserto dei generi *Terfezia* e *Tirmania* che attualmente sono oggetto di accurate ricerche per incrementare la produzione di questi tartufi in alcune regioni del Nord Africa e del Medio Oriente.

PIANTE SIMBIONTI PARTICOLARI

Piante diverse da quelle finora descritte, come le Orchidee, possono micorrizarsi con i tartufi. Di recente (Selosse *et al.*, 2004) sono state evidenziate in percentuali superiori all'85/95% dei campioni esaminati, attraverso l'analisi microscopica e del DNA, ife fungine di alcune specie di tartufo (*T. excavatum*, *T. aestivum* e *T. uncinatum*) nelle radici delle piante albine e verdi di una Orchidea, *Epipactis microphylla*, per sua natura priva di ectomicorrize. Le Orchidee, come già detto altrove, formano endomicorrize.

Questa ricerca apre nuovi orizzonti nello studio della biologia del tartufo. A questo riguardo sarebbe interessante verificare con le stesse metodologie biomolecolari, la presenza o meno del micelio del tartufo negli apparati radicali di quelle piante chiamate "comari", come l'Olivo, il Ginepro, la Ginestra odorosa ed altre, che non formano ectomicorrize, ma agevolano la produzione dei tartufi.



Fig. 105 - Cespuglio di cisto rosso *(foto: B. Granetti)*.

28 Apparati radicali

È di fondamentale importanza in tartuficoltura conoscere le modalità di sviluppo e di ramificazione dell'apparato radicale delle piante simbionti nei differenti tipi di suolo. È accertato, infatti, che l'entità della produzione e persino le dimensioni dei tartufi sono in stretta correlazione con tutto il sistema radicale, superficiale e profondo.

Nei suoli produttori di tartufi neri pregiati le piante arboree sviluppano nello strato superficiale abbondanti radici micorrizate e radici lunghe poco ramificate. Le radici profonde sono anch'esse poco ramificate, un po' tortuose e non assicurano un forte vigore dell'albero.



Fig. 106 - Roverella micorrizata con *T. magnatum* dopo tre anni dalla messa a dimora; il forte sviluppo dell'apparato radicale è dovuto al taglio del fittone al momento dell'inoculazione *(foto: B. Granetti)*.

Le radici profonde garantiscono l'approvvigionamento dell'acqua nel periodo estivo siccitoso per cui svolgono un ruolo importante nell'accrescimento del tartufo. Le piante erbacee hanno in questi suoli radici fittonanti. Più volte è stata segnalata abbondante produzione di tartufi nei siti con spaccature profonde della roccia entro le quali si sono insinuate le radici di alcuni centimetri di diametro. Nei terreni non produttori di tartufi gli strati superficiali sono colonizzati in prevalenza da radici fascicolate di piante erbacee; tuttavia quando il suolo è pietroso e poco profondo si ha un notevole sviluppo delle radici di Quercia non micorrizate fortemente ramificate, mentre nei suoli argillosi profondi vi è l'assenza di radici di Quercia negli orizzonti superficiali.

Studiando il comportamento dopo la piantagione dell'apparato radicale delle piante tartufigene prodotte in serra alle quali è stato tagliato il fittone e quello delle piante della stessa specie fatte nascere da ghiande e qui inoculate è emerso che in quest'ultimo caso si producono rapidamente radici profonde e tardivamente (dopo 15 anni) radici superficiali con micorrize. Questo comportamento ritarda la produzione dei tartufi ma sembra che assicuri alla pianta tartuficola una vita più lunga.

Le piante tartufigene prodotte in serra entrano in produzione in tempi più brevi rispetto a quelle nate e inoculate sul posto in quanto gli strati superficiali del suolo si colonizzano più velocemente con le radici micorrizate. Per contro essendo l'apparato radicale profondo meno sviluppato sono più sensibili alla siccità.

Quanto alle dimensioni dei tartufi pare certo che quando l'albero produce radici profonde a portamento verticale e ben ramificate si formano piccoli tartufi mentre se le radici profonde sono tortuose e poco ramificate compaiono tartufi grossi (Callot, 1999).

Sarebbe necessario effettuare ricerche sullo sviluppo radicale delle varie specie simbionti nei diversi tipi di suolo dell'Umbria per individuare precise correlazioni con la produzione di tartufi.

I principali parassiti delle piante simbionti

29

Le piante utilizzate per la micorrizazione sono direttamente ottenute da specie spontanee dotate di una generale capacità di resistere abbastanza bene all'attacco di batteri, funghi ed insetti. Ciò nonostante varie volte è necessario ricorrere alla lotta antiparassitaria per evitare forti danneggiamenti alle piante o addirittura per prevenirne la morte, soprattutto quando sono in tenera età. Le piante adulte possono sopportare bene un parziale danneggiamento da parte dei parassiti senza che venga ridotta la loro capacità di produrre tartufi.

Viene fatto qui un breve cenno alle malattie più comuni. Per approfondimenti si consiglia di consultare i lavori di Della Beffa (1961), Govi (1968, 1969, 1970), Tombesi (1985), Ferrari *et al.* (1999), Intini *et al.* (2000).

Nocciolo *(Corylus avellana)*

Malattie fungine delle foglie

Oidio o mal bianco (*Phyllactinia guttata* Lev.) - Generalmente si manifesta in autunno e attacca le foglie sulle quali compaiono macchie clorotiche; nella pagina inferiore si forma una fitta rete di micelio biancastro che genera piccoli corpi fruttiferi nerastri. Se colpisce precocemente le piante causa la defogliazione anticipata; si devono fare in questi casi trattamenti con lo Zolfo.

Malattie fungine dei rami e del tronco

Mal dello stacco (*Cytospora corylicola* Sacc.) - Produce macchie rosso-brune sui rami e necrosi profonda della corteccia e del legno. Sotto il punto dell'infezione differenzia abbondanti fruttificazioni che appaiono come masse agglutinate giallo-rossastre. Si previene tenendo le piante in buone condizioni colturali e tagliando e distruggendo tutte le parti malate.

Sono utili trattamenti invernali con poltiglia bordolese all'1%.

Malattie fungine del colletto e delle radici

Marciume radicale (*Armillaria mellea* (Vahl: Fr.) Kumm. e *Rosellinia necatrix* Berl.) - Nei terreni molto umidi, mal drenati, le radici del Nocciolo (e di altre piante) sono attaccate da questi parassiti ed emanano un forte odore di fungo; sotto la corteccia è ben visibile il micelio color crema di *Armillaria* e bianco di *Rosellinia.* I gravi danneggiamenti delle radici provocano il disseccamento dei rami e dell'intera pianta.

Si previene l'attacco di questi funghi avendo cura di eliminare dal terreno i pezzi di radici o altro materiale vegetale di colture precedenti, sulle quali il micelio vive come saprofita.

Virosi

Maculatura lineare - Sono colpite le foglie sulle quali appaiono maculature ad anello, lineari o punteggiate che determinano una precoce defogliazione. Le piante si indeboliscono e crescono poco.

La lotta è preventiva e consiste nel controllo sanitario del materiale di propagazione che deve essere fatto sempre anche per individuare la presenza di eventuali altre infezioni.

Batteriosi del Nocciolo

(Xanthomonas corylina Miller *et al.)*

Colpisce le piante anche adulte provocando danni molto gravi e perfino la morte. Il batterio penetra nella pianta da ferite di varia natura, cicatrici lasciate dalla caduta delle foglie, lacerazioni prodotte da forti geli o tagli dovuti alla potatura. Determina necrosi bruno-grigia sui rami e sui nodi; la corteccia si screpola in superficie secondo linee longitudinali; attacca le foglie producendo aree necrotiche e i giovani frutti che presentano macchie bruno-nerastre. La veloce crescita del parassita provoca



Fig. 107 - *Armillaria mellea (foto G. Materozzi).*

deperimento rapido della pianta e il disseccamento dei rami. Trattandosi di una malattia contagiosa è necessario combatterla alla sua prima comparsa. La lotta preventiva si può effettuare impiegando prodotti a base di Rame (poltiglia bordolese all'1%, oppure ossicloruri di Rame alla dose di 300-400 g/hl) dopo la caduta delle foglie o dopo una forte gelata primaverile. Una lotta curativa efficace non esiste. È importante effettuare un taglio energico di tutti i rami malati, disinfettare le zone di taglio e bruciare tutto il materiale di potatura.

Malattie da acari e insetti

Acaro delle gemme o eriofide galligeno (*Phytocoptella avellanae* Nal.) - Di piccolissime dimensioni, mm 0,2 di lunghezza, questi acari vivono sulle gemme primaverili e su quelle ascellari che si accrescono in modo anomalo e diventano galle. Si ha la perdita di germogli soprattutto nelle giovani piante. Per la lotta si usano prodotti specifici effettuando i trattamenti alla ripresa vegetativa.

Cimici del Nocciolo - Appartengono a varie specie indicate comunemente come cimici verdi (*Palomena prasina* L. e *Nezara viridula* Poda), cimice verdognola (*Piezodorus lituratus* Fabricius), cimice grigiastra (*Raphigaster nebulosa* Poda) e gonocero (*Gonocerus acuteangulatus* Goeze). Gli adulti pungono le giovani nocciole e il seme cessa di accrescersi. Il danno è quindi limitato alla raccolta delle nocciole. Si possono effettuare trattamenti con cloroderivati organici.

Rodilegno giallo (*Zeuzera pyrina* L.) - È un lepidottero le cui larve penetrano nei giovani rametti ove scava gallerie longitudinali e passa a rami sempre più grossi. Si incrisalida dopo un anno all'interno della galleria. Si combatte tagliando e bruciando i rami attaccati o utilizzando i fuscelli antitarlo.

Falena brumale (*Operophthera brumata* L.) - Le larve si nutrono delle gemme e delle lamine fogliari rispettando solo le nervature principali. A giugno le larve mature scendono nel terreno dove si incrisalidano. Determinano la defogliazione parziale o totale della pianta. La lotta è diretta contro le larve e si effettua con prodotti che agiscono per ingestione.

Balanino (*Curculio nucum* L.) - È un coleottero che vive come adulto nutrendosi di foglie e giovani nocciole. Le larve si sviluppano all'interno dei frutti che cadono prematuramente. La lotta prevede trattamenti a base di cloroderivati contro le ovodeposizioni nel mese di maggio.

Anisandro (*Anisandrus dispar* F.) - Gli adulti di questo scolitide sono nero-lucenti e piccoli, lunghi 2-3 mm; le femmine scavano gallerie trasversali all'interno dei rami ove depongono le uova. Le larve si nutrono della linfa e delle muffe che crescono nelle gallerie. Produce gravi danni sia alle piante giovani che a quelle adulte e robuste e l'infezione si diffonde con grande rapidità. Si devono tagliare e bruciare i rami attaccati in pieno inverno. Sono previsti anche trattamenti primaverili con cloroderivati.

La Cerambice del Nocciolo (*Oberea linearis* L.) è un coleottero le cui larve vivono all'interno dei rami giovani provocandone il disseccamento e indebolendo l'intera pianta. Si tagliano e si bruciano i rami danneggiati e si fanno trattamenti con prodotti chimici.

La Tentredine (*Croesus septentrionalis* L.) è un imenottero che allo stato di larva si nutre delle foglie del Nocciolo e di altre latifoglie; anche questo insetto si può combattere con prodotti chimici.

Carpini
(Carpinus betulus, Carpinus orientalis, Ostrya carpinifolia)

Malattie fungine delle foglie

Maculature fogliari (*Asteroma carpini* (Lib.) Sutton) - È un ascomicete che provoca piccole necrosi sulla lamina fogliare e talora cancri e disseccamenti sui giovani rametti. Si devono distruggere le foglie e i rametti infetti.

Oidio o mal bianco (*Phyllactinia guttata* Lev.) - Si presenta con macchie biancastre e polverulente sulle foglie. Si eseguono trattamenti antioidici specifici quando sono attaccate in modo intenso le piante giovani.

Maculature fogliari (*Phyllosticta maculiformis* (Pers.) Schroet.) - Si manifesta con piccole macchie brune sulle foglie che possono anche cadere prematuramente. Si distruggono le foglie cadute.

Mal della bolla (*Taphrina carpini* Rostr.) - Le foglie si presentano piccole e bollose e i rami sono sottili e numerosi (scopazzi). Si tagliano gli scopazzi e si bruciano.

Malattie fungine dei rami e del tronco

Cancro rameale (*Nectria cinnabarina* (Tode) Fr.) - Si manifesta con aree necrotiche che si crepano e determinano la morte dei rami. Si combatte con il taglio e la distruzione dei rami infetti; si devono trattare le ferite da taglio con appositi mastici coprenti e disinfettanti.

Carie del legno (*Chondrostereum purpureum* (Fr.) Pouz.) - È un basidiomicete che determina una colorazione metallica delle foglie e necrosi sui rami con formazione di carpofori coriacei con imenio color porpora. È consigliato il taglio e la distruzione delle parti malate e l'applicazione di mastici sulle ferite da potatura.

Carie bianca (*Phellinus punctatus* (Fr.) Pilat) - È l'agente della carie bianca delle branche e del tronco e pro-

voca la necrosi e la morte del cambio; si ha la comparsa dei carpofori di color cannella sulle parti malate. Si devono eliminare la branche infette e distruggerle completamente. Nei casi gravi è consigliabile l'abbattimento delle piante e la loro distruzione totale.

Carie bianca – (*Trametes pubescens* (Schum: Fr.) Pilat). Provoca la carie bianca del tronco; attacca piante indebolite da altri parassiti e si manifesta con la produzione di carpofori annuali, sessili, bianco-crema e coriacei.

Carie bianca (*Daedaleopsis confragosa* (Bolt.: Fr.) Schroet.) - È anche questo un parassita agente della carie bianca dei grossi rami e del tronco. Produce carpofori annuali, bianco-rossiccio, di consistenza legnosa.

La difesa contro i due ultimi parassiti si effettua con il taglio e la distruzione dei rami colpiti dalla carie.

Malattie fungine del colletto e delle radici

Carie bianca (*Ganoderma resinaceum* Bourd., *G. lipsiense* (Batsch.) Atk. (= *G. applanatum* Pers. Pal.), *G. lucidum* (W. Curt. ex Fr.) Karsten) - Provocano la carie bianca del durame e il marciume dell'apparato radicale. I carpofori sono annuali, generalmente di colore marrone-rossiccio con la superficie superiore opaca o lucida e talvolta laccata. Trattandosi di parassiti molto pericolosi, quando compaiono i carpofori conviene abbattere le piante, estirpare le radici e distruggere tutto il materiale.

Carie bianca (*Phellinus torulosus* (Pers.) Bourd. et Gaez.) - È un basidiomicete agente della carie bianca del colletto e delle radici principali. Forma corpi fruttiferi pluriennali larghi fino a 50 cm con spessore di circa 10-12 cm, di colore grigio-verdastro nella parte superiore e imenio poroide color cannella. È un parassita molto aggressivo e purtroppo anche largamente diffuso. Quando compaiono i carpofori si deve procedere all'abbattimento della pianta, alla estirpazione della ceppaia e immediatamente alla distruzione di tutto il materiale.

Marciume radicale (*Armillaria mellea* (Vahl: Fr.) Kumm.) - Determina il marciume fibroso delle radici e del colletto. Le parti malate producono in autunno i corpi fruttiferi a cespo, le ben note famigliole o chiodini, di color miele e con il gambo munito di anello. Si consiglia l'abbattimento della pianta, l'estirpazione delle radici e la loro totale distruzione.

Carie bianca (*Abortiporus biennis* (Bull. ex Fr.) Sing.) - Produce la carie bianca del durame e il marciume delle grosse radici. Si manifesta con la comparsa di corpi fruttiferi annuali, confluenti, di colore bruno-rossiccio alla base del tronco. Si consiglia l'alleggerimento della chioma e quando l'infezione è in avanzato stadio, l'abbattimento della pianta.

Malattie da acari e insetti

Ragnetto giallo (*Eotetranychus carpini* Oud.) - È un acaro polifago diffuso in Italia centrosettentrionale. Attacca i giovani germogli che crescono stentati, le tenere foglie che si deformano e le foglie più mature che ingialliscono, si necrotizzano e si disseccano. La lotta deve essere fatta solo in caso di forti attacchi con prodotti specifici.



Fig. 108 - *Trametes pubescens (foto G. Materozzi).*

Malacosoma o Bombice gallonato (*Malacosoma neustria* L.) - Questo lepidottero allo stato di larva (lunga 50 mm) si nutre delle giovani foglie e costruisce nidi con fili sericei entro i quali si rifugia al tramonto. Provoca defogliazione che è possibile vedere anche in altre specie come la Quercia da sughero. È consigliabile raccogliere i manicotti di uova deposte sui rametti e bruciarli. È possibile la lotta biologica con il *Bacillus thuringensis* e quella chimica con larvicidi.

Leccio *(Quercus ilex)*

Malattie fungine delle foglie

Disseccamenti fogliari (*Taphrina kruchii* (Vuill.) Schroet.) - Causa il disseccamento e la caduta delle foglie, deformazioni e la comparsa di scopazzi. Si devono distruggere gli scopazzi.

Maculature fogliari (*Elsinoë quercus-ilicis* (Arn.) Jenk. et Goid.) - Sulla lamina fogliare si formano macchie bruno-chiare a bordo scuro. Si fanno trattamenti con prodotti cuprici.

Oidio *(Microsphaera alphitoides* Griff. et Maubl.) - È la causa dell'oidio o "mal bianco" che si riconosce per la comparsa di efflorescenza biancastra sui tessuti infetti. Le foglie giovani sono colpite più di frequente. Le piante si difendono mediante trattamenti con prodotti a base di Zolfo o con antioidici organici.

Malattie fungine dei rami e del tronco

Sono causate da numerose specie che indeboliscono

la pianta fino a provocarne la morte; si ricordano:

Epidochium ilicinum Goid. et Camici - Produce cancri allungati e screpolati a forma di manicotto che facilitano la rottura dei rami.

Fomitiporia punctata (Karst.) Murr. - È l'agente della carie bianca del durame.

Fomes fomentarius (L.) Gill. - Genera la carie bianca "a chiazze" del tronco e dei rami.

Inonotus hispidus (Bull.: Fr.) Karst. -È un agente della carie bianca del durame in grado di attaccare anche i tessuti corticali.

Fistulina hepatica Schaeffer ex Fr. - Produce la carie bruna del durame.

Pleurotus ostreatus (Jacq.: Fr.) Kumm. - Vive nei tessuti legnosi degradandoli.

Pleurotus dryinus (Pers. ex Fr.) Quél. - Genera la carie bianca del durame.

Daedalea quercina (L.) Fr. - Agente di carie bruna del tronco e dei rami.

Stereum hirsutum (Wild.) Pers. - Attacca e degrada i tessuti legnosi.

Questi funghi ed altri simili si combattono tagliando le parti malate e distruggendole. Anche opportune potature possono ridare vigore alla pianta che acquista in tal modo capacità naturali di difesa. È opportuno intervenire il più precocemente possibile.



Fig. 109 - *Phellinus torulosus (foto: A. De Angelis).*

Malattie fungine del colletto e delle radici

Carie bianca (*Ganoderma lucidum* (W. Curt.: Fr.) Karst.) - Unitamente ad altre specie simili, provocano il marciume radicale e la carie bianca del colletto; sono molto aggressive e possono determinare la caduta delle piante.

Carie bianca (*Inonotus dryadeus* (Pers.: Fr.) Murr.) - Genera il marciume radicale, la carie basale ed anche la carie bianca del durame e dell'alburno con distruzione dei tessuti nella zona del colletto. È necessario controllare l'evoluzione della malattia per intervenire sulla stabilità dell'albero.

Marciume radicale (*Armillaria mellea, A. tabescens* (Scop. Fr.) Emel.) - Provocano, come nei Carpini, il marciume radicale fibroso e la carie basale con la morte improvvisa della pianta.

Carie bianca (*Phellinus torulosus* (Pers.) Bourd. et Gaez.) - È l'agente della carie bianca a chiazze del durame.

Negli ultimi due casi si consiglia di alleggerire la chioma con energiche potature.

Malattie da acari e insetti

Eriofide del Leccio *(Eriophyes ilicis)* - È un acaro specifico del Leccio che vive sulle foglie ove forma piccole bollosità tondeggianti convesse verso la pagina fogliare superiore; in corrispondenza di queste bollosità verso la pagina inferiore si notano aree feltrose inizialmente di color giallastro-ocraceo in seguito brunastre e rugginose, che ospitano i vari stadi dell'Eriofide. In genere i danni non sono gravi; in caso di lotta chimica si consigliano prodotti specifici (acaricidi) consigliati dagli esperti.

Cecidomia del Leccio (*Dryomyia lichtensteini* Fr. Lw.) - È un cecidomide specifico del Leccio la cui larva vive sulle foglie e sulle gemme formando piccole galle a forma di vescicola che sporgono verso la pagina inferiore. Gli attacchi gravi sulle piante piccole ne rallentano la crescita. La lotta si effettua tagliando e bruciando i rametti con le foglie infestate prima dello sfarfallamento degli adulti, entro il mese di marzo. La lotta chimica si pratica alle piante in vivaio.

Corebo o Bupreste fasciato (*Coroebus bifasciatus* Ol.) - Questo coleottero è comune in Italia centrale e vive soprattutto sulle piante di Leccio e di Sughera. Le larve scavano gallerie all'interno delle gemme e dei rametti provocandone l'essiccamento. La diffusione di questo fitofago si controlla eliminando e distruggendo i rametti infestati che appaiono ingialliti e avviziti.

Il Leccio è attaccato anche da altri numerosi insetti che vivono abitualmente sulle Querce.

Querce *(Q. cerris, Q. petraea, Q. pubescens, Q. robur, Q. suber)*

Malattie fungine delle foglie

Oidio (*Microsphaera alphitoides* Griff et Maubl. (*Oidium quercinum* Thum.) - Si manifesta con efflorescenza biancastra sulle due facce della foglia che si accartoccia e si secca e sui giovani rametti che vengono seriamente danneggiati. È la malattia più diffusa che risulta molto dannosa per le giovani piante. Come nel caso del Leccio,

si combatte con trattamenti a base di composti con specifica azione antioidica.

Malattie fungine dei rami e del tronco

Cancro rameale (*Nectria galligena* Bres.) - Produce vistosi cancri sui rami che possono anche disseccare. Si consiglia il taglio e la distruzione degli organi infetti.

Altri parassiti sono:

Laetiporus sulphureus (Fr.) Murr., *Fistulina hepatica* Schaeffer ex Fr., *Phellinus punctatus, Pleurotus dryinus* (Pers. ex Fr.) Quelet, *Pleurotus ostreatus* (Jacq. ex Fr.) Kumm., *Agrocybe aegerita* (Briganti) Fayod, *Daedalea quercina* (Fries) Quelet, *Abortiporus biennis* (Bull.: Fr.) Sing. *Cerrena unicolor* (Bull.: Fr.) Murr.; funghi molto aggressivi provocano carie di varia natura o la disgregazione dei tessuti, spesso con grave rischio per la sopravvivenza della pianta. Quando l'infezione è molto avanzata i funghi formano sui rami o sul tronco i corpi fruttiferi che in alcuni casi sono di ottima qualità. È necessario sorvegliare la evoluzione di queste malattie e intervenire come indicato per il Leccio.

Malattie fungine del colletto e delle radici

Sono causate da funghi a largo spettro con azione fortemente distruttiva; i più comuni sono:

Armillaria mellea (Vahl.: Fr;) Kumm., *A. tabescens* (Scop.) Emel., *Phytophtora cactorum* L.C., *P. cinnamomi* Rads., *Rosellinia necatrix* (Hart.) Berl., *Ganoderma resinaceum* Boud., *G. lucidum, Grifola frondosa* (Diks. ex Fr.)S.F. Gray, *Phellinus torulosus* ed altri - Attaccano il colletto e le radici provocando vari tipi di carie basale e di marciumi per cui la parte aerea della pianta si accresce in modo stentato o con grave deperimento. La presenza del parassita si manifesta per la maggior parte di queste specie con la comparsa di carpofori talora di grosse dimensioni (Grifola). La difesa da queste malattie è come quella indicata per il Leccio e i Carpini.

Malattie da acari e insetti

Processionaria della Quercia (*Thaumetopoea processionea* L.) - Questo lepidottero vive quasi esclusivamente sulle Querce. Le larve si nutrono dei giovani germogli e delle foglie e costruiscono grossi nidi sericei sulle branche entro i quali si rifugiano di giorno. Pur compiendo una sola generazione all'anno può arrecare gravi danni alle piante defogliandole completamente. La lotta consiste nella distruzione dei nidi e in trattamenti chimici ad azione larvicida. Si può praticare anche la lotta biologica con il *Bacillus thuringiensis* ssp. *kurstaki*.



Fig. 110 - *Laetiporus sulphureus (foto: A. De Angelis).*

Fig. 111-112 - *Lymantria dispar:* adulto e larva *(foto: A. De Angelis e G. Materozzi).*





Tortricidi della Quercia (*Tortrix viridana* L. e *Aleimma (Tortrix) loeflingiana* L.) - In primavera le larve delle due specie ripiegano e accartocciano le tenere foglie e i germogli con i fili di seta costruendo un ricovero entro il quale trovano protezione e cibo. Questi insetti hanno una sola generazione ma riescono ugualmente a defogliare anche totalmente le piante. Si combattono le larve con prodotti chimici oppure con il *Bacillus thuringiensis* ssp. *kurstaki.*

Limantria (*Lymantria dispar* L.) - È un lepidottero polifago le cui larve, voracissime, si nutrono di foglie fino a determinare la completa defogliazione degli alberi; le piante si indeboliscono e diventano più sensibili agli attacchi dei parassiti fungini. La lotta si effettua con prodotti chimici larvicidi. Si può praticare anche la lotta biologica (Figg. 111-112).

Bombice della Quercia (*Lasiocampa quercus* L.) - Questo lepidottero vive allo stato di larva su varie latifoglie provocando la defogliazione delle piante. La lotta si effettua come indicato per *Lymantria dispar.*

Cerambice delle Querce (*Cerambyx cerdo* L.) - È un coleottero dei cerambicidi, di grosse dimensioni (5 cm di lunghezza gli adulti e 8-9 le larve). Gli adulti si nutrono di linfa che esce dalle ferite e dalle gallerie delle piante ospiti. Le larve scavano gallerie entro i rami a varia profondità e in tutte le direzioni provocando gravi danni alle piante.

Altri cerambicidi possono attaccare le Querce e varie latifoglie. Il cerambice delle Querce è in Italia e in altri paesi un insetto protetto.

Tentredine della Quercia (*Caliroa cinxia* Klug) - È un imenottero a diffusione europea le cui larve vivono gregarie sulla pagina inferiore delle foglie nutrendosi del parenchima fino a renderle scheletriche. Il danno può essere grave nelle giovani piante; si consigliano trattamenti con insetticidi specifici.

Cinipidi della Quercia - Sono imenotteri di piccole dimensioni (da 2 a 7 mm di lunghezza); le femmine depongono le uova all'interno dei tessuti vegetali che reagiscono formando galle caratteristiche delle singole specie, diverse a seconda del tipo di generazione.

Si ricordano tra le più comuni: *Cynips caput-medusae* Hart., la cui galla è circondata da una sorta di riccio spinoso; *Cynips kollari* Hart. che forma galle sferiche lisce color nocciola-ocraceo, di consistenza legnosa; *Cynips quercus-tozae* Bosc. produce sui rametti galle legnose di 30-35 mm color nocciola che presentano nella parte superiore una corona di piccoli processi. La comparsa delle galle di questi e di altri cinipidi non deve destare alcuna preoccupazione in quanto i danni sono generalmente molto limitati.



Fig. 113 - *Cynips quercus-tozae (foto: A. De Angelis).*

Pioppi *(Populus alba, P. canadensis, P. nigra, P. nigra c.v. italica, P. tremula)*

Malattie fungine delle foglie

Bolla del Pioppo (*Taphrina aurea* (Pers.) Fr.) - Colpisce soprattutto il Pioppo nero provocando sulla pagina inferiore bollosità concave di colore giallo. La lotta è indiretta in quanto prevede l'utilizzazione di cloni resistenti.

Maculature foliari (*Mycosphaerella populi* Desm.) - Colpisce di preferenza il Pioppo nero causando macchie brune orlate di nero. Si consiglia di raccogliere e distruggere le foglie.

Maculature foliari (*Drepanopeziza punctiformis* Gremmen) - Si manifesta con la formazione di piccole macchie brune; l'infezione provoca la caduta prematura delle foglie a partire dalla parte basale dei rami. La difesa è praticata con trattamenti a base di ditiocarbammati o utilizzando cloni resistenti.

Altre malattie provocano la ticchiolatura e le ruggini che si prevengono con la scelta di cloni resistenti o con trattamenti a base di ditiocarbammati.

Malattie fungine dei rami e del tronco

Cancro rameale (*Gibberella avenacea* R.J. Cooke) - Forma piccoli cancri sottili, longitudinali che possono determinare il disseccamento degli apici vegetativi nelle giovani piante. Si consiglia il taglio e la distruzione dei rametti disseccati.

Cancro rameale (*Chondroplea populea* (Sacc. et Br.) Kleb.) - Produce necrosi bruna sui rami e tronchi che può causare la morte delle giovani piante. Si combatte con trattamenti a base di prodotti cuprici e la scelta di cloni poco sensibili.



Fig. 114 - Carpofori a mensola di *Fomes fomentarius (foto: A. De Angelis).*

Carie bianca (*Fomes fomentarius* (L.: Fr.) Kiekx) - È molto diffuso e provoca la carie bianca del durame.

Carie bianca (*Phellinus igniarius* (L.: *ex* Fr.) Quél.) - Determina la carie bianca del durame.

Altre numerose specie (*Pholiota destruens* (Brondeau) Quél., *Agrocybe aegerita* Brig. Sing, *Pleurotus ostreatus* (Jacq. ex Fr.) Kumm., *Collybia velutipes* (Kurt.) Quél., *Pholiota squarrosa* (Pers.) Fries, *Daedalea quercina* (Fries) Quél., ecc.) attaccano il legno provocando danni a volte molto gravi. Questi funghi producono carpofori sui rami che indicano l'avanzato stadio della malattia. La difesa consiste nel taglio dei rami infetti o nel ridurre l'ampiezza della chioma per ridare vigore alla pianta.

Malattie fungine del colletto e delle radici

Marciume radicale (*Rosellinia necatrix* (Hart.) Berl.) - Causa la morte dei tessuti corticali e l'imbrunimento delle parti legnose; si manifesta con l'ingiallimento e caduta delle foglie. Se l'infezione è iniziale si fanno trattamenti al colletto con prodotti cuprici. Nel caso di infezioni avanzate si devono abbattere le piante ed estirpare le ceppaie e distruggere tutto il materiale legnoso che ospita il parassita.

Altre specie temibili sono: *Armillaria mellea, Ganoderma* spp. che possono provocare marciume e carie con gravi danni, di cui abbiamo parlato altrove.

Batteriosi

Batteriosi del Pioppo (*Xanthomonas populi*) - Provoca cancri che determinano la morte dei rami.

Batteriosi del Pioppo (*Agrobacterium tumefaciens* (Smith et Town) Conn.) - Si manifesta con tumori rotondeggianti screpolati e rugosi.

Le due batteriosi si curano con il taglio dei rami colpiti, disinfezione delle ferite e degli attrezzi e si prevengono con i cloni resistenti.

Malattie da acari e insetti

Afidi del Pioppo (*Chaitophorus leucomelas* Koch., *Ch. populialbae* (Boyer de Fonscolombe) - Pungono le foglie annidandosi sulla pagina inferiore e i giovani germogli; producono melata che è causa di fumaggini; deformano gli organi attaccati. La lotta si effettua con prodotti chimici specifici.

Afide lanigero del Pioppo (*Phloeomyzus passerinii* Sign.) - Vive sui rami protetto da una secrezione cerosa causando necrosi sulla corteccia e sui tessuti sotto-corticali aprendo la strada a infezioni fungine molto gravi (cancri e carie). La lotta è di tipo chimico e si effettua in primavera.





Fig. 115-116 - Galla del Pioppo (*Pemphigus* sp.) in diversi stadi di crescita *(foto: A. De Angelis).*



Fig. 117 - *Armillaria mellea (foto: G. Materozzi).*

Afidi galligeni (*Pemphigus vesicarius* Pass., *P. bursarius* L.) - Producono galle di varia forma sui piccioli fogliari e sui giovani rami danneggiandoli. In genere non si fanno trattamenti antiparassitari.

Afide ceroso fogliare (*Thecabius affinis* Kalt.) - Vive sulle foglie e sui giovani rami producendo abbondanti secrezioni cerose e melata; deforma gli organi colpiti. Può essere dannoso in vivaio. Si fanno trattamenti con prodotti chimici.

Gemmaiola (*Gypsonoma aceriana* Dup.) - È un lepidottero le cui larve vivono sulle foglie e all'interno dei giovani germogli che disseccano. I maggiori danni sono provocati in vivaio. Si combatte con prodotti chimici nel periodo estivo.

Tarlo vespa del Pioppo (*Paranthrene tabaniformis* Rott.) - Questo lepidottero è uno dei fitofagi più dannosi del Pioppo; le larve scavano gallerie nei rami e nel tronco aprendo la strada ad altre infezioni e determinando la rottura dei rami. La lotta è prevelentemente del tipo chimico ma si sta sperimentando anche la lotta biologica con preparati a base di nematodi entomo-parassiti.

Sesia maggiore del Pioppo (*Sesia apiformis* Clerk.) - È un lepidottero pericoloso parassita per i danni che le larve compiono scavando gallerie nella corteccia e nel corpo legnoso della parte basale del tronco e delle radici. La lotta è di tipo chimico e biologico.

Bucefala (*Phalera bucephala* L.) - È un lepidottero polifago le cui larve si nutrono di foglie provocando forti stress alle piante a causa di defogliazione totale. Questo insetto ed altri simili si combattono con prodotti chimici e tramite la lotta biologica con preparati di *Bacillus thuringiensis* ssp. *kurstaki.*

Pigera o Clostera (*Clostera (Pygaera) anastomosis* L.) - Questo lepidottero vive anche sui Salici e compie quattro generazioni; le larve erodono le foglie provocando la totale defogliazione degli alberi. Si combatte con prodotti chimici; si può anche ricorrere alla lotta biologica.

Saperda del Pioppo (*Saperda carcharias* L.) - È un coleottero le cui larve vivono all'interno del tronco e dei grossi rami che possono spezzarsi. Le giovani piante deperiscono fino a morire. Gli adulti si nutrono di foglie. Si previene distruggendo i rami danneggiati. La lotta è di tipo chimico.

Crisomela del Pioppo (*Melasoma populi* L.) - Vive sui Pioppi e sui Salici. Gli adulti di questo coleottero si nutrono di foglie danneggiandole parzialmente e le larve divorano l'intera foglia provocando la defogliazione degli alberi. Si praticano trattamenti con prodotti chimici e si può effettuare anche la lotta biologica con sottospecie selezionate di *Bacillus thuringiensis.*

Punteruolo del Pioppo (*Cryptorrhynchus lapathi* L.) - Questo coleottero da adulto effettua incisioni anulari sulle giovani branche causando la morte della parte sovrastante. Le larve scavano gallerie nella corteccia e nel legno provocando il deperimento della pianta e il disseccamento dei rami. La lotta è di tipo chimico e si effettua solo nei casi di forte infestazione.

Tentredine dei Pioppi (*Messa hortulana* Klug.) - Le larve di questo imenottero scavano grandi mine fogliari rigonfie che quando sono molte e ravvicinate determinano il disseccamento della foglia. Si praticano trattamenti chimici.

Nemato settentrionale (*Croesus septentrionalis* L.) - È un imenottero polifago che vive anche sul Nocciolo e sul Salice. Le larve si nutrono di foglie e in caso di forti attacchi provocano la defogliazione delle piante. Si fanno trattamenti con prodotti chimici.

Salici *(Salix alba, S. caprea)*

Malattie fungine delle foglie

Bronzatura del salice (*Marssonina salicicola* (Bres.) Magn.) - Produce macule brunastre sulle foglie e sui rami dei cancri. Si consigliano energiche potature e la distruzione del materiale infetto.

Maculature foliari (*Gloeosporium salicis* West.) - Si manifesta con piccole punteggiature clorotiche che diventano brunastre; le foglie ingialliscono e cadono prematuramente. Si raccolgono e si distruggono le foglie cadute per ridurre le infezioni. Altre specie fungine attaccano le foglie ma destano minori preoccupazioni.

Malattie delle branche e del tronco

Numerose specie lignivore: *Inonotus hispidus, Fomes fomentarius, Fomitiporia punctata, Coriolopsis gallica* (Fr.) Ryv., *Phellinus igniarius, Pleurotus ostreatus, P. dryinus, Collybia velutipes, Agrocybe aegerita, Nectria galligena* Bres, ecc.) producono danni di varia gravità a seconda delle condizioni ambientali e della presenza o meno di insetti xilofagi che generano lesioni attraverso le quali ha luogo l'infezione. Come sempre si tagliano e si bruciano i rami danneggiati e si disinfettano le sezioni di taglio.

Malattie fungine del colletto e delle radici

I due maggiori parassiti sono: *Armillaria mellea* e *Rosellinia necatrix* che distruggono il corpo legnoso provocando la carie e la morte delle piante.

Anche le varie specie di *Ganoderma* si associano agli attacchi di altri funghi colpendo specialmente il colletto

delle piante. La difesa da questi parassiti è quella descritta per altre specie arboree.

Malattie da acari e insetti

Afidi del Salice (*Lachnus viminalis* Fonsc., *Tuberolachnus salignus* Gm. - Vivono sui rametti e sulle foglie, sottraggono linfa e producono abbondante melata. Le foglie ingialliscono e si staccano. I danni più gravi si verificano in vivaio. La lotta si effettua con aficidi specifici.

Afide caitoforide del Salice (*Chaitophorus vitellinae* Schrank) - È specifico dei Salici di cui attacca i teneri germogli e le foglie provocandone la deformazione e l'ingiallimento. Produce una melata che attira altri insetti. Si combatte con aficidi.

Cocciniglia bianca del Salice (*Chionaspis salicis* L.) - Si sviluppa sui rami che pungono provocandone il disseccamento; le foglie cadono a terra e la pianta indebolita può anche soccombere. La lotta è difficile perché gli insetti sono protetti dai follicoli; è necessario pertanto effettuare una spazzolatura meccanica o manuale dei rami prima di fare i trattamenti.

Arpia o bruco dalla frusta (*Cerura vinula* L.) - È un lepidottero diffuso in tutta Europa; le larve rodono le foglie determinando la defogliazione più o meno intensa della chioma. La lotta si può effettuare con prodotti chimici ad azione larvicida o con altre modalità: uso del *Bacillus thuringiensis* ssp. *kurstaki* o con prodotti accelleratori della muta.

Clostera (*Clostera (Pygaera) anastomosis* L.) - Questo lepidottero si nutre allo stadio larvale delle foglie di cui rispetta la sola nervatura centrale; provoca la totale defogliazione degli alberi. La lotta si effettua come riferito per l'Arpia.

Bombice del Salice (*Leucoma salicis* L.) - Le larve di questo lepidottero divorano l'intera foglia provocando forti stress alle piante colpite a causa della defogliazione. Si combatte con gli stessi mezzi usati contro l'Arpia.

Cerambice del Salice (*Aromia moschata* L.) - È un coleottero le cui larve scavano gallerie nel legno in tutte le direzioni. Può provocare la morte degli alberi. La lotta si effettua con le modalità indicate per la Saperda del Pioppo.

Crisomelidi del Salice (*Plagiodera versicolor* Laich., *Phyllodecta vitellinae* L., *Phyl. vulgatissima* L., *Phyl. viminalis* L., *Clytra laeviuscula* Ratz.) - Sono piccoli coleotteri che da adulti si nutrono delle foglie facendo buchi dalla pagina superiore; le larve divorano le foglie localizzandosi nella pagina inferiore; provocano la defogliazione talora totale degli alberi e delle piantine in vivaio. La lotta si effettua con insetticidi che agiscono per contatto e ingestione. Si può anche ricorrere alla lotta biologica.

Tentredini del Salice (*Pontania viminalis* L., *P. vesicator* Bremi, *Pontania* spp. e *Pteronidea salicis* L. - Sono imenotteri che producono sulle foglie galle caratteristiche, o le distruggono come nel caso di *Pteronidea salicis.* In genere i danni sono esigui e la presenza delle galle non deve destare preoccupazione.



Fig. 118 - *Pleurotus ostreatus (foto: G. Materozzi).*

Vi sono altri parassiti dei Salici che raramente provocano seri danni alle piante.

Tigli
(Tilia cordata, T. platyphyllos, T. x vulgaris)

Malattie fungine delle foglie

Cercosporiosi (*Cercospora microsora* Sacc.) - Si manifesta con macchie nerastre su tutta la lamina che provocano la parziale defogliazione delle piante.

Maculature foliari (*Gnomonia tiliae* Kleb.) - Produce l'antracnosi che si presenta con lesioni bruno-violacee sulle foglie e i rametti giovani. La difesa da questi parassiti si effettua con trattamenti a base di Rame raccomandabili per le giovani piante del vivaio e poco dopo il trapianto.

Malattie fungine delle branche e del tronco

Possono comparire cancri sui rami causati da varie specie di *Nectria (N. cinnabarina, N. galligena,* ecc.) che ne determinano il disseccamento. Altre specie provocano la carie come *Fomes fomentarius* (L. ex Fr.) Fries, *Abortiporus biennis, Polyporus squamosus* (Hudson) Fries, *Stereum hirsutum* (Willd.: Fr.) S.F. Gray, *Pleurotus dryinus,* determinando la degradazione legnosa e la morte dei rami.

La difesa consiste nel taglio e distruzione dei rami secchi e nella disinfezione delle superfici di taglio.

Malattie fungine del colletto e delle radici

Il Tiglio è colpito da parassiti a largo spettro come *Armillaria mellea, Ganoderma resinaceum* Boud. in Pat., *G. lipsiense* (Batsch.) Atk., *G. lucidum* (Leys.) Karst., ecc. che distruggendo gran parte dell'apparato radicale, determinano l'essiccamento delle parti apicali dei rami e progressivamente dell'intera pianta. La difesa è quella descritta per altre specie che prevede nei casi estremi l'abbattimento e l'eradicazione delle ceppaie.



Fig. 119 - Carpofori di *Ganoderma lucidum* (Leys.) Karst (*foto: G. Materozzi*).

Malattie da acari e insetti

Ragnetto giallo del Tiglio (*Eotetranychus tiliarius* Hermann) - Vive anche sul Nocciolo. Le foglie che ospitano il parassita presentano chiazze clorotiche, bronzee e necrotiche per cui si ha la caduta pressoché totale. La lotta si effettua con prodotti chimici specifici.

Afide del Tiglio (*Eucallipterus tiliae* L.) - Vive sulla pagina inferiore delle foglie e produce abbondante melata che facilita lo sviluppo di fumaggini. Il danno è dovuto ad una forte defogliazione con il conseguente deperimento della pianta. La lotta si effettua con prodotti chimici specifici.

Pulvinaria del Tiglio (*Eupulvinaria hydrangeae* Steinw.) - Questo afide vive sotto le foglie in dense colonie; le femmine producono ovisacchi bianchi e allungati costituiti da materiale ceroso sericeo contenente molte centinaia di uova. Produce anche melata. Le piante si defogliano e deperiscono. La lotta si effettua con prodotti chimici da irrorare prima o dopo la fioritura per non danneggiare insetti pronubi.

Limantria o Bombice dispari (*Lymantria dispar* L.) - Di questo lepidottero, molto dannoso, abbiamo parlato nel capitolo delle Querce.

Euprottide (*Euproctis chrysorrhoea* L.) - È un lepidottero polifago che attacca anche Querce, Carpini e Pioppi. Le larve vivono gregarie e si nutrono di foglie spogliando gli alberi che vengono predisposti all'attacco di altri parassiti. La lotta è di tipo chimico.

Ifantria americana o bruco americano (*Hyphantria cunea* Drury) - Questo lepidottero, di origine americana, è polifago e vive anche sui Pioppi, Salici e altre latifoglie. Le larve sono gregarie e divorano le foglie provocando la defogliazione totale degli alberi. Contro questo pericoloso fitofago sono state messe a punto la lotta chimica con diversi prodotti e quella biologica con *Bacillus thuringiensis* ssp. *kurstaki*.

Pini
(Pinus halepensis, P. laricio P. nigra e *P. pinea)*

Malattie fungine delle foglie

Disseccamento degli aghi (*Cyclaneusma minus* (Butin) Di Cosmo, Peredo e Minter) - È un ascomicete che determina l'ingiallimento e l'arrossamento degli aghi seguiti dalla caduta estiva. Non si praticano interventi diretti.

Disseccamento degli aghi (*Lophodermium seditiosum* Minter, *Lophodermium pinastri* (Schrad.) Chev.) – Causano l'arrossamento degli aghi e la loro precoce caduta. Di solito non si interviene.

Disseccamento degli aghi (*Mycosphaerella pini* E. Rostrup) - Attacca le foglie e i giovani rametti che imbruniscono e necrotizzano; gli aghi muoiono rimanendo attaccati al ramo per molto tempo. La difesa consiste nel taglio e nella distruzione dei rami danneggiati.

Disseccamento degli aghi (*Thyriopsis halepensis* (Cooke) Theiss e Syd.) - Si manifesta con la comparsa sulle foglie di areole clorotiche ellissoidali isolate e confluenti; determina la caduta delle foglie. Si previene l'infezione eliminando fattori di stress.

Malattie fungine delle branche e del tronco

Disseccamenti rameali (*Ascocalix abietina* (Lagerb.) Schläpfer-Bernhard) - Causa il disseccamento delle gemme e dei rametti di varie specie del Pino. Si consiglia nelle giovani piante il taglio e la distruzione dei rami infetti.

Disseccamento dei getti (*Sphaeropsis sapinea* Fries) - Attacca i nuovi getti primaverili che dissecca in poco tempo e può anche infettare grossi rami e persino il tronco. La difesa prevede il taglio e la distruzione delle parti malate. Si previene scegliendo terreni e clima idonei alle singole specie.

Cancro rameale (*Cylindrocarpon cylindroides* Wollenweder) - Causa il cancro dei rami di diverse specie, disseccandoli. Si asportano e si distruggono i rami infetti.

Cancro rameale (*Phomopsis abietina* (Hart.) Wils *et* Hahn) - Vive sui fusti delle giovani piante e sui rami di quelle adulte causando necrosi e cancri che provocano il disseccamento dei rami soprastanti. Anche per questo parassita si ricorre al taglio e alla distruzione delle parti malate.

Alcune specie causano carie talora anche molto gravi: *Phellinus pini* (Brot.: Fr.) A. Ames, *P. chrysoloma* (Fr.) Donk, *Fomitopsis pinicola* (Sw.: Fr.) Karst.; la comparsa di corpi fruttiferi indica un avanzato stato di degradazione del legno per cui si dovrà ricorrere all'abbattimento dell'albero. In casi di infezioni iniziali si tagliano i rami malati.

Malattie fungine del colletto e delle radici

Numerose specie parassite vivono in queste parti della pianta provocando carie e marciumi che si manifestano con ingiallimenti, arrossamenti e disseccamenti dei rami: *Armillaria mellea* (causa il marciume radicale), *Heterobasidion annosum* (Fr.) Bref (agente della carie bianca delle radici e della parte basale del tronco), *Phaeolus schweinizii* (Fr.) Pat. (agente della carie bruna cubica delle radici e del tronco), *Ganoderma lipsiense* (Batsch.) Atk. (agente della carie bianca del tronco e del marciume radicale), *Abortiporus biennis* (Bull.: Fr.) Sing. (agente della carie bianca del corpo legnoso e delle grosse radici), *Sparassis crispa* Wulfen ex Fries (attacca le parti basali del tronco), *Rhizina undulata* Fries (causa la necrosi dei tessuti radicali provocando la rapida morte delle giovani piante). In tutti i casi di infezione dovuti ai funghi sopra elencati è importante verificare l'entità del danno; se i tessuti legnosi sono distrutti in profondità è necessario estirpare la pianta con tutte le radici.

Malattie da acari e insetti

Ragnetto delle Conifere (*Oligonychus ununguis* Jacobi) - È cosmopolita e ubiquitario e vive in colonie sugli aghi che ben presto cadono causando gravi defogliazioni agli alberi. La lotta si effettua con prodotti specifici contro le uova, le neanidi e gli adulti.

Afidi dei Pini - Sono numerose le specie che vivono sui Pini mostrando una spiccata specificità: il Pino domestico è l'ospite di *Cinara acutirostris* Hille Ris Lambers e di *Pineus pini* Mcquart. che si riveste di una secrezione ceroso biancastra e altre specie; il Pino nero è l'ospite di *Cinara brauni* Börner, *Eulachnus mediterraneus* Binazzi ed altre specie; il Pino di Aleppo ospita *Cinara magherebica, Cinara palestinensis* ed altri afidi. Gli insetti si insediano sui giovani germogli e sulle tenere foglie sottraendo linfa, iniettando tossine e producendo melata che stimola la formazione di fumaggini. Provocano la caduta delle foglie, la necrosi della corteccia e l'indebolimento fisiologico della pianta.

Si combattono con aficidi selettivi.

Cocciniglia Virgola bianca del Pino (*Leucaspis pusilla* Loew) - Vive sugli aghi dei Pini di varie specie provocando necrosi localizzate, ingiallimento e caduta degli aghi.

La lotta prevede l'uso di prodotti chimici specifici contro le cocciniglie.

Evetria o Tortrice delle gemme del Pino (*Rhyacionia (=Evetria) buoliana* Den. et Schiff.) - È un lepidottero tortricide diffuso in tutta Italia particolarmente dannoso



Fig. 120 - Carpoforo a mensola di *Fomitopsis pinicola* (*foto: A. De Angelis*).

per le giovani piante. Le larve minano le gemme e i germogli entro i quali scavano gallerie. Il germoglio si deforma o secca e le gemme rimangono accecate. La lotta prevede l'uso di prodotti chimici da applicare tempestivamente e soprattutto in vivaio.

Processionaria del Pino (*Thaumetopoea pityocampa* Schiff.) - È il lepidottero più conosciuto, cosmopolita, le cui larve costruiscono i grossi nidi invernali sulle cime dei rami dei pini. In primavera le larve escono dai nidi nelle ore notturne e divorano le foglie lasciando i rami completamente spogli. Le larve sono coperte da peli urticanti che possono causare gravi irritazioni e pericolose ipertrofie delle mucose. La lotta si può effettuare distruggendo i nidi invernali (con molte precauzioni) o ricorrendo a larvicidi nel mese di agosto. La lotta biologica con il *Bacillus thuringiensis* ssp. *kurstaki* deve essere fatta nei mesi estivi quando le larve sono giovani.

Pissode del Pino (*Pissodes pini* F., *Pissodes notatus* Fabricius) - Sono coleotteri che da adulti provocano erosioni esterne dei giovani rami, mentre le larve essendo xilofaghe scavano gallerie nella corteccia. Producono necrosi e caduta degli aghi e la morte delle piante in caso di attacchi massicci. Si previene la diffusione del parassita asportando rami secchi dall'appezzamento, oppure installando "tronchetti trappola" che attirano gli adulti per la riproduzione, i quali verranno bruciati in inverno prima dello sfarfallamento degli adulti.

Tentredine del Pino o Lioforo rosso (*Neodiprion sertifer* Geoffr.) - È un imenottero le cui larve svolgono una forte attività defogliatrice al pari della Processionaria. La lotta è di tipo chimico e deve essere effettuata nei vivai e nelle giovani piantagioni.

Per ogni altro insetto dannoso conviene rivolgersi agli specialisti. La scelta del fitofarmaco più idoneo deve essere fatta da tecnici esperti. Non ho indicato i nomi commerciali dei prodotti perché cambiano di continuo e per motivi pubblicitari.

Le modalità d'uso dei prodotti fitosanitari devono rispettare le norme vigenti in materia. Inoltre è necessario accertarsi che i prodotti non siano assolutamente nocivi alle micorrize e questa verifica è particolarmente necessaria nel caso dell'uso degli antiparassitari sistemici. È buona norma impiegare le dosi indicate nella confezione e individuare attentamente il momento migliore per effettuare il trattamento.





Fig. 121-122 - Nido e larve di *Thaumetopoea pityocampa* (processionaria del pino) (*foto: G. Materozzi* e *A. De Angelis*).

Breve storia geologica dell'Umbria

30

Fino dai primi studi geologici, l'Umbria è stata considerata come una regione dalla geologia semplice. La stratigrafia veniva descritta come una successione di sedimenti marini pelagici di un mare che, trasgressivo e poco profondo nel Trias superiore, dal Giurassico inferiore era diventato man mano più profondo fino alla colmatura avvenuta nel Mio-Pliocene ad opera di detriti scaricati dal retroterra in sollevamento. Anche la tettonica era interpretata come una serie di anticlinali e sinclinali, alcune più o meno rovesciate e sovrascorse verso est, senza eccessive complicazioni.

Tutto ciò fino agli anni sessanta, a partire dai quali sono state effettuate ricerche più accurate e soprattutto sono state utilizzate metodologie più moderne; si è visto allora che la semplicità geologica dell'Umbria era solo apparente, mentre venivano evidenziati problemi e complicazioni sia a livello stratigrafico sia, soprattutto in ambito tettonico-strutturale. È apparso chiaro ad esempio, che le complicazioni tettoniche della regione erano situate in profondità e le semplici anticlinali e sinclinali, visibili in superficie non erano altro che il riflesso di una complicata struttura profonda.

L'evoluzione geologica della zona corrispondente all'Umbria è strettamente legata a quella di tutta l'Italia centrale, quindi della Toscana e delle Marche. Per poter inquadrare i caratteri geologici di base delle singole regioni dell'Italia Centrale è necessario premettere uno sguardo generale alle vicende geodinamiche che si sono susseguite a partire dalla fine dell'Era Paleozoica circa 250 milioni di anni fa. Non sembri strano partire da tanto lontano, in quanto la geologia ha uno sviluppo estremamente lento e quindi si muove su tempi altrettanto lunghi.

Nel Permiano superiore (250-200Ma), il supercontinente chiamato Pangea, in cui erano riuniti tutti i continenti allora esistenti, comincia a frammentarsi; si individuano i vari blocchi continentali che si allontanano reciprocamente; la placca europea si allontana da quella africana. Quest'ultima aveva un'appendice a forma di promontorio proteso verso Nord/Est denominato Adria che ha dato origine alla maggior parte dell'area peninsulare italiana.

L'inizio della storia geologica dell'Umbria si può considerare il momento in cui il mare, proveniente circa da Ovest invade una terra, posta sul margine del promontorio Adria, terra emersa, piatta ed arida.

Su quella terra nel Trias superiore, il mare avanzò coprendo una regione pressoché desertica con un velo di acqua bassa. Dato il clima caldo secco, una intensa evaporazione portò alla precipitazione di evaporiti dando origine alla formazione nota con il nome di Anidriti di Burano. Poi, in seguito ad un cambiamento climatico, fra il Trias terminale e la base del Giurassico, in un ambiente di acqua bassa e calda, si instaurò una rigogliosa fioritura di coralli ed alghe calcaree il cui accumulo costituì la piattaforma carbonatica del calcare Massiccio, che si estese dalla Toscana fino oltre il Gran sasso occupando tutta l'Umbria, le Marche, il Lazio e parte dell'Abruzzo.

Nel Giurassico inferiore, in seguito ad una fase distensiva fra i continenti Europa ed Africa, avveniva lo smembramento e la progressiva disarticolazione della piattaforma del calcare Massiccio, i cui frammenti affondavano in tempi diversi. In corrispondenza della zona umbra, il fondo marino, irregolare ed articolato, affondò lentamente fino a profondità di alcune centinaia di metri, e sopra i calcari di acqua bassa ebbe inizio la deposizione di sedimenti fini di mare aperto (pelagiti) che hanno costituito la maggior parte delle rocce calcaree presenti in Umbria. Le variazioni ambientali, susseguitesi per tutto il Giurassico, il Cretaceo fino all'Oligocene, dovute a cambiamenti climatici, a variazioni nella profondità del bacino o a riflessi della tettonica globale, hanno influito via via sulla sedimentazione pelagica determinando le varie formazioni e dando luogo alle seguenti litologie che sono le più note in Umbria.

La Corniola del Giurassico inferiore - Calcare grigio, utilizzato come pietra da rivestimento, prevalentemente in blocchetti.

Il Rosso Ammonitico - Nato al passaggio fra il Giurassico inferiore e medio; calcare nodulare rosso, conosciuto per l'abbondanza dei fossili che contiene e da cui si alimenta un mercato di esemplari di ammoniti reperibili anche sui banchi dei mercatini.

Il Calcare Diasprigno del Giurassico medio - Meno conosciuto in quanto scarsamente utilizzato, ma che rappresenta il momento in cui nel bacino umbro-marchigiano la sedimentazione è passata da calcarea a silicea.

La Maiolica del Giurassico superiore e Cretaceo inferiore - Calcare bianco purissimo (da cui deriva il nome), utilizzato come rivestimento e un tempo, come pietra litografica per riproduzioni litografiche di immagini di qualità.

La Scaglia del Cretaceo/Eocene - Bianca nella sua parte più antica e rosea o rossa in quella più recente. È la formazione più conosciuta in Umbria, sotto il nome di Pietra di Assisi. Insieme con la Maiolica costituisce la materia prima per le decorazioni a fasce alternate bianche e rosa, di numerosi palazzi e chiese della regione.

Entro la formazione della Scaglia ha luogo il passaggio dal Mesozoico al Terziario, momento assai studiato della geologia storica che corrisponde alla scomparsa dei dinosauri e al rinnovamento completo della fauna su tutta la Terra. Il livello che indica il passaggio è stato rinvenuto per la prima volta presso Gubbio, nella gola del Bottaccione; è stato studiato da numerose squadre di geologi di tutto il mondo e rimane una delle caratteristiche fondamentali della geologia umbra.

Nell'Oligocene, ha inizio la strutturazione dell'edificio Appennino. A partire da Occidente emergono alcune fasce, mentre le zone più ad Est diventano avanfosse, cioè zone subsidenti dove si accumulavano i detriti provenienti dall'erosione delle zone sollevate ed emerse.

Quando il processo orogenetico iniziatosi ad Occidente, in Toscana, comincia a far sentire la sua influenza nella zona Umbra, questa diviene appunto una avanfossa. La sedimentazione pelagica, rappresentata dalla Scaglia, fu dapprima contaminata dalle argille nell'Oligocene e poi nel Miocene, sostituita da sedimenti terrigeni che colmarono la fossa subsidente che si andava formando. La formazione del Bisciaro e la successiva Marnoso - arenacea, rappresentano appunto la risposta della sedimentazione alla evoluzione della avanfossa.

Successivamente la fase compressiva raggiunse la zona umbra e portò alla emersione gran parte della regione. Hanno avuto così origine tutte le brevi dorsali che la caratterizzano (M. Amerini, M. Martani, M. Subasio), e successivamente, tutta la estesa dorsale che dal M. Cucco si estende verso Sud fino a toccare Foligno e a collegarsi con quella zona che si protende verso le Marche e presenta le vette più alte dell'Appennino centrale (zona di Norcia e del M. Vettore). Questa fase della tettonica coinvolse tutto lo spessore della sequenza sedimentaria al di sopra delle evaporiti di Burano, dando luogo a scaglie embricate, vergenti ad Est, di cui le anticlinali e le sinclinali sono la manifestazione pellicolare superficiale.

Alla fase compressiva principale seguì una intensa fase distensiva responsabile della formazione di depressioni tettoniche. Ad Occidente, al confine con la Toscana, nel Pliocene, il mare occidentale invase di nuovo le aree che erano state corrugate, giungendo fin poco oltre l'attuale valle del Paglia, mentre tra il Pliocene superiore ed il Quaternario, nelle depressioni tettoniche della zona centrale rimasta emersa, si accumularono le acque, bloccate nel loro scorrimento verso il mare dalle dorsali rilevate, dando luogo alla formazione di diversi laghi. Il più esteso di questi, il Lago Tiberino, aveva una forma ad Y rovesciato; si estendeva da Città di Castello fino a Perugia, poi verso Sud si divideva in due rami, uno orientale che raggiungeva Spoleto ed uno occidentale che arrivava fino a Terni.

Nel Pleistocene inferiore, quando il Lago Tiberino cominciava a svuotarsi, ad opera dell'erosione della gola del Forello fra Todi e Baschi, e di quella del torrente Paglia, che drenava la conca del Bastardo, nell'adiacente regione tosco-laziale, l'attività vulcanica dava origine alle eruzioni del complesso Vulsino, che, con le loro propaggini più orientali giungevano fino alla valle del Paglia/Tevere dove si avevano lave, tufi ed ignimbriti, della serie alcalino potassica, sui cui prodotti troneggia la città di Orvieto.

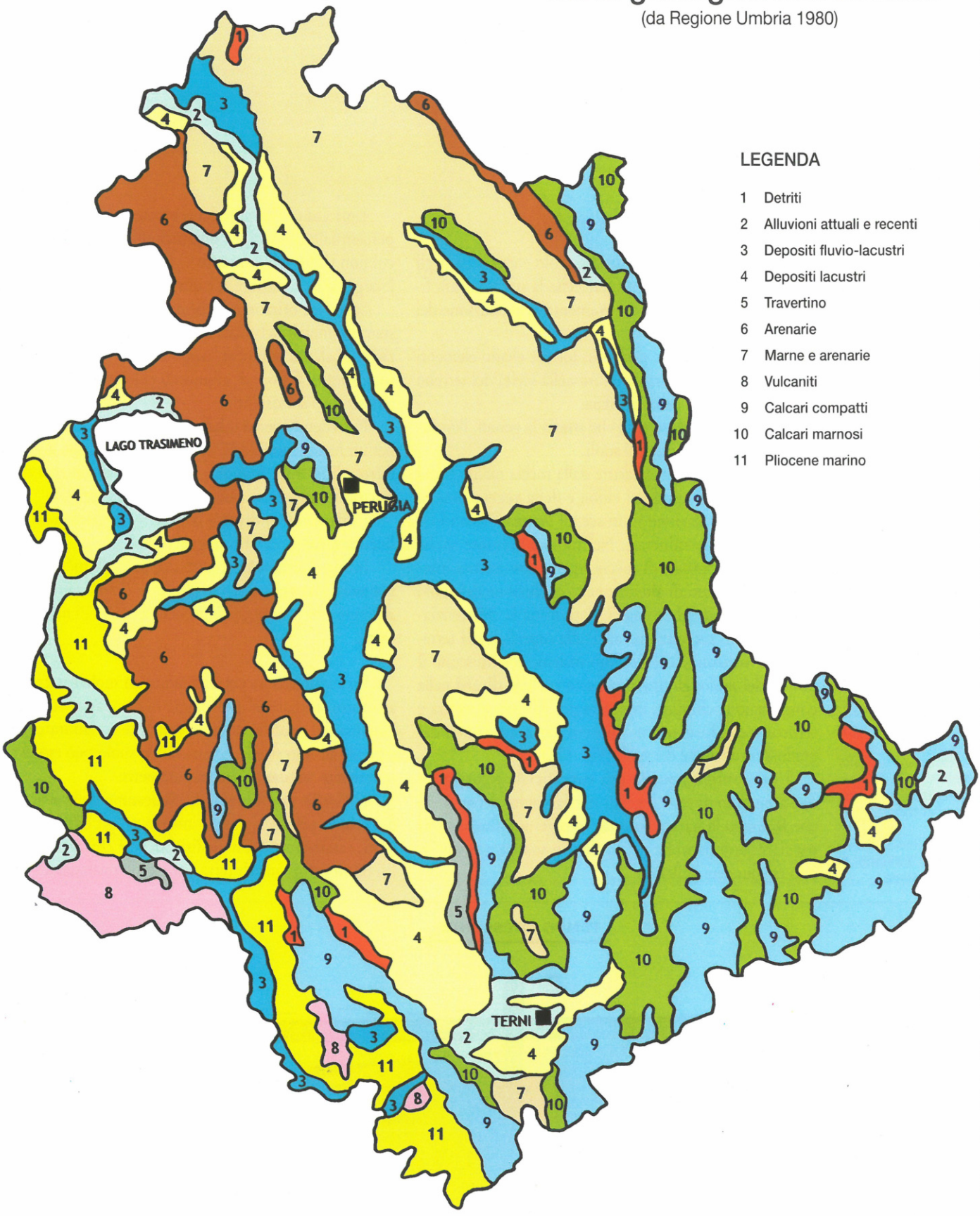
Con lo svuotamento sono rimasti emersi i sedimenti lacustri, che si erano deposti sulle sponde e sul fondo del lago e che rappresentano i terreni su cui si è sviluppata più intensamente l'agricoltura.

Nello stesso tempo termina la preistoria umbra e si passa ai periodi dominati dalle popolazioni italiche, Umbri ed Etruschi e successivamente dai Romani.

Fig. 123

Carta geologica dell'Umbria

(da Regione Umbria 1980)



31 Il suolo

Cenni di Pedologia

L'importanza dello studio del suolo è cresciuta negli ultimi decenni avendo constatato che la sua struttura fisica e chimica influenzano fortemente la produzione dei tartufi.

Si rende necessario, pertanto, fornire alcuni elementi di pedologia utili al tartuficoltore nella scelta del terreno e nella conduzione della tartufaia.

La Pedologia è la scienza che studia la genesi, l'evoluzione e la classificazione dei suoli.

I suoli si originano a partire dalla roccia madre che si altera sotto l'influenza del clima e della vegetazione; il materiale di alterazione si unisce all'*humus* formando il complesso humo-minerale. Nel suolo è presente anche una certa percentuale di roccia madre non ancora interessata al processo di alterazione. L'evoluzione del suolo ad opera dei fattori ecologici, determina la differenziazione di strati successivi paralleli alla superficie del terreno detti "orizzonti" che nel loro insieme costituiscono il profilo del suolo; gli orizzonti sono tra loro diversi nella composizione chimica, mineralogica, colore, tessitura e struttura e si formano in numero vario a seconda del grado di evoluzione dei suoli (Fig. 124).

L'orizzonte O, quello più superficiale è costituito dall'accumulo di resti vegetali parzialmente decomposti che formano la lettiera la quale svolge una funzione di pacciamatura naturale del suolo. La sostanza organica può raggiungere il 30%.

L'orizzonte A è prevalentemente minerale con bassa percentuale di sostanza organica umificata. Nei casi in cui non si forma l'orizzonte O per mancanza di materiale organico, l'orizzonte A è quello superficiale.

Segue un orizzonte E formato principalmente da sostanze minerali nel quale si attiva un processo di eluviazione di alcuni composti come i silicati dell'argilla, i sesquiossidi di ferro e di alluminio che sono trascinati negli orizzonti sottostanti.

Procedendo verso il basso l'orizzonte B si caratterizza per un fenomeno di accumulo in esso di silicati argillosi, ferro, alluminio, *humus* e carbonati provenienti dagli orizzonti soprastanti; può assumere vari aspetti.

L'orizzonte C, diverso dagli altri, è scarsamente influenzato dai processi pedogenetici.

Infine, l'orizzonte R è costituito dalla roccia madre inalterata che nelle aree tartuficole a *T. melanosporum*, *T. aestivum* e *T. uncinatum* è prevalentemente di natura calcarea.

Per caratterizzare correttamente un suolo è necessario anzitutto studiare la morfologia in campagna attraverso l'analisi del profilo; successivamente in laboratorio si procede ad uno studio analitico. Un suolo può essere caratterizzato valutando alcuni parametri:

1) Grado di evoluzione - Si desume dalla struttura del profilo nel quale vanno individuati gli orizzonti presenti, caratterizzati con analisi fisiche e chimiche. L'analisi di un campione di terra prelevato arbitrariamente ad

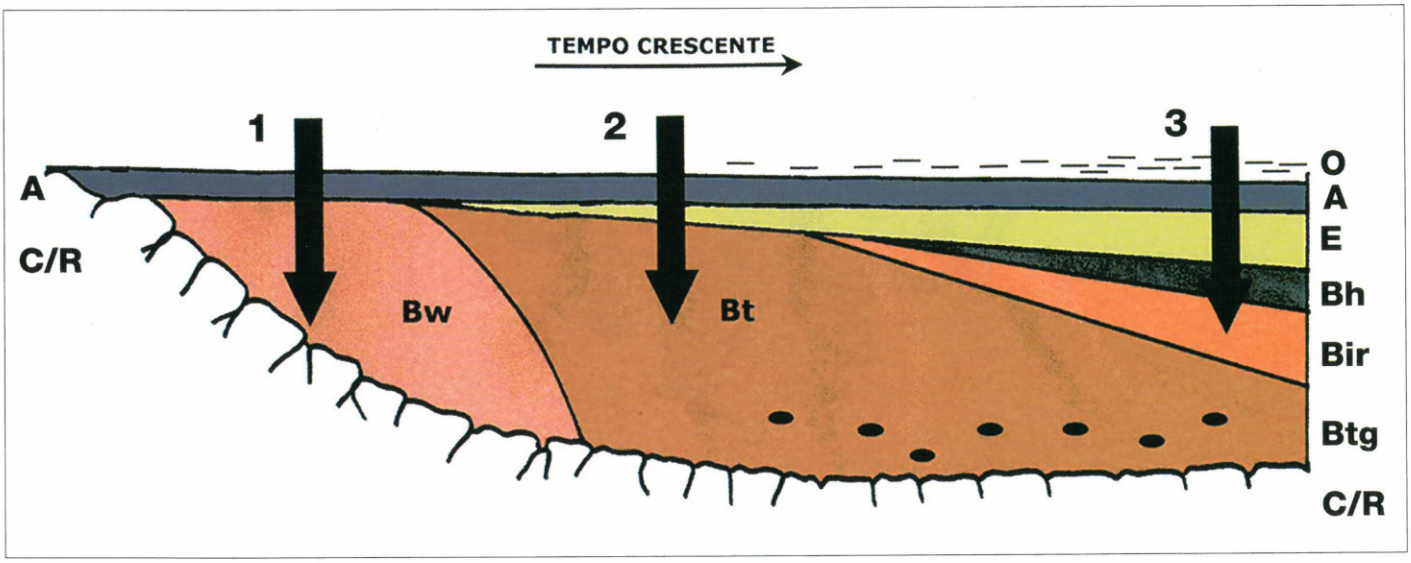


Fig. 124 - Schema di evoluzione pedogenetica (A. Leccese e R. Calandra).

Gli orizzonti **O**, **A**, **E**, **B**, **C/R** sono descritti nel testo.
Bh: accumulo di complessi di sostanza organica e ossidi.
Bir: accumulo di ossidi di ferro.
Btg: accumulo di silicati argillosi in condizioni riducenti.
Bw: orizzonte di alterazione con sviluppo di colore e struttura.

una certa profondità, come purtroppo è stato fatto di frequente e non riferito ad un determinato orizzonte, fornisce dati non comparabili con quelli di altri campioni e che non sempre sono utilizzabili in tartuficoltura.

2) Tessitura - La tessitura esprime la percentuale relativa dei vari componenti (scheletro, sabbia, limo, argilla, ecc.) differenziati tra loro soltanto in base alla dimensione delle particelle (analisi granulometrica).

Si analizzano: Scheletro (>2 mm) ‰; Terra fine (<2 mm) ‰; sulla terra fine: Sabbia molto grossa (2-1 mm) %; Sabbia grossa (1-0,5 mm) %; Sabbia media (0,5-0,25 mm) %; Sabbia fine (0,25-0,1 mm) %; Sabbia molto fine (0,1-0,05 mm) %; Limo grosso (0,05-0,02 mm) %; Limo fine (0,02-0,002 mm) %; Argilla (<0,002 mm) %.

3) Struttura - Indica il modo di aggregarsi degli elementi costitutivi del suolo, da cui deriva il grado di porosità del terreno e quindi la maggiore o minore possibilità di circolazione dell'aria e dell'acqua nel suo spessore.

4) Porosità - È importante determinare la macroporosità e la microporosità del suolo che incidono fortemente sullo sviluppo delle micorrize e dei tartufi.

5) Profondità o spessore che condiziona lo sviluppo e la ramificazione dell'apparato radicale.

6) Natura della roccia madre - Determina in varia misura le caratteristiche del terreno che da essa prende origine. Si desume dalle carte geologiche.

La struttura del sottosuolo è importante ai fini della produzione dei tartufi soprattutto di *T. melanosporum* e specie affini.

I siti che danno ottime produzioni si trovano nelle zone di cambiamento della strutturazione (orientamento e localizzazione delle zone di frattura) del substrato geologico che potrebbe essere profondo anche svariati metri. Lungo le linee di fratturazione della roccia calcarea circola l'aria, l'acqua e si possono anche accumulare materiali fini provenienti dalle zone alte del suolo, favorendo lo sviluppo degli apparati radicali anche nei periodi siccitosi.

Composizione del suolo

Il suolo è costituito da componenti organici e minerali.

Materia organica - È rappresentata dai resti vegetali e animali non decomposti, da materiali profondamente alterati che costituiscono l'*humus* e da materiali in stadi intermedi di alterazione. L'*humus* si genera dalla decomposizione della materia organica prevalentemente di origine vegetale ad opera della flora batterica, fungina, della fauna del terreno e dei processi fisico chimici; ha importanti proprietà colloidali. La percentuale della materia organica (indicata spesso dagli analisti come "sostanza organica") varia moltissimo, da valori inferiori all'1% a valori assai alti e la sua natura è alquanto differente a seconda delle condizioni ecologiche in cui è avvenuta l'umificazione. È importante conoscere, più che la quantità totale della materia organica la percentuale delle diverse classi granulometriche che la compongono.

Un saggio importante che può essere determinato sulla materia organica è l'attività enzimatica; il *T. melanosporum,* per esempio, vive in terreni a debole attività enzimatica con materia organica fine inferiore a 20 µm, a lenta decomposizione e con scarsa massa microbica.

Azoto - È l'elemento che fa parte della composizione chimica degli amminoacidi e quindi delle proteine e di numerose altre sostanze. Nel terreno è presente legato alla materia organica o sotto forma di sali minerali (Nitrati, Solfati, Fosfati, ecc). L'Azoto deriva in gran parte dalla mineralizzazione della materia organica, il cui andamento è influenzato dal grado di umidità, dalla aerazione del suolo, dal pH e dal tenore in calcio; pertanto nei vari tipi di suolo è differente la disponibilità complessiva e qualitativa dell'Azoto. Non va dimenticato il processo di fissazione dell'Azoto atmosferico da parte di microrganismi aerobi (*Azotobacter* spp.) e anaerobi (*Clostridium* spp.), particolarmente attivi a pH alcalino e pertanto largamente diffusi nei suoli calcarei. Gli analisti determinano la percentuale di Azoto totale sulla terra fine.

Rapporto Carbonio/Azoto (C/N) - Esprime il grado di decomposizione della materia organica. Valori bassi del rapporto C/N indicano una veloce mineralizzazione dell'*humus* che comporta la liberazione di Azoto minerale e di altri elementi della fertilità. Quando il valore di C/N è uguale a 10 significa che il processo di decomposizione si svolge in modo ottimale. La mineralizzazione lenta è espressa da un rapporto C/N superiore a 25.

È ormai accertato che le varie specie di tartufo vivono in suoli con il valore di C/N alquanto basso (da 6-7 a 14-16 circa).

Humus - L'*humus* dei suoli tartuficoli si forma in ambienti aerobi che garantiscono una ottimale o buona mineralizzazione della materia organica. Riportiamo a questo riguardo le caratteristiche dei tipi principali di *humus.*

A) MULL - Si conoscono il *mull-calcico* e il *mull forestale.* Il *mull-calcico* è un tipo di *humus* ben saturo di basi che si forma in genere in un clima temperato su roccia madre calcarea; la decomposizione della materia organica è rapida, il rapporto C/N è di circa 10, il pH è intorno a 7 e la struttura del suolo è aerata, formata da grossi grumi; è idoneo alla crescita dei tartufi pregiati. Esiste anche un *mull forestale*, tipico della foresta climatica di latifoglie con un rapporto C/N tra 10 e 20 e il pH subacido o acido (circa 5); è raramente idoneo allo sviluppo dei tartufi.

B) MODER - È un *humus* con un valore di C/N di circa 15-20, scarsamente saturato di cationi per cui il pH è tendenzialmente acido e pertanto non è idoneo alla generalità dei tartufi, salvo rare eccezioni.

C) MOR - Si forma negli ambienti biologicamente

poco attivi, soprattutto ad opera dei funghi; il rapporto C/N è sempre superiore a 20; la saturazione degli acidi umici è modestissima per cui il pH è molto basso, 3,5-4,5. È assolutamente non idoneo alla crescita dei tartufi.

Frazione minerale - È costituita da:

1) minerali non alterati presenti nella frazione più grossolana del suolo che costituiscono un supporto inerte e in vari casi una riserva di sostanze minerali.

2) Complesso di alterazione; deriva da una profonda alterazione della roccia madre e le particelle che lo costituiscono hanno dimensioni inferiori a 2 µm; esse sono di natura chimica la più diversa e per le loro dimensioni assumono caratteri colloidali; partecipano alla organizzazione della struttura del suolo al quale conferiscono importanti proprietà fisico-chimiche adsorbendo ioni e acqua. Il complesso di alterazione è spesso indicato con il nome generico di "argilla" ma va precisato che non si tratta soltanto delle argille mineralogiche propriamente dette, ma di una mescolanza eterogenea di minerali.

Calcare totale - Si riferisce al Carbonato di Calcio il cui contenuto varia da 0,5 ad oltre il 70%; si evidenzia facilmente bagnando la terra con una soluzione di acido cloridrico che genera effervescenza. Gli analisti distinguono il calcare attivo che è la frazione più fine, che secondo alcuni Autori non interessa la tartuficoltura, e il calcio scambiabile espresso in Ossido di Calcio scambiabile. Questo parametro si riferisce al tenore dei cationi Calcio (Ca^{++}) presenti nella soluzione del terreno o legato al complesso colloidale argillo-umico. Un tenore buono di Ossido di Calcio scambiabile varia da 4 a 16‰.

Fosforo - Essenziale per la vita delle cellule, nei suoli formati dalla evoluzione delle rocce calcaree, il fosforo è normalmente presente in quantità medie abbastanza buone che diventano più alte in quelli maggiormente evoluti. Per esempio in un suolo umocalcareo e nelle rendzine la quantità di fosforo assimilabile (determinato come Anidride fosforica P_2O_5) non supera in genere lo 0,05 ‰ nell'orizzonte A e questo valore è troppo basso. Le rendzine brunificate contengono dallo 0,06 allo 0,08 ‰ in A; i suoli colluviali hanno di frequente valori più alti (più di 0,15 ‰). I suoli formatisi sui calcari marnosi sono più ricchi rispetto a quelli sviluppatisi sui calcari duri. I suoli decarbonatati presentano nella parte alta del loro profilo quantità di fosforo assimilabile comprese tra 0,08 e 0,10 ‰.

Il Fosforo è legato anche a complesse sostanze organiche che possono essere attaccate dai microrganisimi del suolo rendendo questo elemento assimilabile.

Potassio scambiabile - È un elemento molto importante che tutti i funghi e quindi anche i tartufi accumulano in forti quantitativi nelle loro cellule. I terreni, soprattutto quelli con buona percentuale di argilla, sono ben forniti di questo elemento. La quantità di Potassio scambiabile, determinato come Ossido di Potassio, (K_2O) varia da 0,1 a 0,3‰.

Altri elementi - Magnesio, Ferro, Zinco, ecc. sono presenti nel terreno e assorbiti dai tartufi, spesso in elevate quantità. Tuttavia, nel suolo non sono mai carenti per cui non destano preoccupazione in tartuficoltura.

Un altro importante elemento della fertilità sembra essere il Manganese il cui contenuto nella forma assimilabile è significativamente più basso nei siti di produzione del tartufo nero pregiato (*T. melanosporum*), rispetto ai siti del *T. aestivum* e del *T. brumale*; questo fatto fa ipotizzare, per i suoli idonei al *T. melanosporum* l'esistenza di migliori condizioni di ossigenazione (C. De Simone *et al.*, 1993).

pH (in acqua) - È un parametro che è importante conoscere in quanto i tartufi pregiati vivono per lo più in terreni con pH sub-alcalini o alcalini (da 7 ad oltre 8), valori normalmente determinati dalla presenza del calcare nel terreno.

Il pH con una elevata quantità di carbonato di calcio assume, in linea teorica, nella soluzione del suolo un valore massimo di 8,5. In natura, comunque, per l'interferenza di acidi prodotti dalla demolizione della materia organica, questo valore non si tocca quasi mai e generalmente negli orizzonti, pur con buona presenza di calcare, il pH è situato tra 7 e 8,3. In assenza di carbonati il pH scende sotto il valore neutro fino a 5 ed anche meno diventando sfavorevole alla generalità dei tartufi.

La formazione dei suoli da rocce calcaree

La maggior parte delle specie di tartufo si sviluppa e fruttifica in terreni ricchi di carbonato di calcio i quali si formano attraverso un complesso processo pedogenetico che si instaura su un substrato geologico di natura calcarea. Altre volte il terreno, pur non essendosi generato da rocce tipicamente calcaree, è ben saturo in calcio e pertanto risponde bene alle esigenze dei tartufi. I substrati geologici ricchi di carbonato di calcio non sono tutti uguali tra loro in quanto accanto a questa sostanza che li caratterizza, sono presenti numerosi altri composti inorganici (in prevalenza si tratta di silicati) in proporzioni le più diverse tali da condizionare l'evoluzione della pedogenesi. In alcuni casi il substrato geologico calcareo è coperto da formazioni superficiali di varia natura che possono influenzare in modo più o meno marcato il processo pedogenetico.

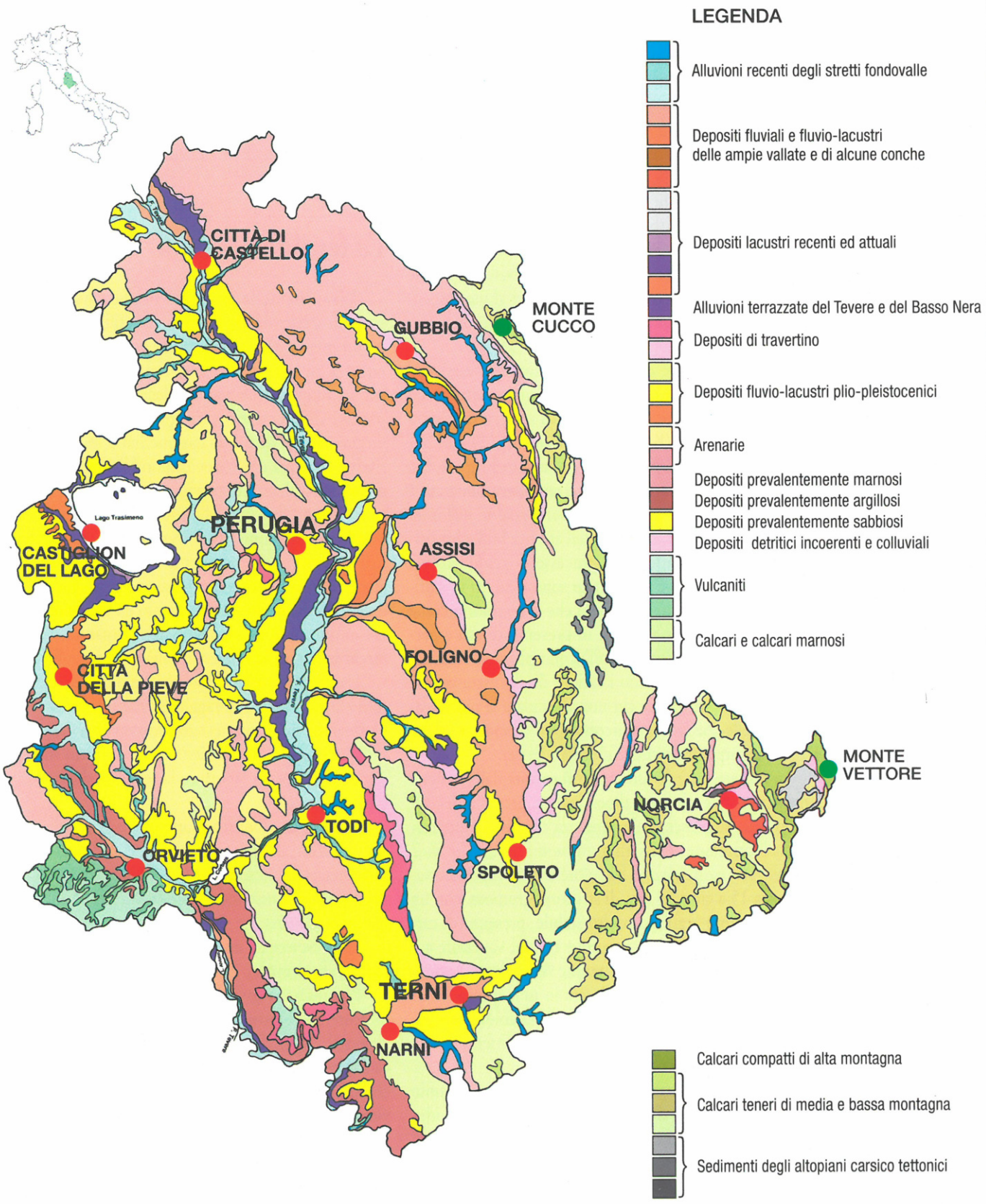
La formazione dei terreni a partire dalle rocce madri calcaree si attua attraverso alcune fasi.

Il processo più importante è la "decarbonatazione" ovvero la dissoluzione del carbonato di calcio che ha luogo ad opera dell'acqua piovana contenente acido carbonico; la formazione del bicarbonato di calcio, solubi-

Fig. 125

Carta dei suoli dell'Umbria

C.C.I.A. - Perugia (in Giovagnotti *et al.*, 2003)



le, consente la facile eliminazione di questa sostanza dal substrato. Anche gli acidi organici derivati dagli essudati radicali e dalla decomposizione della materia organica attaccano il carbonato di calcio formando sali solubili; inoltre, nel terreno sono presenti tracce di acidi minerali, come per es. l'acido nitrico, che agiscono sul carbonato di calcio in modo efficace, rendendolo solubile. Man mano che il calcare viene eliminato, nel substrato si accumulano i materiali diversi dai carbonati (argilla, silicati vari, sesquiossidi di ferro e di manganese, materia organica, ecc.) soprattutto in zone pianeggianti o con lieve declivio ove l'erosione non asporta questi materiali. Il processo di dissoluzione del carbonato procede a partire dalla superficie del suolo e può interessare anche spessori notevoli, superiori ad 1 metro. In questo caso il fronte di decarbonatazione è lontano dalla superficie e un certo spessore del suolo risulta impoverito di carbonati al punto da comportare un abbassamento del pH che può segnare anche valori inferiori al punto neutro (pH7) e pertanto non più favorevole alla maggior parte dei tartufi.

Quando il fronte di decarbonatazione è situato ad una profondità inferiore ai 20 cm, il suolo in tutto il suo spessore risulta ancora ben saturo di cationi di Calcio (Ca^{++}), di Potassio (K^{+}), di Magnesio (Mg^{++}) e di Sodio (Na^{+}), per cui il pH si colloca su valori superiori a 7. Nei casi in cui lo spessore di terreno decarbonatato è modesto, dagli strati profondi possono risalire nell'intero profilo dei cationi ad opera dell'attività biologica delle piante per cui si attenua il processo di acidificazione del suolo. Fintantochè nel terreno sono presenti in sufficiente quantità i cationi, l'argilla che si comporta come un colloide negativo, floccula in presenza di essi e pertanto non viene trascinata dall'acqua piovana verso gli orizzonti inferiori. Quando i cationi diminuiscono, l'argilla rimane insatura per cui non floccula e le piccolissime particelle che la costituiscono sono trasportate verso il basso incorporando anche gli idrati ferrici.

La pedogenesi è fortemente influenzata dalla materia organica la cui evoluzione dipende dalla presenza del calcare o dalla sua assenza. In presenza di abbondante calcare nell'orizzonte A si forma un *humus* saturo (il *mull calcareo* " o "*mull calcico*), di colore nero, di spessore variabile da 15 a circa 50 cm, di struttura grumosa, con un complesso umo-argilloso molto stabile, presenza di carbonato di calcio in forte quantità e un pH superiore a 7 (fra 7 e 7,5). Quando nell'orizzonte A il calcare è assente, la materia organica è localizzata in uno spessore modesto (15 cm al massimo), non ha più il colore nero, la struttura grumosa è meno stabile e il pH è inferiore a 7 e può scendere a valori compresi tra 5 e 6.

Nel corso dell'evoluzione pedogenetica di un suolo calcareo si possono quindi realizzare condizioni non idonee allo sviluppo del tartufo come può verificarsi negli strati superficiali lisciviati dall'acqua piovana e impoveriti di Carbonato di Calcio; oppure come può aver luogo in profondità ove un forte accumulo di Carbonati può innalzare il pH fino a valori alcalini non sempre favorevoli allo sviluppo delle micorrize.

Il fatto più sorprendente è che alla superficie delle radichette micorrizate in un suolo calcareo si formano micrositi di acidificazione in cui il pH segna valori di 5-6 che risultano ottimali per la crescita del micelio del tartufo.

La complessa dinamica dei suoli calcarei e il loro funzionamento biochimico devono essere tenuti presenti nella conduzione di una tartufaia per assicurarne una costante produttività.

La fertilità dei suoli

L'insieme delle proprietà fisiche e chimiche di un suolo ne determinano il grado di fertilità.

In merito alle proprietà fisiche è di notevole importanza la capacità del suolo di trattenere acqua sufficiente per lo sviluppo delle piante e delle loro micorrize; tale capacità è differente nei vari tipi di suolo caratterizzati da un processo di decarbonatazione più o meno evoluto. La riserva di acqua utile, cioè disponibile, in un terreno che si alimenta soltanto di precipitazioni, dipende dal rapporto tra la terra fine e lo scheletro, dalla pendenza del suolo e dalla sua macroporosità. In genere nei suoli calcarei la macroporosità è elevata per la ottimale struttura dovuta alla presenza del calcare stesso; ne consegue un valido drenaggio del suolo accompagnato da una buona aerazione; in questa situazione la materia organica si evolve in modo attivo per la intensa attività della microflora.

L'aumento della permeabilità e dell'aerazione del suolo attraverso il drenaggio permette di stimolare una produzione di tartufi nei suoli scarsamente drenati.

Il drenaggio insufficiente non è affatto sfavorevole alla produzione di tartufi se la tessitura del suolo è sabbiosa e calcarea.

I suoli più produttivi sono quelli profondi, drenanti con orizzonti di riprecipitazione dei carbonati di calcio, sottomessi alla presenza di una falda temporanea. I suoli poco profondi essendo sensibili alla siccità sono scarsamente produttivi.

La presenza di un sottosuolo argilloso compatto è sempre sfavorevole.

Per quanto riguarda le proprietà chimiche si tenga presente che i tartufi pregiati nei terreni troppo ricchi di elementi nutritivi quali Azoto, Fosforo e sotanza organica soccombono alla concorrenza di altre specie fungine che si insediano negli apparati radicali con forte aggressività. Naturalmente ogni specie di tartufo esige un determinato equilibrio tra gli elementi della fertilità.

Caratteristiche pedologiche e ambientali dei siti naturali di alcune specie di tartufo

32

Tuber melanosporum

I dati analitici del suolo reperibili in letteratura e riferiti al *T. melanosporum* sono ormai innumerevoli.

Risalgono alla seconda metà del 1800 le ricerche sulle caratteristiche fisiche e chimiche dei suoli sui quali cresce il tartufo nero pregiato (Chatin, 1892). Mannozzi-Torini (1991) sostiene che i terreni idonei al *T. melanosporum* si formano sui calcari dell'Era Mesozoica o Secondaria, in particolare del Lias, del Giura o del Cretaceo, che è il più diffuso.

In Italia centrale è stato condotto (Bencivenga, Calandra *et al.*, 1990) un ampio studio dei profili pedologici in alcune località rappresentative di situazioni stazionali più ricorrenti per il *T. melanosporum.* Si deduce che i suoli naturali situati in prossimità delle cave appartengono prevalentemente ai suoli bruni, spesso evoluti da argille rosse di decarbonatazione dei calcari sottostanti. A causa della raccolta dei tartufi i terreni subiscono modificazioni che consistono nella omogeneizzazione del profilo e determinano la ricomparsa di scheletro e di carbonati negli orizzonti superficiali, un innalzamento del pH, una riduzione del contenuto in materia organica, un lieve abbassamento del rapporto C/N, un incremento di macroporosità e del drenaggio interno; tutti questi fenomeni favoriscono la crescita dei tartufi.

In riferimento alle analisi di campioni di terreno prelevati sulle cave nell'orizzonte compreso tra cm 5 e 20 di profondità (che corrisponde allo spessore ove si formano i carpofori), i risultati riferiti all'Italia centrale sono riportati nella Tab. 12 da cui si rileva una notevole eterogeneità dei valori dei parametri fisici e chimici. La presenza dello scheletro è in genere alta, da 89 a 921 ‰; i valori medi delle tre regioni esaminate Abruzzo, Lazio e Umbria, sono molto simili tra loro: 527,4; 540,0; 518,7 ‰ rispettivamente. Molto più eterogenee risultano le percentuali di sabbia, di limo e di argilla determinate sulla terra fine.

Si può affermare che i terreni delle cave a *T. melanosporum* sono in genere molto ricchi di scheletro e la terra fine ha una tessitura limoso-sabbiosa.

Il pH è il parametro più uniforme e presenta un valore medio di 8,0 ± 0,4 (estremi 7,05 e 8,25). La maggior parte dei terreni ha un pH prossimo a 8.

La materia organica varia da un minimo di 1,13% ad un massimo di 17,40 con un valore medio di 4,58. Il calcare totale risulta presente in quantità molto diverse, da tracce ad alte percentuali (64,0%).

Ricerche effettuate nella zona di Rieti (Raglione *et al.*, 1992) su un ampio numero di siti naturali di *T. melanosporum* a quote comprese tra m 400 e 1000 s.l.m. fanno rientrare l'*habitat* di questa specie nella fascia fitoclimatica del "*Lauretum* " sottozona fredda, I tipo e per le quote più elevate, ma ben soleggiate nel *Castanetum,* sottozona calda, I e II tipo secondo Pavari (Susmel, 1988), con prevalenza di Roverella (*Quercus pubescens*) come specie simbionte. I suoli della suddetta area risulta-

TAB. 12 - Caratteri fisici e chimici dei terreni delle tartufaie di *T. melanosporum* dell'Italia centrale.

Parametri	N°analisi	Valori			±		Coeff.di variabilità
		Medio	Minimo	Massimo	P=0,05	P=0,01	
Scheletro (> 2 mm) ‰	121	528,100	89,000	921,000	34,59	45,46	36,76
Terra fine (>2 mm) ‰	121	471,900	79,000	911,000	34,59	45,46	41,15
Sabbia (2-0,05 mm) %	133	33,490	0,880	79,120	2,86	3,76	50,34
Limo (0,05-0,002mm)%	133	41,860	8,000	79,310	2,90	3,81	40,72
Argilla (<0,002mm) %	133	24,810	6,000	68,500	2,14	2,81	50,76
pH (H2O)	133	8,000	7,050	8,250	0,03	0,04	2,39
Carbonati %	133	29,670	0,000	83,690	3,67	4,82	72,79
Sostanza organica %	133	4,580	1,130	17,400	0,47	0,62	59,39
Azoto totale %	30	0,237	0,087	0,587	0,05	0,06	58,64
Carbonio / Azoto (C/N)	30	14,040	10,000	26,000	3,31	4,46	63,11

Da Bencivengae Granetti (1990)

no soggetti ad un forte processo erosivo tale da impedire una regolare evoluzione degli orizzonti. Pur in presenza di una certa variabilità evolutiva, sono emerse caratteristiche similari nell'ambito dei suoli studiati che li accomunano dal punto di vista morfologico. Gli orizzonti nei quali si sviluppa il corpo fruttifero presentano costantemente una buona strutturazione; dominano gli aggregati di tipo granulare e grumoso fini e medi rispetto a quelli poliedrici subangolari fini. La terra fine, anche in presenza di abbondante scheletro (>80%) non risulta

Fig. 126 - Profilo di suolo idoneo al tartufo nero di zona sommitale su "megabreccia". *Classificazione:* Lithic haploxeroll.

Fig. 127 *(a destra)* - Profilo di suolo idoneo al tartufo nero di base pendio su deposito detritico colluviale. *Classificazione:* Fluventic haplustept.

A 0 - 35 cm. Colore bruno scuro (7,5YR 3/4) se umido e bruno (7,5YR 4/6) se asciutto; scheletro scarso; tessitura franca; aggregazione poliedrica subangolare passante a grumosa nei primissimi centimetri; privo di figure di origine pedogenetica; ben dotato in sostanza organica; ricco in carbonati, limite inferiore ondulato abrupto.

R > 35 cm. Calcare in grossi frammenti parzialmente ricementati



ORIZZONTI	A
Profondità (cm)	0 - 35
Scheletro (‰)	34
Sabbia (%)	40,23
Limo (%)	37,29
Argilla (%)	22,48
$CaCO_3$ totale (%)	15,04
Carbonio Organico (%)	1,65
Sostanza Organica (%)	2,83
pH (H_2O 1:1)	8,10

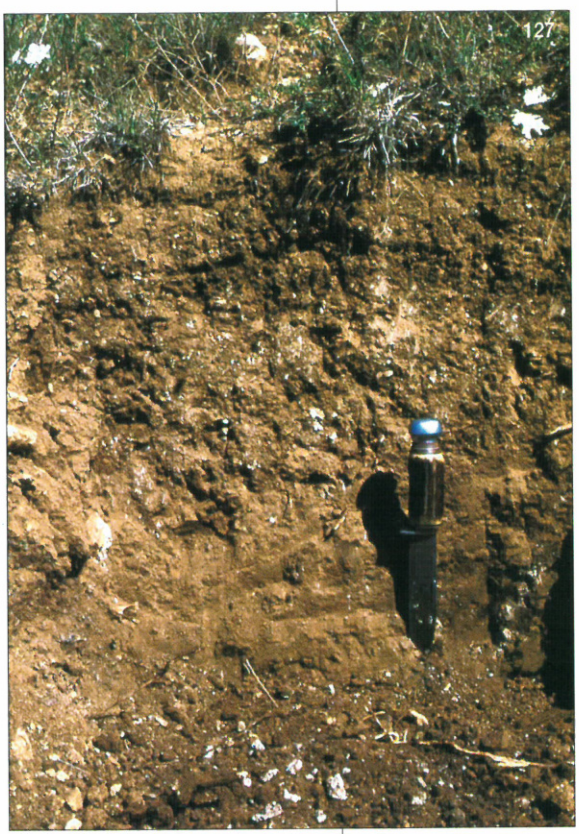
(Foto e descrizione del profilo: A. Leccese e R. Calandra)

A 0-20 cm. Colore bruno scuro (7,5YR 3/4) se umido e bruno (7,5YR 4/6) se asciutto; scheletro comune; tessitura franca; aggregazione poliedrica subangolare; privo di figure di origine pedogenetica; mediamente dotato in sostanza organica; contenuto in carbonati trascurabile; limite lineare chiaro.

Bw 20-50 cm. Colore bruno grigiastro (7,5YR 5/3) se umido e grigio arancio (7,5YR 6/3) se asciutto; scheletro frequente; tessitura franco-limosa; aggregazione poliedrica angolare; privo di figure di origine pedogenetica; moderatamente dotato in sostanza organica; mediamente ricco in carbonati; limite ondulato chiaro.

II C 50-100 cm ed oltre. Colore bruno rossastro scuro (5YR 3/4) se umido e bruno rossastro (5YR 4/6) se asciutto; scheletro trascurabile; tessitura argilloso-limosa; privo di aggregazione (massivo); privo di figure di origine pedogenetica; povero in sostanza organica; povero in carbonati trascurabile; limite inferiore non raggiunto.

ORIZZONTI	A	B	C
Profondità (cm)	0 - 20	20 - 50	> 50
Scheletro (‰)	90	120	20
Sabbia (%)	39,32	22,84	8,36
Limo (%)	41,07	62,47	50,58
Argilla (%)	19,61	14,69	41,06
$CaCO_3$ totale (%)	6,23	10,47	2,44
Carbonio Organico (%)	1,11	0,89	0,30
Sostanza Organica (%)	1,91	1,53	0,51
pH (H_2O 1:1)	7,80	8,00	7,50



(Foto e descrizione del profilo: A. Leccese e R. Calandra)

mai compatta e possiede sempre una buona organizzazione. Il suolo ha pertanto caratteristiche di grande friabilità e sofficità, accompagnate da un buon drenaggio e permeabilità. Il suolo, inoltre, non presenta mai crepacciature superficiali nemmeno nei periodi di estrema secchezza.

Le analisi benché accurate di numerosi parametri relativi ai suoli tartuficoli non hanno consentito per molti decenni di individuare precise caratteristiche pedologiche tipiche del tartufo nero pregiato e differenziabili da quelle di altre specie di tartufo. Recentemente l'applicazione di particolari metodologie statistiche ha consentito di studiare il comportamento delle singole variabili e le intercorrelazioni che tra di esse si instaurano (Delmas *et al.*, 1981, Lorenzoni *et al.*, 1995).

A questo riguardo si menziona il lavoro (Raglione *et al.*, 1992) nel quale viene messo a punto un modello statistico, che utilizzando le tecniche dell'analisi multivariata ha permesso di distinguere in modo significativo i siti naturali di produzione di tartufo nero pregiato da quelli di *T. aestivum* e di *T. brumale* che non di rado sono limitrofi.

Tale metodologia è stata ulteriormente sviluppata da Lorenzoni *et al.* (1995) applicandola allo studio di 56 siti naturali di *T. melanosporum*, 19 di *T. aestivum* e 12 di *T. brumale*, compreso il tartufo moscato, del Reatino. I risultati evidenziano il comportamento di ciascuna variabile. Delle 12 variabili considerate, solamente tre (Ferro, Rame e Zinco assimilabili) non sono risultate significativamente differenti nei tre gruppi considerati:

1) suoli con presenza di *T. melanosporum*;
2) suoli con presenza di *T. aestivum*;
3) suoli con presenza di *T. brumale* compresa la forma *moschatum*.

Per contro ben cinque variabili (pH in acqua; pH in Cloruro di Potassio, carbonati, limo e manganese assimilabili) hanno presentato valori diversi per i suddetti tartufi altamente significativi ($p < 0,01$). Dallo stesso lavoro emerge, infine, che la maggior parte delle variabili considerate tende a distinguere i suoli idonei al tartufo nero pregiato (gruppo 1) da quelli adatti alla crescita del tartufo scorzone (gruppo 2) e del brumale (gruppo 3).

Queste importanti ricerche dimostrano chiaramente che l'idoneità di un suolo allo sviluppo delle varie specie di tartufo non è connessa ad un singolo fattore ma appare come il risultato dell'interazione di molteplici variabili e dal conseguente instaurarsi di peculiari condizioni chimico-fisiche. Le ricerche in questo campo dovranno ulteriormente svilupparsi prendendo in considerazione anche altri numerosi parametri.

Tuber brumale

La modesta qualità di questo tartufo non ha sollecitato i ricercatori a studiarne in modo approfondito le esigenze pedoclimatiche. Si tratta, comunque, di una specie che vive in vari tipi di suolo talora ricchi di sostanza organica e può svilupparsi anche negli stessi terreni del tartufo nero pregiato; tuttavia il *T. brumale* cresce bene anche in suoli alquanto argillosi e poco permeabili, piuttosto aridi nei mesi estivi, situati a quote anche inferiori ai m 400, *habitat* ove può essere presente anche il tartufo estivo. Si riportano alcuni dati analitici di terreni in cui maturano i carpofori di *T. brumale* e della sua forma "*moschatum* " riferiti alla media di 12 analisi condotte su campioni di terreno prelevati in Italia centrale "Lazio e Umbria" (Lorenzoni, De Simone e Raglione, 1995): sabbia 34,9%; limo 30,5%; argilla 34,3%; carbonati 7,5%; carbonio 3,00%; ferro ppm 199,5; manganese ppm 588,4; rame ppm 9,15; zinco ppm 8,69.

Tuber aestivum

Il *T. aestivum,* in Italia centrale, risulta particolarmente diffuso in suoli affatto evoluti con profili delle cave che non si distinguono da quelli del terreno ove non cresce il tartufo. Il suolo è profondo in media cm 19. Lo scheletro, costituito principalmente da calcare, è circa il 20%; la terra fine è in media l'80% nella quale la sabbia è il 16%, il limo il 56% e l'argilla il 28%, il calcare totale il 12% (dal 12 al 20%), la sostanza organica circa il 13% e il C/N è uguale a 14. Il pH è 7,7 di media. La microporosità è il 43% e la macroporosità il 14%.

Le variazioni di questi parametri nei vari siti studiati sono dovute alla diversa evoluzione dei suoli influenzata dalle condizioni topografiche, climatiche e dalla natura della roccia madre. Per quanto riguarda le classi di tessitura, queste sono distribuite in un'ampia gamma di tipologie, da quelle fini a quelle moderatamente fini, più raramente moderatamente grossolane ed infine medie con una certa prevalenza di queste ultime. Del tutto simili sono le tessiture del terreno fuori delle cave (Bencivenga *et al.,* 1996).

Tuber uncinatum

In Italia centrale il *T. uncinatum* è presente preferibilmente in suoli alquanto evoluti (Mollisuoli). I profili delle cave sono simili a quelli del terreno al di fuori di esse mentre la profondità del suolo è in media di 28 cm nelle situazioni messe a confronto. Lo scheletro, costituito in prevalenza da calcare, è di circa il 10% nelle cave e il 18% nel terreno all'esterno delle medesime. La sabbia è in media il 28%, il limo il 56% e l'argilla il 47%, valori ben diversi rispetto a quelli rilevati per il *T. aestivum.*

Le classi di tessitura del terreno delle cave sono riferibili a differenti tipologie con forti similarità con quelle del tartufo estivo, mentre nei terreni naturali delle aree tartuficole a *T. uncinatum* prevalgono tessiture fini o moderatamente fini.

In riferimento alla struttura, la densità apparente della terra fine presenta sempre valori medi relativamente bassi (0,9-1,04 g/cc) dovuti in gran parte alla ricchez-

za in sostanza organica; si registra una costante differenza tra i valori dei siti ove si formano i tartufi e quelli dei controlli nei quali ultimi si hanno valori più elevati (1,09-1,15 g/cc) che indicano una maggiore compattezza del suolo. Di conseguenza la porosità totale della terra fine, presenta valori un po' più elevati (57-60% vol.) nei suoli con i tartufi rispetto a quelli che ne sono privi (52-56% in volume). L'entità della porosità del suolo intero è più bassa (44-51% in volume) rispetto a quella della terra fine e nei controlli è ancora inferiore (33-44% in volume). L'indice dei vuoti, che è un'altra forma per indicare la porosità di un mezzo e corrisponde al rapporto tra il volume dei vuoti e il volume della fase solida, presenta anch'esso valori maggiori nei siti di raccolta (1,35-1,52) rispetto ai controlli (1,11-1,29).

Le costanti idriche quali la capacità di campo, il punto di appassimento e la capacità di acqua utile, hanno valori più alti nei siti tartuficoli rispetto ai controlli. In riferimento alle caratteristiche chimiche emerge l'alto contenuto di sostanza organica sia nei terreni ove si formano i carpofori (11-14%), sia in quelli dei controlli (8-12). Il rapporto C/N è anch'esso molto alto, di circa 14 per i siti ove si raccolgono i carpofori e 11-14 per i controlli e ciò esprime una scarsa mineralizzazione e umificazione della sostanza organica connessa alle temperature non molto elevate delle zone di montagna oggetto di studio. Il pH, grazie alla presenza di calcare, e nonostante l'alta percentuale di sostanza organica, presenta valori intorno alla neutralità o leggermente alcalini (pH = 7,0-7,8). Il Carbonato di Calcio è alquanto variabile e in bassa percentaule da 0,9 a 12% nei campioni analizzati prelevati nei siti ove si formano i tartufi (Bencivenga *et al.*, 1996).

Nel Nord-Est della Francia il *T. uncinatum*, per quanto riferisce Chevalier (1997) che gli ha dedicato un intero volume, cresce in terreni sedimentari di età geologica molto differente; si tratta soprattutto di formazioni del Giurassico e del Cretaceo e in misura minore del Triassico; nel Nord della Francia si trovano tartufaie di *T. uncinatum* su formazioni calcaree del Terziario. Benché di differente origine i suoli sui quali vive il *T. uncinatum* in Francia, sono costantemente provvisti di carbonato di calcio o comunque sufficientemente dotati di calcio scambiabile. Le tartufaie sono localizzate in siti pressoché pianeggianti, in pendio e nelle più diverse esposizioni, anche quelle di Nord, non avendo, questa specie, le esigenze del *T. melanosporum*.

I suoli idonei al *T. uncinatum* sono del tipo rendzina, rendzina brunificato e suoli calcarei.

Tuber mesentericum

Dalle ricerche di Palenzona *et al.* (1976) risulta che il *T. mesentericum* in Irpinia (Campania) è presente in due tipi di suolo:

a) Andosuoli su calcari mesozoici che corrispondono alle aree coperte dal Faggio e da altre latifoglie.

b) Suoli bruni calcarei e rendzine che corrispondono alle superfici erose, rimboschite con Pino nero e sovente quasi prive di vegetazione.

Il tartufo mesenterico è soprattutto legato all'ambiente delle faggete ove oltre al clima favorevole dovuto anche alla quota elevata, si riscontrano suoli con caratteri andici. Le tartufaie naturali nell'Irpinia sono localizzate su pendici e dossi, e non in cunette o ripiani; si registra un certo processo di erosione, il calcare che funge da substrato appare alla superficie e la lettiera è scarsa. La reazione del suolo delle tartufaie (pH) è sempre neutra o subalcalina mentre è decisamente subacida nelle stazioni ove non si formano carpofori. Nelle tartufaie il suolo è ricco di Potassio e di basi di scambio liberate dai materiali vulcanici; per ciò che riguarda la granulometria vi sono stazioni in cui il terreno è soffice nei primi 30 cm circa di profondità; tuttavia il Tartufo mesenterico può anche trovarsi in condizioni di notevole costipazione del suolo come ad esempio nei riporti dei tagli strada ove si accumula il brecciame calcareo (Palenzona *et al.*, 1976).

Da un quadro generale delle caratteristiche ambientali e pedologiche delle stazioni a *T. mesentericum* nell'Italia meridionale e centrale come emerge dallo studio di Bencivenga *et al.*, del 1996, risulta che nella zona di Bagnoli (Irpinia) il *T. mesentericum* vive soprattutto nelle faggete chiuse, a quote elevate su terreni che rimangono innevati per periodi generalmente lunghi, ricchi di materia organica superficiale indecomposta.

Per quanto riguarda le caratteristiche pedologiche (Bencivenga *et al.*, 1996) si evidenzia un suolo limoso sabbioso con modesta percentuale di scheletro e una porosità totale riferita al suolo intero che supera il 50%; modesta percentuale di calcare che comunque assicura quasi sempre un pH intorno al punto neutro (7,07); talora il pH scende a valori subacidi.

In definitiva l'ambiente vegetazionale, climatico e pedologico del *T. mesentericum* è ben caratterizzato e si differenzia in modo netto da quello delle altre specie di tartufo.

Tuber magnatum

Per fornire un quadro panoramico delle condizioni pedologiche in cui vive in Italia il tartufo bianco pregiato si riportano i risultati di alcune ricerche effettuate nelle principali aree tartuficole italiane.

In Piemonte sono stati studiati ben 23 siti di produzione naturale del *T. magnatum* caratterizzati da una vegetazione di boschi artificiali di Pioppo o da filari di Pioppi e Salici. La quota varia da m 190 s.l.m. di Priocca a m 650 di Monesiglio, mentre la ben nota località di Alba è situata a m 210 s.l.m. L'esposizione è molto variabile, da Sud-Est di Murazzano a Est di Bra, Nord di Belvedere Langhe, Nord-Ovest di Cortemilia e Sud di Castellinaldo. Il substrato litologico è estremamente uniforme ed è costituito da marne o arenarie marnose di età Pliocenica e Miocenica. Sono rocce facilmente erose e alterate dalle precipitazioni e si presentano strutturate in

strati pressoché orizzontali o debolmente inclinati. I terreni derivati da queste rocce sono quasi tutti di origine colluviale abbastanza profondi e sono avvicinabili al tipo "Rendzine" con transizione verso le terre bruno-calcaree (Duchaufour, 1965). Il prelievo dei campioni è stato fatto alla profondità di 10 cm che corrisponde alla maggiore frequenza di ritrovamento dei carpofori di *T. magnatum*. Non sono state eseguite ricerche sul profilo di suoli e sull'analisi granulometrica. Tra le varie determinazioni analitiche effettuate si segnalano le seguenti: il pH, misurato al momento del prelievo del campione di terra, è risultato sempre uguale a 7±0,1 con lievissime oscillazioni intorno a questo valore. Il calcare totale presenta variazioni alquanto rilevanti nelle diverse località comprese tra un minimo del 10 ‰ (loc. Bra) ad un massimo di 675‰ di Alba. Il valore medio del calcare totale è risultato pari al 253‰. Buoni sono i dati del Calcio e del Magnesio, solubili e scambiabili e del Potassio scambiabile, mentre il tenore in Fosforo totale risulta estremamente basso con una media di 0,64 ‰ in quanto le rocce madri sono povere di fosfati. L'*humus* è presente con un valore medio del 33,03‰, tipico di un buon terreno agrario (Caramiello, 1969).

In Italia centrale, da Faenza a Perugia e dalla costa adriatica alla dorsale appenninica, il tartufo bianco pregiato vegeta in ambienti molto diversi tra loro dal livello del mare fino a circa 1000 m di quota in suoli pianeggianti o su terreni con pendenze variabilissime fino ad oltre il 100%.

I terreni preferiti da questo tartufo derivano da rocce dell'Era Terziaria (Cenozoica) e più specificatamente del Miocene. Poche eccezioni si registrano come alcune stazioni rilevate in zone a formazione geologica riferibile all'Eocene e quelle della parte più bassa dell'Alta Valle del Tevere da San Sepolcro a Città di Castello che sono situate su sedimenti dell'Era Quaternaria (Neozoica) ed in particolare del Pleistocene e dell'Olocene; in questi casi, comunque, si tratta sempre di terreni di riporto. A parte questi ultimi casi particolari, in Italia centrale la formazione geologica riscontrata è pressoché sempre la stessa: si tratta in prevalenza di una formazione marnoso-arenacea o marne argillose e distinguibile nelle varie *facies,* da quella romagnola a quella umbro-marchigiana o quella più specifica delle marne di Verghereto (Tocci, 1985).

I terreni originatisi da queste formazioni rocciose sono talora poco evoluti o ringiovaniti dalle erosioni, del tipo rendzina e bruno-calcarei, con profondità variabile e con profili per lo più del tipo AC. Si riscontra tuttavia una notevole omogeneità tra i vari tipi di suolo nell'ambito dell'area considerata per ciò che riguarda le caratteristiche fisiche, chimiche, evolutive e dei profili.

Da altre ricerche risulta che in Italia centrale le tartufaie del tartufo bianco pregiato sono localizzate in prevalenza nei pianori e nei fondovalle dei boschi, nelle lingue di vegetazione che fiancheggiano i corsi d'acqua e solo raramente sotto piante singole, isolate o in filari nei campi coltivati o incolti.

L'analisi di 67 siti naturali ove cresce il *T. magnatum* evidenzia un tipo di suolo profondo, mediamente permeabile, povero di scheletro, ricco di limo e di argilla



Fig. 128 - Calanchi di Fabro (TR), con vegetazione negli impluvi ove cresce il tartufo bianco *(foto: B. Granetti).*

TAB. 13 - Caratteri fisici e chimici dei terreni delle tartufaie di *T. magnatum* dell'Italia centrale.

Parametri	N° analisi	Valori			±		Coeff.di variabilità
		Medio	Massimo	Minimo	P=0,05	P=0,01	
Scheletro (> 2 mm) %0	42	54,970	270,000	0,000	27,510	36,790	113,610
Terra fine (>2 mm) %0	42	945,030	1000,000	730,000	27,510	36,790	6,610
Sabbia (2-0,05 mm) %	50	31,610	70,850	0,750	6,630	8,840	52,120
Limo (0,05-0,002mm)%	50	43,870	72,960	5,500	5,270	7,040	29,890
Argilla (<0,002mm) %	50	24,520	41,660	12,560	3,060	4,080	30,990
pH (H2O)	50	7,920	8,240	7,400	0,070	0,090	2,070
Carbonati %	50	19,490	45,760	0,000	5,270	7,030	67,280
Sostanza organica %	50	2,590	5,600	0,950	0,430	0,580	41,700
Azoto totale %	24	0,148	0,278	0,080	0,027	0,037	31,080
Carbonio organico %	24	1,550	3,250	0,550	0,450	0,610	48,840
Carbonio / Azoto (C/N)	15	13,300	18,380	8,360	2,460	3,400	23,760
P_2O_5 assimilabile Kg/ha	15	22,470	59,000	11,000	9,970	13,790	57,020
K_2O scambiabile Kg/ha	15	612,40	1671,000	327,000	291,89	403,66	61,250

Da Bencivenga e Granetti (1990)



Fig. 129 - Tartufaia naturale di tartufo bianco in vallata con ruscello nella zona di Orvieto *(foto: B. Granetti)*.

Fig. 130 - Colline tra Montone e Gubbio, con impluvi nei quali si sviluppa una fitta vegetazione che favorisce la crescita del tartufo bianco *(foto: B. Granetti)*.



che complessivamente raggiungono il 68,4%. La reazione è sub-alcalina con i valori del pH prossimi a 8 e poco variabili. I valori minimi, medi e massimi di alcuni parametri principali sono riportati nella Tab. 13. Questi terreni mantengono un elevato grado di umidità anche durante la stagione estiva (Bencivenga e Granetti, 1990).

A seguito di approfondite ricerche (Lulli e Primavera, 2001) è emerso che il *T. magnatum* ha specifiche necessità ecologiche per cui è fortemente selettivo nei confronti dei luoghi e dei suoli dove può crescere. I siti naturali ove è presente il tartufo bianco risultano favorevoli a questa specie grazie ad una particolare combinazione di fattori che comunque non sono sempre gli stessi. Ne deriva che il tartufo bianco cresce in diverse situazioni ambientali come per esempio nei terreni sabbiosi, limosi, argillosi o con caratteri intermedi, sui versanti a varia esposizione ed inclinazione come su fondovalle, nelle piane di esondazione fluviale.

Analizzando i singoli fattori idonei alla crescita del tartufo è ovvio che in primo luogo deve essere presente la pianta simbionte. Un carattere poco considerato fino ad oggi ma di grande interesse è la porosità del suolo nello spessore ove maturano i carpofori che deve essere sempre molto alta per assicurare una buona circolazione dell'aria nel suolo ed agevolare gli scambi gassosi tra il suolo e l'atmosfera. Nello spessore compreso tra 0 e 20 cm, si misura una densità apparente variabile da 0,9 a 1,1, per cui il volume di suolo occupato dai vuoti è più della metà del totale (Tab. 14). Questa porosità del suolo risulta ovviamente molto favorevole alla crescita dei capillari radicali che portano le micorrize. Il tartufo bianco predilige i depositi di materiali incoerenti che si formano in varie situazioni. Ben noto è il deposito di materiali erosi trasportati dall'acqua nei fondovalle delle Crete Senesi. Altre volte, come accade nell'area di S. Miniato (Pisa), le balze sono soggette a frane e il materiale di natura sabbiosa si accumula alla base ove forma un ottimo substrato per la crescita del tartufo. Anche modesti fenomeni di deposito di materiali incoerenti danno

luogo a *micro-habitat* utili allo sviluppo dei tartufi. I substrati formatisi attraverso questi fenomeni di deposito fluviale, di erosione, di frane improvvise sono colonizzati dalle radici e conservano a lungo la loro struttura disordinata; in questi casi il volume del suolo è costituito per oltre il 50% da vuoti; circa il 20% di questi vuoti è formato da grandi pori (macroporosità). Il suolo risulta sufficientemente aerato; le radici e le micorrize si accrescono bene, la microflora aerobica permane attiva, l'acqua del suolo si presenta sufficiente senza dare fenomeni di ristagno.

Notevole importanza ha la temperatura del suolo nel periodo estivo che deve essere mite, non troppo elevata per cui i siti risultano sempre ben ombreggiati indipendentemente dalla loro ubicazione.

In definitiva, nell'ambito della forte eterogeneità dei parametri chimici e fisici dei siti tartufigeni di *T. magnatum* emergono tre caratteristiche fondamentali comuni: "l'ambiente suolo" deve essere aerato, umido e saturo in calcio e cioè deve avere:

a) una notevole quantità di grandi pori tra loro intercomunicanti nell'orizzonte in cui si formano i carpofori;

b) un determinato regime idrico;

c) calcio sotto forma attiva.

Pur non conoscendo l'influenza di questi fattori pedologici nella biologia del tartufo, risulta costante l'osservazione che un suolo sufficientemente poroso ma senza calcare attivo non produce tartufi bianchi (Lulli e Primavera, 2001).

TAB. 14 - Valori medi di alcuni parametri di suoli in cui si formano e sviluppano carpofori di *T. magnatum*

Località	Crete Senesi	San Miniato	Mugello	Acqualagna
Dati del suolo	media	media	media	media
Densità apparente	1.1	1.0	1.0	1.2
Capacità per l'aria	33.8	47.5	36.9	35.2
Porosità ml/100 g	54.1	62.3	71.4	56.2
M. porosità	21.4	23.5	32.1	24.4

Da Lulli L. e Primavera F. (2001).

Tuber borchii

L'ampio areale di questa specie è la testimonianza di una forte adattabilità alle più diverse situazioni pedoclimatiche. È un tartufo che si ritrova nelle aree del *T. melanosporum*, del *T. aestivum*, del *T. brumale* e del *T. magnatum*. Colonizza di preferenza gli *habitat* a suolo permeabile, anche abbastanza aridi nel corso dell'estate. La sua maggiore diffusione è nelle pinete litoranee a Pino domestico, su terreno sabbioso, ove i carpofori alquanto superficiali, sono protetti da uno strato di lettiera semidecomposta. È frequente nelle tartufaie coltivate, soprattutto di *T. magnatum*, nei primi anni dall'impianto essendo una specie decisamente pioniera. Per gli stessi motivi compare abbondante negli impianti di forestazione con Pini e Ce-

Ap 0 - 60 cm. Colore giallo grigio brunastro (2,5Y 4/2 se umido e 2,5Y 5/2 se asciutto); scheletro scarso; tessitura argillosa; aggregazione poliedrica subangolare; mediamente ricco in carbonati; ben dotato in sostanza organica; limite lineare chiaro.

A1.1 60 - 100 cm. Colore grigio giallastro (5Y 4/2) sia umido che asciutto; scheletro scarso; tessitura argillosa; aggregazione poliedrica subangolare; ricco in carbonati; ben dotato in sostanza organica; limite lineare graduale.

A1.2 100 - 150 cm. Colore grigio giallastro (5Y 5/2 se umido e 5Y 6/2 se asciutto); scheletro scarso; tessitura argillosa; aggregazione poliedrica angolare; molto ricco in carbonati; mediamente dotato in sostanza organica; limite lineare diffuso.

ORIZZONTI	Ap	A1.1	A1.2
Profondità (cm)	0 - 60	60 - 100	100 - 150
Scheletro (‰)	21	30	31
Sabbia (%)	2,57	2,56	3,56
Limo (%)	36,65	29,06	27,22
Argilla (%)	60,78	68,38	69,22
$CaCO_3$ totale (%)	10,87	15,29	1,48
Carbonio Organico (%)	1,86	1,58	0,86
Sostanza Organica (%)	3,20	2,72	1,48
pH (H_2O 1:1)	7,75	7,80	7,90



Fig. 131 - Profilo di suolo di pianura idoneo al tartufo bianco - alluvioni recenti *(foto e descrizione del profilo: A. Leccese e R. Calandra).*





dri (Pirazzi, 1990). La diffusa presenza del Bianchetto in tutto il territorio italiano preoccupa i coltivatori di tartufi in quanto la sua forte capacità micorrizogena può alterare l'equilibrio tra le micorrize degli apparati radicali delle piante tartufigene, in qualsiasi tipo di terreno.
Recentemente sono state puntualizzate le esigenze pedologiche di *T. borchii* studiando alcuni impianti sperimentali realizzati in diverse località. Le migliori produzioni sono state ottenute nei terreni con le seguenti caratteristiche: la tessitura è franco-sabbiosa; lo scheletro ha un valore medio di 31,7% con punte massime del 40%. Il contenuto medio di materia organica varia dallo 0,9 al 3,9% (media 2,4%). Il valore del pH nei punti più produttivi è di 7,5-8,0 (media 7,6). La sabbia risulta in media il 66,3%; il limo il 23,2%; l'argilla il 13,2% (Giovagnotti E. *et al.*, 2001).
Questo tartufo si può coltivare anche nei terreni vulcanici, molto sabbiosi, poveri di argilla e con alta permeabilità purché vengano corretti con ammendanti a base di Carbonato di Calcio in polvere.

Fig. 132 *(in alto)* - Bosco con prevalenza di Pino nero su suolo calcareo, nel quale crescono tartufi estivi e uncinati *(foto: G. Materozzi).*

Fig. 133 - Ampia tartufaia naturale di tartufo nero pregiato sotto Roverelle a quota di m 650 s.l.m. *(foto: B. Granetti).*



Fig. 134 - Tartufaia naturale di tartufo scorzone sotto Roverella in collina arida *(foto: A. Taschini).*











Fig. 135 - Tartufaia naturale di tartufo nero pregiato sotto Roverella con ampia cava *(foto: A. Taschini).*

Fig. 136 - La più grande tartufaia naturale di tartufo nero pregiato di Norcia (oltre 2.000 mq), rinvigorita con semina di ghiande e inoculazione sul posto con tartufi sbriciolati *(foto: B. Granetti).*

Fig. 137 - Tartufaia naturale di tartufo nero pregiato sotto Cerro in località Pettino, a quota di circa m 1.350 s.l.m. *(foto: B. Granetti).*

Fig. 138 - Tartufaia naturale di tartufo scorzone sotto Cerro con pianello di circa 60 mq *(foto: B. Granetti).*

Fig. 139 - Tartufaia naturale di tartufo nero pregiato sotto Faggio alla quota di m 1.350 s.l.m. in località Pettino *(foto: B. Granetti).*

33 Esigenze climatiche dei tartufi

Le ricerche sul clima generale delle aree tartuficole sono abbastanza numerose mentre molto pochi sono gli studi del microclima dei siti tartuficoli e dell'umidità e della temperatura nello spessore del suolo ove si formano i carpofori. Le migliori produzioni sotto il profilo quantitativo e qualitativo si ottengono quando tutte le fasi del ciclo vitale del tartufo si svolgono in modo ottimale grazie alle favorevoli condizioni termiche e di umidità del terreno. Lo studio dei fattori ambientali deve coprire l'intero anno in quanto il ciclo vitale del tartufo si svolge in un tempo molto lungo, pur con qualche differenza tra le varie specie.

I dati disponibili sono riferiti separatamente per i diversi tartufi.

Tuber melanosporum

È la specie maggiormente studiata in Francia e in Italia. Delmas (1976) fa rilevare che il *T. melanosporum* richiede una buona alternanza, ma non eccessiva, delle stagioni che comporta oscillazioni dell'entità delle piogge, dell'umidità dell'aria, della temperatura e della insolazione. In Francia il *T. melanosporum*, per i motivi ora esposti, non è presente:

a) nelle aree a clima tipicamente oceanico (dolce e con poche variazioni climatiche); b) nelle zone con clima di tipo continentale caratterizzato da estati molto calde, inverni molto freddi e da stagioni intermedie poco marcate; c) nelle aree a clima tipicamente mediterraneo con estati aride; inoltre il *T. melanosporum* non vive nei climi di alta montagna con lungo periodo freddo e nelle zone con insolazione molto forte o molto debole.

Per quanto riguarda le precipitazioni annuali, sempre secondo Delmas (1976), queste variano da 600 a 900 mm e devono essere ben ripartite: sono necessarie buone piogge primaverili fino a tutto il mese di giugno per favorire la ripresa dell'attività vegetativa delle micorrize quiescenti che hanno superato l'inverno, lo sviluppo del micelio peritrofico e la formazione dei primordi. Sono altrettanto utili le piogge estive, come gli acquazzoni intorno alla metà di luglio; infine le piogge autunnali determinano la forte crescita dei carpofori che si apprestano a maturare. Nel corso dell'inverno sono necessarie poche piogge per agevolare la maturazione e impedire il disseccamento dei tartufi.

Per quanto riguarda la temperatura dell'aria può essere anche alquanto elevata nei mesi estivi quando il suolo è protetto da un moderato ombreggiamento ed è molto attiva la circolazione dell'aria alla sua superficie.

Nel periodo invernale sono dannosi i freddi eccessivi (-10°C) prolungati per oltre 10 giorni; le forti gelate primaverili possono danneggiare anche le piante ospiti e le micorrize in fase di vigorosa crescita.

Per quanto riguarda l'umidità del suolo è bene che si mantenga intorno ai 2/3 dell'umidità equivalente per assicurare un buon drenaggio del suolo; tuttavia questo valore non deve scendere al disotto di 1/3 dell'umidità equivalente.

In Italia importanti ricerche sul clima sono state effettuate da Bencivenga e i suoi collaboratori (1990).

Per l'Italia centrale il clima generale delle aree tartuficole a *T. melanosporum* è rappresentato schematicamente dai grafici relativi ai dati termici e pluviometrici di circa 30 anni. Sono riportati i climatogrammi di Spoleto e di Norcia (Umbria), di Rieti e di Leonessa (Lazio) e di Assergi e di L'Aquila (Abruzzo), (Fig.140) località ben conosciute per l'abbondante produzione del tartufo nero pregiato. In queste zone il clima non è omogeneo e dove tende a una certa continentalità come a Leonessa e ad Assergi le tartufaie sono localizzate nelle pendici esposte a Sud, ben soleggiate e sono praticamente prive di vegetazione erbacea per consentire un efficace riscaldamento del terreno nei mesi autunno-invernali. Nelle località con clima più mite le tartufaie sono distribuite anche nei versanti esposti a Sud-Est, a Ovest e persino a Nord, ma a quote basse.

I diagrammi mostrano tutti un periodo, più o meno ampio, che cade nei mesi di luglio e di agosto, caratterizzato da temperature elevate, le più alte dell'intero anno e da scarse precipitazioni che sono di 50 mm mensili a Leonessa e 30 mm nelle altre località. Naturalmente le oscillazioni annuali dei valori termopluviometrici possono essere anche abbastanza elevate, tali da incidere più o meno fortemente sull'entità della produzione.

Di rilevante interesse sono i dati emersi dagli studi sui valori termoigrometrici del terreno ove si sviluppano i tartufi. In riferimento al *T. melanosporum* (Bencivenga *et al.*, 1992) sono state misurate ogni 10 giorni per 3 anni consecutivi le temperature a 15 e a 30 centimetri di profondità in tartufaie produttive situate nella provincia di Perugia a quote comprese tra m 715 e m 890 s.l.m.

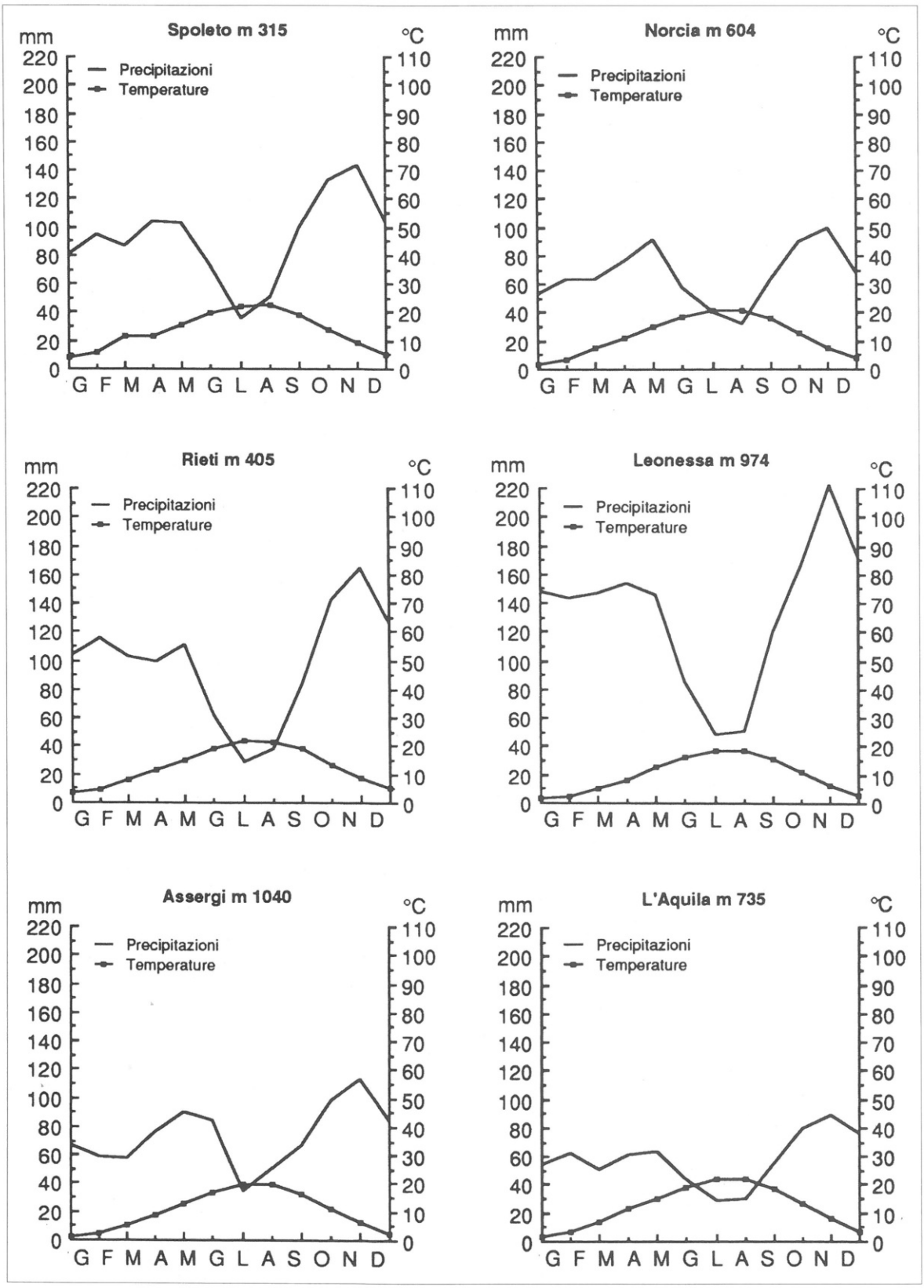


Fig. 140 - Climatogrammi di alcune zone particolarmente vocate per la produzione di *T. melanosporum* (Da Bencivenga *et al.*, 1990).

Nelle singole cave di *T. melanosporum* le temperature medie mensili del suolo non sono sovrapponibili, pur seguendo lo stesso andamento a campana. I valori minimi si registrano nei mesi di gennaio e di febbraio e quelli massimi nei mesi di luglio e di agosto. Alla profondità di 30 mm è stata rilevata una temperatura media più alta di 0,7°C rispetto a quella misurata a 15 cm.

Per quanto riguarda l'umidità del terreno, anch'essa misurata ogni 10 giorni in 4 cave produttive per tre anni consecutivi nelle medesime località dell'Umbria oggetto di studio delle temperature, Bencivenga *et al.* (1992) hanno rilevato i valori medi annuali. Nelle singole cave i valori medi mensili sono differenti tra loro, anche in modo marcato e ciò in rapporto alla tessitura del suolo.

Altre importanti variazioni dell'umidità del suolo si registrano nei diversi anni e ciò in stretta correlazione

con l'andamento delle precipitazioni, in quanto nei suoli studiati non vi è una risalita dell'acqua da una falda idrica che è del tutto assente.

Le variazioni stagionali ed annuali della temperatura e dell'umidità del terreno sono state correlate ai valori delle produzioni registrate in due cave negli anni 1989/90-1991/92 (Bencivenga *et al.*, 1992).

Per concludere, pur essendo difficile mettere in relazione i fattori climatici dell'aria e quelli del suolo con la pruduzione, i vari studiosi sono concordi su alcuni punti essenziali qui di seguito riassunti.

Per il tartufo nero pregiato lunghi periodi (da maggio a settembre) di siccità non favoriscono la produzione dei tartufi salvo casi eccezionali in cui il terreno sia dotato di proprie riserve di acqua in profondità.

- Il *T. melanosporum,* esige nei mesi di aprile e maggio abbondanti piogge e una temperatura a 10-15 cm di profondità oscillante tra 5 e 10°C. Queste condizioni determinano la crescita ottimale del micelio del tartufo e inducono la fruttificazione.
- Le estati con piogge frequenti non sono favorevoli in quanto abbassano troppo la temperatura del suolo.
- Nel corso dell'estate la temperatura del suolo deve essere sufficientemente elevata (25°C) per consentire la crescita dei carpofori; l'umidità del suolo dovrebbe essere garantita da piogge alternate e periodi di circa venti giorni di buon tempo.
- La pioggia che secondo gli esperti ed anche i cavatori di vecchia esperienza ha la massima importanza è quella della metà di agosto, purché i mesi precedenti non siano stati troppo siccitosi.
- Nei mesi di settembre e ottobre per il sopraggiungere delle piogge il terreno riacquista un buon grado di umidità che comunque non deve essere eccessivo e i tartufi aumentano ulteriormente di volume.
- L'abbassamento della temperatura nel tardo autunno e in inverno è indispensabile per consentire la maturazione dei tartufi.

La conoscenza delle esigenze ecologiche dei tartufi è indispensabile per individuare efficaci interventi agronomici al fine di sopperire ad eventuali andamenti meteorologici poco o affatto favorevoli.

Tuber magnatum

Questa specie di tartufo ha esigenze ecologiche molto particolari. Il clima delle aree a *T. magnatum* è stato studiato in alcune regioni italiane ove è raccolto in forti quantitativi.

In Piemonte (Monferrato e Langhe) è stata evidenziata una forte piovosità primaverile (aprile e maggio) di circa 110 mm mensili che favorisce la formazione dei primordi dei carpofori. Nei mesi estivi di luglio e agosto, la media delle piogge si dimezza con circa 40-55 mm mensili, mentre in quelli autunnali risale toccando punte di 80-100 mm nel mese di novembre. La temperatura dell'aria nei suoi valori medi, può scendere sotto lo zero di qualche grado mentre in luglio tocca i valori massimi di 23-24°C circa.

Per le Marche l'andamento stagionale delle precipitazioni e delle temperature è espresso dal grafico relativo a Pergola, importante zona tartuficola, che si caratterizza per una discreta piovosità estiva (Fig. 141).

In Emilia-Romagna sono significativi i dati di Bologna con precipitazioni che non presentano picchi di rilievo, salvo il mese di ottobre con circa 80 mm, mentre nei mesi di luglio e agosto quando le temperature segnano i valori massimi di circa 25°C, le precipitazioni scendono a 30 mm medi mensili per cui ne risulta un clima alquanto arido (Fig. 141).

In Umbria le indagini effettuate in tre aree particolarmente vocate per il tartufo bianco, Città di Castello, Gubbio e Gualdo Tadino, mostrano evidenti differenze climatiche tra queste località, specialmente nel periodo estivo che è quello più critico dell'intero ciclo vitale del tartufo bianco. Nelle tre stazioni la massima piovosità cade nei mesi di novembre con valori di circa 135 mm per Città di Castello, 130 mm per Gubbio e 150 mm per Gualdo Tadino.

La piovosità minima si registra nel mese di luglio ed è di circa 45 mm a Città di Castello, 30 mm a Gubbio e 60 mm a Gualdo Tadino (Fig. 141).

In Toscana, regione ricca di *T. magnatum*, sono molto varie le situazioni climatiche ove cresce questo tartufo. A San Sepolcro, nell'alta Valle del Tevere, l'andamento termopluviometrico è simile a quello di Città di Castello (Fig. 141) da cui dista pochi chilometri.

Un recente studio (ARSIA, 1995) ha evidenziato l'assenza di elementi climatici comuni alle aree studiate. Riferendosi alle zone collinari, che includono località tartuficole di notevole importanza come S. Miniato, Volterra, Poggibonsi, Taverne D'Arbia, Monte Oliveto, Pienza, emerge che i siti tartufigeni sono localizzati in aree di tipo climatico diverso rispetto a quelle appenniniche; si passa dal tipo subumido asciutto al tipo umido, con la netta prevalenza del tipo subumido. Le aree con clima umido sono molto circoscritte. Dall'analisi dei climatogrammi si rileva che il comprensorio collinare è caratterizzato dalla presenza di un periodo arido ben definito che cade nella stagione estiva e precisamente nei mesi di luglio e agosto. Ed è proprio il mese di luglio quello più siccitoso con i valori più bassi delle precipitazioni (30 mm) e la temperatura media più elevata (23,5°C).

Per quanto riguarda le precipitazioni annuali, risulta un valore pluviometrico medio di circa mm 807; le piogge sono prevalentemente distribuite nei mesi autunnali con i valori massimi in ottobre e novembre (circa 95-100 mm) ed un minimo nel periodo estivo con caratteristiche abbastanza omogenee nelle varie località. Per quanto riguarda la temperatura il valore medio rilevato nel comprensorio collinare è di 14,1°C.

I valori estremi registrati nell'aria sono di 42,5°C e di -16,0°C. I valori medi della temperatura massima sono di 19,5°C e quelli della temperatura minima di

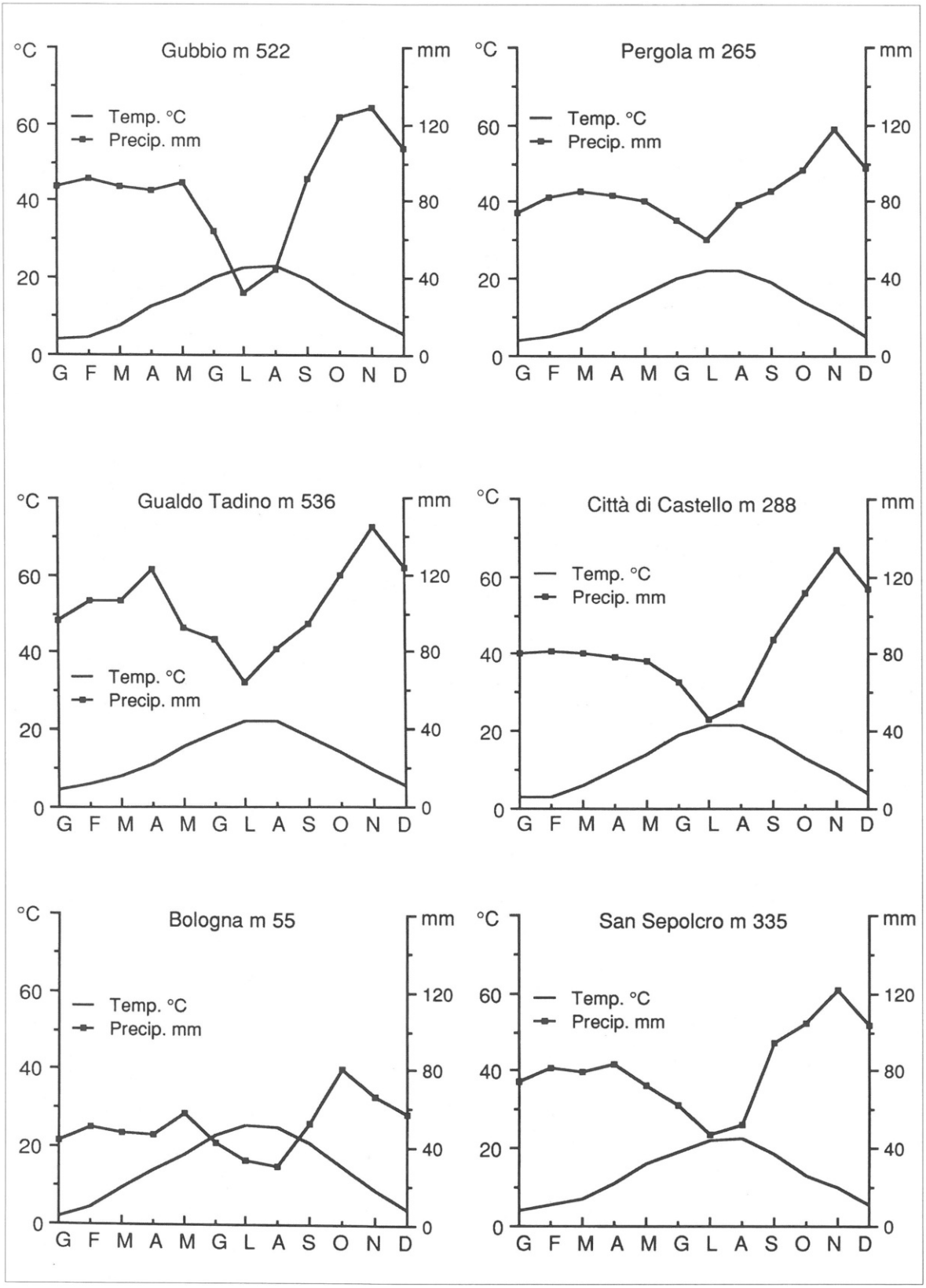


Fig. 141 - Climatogrammi di alcune zone particolarmente vocate per la produzione di *T. magnatum* (Da Bencivenga *et al.*, 1990).

9,1°C. Il mese più freddo è gennaio con una media delle temperature minime di circa 5,5°C.

Naturalmente il tipo di clima che risulta dalla elaborazione dei dati rilevati nelle stazioni termopluviometriche situate a varie distanze dalle tartufaie non corrisponde a quello dei siti tartufigeni. In una tartufaia naturale localizzata nell'area delle Crete Senesi, la temperatura media dell'aria alla superficie del terreno è inferiore di qualche grado (2,6°C nel mese di luglio) rispetto all'esterno della medesima, mentre la temperatura massima registrata nello stesso mese può essere a livello del suolo persino 4,6°C inferiore a quella esterna. Anche per quanto concerne l'umidità relativa dell'aria esistono differenze fra i due punti di rilevazione; nei mesi di luglio e di agosto l'umidità relativa è, all'interno della tartufaia rispettivamente del 12% e dell'11,3% superiore rispetto all'esterno della medesima.

Il valore medio dell'umidità relativa annuale all'interno della tartufaia è risultato di 74,8% e supera mediamente del 5-6% il valore della stazione esterna. Questi dati si riflettono anche sui valori dell'umidità e della temperatura del suolo della tartufaia che sono soggetti a minori escursioni rispetto ai siti esterni.

In definitiva emerge che rispetto alle zone limitrofe, l'ambiente microclimatico di una tartufaia naturale delle Crete Senesi è più fresco e più umido, specialmente nel periodo estivo e presenta minori escursioni termiche (ARSIA, 1995).

Dalle ricerche dell'ARSIA (1995) emerge la particolare importanza ai fini applicativi dello studio dei microclimi, oltre che del clima generale, per comprendere meglio le esigenze termopluviometriche dei tartufi nel corso del loro ciclo vitale.

Tuber uncinatum

Il tartufo uncinato (*T. uncinatum* Chatin) in Francia (Chevalier 1997) cresce in aree molto vaste con caratteristiche climatiche estremamente varie; è reperibile in zone con clima oceanico nel quale le precipitazioni sono regolari nel corso dell'anno e sono assenti freddi molto forti (come in Bretagna); questo tipo di clima è da ritenersi molto favorevole al tartufo uncinato. Altrettanto bene risponde il clima semicontinentale come quello di alcune regioni dell'Est della Francia: Bourgogne-Lorraine-Champagne-Franche-Comté-Auvergne., caratterizzato da precipitazioni relativamente abbondanti (700-800 mm) abbastanza ben distribuite nel corso dell'anno, da una temperatura media annua intorno a 9°C e un periodo con temperature inferiori a 0°C di circa 80 giorni. Nelle aree a clima continentale sono molto forti le escursioni termiche tra l'estate e l'inverno e le piogge sono irregolarmente distribuite nel corso dell'anno con lunghi periodi di innevamento; il tartufo uncinato per questi motivi si spinge a quote massime di m 1200-1300 s.l.m.

La piovosità è senz'altro il fattore che esercita l'influenza più marcata sull'entità della produzione; le piogge estive sono le più importanti, particolarmente quelle di luglio e di agosto.

Come riferisce Chevalier (1997) il 1987 è stata una annata di buona produzione in quanto sono piovuti a giugno 139 mm, a luglio 110 e in agosto 61 e nell'intera annata 749 mm. Una moderata piovosità nel corso dei mesi di aprile, di maggio e di settembre è altresì favorevole allo sviluppo dei carpofori.

L'umidità del suolo richiesta dal tartufo uncinato è generalmente elevata e lo dimostra il fatto che esso si trova preferibilmente sotto il muschio o nascosto tra la spessa lettiera, negli impluvi o sotto una vegetazione abbastanza fitta; nelle annate siccitose compare soltanto nelle zone esposte a Nord ove permane più a lungo un certo grado di umidità del suolo. In definitiva al tartufo uncinato non sono favorevoli le estati troppo secche. Questo tartufo non tollera una insolazione diretta (contrariamente al nero di Norcia) ma evita anche le zone troppo ombreggiate.

In fatto di temperatura il tartufo uncinato sopporta male forti escursioni termiche nel corso dell'anno e alte temperature estive soprattutto in assenza di piogge. Anche il freddo lo danneggia fortemente quando è prolungato e le temperature sono particolarmente basse; il gelo costituisce sempre un fattore negativo mentre un freddo moderato favorisce la maturazione dei carpofori; difatti in assenza di gelate è possibile raccogliere i tartufi di questa specie fino a tutto il mese di febbraio.

In Italia il clima delle aree a *T. uncinatum* è stato studiato da Bencivenga *et al.* (1996) in due stazioni: Monte Subasio (Perugia) e Leonessa (Rieti, Lazio).

Nel Monte Subasio (quota m 950-986) il clima generale risulta di tipo axerico, temperato medio. A Leonessa (quota m 1210) il clima è del tipo axerico, temperato medio e l'andamento termopluviometrico è riportato nella Fig. 140.

In definitiva, riferendosi alle più recenti ricerche di Roux (2001) il tartufo uncinato esige un buon grado di umidità del terreno in aprile-maggio e le piogge di questo periodo determinano il numero dei tartufi che nascono. Le piogge di giugno e luglio incidono sul numero dei tartufi che sopravvivono, mentre le piogge di luglio e agosto determinano la taglia dei carpofori.

Tuber aestivum

L'ecologia del *T. aestivum* è stata poco studiata come pure il suo ciclo vitale. È opinione di molti che la differenziazione dei carpofori avvenga prevalentemente nei mesi autunnali in corrispondenza di abbondanti piogge e di una temperatura mite del suolo. I carpofori si accrescono nel corso dell'inverno e già nel mese di aprile si rinvengono di grosse dimensioni con la gleba biancastra, immatura. Anche nei mesi primaverili avrebbe luogo la differenziazione dei primordi. Le piogge di questo periodo e le temperature progressivamente più elevate ne favoriscono l'accrescimento e la maturazione che ha luogo nei mesi successivi. Quando il terreno si fa arido per la carenza di precipitazioni e per le alte temperature, i carpofori cessano l'accrescimento e possono presentarsi anche un po' avvizziti nonostante il robusto peridio che attenua la perdita di acqua. In sostanza questa specie sfrutta le temperature miti primaverili e le frequenti piogge di questa stagione per accrescersi e le temperature estive per la maturazione. Nel lavoro di Bencivenga *et al.* (1996) sono caratterizzati i bioclimi di alcune aree a *T. aestivum.*

A Blera (Lazio) (quota m 260 s.l.m.) il clima risulta di tipo mesomediterraneo, attenuato.

Il Monte Martano (Perugia) ha un clima axerico, temperato, medio, nella zona del querceto posto a quota di m 630-700. Nella stessa area, ma a quota più alta (880-980) è presente il faggeto, ma il clima rientra anco-

ra nel tipo axerico, temperato, medio. Il *T. aestivum* è presente pure a Leonessa. Naturalmente il microclima a livello delle tartufaie è differente dal clima generale delle aree tartuficole ma a questo riguardo non si hanno dati sperimentali per il *T. aestivum.*

Tuber mesentericum

Nell'Alta Valle del Sele, provincia di Salerno, è largamente diffuso il tartufo nero di Bagnoli (*T. mesentericum*), reperibile a quote comprese tra m 1000 e 1500 s.l.m., ove vive in simbiosi prevalentemente con il Faggio. Il clima a quote così alte è di tipo mediterraneo-montano caratterizzato da una elevata piovosità, da alta umidità dell'aria e da una prolungata presenza di neve nei mesi invernali; la temperatura può scendere periodicamente al disotto dello zero. Nel corso dell'estate le temperature non toccano valori elevati e l'aridità in questo periodo è poco accentuata. Per avere un'indicazione sul tipo di clima favorevole alla crescita del tartufo nero di Bagnoli ci possiamo riferire ai dati termopluviometrici di Montevergine (provincia di Avellino, Campania) del periodo 1921-1950 (dati di Mennella C., 1967 - Il clima d'Italia, Vol. 1, EDART., Napoli), località situata in una zona tipica del faggeto alla quota di m 1270 s.l.m.

Nel suddetto periodo la piovosità media è stata di mm 2.215 ripartita in 118 giorni. I valori massimi della piovosità si registrano nel mese di novembre (333 mm) e quella minima nel mese di luglio con 42 mm.

Vi è da considerare infine che l'umidità dell'aria nelle zone di Montevergine ha un valore medio annuale assai elevato (82%) con bassa escursione tra il giorno e la notte.

La copertura nevosa può durare da 3 a 3,5 mesi.

Per quanto riguarda le temperature a Montevergine, nel decennio 1954-1963, si registra un valore medio annuo di +8,3 °C, mentre la media del mese più caldo è di 17,6 °C. I giorni con possibilità di gelo sono 45 all'anno (Palenzona *et al.,* 1976).

L'andamento delle precipitazioni e delle temperature nella stazione di Montevergine è riportato nella Fig. 142, da cui emerge che il bioclima della faggeta si caratterizza per un sensibile ritardo nell'arrivo della primavera e per la freschezza dei mesi estivi.

I dati ora esposti evidenziano che il tipo di clima idoneo allo sviluppo del *T. mesentericum* è ben diverso da quello degli altri tartufi di interesse commerciale. Le ricerche di Bencivenga *et al.* (1996) hanno consentito di definire il bioclima di aree tartuficole a *T. mesentericum* dell'Italia centrale (Umbria), nel Monte Subasio (PG) a quote da m 940 a m 980 s.l.m. e nel Monte Serano (PG) a quota di m 1245-1350 s.l.m. dove il clima risulta di tipo axerico, temperato medio. Nel Monte Terminillo (Rieti, Lazio) alla quota di m 1390-1420 s.l.m. il clima è invece di tipo sub-axerico freddo.

In definitiva i dati disponibili sulle esigenze climatiche generali delle varie specie di tartufo sono ancora frammentari e molto carenti sono quelli dei siti tartuficoli, che riteniamo di particolare interesse.

Sarebbe di estrema importanza uno studio a livello regionale di tutte le componenti del clima rapportando i relativi valori alla distribuzione della vegetazione, dei vari tipi di suolo e alla produzione di tartufi e ciò al fine di delimitare con sufficiente precisione le aree tartuficole attuali e quelle potenziali sulle quali potrebbe vantaggiosamente svilupparsi la tartuficoltura.

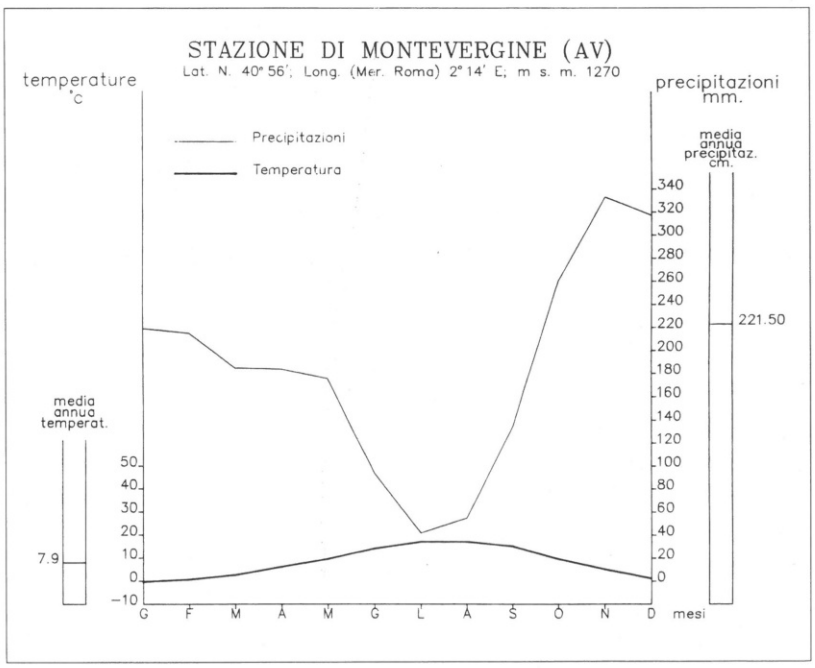


Fig. 142 - Diagramma termo-udometrico Bagnouls-Gaussen, periodo 1921/1955 (Mennella C., 1967).

34 La cartografia delle aree potenzialmente idonee alla produzione dei tartufi

Per la programmazione dello sviluppo della tartuficoltura in una Regione è necessario disporre di una cartografia delle aree attualmente e potenzialmente tartuficole riferite alle singole specie di tartufi. La elaborazione di una tale carta si avvale di un attento studio di alcuni elementi fondamentali.

1) Altitudine - è un fattore importante in quanto le varie specie di tartufo vivono entro una determinata fascia altitudinale influenzata dalla esposizione.

2) Geomorfologia - il suolo può essere variamente modellato in larghe pianure, in colline e in montagne incidendo così sul microclima locale dovuto alle diverse esposizioni.

3) Litologia - la natura chimica e fisica della roccia o comunque del substrato sul quale si evolvono i suoli conferisce a questi, particolari caratteri che possono o meno essere idonei allo sviluppo delle varie specie di tartufo.

4) Pedologia - Le analisi dei profili dei suoli e dei loro caratteri fisici e chimici consentono di appurare l'idoneità di un terreno alla coltivazione dei tartufi.

5) Climatologia - La valutazione dei fattori principali del clima: temperatura e precipitazioni da un punto di vista dinamico e quantitativo, consente di elaborare le carte delle isoterme e delle isoiete e i diagrammi termopluviometrici che vanno rapportati alle esigenze delle singole specie di tartufo.

6) La distribuzione delle piante tartuficole - Il censimento e la distribuzione delle piante simbionti in rapporto all'esposizione e all'altitudine orienta il tartuficoltore nella scelta delle piantine micorrizate per realizzare l'impianto della tartufaia.

Allestite le carte di ciascun fattore considerato si procede alla sovrapposizione delle medesime; da questa operazione risulta agevole l'individuazione delle aree effettivamente idonee allo sviluppo dei tartufi caratterizzate dalla contemporanea presenza di valori ottimali dei fattori presi in esame.

Per realizzare la cartografia della distribuzione attuale dei tartufi si procede attraverso la individuazione delle stazioni ove vengono raccolti, annotando l'altitudine, l'esposizione e le piante tartuficole preferenziali.

Le recenti pubblicazioni dei Paesaggi pedologici e della Carta dei suoli dell'Umbria (Fig. 125, pag. 151) a cura di Giovagnotti C. *et al.* (2003), della Carta Geologica dell'Umbria, Fig. 123, pag. 147 e della Carta della Vegetazione (Venanzoni *et al.*, 1997 e 1998) (Fig. 144, pag. 170) costituiscono strumenti di primaria importanza per elaborare la cartografia delle aree potenzialmente tartuficole.

La vegetazione forestale delle aree tartuficole dell'Umbria

35

Introduzione

L'Umbria ha una superficie di kmq 28.456 di cui 5.980 da attribuirsi a territorio collinare e 2.946 a settori montani (Istat, 1991). Il territorio è diviso in due dalla valle del Tevere, cui si aggiungono le vallate dei fiumi Clitunno-Topino-Chiascio, Nestore, Chiani-Paglia e Velino-Nera. Un ruolo importante, non solo dal punto di vista ambientale, è rivestito dal Bacino chiuso del lago Trasimeno.

I sistemi montuosi principali ricadono sulla dorsale Appenninica con i monti: Cucco (m 1566 s.l.m.), Pennino (m 1571), Vettore (m 2448), Patino (m 1884), Serra (m 1744), Utero (m 1808), Coscerno (m 1684), Civitella (m 1565), Aspra (m 1652), La Pelosa (m 1635). I sistemi più interni, quali quelli dei Monti Subasio, Amerini e Peglia, raramente superano i m 1000-1100 di altitudine.

I substrati, assai diversificati, sono rappresentati da litotipi che vanno dai calcari massicci alle arenarie, ai depositi fluviolacustri e alle rocce di origine vulcanica.

Le caratteristiche del clima della Regione Umbria sono state già inquadrate in precedenti lavori (Venanzoni *et al.*, 1998, 1999); qui si riprendono solo le caratteristiche più salienti riferite al clima, desunte sulla base dei dati registrati nelle stazioni pluviometriche e termopluviometriche disponibili nel territorio. Il Tipo climatico o, meglio, fitoclimatico più estesamente rappresentato in Umbria è riferibile al Macrobioclima Temperato, variante Submediterranea, Termotipo Collinare superiore, Ombrotipo Subumido superiore.

Questo Tipo bioclimatico indica la presenza di caratteristiche climatiche di forte transizione verso il Macrobioclima Mediterraneo. La variante submediterranea si individua per il fatto che, durante almeno un mese estivo, le precipitazioni sono inferiori a due volte e mezzo i valori della temperatura media. Il fattori topografici, quali l'esposizione e l'acclività, assieme al substrato, determinano locali variazioni del fitoclima (topoclima o mesoclima). Un esempio tipico è quello dei versanti che, in condizioni di elevata acclività, mostrano una maggiore impronta mediterranea in relazione alla presenza di fenomeni di erosione, mentre con acclività moderate, soprattutto nei tratti di raccordo con i fondovalle, manifestano caratteristiche di compensazione edafica e conseguente attenuazione dei fenomeni di aridità. La concomitanza dei numerosi fattori stazionali, come si vedrà più avanti, pro-



Fig. 143 - Suggestivo scorcio della Valnerina, famosa per la sua bellezza naturale e per la notevole presenza di tartufo nero pregiato *(foto: G. Materozzi)*.

voca forti ripercussioni sulla vegetazione che si presenta a netta impronta termofila e mediterranea nelle aree con pendenze elevate, connotandosi invece per una più marcata mesofilia nelle aree basse e di fondovalle.

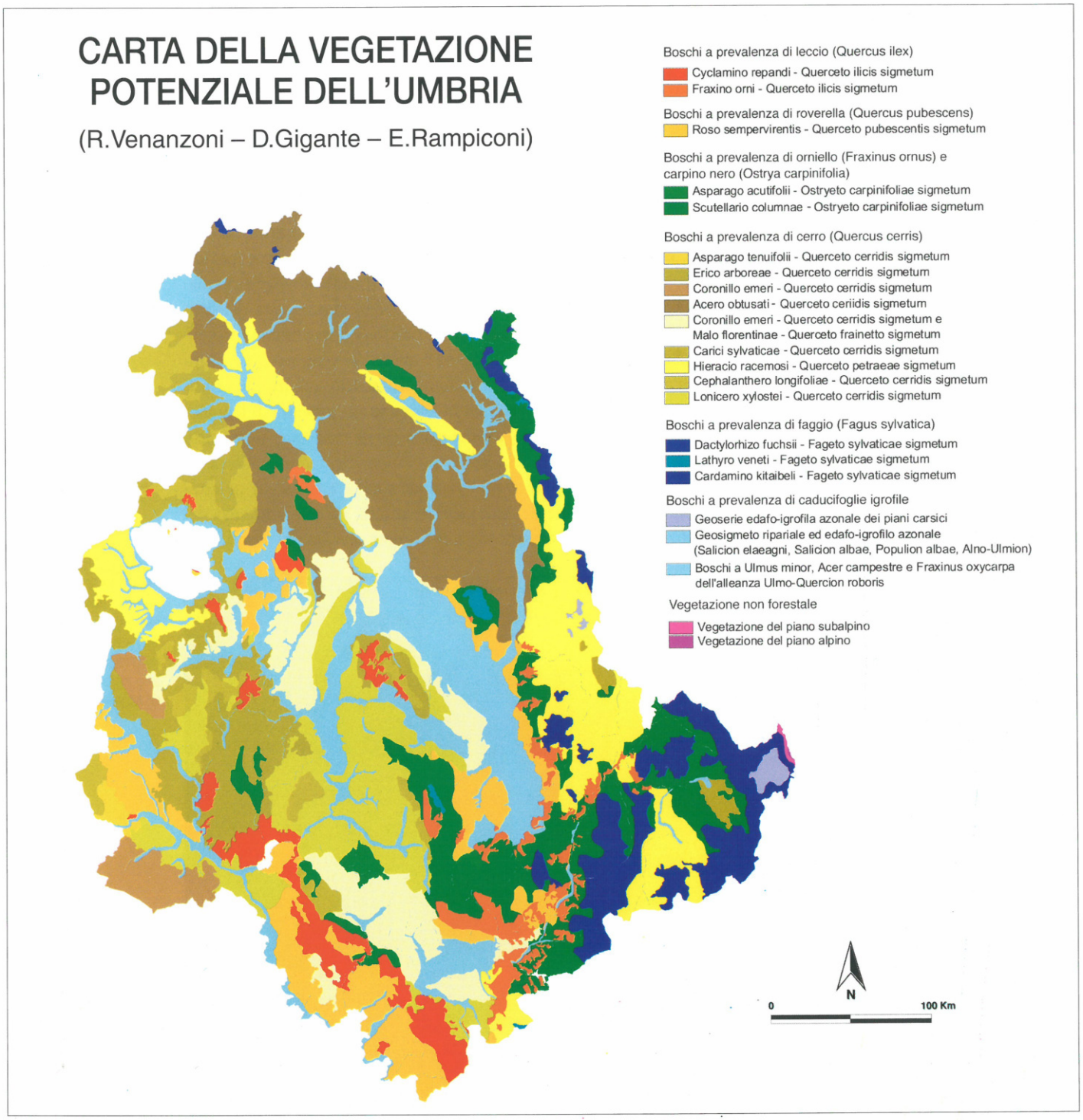
I boschi dell'Umbria

La vegetazione forestale, secondo statistiche recenti (Grohman, 1977) ricopre circa il 36% della superficie regionale con ha 217.500 nella provincia di Perugia e 83.900 in quella di Terni. La forma principale di governo è rappresentata dal ceduo (circa 85%) seguito dalla fustaia (12%) e, quindi, da cedui in conversione (3%). Le tipologie forestali sono rappresentate prevalentemente da latifoglie decidue e sempreverdi; trascurabile è la presenza di conifere spontanee.

La trattazione di ciascun tipo di cenosi forestale verrà effettuata facendo riferimento alle principali associazioni vegetali e alle serie di vegetazione descritte con il metodo fitosociologico (Figg. 144 e 145).

La rappresentazione dell'associazione forestale, insieme alla vegetazione di sostituzione collegata, utilizzata in numerose pubblicazioni sulla vegetazione del territorio umbro (Biondi *et al.*, 2002) offre un quadro sintetico dei rapporti ecologico-dinamici che legano le cenosi vegetali, necessari per comprendere l'evoluzione e lo stato della vegetazione attuale.

Fig. 144



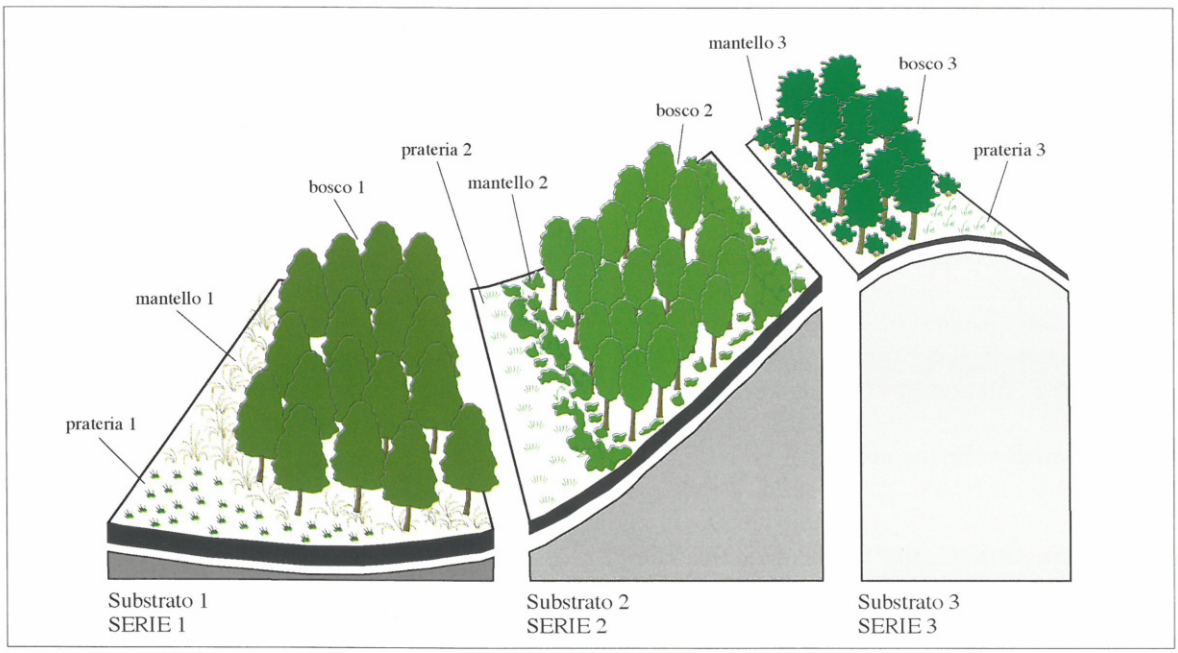


Fig. 145 - Schema esplicativo del concetto di Serie di vegetazione.

Vegetazione forestale azonale

La vegetazione è definita azonale quando non è legata ad una tipologia climatica ben precisa. Il termine si contrappone all'aggettivo zonale che si attribuisce ad una vegetazione riferibile ad una determinata fascia bioclimatica. La forte umidità del suolo e la presenza di falda freatica elevata sono i principali fattori ecologici che determinano la struttura e la composizione floristica di queste cenosi forestali. Tipicamente troviamo questi boschi lungo il sistema idrografico; essi si sviluppano a partire dai greti con le associazioni di specie forestali a legno tenero (Salici, Pioppi) sino ai terrazzi di ordine più elevato ove possono rinvenirsi boschi di Olmo e Frassino ossifillo accompagnati da Querce. In realtà, oggigiorno, nei terrazzi non rinveniamo più formazioni forestali in quanto sono stati del tutto utilizzati per ottenere territori agricoli e la vegetazione originaria è stata completamente distrutta: i pochi lembi sopravvissuti sono osservabili in pochissime località ed appaiono generalmente inquinati dalla forte presenza di Robinia (*Robinia psudoacacia*). Interessante in Umbria è la presenza di cenosi a dominanza di *Populus canescens* che sembra vicariare la specie *Populus alba*, meno diffusa, che non dà origine a popolamenti rilevabili ma è presente solo in forma sporadica.

Boschi di terrazzo a Pioppo canescente

ASSOCIAZIONE FORESTALE: Aggruppamento a *Populus canescens.*

GEOSERIE DI RIFERIMENTO: Geoserie ripariale ed edafo-igrofila azonale delle sponde di fiumi e laghi.

HABITAT: suoli alluvionali, pianori e terrazzi anche del sistema idrografico minore. La specie resiste, in formazioni lineari, anche nelle aree maggiormente antropizzate.

SPECIE GUIDA: Pioppo canescente (*Populus canescens*), Sanguinello (*Cornus sanguinea*), Nocciolo (*Corylus avellana*), Carice maggiore (*Carex pendula*), Luppolo comune (*Humulus lupulus*), Ligustro (*Ligustrum vulgare*), Biancospino comune (*Crataegus monogyna*).

Boschi ripariali a Salice bianco (Fig. 146)

ASSOCIAZIONE FORESTALE: *Salicetum albae.*

GEOSERIE DI RIFERIMENTO: Geoserie ripariale ed



Fig. 146 - Formazioni ripariali nelle quali si realizzano condizioni favorevoli alla crescita del tartufo bianco *(foto: R. Venanzoni).*

edafo-igrofila azonale delle sponde di fiumi e laghi.

SUBSTRATO: Depositi alluvionali olocenici.

HABITAT: greti di fiumi su suoli alluvionali minerali dove, a causa delle esondazioni, è impedita la pedogenesi. Questo tipo di bosco non si sviluppa in condizioni palustri.

SPECIE GUIDA: Salice bianco (*Salix alba*), Pioppo nero (*Populus nigra*), Pioppo canescente (*Populus canescens*), Sanguinello (*Cornus sanguinea*), Rovo comune (*Rubus ulmifolius*), Rovo bluastro (*R. caesius*), Edera (*Hedera helix*), Ortica comune (*Urtica dioica*), Alliaria comune (*Alliaria petiolata*), Attaccamano (*Galium aparine*).

Boschi ripariali a Ontano nero

ASSOCIAZIONE FORESTALE: *Aro italici-Alnetum glutinosae.*

GEOSERIE DI RIFERIMENTO: Geoserie ripariale ed edafo-igrofila azonale delle sponde di fiumi e laghi.

SUBSTRATO: Depositi alluvionali olocenici.

HABITAT: suoli alluvionali con tendenza alla stabilizzazione, soggetti a pedogenesi (a causa delle ridotte esondazioni) e conseguente accumulo di sostanza organica. *Alnus glutinosa*, grazie alla presenza di micorrize, è una specie colonizzatrice. Non sopporta *habitat* con esondazioni frequenti. In alcune situazioni può formare cenosi con caratteristiche ecologiche marcatamente palustri (con ristagno d'acqua).

SPECIE GUIDA: Ontano nero (*Alnus glutinosa*), Vitalba (*Clematis vitalba*), Sambuco nero (*Sambucus nigra*), Equiseto dei campi (*Equisetum arvense*), Canapa acquatica (*Eupatorium cannabinum*), Cardo cretese (*Cirsium creticum* subsp. *triumfetti*), Gigaro chiaro (*Arum italicum*).

Boscaglie ripariali a Salice rosso

ASSOCIAZIONE FORESTALE: *Saponario officinalis-Salicetum purpureae.*

GEOSERIE DI RIFERIMENTO: Geoserie ripariale ed edafo-igrofila azonale delle sponde di fiumi e laghi.

SUBSTRATO: Depositi alluvionali olocenici.

HABITAT: il salice rosso colonizza il greto nei tratti più soggetti all'erosione da parte dell'acqua. I suoli sono alluvionali, da sabbiosi a ciottolosi, soggetti a continuo rimodellamento a causa della corrente.

SPECIE GUIDA: Salice rosso (*Salix purpurea*), Saponaria comune (*Saponaria officinalis*), Morella rampicante (*Solanum dulcamara*), Marrubio fetido (*Ballota nigra*), Incensaria comune (*Pulicaria dysenterica*).

Boscaglie ripariali a Salice ripaiolo

ASSOCIAZIONE FORESTALE: *Salicetum elaeagni.*

GEOSERIE DI RIFERIMENTO: Geoserie ripariale ed edafo-igrofila azonale delle sponde di fiumi e laghi.

SUBSTRATO: Depositi alluvionali olocenici.

HABITAT: greti di torrenti nel tratto montano.

SPECIE GUIDA: Salice ripaiolo (*Salix elaeagnos*), Salice rosso (*Salix purpurea*), Farfaraccio comune (*Petasites hybridus*), Equiseto massimo (*Equisetum telmateja*), Garofanino d'acqua (*Epilobium hirsutum*), Vilucchio bianco (*Calystegia sepium*).

Boscaglie palustri a Salice cinereo.

ASSOCIAZIONE FORESTALE: *Salicetum cinereae.*

GEOSERIE DI RIFERIMENTO: Geoserie ripariale ed edafo-igrofila azonale delle sponde di fiumi e laghi.

SUBSTRATO: Depositi alluvionali olocenici.

HABITAT: ambienti palustri su suoli idromorfi, particolarmente al bordo di paludi e laghi, in collegamento dinamico con associazioni a grandi carici.

SPECIE GUIDA: Salice cinereo (*Salix cinerea*), Frangola comune (*Frangula alnus*), Mazza d'oro comune (*Lysimachia vulgaris*), Viburno acquatico (*Viburnum opulus*), Carice spondicola (*Carex riparia*), Giaggiolo acquatico (*Iris pseudacorus*).

Vegetazione forestale climatofila

Se si escludono le tipologie forestali strettamente collegate al reticolo idrografico ed in generale dipendenti dalla presenza di corpi d'acqua, la distribuzione dei boschi è determinata dalle caratteristiche climatiche di ciascun territorio: la lecceta si localizza nelle zone più basse e calde, la faggeta in quelle montane più fresche. La vegetazione è definita climatofila quando il clima è il principale fattore ecologico che ne determina la distribuzione, la struttura e la composizione floristica. Quando una formazione vegetale climatofila raggiunge particolari livelli di complessità e stabilità può essere definita anche *climax*. Un'altra caratteristica importante della vegetazione climatofila è la sua distribuzione in fasce o piani bioclimatici. I piani bioclimatici principali dell'Umbria, riferiti alle associazioni forestali trattate, sono i seguenti:

- Piano *basale*: con vegetazione termofila, con forti caratteristiche di mediterraneità, a prevalenza di Leccio o Roverella a seconda dei substrati;
- Piano *collinare-submontano*: con vegetazione mesofila, con caratteristiche di submediterraneità, a prevalenza di Carpino nero, Cerro, Roverella, Orniello e Aceri a seconda dei substrati;
- Piano *montano* e *altimontano*: con vegetazione spiccatamente mesofila rappresentata dalle faggete montane e altomontane.

Boschi a prevalenza di Querce sempreverdi

I boschi sempreverdi caratterizzati dal Leccio (*Quercus ilex*) rappresentano la macchia mediterranea e sono distribuiti nelle zone più calde (Fig. 147). Questi boschi, sia in condizioni naturali che sotto l'influenza antropica, sono caratterizzati nello strato arboreo dalla dominanza del leccio e da poche altre specie tra le quali l'Orniello (*Fraxinus ornus*), la Roverella (*Quercus pubescens*), il Carpino nero (*Ostrya carpinifolia*). Nella valle del Serra e nella bassa Valnerina al Leccio può associarsi in abbondanza il Pino d'Aleppo (*Pinus halepensis*) (Fig. 148).

La vegetazione arbustiva di sostituzione dà tipica-

mente origine ad arbusteti sempreverdi molto fitti ed impenetrabili, a dominanza di Fillirea (*Phillyrea media, P. latifolia*), Stracciabraghe (*Smilax aspera*), Erica (*Erica arborea*) e Corbezzolo (*Arbutus unedo*). La vegetazione basso-arbustiva è costituita da garighe ricche di specie quali il Cisto rosso (*Cistus creticus* ssp. *eriocephalus*), il Cisto femmina (*Cistus salvifolius*), il Mirto (*Myrtus communis*), il Lentisco (*Pistacia lentiscus*). Le radure sono occupate da pratelli terofitici effimeri a sviluppo tardo-primaverile, anch'essi caratterizzati da una notevole diversità di specie.

Le principali tipologie forestali riconosciute sono di seguito descritte.

Lecceta mesomediterranea termofila su substrati decarbonatati

ASSOCIAZIONE FORESTALE: *Cyclamino repandi-Quercetum ilicis.*

SERIE DI RIFERIMENTO: Serie climatofila subcostiera tirrenica mesomediterranea (submesomediterranea) subacidofila del Leccio *Cyclamino repandi-Querco ilicis* sigmetum.

INTERVALLO ALTITUDINALE: m 150-500 (600) s.l.m.

SUBSTRATO: Formazione del Calcare massiccio, arenarie Mioceniche della Formazione del Macigno del Mugello e del Chianti.

SUOLI: Suoli fersiallitici del tipo delle Terre rosse mediterranee, suoli bruni modali.

CLIMA: Macrobioclima Mediterraneo, Piano bioclimatico Mesomediterraneo (subordinatamente Macrobioclima Temperato, Piano bioclimatico Submesomediterraneo).

SPECIE GUIDA: Erica arborea (*Erica arborea*), Stracciabraghe (*Smilax aspera*), Ciclamino primaverile (*Cyclamen repandum*), Corbezzolo (*Arbutus unedo*), Viburno (*Viburnum tinus*), Fillirea comune (*Phillyrea latifolia*).

Lecceta submediterranea mista termofila su calcare

ASSOCIAZIONE FORESTALE: *Cyclamino hederifolii-Quercetum ilicis.*

SERIE DI RIFERIMENTO: Serie climatofila subcostiera adriatica mesomediterranea e submesomediterranea neutro-basifila del Leccio *Cyclamino hederifolii-Querco ilicis* sigmetum.

INTERVALLO ALTITUDINALE: m 150-600 (900) s.l.m.

SUBSTRATO: Formazioni del Calcare massiccio, della Maiolica o Calcare rupestre, della Corniola e della Scaglia rosata, rossa e bianca.

SUOLI: Suoli bruni degradati, Litosuoli.

CLIMA: Macrobioclima Mediterraneo, Piano bioclimatico Mesomediterraneo e Macrobioclima Temperato, Piano bioclimatico Submesomediterraneo; nel Piano bioclimatico Mesotemperato la Serie è presente con carattere di extrazonalità.

SPECIE GUIDA: Orniello (*Fraxinus ornus*), Albero di Giuda (*Cercis siliquastrum*), Carpino nero (*Ostrya carpinifolia*), Acero minore (*Acer monspessulanum*), Pino d'Aleppo (*Pinus halepensis*), Lentisco (*Pistacia lentiscus*), Terebinto (*Pistacia terebinthus*), Ginepro rosso (*Juniperus oxycedrus*), Ciclamino napoletano (*Cyclamen hederifolium*).





Fig. 147 *(in alto)*- Lecceta su calcare della gola del Forello, con lo sfondo del lago di Corbara *(foto: R. Venanzoni).*

Fig. 148 - Lecceta mista con abbondanza di Pino di Aleppo, ove crescono il tartufo estivo e il nero pregiato *(foto: R. Venanzoni).*

Lecceta submediterranea mista mesofila su calcare

ASSOCIAZIONE FORESTALE: *Cephalanthero longifoliae-Quercetum ilicis.*

INTERVALLO ALTITUDINALE: m 700-900 (1000) s.l.m.

SUBSTRATO: Formazioni del Calcare massiccio, della Maiolica o Calcare rupestre, della Corniola e della Scaglia rosata, rossa e bianca.

SUOLI: Suoli bruni calcarei.

CLIMA: Macrobioclima Temperato, Piano bioclimatico Submesomediterraneo e Mesotemperato.

SPECIE GUIDA: Cefalantera a foglie lunghe (*Cepha-*

lanthera longifolia), Erba-limona comune (*Melittis melissophyllum*), Anemone dell'Appennino (*Anemone apennina*), Melica comune (*Melica uniflora*), Erba trinità (*Hepatica nobilis*), Maggiociondolo (*Laburnum anagyroides*), Acero d'Ungheria (*Acer obtusatum*), Dafne laurella (*Daphne laureola*), Cicerchia veneta (*Lathyrus venetus*), Caprifoglio peloso (*Lonicera xylosteum*), Silene italica (*Silene italica*), Primula comune (*Primula vulgaris*).

Boschi a prevalenza di Querce caducifoglie

I boschi a dominanza di querce caducifoglie sono generalmente cenosi miste in cui prevalgono, di volta in volta, la Roverella (*Quercus pubescens*), il Cerro (*Q. cerris*), il Farnetto (*Quercus frainetto*). Rappresentano la vegetazione dominante nei settori collinari caratterizzati da substrati di natura argillosa, marnosa e arenacea.

La vegetazione arbustiva di sostituzione può essere rappresentata da comunità povere di specie a dominanza di Ginestra odorosa (*Spartium junceum*), Biancospino (*Crataegus monogyna, C. oxyacantha*), Cornetta dondolina (*Coronilla emerus* ssp. *emeroides*), Ginestra dei carbonai (*Cytisus scoparius*) o Eriche (*Erica arborea, E. scoparia*) in base alla natura del substrato. Le praterie di sostituzione sono generalmente costituite da brometi molto ricchi di specie, caratterizzati talora da forte presenza di Falasco (*Brachypodium rupestre*).

Le principali tipologie forestali riconosciute sono di seguito descritte.

Querceto submediterraneo termofilo su argille e marne

ASSOCIAZIONE FORESTALE: *Roso sempervirentis-Quercetum pubescentis.*

SERIE DI RIFERIMENTO: Serie climatofila preappenninica submesomediterranea neutrobasifila della Roverella



Fig. 149 - Formazione a Roverella su suolo calcareo, ambiente favorevole allo sviluppo del tartufo estivo e del nero pregiato *(foto: R. Venanzoni).*

Roso sempervirentis-Querco pubescentis sigmetum.

INTERVALLO ALTITUDINALE: m 150-600 s.l.m.

SUBSTRATO: substrati argillosi o argilloso-marnosi, riferibili prevalentemente alle argille ed argille sabbiose del Pliocene medio-inferiore, ai depositi alluvionali Olocenici dei terrazzi più elevati, alle falde detritiche pedemontane; secondariamente marne siltose e argille marnose grigie.

SUOLI: Suoli bruni calcarei, Suoli bruni degradati, Regosuoli.

CLIMA: Macrobioclima Temperato, Piano bioclimatico Submesomediterraneo.

SPECIE GUIDA: Roverella (*Quercus pubescens*), Leccio (*Quercus ilex*), Acero minore (*Acer monspessulanum*), Rosa di S. Giovanni (*Rosa sempervirens*), Clematide fiammola (*Clematis flammula*), Stracciabraghe (*Smilax aspera*), Rovo comune (*Rubus ulmifolius*), Caprifoglio etrusco (*Lonicera etrusca*), Biancospino comune (*Crataegus monogyna*), Ginestra odorosa (*Spartium junceum*), Carpinella (*Carpinus orientalis*), Falasco (*Brachypodium rupestre*), Carice glauca (*Carex flacca*), Elleboro puzzolente (*Helleborus foetidus*), Viola di Dehnhardt (*Viola alba* subsp. *dehnhardtii*), Erba-perla azzurra (*Buglossoides purpurocoerulea*).

Querceto submediterraneo termofilo su marne

ASSOCIAZIONE FORESTALE: *Roso sempervirentis-Quercetum pubescentis ericetosum multiflorae*

SERIE DI RIFERIMENTO: Serie edafo-xerofila preappenninica submesomediterranea (mesotemperata) neutrobasifila della Roverella *Roso sempervirentis-Querco pubescentis erico multiflorae* sigmetosum.

INTERVALLO ALTITUDINALE: m 150-600 s.l.m.

SUBSTRATO: marne siltose e argille marnose grigie della Formazione Marnoso-Arenacea.

SUOLI: Suoli bruni degradati, Regosuoli.

CLIMA: Macrobioclima Temperato, Piano bioclimatico Submesomediterraneo.

SPECIE GUIDA: Roverella (*Quercus pubescens*), Pino d'Aleppo (*Pinus halepensis*), Orniello (*Fraxinus ornus*), Viburno (*Viburnum tinus*), Rosa di S. Giovanni (*Rosa sempervirens*), Erica multiflora (*Erica multiflora*), Attaccamano (*Rubia peregrina*), Ginepro rosso (*Juniperus oxycedrus*).

Ostrieto submediterraneo termofilo su calcare

ASSOCIAZIONE FORESTALE: *Asparago acutifolii-Ostryetum carpinifoliae.*

SERIE DI RIFERIMENTO: Serie climatofila preappenninica submesomediterranea neutrobasifila del Carpino nero *Asparago acutifolii-Ostryo carpinifoliae* sigmetum.

INTERVALLO ALTITUDINALE: m 150-600 s.l.m.

SUBSTRATO: Formazioni del Calcare massiccio e della Scaglia rosata, rossa e bianca, Formazioni della Maiolica o Calcare rupestre e della Corniola.

SUOLI: Suoli bruni calcarei.

CLIMA: Macrobioclima Temperato, Piano bioclimatico Submesomediterraneo.

SPECIE GUIDA: Carpino nero (*Ostrya carpinifolia*), Leccio (*Quercus ilex*), Stracciabraghe (*Smilax aspera*), Attaccamano (*Rubia peregrina*), Rosa di S. Giovanni (*Rosa sempervirens*), Corniolo (*Cornus mas*), Asparago pungen-

te (*Asparagus acutifolius*), Pungitopo (*Ruscus aculeatus*), Dafne laurella (*Daphne laureola*), Edera (*Hedera helix*).

Cerreta preappenninica tirrenica termofila su silice

ASSOCIAZIONE FORESTALE: *Erico arboreae-Quercetum cerridis.*

SERIE DI RIFERIMENTO: Serie climatofila preappenninica tirrenica submesomediterranea subacidofila del Cerro *Erico arboreae-Querco cerridis* sigmetum.

INTERVALLO ALTITUDINALE: m (250) 300-550 (600) s.l.m.

SUBSTRATO: arenarie Mioceniche della Formazione del Macigno del Mugello e del Chianti, Sabbie plioceniche, arenarie della Formazione Marnoso-Arenacea.

SUOLI: Suoli bruni modali.

CLIMA: Macrobioclima Temperato, Piano bioclimatico Submesomediterraneo.

SPECIE GUIDA: Cerro (*Quercus cerris*), Leccio (*Quercus ilex*), Fillirea comune (*Phillyrea latifolia*), Viburno (*Viburnum tinus*), Erica arborea (*Erica arborea*), Erica da scope (*Erica scoparia*), Corbezzolo (*Arbutus unedo*), Festuca dei boschi (*Festuca heterophylla*), Erba-lucciola mediterranea (*Luzula forsteri*), Camedrio siciliano (*Teucrium siculum*).

Cerreta preappenninica tirrenica termofila su marne e argille sabbiose

ASSOCIAZIONE FORESTALE: *Lonicero xylostei-Quercetum cerridis.*

SERIE DI RIFERIMENTO: Serie climatofila preappenninica tirrenica submesomediterranea neutrobasifila del Cerro *Lonicero xylostei-Querco cerridis* sigmetum.

INTERVALLO ALTITUDINALE: m (250) 300-550 (600) s.l.m.

SUBSTRATO: argille e marne policrome (Scisti policromi), calcari, calcareniti e calciruditi (Nummulitico) (nell'ambito della Formazione del Macigno del Mugello e del Chianti); depositi lacustri sabbioso/argillosi Plio-Pleistocenici (Villafranchiano p.p.); marne siltose e argille marnose grigie (Schlier) della Formazione Marnoso-Arenacea (solo in contesto climatico submesomediterraneo), argille ed argille sabbiose del bacino del F. Paglia (Pliocene sup.-medio).

SUOLI: Suoli bruni calcarei, Suoli bruni calcici.

CLIMA: Macrobioclima Temperato, Piano bioclimatico Submesomediterraneo.

SPECIE GUIDA: Cerro (*Quercus cerris*), Orniello (*Fraxinus ornus*), Acero campestre (*Acer campestre*), Roverella (*Quercus pubescens*), Quercia di Dalechamps (*Q. dalechampii*), Rosa di S. Giovanni (*Rosa sempervirens*), Stracciabraghe (*Smilax aspera*), Robbia selvatica (*Rubia peregrina*), Tamaro (*Tamus communis*), Ligustro (*Ligustrum vulgare*), Biancospino comune (*Crataegus monogyna*), Agazzino (*Pyracantha coccinea*), Sanguinello (*Cornus sanguinea*), Prugnolo (*Prunus spinosa*), Asparago pungente (*Asparagus acutifolius*), Pungitopo (*Ruscus aculeatus*), Ginestrella comune (*Osyris alba*), Erba-limona comune (*Melittis melissophyllum*), Edera (*Hedera helix*), Paleo silvestre (*Brachypodium sylvaticum*), Crocettona glabra (*Cruciata glabra*), Camedrio comune (*Teucrium chamaedrys*).

Cerreta preappenninica tirrenica termoigrofila su argille calcaree

ASSOCIAZIONE FORESTALE: *Asparago tenuifolii-Quercetum cerridis.*

SERIE DI RIFERIMENTO: Serie climatofila preappenninica tirrenica submesomediterranea neutrobasifila del Cerro *Asparago tenuifolii-Querco cerridis* sigmetum.

INTERVALLO ALTITUDINALE: m 300-600 s.l.m.

SUBSTRATO: substrati argillo-marnosi, argilliti, calcari marnosi e marne grigiastre (Cretacico sup.-inf.).

SUOLI: Regosuoli, Litosuoli, con passaggio a Suoli bruni calcarei o Suoli bruni degradati.

CLIMA: Macrobioclima Temperato, Piano bioclimatico Submesomediterraneo.

SPECIE GUIDA: Cerro (*Quercus cerris*), Frassino ossifillo (*Fraxinus oxycarpa*), Olmo campestre (*Ulmus minor*), Fillirea comune (*Phillyrea latifolia*), Pungitopo (*Ruscus aculeatus*), Robbia selvatica (*Rubia peregrina*), Asparago selvatico (*Asparagus tenuifolius*), Forasacco maggiore (*Bromus ramosus*), Melica comune (*Melica uniflora*), Iva comune (*Ajuga reptans*).

Cerreta preappenninica tirrenica mesofila su silice

ASSOCIAZIONE FORESTALE: *Cephalanthero longifoliae-Quercetum cerridis.*

SERIE DI RIFERIMENTO: Serie climatofila preappenninica tirrenica mesotemperata subacidofila del Cerro *Cephalanthero longifoliae-Querco cerridis* sigmetum.

INTERVALLO ALTITUDINALE: m (550) 600-900 s.l.m.

SUBSTRATO: Arenarie Mioceniche della Formazione del Macigno del Mugello e del Chianti, Diaspri e calcari diasprigni varicolori (Radiolariti, Diaspri, Scisti ad Aptici) (limitatamente al contesto preappenninico).

SUOLI: Suoli bruni acidi.

CLIMA: Macrobioclima Temperato, Piano bioclimatico Mesomediterraneo.

SPECIE GUIDA: Cerro (*Quercus cerris*), Rovere (*Quercus petraea*), Carpino bianco (*Carpinus betulus*), Ciliegio selvatico (*Prunus avium*), Biancospino selvatico (*Crataegus oxyacantha*), Rosa cavallina (*Rosa arvensis*), Silene a fiori verdastri (*Silene viridiflora*), Erba di S. Giovanni montana (*Hypericum montanum*), Viola selvatica (*Viola canina*), Sparviere dei boschi (*Hieracium sylvaticum*), Platantera comune (*Platanthera bifolia*).

Cerreta preappenninica tirrenica mesofila su depositi lacustri e vulcaniti

ASSOCIAZIONE FORESTALE: *Coronillo emeri-Quercetum cerridis.*

SERIE DI RIFERIMENTO: Serie climatofila preappenninica tirrenica submesomediterranea subacidofila del Cerro *Coronillo emeri-Querco cerridis* sigmetum.

INTERVALLO ALTITUDINALE: m (250) 300-550 (600) s.l.m.

SUBSTRATO: tufi stratificati e colate laviche di varia natura degli apparati vulsini settentrionali; depositi lacustri Plio-Pleistocenici prevalentemente argillosi, Sabbie gialle Plioceniche di Città della Pieve.

SUOLI: Andosuoli, Suoli lisciviati.

CLIMA: Macrobioclima Temperato, Piano bioclimatico Submesomediterraneo.

SPECIE GUIDA: Cerro (*Quercus cerris*), Sorbo domestico (*Sorbus domestica*), Ciavardello (*S. torminalis*), Carpino bianco (*Carpinus betulus*), Castagno (*Castanea sativa*), Faggio (*Fagus sylvatica*), Nespolo volgare (*Mespilus germanica*), Cornetta dondolina (*Coronilla emerus* subsp. *emerus*), Cicerchia veneta (*Lathyrus venetus*), Euforbia delle faggete (*Euphorbia amygdaloides*), Centocchio dei boschi (*Stellaria nemorum*).

Fig. 150 - Sullo sfondo bosco a *Quercus frainetto* sopravvissuto alla deforestazione in località Farnetta di Montecastrilli *(foto: R. Venanzoni).*

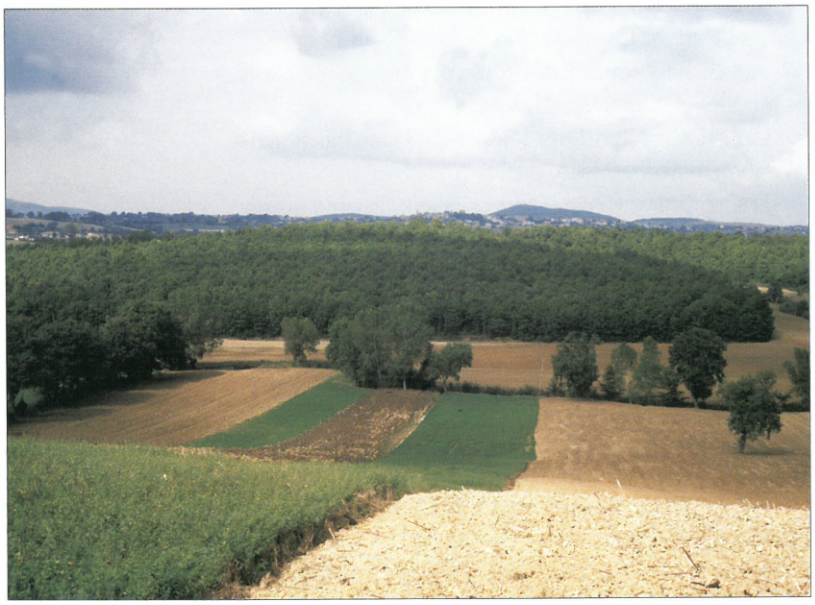




Fig. 151 - Cerreta su suolo calcareo con cave di tartufo estivo *(foto: R. Venanzoni).*

Bosco preappenninico tirrenico centro-italico di Farnetto su depositi lacustri e vulcaniti (Fig. 150)

ASSOCIAZIONE FORESTALE: *Malo florentinae-Quercetum frainetto.*

SERIE DI RIFERIMENTO: Serie climatofila preappenninica tirrenica centro-italica submesomediterranea subacidofila del Farnetto *Malo florentinae-Querco frainetto* sigmetum.

INTERVALLO ALTITUDINALE: m 200-500 s.l.m.

SUBSTRATO: depositi lacustri Plio-Pleistocenici prevalentemente argillosi, subordinatamente sabbioso-conglomeratici, a luoghi con banchi di lignite (Villafranchiano); substrati vulcanitici e piroclastici degli apparati vulsini settentrionali.

SUOLI: Suoli lisciviati, Suoli lisciviati a pseudogley, Andosuoli, Suoli bruni andici.

CLIMA: Macrobioclima Temperato, Piano bioclimatico Submesomediterraneo.

SPECIE GUIDA: Farnetto (*Quercus frainetto*), Sorbo domestico (*Sorbus domestica*), Ciavardello (*S. torminalis*), Quercia crenata (*Q. crenata*), Cerro (*Q. cerris*), Melo fiorentino (*Malus florentina*), Biancospino selvatico (*Crataegus oxyacantha*), Rosa cavallina (*Rosa arvensis*), Berretta da prete (*Euonymus europaeus*), Sparviere racemoso (*Hieracium racemosum*), Cicerchia nera (*Lathyrus niger*), Cerretta comune (*Serratula tinctoria*), Verga d'oro comune (*Solidago virgaurea*), Fior di cuculo (*Lychnis flos-cuculi*), Cinquefoglia fragola-secca (*Potentilla micrantha*).

Cerreta appenninica mesofila su substrati marnoso-arenacei (Fig. 151)

ASSOCIAZIONE FORESTALE: *Acero obtusati-Quercetum cerridis.*

SERIE DI RIFERIMENTO: Serie climatofila appenninica centro-settentrionale mesotemperata neutrobasifila del Cerro *Acero obtusati-Querco cerridis* sigmetum.

INTERVALLO ALTITUDINALE: m (400) 500-800 (900) s.l.m.

SUBSTRATO: litotipi marnosi della Formazione Marnoso-Arenacea, marne siltose e argille marnose grigie della Formazione dello Schlier.

SUOLI: Suoli bruni calcarei.

CLIMA: Macrobioclima Temperato, Piano bioclimatico Mesotemperato.

SPECIE GUIDA: Cerro (*Quercus cerris*), Carpino nero (*Ostrya carpinifolia*), Acero d'Ungheria (*Acer obtusatum*), Orniello (*Fraxinus ornus*), Sorbo domestico (*Sorbus domestica*), Ciavardello (*S. torminalis*), Sanguinello (*Cornus sanguinea*), Giglio di S. Giovanni (*Lilium bulbiferum* ssp. *croceum*), Viola silvestre (*Viola reichenbachiana*), Salvia glutinosa (*Salvia glutinosa*).

Cerreta appenninica mesofila su substrati arenacei

ASSOCIAZIONE FORESTALE: *Acero obtusati-Quercetum cerridis pyretosum pyrastri.*

SERIE DI RIFERIMENTO: Serie climatofila appenninica centro-settentrionale mesotemperata subacidofila del Cerro *Acero obtusati-Querco cerridis pyro pyrastri* sigmetosum.

INTERVALLO ALTITUDINALE: m (400) 500-800 (900) s.l.m.

SUBSTRATO: arenarie della Formazione Marnoso-Arenacea.

SUOLI: Suoli bruni acidi.

CLIMA: Macrobioclima Temperato, Piano bioclimatico Mesotemperato.

SPECIE GUIDA: Cerro (*Quercus cerris*), Carpino nero (*Ostrya carpinifolia*), Faggio (*Fagus sylvatica*), Pero selvatico (*Pyrus pyraster*), Ligustro (*Ligustrum vulgare*), Biancospino comune (*Crataegus monogyna*), Sanguinello (*Cornus sanguinea*), Erba fragolina (*Sanicula europaea*), Carice delle selve (*Carex sylvatica*), Geranio nodoso (*Geranium nodosum*).

Cerreta appenninica mesofila su calcari decarbonatati e diasprigni

ASSOCIAZIONE FORESTALE: *Carici sylvaticae-Quercetum cerridis.*

SERIE DI RIFERIMENTO: serie climatofila centro-appenninica meso/supratemperata subacidofila del Cerro *Carici sylvaticae-Querco cerridis* sigmetum.

INTERVALLO ALTITUDINALE: m 800-1200 s.l.m.

SUBSTRATO: Calcari Diasprini, Scaglia Rosata, Maiolica.

SUOLI: Suoli bruni acidi, Paleosuoli fersiallitici.

CLIMA: Macrobioclima Temperato, Piano bioclimatico Mesotemperato/Supratemperato.

SPECIE GUIDA: Cerro (*Quercus cerris*), Acero d'Ungheria (*Acer obtusatum*), Carpino bianco (*Carpinus betulus*), Faggio (*Fagus sylvatica*), Biancospino selvatico (*Crataegus oxyacantha*), Platantera verdastra (*Platanthera clorantha*), Pulmonaria dell'Appennino (*Pulmonaria apennina*), Carice delle selve (*Carex sylvatica*), Dentaria di Kitaibel (*Cardamine kitaibelii*), Silene a fiori verdastri (*Silene viridiflora*), Aristolochia pallida (*Aristolochia pallida*), Bucaneve (*Galanthus nivalis*), Sorbo montano (*Sorbus aria*), Caglio odoroso (*Galium odoratum*), Dentaria minore (*Cardamine bulbifera*).

Boschi a prevalenza di Carpino nero

I boschi a dominanza di Carpino nero (*Ostrya carpinifolia*) ospitano generalmente, accanto alla specie fisionomizzante, l'Acero d'Ungheria (*Acer obtusatum*), l'Orniello (*Fraxinus ornus*), talora il Cerro (*Quercus cerris*). Rappresentano la vegetazione tipica dei settori collinari caratterizzati da substrati di natura calcarea.

La vegetazione arbustiva di sostituzione è rappresentata da comunità a dominanza di Ginestra odorosa (*Spartium junceum*) e Citiso a foglie sessili (*Cytisus sessilifolius*). Le praterie di sostituzione sono costituite da brometi molto ricchi di specie e da prati falciabili a dominanza di Covetta dei prati (*Cynosurus cristatus*).

Le principali tipologie forestali riconosciute sono di seguito descritte.

Ostrieto appenninico mesofilo su calcare (Fig. 152)

ASSOCIAZIONE FORESTALE: *Scutellario columnae-Ostryetum carpinifoliae.*

SERIE DI RIFERIMENTO: Serie climatofila appenninica mesotemperata neutrobasifila del Carpino nero *Scutellario columnae-Ostryo carpinifoliae* sigmetum.

INTERVALLO ALTITUDINALE: m 500-900 (1000) s.l.m.

SUBSTRATO: Formazioni del Calcare massiccio, della Maiolica o Calcare rupestre e della Scaglia rosata, rossa e bianca.

SUOLI: Rendzina brunificati o Suoli bruni calcarei.

CLIMA: Macrobioclima Temperato, Piano bioclimatico Mesotemperato.

SPECIE GUIDA: Carpino nero (*Ostrya carpinifolia*), Orniello (*Fraxinus ornus*), Acero d'Ungheria (*Acer obtusatum*), Cerro (*Quercus cerris*), Maggiociondolo (*Laburnum anagyroides*), Berretta da prete (*Euonymus europaeus*), Scutellaria di Colonna (*Scutellaria columnae*), Elleboro di Boccone (*Helleborus bocconei*), Pulmonaria dell'Appennino (*Pulmonaria apennina*), Elleborine (*Epipactis helleborine*), Primula comune (*Primula vulgaris*), Dafne laurella (*Daphne laureola*), Giglio di S. Giovanni (*Lilium bulbiferum* subsp. *croceum*), Cicerchia veneta (*Lathyrus venetus*), Viola silvestre (*Viola reichenbachiana*), Campanula selvatica (*Campanula trachelium*), Euforbia delle faggete (*Euphorbia amygdaloides*), Cefalantera bianca (*Cephalanthera damasonium*).

Ostrieto appenninico termofilo su calcare

ASSOCIAZIONE FORESTALE: *Scutellario columnae-Ostryetum carpinifoliae cytisetosum sessilifolii.*

SERIE DI RIFERIMENTO: Serie edafo-xerofila appenninica mesotemperata neutrobasifila del Carpino nero *Scutellario columnae-Ostryo carpinifoliae cytiso sessilifolii* sigmetosum.

INTERVALLO ALTITUDINALE: m 400 e 800 s.l.m. (prev. versanti a S).



Fig. 152 - Associazione vegetale frequente in Umbria (ornoostrieto), nella quale si raccolgono, soprattutto nelle radure, il tartufo brumale, il tartufo estivo e il nero pregiato *(foto: R. Venanzoni).*

SUBSTRATO: Formazioni del Calcare massiccio, della Maiolica o Calcare rupestre e della Scaglia rosata, rossa e bianca.

SUOLI: Suoli bruni degradati, Litosuoli.

CLIMA: Macrobioclima Temperato, Piano bioclimatico Mesotemperato.

SPECIE GUIDA: Roverella (*Quercus pubescens*), Carpino nero (*Ostrya carpinifolia*), Orniello (*Fraxinus ornus*), Acero minore (*Acer monspessulanum*), Citiso a foglie sessili (*Cytisus sessilifolius*), Ginepro rosso (*Juniperus oxycedrus*), Ciliegio canino (*Prunus mahaleb*), Erba-perla azzurra (*Buglossoides purpurocaerulea*), Viola di Dehnhardt (*Viola alba* subsp. *dehnhardtii*), Falasco (*Brachypodium rupestre*).

Boschi a prevalenza di Faggio

Le faggete ospitano generalmente pochissime entità arboree accanto al Faggio (*Fagus sylvatica*), tra le quali si possono citare l'Acero di monte (*Acer pseudoplatanus*), l'Agrifoglio (*Ilex aquifolium*), il Tasso (*Taxus baccata*), il Sorbo montano (*Sorbus aria*), il Sorbo degli uccellatori (*S. aucuparia*). Rappresentano la vegetazione tipica dei settori montani.

La vegetazione arbustiva di sostituzione è rappresentata da comunità a dominanza di Pero corvino (*Amelanchier ovalis*), Cotognastro minore (*Cotoneaster integerrimus*), Rosa di macchia (*Rosa pimpinellifolia*), talora Ginestra dei carbonai (*Cytisus scoparius*). Le praterie di sostituzione sono costituite da brometi molto ricchi di specie e da prati falciabili a dominanza di Covetta dei prati (*Cynosurus cristatus*).



Fig. 153 - Faggeta con suolo parzialmente eroso, idoneo alla crescita del tartufo mesenterico *(foto: R. Venanzoni)*.

Le principali tipologie forestali riconosciute sono di seguito descritte.

Faggeta appenninica mesofila su calcare (Fig. 153)

ASSOCIAZIONE FORESTALE: *Cardamino kitaibeli-Fagetum sylvaticae*.

SERIE DI RIFERIMENTO: Serie climatofila appenninica supratemperata neutrobasifila del Faggio *Cardamino kitaibeli-Fageto sylvaticae* sigmetum.

INTERVALLO ALTITUDINALE: m 1000-1600 s.l.m.

SUBSTRATO: Formazioni del Calcare massiccio, della Maiolica o Calcare rupestre e della Scaglia rosata, rossa e bianca.

SUOLI: Rendzina brunificati.

CLIMA: Macrobioclima Temperato, Piano bioclimatico Supratemperato (Orizzonte superiore).

SPECIE GUIDA: Faggio (*Fagus sylvatica*), Agrifoglio (*Ilex aquifolium*), Tasso (*Taxus baccata*), Acero di monte (*Acer pseudoplatanus*), Nido d'uccello (*Neottia nidus-avis*), Peonia selvatica (*Paeonia officinalis*), Sigillo di salomone (*Polygonatum multiflorum*), Bucaneve (*Galanthus nivalis*), Erba crociola (*Paris quadrifolia*), Scilla silvestre (*Scilla bifolia*), Giglio martagone (*Lilium martagon*), Caglio odoroso (*Galium odoratum*), Dentaria a nove foglie (*Cardamine enneaphyllos*), Dentaria di Kitaibel (*C. kitaibelii*), Dentaria minore (*C. bulbifera*), Colombina cava (*Corydalis cava*), Pepe di monte (*Daphne mezereum*).

Faggeta appenninica mesofila su arenarie

ASSOCIAZIONE FORESTALE: *Dactylorhizo fuchsii-Fagetum- sylvaticae*.

SERIE DI RIFERIMENTO: Serie climatofila appenninica supratemperata subacidofila del Faggio *Dactylorhizo fuchsii-Fago sylvaticae* sigmetum.

INTERVALLO ALTITUDINALE: m (800) 900-1200 s.l.m.

SUBSTRATO: Arenarie della Formazione di M. Vicino, Arenarie della Formazione Marnoso-Arenacea

SUOLI: Suoli bruni acidi.

CLIMA: Macrobioclima Temperato, Piano bioclimatico Supratemperato (Orizzonte inferiore).

SPECIE GUIDA: Faggio (*Fagus sylvatica*), Cerro (*Quercus cerris*), Acero campestre (*Acer campestre*), Orniello (*Fraxinus ornus*), Orchidea macchiata (*Dactylorhiza fuchsii* ssp. *fuchsii*), Carice delle selve (*Carex sylvatica*), Melica comune (*Melica uniflora*), Lattuga montana (*Prenanthes purpurea*), Felce setifera (*Polystichum setiferum*), Veronica montana (*Veronica montana*).

Faggeta preappenninica termofila su calcare

ASSOCIAZIONE FORESTALE: *Lathyro veneti-Fagetum sylvaticae*.

SERIE DI RIFERIMENTO: Serie climatofila preappenninica supratemperata neutrobasifila del Faggio *Lathyro veneti-Fago sylvaticae* sigmetum.

INTERVALLO ALTITUDINALE: m 800-1000 s.l.m.

SUBSTRATO: Formazioni del Calcare massiccio, della Maiolica o Calcare rupestre e della Scaglia rosata, rossa e bianca.

SUOLI: Rendzina brunificati.

CLIMA: Macrobioclima Temperato, Piano bioclimatico Supratemperato (Orizzonte inferiore).

SPECIE GUIDA: Acero d'Ungheria (*Acer obtusatum*), Cerro (*Quercus cerris*), Cicerchia veneta (*Lathyrus venetus*), Ciclamino napoletano (*Cyclamen hederifolium*), Sorbo montano (*Sorbus aria*), Viola di Dehnhardt (*Viola*

alba ssp. *dehnhanrdtii*), Bucaneve (*Galanthus nivalis*), Colombina cava (*Corydalis cava*), Scilla silvestre (*Scilla bifolia*).

Vegetazione forestale edafofila

La vegetazione viene definita edafofila quando un fattore edafico, quale la forte umidità o aridità del suolo, rappresenta il principale fattore ecologico che determina la struttura e la composizione floristica del ricoprimento vegetale. Quando una formazione edafofila raggiunge particolari livelli di complessità e stabilità può essere definita anche *climax* edafico.

Per quanto riguarda questa categoria di boschi, in Umbria si rinvengono le tipologie di seguito descritte.

Boschi a prevalenza di Carpino bianco

Carpineto appenninico mesofilo su calcare

ASSOCIAZIONE FORESTALE: *Carpino betuli-Coryletum avellanae*

INTERVALLO ALTITUDINALE: m 400-900 (1000) s.l.m.

SUBSTRATO: Formazioni del Calcare massiccio e della Scaglia rosata, rossa e bianca, Formazioni della Maiolica o Calcare rupestre e della Corniola

SUOLI: Suoli bruni calcarei

CLIMA: Macrobioclima Temperato, Piano bioclimatico Mesotemperato; determinismo edafico.

SPECIE GUIDA: Carpino bianco (*Carpinus betulus*), Nocciolo (*Corylus avellana*), Caglio odoroso (*Galium odoratum*), Moscatella (*Adoxa moschatellina*), Stellina cruciata (*Asperula taurina*), Garofanina centocchio (*Stellaria holostea*), Spigarola violacea (*Melampyrum nemorosum*).

Carpineto appenninico mesofilo su sabbie

ASSOCIAZIONE FORESTALE: *Geranio nodosi-Carpinetum betuli.*

INTERVALLO ALTITUDINALE: m 300-600 s.l.m.

SUBSTRATO: Sabbie plioceniche e plio-pleistoceniche.

SUOLI: Suoli bruni.

CLIMA: Macrobioclima Temperato, Piano bioclimatico Mesotemperato; determinismo edafico.

SPECIE GUIDA: Carpino bianco (*Carpinus betulus*), Faggio (*Fagus sylvatica*), Geranio nodoso (*Geranium nodosum*), Pervinca (*Vinca minor*), Latte di gallina a fiori giallastri (*Ornithogalum pyrenaicum*), Ciliegio selvatico (*Prunus avium*).

Boschi a prevalenza di Rovere e Farnia

Bosco di Rovere centro-italico planiziale su depositi lacustri

ASSOCIAZIONE FORESTALE: *Hieracio racemosi-Quercetum petraeae.*

SERIE DI RIFERIMENTO: Serie edafo-mesofila preappenninica tirrenica centro-italica mesotemperata subacidofila planiziale della Rovere *Hieracio racemosi-Querco petraeae* sigmetum.

INTERVALLO ALTITUDINALE: m 250-500(600) s.l.m.

SUBSTRATO: depositi lacustri Plio-Pleistocenici prevalentemente argillosi e, subordinatamente, sabbioso-conglomeratici con lenti argillose (talora lignitifere) (Villafranchiano), in posizione di fondovalle con falda freatica elevata.

SUOLI: Suoli lisciviati.

CLIMA: Macrobioclima Temperato, Piano bioclimatico Mesotemperato.

SPECIE GUIDA: Rovere (*Quercus petraea*), Cerro (*Quercus cerris*), Farnia (*Quercus robur*), Ginepro comune (*Juniperus communis*), Caprifoglio comune (*Lonicera caprifolium*), Rosa canina (*Rosa canina*), Cerretta comune (*Serratula tinctoria*), Sparviere racemoso (*Hieracium racemosum*), Morso del diavolo (*Succisa pratensis*), Gramigna liscia (*Molinia coerulea*).

Forestazioni e formazioni antropiche

Le riforestazioni a conifere di varie specie e le formazioni forestali di origine antropica rappresentano dal punto di vista spaziale una discreta superficie del territorio regionale. Molte sono le specie utilizzate, tra le quali si possono ricordare il Cipresso dell'Arizona (*Cupressus arizonica*) per il forte impatto visivo e il Pino nero (*Pinus nigra*) utilizzato per gran parte dei rimboschimenti montani. In passato contestati per il loro scarso valore naturalistico e paesaggistico, i rimboschimenti a conifere oggi sono, ove sopravvissuti agli incendi, generalmente in corso di rinaturazione spontanea e nel tempo avranno un ruolo sempre minore. Le pinete a Pino nero producono tartufi estivi in quantità notevoli.

Le formazioni forestali di natura antropica più interessanti sono quelle rappresentate dalla Robinia, per le quali è stata proposta anche l'associazione *Sambuco nigrae-Robinietum pseudoacaciae*. La boscaglia a dominanza di Robinia, per il suo marcato carattere colonizzatore, ha invaso praticamente tutte le cenosi riparie e parte dei boschi mesofili. L'imponente fioritura, che la caratterizza soprattutto in primavera, ne mette in risalto la presenza capillare nel territorio.

Vanno ancora ricordate le formazioni a dominanza di Ailanto (*Ailanthus altissima*), specie simile alla Robinia come comportamento invasivo, ma più relegata agli ambienti periurbani fortemente alterati, e quelle a dominanza di Amorfa (*Amorpha fruticosa*) che mostrano un forte sviluppo a carattere invasivo in alcune località ripariedella valle del Tevere, soprattutto lungo le sponde del lago di Alviano.

36 La flora associata alle tartufaie naturali

Varie ricerche hanno evidenziato che le tartufaie naturali di *T. melanosporum* e di *T. magnatum* sono associate a piante erbacee, arbustive ed arboree di cui alcune sono indicatrici di ben determinate situazioni pedoclimatiche. Il loro studio ha un notevole interesse per il fatto che negli ultimi anni si tende a valorizzare il ruolo positivo di molte specie vegetali costantemente presenti nelle tartufaie naturali.

Tartufaie a *Tuber melanosporum*

In Italia centrale (Abruzzo, Lazio e Umbria) lo studio di 144 tartufaie naturali (Bencivenga *et al.*, 1990) ha consentito di rilevare in esse la presenza di 317 specie ripartite in 57 famiglie tra cui le più rappresentate sono le *Graminaceae* (14,5%), le *Leguminosae* (13,0%) e le *Compositae* (9,7%). Altre famiglie con piante abbastanza comuni sono le *Caryophyllaceae* e le *Crassulaceae*.

Le specie arboree in numero medio di 1,1 per ogni cava, determinano un ombreggiamento di circa il 15% della superficie produttiva. La specie arborea più diffusa è la Roverella (*Quercus pubescens*) che è presente nell'84,7% delle cave ed è risultata il simbionte più importante di *T. melanosporum* in Italia centrale. Sono presenti altre piante simbionti in percentuali varie come il Carpino nero (15,3%), il Cerro (5,6%), il Leccio (3,5%) e il Nocciolo (1,4%). Alcune specie arboree vegetano sulle cave ma non rivestono, salvo qualche eccezione, alcuna importanza nella produzione dei tartufi neri pregiati; tra queste si menzionano l'Orniello (9,0%), il Pino nero (5,6%), l'Olivo (4,2%), l'Acero campestre (2,8%), il Pino di Aleppo (1,4%) e il Pino da pinoli (3,5%) di cui è accertata la capacità di produrre il *T. melanosporum*; anche le altre due specie di Pino potrebbero produrre il tartufo nero in particolari situazioni.

Le specie arbustive sono presenti nelle cave di *T. melanosporum* nella percentuale media del 2,4% e assicurano una copertura di circa il 4%. Tra quelle più comuni si ricordano la Ginestra odorosa (*Spartium junceum*) reperibile nel 27,1% delle cave; il Ginepro rosso (*Juniperus oxycedrus* subsp. *oxycedrus*) con la frequenza del 20,1%, il *Cytisus sessilifolius* con il 16,0%, varie specie di *Rosa* con il 15,3%, il *Prunus spinosa* con il 12,5%. Le piante di queste specie formano endomicorrize e pertanto non producono tartufi, ma in alcuni casi possono favorire la loro formazione. Alla base dei cespugli di ginestra sono reperibili di frequente grossi tartufi a causa dell'abbondante materiale organico che vi si accumula e che avrebbe la funzione di una sorta di pacciamatura naturale, capace di mantenere abbastanza a lungo un buon grado di umidità del suolo dopo le piogge estive. Anche il Ginepro con i suoi rami bassi e fogliosi svolgerebbe la stessa funzione.

Le specie erbacee risultano in numero medio di 26,0 per ogni cava e determinano una copertura media del terreno di modesta entità (9,0%). Alcune di esse sono molto frequenti, altre sporadiche. All'interno della cava la presenza e la distribuzione delle piante di una determinata specie risultano differenti rispetto al terreno situato all'esterno. Ad esempio le seguenti specie sono presenti con sporadici individui all'interno della cava mentre all'esterno raggiungono elevate percentuali: *Dactylis glomerata* (74,3%), *Phleum ambiguum* (65,9%), *Sanguisorba minor* subsp. *muricata* (61,8%) ecc. Altre, invece, sono sporadiche all'esterno e ben rappresentate all'interno delle cave come *Anagallis foemina* (72,2%), *Chaenorrhinum minus* (61,8%), *Galeopsis angustifolia* (61,8%), *Silene vulgaris* (61,8%), *Sedum rupestre* (41,0%), *Sedum sexangulare* (37,5%), ecc. Le piante che vivono sulle cave sono resistenti all'azione nociva delle sostanze volatili prodotte dalle micorrize del tartufo ed hanno anche la caratteristica di essere entità pioniere capaci di colonizzare i suoli nudi e calcarei. La loro elevata presenza nelle tartufaie di *T. melanosporum* indica una buona vitalità delle cave. Tra le specie erbacee ha un comportamento molto singolare lo *Hieracium pilosella* presente nel 27,8% delle tartufaie dell'Italia centrale ed anche nelle tartufaie francesi. Essa accompagna la formazione dell'area "bruciata" in quanto ha la capacità di inibire lo sviluppo di altre piante erbacee e persiste con pochi esemplari quando la cava inizia a produrre i tartufi. Nelle cave invecchiate e improduttive la Pilosella colonizza a tappeto la superficie del suolo.

Un'altra pianta presente nelle cave in buona percentuale (27,8%) è la *Festuca ovina* che migliora la struttura del suolo e può costituire una nicchia ecologica per il tartufo; ed è proprio sotto i cespi di Festuca situati alla periferia delle cave che si formano grossi tartufi. Tuttavia non è ancora ben chiaro il ruolo attivo o passivo di questa specie nella formazione dei carpofori.

Per quanto riguarda lo spettro biologico nelle tartu-







Fig. 154 - Ginestra comune *(Spartium junceum)* molto frequente sui pianelli ove svolge il ruolo di "pianta comare" *(foto: B. Granetti)*.

Fig. 155 - Tartufaia naturale di tartufo nero pregiato molto produttiva, apparentemente sostenuta da piante di Ulivo; nelle vicinanze sono presenti grosse roverelle *(foto: B. Granetti)*.

Fig. 156 - Ginepro rosso con un ampio pianello ove maturano tartufi neri pregiati; il Ginepro non forma ectomicorrize con il tartufo, ma svolge la funzione di pianta comare *(foto: B. Granetti)*.

faie di *T. melanosporum* prevalgono le Emicriptofite (40%) di media, mentre le fanerofite variano dall'8 all'11,5%.

La presenza di una modesta percentuale di piante nelle cave non pregiudica affatto la loro produttività e da queste osservazioni si traggono spunti per la gestione delle tartufaie coltivate.

Tartufaie a *Tuber magnatum*

Le tartufaie di *T. magnatum* sono coperte da abbondante vegetazione arborea, arbustiva ed erbacea costituita da specie in gran parte tipiche dei terreni profondi e dei luoghi freschi e umidi. In Italia centrale (Umbria, Marche ed Emilia-Romagna) le famiglie con il maggior numero di specie sono le *Compositae* (47 specie), le *Leguminosae* (37 specie), le *Graminaceae* (28 specie) e le *Rosaceae* (15 specie). Le specie arboree più frequenti sono *Quercus pubescens* reperibile nel 79,1% dei rilievi, *Populus alba*, *Populus nigra*, *Ostrya carpinifolia* ed *Acer campestre* che, ad eccezione di quest'ultima, sono simbionti del tartufo bianco. Le specie arbustive più diffuse sono il *Cornus sanguinea*, *Clematis vitalba*, *Rubus ulmifolius*, *Lonicera caprifolium* e *Hedera helix*, le quali non contraggono simbiosi con il *Tuber magnatum* ma contribuiscono a creare l'*habitat* idoneo allo sviluppo e alla fruttificazione di questo tartufo. Le specie erbacee più comuni sono: *Primula vulgaris*, *Galium mollugo*, *Dactylis glomerata*, *Brachypodium rupestre*, *Agrostis stolonifera* e *Carex flacca*.

L'analisi comparativa delle specie nelle diverse cave non ha consentito di individuare entità da considerare caratteristiche dell'ambiente in cui vive il tartufo bianco, ma solo specie tipiche dei luoghi umidi ed ombreggiati come *Epilobium hirsutum*, *Eupatorium cannabinum*, *Aristolochia clematitis*, *Tamus communis*, *Equisetum* sp. p. ed altre presenti nei campi coltivati.

In riferimento allo spettro biologico le Fanerofite diffuse nelle tartufaie di *T. magnatum* sono circa il 40% essendo queste per lo più localizzate in boschi di latifoglie e raramente sotto piante isolate (Bencivenga e Granetti, 1990).

Le piante svolgono una importante funzione nella copertura del suolo che pertanto si mantiene umido e il microclima della tartufaia risente in misura attenuata le oscillazioni della temperatura e dell'umidità dell'aria.

37 Attività biologica dei batteri e dei funghi nei suoli tartufigeni

Per molti anni si è pensato che lo studio dei rapporti tra la pianta ospite e il tartufo potessero illuminarci in modo esauriente sulla biologia di questo fungo. Le ricerche degli ultimi tempi hanno fatto emergere l'enorme importanza di numerosi gruppi di organismi per la loro influenza in tutte le fasi del ciclo vitale del tartufo.

Batteri

Questi microrganismi sono presenti in numero straordinariamente elevato nei terreni agricoli e forestali; partecipano attivamente alla umificazione e alla mineralizzazione della materia organica ed alcune specie anche alla fissazione dell'azoto atmosferico; possono produrre sostanze ad alta attività biologica come fattori di crescita ed antibiotici. Batteri filiformi, del gruppo degli Streptomiceti sono largamente diffusi nei terreni tartuficoli favoriti dai pH subalcalini o alcalini. Numerose specie di *Streptomyces* sono state isolate dalle aree bruciate ove crescono i tartufi neri e dalla terra circostante. Accanto ai batteri che vivono nel terreno nudo ce ne sono anche di quelli che si insediano sulla superficie delle radichette (rizoplano) o nella stretta vicinanza delle stesse (rizosfera) attratti dalle escrezioni radicali. Nelle aree bruciate o cave la popolazione streptomicetica è inferiore alle zone di controllo a causa dell'influenza dei principi tossici prodotti dal *T. melanosporum*. Nella rizosfera il numero dei batteri è in generale decine di volte e spesso anche migliaia di volte superiore a quello del suolo circostante. Nel rizoplano sono stati evidenziati batteri fluorescenti tra cui la specie *Pseudomonas fluorescens sensu stricto* è quella più diffusa. Nell'arco di un anno la dinamica delle popolazioni di batteri a livello degli apparati radicali è molto ampia ed è influenzata dal grado di umidità del suolo (M. Mamoun et J. M. Olivier, 1990) nel senso che l'acqua stimola l'incremento della popolazione batterica. In laboratorio colture di *Pseudomonas* hanno inibito l'accrescimento del micelio di *T. melanosporum*, ma questi risultati andrebbero verificati nel terreno. È accertato che gli *Pseudomonas* hanno la facoltà di "chelare" il ferro e questo è un fenomeno importante nei terreni tartuficoli, alcalini e tendenzialmente clorosanti. È stata fatta l'ipotesi di una probabile competizione fra *Pseudomonas* e tartufo rispetto al ferro, fortemente influenzata dallo stato idrico del terreno. Da alcune ricerche di Mamoun *et* Olivier (1993), sembra che gli *Pseudomonas* fluorescenti, che crescono sul rizoplano di piante inoculate con *T. melanosporum*, favoriscano il diffondersi della infezione di questo tartufo. Sono state effettuate a scopo sperimentale, inoculazioni di apparati radicali di piantine di Nocciolo con colture di *Pseudomonas* fluorescenti ed è emerso che hanno determinato l'inibizione completa dei funghi simbionti competitori, per cui le piantine batterizzate, sono risultate quasi esclusivamente micorrizate con *T. melanosporum*.
Queste ricerche ci suggeriscono di praticare la batterizzazione del substrato con idonei ceppi di *Pseudomonas* fluorescenti nell'allestimento di piantine micorrizate con i tartufi.
Il ruolo dei batteri del suolo, della rizosfera e del rizoplano nella crescita del micelio di *Tuber*, nella formazione e nell'accrescimento degli ascocarpi è ancora sconosciuto.



Fig. 157 - *Pisolithus tinctorius (foto: G. Materozzi).*

Funghi

Numerose sono le specie di funghi superiori che possono vivere e fruttificare nelle cave di *T. melanosporum*. Tra i basidiomiceti presenti nei terreni tartufigeni sono particolarmente diffuse alcune specie di *Scleroderma* e il ben noto *Pisolithus tinctorius*, l'*Hymenogaster vulgaris*, *Hymenogaster citrinus*, *Melanogaster variegatus* e *M. tuberiformis*, che producono corpi fruttiferi ipogei.

Si ricordano alcuni basidiomiceti, epigei, frequenti in varie situazioni pedoclimatiche quali *Hebeloma crustuliniforme* ed altre dello stesso genere, *Boletus luridus*, *Boletus satanas*, *Russula delica*, *Amanita solitaria*, *Inocybe fastigiata*, *Tricholoma terreum*.

Tra gli ascomiceti si menzionano la *Sphaerosporella*

brunnea e la *Pulvinula constellatio* che inquinano anche le piante tartufigene in vivaio, *Genea verrucosa, Balsamia vulgaris* ed *Elaphomyces* (tartufo dei cervi) reperibili in tartufaie naturali e coltivate.

Una forte concorrenza nei confronti dei tartufi coltivati è dovuta ad altre specie di tartufo tra cui il più temibile è *T. brumale* con la forma *moschatum* che si insedia prevalentemente nelle tartufaie di *T. melanosporum.*

Il *T. borchii* è notoriamente un infestante delle piantagioni a *T. magnatum* soprattutto nei primi anni dell'impianto, essendo una specie pioniera.

Altre specie come *T. excavatum, T. rufum, T. aestivum, T. mesentericum* fanno la loro comparsa a volte saltuaria senza incidere sulla produzione del tartufo nero pregiato. Il *T. aestivum*, quando il terreno è poco favorevole al *T. melanosporum* si afferma come specie predominante e spesso esclusiva della tartufaia. Vi sono anche specie fungine che non producono corpi fruttiferi e pertanto sono note unicamente allo stadio di micorriza, come il *Cenococcum geophilum* (Agerer, 1997-2002).

Le specie fungine associate alle tartufaie possono essere nocive o inoffensive. Molte di esse partecipano sicuramente alla decomposizione della materia organica non contraendo rapporti diretti, tramite simbiosi, con le piante; probabilmente interagiscono con la vita dei tartufi. Altre sono invece simbionti e potenziali concorrenti dei tartufi. È importante conoscere la loro biologia e i rapporti che instaurano con il tartufo al fine di una corretta coltivazione. Gli apparati radicali sia di piante tartuficole forestali spontanee, sia di quelle tartufigene coltivate, portano micorrize di un numero abbastanza elevato di specie fungine.

Al momento attuale non sono noti i rapporti tra i funghi micorrizici e saprofiti spontanei e i tartufi; tuttavia è stato ben evidenziato che le micorrize dei tartufi, per esempio di *T. melanosporum*, possono essere per così dire, sostituite, da quelle di altre specie fungine fino alla loro totale scomparsa. In alcuni casi si ha anche il fenomeno inverso: micorrize di *Sphaerosporella brunnea* possono scomparire per lasciare il posto a quelle di *T. melanosporum* (Chevalier et Duprè, 1990).

I fenomeni di competizione tra i vari funghi micorrizici, compresi i tartufi, sono fortemente influenzati dalla natura fisica e chimica del terreno e dal suo stato di umidità. Anche le peculiari caratteristiche delle piante simbionti svolgono un ruolo importante in questo complesso fenomeno e pare ormai certo che a parità di condizioni ecologiche le piante ad accrescimento lento presentino una elevata percentuale di micorrize di *T. melanosporum*, decisamente superiore a quella delle piante ad accrescimento più veloce (Granetti e Angelini, 1993). Le ricerche sull'attività biologica delle tartufaie e sulle loro capacità produttive, hanno fatto maturare un concetto nuovo e cioè che la tartufaia è un ecosistema molto complesso, nel quale la pianta e il tartufo sono soltanto due dei numerosi componenti. È un ecosistema dinamico in cui l'uomo può intervenire favorendo lo sviluppo del tartufo che intende coltivare. Dalle ricerche finora condotte in questo campo si traggono importanti indicazioni sulle tecniche colturali da adottare nelle tartufaie coltivate.

Fig. 158 - *Hebeloma crustuliniforme (foto: G. Materozzi).*

Fig. 159 - *Melanogaster tuberiformis (foto: A. De Angelis).*

Fig. 160 - *Scleroderma verrucosum (foto: G. Materozzi).*

Fig. 161 - *Boletus satanas (foto: A. De Angelis).*









38 La coltivazione dei tartufi

Premessa

Dal metodo empirico della semina delle ghiande che si è protratto fino a circa la metà del secolo scorso, si è passati alla realizzazione di tartufaie coltivate mettendo a dimora piantine micorrizate, preparate artificialmente in laboratorio o in vivai specializzati.

La coltivazione delle piante tartufigene è stata per vari anni equiparata ad una coltura arborea come se si trattasse di coltivare piante da frutto. Questo sistema di coltivazione di una tartufaia è stato denominano "Metodo Pallier", dal nome di un noto tartuficoltore francese che ha coltivato svariati ettari a *T. melanosporum* con minuziose cure rivolte sia al terreno che alle piante simbionti.

Questo metodo prevede, in sintesi, la scelta del terreno idoneo e la sua preparazione con aratura generale dell'intero appezzamento, la messa a dimora delle piantine micorrizate, l'irrigazione controllata, l'erpicatura del terreno ripetuta ogni anno, la potatura delle piante e trattamenti contro eventuali parassiti.

La conduzione di una tartufaia con così tanti e accurati interventi agronomici comporta un impegno molto elevato di ore di lavoro e di conseguenza una spesa considerevole; i risultati produttivi, comunque, sono stati e sono tuttora decisamente buoni.

Per rendere meno impegnativa e meno costosa la conduzione di una tartufaia è stato sperimentato, sempre per il *T. melanosporum*, il "Metodo Tanguy" (Sourzat, 1995) che in parte si ricollega ai suggerimenti di Bosredon (1887) che consigliava di sospendere le cure colturali alle querce dopo aver raggiunto l'altezza di circa un metro, "per lasciare agire la natura". Secondo il "Metodo Tanguy" il terreno deve conservare il suo inerbimento naturale; soltanto in una stretta area intorno alla buca in cui verrà messa a dimora la piantina micorrizata, si consiglia di applicare un diserbante per eliminare la vegetazione erbacea. Si prevedono, inoltre, cure colturali compresa l'irrigazione fino al sicuro attecchimento delle piante. A questo punto la piantagione è abbandonata e la vegetazione erbacea che in essa si sviluppa non verrà eliminata nemmeno con le erpicature che non sono previste con questo metodo di coltivazione.

Le piante crescono più lentamente e l'inizio della produzione ritarda di alcuni anni rispetto al "Metodo Pallier". L'entità della produzione e la qualità dei tartufi sono molto buoni e conseguiti con modeste spese di conduzione.

La bontà di questi due modelli di coltivazione dei tartufi dovrà essere valutata in tempi lunghi. È sorprendente che nelle annate particolarmente favorevoli con piogge ben distribuite nel periodo estivo si ottengono ottime produzioni sia nelle tartufaie naturali, sia in quelle coltivate indipendentemente dal sistema di coltura adottato (Olivier *et al., 2002*). Si potranno pertanto ottenere risultati di rilievo applicando alcune pratiche colturali previste dai due metodi di coltivazione illustrati.

Fatta questa premessa, i suggerimenti tecnici riportati in questo capitolo sono maturati nel corso di decenni di sperimentazione; il tartuficoltore dovrà scegliere quelli che rispondono meglio alle condizioni climatiche e pedologiche in cui opera e alle esigenze del tartufo che intende coltivare.

Aspetti tecnici della coltivazione dei tartufi

Progettazione della tartufaia

La progettazione di una tartufaia richiede l'analisi preliminare di una serie di fattori per individuare la specie di tartufo che è possibile coltivare e le piante simbionti più rispondenti.

Situazione geografica

È consigliabile coltivare i tartufi nelle zone a forte vocazione tartuficola, ormai già ben delineate nelle varie Regioni. Nelle aree ove non sono presenti sarebbe importante effettuare uno studio approfondito dell'ambiente al fine di individuare la causa della loro mancata presenza e di scegliere eventualmente la migliore soluzione tecnica da adottare.

Nei casi in cui la natura del suolo non sia idonea è possibile intervenire come è stato fatto nei terreni acidi di origine vulcanica della Nuova Zelanda; così pure è tecnicamente possibile migliorare l'umidità del terreno quando le precipitazioni siano insufficienti o mal distribuite. Il microclima può essere anch'esso migliorato, entro certi limiti, mentre non è possibile modificare, ovviamente, il clima generale.

Il clima

Il clima generale della zona prescelta per l'impianto della tartufaia deve essere analizzato nelle sue principali componenti: quantità e distribuzione mensile o decadica delle precipitazioni; andamento delle temperature minime, massime e medie mensili o meglio decadiche; i grafici relativi a questi valori costruiti con i dati di almeno un decennio, consentono di individuare se questi due importanti fattori del clima sono statisticamente rispondenti alle esigenze del tartufo da coltivare. È soprattutto importante individuare il periodo critico del ciclo biologico della specie di tartufo oggetto di studio che spesso corrisponde ai mesi estivi. I dati disponibili in letteratura sono già abbastanza numerosi e possono ben orientare il tecnico preposto alla progettazione della tartufaia.

Altitudine

Nell'ambito del proprio areale ogni singola specie presenta una distribuzione altimetrica correlata alle sue esigenze ecologiche. A quote basse, fatta eccezione per gli *habitat* del tartufo bianco, prevalgono ambienti aridi mentre a quote troppo elevate le temperature basse possono danneggiare i corpi fruttiferi come può accadere per il *T. melanosporum* e il *T. uncinatum.*

Esposizione e topografia

È a tutti noto che il microclima è fortemente influenzato dalla esposizione per cui i tartufi, alle varie quote, prediligono esposizioni differenti. Si dovrà pertanto accertare la presenza dei tartufi nelle strette vicinanze delle aree dove verrà realizzato l'impianto al fine di non trascurare l'effetto "esposizione". Per quanto riguarda il fattore topografico le esigenze delle varie specie di tartufo sono ben differenti. Il *T. melanosporum*, il *T. brumale* e il *T. aestivum* prediligono terreni con una certa inclinazione mentre il *T. magnatum* cresce bene in terreni pianeggianti e negli impluvi, ove più facilmente si ha un buon livello di umidità nel periodo estivo.

Il suolo

L'idoneità di un suolo si valuta attraverso una serie di analisi. Quella granulometrica evidenzia i rapporti tra lo scheletro (particelle di dimensioni superiori a 2 mm) e la terra fine e nell'ambito di quest'ultima sono determinate le percentuali di sabbia, limo e argilla; dai valori di questi componenti si deduce il tipo di tessitura di un suolo che fornisce buone indicazioni anche sul suo grado di permeabilità. È comunque consigliabile determinare anche un altro fattore, la porosità del suolo per disporre di dati certi e obiettivi. Altri valori sono presi normalmente in considerazione quali il calcare totale, quello attivo, la percentuale di sostanza organica, il rapporto C/N, il pH e il contenuto in macro e microelementi. Conoscendo i valori di questi parametri è possibile esprimere un giudizio sulla rispondenza di un suolo alla coltivazione di una determinata specie di tartufo. In alcuni casi gli esperti possono consigliare di modificare i valori di alcuni parametri portandoli vicino ai livelli ottimali. Si può elevare

Schemi da: Raccolta e coltivazione dei tartufi in Toscana, Agricoltura Toscana, suppl. al n. 1-2, 1988 (modificati e ridisegnati da A. De Angelis. Fig. 162 originale).

Fig. 162 - Schema di tartufaia coltivata in collina di tartufo nero pregiato.

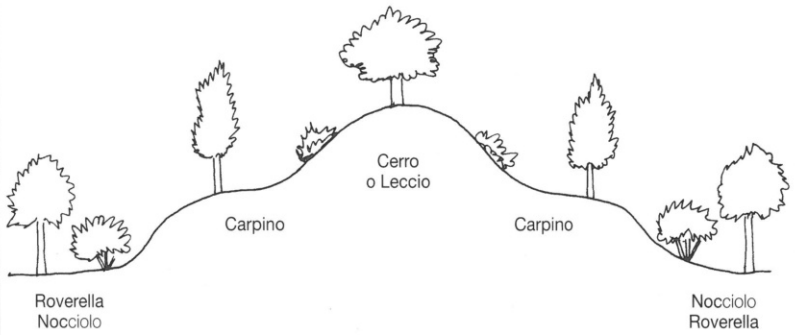


Fig. 163 - Schema di tartufaia coltivata in collina di tartufo bianco.

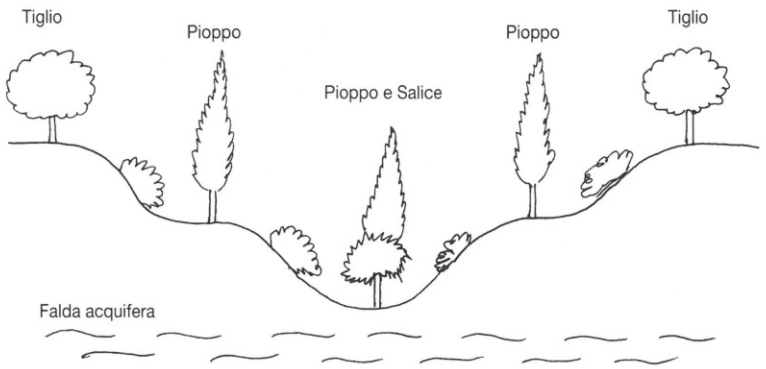


Fig. 164 a - Schema di tartufaia di bianco su terreno pianeggiante.

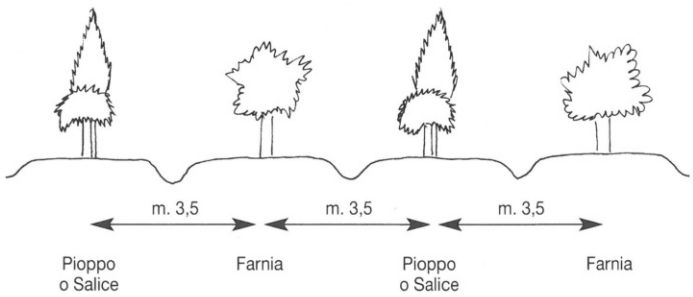
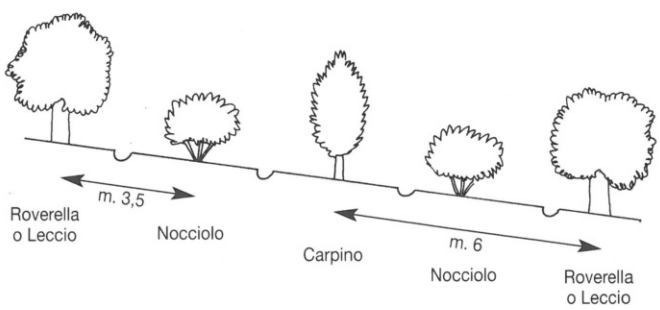


Fig. 164 b - Schema di tartufaia di nero pregiato su terreno acclive.



la percentuale di calcare con aggiunta di polvere di Carbonato di Calcio o di Idrossido di Calcio portando nel contempo il pH a valori alcalini richiesti dalla generalità dei tartufi. Si possono anche fertilizzare i terreni con Fosforo e Potassio ed anche con microelementi nei casi strettamente necessari (vedere a pag. 202). Questi interventi sono utili soprattutto nei terreni marginali ove fino ad oggi è stata relegata la tartuficoltura. Sicuramente in terreni abbastanza ben forniti di elementi nutritivi e con una buona percentuale di terra fine, i tartufi neri avrebbero dato migliori risultati di quelli finora ottenuti.

Per quanto riguarda il grado di umidità del suolo, esso può essere valutato direttamente con apposite apparecchiature, ma è evidente che i valori registrati si riferiscono al preciso momento dell'analisi. Un metodo alternativo, anche se empirico, consiste nel rilevare le specie botaniche presenti nel terreno della futura tartufaia. Alcune di esse sono ottime indicatrici di aridità del suolo ed altre di un buon grado di umidità; la loro frequenza e distribuzione forniscono utili indicazioni sul decorso annuale dell'umidità del suolo in esame.

Colture antecedenti

È di fondamentale importanza conoscere le colture esistenti al momento attuale e quelle praticate in precedenza. Le colture agrarie sia erbacee, sia arboree, non pregiudicano in genere, le piantagioni del tartufo in quanto sono portatrici di endomicorrize che non svolgono alcun ruolo competitivo nei confronti delle ectomicorrize di tartufo. Pertanto, i pascoli, le colture ortive, i vigneti, i frutteti, gli oliveti possono essere convertiti nella coltura del tartufo. Soprattutto in Umbria, numerosi sono gli uliveti, ormai scarsamente produttivi, situati a quote di 500-800 m in suoli perfettamente idonei al *T. melanosporum* e al *T. aestivum* che potrebbero essere vantaggiosamente destinati alla coltivazione di questi tartufi. I boschi costituiti da Querce, Pini, Abeti, hanno, invece, il grave inconveniente di essere associati ad una enorme quantità di funghi saprofiti e simbionti che potrebbero sviluppare una deleteria concorrenza nei confronti dei tartufi. Dopo l'abbattimento delle piante boschive rimangono nel suolo per un tempo indeterminato i miceli, le spore ed altri propagoli di funghi micorrizici. Prove di disinfezione del suolo con il Bromuro di metile o con altre sostanze non hanno fornito buoni risultati.

Disponibilità di acqua

Quando non è possibile coltivare i tartufi in suoli sufficientemente dotati di umidità è necessario disporre di acqua per irrigare le piante sin dal primo anno della loro messa a dimora. Un buon grado di umidità del suolo agevola lo sviluppo dell'apparato radicale e delle micorrize predisponendo le piante alla produzione di tartufi. Questi, per il loro accrescimento che, come è noto, richiede un lungo periodo di tempo, necessitano di un certo grado di umidità che nel periodo estivo può essere garantito con opportune irrigazioni. Mantenendo una certa umidità del terreno anche nei mesi aridi, è possibile ottenere una regolare produzione di tartufi nel corso degli anni; viceversa, le tartufaie coltivate in suoli non irrigui, danno buone produzioni soltanto negli anni con andamento pluviometrico favorevole.

Scelta delle piante simbionti

La scelta delle piante simbionti richiede una attenta analisi di molteplici elementi. In primo luogo si dovrà decidere come realizzare l'impianto e cioè se strettamente specializzato o associato ad altre coltivazioni.

A) Impianto di tartufaia specializzata

È realizzato con sole piante micorrizate, di una o più specie scelte tenendo conto del loro grado di affinità con le differenti specie di tartufo. Nella descrizione delle specie di *Tuber* questo argomento è stato trattato proprio per la sua notevole importanza nella tartuficoltura.

Un altro aspetto da considerare è l'ecologia della pianta simbionte che deve essere rapportata alle condizioni pedologiche e climatiche della zona in cui verrà realizzata la tartufaia. A questo riguardo è strettamente utile esaminare le piante spontanee della zona per individuare quelle che vivono abitualmente in simbiosi con i tartufi; su queste piante normalmente cade la scelta.

A volte, si ricorre a specie assenti nella zona come è il caso del Nocciolo comune (*Corylus avellana*) utilizzato per la costituzione di tartufaie a *T. melanosporum* anche in suoli e ambienti poco favorevoli al suo sviluppo. Maggiore attenzione richiede l'introduzione di piante esotiche come il Nocciolo Turco (*Corylus colurna*) che in Francia e in Italia ha dato buoni risultati produttivi con il *T. melanosporum*, ma soltanto in determinate situazioni.

Altri fattori da considerare sono le caratteristiche proprie delle singole piante simbionti quali la velocità di crescita, il portamento, la longevità, la precocità nel produrre tartufi, la resistenza a determinate malattie, l'esigenza o meno di particolari cure colturali. Di frequente sono state associate piante di Nocciolo con piante di Roverella in considerazione del fatto che il Nocciolo entra presto in produzione ma termina il suo ciclo vitale in circa 30 anni, mentre la Roverella, più tardiva (ma non troppo) è specie assai longeva per cui può assicurare la produzione di tartufi per molti decenni. La Roverella, tuttavia, in alcune situazioni è attaccata dall'oidio che può arrecare gravi danni soprattutto alle piante piccole e pertanto si dovrà ricorrere a specifici trattamenti antiparassitari. Il portamento delle piante è pure importante da considerare; un buon ombreggiamento del suolo nel caso delle coltivazioni di *T. magnatum* si può ottenere con alberi a chioma ampia, mentre per il *T. melanosporum* sono necessarie aria e luce per cui gli alberi non dovranno ombreggiare il suolo vicino al tronco; tuttavia le condizioni ottimali in fatto di ombreggiamento si possono conseguire anche adottando una adeguata densità di impianto ed effettuando potature e diradamenti al momento opportuno. Un ulteriore fatto da considerare nella scelta della pianta simbionte è la sua maggiore o minore

suscettibilità a contrarre rapporti simbiotici con i funghi estranei, inquinanti. Vi sono specie che mantengono bene le micorrize del tartufo, come il Leccio, la Roverella e il Nocciolo turco.

B) Impianto misto con produzione differenziata

Al fine di valorizzare nel modo migliore le potenzialità produttive di un suolo si possono consociare alle piante tartuficole altre piante capaci di fornire prodotti diversi quali la frutta, il legname pregiato od altro. Vi è in questo campo una scarsa sperimentazione; non è facile comunque conciliare le esigenze ecologiche e soprattutto colturali delle diverse specie consociate. In primo luogo le piante non tartuficole devono appartenere a specie che non contraggono ectomicorrize per salvaguardare i tartufi dai funghi concorrenti. Soddisfatta questa esigenza primaria, nel caso delle piante da frutto si può consigliarne l'introduzione in una tartufaia coltivata in numero limitato e ciò perché una elevata densità di queste piante richiederebbe numerosi interventi colturali, anche meccanizzati, che arrecherebbero danni al tartufo come la costipazione del suolo e la dispersione nell'ambiente di antiparassitari. Tra le piante da frutto finora sperimentate vi è il Nocciolo comune che ha il vantaggio di produrre anche i tartufi; tuttavia le piante micorrizate di questa specie finora prodotte provengono da seme per cui sono eterogenee e le nocciole piccole e difformi. È prevedibile nel prossimo futuro l'allestimento di piante di *cultivar* selezionate di Nocciolo, tramite la micropropagazione che garantisce la stabilità dei caratteri genetici e produttivi. Le ricerche sono bene avviate in laboratorio (Guinberteau *et al.*, 1990).

Per quanto riguarda la consociazione tra piante tartuficole e piante forestali vi sono alcune considerazioni da fare. In primo luogo è necessario scegliere soltanto quelle piante forestali che non formano ectomicorrize e producono nel contempo legname da opera più o meno, pregiato; tra queste si menzionano il Noce comune (*Juglans regia*), il Noce americano (*Juglans nigra*), il Ciliegio (*Prunus avium*), l'Orniello (*Fraxinus ornus*) e varie specie di Aceri (*Acer* spp.). La consociazione tra queste piante ed altre micorrizate con i tartufi come i Carpini, le Querce, ecc., deve rispettare alcune norme ben precise che disciplinano la forestazione come la densità minima, l'origine controllata delle piante e la loro perfetta rispondenza alle caratteristiche ecologiche dell'area di impianto. Non sempre le esigenze da rispettare nella forestazione collimano con quelle di una razionale tartuficoltura. In riferimento al *T. melanosporum* la densità minima delle piante (800 piante a ha) stabilita dai regolamenti di forestazione è troppo elevata per questa specie in quanto ben presto si avrà un eccessivo ombreggiamento del suolo. Si possono



Fig. 165 - Pino di Aleppo di 11 anni, micorrizato con il tartufo scorzone; produce carpofori di medie e grosse dimensioni *(foto: B. Granetti)*.



Fig. 166 - Nocciolo di Bisanzio di 7 anni, già in produzione, micorrizato con il tartufo nero pregiato *(foto: B. Granetti)*.

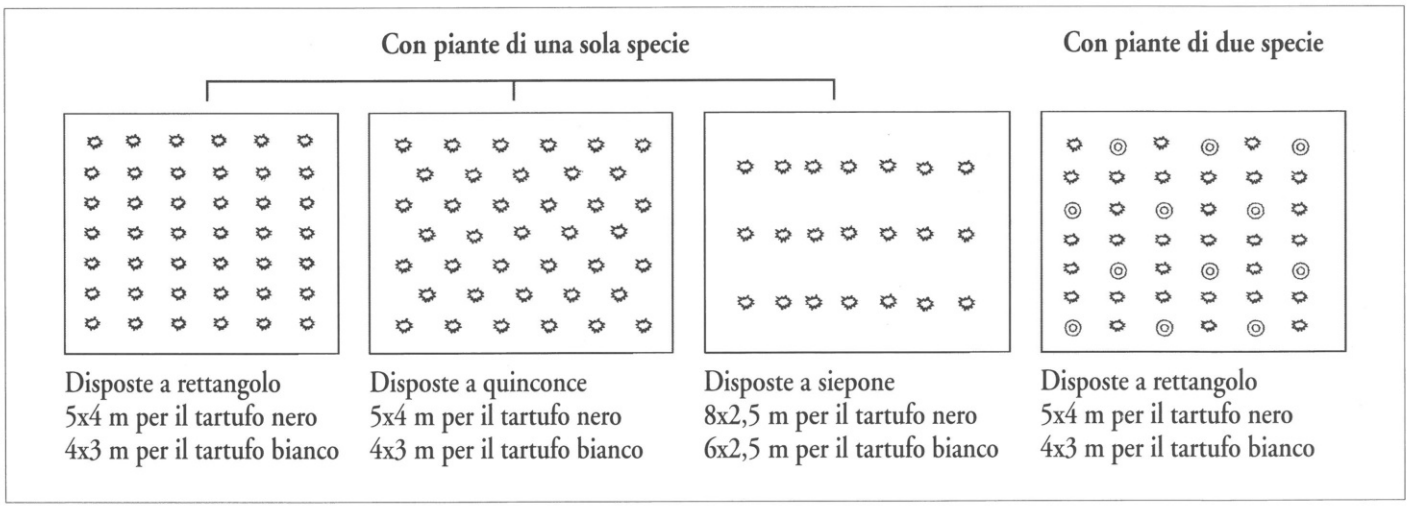


Fig. 167 - Schemi di impianto di alcune tartufaie coltivate *(da vari autori ridisegnati da A. De Angelis).*

realizzare consociazioni anche con piante di piccola taglia come ad esempio la Lavanda (*Lavandula angustifolia*) che può essere piantata negli interfilari. I cespugli di questa pianta conservano a lungo l'umidità del suolo favorendo la crescita dei tartufi. Questa consociazione è stata adottata dal Sig. Russel ad Apt (Francia) con positivi risultati nella sua tartufaia di oltre 20.000 piante.

Scelta della densità e dello schema di impianto

Il numero delle piante ad ettaro varia con le esigenze ecologiche di ciascuna specie di tartufo, con il portamento delle piante simbionti e la loro longevità e con i sistemi di irrigazione e le modalità di applicazione delle pratiche colturali. Il *T. melanosporum*, come è noto, esige una buona aerazione e illuminazione del suolo che si consegue con una iniziale densità di 400- 600 piante ad ha. Tale densità potrebbe essere mantenuta fino a circa 15-20 anni a seconda della possibilità di crescita delle piante, dopo di ché è necessario provvedere ad eliminare gradualmente le piante non o poco produttive al fine di non ombreggiare eccessivamente il suolo. Il tartuficoltore deve osservare con attenzione l'andamento della produttività della tartufaia, che tende a decrescere quando l'ombreggiamento è troppo forte e quando la lettiera di foglie si accumula acidificando il suolo, per intervenire con adeguate pratiche colturali. Nella fase adulta, 40- 50 anni di età, 80-100 Querce ad ha possono costituire la densità ottimale in molte situazioni pedologiche.

Per il *T. melanosporum* gli schemi di impianto fin qui adottati sono i più diversi: m 4x4 (625 piante ad ha), m 4x5 (500 piante ad ha), m 4x6 (416 piante ad ha), m 3x6 (555 piante ad ha); la disposizione delle piante in file alquanto distanziate tra loro (6 o più metri) e molto vicine lungo ciascuna fila (m 2-3 circa) è la meno frequente; essa presenta il vantaggio di consentire una rapida colonizzazione del suolo lungo la fila da parte degli apparati radicali con le loro micorrize per cui ad un certo momento le "cave" delle singole piante si uniscono tra loro formando una striscia unica larga 2 - 3 metri o anche più, sulla quale è agevole effettuare le varie cure colturali. La disposizione delle piante può essere in quadrato o a quinconce (Fig. 167); la prima consente un facile impiego dei mezzi meccanici per effettuare le cure colturali e una più razionale installazione dell'impianto di irrigazione; tuttavia con le distanze di m 4x4 lo sviluppo delle chiome, soprattutto nel Carpino nero largamente utilizzato in Umbria, impedisce ben presto, già a 8-10 anni dall'impianto, l'impiego del trattore per effettuare le annuali erpicature. La disposizione a quinconce consente una migliore utilizzazione dello spazio per cui si ritarda nel tempo l'effetto negativo dell'eccessivo ombreggiamento della tartufaia ma può comportare alcuni inconvenienti nell'uso delle macchine agricole. Di recente un agricoltore francese (Caillaud, 2001) propone, per il *T. melanosporum,* di seminare le ghiande di Roverella in file doppie molto ravvicinate tra loro (1 m o meno) rispettando tra le doppie file la distanza di 2,50 m. L'inoculazione è fatta con sospensione sporale al momento della semina e ripetuta dopo 2-3 anni dalla semina. L'altezza delle piante adulte deve essere contenuta entro 2-2,50 m. La densità definitiva di piante ad ha oscillerà tra 2.500 e 4.500. Questa elevatissima densità di piante assicurerebbe la facile gestione tecnica della tartufaia (diserbo, erpicatura, irrigazione, ecc) mediante macchine agricole e una elevata produzione di tartufi dovuta all'alta densità di micorrize che si formerebbero nel terreno in tempi molto rapidi. Da ultimo è bene precisare che la disposizione e la densità delle piante vanno stabilite anche in rapporto al tipo di consociazione che si intende adottare. Per il *T. melanosporum* di frequente sono state consociate le Roverelle con i Noccioli ed anche con il Carpino nero; è opportuno in questi casi mettere le piante a lenta crescita in file separate e alternate a quelle con crescita veloce piuttosto che alternare le piante delle singole specie lungo la stessa fila.

Per il *T. aestivum* tipico è consigliabile attenersi alle regole generali consigliate per il *T. melanosporum*. Per quanto riguarda, invece, il tartufo uncinato è opportuno adottare densità di impianto elevate da 600 a 1000 piante per ha e talora anche più (1250) per realizzare un buon ombreggiamento del suolo. Una tale forte densità consente anche una più veloce colonizzazione del terreno con le micorrize il che è garanzia di una migliore produzione di tartufi. Il sesto di impianto per il tartufo un-

cinato può essere estremamente variabile: le file possono essere tra loro distanti da m 4 a 8 e lungo ciascuna fila le piante possono distare da m 1,5 a m 3.

Un'altra specie di tartufo che esige un elevato ombreggiamento è il *T. magnatum* le cui tartufaie naturali presentano una copertura vegetale pluristratificata pari o superiore al 100%. Nella tartufaia coltivata è importante realizzare il più presto possibile questo tipo particolare di *habitat* che garantisce un sufficiente grado di umidità del suolo e dell'aria nel corso dell'estate.

È necessario allo scopo adottare elevate densità di impianto, da 700 a 1250 piante ad ha. Il sesto di impianto può essere di m 2-3 x 4-5. Le specie simbionti costituite da Farnie, Pioppi bianchi e Pioppi neri, Salici e Tigli, consentono, per la loro velocità di crescita di ottenere una idonea copertura vegetale in pochi anni.


168


170


169

Fig. 168 - Tartufaia di tartufo bianco pregiato di 9 anni, in produzione con pioppi bianchi, pioppi neri, salici e roverelle *(foto: B. Granetti).*

Fig. 169 - Tartufaia coltivata di *T. melanosporum* con lecci di 12 anni, in produzione *(foto: B. Granetti)*

Fig. 170 - Carpino nero coltivato di 6 anni, micorrizato con il tartufo nero pregiato, con pianello di mq 24 *(foto: B. Granetti).*





Fig. 171 - Tartufaia coltivata di *T. melanosporum* con nocciolo di Bisanzio in produzione *(foto: B. Granetti).*

Fig. 172 - Giovane tartufaia di *T. magnatum* con pioppi bianchi; si notano il solco nell'interfilare e l'inerbimento con erba medica *(foto: B. Granetti).*





Fig. 173 - Tartufaia di tartufo nero pregiato con noccioli di 12 anni, in produzione, allevati a cespuglio *(foto: B. Granetti).*
Fig. 174 - Tartufaia coltivata di tartufo nero pregiato, con roverelle di 9 anni in produzione *(foto: B. Granetti).*

39 La piantagione della tartufaia

Preparazione del terreno

Decespugliamento e spietramento

Dopo aver progettato la tartufaia, su terreni idonei, si procede alla sua realizzazione che richiede una serie di operazioni da effettuare in sequenza cronologica.

Per quanto riguarda gli alberi presenti nell'appezzamento sono da conservare quelli che producono già i tartufi, mentre gli altri, se le norme vigenti sul territorio lo consentono, è opportuno eliminarli. Tuttavia le piante di alto fusto nell'appezzamento, oltre che occupare molto spazio, ombreggiano le nuove piantine micorrizate e sottraggono ad esse acqua e nutrimento; pertanto la migliore cosa è quella di poter disporre di appezzamenti senza vegetazione arborea come gli ex seminativi.

Dopo il taglio degli alberi vanno asportate le ceppaie insieme al tronco e ai grossi rami, mentre la ramaglia, i cespugli e le piccole radici si possono bruciare disperdendo le ceneri nel terreno. L'accumulo di materiale legnoso ai margini della futura tartufaia è sconsigliabile perché può favorire la riproduzione di animali nocivi.

Con i mezzi meccanici non è sempre possibile eliminare del tutto le piante legnose che possono rigettare dalle piccole ceppaie o dalle radici situate ad una certa profondità come è il caso della Vitalba, dei Rovi, dei Prugnoli, delle Ginestre, ecc; anche molte piante erbacee perenni resistono all'intervento meccanico per cui in tutti questi casi è necessario ricorrere all'uso di particolari diserbanti sistemici, fogliari, i cui residui non si accumulano nel terreno e non sono tossici nei confronti dell'uomo.

Sono disponibili prodotti commerciali a base di glifosate il quale presenta un largo spettro d'azione e si decompone rapidamente. È particolarmente efficace se applicato sui teneri germogli delle piante legnose o comunque quando esse sono in attiva crescita e cioè preferibilmente nei mesi primaverili. Anche la vegetazione erbacea perenne delle cotiche erbose costituita in prevalenza da graminacee è agevolmente controllata da questo prodotto.

Lo spietramento è necessario per consentire il passaggio delle macchine agricole. Le grosse pietre possono essere utilizzate per la costruzione di muretti a secco o per la sistemazione delle strade di accesso alla tartufaia.

Aerazione del suolo

È una operazione assolutamente necessaria che deve interessare un certo spessore del suolo da valutare nei singoli casi. L'ideale consiste nell'aerare il terreno di tutto l'appezzamento senza rimescolare i vari orizzonti che dovrebbero conservare la loro disposizione naturale. Portare in superficie con l'aratura gli strati profondi del suolo, poco fertili e a volte con eccessiva presenza di scheletro grossolano costituito da pietre e da pietrisco, oppure troppo ricchi di argilla, è una operazione deleteria che potrebbe pregiudicare il futuro della tartufaia. L'aratro con il vomere, purtroppo, rimescola i diversi strati del suolo e potrebbe essere utilizzato soltanto nei casi di terreni sottoposti a frequenti arature nei quali non si sono delineati gli orizzonti o quando l'aratura deve essere limitata ad un modesto spessore di suolo a struttura pressoché omogenea. Con l'aratro a disco si può agire in profondità senza rovesciare il terreno ma non è utilizzabile ovunque. L'aerazione profonda e superficiale del suolo rispettando la stratificazione del terreno si può agevolmente conseguire con la rippatura che utilizza uno speciale aratro (il ripper) il cui organo utensile non rovescia le zolle. L'aerazione del suolo può essere eseguita in particolari casi soltanto in limitate superfici dell'appezzamento, lungo strisce di terreno larghe circa 1m nelle quali verranno collocate le piantine. Nei casi estremi come nei pendii a forte inclinazione, o quando si adotta il metodo di coltivazione "Tanguy", si ricorre all'apertura di buche a mano o con adeguati mezzi meccanici, larghe cm 50 - 60 od anche più e profonde cm 40 - 50 che vengono riempite con la stessa terra ripulita dalla cotica erbosa, dopo aver tolto eventuali grosse pietre. Le buche si possono riempire con terra di buona qualità prelevata in altre zone quando il suolo scavato è troppo ricco di scheletro. Gli interventi di aerazione del suolo vanno eseguiti quando il terreno non corre il rischio di essere costipato eccessivamente per il peso dei trattori. Il periodo migliore è l'estate perché il suolo asciutto si sgretola con più facilità e la eventuale cotica erbosa rimossa dagli organi lavoranti si essicca rapidamente. Nel caso in cui si voglia convertire un bosco in una tartufaia, il che non è sempre consigliabile, dopo aver eliminato gli alberi e i cespugli si deve arare il suolo aggiungendo polvere di Carbonato di Calcio per agevolare la decomposizione della materia organica e riportare il pH a valori alcalini. Successivamente è utile coltivare per alcuni anni cereali e

piante foraggere come la Lupinella, l'Erba medica, il Trifoglio violetto ecc., prima di procedere alla messa a dimora delle piantine micorrizate.

Nei terreni situati in valli molto umide con ristagno di acqua per vari mesi dell'anno, prima di procedere all'aerazione del suolo, è necessario provvedere alla realizzazione di un sistema di fossi e di canali per smaltire l'acqua in eccesso. Un altro fatto da considerare è, infine, quello di prevedere l'accesso alla tartufaia con i mezzi meccanici per effettuare le varie pratiche colturali e per recarsi a raccogliere i tartufi.

Dovendo, infine, irrigare le piante è importante provvedere, prima di realizzare l'impianto, all'approvvigionamento dell'acqua tramite la costruzione di apposite vasche o l'apertura di pozzi in prossimità dell'appezzamento.

Acquisto delle piantine

Sono numerosi i vivaisti in Umbria e in Italia che producono piante micorrizate con le specie più importanti di tartufo. Le piante, di cui abbiamo parlato in altro capitolo, possono avere uno, due o tre anni di età e sono allevate in vasetti di plastica rigida di varia forma e dimensione o in fitocelle (sacchetti di plastica). In Francia per molto tempo è stato adottato il sistema di allevamento delle piantine in Melfert (sacchetto di substrato protetto da un tessuto poroso di materiale sintetico). Negli ultimi tempi il Melfert è stato sostituito da fitocelle semirigide scanalate e apribili che impediscono alle radici di arrotolarsi su se stesse. Le piantine devono essere robuste, ben lignificate, esenti da malattie e con apparato radicale bene sviluppato, ricco di radichette secondarie. Le piantine possono presentarsi idonee alla messa a dimora già ad un anno di età come di frequente accade per il Carpino nero, il Nocciolo, i Pioppi, i Salici ecc. mentre le piantine di Roverella, Cerro, Leccio, Farnia, di Tiglio da micropropagazione, in alcuni casi raggiungono un sufficiente grado di robustezza soltanto al secondo anno di età. Per il tartufo nero di Norcia, il tartufo estivo e uncinato, dovendo operare in terreni molto ricchi di scheletro è raccomandabile l'impiego di piante ben lignificate. Fatte salve le qualità di robustezza e sanità delle piante, queste devono essere ben micorrizate con la specie di tartufo dichiarata. A tale riguardo l'acquirente deve farsi cura di controllare direttamente o tramite un esperto di sua fiducia le piante prima di ritirarle dal vivaio. Qualche Regione sta predisponendo strutture idonee per effettuare con personale tecnico specializzato il controllo delle piante micorrizate. È consigliabile rivolgersi a queste strutture prima dell'acquisto definitivo delle piante perché la buo-





Fig. 175 - Piantina di Cerro micorrizata con *T. aestivum*, pronta per la messa a dimora *(foto: B. Granetti)*.

Fig. 176 - Piantine di Pino domestico micorrizate con *T. borchii* (a sinistra) e con *T. aestivum* (a destra); hanno la stessa età e sono allevate nelle stesse condizioni; la differenza nello sviluppo è dovuta al tartufo *(foto: B. Granetti)*.

na micorrizazione di una pianta è il presupposto fondamentale per la riuscita di una tartufaia. Quando non è possibile mettere a dimora immediatamente le piante acquistate è conveniente sistemarle in un locale pulito, illuminato, protetto dal gelo e irrigarle periodicamente.

Messa a dimora delle piante ed epoca di piantagione

Per tutte le specie di tartufo il periodo migliore per il collocamento a dimora è novembre e dicembre, prima dei geli o dei forti freddi. Comunque si può piantare fino a marzo e perfino nel mese di aprile. È importante che le piante non abbiano iniziato a germogliare perché con la crisi del trapianto i teneri germogli verrebbero seriamente danneggiati. Non si deve piantare se il terreno è troppo umido o se è gelato. Le piantagioni autunnali assicurano il migliore attecchimento e consentono di guadagnare un anno nello sviluppo delle piante rispetto a quelle messe a dimora nei mesi primaverili. Nel caso in cui non si effettua l'aratura generale dell'appezzamento, la piantagione si realizza aprendo grandi buche come illustrato nella Fig. 177. Se invece l'appezzamento è stato arato per intero si procede diversamente; inizialmente potrebbe essere necessaria una estirpatura superficiale per rimuovere eventuali erbe infestanti. Dopodiché vanno sistemati i picchetti secondo il progetto già allestito per individuare i punti precisi ove verranno collocate le piante. In corrispondenza dei picchetti si aprono delle buchette, normalmente di cm 20x20x20.

In ambedue i metodi vanno eseguite con cura alcune operazioni.

Le piantine devono essere irrigate prima della loro sistemazione nella buchetta già predisposta. Le piante allevate in vasetto o in fitocella si liberano dal contenitore e se l'apparato radicale è molto denso e presenta radici avvolte intorno alla zolla conviene, delicatamente, per non danneggiare le micorrize, riportare queste radici in posizione radiale per consentire lo sviluppo a raggiera anziché su sé stesse, il che comporterebbe un gravissimo danno alla crescita dell'apparato radicale. In alcuni casi si può intervenire sull'apparato aereo accorciando il fusto come è consigliabile per il Carpino nero o eliminando i rametti poco lignificati dei Lecci e delle Roverelle. Preparata la piantina, questa si colloca nella buchetta che viene riempita con terra fine ben assestata in modo che non rimangano spazi vuoti tra la zolletta e il terreno circostante. La parte alta della zolla deve essere interrata per 4-5 cm; non bisogna porre le piante troppo in profondità perché in tal caso si svilupperebbero radici avventizie dalla parte basale del fusto che si micorrizerebbero con i comuni funghi del suolo. Ad operazione ultimata il terreno intorno alla pianta deve risultare un po' a conca per meglio raccogliere l'acqua piovana o di irrigazione. È utile somministrare alle piante 5-6 litri di acqua per consentire l'assestamento del terreno intorno alle radici (Figg. 177 e 178).

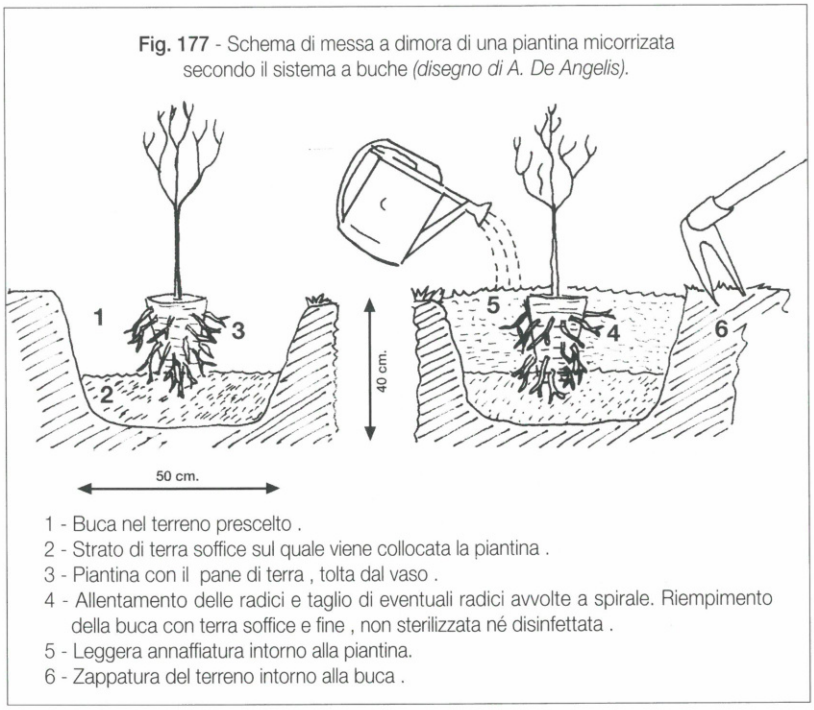


Fig. 177 - Schema di messa a dimora di una piantina micorrizata secondo il sistema a buche *(disegno di A. De Angelis).*

1 - Buca nel terreno prescelto .
2 - Strato di terra soffice sul quale viene collocata la piantina .
3 - Piantina con il pane di terra , tolta dal vaso .
4 - Allentamento delle radici e taglio di eventuali radici avvolte a spirale. Riempimento della buca con terra soffice e fine , non sterilizzata né disinfettata .
5 - Leggera annaffiatura intorno alla piantina.
6 - Zappatura del terreno intorno alla buca .

Protezione delle piante

La migliore protezione delle piante si realizza con la recinzione dell'intera tartufaia che si effettua generalmente con rete metallica alta m 1,80 al fine di costituire un "fondo chiuso". La rete è sostenuta da paletti di ferro o pali di legno distanziati tra loro circa 5 metri e viene interrata per 20-25 cm. La recinzione impedisce il danneggiamento per costipazione del terreno della tartufaia da parte degli animali lasciati al pascolo, come bovini, equini, ovini e dissuade (importante!) i raccoglitori di frodo dei tartufi. Inoltre, la tartufaia è salvaguardata da animali selvatici attratti dall'aroma del tartufo, come i Cinghiali e l'Istrice che provocano forti danni, spesso irreparabili. Quando la tartufaia non è recintata si devono



Fig. 178 - Dimostrazione di come si mette a dimora una piantina micorrizata; il cilindro di plastica a sinistra, proteggerà la pianta nel primo periodo di sviluppo *(foto: B. Granetti).*

proteggere le singole piante sistemando intorno ad esse dei tubi in plastica rigidi oppure cilindri o coni di rete metallica ben fissati al suolo disponibili nel mercato già da qualche tempo. Le protezioni si applicano appena messe a dimora le piante (Fig. 178).

La pacciamatura

Al fine di ridurre l'evaporazione dell'acqua del suolo, di contenere lo sviluppo delle erbe infestanti e di consentire un migliore attecchimento delle piante, è estremamente utile applicare intorno ad esse la pacciamatura che può essere realizzata con materiali molto diversi tra loro. Sono state usate per molto tempo paglie di cereali ed anche cortecce, che sistemate intorno alle piante, coprendo circa mezzo metro quadrato di superficie od anche più per uno spessore di circa 7 - 8 cm, proteggono efficacemente il suolo dal disseccamento pur consentendo una buona aerazione. Le paglie, tuttavia, attirano i roditori e vanno incontro a decomposizione con il conseguente sviluppo di microrganismi di cui non è certa una favorevole azione nei confronti delle micorrize. Vanno, inoltre, sostituite dopo uno o al massimo due anni. Un altro tipo di materiale da pacciamatura che però non ha avuto larga diffusione per il costo elevato, è costituito da cartoni speciali circolari del diametro di circa 50 cm (ve ne sono di due misure) forniti di un taglio laterale per consentire una loro agevole collocazione intorno al fusticino della pianta. Il materiale, che ha avuto una crescente applicazione è il film di plastica nera reperibile nel mercato in rotoli alti cm 80 ed anche 100 e 110 e abbastanza robusto (spessore del film 80 µm). La pacciamatura con la plastica è realizzabile in vari modi. Si possono tagliare pezzi quadrati di circa cm 80x80 o al massimo di cm 100x100; dall'apertura praticata al centro larga cm 6-8 o da un taglio a croce si fa passare la pianta già messa a dimora per collocare il foglio sul terreno precedentemente ben sistemato con un lieve avvallamento intorno al fusto. I bordi del foglio si interrano lungo un solco profondo circa 8-10 cm e un po' di terra si pone vicino al fusto per chiudere il foro praticato sulla plastica. Quando le piante sono alquanto vicine tra loro lungo la fila conviene usare un telo di plastica intero che può essere disteso sul terreno prima di mettere a dimora le piantine. In questo caso il foro o il taglio a croce nel punto prestabilito consentono di effettuare l'apertura di una buchetta ove verrà collocata la pianta; il telo di plastica può anche essere sistemato sul suolo dopo aver completato la piantagione facendo un taglio laterale in corrispondenza di ogni pianta. Nel corso della sistemazione del telo di plastica si dovrà fare attenzione a non calpestare troppo il terreno che verrà poi ricoperto. La pacciamatura in plastica può permanere per 3-4 anni dopo di che si dovrà togliere. Ha il vantaggio di mantenere il terreno soffice e con un elevato grado di umidità per lungo tempo con un notevole risparmio di acqua; la temperatura segna valori più bassi rispetto al terreno privo di pacciamatura; questa pratica consente di modificare il microclima in cui si formano i tartufi. La pacciamatura consente di ottenere un elevato numero di tartufi, di grosse dimensioni e di ottima qualità. È bene precisare che anche disponendo di acqua in abbondanza conviene adottare la pacciamatura in quanto irrigando il terreno nudo, intorno al fusto si determina la costipazione del suolo con forte riduzione della sua porosità. La pacciamatura con film plastico impedisce lo sviluppo delle erbe infestanti e favorisce la crescita delle piante micorrizate. Non offre alcun intralcio alla messa in opera dell'impianto di irrigazione mentre richiede qualche attenzione nel praticare le erpicature negli interfilari (Figg. 179-180).



Fig. 179 - Pacciamatura con paglia di un nocciolo di 3 anni, micorrizato con il tartufo nero pregiato *(foto: B. Granetti)*.



Fig. 180 - Piantina di Cerro micorrizata messa a dimora; pacciamatura con telo di plastica nera e ugello per irrigazione a goccia *(foto: B. Granetti)*.

40 Le cure colturali

Le cure colturali sono necessarie per favorire lo sviluppo della parte aerea delle piante e del loro apparato radicale e per realizzare le migliori condizioni pedologiche per la crescita delle micorrize, la formazione e la maturazione dei corpi fruttiferi.

Interventi sul suolo

Si possono individuare due fasi: la prima va dalla messa a dimora delle piante fino alla comparsa della cava per le specie che la formano come il *T. melanosporum* e il *T. aestivum* ; questa fase ha la durata di 3-4-6 anni a seconda delle piante simbionti, della quota, della fertilità del suolo e delle cure colturali praticate. Per il *T. magnatum*, anche se non forma il pianello, è importante distinguere una prima fase di circa 3-4 anni nel corso della quale sono consigliabili determinati interventi.

Interventi colturali prima della comparsa delle cave

La vegetazione erbacea nelle tartufaie

Per quanto riguarda il *T. melanosporum* da oltre 25 anni si discute sulla opportunità o meno di mantenere il terreno della tartufaia perfettamente libero dalla vegetazione erbacea (Metodo Pallier) o parzialmente inerbito (Metodo Tanguy). Si possono riferire vantaggi e inconvenienti al riguardo di queste due modalità di conduzione della tartufaia.

Aspetti positivi della presenza di un manto vegetale erbaceo

- rallentamento della crescita delle piante a causa della concorrenza effettuata dalla vegetazione erbacea; questo fatto comporta una migliore colonizzazione degli apici radicali da parte del micelio del tartufo;
- la presenza dell'erba consente di evidenziare bene l'ampiezza dei pianelli nel *T. melanosporum* e nel *T. aestivum* e seguirne la dinamica evolutiva;
- la vegetazione erbacea protegge il suolo dalla erosione quando le tartufaie sono situate in pendio e protegge il suolo dal gelo nel corso delle annate molto fredde.

Inconvenienti della presenza della vegetazione erbacea

- le erbe infestanti possono soffocare le piccole piante tartufigene rallentandone troppo la crescita;
- la vegetazione erbacea può sottrarre al terreno forti quantità di acqua producendo seri danni allo sviluppo delle piante micorrizate e dei tartufi;
- la cotica erbosa non garantisce una sufficiente aerazione del suolo con grave danno allo sviluppo delle micorrize e dei carpofori che in queste condizioni tendono a crescere in superficie ove maturano in modo irregolare, possono essiccarsi ed essere facilmente asportati dagli animali selvatici.

Aspetti positivi di un terreno mantenuto libero dalle erbe

- L'intervento con le idonee attrezzature per eliminare la cotica erbosa permette di ottenere una buona aerazione del terreno che favorisce lo sviluppo delle micorrize, la formazione e la crescita dei corpi fruttiferi ad alcuni centimetri di profondità ove, indisturbati, possono maturare sani senza subire danneggiamenti dalla siccità o dal gelo;
- con l'erpicatura si possono spezzare alcune radichette e ciò comporta la formazione di altre numerose giovani radici in grado di micorrizarsi.

Inconvenienti di un terreno libero dalla vegetazione erbacea

- L'utilizzazione di mezzi meccanici pesanti per effettuare la rimozione della cotica erbosa, in certi tipi di suolo può conseguire l'effetto contrario che è quello di costipare il suolo; un terreno compatto privo di erbe infestanti non è certo migliore di un suolo coperto da vegetazione erbacea;
- nelle annate piovose un solo intervento meccanico non può garantire l'eliminazione completa delle erbe; per contro, numerosi interventi possono danneggiare l'aerazione del suolo; in questi casi sarebbe necessario intervenire con il diserbo chimico, non da tutti condiviso;
- infine gli utensili delle macchine agricole potrebbero diffondere nella tartufaia spore e micorrize di funghi concorrenti al tartufo.

Erpicature primaverili e controllo della vegetazione erbacea

La maggiore attenzione deve essere rivolta alla stri-

scia di suolo lungo la fila delle piante. Se è stata fatta la pacciamatura con telo di plastica nera, si dovranno eliminare eventuali erbe infestanti in prossimità delle piante tartufigene; è una operazione facile da compiere a mano. In assenza della pacciamatura la distruzione delle erbe può essere fatta con appositi erbicidi sintetici a base di glifosate che si decompongono rapidamente nel suolo. Gli erbicidi non pregiudicano lo sviluppo delle micorrize ma possono seriamente danneggiare le piante tartufigene per cui bisogna assolutamente evitare la bagnatura delle foglie e del fusto anche con minime quantità di prodotto. Gli erbicidi si possono somministrare a mano o con apposite macchine; sono efficaci quando la vegetazione erbacea è in pieno sviluppo. Nelle interfile si può intervenire con differenti modalità a seconda della scelta del piano colturale.

La vegetazione erbacea può essere contenuta con erpicature superficiali alla profondità massima di 15 cm da effettuarsi in primavera; sono molto efficaci per il *T. melanosporum*.

Si realizza in tal modo la distruzione pressoché completa delle erbe infestanti e la aerazione del suolo che è assolutamente indispensabile. Questi interventi si effettuano tenendosi a circa 1 m di distanza dalle piante. In alcuni casi, come nei terreni calcarei dell'Umbria, del Lazio e dell'Abruzzo, ricchi di scheletro, è sufficiente il solo intervento con erpici, estirpatori o altre macchine per realizzare contemporaneamente l'aerazione del terreno e un efficace controllo delle erbe infestanti.

In alcuni casi per soffocare la vegetazione erbacea è opportuno ricorrere alla semina, nelle interfile, di piante erbacee foraggere.

Nelle tartufaie di *T. melanosporum, T. aestivum* e *T. borchii* è consigliabile la lupinella (*Onobrychis viciifolia)* che non forma una densa vegetazione, fertilizza il suolo per la sua naturale capacità di fissare l'azoto atmosferico tramite il *Rhizobium leguminosarum* che ospita nei tubercoli radicali e fornisce un buon foraggio per il bestiame bovino.

Per il *T. magnatum* coltivato nei suoli abbastanza sabbiosi è conveniente intervenire nelle interfile con le macchine agricole per aerare il suolo e contenere in tal modo anche lo sviluppo della vegetazione erbacea. È comunque molto difficile per questa specie di tartufo realizzare il "terreno pulito" o nudo senza ricorrere ai diserbanti in quanto l'*habitat* umido e il terreno profondo favoriscono lo sviluppo di una abbondante vegetazione erbacea, annuale e perenne costituita anche da piante di elevata taglia come la Pastinaca (*Pastinaca sativa* subsp. *urens*), lo Stoppione (*Cirsium arvense*) e Saeppola canadese (*Conyza canadensis*); la natura del terreno non sempre consente di intervenire con le macchine agricole per effettuare in tempo utile l'aerazione del suolo senza provocarne il costipamento. In questi casi è consigliabile seminare nelle interfile piante foraggere come l'Erba medica (*Medicago sativa*) o il Trifoglio violetto (*Trifolium pratense*) che fertilizzano il terreno come detto per la Lupinella, soffocano le piante infestanti e forniscono un ottimo foraggio da sfalciare e asportare periodicamente (Fig. 172). La presenza di queste piante foraggere favorisce lo sviluppo delle micorrize e la formazione dei carpofori come si può ben osservare nei campi coltivati con leguminose situati a confine con i filari di Pioppi tartuficoli e lungo i corsi d'acqua. Grossi tartufi bianchi si raccolgono spesso in vicinanza delle radici fittonanti dell'erba medica in quanto tra il fittone e il terreno circostante si forma uno spazio che agevola gli scambi gassosi tra gli strati profondi e la superficie del terreno.

Nelle tartufaie, indipendentemente dalla specie di tartufo coltivata, quando sia stato deciso di non aerare il terreno nelle interfile con periodicità annuale, è necessario provvedere allo sfalcio meccanico delle erbe e alla loro asportazione.

Il pascolamento degli ovini è anche una pratica importante per ridurre lo sviluppo della vegetazione erbacea (Fig. 181).

Interventi colturali dopo i primi anni dalla messa a dimora delle piante

Riferendoci al *T. melanosporum* dopo 3 - 4 anni la pacciamatura viene tolta e in vicinanza delle piante si sviluppano con facilità le erbe infestanti che è opportuno estirpare a mano o con una zappa. Si fa poi una zappettatura superficiale del terreno facendo attenzione a non tagliare o danneggiare le radici delle piante tartufigene che in prossimità del tronco sono spesso molto superficiali.

Questo intervento di aerazione del terreno deve essere fatto verso la fine dell'inverno quando non vi è più il rischio di costipare il terreno per la forte umidità. Nei mesi successivi, di norma, altre piante erbacee si sviluppano e la loro eliminazione conviene effettuarla con i trattamenti periodici di erbicidi. Nelle interfile delle tartufaie coltivate a terreno nudo è consigliabile effettuare ogni anno un solo intervento di aerazione del terreno fra la fine di febbraio e la fine di marzo, purché le condizioni di umidità del suolo lo consentano. Interventi tardivi potrebbero arrecare danno ai primordi dei tartufi e addirittura dissotterrare i piccoli carpofori che tolti dalla loro sede naturale non si accrescono più o seccano se portati in superficie. Le macchine utilizzate per le operazioni di aerazione del suolo sono di tipo diverso: erpici a denti, a disco, motocoltivatori. Devono avere tutte la possibilità di regolare la profondità di azione degli utensili in quanto lo spessore di terreno da aereggiare varia da 10 a 15 cm circa. Una lavorazione del suolo a maggiore profondità determina il taglio o comunque il danneggiamento delle radici micorrizate e la conseguente forte diminuzione della produzione di tartufi. Si deve avere l'avvertenza di lavorare il suolo sempre alla stessa profondità sin dai primissimi anni specialmente nelle tartufaie con



Fig. 181 - Ampia tartufaia naturale di tartufo nero pregiato e pascolamento con pecore per contenere l'eccessivo sviluppo della vegetazione erbacea *(foto: G. Materozzi).*

piante che sviluppano in prossimità della superficie del suolo un abbondante capillizio radicale come il Carpino nero e il Nocciolo. Sono sconsigliabili in linea generale le macchine agricole con elementi rotativi come la fresa in quanto determinano il costipamento del suolo sotto lo spessore di terreno aereggiato e recidono completamente le radici.

Per il tartufo estivo e uncinato si praticano le stesse operazioni colturali ma nel primo periodo autunnale, prima che inizi la formazione dei primordi.

Nelle tartufaie coltivate con terreno inerbito, come è il caso più frequente del *T. magnatum* , si deve continuare a falciare l'erba come è stato fatto sin dal primo anno. Si ricorre all'uso di erbicidi quando vi è la necessità di eliminare piante erbacee perenni o cespugli prima che diventino troppo ingombranti.

L'esperienza di numerosi anni di coltivazione ha dimostrato che le migliori tartufaie a *T. melanosporum* non sono quelle sottoposte a intensive cure colturali per cui l'orientamento moderno per la coltivazione del tartufo nero pregiato è quello di contenere soltanto in parte lo sviluppo della vegetazione erbacea soprattutto in vicinanza delle piante senza insistere nella ripulitura totale del suolo. Sembra, pertanto, che per il *T. melanosporum* sia più importante l'aerazione del suolo che non la presenza o l'assenza della vegetazione erbacea.

Per quanto riguarda il *T. magnatum,* anche dopo 4-5 anni dalla collocazione a dimora si presentano gli stessi problemi esposti in precedenza ma aumentando l'ombreggiamento la vegetazione erbacea si riduce spontaneamente negli anni successivi fino a raggiungere un aspetto molto simile a quello delle tartufaie naturali.

È difficile dare indicazioni valide per tutte le specie di tartufo e per le molteplici situazioni pedoclimatiche anche per il fatto che la sperimentazione è molto complessa e richiede tempi assai lunghi.

La potatura

Sistemi di allevamento

Da oltre cento anni si fanno ricerche sui rapporti tra portamento degli alberi e sviluppo dell'apparato radicale e quindi delle micorrize. L'attenzione è stata rivolta maggiormente al *T. melanosporum.*



Fig. 182 - Leccio di 10 anni, in simbiosi con il tartufo nero pregiato e in produzione da 5 anni; è allevato secondo lo schema di Bosredon, con la chioma stretta alla base del tronco *(foto: B. Granetti).*



Fig. 183 - Tartufaia di tartufo nero pregiato in produzione, con lecci di 13 anni *(foto: B. Granetti)*.



Fig. 184 - Potatura alquanto energica di carpino nero per ridurre l'eccessivo vigore della pianta *(foto: B. Granetti)*.

Si può dire che non è facile fornire indicazioni precise valide per tutte le specie di piante, per tutti i tipi di suolo e per le diverse specie di tartufo. Tuttavia, osservazioni pluridecennali e recenti sperimentazioni hanno consentito di conoscere la risposta delle piante e del tartufo ad alcuni interventi di potatura:

- Le potature leggere di giovani piante micorrizate e di quelle in piena produzione non influenzano lo sviluppo delle micorrize e non incidono sulla produzione dei tartufi.
- I tagli di rami grossi o taglio dell'asse principale in giovani piante favoriscono la formazione di radici profonde non o poco micorrizate per cui si verifica un ritardo dell'inizio della produzione.
- La presenza di rami nella parte basale del tronco induce lo sviluppo di un apparato radicale superficiale e molto ramificato.
- Il portamento degli alberi indica il tipo di apparato radicale. Gli alberi con tronco diritto e chioma compatta producono in generale radici fittonanti e poche radici superficiali; gli alberi con tronco irregolare, storto, talora biforcato sviluppano un apparato radicale negli strati più alti del suolo e sono meglio predisposti a produrre tartufi.

Gli interventi di potatura pur riguardando le singole piante devono tendere comunque a realizzare nella tartufaia le condizioni ecologiche più favorevoli alla crescita dei tartufi.

La potatura consente di favorire l'accrescimento armonico delle piante assicurandone una forma equilibrata; è utile, inoltre, per regolare l'ombreggiamento al piede delle piante in rapporto alla specie di tartufo coltivato, per agevolare le varie operazioni colturali, manuali e meccaniche, compresa la raccolta dei tartufi e per rendere omogenea la distribuzione dell'acqua intorno alle piante con i sistemi di irrigazione a pioggia.

La potatura si può praticare sin dal momento della messa a dimora delle piante ed è consigliabile effettuarla negli anni successivi facendo tagli di modesta entità al fine di non procurare forti stress alle piante. Generalmente viene fatta alla fine dell'inverno per consentire una migliore cicatrizzazione delle ferite da taglio.

Le modalità d'intervento di potatura sulle piante sono differenti a seconda delle specie e delle esigenze ecologiche dei tartufi e del sistema di coltura della tartufaia.

Tuber melanosporum

Quando le piante sono piccole può essere necessario recidere rametti danneggiati o favorire lo sviluppo di un solo germoglio, come nel caso delle Querce, eliminando altri germogli sviluppatisi a cespuglio; in questo caso si dovrà scegliere il germoglio più vigoroso e meglio ramificato anche se non è quello iniziale che la pianta ha formato nel corso del suo allevamento in fitocella. Al secondo anno per i Carpini neri si dovrà provvedere al taglio dell'asse principale all'altezza di circa 50-60 cm per favorire la formazione di 3-4 rami principali che svilupperanno in seguito una chioma molto grande la cui ampiezza risulta proporzionale al diametro del pianello (Fig. 188). Il Nocciolo ha la tendenza naturale a produrre un cespuglio con molti assi; sono state sperimentate varie forme di allevamento di questa specie. In alcune coltivazioni di *T. melanosporum* è stato prescelto un solo germoglio sin dal secondo anno ed eliminati gli altri, per formare un alberello; altre volte sono stati selezionati due o tre germogli allevati a cespuglio. In tutti questi casi è necessario ogni anno intervenire per eliminare i polloni supplementari o mediante una zappa o con le forbici o chimicamente utilizzando un erbicida che agisce per contatto come il paraquat. L'erbicida deve essere applicato sui teneri germogli e l'operazione, ripetuta per 3-4 volte durante la primavera-estate può essere iniziata a partire dal 3°-4° anno di età quando è facile individuare i germogli più vigorosi da selezionare per formare la chioma della futura pianta.

Il *T. melanosporum* richiede alla base della pianta una buona illuminazione, mentre il *T. uncinatum* ha bisogno di un moderato ombreggiamento. Ne consegue che gli interventi di soppressione dei polloni del Nocciolo sono da rapportare alle esigenze delle due specie di tartufo. Comunque vi sono in Umbria Noccioli mai potati che hanno formato un ampio cespuglio con oltre 20 assi e che producono abbondanti tartufi neri pregiati; in considerazione del forte impegno che la ripulitura dei polloni richiede ogni anno è consigliabile, anche per il *T. melanosporum*, allevare i Noccioli a cespuglio intervenendo o con moderati tagli dei polloni o non intervenendo affatto (Fig. 173). Per le Roverelle, le Farnie, il Cerro, il Leccio, una volta individuato il germoglio principale da favorire nel suo sviluppo, si dovranno accorciare i rametti laterali più bassi e via, via quelli più alti con il progredire dell'accrescimento delle piante in quanto queste verranno allevate ad albero (Figg. 174, 183).

Si ricorda che Borredon (1887) per il tartufo nero pregiato consiglia di allevare le Querce, almeno nei primi anni di vita, a cono rovesciato per favorire il riscaldamento del terreno ai piedi delle piante (Fig. 182).

Tuber magnatum

Richiede un elevato ombreggiamento del suolo per cui è opportuno allevare alcune specie di Salici a cespuglio (*Salix purpurea*, *Salix caprea*, *Salix eleagnos*) e ad albero il Salice bianco (*Salix alba*). I Pioppi sono da allevarsi tutti ad albero in quanto formeranno (ad eccezione del *Populus nigra* c.v. *italica*) una chioma ampia. In alcuni casi è utile effettuare la cimatura dei lunghi astoni dei Pioppi o dei Tigli per indurre la formazione dei rami laterali che costituiranno l'impalcatura della chioma del futuro albero. Tutti gli interventi di potatura nelle tartufaie a *T. magnatum* dovranno tendere a favorire lo sviluppo in larghezza delle piante senza pregiudicare l'agibilità della tartufaia (Figg. 168 e 172). Per quanto riguarda le Conifere utilizzate negli impianti di *T. aestivum*, *T. uncinatum* e *T. borchii* , esse richiedono soltanto moderati tagli dei rametti laterali per consentire lo sviluppo della futura chioma ad una altezza tipica di ogni specie (Fig. 165).

Per concludere questo argomento possiamo dire che gli interventi di potatura devono assecondare nella generalità dei casi il naturale sviluppo delle piante.

Potature molto particolari sono richieste negli impianti con alta densità delle piante collocate a filari semplici o doppi a distanza molto ravvicinata.

Irrigazione

È necessario provvedere all'irrigazione delle piante sin dall'inizio della loro messa a dimora. Nei primi anni dall'impianto l'irrigazione è indispensabile per consentire l'attecchimento delle piante, lo sviluppo dell'apparato radicale e delle micorrize. Successivamente l'irrigazione è necessaria per favorire la crescita dei corpi fruttiferi. Quando le piante sono piccole, 1-4 anni circa, la somministrazione dell'acqua va fatta in vicinanza del fusto utilizzando un impianto di irrigazione a goccia con uno o due gocciolatori per pianta (Fig. 180). È un metodo di facile gestione, molto efficace, che consente un forte risparmio di acqua. L'irrigazione può essere effettuata anche con piccoli aspersori sistemati in vicinanza delle piante. Quando le piante sono abbastanza cresciute e le cave (per il *T. melanosporum* e *T. aestivum*) hanno fatto la loro comparsa si deve abbandonare il sistema di irrigazione a goccia per adottare quello ad aspersione al fine di assicurare la bagnatura di una maggiore superficie di terreno (Fig. 185). È consigliabile irrigare le piante sottochioma per evitare lo sviluppo di malattie fungine sulle foglie. Comunque nei casi in cui sia stato fatto un impianto che bagni anche la chioma è necessario effettuare l'irrigazione di notte o di mattino presto, per evitare un brusco raffreddamento della pianta. Dal punto di vista tecnico non esistono difficoltà insormontabili per realizzare l'impianto d'irrigazione. L'approvvigionamento d'acqua può essere fatto da un corso d'acqua, da un lago o da pozzi appositamente costruiti. L'acqua deve essere pulita, a pH neutro, sub-alcalino o alcalino e non deve contenere sostanze tossiche come per esempio Cloruro di Sodio in dosi elevate. È raccomandabile la costruzione di impianti con tubi di polietilene, seminterrati, disposti lungo le file in modo da non ostacolare le macchine agricole. La distribuzione dell'acqua deve essere la più uniforme possibile sia intorno alle piante che in tutta la tartufaia e ciò si può realizzare regolando in modo opportuno

la pressione all'interno delle tubazioni. Le soluzioni tecniche sono estremamente numerose e il coltivatore ha solo lo scopo di far presenti al tecnico le sue esigenze. Questo argomento è trattato in modo ampio da Sourzat (1994) nella "Guide pratique de trufficulture". Per piccole tartufaie si può fare l'irrigazione a mano utilizzando autobotti poste nella parte alta della tartufaia da cui è attinta l'acqua tramite tubi flessibili e distribuita a pioggia con piccole lance intorno alle piante. L'autobotte, se di piccole dimensioni, può essere fatta percorrere fra le file man mano che vengono irrigate le piante; in questo caso, comunque, si può costipare il terreno e non è quindi consigliabile nei suoli abbastanza ricchi di argilla.

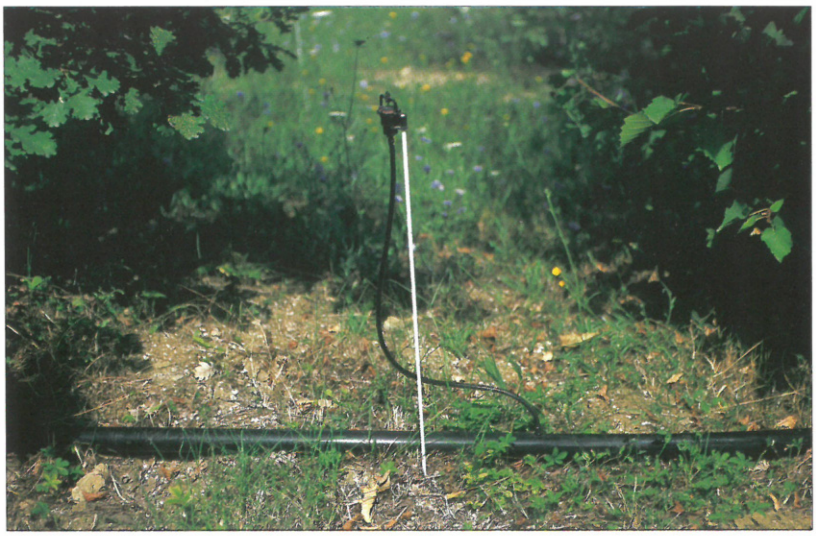


Fig. 185 - Irrigazione a pioggia sotto chioma con apposito ugello *(foto: B. Granetti)*.

Calendario delle irrigazioni

È importante sorvegliare la tartufaia per intervenire tempestivamente con l'irrigazione al fine di prevenire danni irreversibili a causa della siccità. Normalmente il periodo di somministrazione dell'acqua va da giugno a ottobre che corrisponde alla fase di crescita dei carpofori. Tuttavia vi sono state delle annate con forti siccità primaverili che hanno richiesto irrigazioni molto anticipate (marzo e aprile). La quantità media d'acqua necessaria, compresa quella da pioggia può variare in rapporto alla tessitura del suolo; i terreni limoso-argillosi trattengono l'acqua meglio dei terreni tendenzialmente sabbiosi o di quelli ricchi di scheletro. Bisogna tener conto anche delle esigenze delle piante tartufigene e quindi anche del loro sviluppo, della evaporazione del suolo e dei fattori climatici. Irrigazioni abbondanti possono raffreddare troppo il terreno e renderlo anche parzialmente asfittico con sicuro danneggiamento delle micorrize o dei giovani carpofori. In queste situazioni si favorisce lo sviluppo di micorrize inquinanti. La periodicità delle irrigazioni può variare anch'essa in rapporto alle situazioni pedologiche e climatiche locali. In definitiva per il *T. melanosporum* si suggerisce di somministrare circa 20 mm d'acqua tre volte al mese, cioè ogni 10 giorni; oppure 15-20 mm tutte le settimane. Il *T. magnatum* e il *T. uncinatum* richiedono generalmente quantitativi d'acqua maggiori.

Per concludere, le cure colturali hanno una importanza decisiva sulla produttività di una tartufaia. Basti ricordare che l'epoca di entrata in produzione del *T. melanosporum* è anticipata da un ottimale sviluppo vegetativo della pianta simbionte che si consegue con opportune pratiche agronomiche nell'ambito di un andamento climatico favorevole: erpicature, sfalcio delle erbe, potature, irrigazione. La situazione più negativa è la mancanza di cure colturali.

41 Ammendamento e fertilizzazione

Numerose analisi di campioni di terra prelevati nelle tartufaie naturali hanno evidenziato una gamma estremamente variabile dei valori dei più comuni parametri fisici e chimici. I dati possono essere presi come riferimento per valutare la necessità o meno di apportare elementi fertilizzanti o correttivi al suolo prima di realizzare l'impianto della tartufaia. Se il terreno è fortemente squilibrato nella sua struttura granulometrica tale da non essere idoneo a nessuna specie di tartufo conviene, ovviamente, rinunciare all'impianto della tartufaia.

Un parametro da tenere in attenta considerazione è il pH che, com'è stato già precisato, deve essere sub-alcalino o meglio alcalino per le specie pregiate. Il pH generalmente presenta valori bassi quando il calcare (Carbonato di Calcio) è carente. In questi casi è necessario effettuare ammendamenti che consistono nella somministrazione al suolo di forti quantitativi di calcare macinato in due fasi:

a) prima dell'aratura in modo che l'ammendante venga ben rimescolato in tutto lo spessore arabile del suolo;

b) negli anni successivi all'impianto della tartufaia poco prima di effettuare l'erpicatura dell'intero appezzamento.

Il quantitativo di calcare da somministrare varia da Kg 0,5 a Kg 2 a metro quadrato a seconda del valore del pH. Si tenga presente che 15-20 quintali ad ettaro di Carbonato di Calcio in polvere elevano il pH di circa 0,5 unità.

Controlli ripetuti di questo parametro indicheranno il raggiungimento della situazione ottimale.

Per lo stesso scopo si può utilizzare anche la polvere di Idrato di Calcio che poi nel terreno si traforma in Carbonato.

Nei casi di forte carenza di Magnesio si possono effettuare somministrazioni di dolomia macinata che è costituita da Carbonato doppio di Calcio e Magnesio.

Con gli ammendamenti a base di Carbonato di Calcio è stato possibile ottenere buone produzioni da tartufaie coltivate in terreni acidi.

Per quanto riguarda i principali elementi della fertilità del suolo (Potassio, Fosforo e Azoto), il loro riequilibrio si può effettuare impiegando fertilizzanti di vario tipo quali, rispettivamente, il Solfato di Potassio, il Fosfato Bicalcico o altri Fosfati poco solubili, il Solfato di Ammonio o l'Urea da impiegare prima dell'impianto.

La carenza di materia organica si corregge con l'aggiunta di letame ben decomposto; in Umbria alcuni tartufai utilizzano il letame di pecore che si ottiene dalla lenta decomposizione della lettiera che ha luogo nell'arco di parecchi mesi fino a presentarsi come una polvere scura. Si possono utilizzare anche altri fertilizzanti organici neutri o alcalini.

Sono disponibili in commercio prodotti che contengono materia organica, Fosforo e Potassio, consigliati per le tartufaie di *T. melanosporum*, ma non sempre hanno dato buoni risultati. L'uso eccessivo di fertilizzanti, soprattutto azotati, favorisce l'insediamento negli apparati radicali di basidiomiceti che si manifestano spesso con la comparsa di carpofori epigei.

L'impiego dei fertilizzanti richiede molta prudenza in quanto non sono stati ancora sperimentati in modo approfondito.

È consigliabile, quindi, effettuare la fertilizzazione solo nei casi strettamente necessari preferibilmente al momento della preparazione del terreno; dopo l'impianto si possono somministrare però piccole dosi ripetute nel tempo.

La fertilizzazione quando riesce a riequilibrare gli elementi della fertilità del suolo consente un accrescimento armonico delle piante e del tartufo.

Controllo della micorrizazione in campo

42

Nelle tartufaie coltivate accanto alle micorrize di *Tuber* si sviluppano anche quelle di funghi inquinanti che possono compromettere la produttività della tartufaia (Donnini e Bencivenga, 1995).

È necessario pertanto seguire lo sviluppo delle micorrize negli apparati radicali delle piante messe a dimora sin dai primi anni. A tale scopo si prelevano da uno a cinque campioni di radichette per ogni pianta a varia distanza dal tronco e alla profondità di 5-20 cm, nel periodo di massimo sviluppo di queste strutture e cioè o in primavera o nei mesi autunnali. Nelle tartufaie irrigate il prelievo può essere fatto da aprile a novembre in quanto il terreno anche nei mesi estivi presenta un sufficiente grado di umidità che consente alle micorrize di crescere in modo continuativo.

La percentuale di piante da sottoporre al prelievo dei campioni può variare dal 5 al 10%. L'analisi delle radichette per individuare le varie specie di micorrize e le relative percentuali di presenza deve essere affidata ad esperti del settore i quali dovranno esprimere anche dei giudizi sul grado di micorrizazione e sulla incidenza dei funghi competitori; queste informazioni sono estremamente utili per programmare eventuali interventi.

Nell'ipotesi che alcune piante risultino poverissime o del tutto prive di micorrize del tartufo prescelto si dovrà valutare la convenienza o meno di sostituirle con altre ben micorrizate o di ricorrere alla reinoculazione sul posto. Per questa operazione si raccolgono nei periodi appropriati i tartufi ben maturi e si conservano in frigorifero a circa +1°C, oppure si essiccano all'aria.

Al momento della loro utilizzazione si triturano finemente e si mescolano a terra della stessa tartufaia o meglio a vermiculite umida nella dose di circa 10 g per litro. Asportando la terra superficiale in vari punti intorno alla pianta, si mettono a nudo le piccole radici sulle quali si depone la vermiculite (o la terra) carica di spore che si ricopre poi con la stessa terra rimossa in precedenza. Si utilizzano in genere 2 litri di vermiculite per ogni quarto di mq di terreno. Questa operazione richiede forti quantitativi di tartufo che potrebbero costare più delle piante ben micorrizate con le quali sostituire quelle difettose. È conveniente, per questo motivo, ricorrere alla pratica della inoculazione in sito il più presto possibile, entro due, tre anni dall'impianto, quando l'apparato radicale ha ancora uno sviluppo contenuto.



Fig. 186 - Carpofori di *Sphaerosporella brunnea (foto D. Donnini).*

43 I pianelli o aree bruciate

Alcune specie di tartufo quali il *T. melanosporum* e il *T. aestivum* hanno la caratteristica di determinare la scomparsa pressoché totale della vegetazione erbacea, annuale o perenne, nelle aree di terreno ove normalmente maturano i tartufi. Queste aree dette "brûlé" in Francia e "pianello" o "cava" in Italia, hanno spesso forma circolare, altre volte si sviluppano intorno al tronco della pianta tartuficola in modo vario generando superfici ellittiche, triangolari, a zig zag, ecc. Esse compaiono quando l'apparato radicale è situato poco sotto la superficie del terreno, a 5-10 cm di profondità.

Nelle piante giovani l'area bruciata comincia a formarsi in vicinanza del tronco, da qualche anno a sei anni dalla piantagione ed ha la tendenza ad espandersi verso l'esterno, 10-15 centimetri ogni anno, in quanto segue lo sviluppo radiale dei capillari radicali che portano le micorrize. Nella parte centrale dell'area bruciata vi è una scarsa presenza di micorrize del tartufo o di altre specie fungine. Lo sviluppo maggiore delle micorrize si può osservare alla periferia dell'area bruciata o all'esterno della stessa dove è presente la vegetazione erbacea.

L'area bruciata si forma per la presenza delle micorrize del tartufo ed anche per l'attività di batteri e di altri funghi micorrizogeni.

I tartufi compaiono in prevalenza all'interno dell'area bruciata preferendo la parte più fresca situata nel settore Nord, Nord-Est o Nord-Ovest nei climi caldi e il settore Sud nei climi più freddi. In alcuni casi i tartufi si formano nella fascia inerbita situata all'esterno dell'area bruciata. Talora le piante iniziano a produrre tartufi prima ancora che scompaia la vegetazione erbacea. Il fenomeno dell'area bruciata è stato osservato fin da tempi remoti (Ciccarelli, 1564; Marsili, 1714), ma soltanto da pochi anni è stato possibile capirne le ragioni. È emersa,

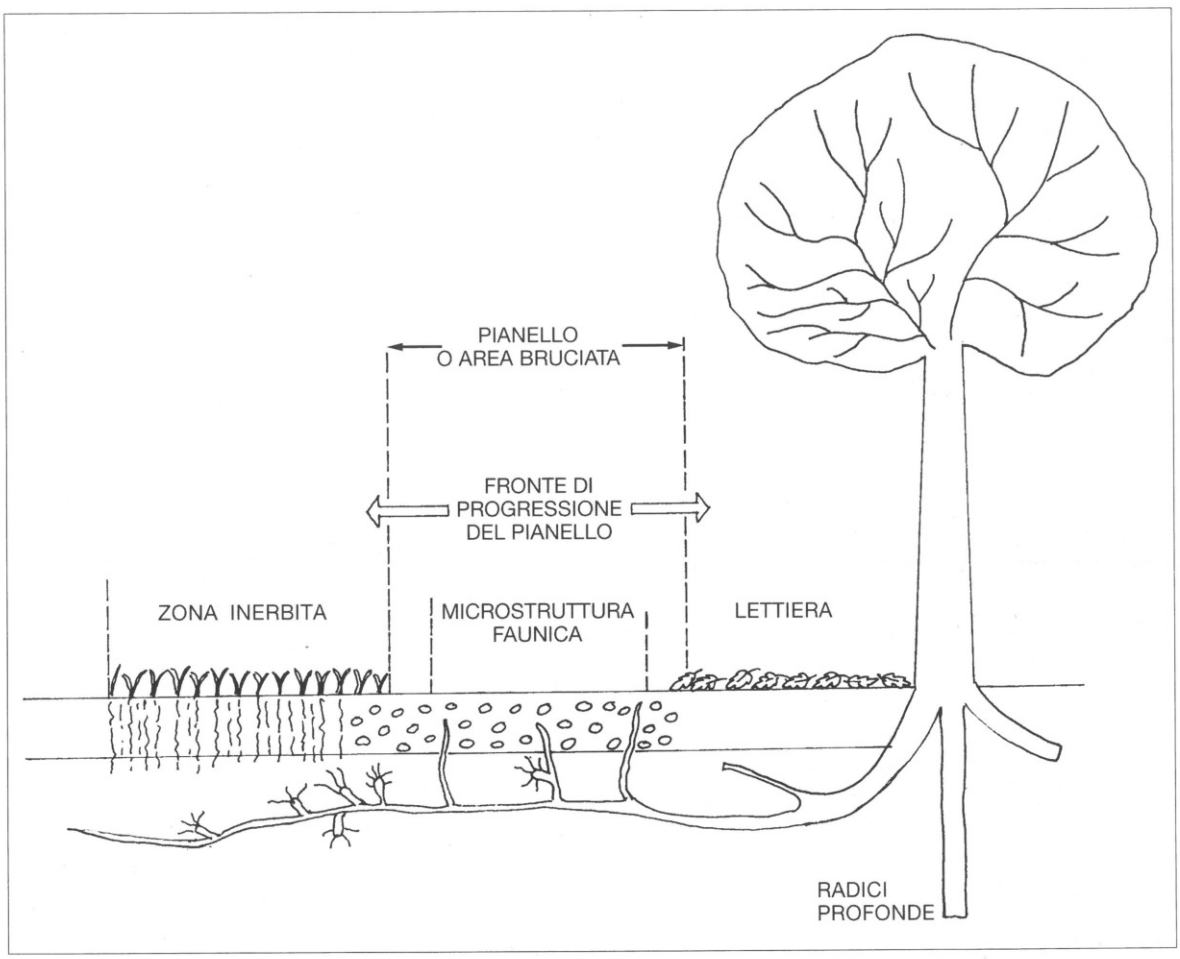


Fig. 187 - Sviluppo delle radici e delle micorrize nel pianello e nell'area circostante.
(Da Callot, 1999, ridisegnato da A. De Angelis).

in laboratorio, una chiara azione fitotossica sulla germinazione dei semi di piante erbacee coltivate e spontanee e sulle giovani piante, di estratti acquosi di ascocarpi e di filtrati colturali di micelio di *T. melanosporum* coltivato *in vitro* (Montacchini, Lo Bue e Caramiello-Lomagno, 1977). Non tutte le piante presentano ovviamente la stessa sensibilità; anche i batteri e i funghi sono sensibili all'azione tossica delle sostanze prodotte dal micelio del tartufo e dagli ascocarpi, sia pure in modo diversificato. Si è pensato ad una azione fitotossica da parte di sostanze volatili emesse dai carpofori. Pacioni (1991) ha evidenziato l'influenza negativa di tre aldeidi (2-metilpropanale, 2-metilbutanale, 3-metilbutanale) e di due alcooli (2-metilbutanolo e 3-metilbutanolo) estratti da tartufi maturi, sulla germinazione dei semi di alcune piante coltivate e sullo sviluppo di alcuni funghi e batteri della rizosfera.

Altri ricercatori (Papa, Bortolo e Cassani, 1992) hanno individuato nell'estratto acquoso e metanolico dei carpofori di *T. melanosporum* una sostanza con forte azione inibitrice sul *Lepidium sativum*, una piccola crucifera erbacea. Fitotossici risultano anche alcuni amminoacidi e tra questi il triptofano, l'acido glutammico, la valina e la glicina. In definitiva, le sostanze ad azione fitotossica prodotte dal micelio del tartufo nero legato alle micorrize e dagli stessi carpofori, sono molteplici, alcune volatili, altre solubili e la terra della tartufaia ne risulta arricchita in modo continuo tale da impedire o attenuare la germinazione dei semi della quasi totalità delle piante erbacee spontanee.

Nelle località con forte piovosità le sostanze fitotossiche sono dilavate e i pianelli in questo caso sono meno evidenti. Alcune piante, tuttavia, riescono a svilupparsi anche sulle cave, probabilmente sia per una loro maggiore resistenza alle sostanze nocive, sia perché hanno gli apparati radicali molto in superficie dove tali sostanze non raggiungono concentrazioni tossiche.

La scomparsa delle erbe può essere interpretata in termini ecologici. Le piante erbacee sottraggono acqua di cui hanno bisogno le micorrize per svilupparsi e soprattutto ombreggiano il terreno nel periodo autunno-invernale quando l'irraggiamento solare è sempre più debole. Il tartufo nero pregiato provvede in modo autonomo a creare la sua nicchia ecologica.



Fig. 188 - Roverella di 16 anni con ampio pianello che produce il tartufo nero pregiato in coltura asciutta *(foto: B. Granetti)*.



Fig. 189 - Tartufaia mista di tartufo nero pregiato di 6 anni, in produzione, con prevalenza di carpino nero *(foto: B. Granetti)*.

44 La produzione di tartufi nelle tartufaie coltivate

Dopo circa trenta anni di sperimentazione sul campo e di esperienze acquisite seguendo le vicende di svariate centinaia di ettari di tartufaie coltivate in Francia, Italia e Spagna, si possono puntualizzare alcuni dati di sicuro interesse riferendosi al tartufo nero pregiato.

Le piante iniziano a presentare l'area bruciata dopo due o tre anni dalla loro piantagione, ma spesso anche alcuni anni più tardi. L'inizio della produzione nelle migliori condizioni ha luogo dopo tre anni dalla comparsa dell'area bruciata ma di frequente anche al quarto, quinto anno o addirittura più tardi e purtroppo non in modo contemporaneo per tutte le piante. I fattori che incidono sull'inizio della produzione sono molteplici. Primo fra tutti è l'eterogeneità delle piante micorrizate, Noccioli, Querce e Carpini, in quanto ottenute da semi.

Un altro fatto da tener presente è l'intensità di micorrizazione delle piante tartufigene che spesso è stata inferiore ai parametri ritenuti minimi dai biologi. Vi è da considerare ancora la differente velocità di crescita delle piante delle varie specie e l'incidenza dei fattori pedologici e climatici sullo sviluppo degli apparati radicali e delle micorrize. Inoltre, le conoscenze delle esigenze ecologiche dei tartufi, all'inizio alquanto superficiali, sono andate progressivamente migliorando e di pari passo sono progredite anche le tecniche colturali che hanno anticipato l'entrata in produzione delle tartufaie.

Una mole immensa di dati è stata raccolta sul comportamento delle piante dopo la loro messa a dimora riferendosi in modo particolare al loro accrescimento, alla competizione di funghi micorrizogeni estranei e alla loro risposta alle più diverse cure colturali.

Questa premessa è necessaria per affermare che non è facile stabilire a priori un calendario delle produzioni annuali di una tartufaia; questo sarà forse possibile in un prossimo futuro quando le piante tartufigene saranno prodotte con criteri nuovi selezionando il materiale vegetale e quello fungino e saranno meglio definiti gli interventi colturali nelle più diverse situazioni ambientali.

Il primo tartufo di *T. melanosporum* ottenuto da un Nocciolo micorrizato artificialmente è stato raccolto in Francia nel mese di dicembre del 1977, tre anni e mezzo dalla piantagione (Chevalier, 1983). Purtroppo, come già accennato, l'entrata in produzione delle piante di una tartufaia è scalare con una crescita di circa il 10-15% ogni anno; va detto però che mentre alcune piante producono tartufi in modo regolare e crescente, altre producono in modo alterno.

Per dare alcuni esempi si menziona una tartufaia di *T. melanosporum* con Nocciolo in Borgogna nella quale al quarto anno dall'impianto il 73% delle piante ha prodotto tartufi per un peso complessivo riferito ad un ettaro di 20 kg; nella stessa tartufaia a quattordici anni sono stati raccolti 110 kg ad ettaro. Nella zona del Perigord una tartufaia di undici anni ha prodotto nel 1993-94 più di 100 kg di tartufi e in altre due tartufaie di tredici anni la produzione ha superato 150 kg ad ettaro.

Sono dati eccezionali che ci dimostrano la potenzialità produttiva di una tartufaia. Altrettanto eccezionale è la produzione di un Nocciolo di kg 4 di tartufi neri all'età di sedici anni e di un altro Nocciolo che a undici anni ha prodotto kg 2,5 di tartufi proseguendo a produrre quantitativi analoghi per altri cinque anni consecutivi (Chevalier, 1994).

In Umbria, anche se la tartuficoltura è iniziata con circa dieci anni di ritardo rispetto alla Francia, si sono registrate elevate produzioni in alcune tartufaie; già nella stagione 1999-2000 sono state toccate produzioni variabili da 40 a 70 kg ad ettaro di *T. melanosporum* e nella stagione 2002-2003, particolarmente favorevole, qualche tartufaia ha prodotto più di 110 kg ad ettaro (comunicazioni personali) (vedi pag. 222).

In questo settore i dati non sono disponibili per la estrema riservatezza dei tartuficoltori. È comunque certo che le tartufaie oggetto di attente cure colturali danno buone o ottime produzioni soprattutto dopo i 10-12 anni dall'impianto effettuato con Roverelle, Lecci e Carpini.

Notizie sulla produzione di altre specie di tartufo sono riferite nel capitolo che riguarda la tartuficoltura in Umbria.

Miglioramento e rinnovamento delle tartufaie

45

Tartufaie coltivate

Le tartufaie coltivate possono mantenere per numerosi anni la loro capacità produttiva che è connessa a molti fattori in equilibrio tra loro. Quando tale equilibrio si altera la produzione di tartufi diminuisce o cessa del tutto. L'attenta analisi delle cause che determinano l'arresto della produzione nei singoli casi consente di individuare anche i possibili interventi da fare, che comunque non sempre conseguono i risultati attesi. Prendiamo in esame le specie di tartufo più largamente coltivate.

Tuber melanosporum

Le cause più comuni del decremento della produzione di questo tartufo sono: il forte ombreggiamento che impedisce una uniforme distribuzione delle piogge estive e il riscaldamento del suolo nei mesi autunno invernali; la formazione di una lettiera di materiale organico dovuto all'accumulo di foglie morte che raffredda il terreno e lo acidifica negli strati superficiali; una eccessiva presenza di piante erbacee annuali e perenni e di cespugli; l'impoverimento del sistema radicale micorrizato con il tartufo e la compattezza del suolo.

1) Per ridurre l'eccessivo ombreggiamento nelle tartufaie coltivate a *T. melanosporum* è necessario prima di tutto individuare le piante che ancora producono qualche tartufo, quelle che hanno una cava anche se improduttive, quelle sane e robuste e le piante gracili, mal formate. Tenendo conto che in un ha possono vivere ben distanziate nella fase adulta da 40-50 a 60-80 alberi (Roverelle, Cerri, Lecci), si dovranno eliminare le piante non produttive e quelle difettose per realizzare questa densità ottimale. Il taglio delle piante si deve fare nei mesi di agosto e settembre all'altezza di circa 50 cm dal suolo per poter essere bene individuate nel corso di eventuali lavorazioni del terreno o per togliere agevolmente le ceppaie tramite un trattore. È infine necessario impedire che dalle ceppaie rigettino dei germogli e ciò può essere conseguito bagnando il tronco con apposite sostanze defoglianti.

2) Gli alberi selezionati verranno sottoposti ad interventi di potatura consistenti in una cimatura alquanto energica che nelle vecchie piantagioni può interessare l'ultimo terzo o la metà della pianta. Si possono accorciare anche i rami laterali. La pianta con questi trattamenti perde vigore e sembra meglio disposta a produrre i tartufi.

3) La vegetazione erbacea e quella arbustiva formata da Ginestre, Biancospini, Rovi, Ginepri e da altri cespugli deve essere eliminata, nella tarda primavera, senza mettere a nudo la sottostante roccia, per agevolare le ulteriori pratiche agricole; l'operazione va ripetuta anche negli anni successivi.

4) Il terreno verrà quindi lavorato con estirpatore nei mesi di marzo e di aprile alla profondità di circa 15-20 cm ripetendo l'operazione alcune volte nel corso del primo anno anche durante l'estate. Non ci si dovrà preoccupare se alcune radici verranno tagliate perché ciò favorisce la ramificazione di quelle che rimangono vitali. Intorno alle piante è preferibile effettuare una zappatura manuale con il bidente. Prima di ogni estirpatura è consigliabile distribuire nel terreno del calcare in polvere, nella dose complessiva di circa 10 q.li ad ha o più se necessario. L'aerazione del suolo e l'aggiunta del Carbonato di Calcio favoriscono la decomposizione della materia organica da parte dei batteri e dei funghi e stimolando l'attività della fauna del suolo, si ottiene l'innalzamento del pH che dovrà raggiungere un valore di circa 8 e l'abbassamento del rapporto C/N fino a valori favorevoli al *T. melanosporum* (da 8 a 10). Questi interventi consentono anche di rallentare la crescita del *T. brumale* largamente diffuso nelle piantagioni di tartufo nero pregiato.

5) Pacciamatura - È una pratica realizzabile con paglia o con altri materiali, che garantisce una migliore conservazione dell'umidità del terreno e un controllo delle oscillazioni termiche del suolo. La paglia deve avere uno spessore di circa 5 cm e deve essere preferibilmente vecchia.

6) Irrigazione - Se gli interventi di rinnovamento sono accompagnati dalla installazione di un efficace impianto di irrigazione i risultati saranno migliori e più sicuri.

7) Negli anni successivi sarà utile provvedere ad un solo intervento annuo di erpicatura nei mesi di marzo-aprile a modesta profondità al fine di mantenere la giusta aerazione del suolo. Si dovrà anche sfalciare l'erba negli interfilari con mezzo meccanico. Con gli interventi ora descritti si possono conseguire risultati positivi già dopo 2-3 anni con la ripresa della produzione che procede in modo crescente. Anche la pezzatura dei tartufi migliora in modo sensibile.

Tuber aestivum - Tuber uncinatum

Poche notizie sono disponibili sul rinnovamento di tartufaie coltivate di questi due tartufi. Anche per esse valgono le indicazioni riferite per il *T. melanosporum,* ma si dovrà tenere presente che il *T. uncinatum*, come già detto altrove, predilige una copertura vegetale alquanto elevata per cui il diradamento dovrà essere fatto in modo oculato. La estirpatura, la pacciamatura e l'irrigazione, ove possibile, sono pratiche di sicura utilità anche per questi tartufi, pur essendo meno esigenti del *T. melanosporum.*

Tartufaie naturali

Le cause che determinano la diminuzione del prodotto o la scomparsa dei tartufi sono generalmente le stesse esaminate per le tartufaie coltivate ma gli interventi sono vincolati al rispetto di norme che disciplinano la Silvicoltura.

Tuber melanosporum

Le tartufaie naturali di questa specie, dopo un periodo più o meno lungo, vanno incontro a processi di "invecchiamento" diventando improduttive. Le cause di questo fenomeno non sono sempre facilmente spiegabili; tuttavia alcune volte risulta ben chiaro che è l'uomo il principale responsabile del deterioramento delle tartufaie. È il caso dei rimboschimenti realizzati in boschi aperti di Roverella produttive, con Pino nero o con altre conifere che dopo qualche tempo hanno ombreggiato in modo eccessivo il suolo. Inoltre, l'accumulo degli aghi, oltre ad acidificare gli strati superficiali del terreno, come già detto, modifica nel tempo la natura del substrato nel quale si differenziano i primordi degli ascocarpi rendendolo sempre meno idoneo alla loro crescita. In altri casi l'eccessivo ombreggiamento ha avuto luogo a seguito di una riduzione parziale o totale dell'attività pascolativa da parte di ovini e caprini che notoriamente esercita un efficace controllo sullo sviluppo della vegetazione erbacea ed arbustiva. Dovendo rispettare le vigenti leggi sulla selvicoltura non sempre è possibile intervenire per restaurare una tartufaia naturale vecchia in quanto l'abbattimento degli alberi è severamente disciplinato. Pertanto gli interventi di miglioramento possono essere limitati al taglio dei cespugli, allo sfalcio dell'erba, alla erpicatura profonda del terreno, alla pacciamatura, all'aggiunta di Carbonato di Calcio e all'irrigazione ove possibile. È raccomandabile, a questo riguardo, procedere nelle operazioni di rimboschimento con molta prudenza cercando di non arrecare danni alle tartufaie esistenti che rappresentano un patrimonio di elevato valore.

Interventi di rigenerazione sono stati effettuati in Umbria nella zona di Trevi ed hanno conseguito buoni risultati a partire dal 2° anno. Sono aumentate le cave facendo la loro comparsa intorno a piante di Roverella di 10-15 anni e quelle esistenti si sono rinvigorite iniziando a produrre nuovamente i tartufi.

Tuber magnatum

Le tartufaie naturali a *T. magnatum* possono cessare la produzione di tartufi per varie cause; quelle situate lungo i campi coltivati sono spesso danneggiate dalle arature profonde praticate in vicinanza degli alberi tartuficoli (Roverelle, Pioppi, Salici, ecc.). Nei decenni passati quando le arature erano fatte a modesta profondità con l'aratro trainato dai buoi, i tartufi si formavano anche all'interno del campo lontano dalle piante simbionti specialmente se questo era coltivato a erba medica. Le tartufaie naturali a *T. magnatum* possono essere rivitalizzate riducendo drasticamente la profondità delle arature almeno a 8-10 m di distanza dalle piante.

Alcune volte si ha il ristagno d'acqua sulle tartufaie per lunghi mesi rendendo asfittico il suolo; il rimedio più efficace a tale inconveniente consiste nel realizzare un efficiente sistema di fossi per consentire il rapido smaltimento dell'acqua superflua. Vi sono casi in cui è necessario ripristinare un idoneo regime idrico in una tartufaia naturale deviando in essa piccoli corsi d'acqua.

In alcune tartufaie si ha una eccessiva formazione di lettiera per accumulo di foglie e di rami secchi che determinano la scomparsa dei tartufi. La rimozione del materiale organico non decomposto è una operazione generalmente utile. Altri interventi efficaci sono quelli citati in precedenza e precisamente: il diradamento che dovrà interessare gli alberi non simbionti, tenendo presente che il tartufo bianco esige una copertura vegetale arborea molto elevata (dall'80 al 100%); pertanto lo sfoltimento deve essere molto oculato al fine di non alterare quel microclima fresco e umido nei mesi estivi tipico delle tartufaie a *T. magnatum*; la ripulitura della vegetazione arbustiva ed erbacea da eseguire nella tarda primavera per impedire la immediata ricrescita della vegetazione; la pacciamatura, particolarmente utile per il tartufo bianco e infine l'irrigazione e la potatura. È bene ricordare che anche questo tartufo esige un terreno soffice e ben aerato per cui quando per varie cause esso diventa compatto è necessario intervenire con adeguate arature od estirpature da effettuare nei mesi primaverili. Alcuni dei suddetti interventi praticati da qualche coltivatore in Umbria hanno conseguito importanti risultati in tempi brevi.

La legge nazionale n. 752, prevede che si possano migliorare le tartufaie naturali, oltre che con gli interventi sopra ricordati, mettendo a dimora un congruo numero di piante micorrizate nelle strette vicinanze degli alberi tartuficoli. Si realizzano in tal modo le cosiddette "tartufaie controllate" sulle quali il proprietario ha il pieno diritto di raccolta dei tartufi.

Le vicende del tartufo in Umbria

46

Premessa

Nella pluralità degli uomini la parola tartufo evoca alla mente l'idea di una formazione tuberoide carnosa, di gusto squisito, di odore stuzzicante, associata a quella di un pranzo ottimo, contornato da vini prelibati e generosi; per i naturalisti invece non indica altro che l'apparato di fruttificazione dei funghi adattatisi alla vita sotterranea.

La sua storia, del resto, si perde nella notte dei tempi e in ogni epoca lo troviamo altamente apprezzato, a partire dai re Babilonesi (3° millennio a.C.) che ricercavano questo raro frutto, di cui erano ghiottissimi, tra le sabbie dei deserti medio orientali. I Greci e i Romani ne furono grandi estimatori, sebbene probabilmente conobbero soltanto le terfezie e le tirmanie africane. Infatti pare improbabile che a quell'epoca si conoscessero i tartufi neri di Norcia o di Spoleto, come invece ritiene Alfonso Ciccarelli (1564), sostenendo che i nostri tartufi "profumati e neri" non potevano essere sfuggiti a grandissimi intenditori quali essi erano.

Il tartufo conobbe poi un lungo periodo di oblio nel Medioevo, per tornare ad essere il principe della cucina nelle raffinate corti signorili dell'epoca rinascimentale. Per quanto concerne la caduta di interesse in epoca medioevale, E. Tibiletti - A. Zambonelli (1999) e altri autori, avanzano l'ipotesi che la sua tradizionale fama di potente afrodisiaco, mal si conciliava con il mondo ascetico e religioso del tempo; altri invece si rifanno all'abbandono del territorio e al prevalere delle carni, e comunque a un imbarbarimento e impoverimento del mondo gastronomico.

Cenni storici sugli ordinamenti giuridici

Dopo il lunghissimo periodo di silenzio sul tartufo, seguito al disfacimento dell'ordinamento dell'impero romano, esso riappare nei documenti d'epoca medioevale. Uno dei primi documenti contabili che si conosca, nel quale compaiono i "Tartufani", è la *"Tabula exitus, expensae et introitus"* del 22 agosto 1400 dell'ordinamento finanziario di Spoleto (Salzano, 1941). Tra il repertorio delle merci di "gabella delle porte", essi erano assoggettati all'entrata e all'uscita del territorio a una imposizione di "8 soldi" per "centenaro" (100 libre - 33 kg) e a un "denaro per libra"[1], a riprova che erano considerati merce di largo smercio (Mario Laureti, 1968). Infatti, lo stesso Salzano afferma: "ma da un esame della gabella delle porte si può concludere che il Comune favoriva anche l'esportazione di pecore, capre e castrati, di pellami di varie specie, di carta pecorina, di formaggi pecorini, di guado, di maiali, di zafferano, *di tartufi,* di fave, di orzo, di spelta".

Per ciò che concerne i rapporti giuridici, se ne comincia a parlare negli ordinamenti di varie Comunità nel 1500. In particolare, gli Statuti Comunali dei centri di montagna, nel "libro dei danni dati", disciplinano la raccolta di questi pregiati tuberi e degli altri prodotti del bosco.

Non vi è traccia in ciò che resta dello statuto del Comune di Spoleto del 1296, pervenuto frammentario, che non conserva i capitoli riguardanti il settore dei danni dati; ma l'indice delle rubriche ci informa di come fosse trattata la materia, alla quale comunque non era riservato un libro specifico. Né si ritrova menzionato il tartufo nello statuto successivo del 1347 che, oltre a presentare una visione generale più evoluta, tratta ampiamente i prodotti agro alimentari nel secondo libro. Troviamo traccia invece negli statuti delle Comunità del territorio di Spoleto:

Statuto di Orsano (Spoleto, Archivio storico diocesano): viene proibita la raccolta del tartufo ai non abitanti della zona: "*Che non sia licito ad forestieri cavare tartufani - Item statuemo et espressamente ordinamo che a nisuno forastiere di qual stato, grado o condizione sia licito cavare ne far cavare tartufani nel nostro territorio de Ursano sotto pena de bolognini otto a qualunque contrafarrà et della perdita de quanti tartufani li saranno trovati et se intederà incorso nella predetta pena ancora in facto non fusse trovato costando che vi habia cavato";*

Statuto di Cerreto di Spoleto (1381 in copia riformata 1509) *e* ***Vallo di Nera:*** ai forestieri era vietato in tutto il territorio, la caccia, la pesca e cavare tartufi;

[1] "lira o libra" uguale a venti soldi, ogni soldo uguale a 12 denari.

Statuto di Scheggino (1561), i tartufi erano di proprietà dei padroni dei campi (libro IV, 8), ma questa Comunità, fin d'allora affittava le tartufaie: "*Che tutti quelli che caveranno tartufani nel territorio di Scheggino siano tenuti et obligati pagare alla comunità un grosso de pauli per libra*".

Il diritto patrimoniale dei privati e degli Enti sui tartufi ritraibili dai rispettivi beni, è confermato, secondo l'Avv. Mario Laureti (1968), in vari atti di cessione all'Ente rappresentativo, al fine di concorrere alle spese comuni e per sopperire ai pagamenti delle gabelle camerali, cui gli stessi erano obbligati. Perciò il diritto di cava appartenne a lungo agli abitanti delle varie Comunità, come dimostra anche lo *Statuto di Ponte* (1572), oggi Frazione di Cerreto di Spoleto, che vieta la raccolta ai "*Forensis*". Tale consuetudine – che permetteva a molte Comunanze di affittare le tartufaie al migliore offerente, purché residente nello stesso Comune, ivi comprese quelle ricadenti nei terreni privati – si è protratta per lungo tempo e il ricavato, insieme ai proventi del legnatico e della fida pascolo, veniva utilizzato per concorrere alle spese comuni, ma anche reinvestito in servizi collettivi.

Si riscontrano, comunque, mutevoli rapporti di proprietà da Comune a Comune e addirittura da frazione a frazione. "Nello Spoletino il tartufo nero pregiato è di proprietà dei proprietari dei terreni. Nel Casciano e nel Nursino, in varie frazioni, il diritto di escavazione è riservato alle chiese parrocchiali. Nel Comune di Cerreto è questo Ente che ha potere di disporre del diritto di escavazione anche sui terreni privati. Tale diversità di rapporti causa inconvenienti non lievi. I privati proprietari – infatti – nel caso che difettino della disponibilità del prodotto, non hanno alcun interesse a mantenere e vigilare le tartufaie, site nei loro terreni ma di appartenenza di altri; ma, anzi, ad eliminarle. Raccogliere anche per essi un tartufo dai propri terreni costituisce, come s'è detto, furto! Di qui una componente di quel calo della produzione che in certe zone si fa preoccupante..." (M. Laureti, 1968).

È evidente che con il trascorrere del tempo avvengono mutamenti causati dalle nuove situazioni politiche, sociali, culturali e quindi giuridiche, ed infatti a Norcia, durante la dominazione francese (1799-1814), viene introdotta una legislazione tendente a riconoscere i diritti individuali a discapito di quelli comunitari. Ma con l'ondata restauratrice seguita al Congresso di Vienna del 1815, le antiche consuetudini vengono ripristinate dal *Motu proprio* del Pontefice Pio VII, destando numerose proteste da parte dei padroni delle terre dove si trovavano le tartufaie (Silvia Spedicato 2002).

Con l'unità d'Italia subentrano altre modifiche, in quanto decadono gli Statuti Comunali e si liberalizza il mercato degli affitti.

Nel 1942 il Codice civile riafferma i diritti dei privati anche sui prodotti del sottosuolo (art.lo 840).

La situazione descritta riguarda naturalmente il tartufo nero di Norcia o di Spoleto e non il tartufo bianco, pur presente in Umbria, in particolare nell'Eugubino-Gualdese e nell'alta valle del Tevere: "Esso è considerato, infatti, *res nullius* e come tale suscettibile di essere acquisito in proprietà mediante occupazione, da parte di chiunque lo sottometta per primo al proprio dominio, lo scopritore o cavatore; cosi come la selvaggina per il cacciatore, il pesce per il pescatore" (M. Laureti, 1968).

Nel 1970 la legge Salari liberalizza la raccolta nei terreni che non vengono delimitati con apposite tabelle di "Raccolta riservata dei tartufi" e l'ultima legge nazionale - la 752/85 - e le successive leggi regionali di applicazione (6/94, 10/97, 34/97...), sanciscono che la raccolta dei tartufi è libera nei boschi e nei terreni non coltivati; hanno però "diritto di proprietà sui tartufi prodotti nelle tartufaie coltivate e controllate tutti coloro che le conducono".

Il tartufo nel tempo

Francesco Francolini, nel volumetto *La tartuficoltura e i rimboschimenti nell'Umbria* (1927), dopo aver riportato le prove riguardo all'assoluto silenzio che i Francesi mantengono sulla produzione tartuficola italiana, nota che " persino i loro numerosi trattati scientifici e tecnici di tartuficoltura sono tutti d'accordo nel ritenere che il tartufo di Norcia o di Spoleto non è simile al Perigord, bensì trattasi di una specie molto simile, ma inferiore: il *T. Brumale*"[2]. Aggiunge però che a queste dimenticanze ed a questi errori che nascondono alquanto il profumo della concorrenza commerciale, fa ammenda un insigne letterato e poeta, lo Schneider, che nella sua magnifica opera sull'Umbria dichiara "*di aver passato tre giorni a Spoleto tra il ricordo profumato di Donna Lucrezia, e l'odore degli squisiti tartufi e l'atmosfera dei boschi sacri !*". Francolini continua ancora: "Antichissima fama godono i nostri tartufi. Già fin dagli ultimi anni del 1400, Pierfrancesco Giustolo, nel suo carme *De Croci Cultu* fa notare come nel territorio di Spoleto abbondassero gli squisiti tuberi: *...e di tartufi abbonda - che di sovente col vorace grifo - scava la porca la non rara prole*".

Testimonianza molto importante di un attivo commercio di tartufi si rinviene nel volume del barone Antonio Ancaiani sul *Commercio attivo e passivo della Città di*

[2] *Martin* nella "Truffe noire" dice: Le *Tuber melanosporum* c'est la plus extimè de toutes les especes de truffes et le sol francais en detien le monopol exclusif.

Maillefort.: nel "La truffe et sa production": La truffe est un produit essentiellement francais.

Moynier sul " Traitè complet sur la truffe" riferisce che i nostri tartufi sono rifiutati dai veri ghiottoni: àprètè, coriacitè gout sauvage, voilà les qualitè dans les quelles flottent toutes autrex truffes repandues sur la surface du globe, notamment en Italie.

Chatin: nous envoyent quelques centaines de kilogrammes de leurs truffes qui sont le *Tuber Magnatum* et le *Tuber Brumale.*

Spoleto, edito nel 1672: "Questo frutto in tutta Italia a pochi paesi, da Dio è stato conceduto, e quelli delle nostre montagne, quando sono arrivati alla maturazione, sono i più odorosi e più gustosi degli altri paesi, che perciò tanto in Firenze che in Vinegia sono molto ricercati. Diversi negozianti di Norcia in ogni settimana ne portano in grande quantità a Firenze e quantunque se ne infradiciano molto per il lungo viaggio, non di meno il prezzo vantaggioso che ritraono, vengono molto ad utilizzarvi in tale Negozio. Li corrieri della Serenissima Repubblica di Vinegia ne prendono ogni viaggio alla montagna di Somma (Spoleto) e vi utilizzano molto. Ma altri negozianti di Norcia hanno aperto da pochi anni in qua la strada di imbarcare le casse in Pesaro, e mandarle per Mare ad altri loro compagni che stanno per tale effetto colà".

Secondo una vecchia statistica, riportata negli *Atti dell'inchiesta agraria*, la produzione italiana di tartufi bianchi e neri è la seguente *(Da Francolini: Memoriale alla Camera di Commercio dell'Umbria, 1919):*

Umbria kg 30.000, Piemonte kg 27.000, Veneto kg 10.000, Lombardia kg 9.000, Marche kg 9.000, Emilia kg 8.000, Toscana kg 2.000.

Altra testimonianza dell'importanza e della diffusa presenza del tartufo nero pregiato è fornita dal Prof. Cesare Zolfanelli, nelle sue " *Lettre Nurnine sopra i tartufi*" (1880).

Nella *1ª Lettera*, inviata al Prof. Aristide Conti direttore del Giornale l'Appennino, dopo un breve prologo in cui ricorda soprattutto la figura di San Benedetto " un di quei santi che mi vanno molto a sangue, di quei santi di cui Madre Chiesa ha perduto lo stampo," per soddisfare le sue esigenze e quelle dei suoi lettori, affronta l'argomento della "naturale produzione dei tartufi e la loro coltura". In ciò è supportato da due personaggi nursini, il dottor Seleuco Santini " che sa di francese, ma più assai di scienze naturali" e dal Sig. Francesco Massenzi, grande proprietario terriero, che " si prestò con molto zelo a indicarci le tartufare e ricercare con le proprie mani i tartufi scavando leggermente la terra, e a descriverci la mosca tartufaia che un bell'umore di Francia, il sig. Martin Ravel, chiama tartufigena, ossia generatrice dei tartufi". In questa lettera, infatti, l'autore combatte con ironia la teoria di M. Ravel, che nel 1857 aveva pubblicato a Parigi una *Memoria* sulla tartiuficoltura, nella quale sosteneva che " il tartufo è prodotto dalla vegetazione della quercia, per la puntura di una mosca fatta alle radici orizzontali della quercia medesima", mentre, a suo avviso, " il tartufo appartiene ancora alla specie delle crittogame, che hanno le nozze occulte, e no si riproduce come la patata seminandone i segmenti". Accenna poi alle caratteristiche del territorio nursino, all'aumento dei prezzi che "Non è stato caro come da due o tre anno a questa parte, dacchè sono venuti gl'incettatori di Francia che hanno fatto andare al triplo il prezzo solito di 5 a 6 lire il chilogramma", e sulla coltivazione delle tartufaie fa alcune considerazioni di notevole validità: " Il cercar tartufi con la zappetta è dannoso alle tartufare; bisogna servirsi della troia, del cane o della mano; non si devono concimare i terreni che danno questo tubercolo, né vangarli o zapparli: una semplice erpicatura basterà a favorire questo prodotto naturale, cosi ricercato e ricco, che dà l'agiatezza a molte famiglie agricole ed agli alpestri abitatori del territorio nursino, ... Le piogge primaverili, ma molto più le estive del luglio, dell'agosto ed anche del settembre favoriscono la produzione del tartufo; una delle cause del raccolto fallito è appunto la troppa siccità in estate. Alla pioggia si può supplire coll'innaffiamnto del terreno, fatto di sera, ma a gocce piccole e non a guisa di ruscello che scompone le naturale giacitura della terra e la fa compatta e pesante da impedire lo sviluppo di questa crittogama." Per quanto concerne la produzione riferisce che " Quando il raccolto è abbondante, per le vie di Norcia tu non puoi incontrarti un villico senza sentire forti emanazioni che ti fanno certi che costui ha nella cerniera o in una sacchetto il prezioso prodotto.... Il commercio che se ne fa nel territorio nursino oscilla fra le 400 e 500 mila lire nell'anno di raccolta abbondante, e questo dato statistico te lo do preso qua e là dai vecchi del paese, dolente di aver fatto invano ricerche in questo ufficio comunale..."

Nella *2ª Lettera* annota ancora "Nel 1968 il raccolto in Francia ascese da 15 ai 16 milioni; da quell'anno è giunto a superare i 30 milioni. S'intende che resta inutile, caro Bandi[3] io ti dimostri che il commercio di Francia si alimenta in gran parte di questo prodotto italiano per farne l'esportazione. Consulta a questo proposito il Dictionaire encyclopedique di Larousse".

Nella *4ª e 5ª Lettera*, avanza l'idea di un "Consorzio dei Tartufari", mentre nella *6ª*, dopo aver fatto una bella descrizione della "Mosca tartufaia", riporta una lettera del Sindaco di Norcia, il marchese cav. Benedetto Cipriani, il quale "a nome anche di questa giunta municipale, mentre fa la più lieta e sincera accoglienza alla proposta di V. S. manda i buoni auguri alla formazione del *Consorzio nursino dei tartufari...*" al quale "Non cinque, ma sette Comuni potrebbero unirsi (Preci, Visso, Cascia, Norcia, Cerreto, Monteleone e Poggiodomo)".

La produzione tartuficola, che per l'Umbria nell'anno 1873 viene segnalata di 40.000 kg [4], va poi decrescendo in modo impressionante, tanto che il nuovo Catasto agrario italiano, nell'anno 1912, assegna alla nostra regione una produzione di circa 20.000 kg (F. Francolini, 1931). Tale decremento, interessa tanto il territorio di Spoleto che quello di Norcia e, sempre Francolini, nel 1926 scrive: "oggidì il raccolto non arriva ai 10.000 kg".

[3] Cav. Giuseppe Bandi, direttore della Gazzetta Livornese.

[4] Nel medesimo anno, un rapporto del Comizio Agrario di Spoleto al Giornale Agrario Italiano, afferma: "Nel mercato di Spoleto sonosi quest'anno venduti oltre 30.000 Kg di tartufi dai quali si è ottenuta una rendita di mezzo milione di lire".

Fra le cause di questo fenomeno vengono annoverate: il disboscamento che in quel periodo veniva praticato con ritmo veloce, il furto campestre che portava alla devastazione delle tartufaie per l'affrettato e inconsulto lavoro effettuato dai cercatori di frodo e la dipendenza commerciale dalla Francia che, oltretutto, provocava forti oscillazioni dei prezzi, in quanto l'acquisto veniva subordinato all'andamento produttivo nelle loro regioni.

Questa dipendenza, che ha inizio poco dopo il 1860, non fu però del tutto negativa. Gli industriali Francesi, infatti, appena venuti triplicarono il prezzo di acquisto dei tartufi e così in pochissimo tempo, vennero riattivate le tartufaie esistenti. Inoltre da loro si apprese il modo di conservarli, in quanto lavoravano in luogo il prodotto acquistato, apponendovi le loro etichette e quindi li esportavano con i nomi di Perigord, di Carpentras e di Vaucluse (V. Piccoli, 1885 - F. Francolini, 1919). Così il nostro personale più intelligente, che era stato impegnato nella confezione delle conserve in scatole, apprese il mestiere e iniziò un' attività in proprio.

Negli ultimi decenni dell'ottocento sorgono a Spoleto numerose aziende impegnate nella lavorazione e conservazione di questo tubero. La loro attività è documentata da etichette, locandine pubblicitarie e da medaglie - spesso con inciso, all'atto del conio, il nome della Ditta - conferite nelle esposizioni universali. È il caso dei fratelli Mazzoneschi che ricevettero medaglie nella Esposizione Universale Internazionale di Parigi del 1878 e del 1900, nella Esposizione della Federazione Orticola Italiana di Roma del 1886 e in quella di Firenze del 1880; della Società Tartufaria Spoletina di Galileo Francia e C., fornitrice della Real Casa e premiata a Milano, Parigi, Vienna, Foligno, Torino, Perugia; e di altre Ditte.

"Ma nonostante questi successi, l'attrezzatura perfetta degli stabilimenti e la pratica acquisita nel commercio dei tartufi, non si riuscì a conquistare né in Italia, né all'estero un posto di rilievo, tanto che continuò per lungo tempo la necessità di ricorrere all'etichettatura francese per collocare convenientemente la merce". Questo perché "l'azione dei nostri valorosi industriali precursori è stata isolata e slegata" e inoltre perché è mancato un "coordinamento razionale di tutte le iniziative" (Giornale Agrario Italiano, Anno VII, N. 6; da Francolini, 1919).

Intanto il nostro tartufo continuava ad avere grandi estimatori, come il maestro Giovacchino Rossini, che in una lettera conservata nel museo del Teatro Lirico Sperimentale di Spoleto, spedita da Parigi il 18 agosto 1868, richiedeva di poter ricevere tartufi da Spoleto, mentre nel 1871 Ormisda Francia[5] si recava a S. Pietroburgo ove "atteso come l'arrivo del Messia, ha venduto in soli cinque giorni, tutti i tartufi a buone condizioni e si appresta a ripartire per Londra o Bruxelles nel Belgio" (F. De Marchis, 1990).

Nei primi anni del 1900 inizia l'attività della famiglia Urbani (Paolo preceduto da Costantino che già anni addietro aveva iniziato l'esportazione di tartufi freschi soprattutto in Francia), che nel giro di alcuni decenni riuscirà a rovesciare gli equilibri del mercato mondiale di questo prodotto, surclassando gli stessi Francesi. Infatti il figlio Carlo, dotato di grande intuizione e spiccato senso imprenditoriale, consolidò l'attività, che assunse grandi dimensioni e notorietà, con l'aiuto importante della moglie Olga, la quale avendo buone nozioni della lingua francese (cosa rara in quei tempi), poté curare ed intensificare i rapporti con gli imprenditori Francesi[6]. Si deve perciò alla grande opera di Carlo Urbani, che riuscì negli anni cinquanta a conquistare anche il mercato degli Stati Uniti d'America, se il tartufo italiano, e in particolare il nero pregiato, assunse finalmente nel mondo la sua identità e cessò di essere "un magazzino cui far attingere altri per arricchirne l'economia" (A. Urbani, 1985). Contemporaneamente la famiglia di Giacomo Morra, ad Alba, provvedeva alla conservazione e commercializzazione del tartufo bianco, completando cosi il quadro di valorizzazione dei tartufi italiani.

Nella seconda metà del XX secolo, assume una notevole importanza in Umbria, anche la presenza e il commercio del tartufo bianco (*Tuber magnatum* Pico).

La posizione occupata dal tartufo nero è prevalentemente quella sud-orientale della regione: A. Ciccarelli, nella sua monografia micologica, parlando dell'area di distribuzione dei tartufi, insiste sul circondario di Bevagna e soprattutto "sull'agro Spoletino", che A. Menghini, nel saggio introduttivo alla ristampa di quest'opera (1999), identifica con tutta la Montagna Spoletina, che storicamente comprende la Valnerina; Francolini vi include una parte del Ternano, a cui va ancora aggiunta l'area del Subasio e della montagna Folignate.

Il tartufo bianco invece prevale nell'area nord-occidentale della regione, ove per il suo alto valore commerciale è ormai al centro di notevoli iniziative promozionali. Grandi manifestazioni vengono tenute nella Città di Gubbio con la "Mostra Mercato Nazionale del Tartufo bianco e dei prodotti agro alimentari" organizzata dalla Comunità Montana "Alto Chiascio" a fine ottobre; a Città di Castello con la "Mostra del tartufo e dei prodotti del bosco" organizzata dalla Associazione Mostra del Tartufo e prodotti agro alimentari, nella prima settimana di novembre; a Fabro con la "Mostra mercato nazionale del tartufo", organizzata dalla Comunità Montana Monte Peglia e Selva di Meana, a metà novembre; a Valtopina con la "Mostra mercato del tartufo", organizzata dalla Comunità Montana Monte Subasio e dal Comune, a fine novembre.

Ma la manifestazione che attualmente riscuote il maggiore successo è, senza dubbio, la "Mostra Mercato

[5] Dopo qualche anno, nascerà ad opera del nipote, la già citata Soc. Tartufaria Spoletina.

[6] Notizia fornita da Abramo Canolla, inizialmente raccoglitore di tartufi per la famiglia Morra ed attualmente affermato imprenditore.

Internazionale del tartufo nero pregiato di Norcia e dei prodotti tipici della Valnerina e del Parco dei Monti Sibillini". Avviata nel 1951 con la dizione "Sagra del tartufo nero e dei prodotti della montagna", per l'intuizione dell'allora Sindaco Filippo Micheli, ha subito vari aggiustamenti nella denominazione e s'interruppe per un breve periodo nella fase iniziale, riuscendo comunque a focalizzare l'attenzione sull'importanza di questi prodotti e sulla loro capacità di promuovere e valorizzare il territorio. La manifestazione, che richiama ormai espositori e visitatori di varie regioni d'Italia, ha assunto una notevole espansione e l'interesse dei mass-media ha contribuito a farle assumere una indubbia risonanza.

A Spoleto, invece, dopo alcuni tentativi anche ben riusciti, di organizzare mostre-mercato del tartufo e dei prodotti tipici della zona, da parte della locale Comunità Montana, probabilmente a causa del mancato sostegno e interesse degli altri Enti territoriali, ogni iniziativa di questo tipo è decaduta, mentre fortunatamente attraverso due importantissimi Congressi Internazionali sul tartufo e altri convegni e iniziative di tipo tecnico-scientifico, la Città si va caratterizzando più secondo la sua vocazione, che è appunto di carattere culturale.



Fig. 190 - Ritratto di Ferdinando Marsili (da una antica incisione del '700).

Studi ed esperienze

In una lettera spedita il 14 gennaio 1561 *"Ad Dominum Laurentium Sacchareum Spoletinum"*, Alfonso Ciccarelli, medico di Bevagna, scrive: "È ora il terzo giorno, mio dottissimo Signore, che, parlando dopo cena, sorse il dubbio se questi nostri tartufi neri ed aromatici fossero conosciuti presso gli antichi. A tale quesito io subito risposi di si, avrei promesso di comporre un trattato sui tartufi; ora, per non essere rimproverato per abuso di audacia, ho deciso di sottoporre alla tua autorità proprio quel trattato appena ultimato".

Lorenzo Saccareo[7] risponde: "Grandissimo piacere mi ha arrecato l'opera sui tartufi che la tua eccellenza si è degnata di trasmettermi, sia perché è opera di ingegno, elegante e dotta, sia perché deriva dallo scrigno delle tue delizie. ... Per cui ho deciso di affidare quest'opera agli stampatori per non incorrere nel turpe biasimo di infamia che è di coloro che nascondono un tesoro ... Ho voluto scrivere queste cose per non sembrarti tanto audace da osare pubblicare i tuoi scritti a tua insaputa..."

Veniva cosi alla luce il primo trattato di idnologia, *l'Opusculum de tuberibus,* stampato a Padova nel 1564.

Alfonso Ciccarelli, medico, letterato, storico e ritenuto "il più inventivo falsario del Rinascimento", in quest'opera, mostra conoscenze di natura ecologica ed ambientale tuttora valide. Nei diciannove capitoletti che formano l'opera, disquisisce su vari aspetti: "dall'etimologia alla forma, dal colore al meccanismo di riproduzione, dalle qualità organolettiche alla coltivazione, dalla tossicità alle proprietà terapeutiche", mostrando qualche buona intuizione rispetto al pensiero scientifico dei suoi tempi e una grande preparazione filosofico-naturalistica (A. Menghini, opera citata).

Dall'accostamento funghi-tartufi ricava una inconsapevole convinzione che anche i tartufi possano essere seminati, come ad esempio i funghi su ceppo di pioppo, e suggerisce un processo che, per quanto empirico ed approssimativo, è tuttora valido: "Bisogna raccogliere tartufi e terra insieme, la stessa della tartufaia ovviamente, poi si devono sminuzzare i tartufi e si devono mescolare alla terra, quindi occorre sotterrare il tutto in luogo adatto e irrorare ancora con decotto di tartufi, perché la terra di quel luogo raccolga in modo migliore la forza generativa degli stessi". Nel descrivere questo meccanismo ragiona ancora sul piano filosofico, perché crede alla vis generatrice della terra, ma la tecnica descritta è vicina alla prassi attuale.

Circa centocinquanta anni dopo, il tartufo umbro attira l'attenzione scientifica di Luigi Ferdinando Marsili, che se ne occupa "sia con lettere a mons. Lazzaro Pallavicini, Governatore di Spoleto, e al Dr. Domenico Passeri di Norcia, sia con interrogazioni e domande fatte in loco a diversi cavatori di tartufi de' monti di Spoleto, di Norcia..." (F. De Marchis, 1990). L'indagine del Marsili si

[7] Tale nome appare nella recente nuova edizione *Sui tartufi. Opusculum de tuberibus* (1999), mentre si ritiene più veritiera la menzione di R. Cordella, che nel n. 44 della rivista *Spoletium,* cita il succitato trattato, allegato in originale agli inediti del Marsili, dedicato a Lorenzo Zuccari spoletino.

concentra negli anni 1714-1715, coinvolgendo alcuni amici collaboratori, "abitatori in Spoleto, Norcia, Bologna e Budrio", a cui invia una serie di domande "per proseguire la storia naturale de' tartufi et investigare la loro generazione, con le risposte avute dai detti luoghi". Ne ricava un gruppo di manoscritti inediti sui tartufi, con ampio spazio riservato a quelli delle montagne di Norcia e Spoleto, conservati presso la biblioteca Universitaria di Bologna. Sotto l'intestazione "Schedae pro tuberorum Historia" (cartella 86) sono, infatti, raccolti 17 fascicoli contenenti una quantità di descrizioni, osservazioni, corrispondenze epistolari, questionari, figure, tavole a colori, vale a dire tutto il lavoro preparatorio che lo studioso aveva in animo di pubblicare (Romano Cordella, 2003).

Il più insigne studioso umbro dei tempi antichi del tartufo e della sua coltivazione è Pietro Fontana[8], docente presso la Facoltà di Agraria dell'Università di Venezia, che se ne occupa nei primissimi anni del 1800. Nella corrispondenza con il Principe Stanislao Poniatowski, nipote ed erede del re di Polonia Stanislao Augusto, e con la nobil donna romana Marianna Candidi Dionigi - letterata, pittrice paesaggista, musicista - si parla più volte del tartufo e della predisposizione di un metodo per la "coltivazione di detto vegetale". In una lettera del 23 dicembre 1806, Fontana esprime "con mirabile precisione le norme per la coltivazione artificiale dei tartufi" (Francolini 1927): "Altezza ... Non manco nella prosecuzione delle mie lezioni di agraria di parlare dei tartufi e della sua coltivazione opportuna per moltiplicarli. Quanto V. A. si degna di dire nella Sua pregiatissima de' 20 stante, è in parte praticato in questa coltivazione; la terra peraltro, che accenna, non è la conveniente, ma bensì quella composta di metà argilla, ed anche due terzi, una buona porzione di calcare, e di silice attenuata, ed una porzione mediocre di ferro, o di sostanza ocracea. Le decomposizioni vegetali poi sono opportunissime, ma mai peraltro quelle del lauro, ma bensì quelle delle querce, dell'elce, ... quindi il mezzo più sicuro per la moltiplicazione di essi consiste nello scegliere i più piccoli (che non essendo opportuni a cibarsene) si sotterrano nella coltivazione tutti intieri *in vicinanza di elci e querce*"[9].

Ulteriori testimonianze che P. Fontana abbia effettuato e promosso esperienze sulla coltivazione del tartufo, qualche anno prima rispetto alla scoperta dei cugini Talon[10] sulla coltivazione del tartufo in Provenza, sono contenute nei seguenti brani:

Lettere del Principe Poniatowski: (Roma 20 ottobre 1806) "Mi pare che li suoi esperimenti di Agricoltura abbiano un sempre più fortunato esito. Il *saggio* che lei ha ben voluto comunicarmene è perfetto nella sua qualità, e niente di più si può desiderare in questo genere. So bene che anche in Francia da qualche tempo si seminano i tartuffoli con buon successo..." e (Roma 20 febbraio 1808) "Ho ricevuto con tutto il piacere la cassettina dei tartufi destinati al nuovo esperimento di seminagione, unitamente all'analogo *Dettaglio* per eseguirla[11]..."

Da questi scritti si può dedurre che siano state eseguite due stesure del *saggio* o *dettaglio* inviato al Principe. Nell'ambito delle ricerche effettuate, è emerso che l'archivio della famiglia Poniatowski è depositato presso l'Archivio Nazionale di Stato a Parigi e, malauguratamente, una parte di questo archivio è andato distrutto durante la prima guerra mondiale nel 1914. L'attuale erede - uomo politico importante della Repubblica Francese, già Deputato al Parlamento Europeo e Presidente della Commissione energia, ricerche e tecnologie ed anche egli appassionato di tartuficoltura, che pratica nelle sue proprietà nel sud della Francia - non dovrebbe aver trovato traccia della corrispondenza del "Cavalier" Pietro Fontana, altrimenti l'avrebbe "fatta pervenire in fotocopia" (comunicazione del gennaio 1988).

In seguito ad ulteriori ricerche presso l'Archivio di Stato di Spoleto è stato però rinvenuto un manoscritto dal titolo *"I° De' Tartufi"* che è probabilmente riferibile al "Saggio" del 1806. Si tratta di una copia con abbondanti correzioni, che quindi potrebbe non essere quella definitiva, da cui si traggono i seguenti brani:

"Tanto sono stimati i tartufi per il loro sapore che si ricercano per le mense le più squisite, e si pagano al più caro prezzo, onde potrebbero formare un oggetto interessantissimo di commercio. Questa riflessione particolarmente mi occupa da molto tempo in esperienze, le

[8] Pietro Fontana (Spoleto 1775-ivi 1854): è la personalità di maggior spicco della vita pubblica spoletina nella prima metà del secolo XIX. Dotato di cultura settecentesca a carattere enciclopedico e grande studioso di agricoltura, si occupò di geologia, di arte, di comunicazioni, di pubblica amministrazione. Nel periodo napoleonico e in quello murattiano fu dapprima Segretario generale e poi Prefetto del Dipartimento del Trasimeno: Pubblicò nel 1806 le *Lezioni agrarie* e introdusse in Umbria, nel periodo napoleonico, la coltivazione della barbabietola da zucchero e del guado per la tintura dei tessuti (indaco). Era in relazione con studiosi lombardi per il miglioramento del foraggio e Filippo Re, agronomo veneziano, recensì molto favorevolmente nel 1808, le *Lezioni Agrarie*. Nel 1919 passò per Spoleto l'imperatore d'Austria, accompagnato dal Metternich con il quale ebbe un colloquio in tema di comunicazioni in Umbria.

[9] Nella minuta rinvenuta presso l'Archivio di Stato di Spoleto, mancano le parole "in vicinanza di elci e querce". Probabilmente Francolini ha appreso dal suo amico conte Bandini, erede del Fontana, che gli esperimenti venivano condotti ai piedi di tali piante.

[10] Nel 1810 Mr. Talon, contadino, scoprì per caso che seminando ghiande raccolte sotto una quercia tartufigena, si dava origine a nuove tartufaie.

[11] La villa in Roma, già Poniatowski, dove venne effettuato l'esperimento di coltura del tartufo nero pregiato, secondo il metodo di Pietro Fontana, è al n° 118 della via Flaminia. All'epoca si estendeva lungo la via di Papa Giulio comprendendo anche le pendici dell'attuale villa Strohl-Farn che presentano una struttura analoga a quella della montagna spoletina (calcare, humus, bosco di lecci..). A Spoleto le sperimentazioni vennero effettuate, presumibilmente, nei poderi dello stesso Fontana, a S.Angelo in Mercole (Da La tartuficoltura nello spoletino, Atti del II congresso internazionale sul tartufo, 1990).

quali possono condurre a trovare un metodo sicuro, ed economico per coltivarli, ed ottenerne la propagazione. Sin qui i miei tentativi non sono stati coronati da un pieno successo, peraltro tutti i risultati ottenuti mi fanno sperare con fondamento di giungere alla meta prefissa, e che forse non ne sono lontano.

Linneo chiama questo vegetale *Lycoperdon, Tuber*, e lo pone nella 24ª Classe *Cryptogamia*, in cui sono comprese tutte le piante che hanno i fiori nascosti, o poco visibili.

Ha il tartufo figura rotonda, è ricoperto di punte, senza radici apparenti, nasce, vegeta e si matura sotterra. Il dottissimo Signor Targioni nelle sue eccellenti Istituzioni Botaniche dice che è fornito di semi farinacei; non posso convenire col suo sentimento; ma con Gaertner e Bulliard credo che abbia delle gemme. Osservato infatti al microscopio, si vede che nelle cellulette *(aschi)* della sua polpa ha piccolissimi tartufi *(spore)* intieramente formati. Io ho ripetuto queste osservazioni coll'aiuto di un ottimo microscopio in tartufi di varia grandezza, ed in diverso stato di maturità, e mi sono convinto delle loro assertive;... Queste gemme mi sembra che siano singolarmente destinate alla riproduzione della specie... Esaminato il terreno ove spontanei nascono i tartufi, ho veduto che sovrabonda in esso la terra silicea, all'argillosa e calcarea, e che contiene grandissima quantità di decomposizioni vegetali. L'esposizione di questo terreno deve essere mediocremente ombrosa ed umida, né mai ho potuto trovare tartufaie, abbondanti di questo vegetale, in terreni se sono esposti al pieno meriggio.

Poste queste osservazioni ho scelto un terreno ove concorrevano tali circostanze....dopo averlo ben lavorato, tre volte cioè in primavera, estate ed autunno e la prima volta concimato con foglie ben decomposte di felci, querce e castagno mescolate con una quarta parte di pecorino e vi ho seminati de tartufi rotondi e degli altri con protuberanze, entrambi di varia grandezza, parte più e parte meno squammosi, in diverso stato di maturità, parte intieri e parte divisi in pezzi. Questi sono stati disposti alla distanza di un palmo e ricoperti con un mezzo palmo di terra. È risultato da esperienze in tal modo dirette che da ogni centinaio de' tartufi appena sei hanno vegetato,... Mi sembra dopo tutto questo di poter stabilire con qualche sicurezza: 1° che i tartufi migliori per la riproduzione sono i meno tondi e squammosi, e che non solo siano giunti a perfetta maturità, ma anzi abbiano oltrepassato questo stato, il che si conosce dal colore più negro, dall'odore che hanno perduto e dalla mollezza che pure acquistano. 2° che i tartufi più irregolari e più piccoli, e perciò di meno prezzo, si devono preferire per seminarli ai grandi, lisci e rotondi. Anzi per una maggiore economia potrebbero sotterrarsi quelli, che nel raccoglierli sogliono trovarsi nello stato di maturazione indicato, e che perciò non possono più servire per cibo. 3° che una tartufaia seminata che sia la prima volta durerà moltissimi anni, né dovrà riseminarsi se non quando si osservi, che non da più alcun frutto. Infatti le tartufaie naturali producono ogni anno tartufi senza che alcuno mai ve li semini; è probabile, che de' piccolissimi tartufi sfuggiti necessariamente all'occhio di chi li raccoglie servano alla riproduzione dell'anno successivo. 4° che il tempo di seminarli dipende dallo stato di maturità in cui sono. Ho bensì veduto, che quelli seminati in febbraio sono meno fallaci, e che questa operazione deve farsi in giornate non molto fredde, ed asciutte.

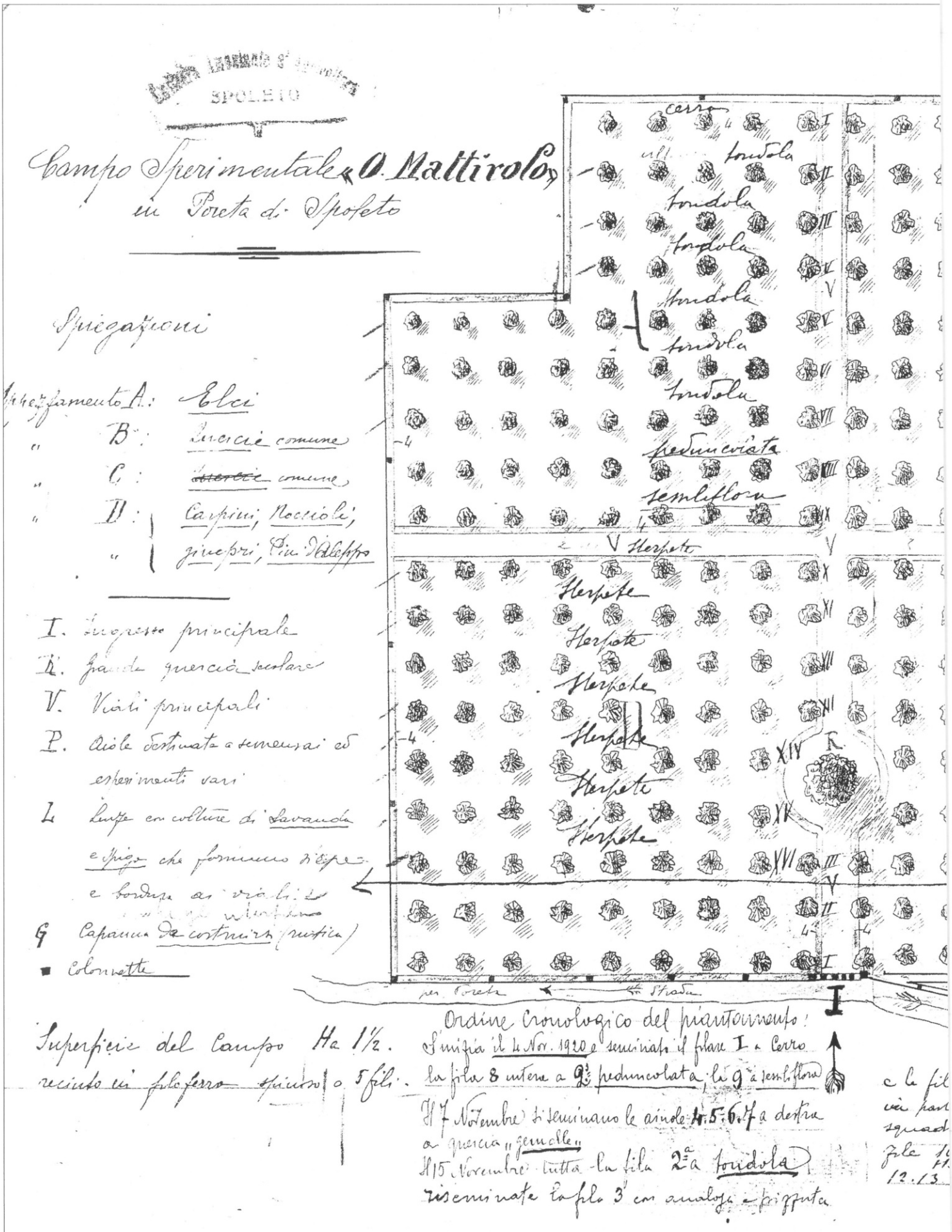
Qui deve aggiungersi qualche riflessione sul metodo di coltivazione da desumersi dalle cose sopra esposte. La sola diligenza che ho usato dopo seminati è stata di tener sempre pulito il terreno da qualunque sorta di erba, e questa cautela necessaria a mio credere nel primo e secondo anno, si rende nel tempo successivo inutile, mentre questo fungo ha la proprietà di distruggere tutte le altre erbe."

Nel manoscritto seguono poi alcune osservazioni sul ciclo produttivo dei tartufi, sul loro aspetto "Sono allora oscuri venati di bianco", sulla raccolta e l'addestramento del cane e del maiale, sulle cautele necessarie per non danneggiare la tartufaia impiantata, sulle proprietà nutritive "sono i tartufi molto nutritivi". Infine Fontana disquisisce più a lungo sulla modalità di conservazione dei tartufi "Devo bensì esporre i metodi migliori per conservarli; da ciò può derivare non piccolo vantaggio per quei paesi che ne abbondano facendone commercio con quei paesi che ne mancano affatto" e infine parla del "vantaggio di poter giungere ad ottenere un liquore il quale avesse e conservasse lungamente l'odore del tartufo".

La prima "coltivazione artificiale"

Nei primi decenni del '900 gli studi sulla coltivazione del tartufo in Italia, vennero ripresi con vigore da Francesco Francolini[12], che in una nota in calce agli Atti dell'Accademia Spoletina, 1920–22, afferma: "Lo scrivente compresa l'importanza che assume la produzione naturale del tartufo nero del nostro territorio; constatate le cause che tendono a diminuire di conseguenza il commercio e l'industria connessa; persuaso che un vastissimo campo di attività agricola, commerciale e industriale potrebbe aprirsi per la nostra regione, qualora venisse fatto da noi ciò che da mezzo secolo e con i migliori risultati si ottiene in Francia in condizioni meno favorevoli delle nostra valle, volle tentare nell'Umbria *la coltivazione artificiale* del tartufo. ... La tartufaia sperimentale è ora un fatto compiuto; essa venne impiantata nel novembre 1920 su un terreno adatto allo scopo, sito nel territorio di Poreta. Ha una superficie di un ettaro e mezzo circa ed i lavori sono stati eseguiti scrupolosamente sotto l'alta

[12] Francesco Francolini fu Direttore della Cattedra Ambulante dell'Agricoltura di Spoleto dal 1910 al 1927, di Ascoli Piceno dal 1928 al 1931 e di Terni dal 1932 al 1938.


SPOLETO
Campo Sperimentale «O. Mattirolo»
in Foreta di Spoleto
Spiegazioni
Impianto A: Elci
" B: Lecci comune
" C: [illegible] comune
" D: Carpini, Noccioli,
" ginepri, Pini d'Aleppo
I. Ingresso principale
R. grande quercia isolata
V. Viali principali
P. Aiole destinate a semenzai ed esperimenti vari
L. Siepe con coltura di lavanda e spigo che forniscono l'esperienza e bordura ai viali
G Capanna da costruirsi (rustica)
Colonnette
cerro
tondola
pedunculata
semiflora
Herpete
per Foreta
Strada
Superficie del Campo Ha 1½.
Ordine Cronologico del piantamento:
Fu iniziato il 4 Nov. 1920 e seminata il filare I a Cerro
la fila 8 interna a 9½ pedunculata, la 9ª a semiflora
Il 7 Novembre si seminano le aiole 4.5.6.7 a destra
a quercia "semolle"
Il 15 Novembre tutta la fila 2ª a tondola
risemminate la fila 3ª con analoga ripartita

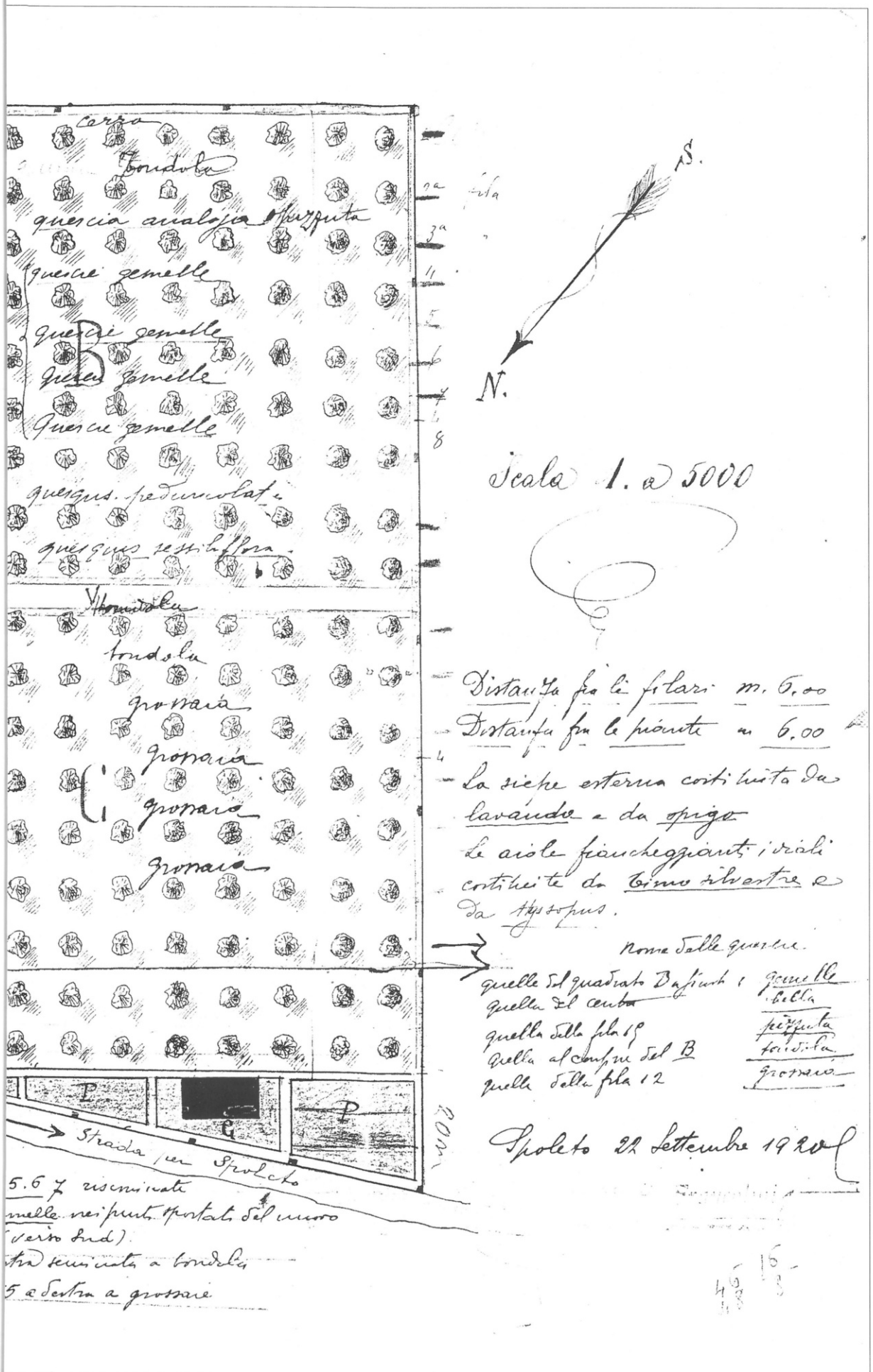


Fig. 191 - Progetto originale del primo campo sperimentale per la coltivazione dei tartufi. Impianto "O. Mattirolo" in Poreta di Spoleto (22 settembre 1920), Biblioteca Comunale di Spoleto.

direzione del professore Mattirolo[13], ...Spetta dunque alla nostra Umbria il vanto di avere *per prima* aperto questo nuovo campo di attività agricola."

A proposito di questo campo sperimentale "O. Mattirolo", Grazia Pavesi De Rosmini (1934), riferisce: "...L'impianto fu eseguito secondo tutte le regole della tartuficoltura francese e come piante simbionti furono impiegate, *Quercus ilex, peduncolata* e *sessiliflora*, ginebri e pini d'Aleppo[14].

Al sesto anno si raccoglievano ai piedi di numerose piante simbionti i primi prodotti. Senonché, avendo dovuto il Prof. Francolini allontanarsi dalla residenza, la tartufaia non più direttamente sorvegliata divenne preda dei cercatori di frodo dei dintorni che la devastarono"...

Nel suo lungo periodo di attività professionale, F. Francolini è stato una sorta di motore per la tartuficoltura italiana, non solo per le sue attività sperimentali e di studio, ma per l'opera continua verso le sfere politiche, verso diversi settori della pubblica amministrazione e verso privati, nel divulgare gli aspetti positivi dello sviluppo di questo campo di attività e sulla opportunità "di associare anche in Italia la coltivazione artificiale dei tartufi al rimboschimento".

Già nel 1916, con una lettera al Comando Militare di Terni, propone di effettuare, nell'ambito dei rimboschimenti che si fanno con i prigionieri di guerra, piantagioni con quercette o ghiande tartufigene e indica il Subasio. Nel 1927 ripropone di "effettuare il rimboschimento con piantine simbionti nel Subasio che si presta meravigliosamente per la tartuficoltura" e, con nota del 2.11.28, la V^ Legione Milizia Forestale Nazionale, Coorte di Perugia, chiede a Francolini "particolareggiate istruzioni affinché l'esperimento possa tenersi nelle migliori condizioni di riuscita".

Con nota del 20 luglio 1928 il Direttore Generale per l'Agricoltura comunica che è stato disposto un contributo di £ 800 a favore della Cattedra Ambulante Agricoltura di Ascoli Piceno "per porre in grado il Prof. Francolini di continuare le esperienze di produzione artificiale di tartufi nella zona dell'Appennino centrale".

F. Francolini, che aveva tanto promulgato il binomio "rimboschimento e tartuficoltura", vede concretizzarsi questa sua idea quando il Ministero dell'Agricoltura e delle Foreste decide di effettuare un rimboschimento su una pendice del Monte Pietralata presso il Furlo (Pesaro) della superficie di ha 30, con la messa a dimora di piantine tartufigene. Il piano di rimboschimento viene affidato dallo stesso Ministero al Prof. Francolini, mentre la realizzazione dell'impianto viene effettuata nel 1932, dall'allora Milizia Forestale, mettendo a dimora essenze tartufigene (querce ed elci) provenienti dal Piemonte (Alba), dal Vaucluse (Francia) e dall'Umbria (Terni).

Negli anni successivi, operò in Umbria anche Mannozzi Torini[15], curando la realizzazione di un impianto tartuficolo a Scheggino, per conto di Carlo Urbani (1950-60).

Nel 1975-76 la Comunità Montana dei Monti Martani e del Serano propone la produzione di piantine tartufigene presso il proprio vivaio S. Martino di Trevi, piantine che vengono messe a dimora nei rimboschimenti di tipo protettivo che venivano eseguiti in quegli anni. L'idea fu raccolta da altre istituzioni, a giudicare dalle visite che si ebbero in tale vivaio negli anni immediatamente successivi[16], e nel 1980 furono eseguiti dall'Ente di Sviluppo, con la consulenza dell'Istituto Interfacoltà di Botanica dell'Università di Perugia, due impianti specifici con piantine importate dalla Francia.

Una grande svolta si ebbe negli anni 1983-86, quando la Regione dell'Umbria mise in atto un piano triennale sperimentale sulla tartuficoltura, con il quale furono effettuati più di cinquanta impianti, su oltre 100 ha di superficie. La sperimentazione riguardò tutte le principali specie di tartufo presenti in Umbria: *T. magnatum, T. melanosporum, T. aestivum, T. brumale, T. borchii.*

I Congressi

La prima grande assise intorno al tartufo fu celebrata a Spoleto il 24 e 25 maggio 1968, affrontando i problemi riguardanti la sua biologia e la sua coltivazione, i suoi risvolti giuridici, economici e tecnologici, la regolamentazione e commercializzazione ad esso attinente.

La presenza fu numerosa e qualificata: studiosi, rappresentanti di Enti ed Istituzioni, operatori da ogni regione d'Italia e partecipanti provenienti da paesi esteri, soprattutto dalla Francia, ma anche dalla Spagna, dalla Svizzera e dall'Oregon (U.S.A.). Indubbiamente questo congresso dette un grande impulso alla ricerca e riportò il tartufo all'attenzione del mondo scientifico e politico, con riflessi positivi anche verso l'esterno, alimentando quindi le conoscenze e l'interesse culturale e gastronomico verso questo pregiato prodotto. Il congresso si concluse con il "Voto per la creazione di una Società Italiana di Micologia" e con il "Voto per la costituzione a Spoleto di una Stazione Internazionale per il tartufo". Il com-

[13] Prof. Oreste Mattirolo, Rettore dell'Orto Botanico di Torino e grande studioso del tartufo e della tartuficoltura a cavallo del 1900, con il quale Francolini intrattenne strettissimi rapporti e gli intitolò il campo sperimentale di Poreta.

[14] Le piantine simbionti messe a dimora provenivano dal vivaio impiantato presso la tartufaia stessa, che poteva produrre 5000 piantine all'anno.

[15] Lorenzo Mannozzi Torini: Capo dell'Ispettorato Regionale delle Foreste delle Marche, ideatore del moderno procedimento per la produzione delle piantine tartufigene.

[16] Docenti della Facoltà di Agraria dell'Università degli Studi di Perugia; il Dr. R. Pirazzi, ricercatore della Società Agricola e Forestale; Il Presidente della ComunitàMontana Monti del Trasimeno Sen. Alfio Caponi; Il Presidente dell'Ente di Sviluppo Agricolo dell'Umbria On. Maschiella.

miato avvenne a Norcia nel Palazzo Comunale ove i congressisti, domenica 26, si trasferirono. Il Prof. Giovanni Polvani (Magnifico Rettore dell'Università di Milano, Presidente del Congresso) nel saluto finale ai congressisti, sottolinea i risultati positivi raggiunti e M. P. Carguiart (Presidente del Gruppo Tartufi, Federazione nazionale francese), anche a nome dei congressisti stranieri, esprime compiacimento per la riuscita della manifestazione, formulando anche l'augurio di ulteriori incontri.

In seguito, negli anni in cui veniva attuato il "Piano Regionale triennale sperimentale sulla tartuficoltura", la regione dell'Umbria, con la partecipazione dell'Accademia nazionale della cucina, organizzò a Perugia un convegno interregionale (febbraio 1985) dal titolo: "Il tartufo ieri e oggi".

Ma il secondo evento di grande importanza si ha nel novembre del 1988, a distanza di venti anni dal primo, quando la Comunità Montana dei Monti Martani e del Serano, intuisce che sono ormai maturi i tempi per un nuovo grande incontro, in considerazione dei progressi scientifici registrati e l'espandersi delle attività di coltivazione. Chiamato quale partner scientifico il Dipartimento di Biologia Vegetale dell'Università di Perugia, nei giorni 24-27 del mese suddetto, nella stupenda cornice del Chiostro S. Nicolò, si celebra il "2° Congresso Internazionale sul Tartufo". La partecipazione è eccezionale, le relazioni tecniche-scientifiche riempiono ben quattro sessioni di lavoro, i poster occupano un'ampia superficie della grande sala e i partecipanti (circa 400) provengono da paesi di tutti i continenti. Al congresso segue la pubblicazione degli atti, (curata dai Prof.ri M. Bencivenga e B. Granetti del Dipartimento di Biologia Vegetale dell'Università degli Studi di Perugia), che in questo periodo ha rappresentato di gran lunga l'opera più importante, più completa ed aggiornata, in grado di orientare gli ulteriori studi e sviluppi della tartuficoltura, facendo di Spoleto un punto di riferimento in ogni successivo convegno, come ad esempio quello di Aix-en-Provence, tenutosi nel marzo 1999. Anche in questa occasione viene riproposta la costituzione a Spoleto di un "Centro internazionale di studi sul tartufo", ma nonostante l'adesione di alcuni Istituti Universitari, di un ricercatore dell'INRA (Istituto Nazionale di Ricerche Agronomiche, francese), dell'Asso Tartufi e il plauso di studiosi e ricercatori (Prof. G. Govi dell'Università di Bologna, Prof. G. Pacioni Università dell'Aquila, Dr. L. Mannozzi Torini, ecc), l'iniziativa non viene sostenuta adeguatamente dagli Enti locali (Regione, Comune e stessa Comunità Montana) e quindi non riesce ad avere concreta attuazione.

Recentemente, per iniziativa di alcuni Enti ed Istituzioni Umbre, è stata costituita l'associazione "Tartufo 2000", cui hanno aderito alcuni Comuni e Comunità montane di nove regioni Italiane, due Amministrazioni Provinciali e Gruppi diversi. Tale Associazione, con sede legale a Norcia e sede scientifica a Spoleto, insieme al Gruppo Micologico Valle Spoletana, nel febbraio 2004 ha organizzato un "Seminario sullo stato attuale della tartuficoltura italiana", con presenza di ricercatori Francesi e Spagnoli, ove sono stati dibattuti sia gli aspetti tecnico-scientifici, sia gli aspetti tecnico-giuridici. Questi ultimi, in modo particolare, stanno assumendo una grande rilevanza per la crisi che l'attuale sistema fiscale sta generando nel settore della commercializzazione del tartufo e per la necessità di una normativa a livello CEE, a cui bisogna concorrere con idee e proposte, per evitare che cada dall'alto, slegata dal contesto nazionale, accentuando quindi i problemi in atto.



Fig. 192 - Atti del 2° Congresso Internazionale sul tartufo tenuto a Spoleto nel 1988.

47 La moderna tartuficoltura in Umbria

Le prime sperimentazioni

La produzione su larga scala di piante micorrizate con il *T. melanosporum* è iniziata in Francia nel 1972 e dopo pochi anni sono stati raccolti i primi tartufi dalle coltivazioni dette "artificiali".

In Umbria è sorta nel 1980 la prima azienda vivaistica specializzata per l'allestimento di piante micorrizate e negli anni successivi altre quattro aziende si sono costituite per la stessa finalità.

Incoraggiati dai successi francesi, alcuni ricercatori dell'Istituto di Botanica dell'Università degli Studi di Perugia (oggi Dipartimento di Biologia vegetale e Biotecnologie agroambientali) hanno iniziato (1979) ricerche di laboratorio per mettere a punto le tecniche di micorrizazione più idonee, tenute segrete a quel tempo, e ricerche in pieno campo per studiare l'evoluzione delle piante micorrizate dopo la loro collocazione a dimora.

A tale fine e sostenuti da finanziamenti da parte dell'Ente di sviluppo agricolo dell'Umbria, i ricercatori di Botanica hanno costituito un campo sperimentale di ha 3,0 presso la località Volperino (Fraz. di Foligno) in cui sono presenti anche tartufaie naturali di tartufo nero pregiato, di tartufo estivo e di brumale sotto grosse piante di Roverella.

Nell'ambito di questo campo sperimentalei in un appezzamento di terreno ex seminativo di ha 0,8 è stata costituita nel 1980 la prima tartufaia artificiale italiana di *T. melanosporum* con 239 Roverelle e 183 Noccioli comuni, acquistando piantine (misuravano appena 10 cm di altezza) da una ditta francese controllata dall'I.N.R.A.

Molto intensa è stata la collaborazione con la Comunità Montana di Valtopina e del Monte Subasio che ha eseguito tutti i lavori di preparazione del terreno, decespugliamento, spietramento, aratura, la piantagione e le cure colturali. Questo campo sperimentale ha dato la possibilità di sviluppare un'ampia gamma di ricerche negli anni successivi.

Nello stesso anno 1980 sono stati costituiti il secondo campo sperimentale a Trevi di circa ha 0,5 piantato a Noccioli micorrizati con *T. melanosporum* (piantine di provenienza francese) e il terzo a Viepri di ha 1,0 piantato con Lecci in simbiosi sempre con lo stesso tartufo, acquistati in Francia; questi due appezzamenti di terreno sono inseriti nell'area della Comunità Montana dei Monti Martani e del Serano, con sede a Spoleto che sin da quella lontana data ha partecipato alla sperimentazione in pieno campo in collaborazione con l'Istituto di Botanica dell'Università e con la Regione Umbria.

Un quarto campo sperimentale di ha 0,7 è stato costituito a Norcia, sempre nel 1980, e piantato con Noccioli e Roverelle micorrizati con *T. melanosporum,* anch'esse di provenienza francese. La Comunità Montana della Val Nerina ha collaborato all'allestimento del terreno, alla collocazione a dimora e alle cure colturali.

Nel 1983 nel campo sperimentale di Volperino sono state piantate altre 170 Roverelle micorrizate presso l'Istituto di Botanica utilizzando ghiande e tartufi della stessa località.

La Regione Umbria, prima fra tutte le regioni italiane, nel 1980 ha emanato una legge regionale (L.R. 38/80) per incentivare lo sviluppo della tartuficoltura nel proprio territorio consapevole dell'importanza socio-economica di questa particolare attività agricola. Un'altra legge è stata emanata poco dopo (L.R. 55/81) sempre in favore degli agricoltori diposti a impiantare tartufaie.

Nel 1982, la Regione Umbria ha avviato il Programma Tartufigeno Regionale Pluriennale con finalità sperimentali e dimostrative che si è attuato negli anni 1983-1986 con la realizzazione di 59 piantagioni per una superficie totale di ha 110, distribuite in tutto il territorio regionale; sono state messe a dimora circa 55.000 piante micorrizate.

L'impegno della Regione Umbria a favore della ricerca sui tartufi e dello sviluppo della tartuficoltura è proseguito negli anni successivi con la emanazione di ulteriori leggi regionali (L.R. 47/1987) partecipando alla elaborazione di metodi di analisi su basi morfologiche e biomolecolari delle piante tartuficole e finanziando ricerche al Dipartimento di Biologia vegetale dell'Università di Perugia e al Consiglio Nazionale delle Ricerche (C.N.R.) tramite la sede locale dell'Istituto per le ricerche sul miglioramento genetico delle piante foraggere.

Grazie al costante impegno della Regione Umbria la tartuficoltura si è sviluppata in numerose aree coinvolgendo alcune centinaia di coltivatori.

Una importante ricerca commissionata dalla Regione Umbria nel 1997 al Dipartimento di Biologia vegetale e Biotecnologie agroambientali dell'Università riguarda lo stato attuale delle piantagioni realizzate col Programma tartufigeno regionale tramite la collaborazione delle diverse Comunità Montane. Entro il mese di giugno del

2000 è stato portato a termine il lavoro effettuando, in primo luogo, per ciascuna delle 59 piantagioni l'analisi chimico-fisica del suolo. Sono stati prelevati campioni di radici da 1758 piante ed eseguite le analisi per individuare la presenza delle specie di *Tuber* e di altri funghi simbionti e la loro percentuale relativa.

La relazione, di ben 175 pagine dattiloscritte, riporta i dati di ciascun impianto, delle varie specie di *Tuber* e delle piante simbionti, rapportando tutti i parametri rilevati alle situazioni pedoclimatiche delle singole tartufaie e alle cure colturali praticate.

La imponente mole di dati riferiti alle più diverse situazioni ambientali e colturali, consente di estrapolare i risultati scientifici anche alle numerose coltivazioni dei privati distribuite nell'intero territorio regionale.

Vorrei concludere riportando le parole del Prof. Bencivenga, responsabile dello studio triennale (1997-2000) sullo stato delle 59 piantagioni: "La Regione Umbria, attraverso il suo Piano Tartuficolo Pluriennale ha realizzato un laboratorio a cielo aperto, invidiato da tutti i ricercatori italiani e non, che si interessano di tartuficoltura, che ha fornito, sta fornendo e fornirà una serie di nuove conoscenze scientifiche soprattutto di tipo applicativo".

Caratteri generali della tartuficoltura in Umbria

Nella nostra regione sono presenti tutte le specie di tartufo di cui è consentita la raccolta e la commercializzazione dalla legge n° 752 del 1985. I vivaisti Umbri, pertanto, hanno dovuto produrre piantine di numerose specie forestali micorrizate con i tartufi di maggiore pregio, per venire incontro alle più diverse esigenze degli agricoltori. Sin dai primi anni '80 sono state prodotte e messe in commercio le seguenti piante:

In simbiosi con il *T. melanosporum*: Roverella, Cerro, Leccio, Carpino nero, Nocciolo comune, Nocciolo turco, Cisto rosso.

In simbiosi con il *T. aestivum* e *T. uncinatum*: Roverella, Carpino nero, Cerro, Leccio, Pino di Aleppo e Pino nero.

In simbiosi con il *T. brumale* e *T. brumale* f *moschatum*: Roverella, Carpino nero e Nocciolo comune.

In simbiosi con il *T. magnatum*: Roverella, Farnia, Cerro, Carpino nero, Nocciolo comune e Nocciolo turco, Tiglio, Pioppo bianco, Pioppo nero compreso il Pioppo cipressino, Salice bianco, Salicone, Salice rosso e Salice ripaiolo.

In simbiosi con il *T. borchii*: Roverella, Carpino nero, Pino da pinoli.

In simbiosi con il *T. mesentericum*: Roverella, Nocciolo e Carpino nero.

Molto più semplice è stata ed è l'attività dei vivaisti francesi impegnati a produrre soltanto Roverelle, Lecci e Nocciolo comune micorrizati con il *T. melanosporum.*

Naturalmente questa diversa struttura vivaistica ha inciso sul prezzo delle piantine micorrizate che in Italia è stato generalmente superiore a quello delle piante francesi.

Gli agricoltori umbri hanno realizzato gli impianti secondo le indicazioni ricevute dai produttori di piantine micorrizate in quanto non è stato mai costituito un nucleo di tecnici ben preparati nell'ambito delle singole Comunità Montane capaci di dare validi consigli ai tartuficoltori. Tuttavia alcuni operatori di dette Comunità Montane per iniziativa personale e animati da molta passione per i tartufi, hanno maturato una solida preparazione in questa materia; si tratta comunque di casi isolati anche se lodevoli. Questa situazione ha inciso in modo rilevante sull'esito delle tartufaie che non sempre hanno ricevuto le cure colturali più appropriate; d'altra parte le conoscenze scientifiche e tecniche sulla coltivazione dei tartufi sono progredite enormemente negli ultimi venti anni ed errori fatti nel passato oggi non verrebbero più ripetuti.

Principali specie di tartufo coltivate in Umbria

Dopo questa premessa vengono illustrate le coltivazioni delle principali specie di tartufo in Umbria.

Tuber melanosporum

È la specie più largamente coltivata in terreni calcarei con abbondante scheletro, con pendenze a volte anche molto forti a quote da m 300 a circa 800 s.l.m.

Sono parzialmente o completamente fallite le piantagioni realizzate in terreni poco o affatto idonei, che per fortuna occupano superfici limitate.



Fig. 193 - Cesto di tartufi neri di Norcia protetti da uno strato di terra *(foto: B. Granetti).*

Le piante simbionti sono state per lo più consociate tra loro e poste generalmente a m 4x4 o 5x5, densità che si è rivelata troppo alta già verso i 10-12 anni dall'impianto soprattutto in presenza di Carpini neri che

sviluppano una chioma ampia fin dall'età di sette anni. L'ombreggiamento troppo forte, quando supera il 60%, diventa negativo in quanto impedisce una distribuzione uniforme delle piogge estive e non consente un buon riscaldamento del terreno nel tardo autunno e nei mesi invernali. È pertanto necessario intervenire per tempo con potature appropriate e diradamenti oculati. Molti agricoltori hanno praticato erpicature e ciò si è rivelato di estrema utilità in quanto chi ha abbandonato a se stesse le tartufaie non ha ottenuto alcun risultato produttivo. Per quanto riguarda l'irrigazione in Umbria è stata trascurata questa pratica agricola sia per la difficoltà di approvvigionamento dell'acqua, sia per il costo elevato degli impianti da effettuare in situazioni poco favorevoli. L'esperienza ormai ventennale ha dimostrato che l'irrigazione nella fase di attecchimento delle piante e nella fase produttiva è assolutamente necessaria. Numerose sono le tartufaie che hanno sviluppato elevate percentuali di micorrize di *T. melanosporum* ma producono poco per la eccessiva secchezza del terreno nei mesi estivi aggravata dalla alta percentuale di scheletro di cui sono dotati molto di frequente i suoli calcarei umbri.

Ripetute ricerche sulla evoluzione delle micorrize negli apparati radicali delle piante tese a comprendere certi fenomeni come la mancata produzione di alcune tartufaie con piante in ottime condizioni vegetative e spesso munite di ampie aree bruciate, o la produzione di tartufi diversi da quelli che si voleva coltivare, hanno evidenziato la sostituzione delle micorrize di *T. melanosporum* con quelle di altri funghi competitori, già segnalata in Francia.

Piantine inizialmente micorrizate con il tartufo nero pregiato hanno prodotto micorrize e spesso anche carpofori di tartufo moscato, di tartufo estivo e talora anche di bianchetto. Questo fatto sta preoccupando gli studiosi e gli agricoltori perché non è stato ancora trovato un efficace rimedio per far regredire le micorrize dei tartufi estranei.

È possibile prevenire almeno in parte tali inconvenienti con una accurata scelta del terreno, della specie simbionte e del tartufo al momento della progettazione della tartufaia.

Vi sono, purtroppo, anche altre specie fungine citate in altro capitolo che si insediano in percentuali variabili negli apparati radicali tra cui le più diffuse in Umbria risultano la forma AD di Giraud, il *Pisolithus tinctorius,* il *Cenococcum geophylum,* alcune specie di *Scleroderma*, di *Hymenogaster,* la *Sphaerosporella brunnea* e varie specie di *Hebeloma.*

Sono in corso ricerche, peraltro molto difficili, per individuare tecniche agronomiche capaci di ridurre l'incidenza di questi funghi inquinanti nella produttività delle tartufaie.

Produzione di tartufi

La coltivazione del *T. melanosporum* in condizioni assai diversificate ha fatto registrare risultati produttivi molto diversi tra loro.

Tartufaie improduttive

Le piante hanno perduto le micorrize del tartufo nero pregiato e sono comparse quelle di altri funghi inquinanti favoriti da valori bassi di pH, inferiori al punto neutro, fino a toccare 5,1.

Tartufaie che producono altre specie di tartufo - La sostituzione graduale delle micorrize di *T. melanosporum* con quelle di *T. aestivum* è risultata veloce in piante di Carpino che ben presto hanno prodotto diversi chilogrammi di carpofori di tartufo estivo mentre le altre piante di Roverella e di Leccio, della stessa tartufaia, hanno continuato a produrre il tartufo nero pregiato. L'attento esame delle condizioni pedologiche ha dimostrato che nei punti delle tartufaie in cui il terreno si presenta più compatto, con pH intorno alla neutralità e alquanto siccitoso in estate, si formano i carpofori di *T. aestivum* e scompaiono quelli del *T. melanosporum.*

Emerge l'importanza delle cure colturali per mantenere costanti le condizioni di terreno favorevoli alla specie coltivata.

Produzioni tardive di *T. melanosporum*

Si possono registrare produzioni di carpofori dopo 10-15 anni dall'impianto quando le piante non sono state oggetto di cure colturali, nonostante che le micorrize del tartufo nero pregiato fossero presenti in elevate percentuali.

Questi fatti ci suggeriscono la necessità di studiare le piantagioni improduttive per verificare le cause di questo fenomeno e per intervenire con opportune pratiche colturali. Nei casi di mancata produzione, pur in presenza di abbondanti micorrize, l'irrigazione potrebbe favorire la fruttificazione come già precisato altrove.

Produzioni soddisfacenti

Numerose sono le tartufaie di 13-15 anni di privati che in Umbria producono ogni anno oltre 50 kg ad ha di tartufi in coltura non irrigua. In tutti i casi studiati è stata accertata la perfetta idoneità del suolo e l'applicazione di pratiche colturali semplici ma efficaci come le potature invernali e una sarchiatura primaverile. Significativo è il raccolto, quasi nullo in una tartufaia, di kg 1,5/ha di tartufi nell'annata 1998/99, estremamente siccitosa, contro la buona produzione di kg 52 dell'annata precedente con andamento termo-pluviometrico normale.

Una tartufaia nel Comune di Spoleto nel 1999/2000 ha prodotto circa kg 70/ha; le migliori piante simbionti sono risultate il Leccio e la Roverella mentre il Carpino nero ha fornito scarse produzioni. La stessa tartufaia nella stagione 2002/2003 ha prodotto più di 110 kg.

Si fa rilevare che questa tartufaia è oggetto di attente cure colturali principalmente, sarchiature primaverili e irrigazioni ed è stata realizzata in terreno calcareo soffice, ex seminativo, dotato di buona fertilità e con lieve inclinazione.

La scelta opportuna del terreno e le cure colturali appropriate possono garantire produzioni precoci e abbondanti come è il caso di una tartufaia realizzata da un

agricoltore delle Marche in condizioni non dissimili da quelle dell'Umbria, utilizzando Carpini neri e Farnie nel rapporto 3 : 1.

All'età di quattro anni, nella stagione 1999/2000, ha prodotto oltre kg 20 di tartufi ad ha. È una produzione eccezionale in considerazione della giovane età delle piante che evidenzia la enorme potenzialità produttiva delle piante tartuficole. D'altra parte in Francia sono state registrate produzioni di oltre kg 120 ad ha in piantagioni di 12-14 anni di età, come già ricordato.

Dalle ricerche sulle tartufaie di *T. melanosporum* in Umbria risulta che oltre alla scelta del terreno e alle pratiche colturali è molto importante individuare il binomio pianta-tartufo più rispondente e qui si ricorda ancora una volta che i migliori risultati sono stati forniti dalla Roverella e dal Leccio, mentre il Nocciolo e il Carpino solo in particolari situazioni hanno fornito discreti o buoni risultati.

Si è rivelato, inoltre, di enorme importanza l'uso degli ecotipi locali sia di piante che di tartufo e questo è un messaggio da trasferire ai produttori di piantine micorrizate.

Tuber magnatum

Numerose sono le piantagioni di *T. magnatum* effettuate in condizioni pedologiche molto varie. Accanto ai terreni sabbioso-limosi, soffici e sufficientemente umidi nel periodo estivo e sub-alcalini, tipici per questa specie di tartufo, sono stati utilizzati anche suoli argilloso-limosi o argillosi, troppo compatti che mal sopportano lunghi periodi di siccità. Inoltre, la scelta per costituire una tartufaia è ricaduta sempre sui terreni coltivati, poveri di materia organica di cui, invece, è particolarmente esigente il *T. magnatum,* che si presentano ben areati fintanto che sono sottoposti alle frequenti arature richieste dalle colture agrarie ma non più eseguibili dopo la piantagione.

Un altro aspetto da considerare è l'utilizzazione per lungo tempo di piante poco o affatto micorrizate con il tartufo bianco e questo si è potuto accertare tramite le analisi delle micorrize con i recenti metodi biomolecolari (analisi del DNA) che hanno permesso di distinguere le micorrize di *T. magnatum* da quelle di altri tartufi, specialmente di *T. borchii* presenti in piantine inoculate con sospensione sporale di tartufo bianco.

Infine, un errore grave è stato quello di adottare una densità di impianto di 300-400 piante ad ha o di poco superiore, 600 piante al massimo, simile a quella largamente indicata per il *T. melanosporum* confidando nel rigoglioso accrescimento dei Pioppi e dei Salici per assicurare un adeguato ombreggiamento del suolo richiesto da questa specie di tartufo; purtroppo tali densità non hanno consentito nemmeno dopo 16 anni di realizzare un sufficiente ombreggiamento e un microclima umido durante l'estate.

Anche per questa specie non tutte le piante si sono mostrate idonee, come il Nocciolo che è la meno indicata per produrre il *T. magnatum.*

L'evoluzione delle micorrize negli apparati radicali delle piante di tartufaie a *T. magnatum* è stata studiata da vari Autori che hanno però identificato le micorrize sulla base delle descrizioni fatte affidandosi ai soli caratteri morfologici che si sono, da pochissimo tempo, mostrati non del tutto veritieri. Pertanto l'unico parametro per valutare una tartufaia a *T. magnatum* è stato la sua capacità di produrre i tartufi.



Fig. 194 - Tartufi bianchi dell'Alta Valle del Tevere come estratti dalla cava *(foto: B. Granetti).*

Tartufaie produttive

È opportuno fare un breve cenno alla prima tartufaia sperimentale che ha dato risultati positivi, anche se non è in Umbria, in quanto è stata oggetto di studio da parte di ricercatori dell'ARSIA di Firenze e del Dipartimento di Biologia vegetale dell'Università di Perugia. È situata a Villanova di Sotto (Comune di Asciano, provincia di Siena) ed è stata realizzata con varie specie simbionti: Farnia, Roverella, Cerro, Salicone e Salice bianco, Pioppo bianco e Pioppo nero, nel 1979/80. La densità alquanto elevata delle piante ha consentito di conseguire in pochi anni una copertura quasi completa del suolo. I primi tartufi bianchi sono stati raccolti nel 1986 e negli anni successivi la produzione è aumentata progressivamente a carico, soprattutto, delle piante situate in vicinanza del fosso di scolo ove si realizzavano situazioni di aerazione e di umidità del suolo idonee alla fruttificazione. A pochi metri dal fosso in terreno argilloso, compatto, le piante, pur rigogliose come tutte le altre, raramente hanno prodotto tartufi.

In Umbria sono poche le segnalazioni di tartufaie produttive. In località Ponticelli (PG) è stata impiantata una tartufaia di circa 1 ha nel 1983 con Farnia, Nocciolo, Pioppo nero, Salice bianco, Salicone e Carpino nero, tenendo in aiuole separate queste specie e adottando la stessa densità per tutte di m 3,5x4,5; il terreno, di fondo valle, risponde in modo ottimale alle esigenze del tartufo bianco. I primi due tartufi sono stati raccolti nel 1991

sotto due Carpini; la produzione si è interrotta ed è ripresa a partire dal 1995 con un progressivo incremento fino a superare due chilogrammi di tartufi a ha nelle ultime stagioni. Solo la parcella con Nocciolo non ha prodotto niente.

A Fabro Scalo una piantagione di mq 5000 realizzata nell'ottobre del 1992 in terreno di valle ritenuto ideale, utilizzando Farnie messe a m 5x5 ha iniziato a produrre tartufi nel 1995 (400 g inizialmente) quando ancora le piante raggiungevano appena l'altezza di circa un metro ed è proseguita anche negli anni successivi. Altre tartufaie sia di privati che di quelle realizzate con il piano tartuficolo regionale hanno prodotto alcuni tartufi sotto Salice bianco, Pioppo nero, Farnie e Carpino nero (a partire dal 1997) ma le produzioni non sono mai state valutate con precisione.

La tartufaia che ha fornito buoni risultati è quella realizzata nel 1988 a Farneta di Fabro (Terni) con un centinaio di piante di Farnia, Pioppo bianco, Pioppo nero, Salice bianco, Salicone, Salice rosso e Salice ripaiolo, disposte a m 4 x 5 circa, in terreno di pianura ottimo per il tartufo bianco. È stata regolarmente irrigata ogni anno per tre volte da luglio alla fine di agosto mentre nessuna potatura e nessuna erpicatura è stata praticata. Nel 1991 ha iniziato a produrre carpofori e già nel 1993 la produzione è salita a kg 14 riferita ad un ettaro. La produzione è continuata con alterne vicende ma i tartufi sono diminuiti di dimensione negli ultimi anni probabilmente per il terreno divenuto troppo compatto. In questo impianto si segnala una pianta di *Salix eleagnos* cresciuta a cespuglio alto circa m 2,50 che ogni anno produce grossi tartufi di 150-180 g ciascuno per un peso complessivo di oltre g 400-500.



Fig. 195 - Cesto di Tartufi estivi *(foto: B. Granetti)*.

Tartufaie improduttive

Sono, purtroppo, numerose le tartufaie che non hanno prodotto il tartufo bianco pregiato. In vari casi le micorrize, ritenute di *T. magnatum* sono state rilevate in buona percentuale, in altri, invece, risultano sostituite da funghi estranei. Spesso queste tartufaie sono state impiantate ai margini di tartufaie naturali ma al di fuori dell'area con suolo idoneo per questa specie. Accurate ricerche pedologiche hanno mostrato che anche nello spazio di appena un metro si modificano bruscamente le caratteristiche di porosità e di umidità del suolo per diventare del tutto negative.

Tartufaie che producono altri tartufi

È abbastanza frequente la comparsa, prima delle micorrize e poi dei carpofori di *T. aestivum, T. borchii, T. brumale* e talora anche di *T. melanosporum* in tartufaie impiantate con Roverella, Carpini neri, Noccioli, Pioppi e Salici micorrizati con *T. magnatum.* Le produzioni di questi tartufi sono state alcune volte di buona entità con la soddisfazione, non avendo altro, dei tartuficoltori in quanto anche i tartufi estivi e i bianchetti sono aumentati molto di prezzo negli ultimi anni. La raccolta di questi tartufi è condizionata dalla natura del terreno e dall'andamento climatico. Il bianchetto, per esempio, essendo una specie pioniera per qualche anno produce molti carpofori, poi lentamente lascia il posto ad altre specie.

Gli scarsi risultati produttivi ottenuti con il tartufo bianco pregiato devono stimolare gli studiosi ad approfondire le ricerche sulla biologia di questa specie ripercorrendo l'intero ciclo vitale dalla germinazione delle spore alla formazione delle micorrize e dei corpi fruttiferi e correlando questi fenomeni a tutti i fattori pedoclimatici e biotici che caratterizzano l'*habitat* ideale del *T. magnatum.*

Tuber aestivum

In Umbria diversi coltivatori hanno realizzato impianti con il tartufo estivo che è sempre più apprezzato dai ristoratori.

Per la sua adattabilità a molteplici situazioni pedologiche ha trovato il favore di numerosi agricoltori. Lo studio della evoluzione delle micorrize ha evidenziato una loro forte stabilità negli apparati radicali con percentuali assai elevate fino all'80% ed oltre anche in piante cresciute in terreni molto aridi situate a quote di m 200-300 s.l.m. Esige abbondante calcare nel terreno e pH elevati, intorno a 8 per cui la piante collocate in suoli acidi, con pH 5-5,5 hanno ben presto perduto le micorrize che sono state sostituite da funghi estranei appartenenti ai Basidiomiceti.

Pur micorrizandosi con numerose specie di piante, le Conifere risultano gli ospiti ideali. Il Pino di Aleppo produce tartufi di oltre 300 g di peso che affiorano sul terreno quando questo è tendenzialmente argilloso. In genere le produzioni sono risultate soddisfacenti avendo superato i kg 30-40 dopo 10-12 anni dall'impianto.

Un buon numero di tartufaie è improduttivo nonostante la elevata percentuale di micorrize presenti e ciò sembra dovuto alla forte siccità registrata dal mese di maggio fino a settembre. Questa specie esige cure colturali al pari delle altre.

Tartufaie a *T. aestivum* forma *uncinatum*

Non sempre nel mercato sono offerte piantine sicuramente micorrizate con il tartufo uncinato in quanto la differenza tra questo tartufo e l'estivo è ancora in discussione presso i sistematici. Ritengo che molto spesso le piante siano state inoculate con tartufi riferiti alle due entità, se ancora di entità differenti si può parlare. I risultati produttivi delle poche piantagioni realizzate sono simili a quelli del *T. aestivum* tipico; i dati, tuttavia, sono molto frammentari.

Tuber brumale

Questo tartufo e la sua forma "*moschatum* " molto noti ai tartufai umbri per la loro ampia diffusione, sono attivamente raccolti.

Le sue esigenze ecologiche sono alquanto ben definite per cui un buon numero di impianti sono stati realizzati in Umbria soprattutto con il Nocciolo. Nei terreni un pò siccitosi le micorrize permangono in gran numero, ma le produzioni di carpofori sono scadenti. Non sono disponibili dati sicuri sui quantitativi raccolti per ha con le varie piante simbionti essendo ritenuto un tartufo di minore importanza.

Tuber borchii

Poche sono le tartufaie allestite con il tartufo bianchetto considerato, a torto, di scarso interesse gastronomico.

Pur micorrizandosi bene con le Latifoglie predilige le Conifere, particolarmente il Pino da pinoli e i Cedri. In alcuni campi sperimentali sono stati raccolti grossi esemplari di oltre 150 g di peso e buone produzioni, inattese, sono state ottenute in piantagioni di altri tartufi. In Umbria è stata considerata una specie minore e pochi agricoltori hanno utilizzato piante in simbiosi con questo tartufo, per cui i vivaisti hanno cessato quasi tutti di produrre piante micorrizate con il tartufo bianchetto.

Tuber mesentericum

È un tartufo che non ha trovato mai il favore degli umbri per cui poche notizie si hanno su questa specie che è stata coltivata in via sperimentale in due località. In un caso le micorrize sono rimaste vitali e si sono moltiplicate mentre in altre parcelle c'è stata una sostituzione delle micorrize con quelle del *T. aestivum.* Anche per il tartufo mesenterico si hanno i soliti problemi di scelta del suolo e del clima e si dovrà tenere presente che il suo ambiente ideale è il faggeto.

A conclusione di questo capitolo si può far rilevare che pur esistendo una reale difficoltà a quantificare le produzioni che gli agricoltori cercano sempre di tenere nascoste, i risultati produttivi sono generalmente inferiori alle attese. Molti sono ancora i problemi da risolvere che riguardano le piante micorrizate, l'ecologia delle singole specie di tartufo e le cure colturali. Sarebbe però un grave errore farsi prendere a questo punto dallo scoraggiamento. Una mole enorme di dati scientifici raccolti in più di un ventennio di ricerche in Umbria e tutte le conoscenze acquisite in oltre trenta anni di studi in Europa costituiscono un forte stimolo a proseguire le ricerche in laboratorio e sul campo con determinazione per rendere la tartuficoltura nell'immediato futuro una attività di alto reddito.



Fig. 196 - Cesto di Tartufi bianchetti *(foto: B. Granetti).*

48 La raccolta dei tartufi

Periodo di raccolta

Ogni specie matura i propri carpofori in un certo arco di tempo nell'ambito del quale le varie regioni italiane hanno stabilito un calendario di raccolta al fine di salvaguardare la qualità del prodotto posto in commercio e la vitalità delle tartufaie. Il cercatore ha, quindi, l'obbligo di conoscere le leggi regionali che disciplinano la raccolta dei tartufi. Le norme da rispettare sono numerose e sono trattate in altro capitolo.

Ricerca con il cane

I migliori risultati si ottengono alle prime luci dell'alba in assenza di vento e quando l'umidità dell'aria è elevata. Conviene far esplorare la tartufaia più di una volta a distanza di pochi minuti percorrendola a zig-zag e si scoprirà così che ulteriori tartufi, dopo i primi, vengono individuati dallo stesso animale. Il cane appena avvertito l'odore del tartufo inizia a raspare velocemente con le zampe anteriori la terra che ricopre il tartufo e quasi sempre riesce ad estrarlo ma con il rischio di danneggiarlo; per questi motivo il cercatore interrompe l'operazione del cane e prosegue l'estrazione con lo zappetto o la vanghetta. I cani molto intelligenti e con olfatto finissimo non raccolgono i tartufi estranei ma solo quelli maturi della specie prestabilita. Vi sono dei cani che estraggono da soli i tartufi e li portano al padrone che può distare anche alcune decine di metri. Ho assistito personalmente al lavoro di un cane che estraeva i tartufi da vari punti di un bosco e li deponeva uno vicino all'al-

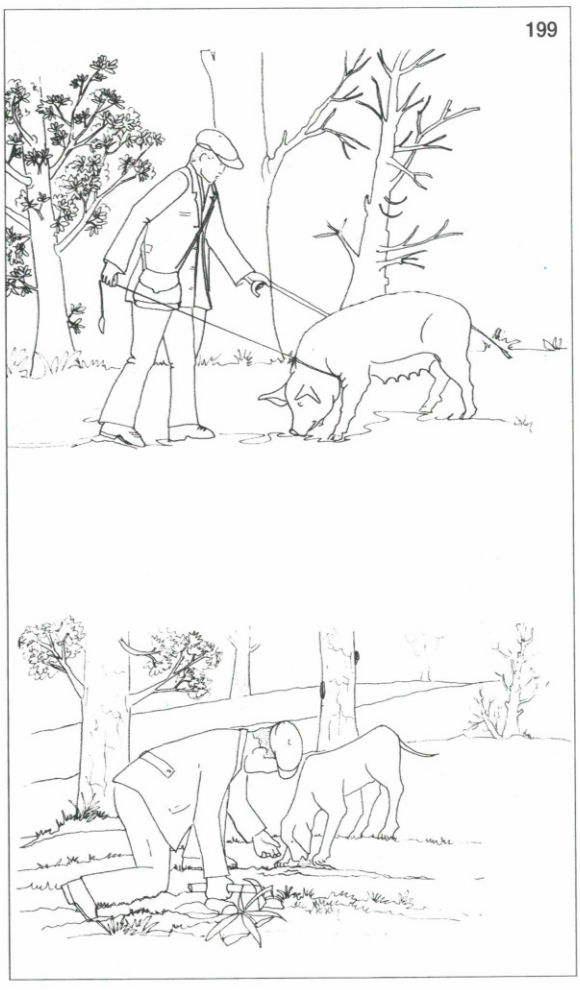
Fig. 197 - La bottega del tartufaio con i più diversi attrezzi per la raccolta dei tartufi *(foto: B. Granetti)*.

Fig. 198 - Vanghetti per la cava del tartufo bianco *(foto: B. Granetti)*.

Fig. 199 - Ricerca con il cane e con il maiale *(disegni: A. De Angelis)*.







tro nel campo limitrofo per prenderli poi in bocca tutti insieme (4-5 carpofori) e portarli al padrone! Buona norma è quella di non affaticare troppo l'animale per cui i cavatori professionisti allevano parecchi cani per utilizzarli a turno secondo le caratteristiche individuali. È sconsigliabile sgridare o peggio picchiare il cane quando si distrae troppo di frequente inseguendo tracce di odori di altri cani o di animali selvatici perché perderebbe in tal caso lo stimolo a cercare i tartufi. È importante, infine, che il cercatore ricompensi il cane con pezzetti di pane o con biscotti ogni volta che scopre un tartufo.

Alcuni cani sono stati addestrati a non mangiare bocconi trovati nel bosco per evitare avvelenamenti cui ricorrono persone inqualificabili per eliminare i cani dei cavatori concorrenti.



Fig. 200 - Il cane attende ordini dal suo padrone *(foto: B. Granetti)*.



Fig. 201 - La cerca dei tartufi in terreni scoscesi; si noti l'impeccabile abbigliamento del tartufaio *(foto: G. Materozzi)*.

Ricerca con il maiale

Il maiale è dotato di un olfatto estremamente fine ed estrae dal suolo i tartufi senza alcun addestramento preliminare, che tuttavia sarebbe utile effettuare per migliorare le sue prestazioni.

La femmina per la sua docilità è preferibile al maschio. Gli inconvenienti che risiedono nell'uso di questo animale sono la sua mole ingombrante che comporta difficoltà nel trasporto, la sua voracità che spinge il maiale a cercare i tartufi per nutrirsene e la sua scarsa resistenza alla fatica. In Italia ed anche in Umbria si utilizzava il maiale fino a qualche decennio fa, controllando i suoi movimenti con un guinzaglio. Attualmente questa pratica è stata del tutto abbandonata anche perché la legge regionale non prevede l'utilizzazione del maiale nella raccolta dei tartufi. In Francia, come riferiscono Chevalier (1997) e Olivier, Savignac e Sourzat (2002) si usa ancora il maiale in alcune zone tartuficole del Sud quali la Provenza e Quercy-Perigord ove tuttavia si sta diffondendo sempre più l'impiego del cane.

Ricerca a vista

Questo metodo detto in Francia "a la marque" è basato su un fenomeno molto semplice e cioè sul sollevamento della terra dovuto al tartufo sottostante che aumenta fortemente di volume nell'ultimo periodo di vita.

La crosta di terra che si forma a seguito delle piogge, si screpola sotto la spinta del tartufo che pertanto può essere facilmente individuato ed estratto con l'ausilio di un piccolo vanghetto. Questo metodo è usato talora per il *T. magnatum*, il *T. melanosporum* e il *T. aestivum* all'inizio della stagione di raccolta quando i tartufi sono superficiali, non sempre ben maturi e spesso fortemente danneggiati da larve di ditteri e di coleotteri, da lumache ed altri numerosi animali.

È invece largamente applicato nel Nord Africa e in Medio Oriente per la raccolta dei così detti tartufi del deserto, che si formano nel terreno sabbioso, poco sotto la superficie, in stretta vicinanza di piante perenni e persino annuali del genere *Helianthemum*.

Raccolta con l'ausilio della mosca

Sin dal secolo scorso è stata osservata la presenza di piccoli sciami di mosche (di varie specie) nelle aree tartuficole, facilmente osservabili di buon mattino ponendosi contro i raggi radenti del sole. La presenza di questi insetti che, come sappiamo, vivono allo stadio di larve nutrendosi dei tartufi, non indica la posizione precisa dei carpofori, ma ovviamente avvalendosi di una buona zappa questi possono essere messi allo scoperto. Il meto-

do di raccolta può essere affinato tramite la conoscenza sicura di qualche specie di mosca tra quelle più specializzate nel parassitismo dei tartufi come ad esempio la *Suillia fuscicornis* Zett. e la *Suillia gigantea* Meig. (= *Suillia tuberivora* Pand.= *Helomyza tuberivora*). Questi insetti si posano sul terreno esattamente sopra il corpo fruttifero per deporre le uova o direttamente sul peridio o sulla terra soprastante in modo che le larve, appena dopo la schiusa, possano raggiungere facilmente la gleba di cui si nutrono. Per evidenziare la presenza delle mosche è utile disporre di una sottile canna con la quale sfiorare il terreno contro luce per indurre gli insetti a sollevarsi dal suolo e individuare così il punto preciso in cui è nascosto il tartufo.

Fig. 202 - Appassionata cerca del tartufo con due cani bene addestrati *(foto: B. Granetti)*.

Fig. 203 - Il tartufaio premia il cane per il grosso tartufo raccolto da solo *(foto: B. Granetti)*.





Ricerca con il coleottero

Alcune specie di coleotteri come il *Leiodes cinnamomea*, di colore bruno-rosso, sono fortemente attratti dall'odore dei tartufi di varie specie, tra i quali il pregiato *T. melanosporum*. L'osservazione attenta della superficie del suolo può evidenziare la presenza di questi coleotteri e quindi anche quella dei carpofori maturi.

Raccolta tramite la zappa

È una pratica ancora largamente diffusa sia in Italia centrale, sia nelle regioni del Nord e dell'Est della Francia. Consiste nella zappatura uniforme della tartufaia o cava da 8-10 cm fino a 20 cm di profondità.

L'epoca può essere la più diversa in rapporto al ciclo vitale del tartufo; spesso è praticata molto tempo prima dell'inizio della maturazione dei tartufi (per es. mese di Ottobre per il *T. melanosporum*) allo scopo di approvvigionarsi di un buon quantitativo di tartufi da sottrarre ai concorrenti o per garantirsi il pagamento dell'affitto della tartufaia.

Con il metodo della zappatura le tartufaie quasi sempre vengono danneggiate in modo serio e grave fino a determinarne la definitiva scomparsa. Le ragioni sono molto semplici; la zappa taglia le radici che portano le micorrize e non sempre sono presenti ad una certa profondità radichette con le micorrize capaci di svilupparsi nel soprastante terreno zappato. Con questo sistema di raccolta non rimangono nel terreno tartufi maturi che possono diffondere le spore per favorire la formazione di nuove micorrize; inoltre, si espone, spesso, il terreno ad un forte essiccamento che potrebbe danneggiare eventuali micorrize rimaste indenni dopo la zappatura. Questo metodo di raccolta è quindi da condannare senza alcuna riserva. Per quanto riguarda, infine, i tartufi raccolti con la zappatura si deve precisare che soltanto alcuni potrebbero essere nel giusto stadio di maturazione mentre altri, essendo questa scalare, sono sicuramente immaturi e pertanto di nessun valore gastronomico. Si ricorda che la legge nazionale n° 752/85 vieta, la raccolta e la commercializzazione di tartufi immaturi sia allo stato fresco che conservato.

Si auspica un efficace controllo dei metodi di raccolta dei tartufi per salvaguardare la capacità produttiva delle tartufaie ed assicurare nel contempo l'alto livello qualitativo del prodotto posto in commercio.







Fig. 204 - Il cane offre al suo padrone il tartufo che ha scavato da solo *(foto: B. Granetti)*.

Fig. 205 - Noto tartufaio di Norcia che abitualmente ricopre la buchetta fatta per estrarre il tartufo, con una zolla di terra inerbita rovesciata, per favorire la formazione di tartufi nella successiva stagione *(foto: B. Granetti)*.

Fig. 206 - Il cane segue con il massimo impegno l'estrazione del tartufo da lui individuato *(foto: B. Granetti)*.

49 Il cane da tartufo

Il cane

Il Genere *Canis,* Famiglia dei *Canidi*, è importante e ricco di specie; comprende i lupi, i cani domestici, i dingo, i coyote e gli sciacalli.

Il cane domestico (*Canis familiaris* L.) discende dal lupo grigio *(Canis lupus* B.) che è un cane selvatico di grandi dimensioni, slanciato, con la testa rialzata e coraggioso cacciatore, con una vita sociale gerarchicamente organizzata in branchi, diffidente e guardingo, da sempre temuto e perseguitato dall'uomo. Il cane domestico comprende ben 350 diverse razze,

Il processo di domesticazione del cane selvatico, ha avuto inizio in regioni diverse dell'emisfero settentrionale più di 12.000 anni fa, al tempo in cui i lupi avevano una grande popolazione, largamente distribuita in tutto il mondo.

L'uomo cominciò ad osservare i primi cani selvatici fin da quando viveva nelle caverne; alcuni di questi incutevano paura, e da loro cercava di sfuggire. Altri invece, che si aggiravano intorno alla sua dimora cercando cibo senza mostrare cattive intenzioni, ne attirarono la sua attenzione pensando che potessero essergli utili perché più intelligenti di altri animali.

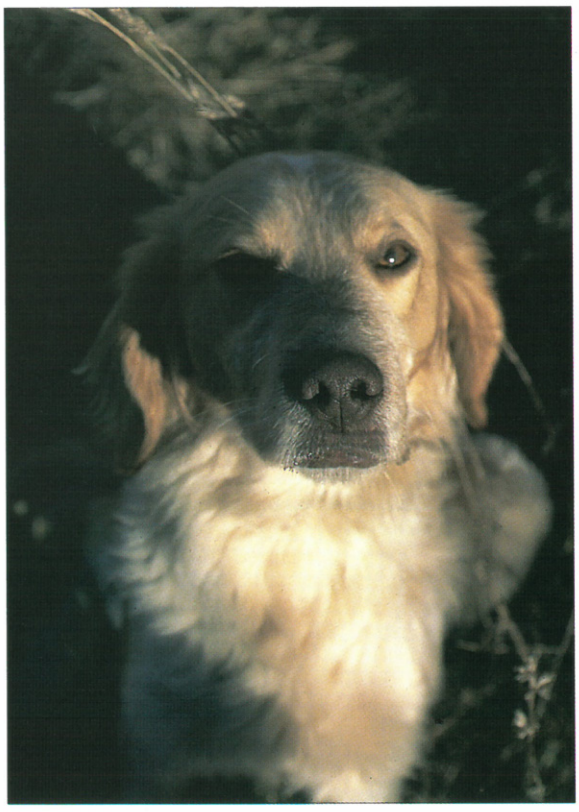


Fig. 207 - Cane di razza Golden retriever *(foto: G. Materozzi).*

Così l'uomo cominciò ad allevarli, ad abituarli alla sua presenza, ad addestrarli a compiere azioni di caccia a comando, di lavoro, di difesa per suo conto.

I primi cani semiselvatici vennero così utilizzati come aiutanti nel lavoro con il bestiame, per scovare selvaggina da cacciare, per guardia e, successivamente, anche per compagnia.

Nella storia delle civiltà antiche troviamo che i cani erano i favoriti degli Incas in Perù, mentre gli Egizi adoravano un dio dal viso di sciacallo: il dio Anubi.

Ancora oggi, in alcune nazioni, i cani sono allevati per la loro pelliccia e per la loro carne, ma è una usanza che per fortuna va scomparendo.

Le razze

Le varie razze inizialmente si sono selezionate naturalmente, in base alla loro adattabilità alle diverse condizioni climatiche presenti nelle varie regioni e altitudini.

Poi l'allevamento sempre più selettivo operato dall'uomo ha fatto evolvere fin dal medioevo nuove razze, soprattutto le razze da caccia, i segugi e le razze da pastore, utilizzando a questi scopi quelle con più attitudini fino a specializzarle.

Nel tardo '800, ad opera di alcuni appassionati, soprattutto in Inghilterra dove sorsero i primi circoli cinofili, furono stabiliti i criteri e gli standards specifici di valutazione e i registri genealogici per alcune razze di cani. Standards spesso diversi che comportano tuttora per talune razze delle modifiche fisiche come il ridimensionamento della coda, delle orecchie o la rimozione dello sperone.

La sicura appartenenza di un cane ad una razza è ora comprovata dal "pedigree", che è un documento ufficiale in cui è indicata la discendenza del soggetto fino alla quarta generazione. Ebbero in questo modo successo gli allevamenti selettivi delle migliori razze.

Rapporto cane uomo

La diffusione delle razze, in relazione alle loro attitu-

dini al lavoro ed all'utilizzo, ha sempre seguito, oltre ai criteri di adattabilità, anche le mode cinofile periodiche locali. Alcune di queste razze sono perciò conosciute non solo localmente ma in tutto il mondo.

Il rapporto cane uomo si è sempre più sviluppato ed oggi il cane, oltre ad essere utilizzato per le mansioni tradizionali come appunto la guardia e la caccia, è impiegato in compiti tra i più disparati come il traino di slitte, la corsa, i combattimenti, il soccorso, come animali antidroga, poliziotto, guida, come animali da compagnia, per la ricerca dei tartufi, per impietosire i passanti e concedere una elemosina al loro padrone, sfruttando in tutti i casi la loro fedeltà e lealtà verso il padrone.

Le caratteristiche

I cani sono animali carnivori, muniti di robusti denti adatti a mordere, a mangiare la carne e a rosicchiare le ossa. I cani essendo discendenti di selvatici cacciatori hanno ancora sviluppati i sensi che consentono loro di percepire e scovare le prede. Sono dotati di una potente muscolatura che conferisce loro una notevole agilità, consentendogli di correre velocemente.

Seppure l'aspetto fisico ed il comportamento siano stati modificati nel tempo dalle tecniche di allevamento e di addestramento, i cani conservano molte delle caratteristiche sensoriali istintive del lupo.

Essi comunicano con la voce e con i movimenti del corpo; anche la coda e le orecchie sono molto espressive con i loro movimenti. Hanno un udito estremamente sviluppato e sensibile, in grado di percepire anche suoni di elevatissima frequenza non percepibili dall'uomo. La loro vista è acuta ed ampia in virtù della disposizione laterale degli occhi sulla testa, occhi che vedono molto bene anche con luce debole o al buio. L'odorato è ottimo ed il buon fiuto gli permette di seguire tracce di animali e di percepire altri odori particolari.

L'istinto

Seguendo il loro istinto i cani maschi tendono a marcare il loro territorio, spargendo urina con una gamba posteriore sollevata. Attraverso l'esame degli odori effettuano la identificazione di ogni estraneo e l'odore della femmina in calore funge da richiamo per l'accoppiamento.

I cani maschi, quando si incontrano in condizioni di antagonismo, possono assumere atteggiamenti diversi, con movimenti espressivi che indicano minaccia o sottomissione, ma generalmente sono sociali per natura e vanno d'accordo tra di loro. In genere sono animali docili, obbedienti all'uomo e sensibili, raramente aggressivi, con sviluppato senso di protezione e nelle varie attività cui vengono impiegati sono coraggiosi e tenaci.

Raggiungono la maturità sessuale al termine del primo anno di vita. Le femmine hanno due periodi di fertilità ogni anno, solitamente in Dicembre e in Agosto, che sono pertanto i periodi dei loro amori. Il periodo di gestazione è di circa 2 mesi ed i nuovi nati (da 2 a 13), vengono allattati per 4/6 settimane e quindi svezzati a 9 settimane dalla nascita. A 10 giorni i cuccioli aprono gli occhi, a 20 sono capaci di camminare e a 1 mese sono provvisti della completa dentatura da latte. Vivono mediamente fino a 15/16 anni.

L'aspetto fisico

L'aspetto fisico varia ovviamente in relazione alla razza di appartenenza ma possono essere indicati i caratteri salienti:

Taglia : per taglia si intende la statura o dimensione dell'animale. Dipende dalla sua altezza che viene misurata al garrese, cioè al punto più alto del dorso corrispondente con la parte superiore della spalla.

Peso : fino ad un massimo di 70 kg per le taglie grandi; le femmine sono più basse ed hanno un peso inferiore.

Mantello : può essere di un solo colore o di più colori. Il pelo può essere corto o lungo, liscio o duro e arricciato, con o senza sottopelo, più o meno denso.

Testa : rotonda, allungata, squadrata.

Orecchie : possono essere lunghe o corte, erette o pendule. La forma delle orecchie può essere modificata con il taglio in uso per alcune razze.

Coda : normalmente piuttosto lunga, con pelo fitto, corto o sfrangiato, simile a quello del mantello. Anche la coda può essere modificata con amputazione totale o parziale, in virtù delle prescrizioni per alcune razze.

Piede : gli arti sono robusti con piede relativamente breve, formato da dita separate provviste di unghie ottuse non retrattili. Il piede posteriore ha 4 dita e quello anteriore ne ha 5 di cui uno poco sviluppato detto sperone che in alcuni casi viene rimosso nel cucciolo. Alcune razze hanno anche una palmatura tra le dita.

Dentatura: la dentatura permanente è poderosa, trinciante e frangente, composta da 42 denti con canini lunghi e appuntiti.

Alimentazione e sistemazione

I cani, pur essendo carnivori, non disdegnano altri cibi e si alimentano quindi, oltre che con la carne, anche con qualche osso bollito, con pesce, uova, latte, formaggio, pane, pasta, riso, verdure cotte ma poco salate e frutta; sono da escludere le patate, i cavoli, le ossa minute e taglienti, il cioccolato.

I cibi in scatola, oggi molto in uso, sono alimenti bilanciati per una dieta equilibrata ma hanno un sapore standardizzato e sono perciò monotoni per l'animale. È

quindi opportuno che vengano integrati con l'utilizzo di cibi tradizionali tra l'altro meno costosi. I cani hanno bisogno di due pasti giornalieri, tre fino al primo anno di vita, evitando eccessi alimentari. Per il pasto del cane è bene usare una tazza, ciotola o recipiente stretto e profondo, costruito con materiale facilmente lavabile, pulito giornalmente.

Anche il giaciglio deve essere di facile pulizia per poter eliminare eventuali parassiti presenti. Il bagno non deve essere molto frequente. Per alcune razze a pelo lungo e denso può essere opportuna una rasatura nel periodo estivo. È bene abituare il cane a restare all'aperto anche di notte, mettendogli a disposizione una buona cuccia spaziosa e ben protetta dai venti, impermeabile alla pioggia e ben isolata dal terreno, sistemata in zona riparata dal sole e dalle correnti d'aria. All'aperto il cane può risolvere anche i propri bisogni fisiologici scegliendo da solo il posto adatto.

Il cane non va tenuto legato con una catena nei periodi di riposo, ma deve stare in un recinto dove possa muoversi liberamente, possibilmente in compagnia di suoi simili, e non deve essere sottoposto a digiuni forzati prima di uscire per i lavori cui è destinato (la caccia, la ricerca dei tartufi, ecc.).

La scelta del cane da tartufo

Per la ricerca dei tartufi sono adatti cani di tutte le razze, ma normalmente si utilizzano cani da caccia, da penna o da riporto, oltre ai piccoli meticci o bastardi, ottenuti da incroci casuali.

Sono preferiti normalmente cani di taglia media (15/16 kg di peso), di natura tranquilla e con gambe robuste ed unghie dure e bene sviluppate che si muovono e scavano più facilmente nei terreni accidentati e tra la vegetazione. Per questo le razze maggiormente utilizzate, o comunque gli incroci di razze più utilizzate sono: lo Spaniel, il Bracco, lo Spinone, il Barbone, il Volpino, il Cocker, il Terrier, il Segugio, il Basset, il Setter, lo Sprinter, il Lagotto romagnolo.

Ogni cercatore esperto ha le sue preferenze sia per quanto riguarda le razze che per i suoi incroci che, sembra, abbiano maggiore resistenza ai malanni per la non consanguineità dei genitori. Sono preferiti i cani a pelo raso perché non trattengono sotto il mantello i semi spinosi e non si impigliano nei rovi e perché si sporcano di meno sul terreno bagnato. Il pelo più lungo, folto e resistente, aiuta però il cane a sopportare più facilmente le frequenti intemperie dei periodi invernali, durante la raccolta. Sono altresì preferiti quelli che hanno tendenza a tenere il muso verso il basso, potendo così annusare il terreno più da vicino.

Le cure

La buona salute del cane va mantenuta anche ricorrendo, quando opportuno, a vaccinazioni e trattamenti antiparassitari. Attualmente non è obbligatoria alcuna vaccinazione, salvo quella antirabbica qualora il cane venga portato all'estero, in paesi dove tale vaccinazione è richiesta; in tal caso è necessario essere muniti del relativo certificato internazionale.

Sono però consigliate alcune vaccinazioni che possono essere eseguite presso veterinari liberi professionisti; quelle contro le malattie trasmissibili come il cimurro, l'epatite, la leptospirosi, la gastroenterite infettiva e la tosse canina o tosse dei canili.

Due volte l'anno circa, o comunque ogni qualvolta se ne manifesti la necessità, deve essere praticata la "verminazione"; trattamento endogeno che consente agli animali di liberarsi dei parassiti intestinali che frequentemente li affliggono.

Si consiglia anche l'uso di disinfestanti della pelliccia del cane contro le pulci e le zecche che possono trasmettere malattie come la Rickettsiosi o febbre Q.

Identificazione anagrafica dei cani

In esecuzione delle norme di cui alla LR 19.07.94 n.19 e successive modificazioni ed integrazioni, concernenti la tutela degli animali da affezione e la prevenzione ed il controllo del fenomeno del randagismo, che è finalizzato alla tutela delle loro condizioni di vita promuovendo comportamenti idonei a garantire forme di convivenza rispettose del benessere degli animali e delle esigenze ambientali e sanitarie, le ASL della Regione dell'Umbria sono state dotate recentemente di software di gestione dell'anagrafe canina regionale, con relativo manuale operativo, microchip da applicare all'animale e strumenti di lettura elettronici distribuiti, oltre che alle strutture pubbliche, anche ai veterinari liberi professionisti.

Tutto ciò al fine della identificazione elettronica di tutti i cani ed alla istituzione di una banca dati informatica regionale.

Per animali di affezione si intendono anche quelli che, come i cani da tartufo che ci interessano in questa sede, svolgono attività utili all'uomo.

L'anagrafe canina perciò, già istituita da tempo presso ogni ASL dell'Umbria, risulta costituita da un elenco numerato progressivamente, alla quale obbligatoriamente ogni proprietario di cani deve iscrivere i cuccioli entro 45 giorni dalla nascita, o comunque entro 10 giorni dal possesso e contestualmente richiedere l'apposizione di un codice di riconoscimento, ora contenuto appunto in un microchip sottocutaneo, che sostituisce il vecchio tatuaggio come sistema di identificazione del cane.

Il proprietario è ritenuto dalla legge responsabile non solo della salute e del benessere dell'animale ma anche della sua iscrizione all'anagrafe canina, della segnalazione alla ASL della eventuale scomparsa, del trasferimento della proprietà e della sua morte.

L'applicazione del microchip contenente i dati di identificazione avviene a cura dei veterinari della ASL o di veterinari da questa autorizzati. Il microchip sottocutaneo viene inserito nella regione del collo dell'animale, dietro il padiglione auricolare sinistro. Questo sistema è stato adottato perché sicuramente più affidabile, più pratico e veloce, oltre che meno traumatico per il cane sia nella fase di applicazione che in quella di lettura, che però può avvenire soltanto con l'utilizzo di appositi lettori elettronici.

L'archivio dell'anagrafe canina regionale viene così aggiornato tempestivamente dalle ASL che provvedono all'inserimento immediato dei dati.

L'addestramento del cane da tartufo

La ricerca dei tartufi può essere praticata con l'ausilio del cane, ma anche del maiale, animali dotati entrambi di un olfatto bene sviluppato e capaci di scavare per brevi tratti nel terreno.

Il cane è stato di gran lunga preferito al maiale per ovvi motivi di ordine pratico: perché più intelligente, perché più facilmente addomesticabile ed assoggettabile ai comandi dell'uomo, perché provvisto di maggiore agilità e resistenza.

L'addestramento deve iniziare quando il cane è molto giovane, tra i 3 e i 6 mesi, per mezzora al giorno avendo cura di non forzarlo troppo, e si deve prolungare per 2-3 anni. Le femmine sono di regola preferite perché più mansuete, più precoci nell'apprendimento, più istintive ed intraprendenti. Il massimo grado di addestramento ed efficienza può essere raggiunto verso il 6° anno di età ed occorre quindi molta pazienza e molto tempo.

Per farne un buon cane da tartufo è preferibile che il cucciolo sia nato da genitori già utilizzati soltanto per questa specifica attività e non abituati ad usare il fiuto per altri scopi, come ad esempio quello della ricerca della selvaggina, perché si ritiene che l'ereditarietà possa essere importante.

Sono buone doti per un cane da tartufo la vivacità, la prontezza di riflessi, l'iniziativa senza riluttanza, la docilità e l'obbedienza al padrone.

Ogni addestratore ha i propri metodi, ma comunque l'addestramento si basa su di un condizionamento del cane al fine di orientare le sue capacità di ricerca verso una preda nascosta nel terreno, rintracciabile soltanto con l'olfatto. È importante anche che il cane venga addestrato ad una cerca stretta, senza allontanarsi troppo dal padrone, affinché possa essere meglio controllato in modo che non cerchi di masticare o inghiottire i tartufi trovati.

Il cane viene abituato ad associare il ritrovamento di un tartufo al cibo; per questo viene premiato ad ogni ritrovamento con bocconcini a lui graditi (pezzetti di pane, di biscotto, di formaggio con aroma non troppo forte, ecc.), questo rafforza anche la sua passione al lavoro. Resta deprecabile il comportamento di alcuni raccoglitori che li portano digiuni alla ricerca. Il cane deve cercare i tartufi solo per gioco con il padrone e non per fame, al massimo per il desiderio di ricavarne un compenso mangereccio ed una carezza.

Durante l'addestramento deve imparare bene a distinguere l'odore dei tartufi, in qualsiasi condizione ambientale o climatica. La prima cosa da fare all'inizio dell'addestramento è quella di abituarlo all'odore del tartufo, facendogliene anche assaggiare alcuni pezzetti, in modo da fargli capire che questo è l'odore più importante tra i tanti odori selvatici che conosce e che può incontrare nel bosco. Poi deve imparare a scavare ed a riportare il tartufo estratto.



Fig. 208 - Cucciolo in addestramento per riportare *(foto: A. De Angelis)*.

Inizialmente si avvolge un tartufo con un fazzoletto di stoffa che si lancia al cucciolo incoraggiandolo alla sua ricerca e premiandolo ogniqualvolta questa abbia esito positivo. Successivamente l'addestramento continuerà in terreni aperti ed adatti dove sono stati interrati dei tartufi, partendo le prime volte con interramenti superficiali per arrivare fino a 20 cm di profondità e indirizzandovi il cane che dovrà localizzarli cominciando a scavare.

Una volta raggiunto questo grado di addestramento il cane verrà condotto nelle tartufaie naturali dove troverà, almeno inizialmente, maggiori difficoltà e distrazioni (presenza di uccelli, di topi, di lucertole, di tane di animali, di rifiuti o di animali morti, presenza di altri cani, ecc.) che deve superare con l'aiuto del padrone. Ottimi risultati si ottengono anche affiancando un giovane cane ad un altro adulto e più esperto da cui può imparare per emulazione. È importante sollecitare frequentemente il cane per meglio sviluppare il suo istinto naturale di scavare e cercare oggetti nascosti.

È sconsigliabile sgridare o peggio picchiare il cane quando si distrae troppo di frequente inseguendo tracce

di odori di altri cani o di animali selvatici perché perderebbe in tal caso lo stimolo a cercare i tartufi. Si raggiunge una intesa perfetta tra il cane ed il padrone quando quest'ultimo concepisce la raccolta dei tartufi come un lavoro ed il cane come un gioco.

Non sempre il cane viene addestrato per il riporto, ma soltanto per la ricerca, per timore che rovini il tartufo con le unghie mentre scava il terreno per dissotterrarlo o perché il padrone non avrebbe l'opportunità di richiudere la buca della tartufaia, cosa certamente scorretta e che lascia un evidente segno della sua presenza in quel terreno.



Fig. 209 - Cane di razza Lagotto romagnolo già addestrato per la rierca dei tartufi *(foto: D. Manna).*

È opportuno che il cane venga addestrato con le diverse specie di tartufo perché queste differiscono per l'odore, specialmente il tartufo bianco da quello nero.

Un cane che localizza con l'olfatto il punto esatto dove si trova il tartufo maturo e profumato evita al tartufaio di fare assaggi inutili sul terreno con la zappetta, aprendo buche a caso con il rischio di danneggiare la tartufaia. La ricerca su terreni gelati o fangosi andrebbe sempre evitata.

Anche l'allenamento ha la sua importanza perché la ricerca prolungata per più ore richiede all'animale un elevato sforzo fisico ed in genere esso ha bisogno di bere ed è il padrone che deve provvedere a soddisfare questa esigenza. Resta buona norma non affaticare troppo il cane.

Il cane dà il meglio di se quando è in buona salute, in piena forma e bene alimentato; nelle prime ore del mattino ed alla sera quando l'aria è più fresca, e specialmente in assenza di vento ed umidità elevata, sembra che il suo fiuto sia più sensibile.

Nelle regioni a più alta vocazione tartuficola ci sono scuole specializzate per l'addestramento dei cani da tartufo, ma i cercatori esperti preferiscono addestrare da soli i propri cani, anche perché procurarsi un cane ben addestrato è molto costoso e anche piuttosto difficile. Chi ha un buon cane difficilmente lo vende e comunque potrebbero crearsi problemi di adattamento dell'animale con il nuovo padrone. Quando il cane ha imparato a cercare i tartufi si instaura, tra il cane e l'addestratore, un rapporto di collaborazione e di comprensione essenziale durante la ricerca dei tartufi.

Il tartufaio può utilizzare nella ricerca anche due cani contemporaneamente, ma in tal caso è opportuno che siano stati addestrati dalla stessa persona, con addestramento realizzato con lo stesso metodo, anche se in tempi diversi, così lavoreranno meglio in coppia.

Si può ben dire quindi, anche se le disposizioni di legge definiscono i cani come " ausilio " del cercatore, che in realtà sono i cani i veri cercatori e il tartufaio è tanto più bravo quanto più bravi e ben addestrati sono i suoi cani.

Consigli utili

Durante le escursioni nei boschi e in montagna, specialmente nelle giornate più calde, è opportuno che il cercatore porti con sé il siero antivipera da inoculare al proprio cane in caso di morso improvviso di questo pericoloso rettile. Il cane è particolarmente esposto a questo incidente perché percorre considerevoli tratti di terreno con le proprie zampe, ed anche con il muso tenuto basso per percepire gli odori, passando vicino a massi e arbusti dove può nascondersi una vipera. La modesta mole dei cani impiegati per la ricerca del tartufo, il cui peso si può aggirare intorno ai 15 kg, li rende particolarmente vulnerabili al veleno, la cui quantità assorbita con il morso può diventare facilmente letale.

Anche il tartufaio corre questo rischio ma può adottare accorgimenti e comportamenti che lo proteggono, come quello di indossare scarponi alti o stivali, fare rumore nell'incedere provocando vibrazioni nel terreno che fanno fuggire i rettili, evitare di sedersi su cumuli di legna o su muretti a secco, senza contare che il peso dell'uomo è notevolmente superiore a quello del cane e la quantità di veleno eventualmente assunta per un morso di vipera non porterebbe le gravi conseguenze che può portare ad un cane.

Altro subdolo pericolo è rappresentato dalle zecche, specialmente quelle dell'ambiente selvatico, che riescono a parassitare anche l'uomo e che, tramite la puntura, possono trasmettere malattie infettive come la rickettsiosi. Accorgimento importante in caso di una puntura di una zecca è quello di riuscire a staccare l'insetto dalla propria pelle, evitando che il suo rostro vi rimanga infisso.

Durante lo spostamento in auto per recarsi sul posto di ricerca dei tartufi i cani debbono essere trasportati nel retro della vettura affinché non rechino disturbo alla guida. In genere l'abitacolo viene diviso da una apposita rete che isola il vano portabagagli dal resto dell'abitacolo; vengono anche utilizzati appositi carrelli a traino come appendici della vettura, oppure gabbie apposite da sistemare nel portabagagli dell'auto. Il tutto rispettando le norme di legge che vigono a protezione della salute degli animali. L'abitacolo riservato al cane, pur se temporaneo,

deve essere sicuro, confortevole, senza che l'animale abbia a subire sofferenze o sevizie, deve essere quindi sufficientemente spazioso affinché possa godere di buona libertà di movimento e si possa alzare agevolmente in piedi. Lo spazio riservato al cane deve essere adeguatamente areato e si deve evitare il surriscaldamento per irraggiamento solare. Durante il viaggio, soprattutto se questo è lungo, è opportuno che vengano ogni tanto controllate le buone condizioni dell'animale e che gli venga garantita acqua fresca da bere se la temperatura tende a salire.











Fig. 210-214 - Cani da tartufo al lavoro.

50 Normativa sui tartufi

La raccolta dei tartufi nei terreni liberi

Il momento focale nella raccolta dei tartufi si realizza quando il cane, intento alla ricerca, si ferma e comincia a scavare. Prosegue poi mentre il cavatore continua lo scavo nello stesso punto finché estrae il tartufo e solo allora può vedere e apprezzare il profumo e le dimensioni del tartufo trovato.

Attimi di emozione e di soddisfazione condivisi con il proprio cane che riceve il meritato premio dal suo padrone.

Occorre sempre ricordare però che ci sono delle regole comportamentali cui un buon tartufaio deve sempre attenersi perché sono state emanate, principalmente, per la protezione delle tartufaie, affinché possano continuare a produrre e ciò è anche nell'interesse del cavatore, prima tra tutte quella di richiudere le buche con la stessa terra di scavo.

Queste regole sono contenute nelle specifiche leggi nazionali e regionali successivamente emanate nel tempo. In tempi a venire, relativamente brevi, avremo la emanazione di ulteriori leggi con modifiche che riguarderanno soprattutto la commercializzazione di questi preziosi tartufi.

Tutte le suddette leggi riportano l'elenco, la descrizione botanica e le caratteristiche morfologiche ed organolettiche di ogni specie di tartufo di cui è consentita la raccolta. Esse stabiliscono anche che la raccolta può essere effettuata in periodi stagionali ben precisi e diversi per ogni specie, che coincidono con la maturazione delle spore di ciascuna specie di tartufo, diversi da Regione a Regione.

Si intende che non è consentita neanche la commercializzazione di altre specie di tartufo non comprese in tale elenco, quali ad esempio il *Tuber excavatum*, il *Tuber rufum* ed altri ritenuti non adatti al consumo, così come non è consentita la commercializzazione di tartufi freschi in periodi diversi da quelli di raccolta, anche se compresi nell'elenco.

Per la raccolta dei tartufi è necessario venga acquisita la prevista autorizzazione regionale, rilasciata dalle Comunità Montane dopo un esame per l'accertamento della idoneità del richiedente, davanti ad una Commissione appositamente costituita. L'esame infatti è volto a verificare la buona conoscenza delle varie specie di tartufi, il loro *habitat* di crescita e la loro biologia, le tecniche riguardanti la raccolta dei tartufi e la salvaguardia delle tartufaie e la conoscenza delle normative nazionali e regionali, vigenti in materia.

L'autorizzazione alla raccolta dei tartufi è comprovata dal tesserino rilasciato su cui sono riportate le generalità e la foto del titolare. Tale tesserino è valido su tutto il territorio nazionale per 5 anni e convalidabile per il quinquennio successivo. Entro il 31 Dicembre di ogni anno è dovuto il versamento annuale della tassa di concessione regionale, anticipatamente per l'anno successivo. Non sono soggetti all'obbligo della autorizzazione i raccoglitori di tartufi sui terreni di loro proprietà o comunque da essi condotti.

La raccolta dei tartufi deve essere obbligatoriamente effettuata con l'ausilio del cane che è in grado di sentire l'odore del tartufo maturo ed è addestrato a scavare nel punto preciso in cui questo si trova. Lo scavo deve essere limitato al punto ove il cane lo ha iniziato e non deve continuare nel terreno vicino nel tentativo di trovare altri tartufi che sarebbero sicuramente immaturi, altrimenti il cane li avrebbe sentiti con il suo fiuto. È proprio questo lavoro di zappettatura del suolo della tartufaia che produce il maggior danno al micelio tartufigeno fino alla sua distruzione (da ricordare che è vietata la raccolta di tartufi immaturi come lo è di quelli avariati).

Per continuare lo scavo nel punto in cui il cane ha iniziato, ed evitare che questo danneggi i tartufi durante l'estrazione, possono essere usati soltanto appositi arnesi, lo zappetto o la vanghella, che sono leggeri e maneggevoli e che per le ridotte dimensioni consentite non sono atti a produrre eccessivi danni alle tartufaie. Questi arnesi, che possono anche avere denominazioni locali diverse, si diversificano nella forma secondo le usanze del luogo o in relazione al tipo di terreno ove normalmente viene effettuata la raccolta ed in relazione alla specie di tartufo ricercato. Infatti i tartufi si sviluppano a diverse profondità e in diversi tipi di terreno a seconda della specie. Lo zappetto perciò è più utilizzato nei terreni sassosi dove crescono normalmente i tartufi neri mentre la vanghella è più adatta nei terreni di crescita dei tartufi bianchi.

Lo zappetto è un arnese manuale formato da una lama o da due lame metalliche opposte, leggermente incurvate, per lo più di forma trapezoidale o appuntita, in-

filate all'estremità di un breve e robusto manico di legno per mezzo dell'occhio centrale. La vanghella o vanghetto è invece una sorta di piccola vanga con la quale è possibile smuovere soltanto lo strato superficiale del terreno; è formata da una piccola lama metallica, trapezoidale o più o meno appuntita, innestata all'estremità di un robusto e più lungo manico di legno sul quale, a volte, è fissata una cordicella o una catenella per portarla a tracolla.

Le leggi comunque stabiliscono le misure delle lame che non devono superare i 15 cm di lunghezza e gli 8 cm. di larghezza in punta.

La ricerca e la raccolta inoltre non possono essere svolte nelle ore notturne ma soltanto di giorno, da un'ora prima dell'alba ad un'ora dopo il tramonto.

La normativa vigente stabilisce anche che la libera raccolta non può essere effettuata nelle aree coltivate, in quelle private, nelle riserve, nelle tartufaie coltivate o controllate e nelle aree rimboschite da meno di 15 anni, dove è indicato il divieto con le apposite tabelle. Resta libera soltanto nei boschi, nei terreni incolti e lungo le sponde e gli argini dei corsi d'acqua classificati pubblici.

L'età dei raccoglitori non può essere inferiore a 14 anni.

È permesso al raccoglitore l'uso contemporaneo di due cani da ricerca, salvo che nelle aziende faunistico venatorie dove è consentito l'ausilio di un solo cane.

Da tenere infine presente che le violazioni alle suddette regole sono punite con sanzione amministrativa pecuniaria tabellare, irrogata dall'autorità regionale, salvo che l'infrazione non costituisca illecito punito penalmente, e con il ritiro del tesserino e la sospensione della autorizzazione per un periodo di tempo da 6 mesi a 2 anni o addirittura con la revoca nei casi di reiterate e più gravi violazioni.

La raccolta dei tartufi nei terreni di dominio collettivo, terreni gravati da uso civico, terreni soggetti ad altri vincoli

Nei terreni gravati da uso civico è confermato il diritto esclusivo di raccolta da parte degli utenti di quella zona.

Nei terreni soggetti a vincolo connesso con l'attività venatoria la ricerca è consentita previa autorizzazione della Comunità Montana competente per territorio che stabilisce le modalità di accesso al fondo.

Anche nelle aziende faunistico venatorie e agrituristiche venatorie l'attività di ricerca e raccolta è consentita previa autorizzazione della Comunità Montana competente per territorio, che stabilisce le modalità di accesso al fondo, e con l'ausilio di un solo cane per cercatore, esclusivamente nei giorni di silenzio venatorio.

Nei fondi singoli di aziende agricole e forestali e nei comprensori consorziati dove i fondi di aziende agricole e forestali sono costituite in consorzio per la difesa del tartufo la raccolta e la commercializzazione, nonché l'impianto di nuove tartufaie, debbono essere poste le tabelle a norma di legge. I proprietari o coloro che hanno la disponibilità dei fondi possono provvedere alla raccolta dei tartufi nel fondo stesso senza essere muniti della autorizzazione alla raccolta.







Fig. 215-216 - Vari tipi di tabelle per la raccolta riservata dei tartufi *(foto: G. Materozzi)*.

Fig. 217 - Tabella della tartufaia sperimentale regionale "Casa cantoniera" di Spoleto *(foto: G. Materozzi)*.

Norme sulla coltivazione dei tartufi

Il fenomeno che si sta verificando è la progressiva riduzione della produttività o la scomparsa delle tartufaie naturali. Ciò a causa del dilagare della passione della raccolta dei tartufi che si è diffusa anche tra persone senza esperienza e senza il buon senso dei tartufai tradizionali, favorita dalla possibilità di accedere ai boschi tramite strade facilmente transitabili, dal maggior tempo libero disponibile e dalle migliori condizioni economiche rispetto ad epoche passate.

Anche fattori di carattere ecologico ambientale, sicuramente peggiorati pure negli ambienti naturali, contribuiscono al verificarsi di tale fenomeno.

Le regole di mercato impongono perciò, essendo in aumento la richiesta di tartufi, di rivolgere grande attenzione ed impegno alla realizzazione di un maggior numero di tartufaie coltivate che consentirebbero una maggiore produttività e, tra l'altro, anche un ritorno di presenze in zone montane attualmente trascurate.

Anche la Regione dell'Umbria in questo campo impegna risorse economiche e tecniche per l'incremento, la valorizzazione e la tutela della coltivazione dei tartufi ed ha sempre emanato norme per la disciplina e l'aumento del patrimonio tartufigeno regionale.

La coltivazione dei tartufi deve essere realizzata in zone ritenute adatte, sia per le caratteristiche del terreno che per la sua posizione, dove vengono messe a dimora piantine tartufigene preparate in vivaio, garantite e certificate dalla ditta fornitrice. Queste zone si distinguono poi in *tartufaie controllate* e *tartufaie coltivate*.

Le tartufaie controllate sono quelle realizzate su una superficie di terreno delimitabile dove sono già presenti piante tartufigene, opportunamente incrementate con la messa a dimora di ulteriori piantine micorrizate in numero e qualità idonee, e dove vengono svolti dal proprietario interventi di manutenzione, operazioni colturali e miglioramenti per aumentare la produttività.

Le tartufaie coltivate sono quelle impiantate ex novo dove le piantine micorrizate vengono messe a dimora secondo adeguati rapporti tra superficie disponibile e piante utilizzate.

Le attestazioni di riconoscimento delle tartufaie sono rilasciate a seguito della presentazione di una istanza da parte dell'interessato presso la Comunità Montana di competenza, corredata della necessaria documentazione stabilita dall'art. 9 della L.R. n. 6 del 28.2.1994, modificata dalla L.R. n. 10 del 26.3.1997. Una apposita Commissione costituita presso ogni Comunità Montana effettua un sopralluogo sulla zona prescelta ed esprime un parere di cui si terrà conto per il rilascio del riconoscimento della tartufaia, controllata o coltivata che sia.

L'area della tartufaia, che non può comprendere sponde ed argini di corsi d'acqua pubblici, viene delimitata, a norma di legge, con le tabelle fornite in congruo numero dalla Comunità Montana previo versamento della somma stabilita; caratteristiche e prezzo delle tabelle sono stabilite dalla Giunta Regionale.

Generalmente le tartufaie vengono recintate dai proprietari per impedire l'accesso ai cavatori di frodo ed agli animali selvatici che si cibano di tartufi o che comunque possono danneggiare la coltura. Quando possibile sono dotate di impianto di irrigazione alimentato da un bacino di raccolta delle acque pluviali o da pozzi, sicuramente utile nei periodi siccitosi dell'estate.

Nelle tartufaie controllate o coltivate il proprietario, o il conduttore del fondo, non è tenuto a possedere l'autorizzazione alla raccolta dei tartufi che deve avvenire, comunque, nel rispetto delle regole poste dalla normativa in materia per quanto attiene al calendario di raccolta per specie e per le modalità tecniche di ricerca e raccolta.

L'argomento relativo alla coltivazione dei tartufi viene ampiamente trattato nel presente testo.

La commercializzazione dei tartufi

I tartufi, per i loro pregi gastronomici e per la loro presenza naturale soltanto in poche regioni dell'Europa, a fronte di una elevata richiesta mondiale, giustificano l'alto prezzo di mercato durante ogni fase di lavorazione e di commercializzazione. Per tale motivo sono stati e sono tuttora una importante risorsa economica per le popolazioni montane dell'Umbria dove nascevano i tradizionali "cavatori" di tartufi specializzati nella raccolta del tartufo nero pregiato di Norcia e di Spoleto.

Ma i tartufi, proprio a causa del loro alto valore commerciale, sono stati da tempo oggetto di frodi ed illeciti evolutisi man mano.

Tra le frodi più comuni possiamo annoverare la vendita dei tartufi con terra attaccata, tartufi immaturi o mal conservati, gelati o invasi da parassiti. Altra truffa è sempre stata la vendita di tartufi di specie poco pregiate spacciati per quelli di specie di maggior valore, approfittando della difficoltà, a volte, della loro distinzione. Il venditore di tartufi sfusi infatti non fa toccare il prodotto e tanto meno lo fa annusare adducendo motivi di ordine igienico; sicuramente non è possibile tagliarli prima dell'acquisto per poter controllare le caratteristiche della gleba ed il suo stato di maturazione. Ora c'è anche la concorrenza di altre specie non europee, di scarsissimo pregio, importate anche se non ne è consentita la loro commercializzazione. Ci sono anche degli aromi di sintesi del tartufo e sostanze coloranti che facilitano l'opera nelle circostanze più disoneste. Con tutto ciò la domanda crescente contribuisce a tenere alto il valore dei tartufi e la cupidigia dei truffatori. Anche da questo è nata la necessità di emanazione di precise norme sulla raccolta, lavorazione e commercializzazione dei tartufi in ambito nazionale (e forse in un prossimo futuro anche in ambito europeo).

Innanzi tutto nelle norme viene riportato l'elenco delle specie di tartufi commerciabili, con i relativi periodi di raccolta, vietando ogni forma di commercio delle varie specie di tartufo fresco nei periodi in cui non è consentita la raccolta.

I tartufi, nei loro periodi di commerciabilità allo stato fresco, debbono essere messi in vendita distinti per specie e varietà, ben maturi e sani, liberi da corpi estranei ed impurità, avendo cura di tenere separati i tartufi interi da quelli spezzati. Anche i "pezzi" ed il "tritume" di tartufo debbono essere venduti separatamente, senza terra e materie estranee, distinti per specie e varietà. Per ogni specie deve essere indicato il nome latino ed italiano e la zona geografica di raccolta.

La lavorazione del tartufo per la conservazione deve essere effettuata da ditte, consorzi e cooperative regolarmente iscritta alla Camera di Commercio, Settore industrie produttrici di conserve alimentari.

I tartufi conservati debbono essere posti in vendita in recipienti ermeticamente chiusi, muniti di regolare etichetta riportante tra l'altro la denominazione della specie contenuta in italiano e in latino, la classificazione merceologica, il peso netto riferito al prodotto sgocciolato, il nome della ditta e la sede dello stabilimento che li ha confezionati.

I tartufi lavorati sono conservati con aggiunta di sale ed acqua, o facoltativamente con l'aggiunta di vino, liquore od acquavite o di altre sostanze che dovranno essere indicate in etichetta, e poi sottoposti a sterilizzazione a 120°C. È vietato in ogni caso l'uso di sostanze coloranti. Il buon esito del trattamento di conservazione è testimoniato dal contenuto della confezione che deve presentarsi con liquido di copertura o di governo limpido, profumo gradevole e sapore appetitoso tipico della specie, assenza di terra o sabbia, di larve ed altre materie estranee, corrispondenza con la specie, classificazione e peso dichiarata in etichetta.

Leggi vigenti (al 31.12.2004)

Le leggi attualmente vigenti in Umbria sono:

Legge n. 752 del 16.12.1985 contenente la "Normativa quadro in materia di raccolta, coltivazione e commercio di tartufi freschi o conservati destinati al consumo", modificata dalla Legge: 16-12-1991 n. 162 integrata dal D.L.vo 22-1-1992 n. 31, portante "rettifiche alla tariffa delle tasse di concessione regionale".

Questa legge quadro prevede inoltre che le Regioni provvedano a disciplinare a loro volta, con proprie Leggi Regionali, la raccolta, la coltivazione e la commercializzazione dei tartufi freschi e conservati, nel rispetto dei principi fondamentali e dei criteri in essa stabiliti, a disciplinare la tutela e la valorizzazione del patrimonio tartufigeno pubblico e ad emanare norme per la disciplina degli orari, dei calendari e delle modalità di raccolta e di vigilanza.

La suddetta legge fa salva altresì la normativa di carattere sanitario concernente la disciplina igienica della produzione e della vendita di sostanze alimentari e bevande.

Ogni violazione delle norme vigenti, salvo i reati di natura penale, viene punita con sanzione amministrativa e pecuniaria e, per quanto attiene alla raccolta, comporta la confisca del prodotto.

Tale legge, che ha abrogato la precedente legge in materia (L. 17.7.1970 n.° 568 e, prima ancora, la Legge Salari del 1968) ha anche modificato l'elenco dei tartufi di cui è ammessa la destinazione al consumo ed il commercio. All'elenco relativo sono state infatti aggiunte le specie: *Tuber borchii Vittadini* e *Tuber macrosporum Vittadini*, mentre è stata tolta la *Terfezia leonis*.

Legge Regionale n. 6 del 28.2.1994 contenente la "Disciplina della raccolta, coltivazione, conservazione e commercio dei tartufi", modificata e integrata con le successive LR. n°10 del 26.3.1997, LR. n° 34 del 5.11.1997 e LR n.8 del 26.5.2004, che prevede tra l'altro dettagliate norme per lo sviluppo della tartuficoltura, modalità di conseguimento della autorizzazione alla raccolta e relative tasse di concessione nonché importi e modalità di pagamento delle sanzioni amministrative pecuniarie per violazioni accertate dagli organi di vigilanza.

In data 3.11.2004 è stato pubblicato sul Bollettino Ufficiale della Regione Umbria il testo aggiornato e coordinato delle suddette LL.RR., integrato anche con le norme in materia contenute nella L.R. n. 28 del 19.11.2002 "Testo unico regionale per le foreste".

Fig. 218 - Tartufaia recintata e tabellata.



51 Aspetti economici della tartuficoltura

La coltivazione dei tartufi ha interessato gli studiosi di Economia e quanti operano nel settore sin dalle prime sperimentazioni nel territorio Umbro, Ciani A. (1976-1990), Urbani G. (1994-1995), Ciani e Marrani (1983), Ciani A., Sciarresi C., Martino G., Ricci F. (1988), Ciani A., Granetti B., Vincenti D. (1992), Ciani (1993) per valutare la convenienza o meno di questa nuova forma di agricoltura specializzata.

L'argomento è alquanto complesso e merita di essere trattato sotto due ottiche distinte, dal punto di vista del coltivatore e dell'interesse generale.

Il tartuficoltore per valutare la convenienza economica ad impiantare una tartufaia deve fare prima di tutto una analisi accurata delle spese che deve affrontare.

Le voci di spesa più importanti riferite al primo anno sono: decespugliamento, spietramento, aratura, impianto di irrigazione compreso l'approvvigionamento di acqua (pozzo, laghetto, ecc.), estirpatura preimpianto, squadratura del terreno, acquisto delle piante micorrizate e dei tubi protettori, trapianto, pacciamatura, estirpatura post-impianto, eventuale recinzione.

Negli anni successivi le voci di spesa sono: irrigazione, sarchiatura, potatura, raccolta. Ovviamente l'entità della spesa è correlata alla densità di impianto, alle specie arbustive o arboree utilizzate e ai metodi di esecuzione delle varie operazioni (manuali o tramite macchine). Tra le spese vanno considerati anche eventuali mancati redditi dell'appezzamento e gli interessi passivi sulle spese anticipate.

Per i costi effettivi delle varie operazioni, che naturalmente devono essere aggiornati, e il calcolo della convenienza economica si rimanda ai lavori specifici (Ciani *et al.*, 1983, Ciani 1993). Si fa rilevare che il giudizio degli esperti del settore è risultato positivo pur basandosi su previsioni di quantitativo di prodotto raccolto che nella realtà sono state spesso superate.

Inoltre il prezzo delle piante tartufigene è diminuito rispetto agli anni 1980-1990; le nuove tecniche di coltivazione (metodo Tanguy) consentono di abbassare i costi di piantagione e di conduzione della tartufaia.

Il lungo tempo che intercorre tra la piantagione e la raccolta dei tartufi, da 5 a 10 anni, si sta riducendo grazie alla maggiore robustezza delle piantine micorrizate, alla loro elevata percentuale di micorrizazione, nonché alle migliorate conoscenze delle esigenze ecologiche dei tartufi.

Un altro elemento da tenere presente è la potenzialità produttiva di una tartufaia che è quasi imprevedibile. Il *T. melanosporum*, come già detto, da svariati anni ha superato produzioni di 100 Kg ad ha in Francia; anche in Umbria da qualche anno si raggiungono queste elevate produzioni. Nella stagione 2002-2003, grazie ad un andamento climatico della primavera, estate ed autunno estremamente favorevole (piogge alternate a periodi di caldo nei mesi di luglio ed agosto) la raccolta dei tartufi in Umbria ed anche in altre Regioni, è stata eccezionalmente ricca. Varie tartufaie a *T. melanosporum* hanno superato un quintale ad ha per cui vi è un rinnovato e diffuso interesse a impiantare altre tartufaie.

Da un punto di vista generale la coltivazione dei tartufi neri ha il pregio di potersi effettuare nelle vaste aree di terreno di alta collina e di montagna che molti decenni fa erano destinate alla coltivazione di cereali, di viti o di olivi e che ormai sono rimaste incolte. Non di rado il bosco sta colonizzando i vecchi campi limitrofi con Querce e Carpini che sorprendentemente presentano l'area bruciata intorno al tronco e spesso producono tartufi. Si tratta di una micorrizazione spontanea, estremamente lenta, che indica la forte vocazionalità tartuficola di questi appezzamenti di terreno.

La coltura del tartufo nero di Norcia e di quello estivo in alcune situazioni può sostituire vantaggiosamente quella dell'Olivo che per necessità, nei tempi passati è stata estesa a quote troppo alte, su terreni impraticabili; il substrato che spesso è la ben nota scaglia rossa, risponde benissimo all'esigenza dei tartufi, *T. melanosporum* e *T. aestivum* in modo particolare.

Un altro aspetto importante della tartuficoltura è che si effettua con piante indigene alle quote in cui queste sono presenti allo stato spontaneo per cui gli impianti ben si inseriscono nel paesaggio Umbro, spesso migliorandolo.

Di interesse generale sono i rapporti tra la forestazione e la tartuficoltura. Mattirolo sin dai primi anni del 1900, Mannozzi-Torini nella seconda metà del secolo scorso, Bencivenga negli ultimi decenni ed altri studiosi, con autentica passione hanno sostenuto l'efficacia del binomio tartuficoltura e rimboschimento pur nel rispetto delle esigenze delle due attività agricolo-forestali. In questo campo non è più il privato che deve intervenire ma la Regione con un programma di vasto respiro di rimbo-

schimento produttivo che sfrutti tutte le conoscenze tecnico scientifiche della moderna tartuficoltura e della selvicoltura.

Infine, non va dimenticata l'incidenza del tartufo, come prodotto gastronomico di eccellente qualità, sul turismo che in Umbria è esteso ormai anche ai centri minori; e con il tartufo si promuove anche il consumo di altri raffinati prodotti della nostra Regione.

La coltivazione del tartufo in Umbria dopo un lungo periodo di sperimentazione in laboratorio e in pieno campo va dunque incentivata e sviluppata con forti investimenti trattandosi di una coltura ad alto reddito e con positivi risvolti socioeconomici.



Fig. 219 - Giovane tartufaia coltivata a *T. magnatum (foto: B. Granetti).*

52 La conservazione a carattere familiare

L'aroma dei tartufi al momento della completa maturazione è molto intenso e delicato ma si mantiene per poco tempo se tenuti a temperatura dell'ambiente. Purtroppo non esistono metodi idonei per conservare interamente e a lungo il caratteristico profumo. Nemmeno le più moderne tecnologie industriali riescono a conservare nel tempo le qualità organolettiche dei tartufi freschi. I tartufi appena raccolti sono ricoperti di terra che è trattenuta dalle verruche o accumulata nelle depressioni del corpo fruttifero; essa ne assicura una migliore durata di conservazione che comunque varia con la temperatura, il grado di maturazione e la specie.

Conservazione in frigorifero

Il Bianco pregiato, avendo il peridio esile, di norma si mantiene integro soltanto per pochi giorni purché tenuto a bassa temperatura; se la carne è soda, ponendo i tartufi in frigorifero così come raccolti a uno o due gradi sopra lo zero, avvolti con carta porosa che si avrà cura di sostituire quando diventa umida una o due volte al giorno e sistemati entro un barattolo chiuso, la conservazione può prolungarsi per 6-10 giorni, massimo 15.

Gli esemplari molto maturi con carne poco consistente vanno consumati subito. Si tenga presente che l'aroma del tartufo viene assorbito dai vari alimenti contenuti nel frigorifero per esempio latte e uova. Può essere conveniente conservare i tartufi freschi di *T. magnatum* entro vasetti chiusi riempiti di riso dopo averli accuratamente puliti. Il riso assorbe l'aroma e può essere utilizzato in cucina. Con gli stessi accorgimenti il Nero pregiato, l'Estivo e il Moscato possono conservarsi in frigorifero ad 1°C, fino a 15-25 giorni, avendo il peridio robusto e la carne ben soda. I Tartufi neri, inoltre, si mantengono bene, per pochi giorni, stratificati in cassette di legno con sabbia, argilla e persino cenere, sistemate in luoghi freschi. Negli ultimi due casi i tartufi non vanno lavati.

Congelamento

Un metodo casalingo molto semplice consiste nel pulire bene i tartufi (ci riferiamo a quelli neri), triturarli finemente e preparare delle sferule di 20-30 g ciascuna da conservare entro sacchetti di plastica per alimenti nel surgelatore; il tartufo mantiene bene il suo aroma per oltre un anno. Il tartufo bianco, dopo averlo, triturato o macinato si mescola con il burro reso quasi fluido a bagno maria e dopo il raffreddamento si preparano sferule di 10-20 g che messe in un sacchetto di plastica si conservano in surgelatore a -18°C.

L'aroma si mantiene per circa sei mesi.

È possibile surgelare anche tartufi interi ben lavati entro i sacchetti di plastica atossica. I tartufi di grosse dimensioni si tagliano in due pezzi per ridurre la quantità di essudato durante lo scongelamento. È importante portare il prodotto ben chiuso nei sacchetti di plastica, velocemente alla temperatura di -18°C. I tartufi si conservano per un anno ed anche fino a tre anni. Al momento dello scongelamento la temperatura deve essere mantenuta a circa 4°C per evitare l'incremento della carica batterica. I tartufi scongelati non devono essere rimessi nel surgelatore.

Conservazione sotto olio

I tartufi ben puliti si mettono in vasetti con olio neutro, avendo cura di coprirli completamente.

I vasetti conviene conservarli in frigo.

Sterilizzazione

Piccoli quantitativi di tartufi si possono conservare ricorrendo ad un processo di sterilizzazione ad imitazione dei procedimenti industriali. I tartufi accuratamente lavati e selezionati, scartando quelli a carne poco consistente, si fanno bollire per circa 20' in acqua contenente il 4% di sale da cucina, dopo di che vengono sgocciolati e sistemati in piccoli vasetti chiusi ermeticamente. Questi si sterilizzano nella comune pentola a pressione per circa 30'; il tempo varia con la dimensione dei vasetti. Si raccomanda di raffreddare assai lentamente.

L'aroma dei tartufi conservati attraverso la sterilizzazione non è perfettamente uguale a quello del prodotto fresco in quanto le sostanze responsabili del caratteristico profumo sono volatili.

Essiccamento

Un altro metodo che si sta diffondendo presso piccole attività artigianali consiste nell'essiccare i tartufi, dopo averli puliti e tagliati a fette di 5 mm di spessore. Si usa un forno a moderata temperatura per pochi minuti; la conservazione si fa sotto vuoto o in vasetti chiusi ermeticamente; l'aroma diminuisce un pò ma i tartufi mantengono il loro caratteristico aspetto appena rigonfiati in acqua tiepida o nel latte.

Conservazione industriale

53

In Italia operano numerose aziende confezionatrici di tartufi, la maggior parte delle quali è di piccole dimensioni; questo fatto, però, non incide sulla qualità del prodotto.

La conservazione del tartufo è connessa a peculiari caratteristiche di questo fungo:

- il periodo di maturazione dei carpofori, pur variando con la specie è alquanto breve e oscilla da 80 a 120 giorni;
- dopo la raccolta il tartufo mantiene le sue caratteristiche organolettiche soltanto per pochi giorni;
- l'aroma è intenso ma labile;
- il valore economico molto elevato induce i confezionatori ad utilizzare anche i piccoli frammenti di tartufo.

La conservazione può essere a breve termine quando riguarda il prodotto fresco di prima scelta; oppure a medio e lungo termine per garantire nel mercato l'offerta del tartufo al di fuori del suo naturale periodo di maturazione.

Conservazione a breve termine

Sono state sperimentate varie tipologie tra le quali ha dato buoni risultati il confezionamento con un film plastico termoretraibile; ogni tartufo è confezionato singolarmente; la conservazione è fatta in frigorifero a 0°C; il tartufo bianco pregiato mantiene bene la sue caratteristiche per circa 8-10 giorni; il nero pregiato può conservarsi per un periodo più lungo. Naturalmente la scelta dei tartufi per questo tipo di conservazione ha molta importanza; devono essere maturi e con carne soda. Il vantaggio del film plastico è quello di contenere il calo di peso del tartufo che senza alcuna protezione sarebbe alquanto forte.

Con queste modalità di confezionamento o con varianti suggerite dall'esperienza di ciascun operatore, si possono spedire i tartufi freschi in appositi contenitori, in ogni parte del mondo e in breve tempo.

Conservazione a medio e lungo termine

Sono quattro le tipologie di trattamento dei tartufi per garantirne una lunga conservazione:

a) sterilizzazione;
b) congelamento;
c) essiccamento;
d) liofilizzazione.

La preparazione dei tartufi per le varie modalità di conservazione si articola nelle seguenti operazioni che sono semplici ma richiedono molta attenzione nella loro esecuzione:

1) Acquisto dei tartufi - La legge prevede che si possano confezionare soltanto tartufi maturi e sani per cui si dovrà rinunciare ai tartufi immaturi e a quelli danneggiati dai parassiti, anche se offerti a basso prezzo.

2) Lavaggio - Apposite macchine consentono il lavaggio veloce di grossi quantitativi di tartufi; tuttavia deve essere fatto un attento controllo dei tartufi dopo questa operazione per eliminare con piccoli coltelli affilatissimi eventuali frammenti di terra nei solchi profondi dei tartufi.

3) Cernita - Nelle partite di tartufi anche se dichiarate di una sola specie vi possono essere tartufi estranei, pezzi di legno, frammenti di roccia e persino meteoriti (rare!); la cernita è dunque necessaria. I tartufi, dopo l'eliminazione di tutto il materiale estraneo, sono selezionati in base alle dimensioni e alla loro integrità; si recuperano anche le più piccole briciole di tartufo. È richiesta per questa operazione una approfondita conoscenza delle specie; vi sono per esempio tartufi molto simili tra loro come il *T. melanosporum* e il *T. brumale;* spesso mescolati nelle partite poste in vendita dai cavatori. Per questi motivi la legge prevede una certa tolleranza espressa in percentuale in peso di altre specie ammesse alla commercializzazione.



Fig. 220 - Vari prodotti a base di tartufo provenienti da lavorazione industriale *(foto: G. Materozzi).*

Tutte queste operazioni, ovviamente sono manuali e incidono in modo marcato sul costo finale del prodotto posto in commercio. Terminata la cernita e la selezione il materiale è sottoposto a specifici trattamenti a seconda della metodologia di conservazione.

Conservazione tramite la sterilizzazione

La maggior parte del prodotto posto in commercio è sottoposto a sterilizzazione.

La legge n. 752 del 16 dicembre 1985 prevede nell'allegato n. 2 la classificazione dei tartufi conservati come riportato nella pagina successiva.

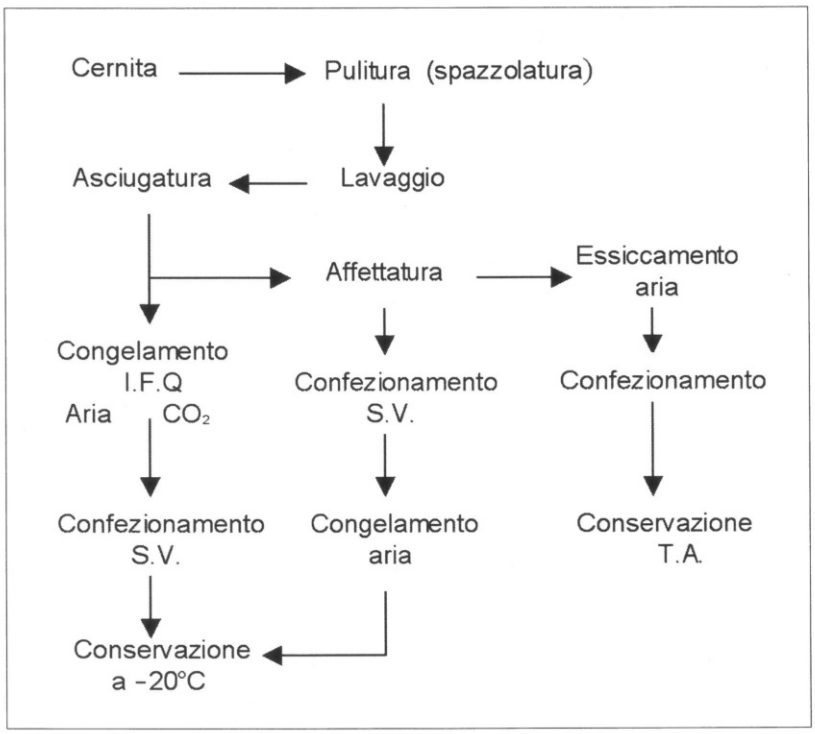
Congelamento

Questo tipo di conservazione conviene effettuarlo con tartufi maturi interi e con carne ben soda; si congelano in tunnel ad aria forzata oppure mediante fluido criogenico (anidride carbonica liquida) e poi si confezionano sottovuoto. È importante che il congelamento avvenga in tempi rapidi per non danneggiare la struttura cellulare.

La conservazione ha luogo alla temperatura di -20°C. Dopo sei mesi anche i tartufi più delicati, come il *T. magnatum,* mantengono pressoché intatto il loro aroma; dopo dodici mesi il tartufo conserva bene le sue qualità organolettiche con un leggero decadimento dell'aroma.

Il congelamento può essere effettuato anche per le fette di tartufo.

Fig. 221 - Schema di lavorazione dei tartufi congelati ed essiccati (da E. Senesi, 1990).



Al momento dell'uso si deve procedere ad uno scongelamento parziale per pochi minuti a temperatura ambiente per poter affettare agevolmente i tartufi che ovviamente tendono a perdere la loro consistenza.

Essiccamento

Il tartufo deve essere tagliato a fette di pochi mm di spessore; l'essiccamento ha luogo in apposita macchina che invia sul materiale un flusso d'aria a 60°C per 30 minuti circa. Le fette di tartufo possono essere confezionate in vasetti o in altri contenitori sottovuoto. Allo stato secco l'odore del tartufo è molto diverso da quello del tartufo fresco; dopo il rinvenimento in acqua le fette essiccate riacquistano il caratteristico aroma.

L'essiccazione per la sua semplicità è applicata anche da aziende piccole.

La tecnica dell'essiccamento è stata applicata anche ai pezzetti e tritume di tartufi ridotti prima in crema e poi trattati con enzimi pectolitici e cellulosolitici a 45°C per 3-4 ore. Alla crema è aggiunto il 5% di amido di riso per ottenere una buona ritenzione dell'aroma. La crema è poi essiccata sottovuoto ad una temperatura compresa tra 15°C e 55°C e ridotta in polvere.

Questo tipo di prodotto si può conservare sottovuoto ed è di facile uso in cucina per aromatizzare le pietanze anche perché si può sciogliere agevolmente in acqua. Le fasi lavorative per il congelamento e l'essiccamento sono riassunte nella Fig. 221.

Liofilizzazione

I tartufi si possono liofilizzare interi o ridotti in pasta mediante una preventiva macinazione e macerazione enzimatica. Il materiale è sottoposto inizialmente a congelamento alla temperatura di -30°C, successivamente a –40° C ed infine portato a 55°C.

Al termine del trattamento il prodotto è avvolto con film plastico e conservato a temperatura ambiente. Questa tecnica di conservazione è alquanto costosa e non garantisce sempre l'ottenimento di un prodotto di elevata qualità.

Per quanto riguarda le norme relative al confezionamento, si rimanda al capitolo sulla "commercializzazione".

Classificazione dei tartufi conservati, lavati o pelati(*)

Legge n. 752 del 16 Dicembre 1985

SUPER EXTRA	
Tuber melanosporum Vittad. tartufi ben maturi, polpa soda, colore nero.	interi, rotondeggianti regolari, di colore uniforme.
Tuber moschatum De Ferry tartufi ben maturi, polpa soda e scura.	interi, rotondeggianti regolari, di colore uniforme.
Tuber magnatum Pico tartufi ben maturi, polpa soda, marrone, nocciola, rosa o macchiata di rosso.	interi, senza rotture o scalfitture.
EXTRA	
Tuber melanosporum Vittad. tartufi maturi, polpa soda di colore brunastro.	interi ma leggermente irregolari.
Tuber moschatum De Ferry tartufi maturi, polpa più o meno scura.	interi ma leggermente irregolari.
Tuber magnatum Pico tartufi maturi, polpa soda di colore più o meno chiaro.	interi, senza rotture o scalfitture.
PRIMA SCELTA	
Tuber melanosporum Vittad. tartufi maturi, polpa abbastanza soda, colore abbastanza scuro.	interi, ma irregolari.
Tuber moschatum De Ferry tartufi maturi, polpa abbastanza soda, colore grigio.	interi, ma irregolari.
Tuber magnatum Pico tartufi maturi, polpa abbastanza soda, colore più o meno chiaro.	interi.
SECONDA SCELTA	
Tuber melanosporum Vittad. polpa più o meno soda di colore grigio scuro.	interi, irregolari e un poco scortecciati o scalfiti.
Tuber brumale Vittad. e ***Tuber moschatum*** De Ferry polpa più o meno soda di colore relativamente chiaro	interi, irregolari e un poco scortecciati o scalfiti.
Tuber magnatum Pico polpa più o meno soda anche molto chiara.	interi, irregolari e un poco scortecciati o scalfiti.
TERZA SCELTA	
Tuber mesentericum Vittad. ***Tuber aestivum*** Vittad. ***Tuber uncinatum*** Chatin ***Tuber macrosporum*** Vittad.	interi.
PEZZI DI TARTUFO	
Tuber melanosporum Vittad. ***Tuber brumale*** Vittad. ***Tuber moschatum*** De Ferry ***Tuber magnatum*** Pico ***Tuber aestivum*** Vittad. ***Tuber uncinatum*** Chatin ***Tuber macrosporum*** Vittad. ***Tuber mesentericum*** Vittad.	pezzi di tartufo di spessore superiore a cm 0,5 di diametro: ciascuna specie con tolleranza dell'8% in peso di altre specie ammesse.

(*) I nomi latini dei tartufi sono quelli riportati nella legge n. 752/85 e pertanto non aggiornati per alcune specie.

TRITUME DI TARTUFO

Tuber melanosporum Vittad.
Tuber brumale Vittad.
Tuber moschatum De Ferry
Tuber magnatum Pico
Tuber aestivum Vittad.
Tuber uncinatum Chatin
Tuber macrosporum Vittad.
Tuber mesentericum Vittad.

pezzi di tartufo di spessore anche inferiore a cm 0,5 di diametro: ciascuna specie con tolleranza dell'8% in peso di altre specie ammesse.

PELATURA DI TARTUFI

Tuber melanosporum Vittad.
Tuber brumale Vittad.
Tuber moschatum De Ferry

bucce di tartufo con un massimo del 30% in peso di tritume e il 5% di altre specie.

I tartufi riferiti alle suddette categorie devono essere sterilizzati a vapore in autoclave a 120°C per il tempo necessario in rapporto alle dimensioni dei contenitori.

In commercio si trovano anche confezioni di crema al tartufo che sono costituite da tartufo finemente macinato, di una sola specie, con aggiunta di sale e di olio.

Sono prodotte anche salse preparate con materiali di varia natura, cacciagione, funghi epigei, aromi vegetali, olio, sale ed altri ingredienti oltre, naturalmente, al tartufo. Tutti questi prodotti sono sterilizzati in autoclave nelle loro confezioni (vasetti di vetro, tubetti ecc.) e poi etichettati.







Fig. 222 - Lavaggio dei tartufi prima della lavorazione *(foto: E. Renzicchi)*.

Fig. 223 - Operatore all'omogeneizzatore *(foto: G. Materozzi)*.

Fig. 224 - Riempimento dei vasetti con la salsa di tartufo nero pregiato *(foto: B. Granetti)*.









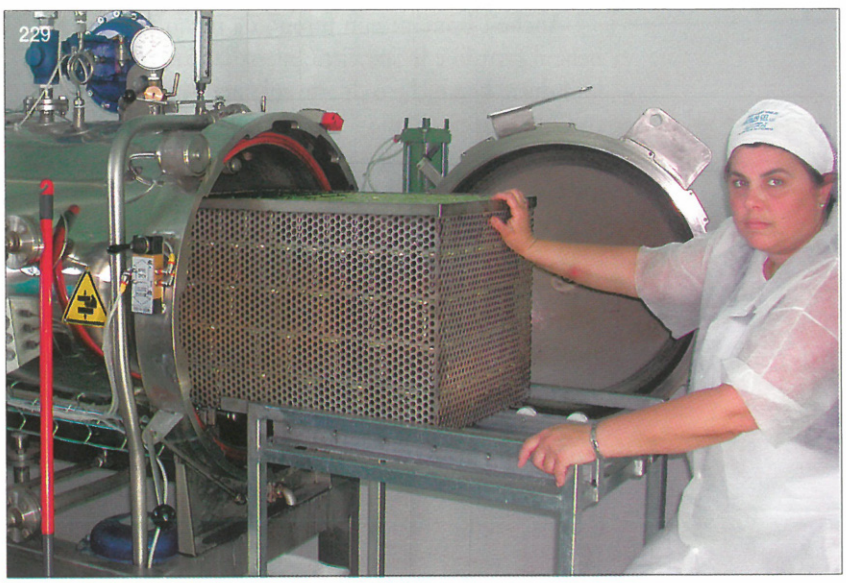
Fig. 225 - Omogeneizzazione e cottura di salsa con il tartufo nero pregiato *(foto: E. Renzicchi).*

Fig. 226 - Autoclave per la sterilizzazione delle confezioni con il tartufo *(foto: B. Granetti).*

Fig. 227 - Omogeneizzatore a temperatura controllata *(foto: B. Granetti).*

Fig. 228 - Macchina etichettatrice *(foto: G. Materozzi).*

Fig. 229 - Caricamento dell'autoclave per la sterilizzazione delle confezioni con il tartufo *(foto: G. Materozzi).*



54 Il tartufo in cucina ovvero un diamante sul nostro desco

In un libro che tratta di tartufi, anche se con un taglio forse più scientifico che informativo, non poteva mancare almeno un piccolo spazio dedicato alla cucina di questo prelibato frutto che la natura ci regala anche se con calcolata parsimonia.

Non vogliamo con questo, occupare spazi ormai ben riempiti nel mondo tipografico specializzato e non, ma ci piace riportare (o ripetere, come credete), alcune tra le più vecchie e tra le più tradizionali, ricette della nostra Umbria.

Il tartufo è da sempre stato considerato un frutto "strano", di cui si è avuta una conoscenza molto superficiale fino a poco tempo fa e di cui ancora molto dobbiamo conoscere, ma che comunque è stato sempre ben apprezzato per la sua bontà, per la sua preziosità a tavola.

Si trovano tracce, pur flebili, che conducono inequivocabilmente a questo frutto già dal 1.600 a.C., negli scritti ricollegabili a Giacobbe, terzo patriarca degli ebrei, per poi trovarne di più chiare e frequenti nei primi studi di botanica e di gastronomia dei nostri vicini Greci, che traevano probabilmente le loro conoscenze, oltre che i loro approvvigionamenti, dai vicini paesi Asiatici; Teofrasto di Eres, Plutarco, Areteo di Cappadocia, Galeno etc. (372 a.C.÷125 d.C.).

Anche i Romani non furono da meno conoscendo bene il tartufo e le sue virtù; ne parlavano infatti nelle loro opere botaniche o di arte culinaria, Cicerone, Marco Gavio Apicio, Plinio il Giovane ed altri autori.

Oggi per l'opulenza del nostro mondo, per i nuovi confini dello scibile umano e per la diffusione capillare delle nuove conoscenze, per il suo prezioso aroma, per la sua capacità di conferire alle pietanze non solo profumo ma anche sapore, il Tartufo è una delle prelibatezze gastronomiche più celebrate e più ricercate della nostra epoca; le tavole più ricche, più importanti non possono ormai fare a meno della sua regalità, dei suoi odori, del suo sapore.

Non ne frenano questo utilizzo i prezzi, ormai veramente esagerati, che i tartufi spuntano sui mercati di tutto il mondo, tali da far loro meritare a buona ragione, l'appellativo di Re della cucina, di diamanti della tavola, diamanti neri ecc.

Non vogliamo dilungarci sui motivi per i quali i prezzi del tartufo sono così elevati (quest'anno, a fine 2004, i prezzi oscillano almeno a 200-400 €/kg per il *Tuber aestivum* f. *uncinatum* o scorzone invernale, 800-1.200 €/Kg per *Tuber melanosporum* o tartufo nero di Norcia, 2.500-5.000 €/Kg per *Tuber magnatum* o tartufo bianco, ma certamente questo è dovuto per grandi linee, alla forte richiesta di tutto il mercato mondiale ed alla produzione che non riesce a soddisfare tale domanda, anche a fronte di una produzione delle tartufaie naturali che è calata negli anni, e ad una produzione delle tartufaie coltivate che ancora è troppo giovane per risolvere i problemi della produzione necessaria a soddisfare la richiesta che proviene dal mercato.

Prima di addentrarci nei modi di utilizzare il tartufo in cucina, che dire della fama che lo stesso ha di essere un frutto con accentuate proprietà afrodisiache?

È una fama questa che non è una trovata recente dei produttori che ne vogliono amplificare le qualità già abbondanti e reali, ma è una etichetta che proviene anche essa da lontano. Fu Galeno in Grecia, che descrisse per primo questo frutto come "dispensatore di voluttà", ma anche nella Roma Repubblicana ecco il Tartufo (inizialmente soprattutto esemplari del genere *Terfezia*) assurgere ad emblema della Dea dell'amore Venere ed essere consacrato come rimedio contro la "vergognosa impotenza". Allora è proprio vero che i tartufi sono afrodisiaci?

Una base di possibile verità secondo noi può esistere e possiamo basare questa convinzione sulla natura di uno dei più importanti caratteri dei nostri cari tartufi, sia che essi siano bianchi o neri: il loro profumo, sempre forte ed intenso.

E il profumo che cosa è se non una sensazione profonda, gradevole, piacevole e voluttuosa, che ci attira, che ci avvicina a chi lo emana!

Si dice che il profumo del tartufo sia un profumo che travalica la sola percezione dello stesso da parte dell'uomo (o della donna), per penetrare al di sotto della loro pelle...

Forse qualche cosa di vero ci sarà, ma è certo che la bontà che il tartufo esprime, la sua rarità, ...il suo elevato costo (in poche parole la sua preziosità), fanno apparire la sua presenza in una cena a due, come un valore aggiunto da ripagare con amore e ... disponibilità, rendendo le donne più "tenere" e gli uomini più "amabili".

Sarà forse l'insieme di queste cose il suo voler essere rappresentato come un cibo afrodisiaco?

Possiamo asserire allora che il tartufo prima è attrazione di umori, poi voluttà della bocca, paradiso del palato, e forse orgia di tutti i nostri sensi.

Ai tartufi nel corso dei secoli sono state attribuite anche le più diverse proprietà medicamentose, sulle quali non mi pare il caso di soffermarsi.

Detto questo non resta che passare alla illustrazione di un certo numero di ricette, riportandone per scelta, solamente alcune tra le più antiche, le più tradizionali soprattutto della nostra Umbria, rimandando, per gli altri mille modi di utilizzo dei tartufi, ai tanti libri specifici che sul modo di utilizzare i tartufi in cucina sono stati scritti, molti dei quali li ritroverete nella bibliografia riportata in appendice su questo libro.

Per poter utilizzare al meglio un tartufo in cucina, è necessario che prima siano rispettate alcune condizioni essenziali. La prima è scegliere tartufi sani, maturi, profumati, la seconda è quella di porre la massima cura nel pulirli e prepararli.

La pulizia del tartufo

Il tartufo porta sempre con se una quantità di terra annidata tra le sue verruche, un po' perché residuo naturale del luogo di raccolta, un po' perché messavi appositamente per mantenere al tartufo un po' di umidità che aiuta alla sua conservazione, un po' per... aumentarne il peso, ma questa è una cattiveria.

Per ovvi motivi di igiene, questa terra va accuratamente tolta, cercando di danneggiare il meno possibile il tartufo. Molti sconsigliano il lavaggio in acqua dei tartufi, noi siamo tra quelli che ritengono che non se ne possa fare assolutamente a meno. La pulizia del tartufo va fatta immergendo i tartufi in poca acqua tiepida per pochi minuti, in maniera da ammorbidire il terriccio che si nasconde soprattutto nelle cavità del corpo fruttifero e alla base delle verruche; poi utilizzando uno spazzolino abbastanza morbido, si spazzola delicatamente la superficie esterna del tartufo, aiutandosi ove occorra, anche con un bastoncino appuntito per asportare le parti più reticenti.

Taluni, più igienisti, pelano il tartufo asportandone con un coltellino le parti esterne che sono a contatto con la terra; questo ci sembra un peccato mortale, infatti anche la corteccia esterna, che così si getta via, è commestibile e profumata come il resto del tartufo.

Alcune ricette

Tutte le quantità riportate nelle ricette sono riferite a porzioni per 4 persone.

TARTUFI SOTTO LA CENERE

Ingredienti: *4 tartufi neri freschi di circa 50 g cadauno, 4 fettine di lardo tagliato a mano, di dimensioni tali da poterci avvolgere un tartufo, sale, pepe, fiocchetti di burro. Carta da macelleria o carta oleata o carta d'alluminio.*

I tartufi vanno ben puliti spazzolandoli energicamente con l'apposita spazzola, lavandoli (meglio se con un po' di vino bianco), in modo da nettarli perfettamente da residui terrosi. Avvolgeteli ognuno con una fettina di lardo fragrante condendo il tutto con sale e pepe. Ogni tartufo così preparato va avvolto con la carta, dando la preferenza alla carta da macelleria (la cara, vecchia carta paglia) adeguatamente inumidita, utilizzando altrimenti carta oleata o pellicola di alluminio. I tartufi vanno poi sistemati sotto un cumulo di cenere rovente in un camino acceso, ricoprendo la stessa anche con della brace, per mantenerne attivo il calore iniziale. I tartufi saranno cotti dopo 20-30 minuti. A questo punto andranno scartati, tagliati a fettine abbastanza spesse e serviti a tavola in una piccola terrina cosparsi di fiocchetti di burro. Possono anche essere serviti con la guarnizione di una goccia di paté di fegato, che può essere il classico paté di fegatini umbri, oppure il più ricercato paté d'oca Francese.

COCCO DEL CONTADINO

Ingredienti: *4 uova fresche, 50 g di tartufo nero grattugiato, (meglio se fresco, ma va bene anche conservato), 40 g di burro, 5 cucchiai di brodo ristretto, sale e pepe.*

Cuocere le uova (che devono essere freschissime) alla coque, immergendole in acqua fredda, portandole ad ebollizione per un minuto, un minuto e mezzo a seconda delle preferenze. Preparare contemporaneamente una salsina che realizzerete mettendo sul fornello in un piccolo tegamino, il brodo, il burro. Una volta giunto a fusione il burro si aggiunge il tartufo grattugiato, un pizzico di sale e un po' di pepe, togliendo rapidamente il tutto dal fuoco. Avremo nel frattempo anche preparato dei bastoncini di pane debolmente rosolati al forno. Si portano a tavola le uova, sistemate in eleganti portauovo in ceramica, aperte alla sommità, accompagnate da piccole salsiere in cristallo con la salsina e da piattini con i bastoncini di pane ancora tiepidi. Si unisce la salsina all'interno dell'uovo, dopo aver asportato parte dell'albume, e si assaporerà l'uovo così condito prelevandolo con i bastoncini di pane rosolati.

Una semplificazione della ricetta, è quella di utilizzare una salsina più contadina, realizzata con olio extra vergine di oliva Umbro fatto riscaldare in un piccolo tegame, al quale si aggiunge, spegnendo prima il fuoco, il tartufo grattugiato con un po' di sale e di pepe.

INSALATA AUTUNNALE DI FUNGHI E TARTUFI

Ingredienti: *350 g di cappelli di funghi molto freschi e sani (se possibile 250 g di* Amanita caesarea *o ovoli 100 g di*

funghi porcini Boletus aereus *o* Boletus aestivalis, *possono andare bene anche 350 g di prataioli o turini* (Agaricus arvensis, Agaricus macrosporus, Agaricus campestris), *50 grammi di tartufo* (T. melanosporum, T. magnatum, T. aestivum), *1 limone, olio extra vergine di oliva delle colline umbre, sale e pepe.*

Nettare accuratamente i funghi, mai tenendoli prima a bagno nell'acqua, ma utilizzando se possibile solamente un panno inumidito ed un coltellino. I funghi crudi a questo punto vanno tagliati a fettine molto sottili e sistemati mischiandoli in maniera decorativa in una insalatiera o un piatto da portata. Può essere aggiunta, ove faccia piacere, anche qualche fogliolina di rucola selvatica. I funghi vanno ora conditi con una salsa ottenuta emulsionando quattro cucchiai di olio extravergine di oliva con il succo spremuto da un l limone, un po' di sale e un po' di pepe e vanno lasciati riposare almeno un'ora nel piatto di portata. Al momento di servirli in tavola vanno guarniti con fettine finissime di tartufo, operazione che potrete fare direttamente a tavola utilizzando l'apposito strumento per tagliare i tartufi.

FRITTATA CON IL TARTUFO

Ingredienti: *8 uova fresche, 150 g di tartufo nero (anche lo scorzone ben maturo va bene, come può andare bene anche il tartufo bianco, ed in questo ultimo caso ne utilizzeremo solo 80-100 g non grattugiandolo, ma solamente tagliandolo a fettine), olio di oliva extra vergine delle colline umbre, sale e pepe.*

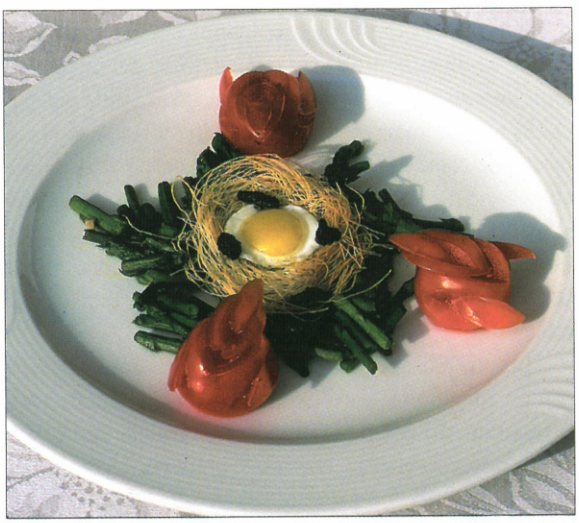
È un piatto semplicissimo. Come per tutte le frittate le uova vanno rotte e battute con una forchetta in una apposita terrina a fondo arrotondato, unendo un po' di sale e un po' di pepe. Alla fine si aggiunge e si amalgama il tartufo, in precedenza nettato da tutte le impurità, grattugiato grossolanamente, ed in parte tagliato a fettine finissime con il "mandolino". Scaldare ora in una padella antiaderente, un cucchiaio abbondante di olio d'oliva extra vergine, e appena ben caldo versarvi il preparato già pronto. Continuare a maneggiare delicatamente le uova nella padella con una forchetta, mantenendo il fuoco allegro. Mano a mano che il composto inizia a rapprendersi, si abbassa la fiamma del fornello e si lavora con la padella, per evitare che la frittata si attacchi alla stessa, aiutandosi anche con la forchetta soprattutto sui bordi. A questo punto si procede, con l'aiuto di un piatto avente il diametro della padella, a rovesciare la frittata. Si spruzza un po' di vino bianco profumato sulla frittata, soprattutto nel lato da cuocere, e si deposita di nuovo la stessa, con delicatezza, nella padella. Si continua la cottura ancora per pochi minuti (due o tre al massimo), maneggiando sempre la padella con il manico.
Togliere quindi dalla padella la frittata ancora ben morbida, deponendola in un piatto da portata.

UOVA A OCCHIO DI BUE CON TARTUFO NERO

Ingredienti: *4 uova molto fresche, 50/60 g di burro, fagiolini da lessare e pomodori di Pachino, 4 nidi di capellini d'angelo all'uovo, 80 / 100 g di tartufo nero di Norcia.*

È un piatto semplice da realizzare, che però diventa ricco e delizioso anche in una tavola particolare. Le uova, per ottenere un buon risultato, vanno cotte una alla volta.

Liquefare 10-15 g di burro in una padella bassa di alluminio; appena il burro si è sciolto, distribuirlo su tutta la padella, maneggiando abilmente la stessa. Rompere quindi le uova depositandole in un piatto piano, facendo attenzione a non romperle. Nella padella ben calda e unta fate scivolare delicatamente l'uovo salando leggermente l'albume. Lasciate cuocere a fuoco molto lento senza ulteriori maneggiamenti, non eccedendo con la cottura (albume bianco uniforme e tuorlo morbido). Togliere l'uovo dalla padella con una paletta forata sgocciolandolo bene. Nel frattempo lessare i fagiolini, che scolati e ancora caldi andranno adagiati in modo uniforme in un piatto ben caldo. A parte nel forno, utilizzando il solo grill, avrete indorato (massimo 1 minuto) il nido di capellini d'angelo. Depositate ora l'uovo caldo appena tolto dalla padella, sui fagiolini, "incoronandolo" con il nido di capellini dorati, e decorate il piatto con i pomodorini di Pachino tagliati a fantasia. Arricchite infine il tutto con fettine sottili di tartufo nero di Norcia ben maturo.



TORTELLINI PANNA E TARTUFO BIANCO

Ingredienti: *350 g di tortellini, brodo di carne, 60 g di burro, 0,70 dl di panna, 60 g di parmigiano grattugiato, 60 g di tartufo bianco.*

I tortellini possono essere fatti secondo una delle tante ricette, o acquistati in un negozio di fiducia.

Cuocere i tortellini in brodo di carne dei nostri pascoli, scolarli quando sono ancora bene al dente e saltarli in padella con il burro, la panna il parmigiano e una parte dei tartufi affettandoceli sopra al momento. I tortellini così saltati in padella, vanno serviti caldissimi in un piatto anch'esso caldo, decorati con fettine di tartufo bianco tagliate sul piatto in tavola.

TAGLIATELLE UMBRE AL TARTUFO

Ingredienti: 400 g di tagliatelle spesse e non larghe, 350 g di salsa di pomodori pelati, 1 spicchio di aglio, olio extravergine di oliva delle colline umbre, sale, pepe 150 g di tartufo nero.



Utilizzare un tegame dove scaldare l'olio con uno spicchio di aglio schiacciato. Quando l'aglio si indora aggiungere la salsa di pomodori pelati, sale, pepe e lasciare bollire lentamente il tutto per 15 minuti. Grattugiare nel frattempo i tartufi ed aggiungerli alla fine dei 15 minuti, lasciando ancora il fuoco acceso al massimo un minuto. Nel frattempo cuocere le tagliatelle in abbondante acqua salata, sgocciolarle al dente e condirle in una zuppiera da portata con la salsa realizzata, dopo aver tolto l'aglio. Si può aggiungere nel piatto un po' di tartufo grattugiato a crudo.

TAGLIATELLE IN BIANCO DECORATE CON IL TARTUFO

Ingredienti: *400 g di tagliatelle spesse e non larghe, 100 g di burro, 60-70 g di tartufo bianco o nero, 60 g di parmigiano grattugiato, sale e pepe.*

Cuocere le tagliatelle in abbondante acqua salata, sgocciolarle al dente e condirle ancora bollenti con il burro. Una volta che il burro è fuso, aggiungere il parmigiano grattugiato con il sale e un pò di pepe. Decorare i piatti con fettine di tartufo affettate con l'apposito "mandolino". Il tartufo può essere sia bianco che nero.

RISOTTO CON IL TARTUFO

Ingredienti: *200 g di riso di buona qualità, 40 g di burro, 60 g di parmigiano grana fresco grattugiato, 2 cucchiai grandi di crema di latte, 80 g di tartufo nero di Norcia o tartufo estivo maturi, sale.*

Il riso va cotto in abbondante acqua salata, scaldando nel frattempo al vapore in una zuppiera da portata il burro e la crema di latte. Una volta cotto al punto giusto, scolare il riso e versarlo nella zuppiera da portata, dove si aggiunge il parmigiano e i due terzi del tartufo che avremo precedentemente grattugiato. Amalgamare bene l'insieme e servire sul piatto caldo, cospargendolo con la restante parte del tartufo nero tritato. Servire a tavola ben caldo





AGNELLO TARTUFATO

Ingredienti: *2 kg di carne di agnello, un po' di coratella, 200 g di tartufo nero, 30 g di strutto di maiale, aglio, rosmarino, semi di finocchio selvatico, olio extravergine d'oliva umbro, sale e pepe, un bicchiere di brandy.*

Disossare accuratamente l'agnello. Preparare un impasto con la coratella che avrete macinato, i tartufi pestati sul mortaio (non macinateli con le infernali macchinette dei nostri tempi!), un mezzo pizzico di semi di finocchio, lo strutto, uno spicchio di aglio tritato, alcune foglie di rosmarino, sale e pepe. Condite, spalmando uniformemente l'impasto, la carne già disossata ed arrotolatela a salsicciotto legandola stretta con dello spago da cucina. Questo rotolo di agnello va quindi cotto in un tegame con un mezzo bicchiere di olio extravergine, avendo cura di girarlo molto spesso. Una volta che il rotolo inizia a rosolarsi uniformemente, va controllata spesso la cottura interna utilizzando uno spiedino di legno. A cottura pressoché terminata, si aggiungerà un bicchierino di brandy (di quello buono), che va fatto evaporare. Togliere il rotolo dal tegame, tagliarlo a fette di un certo spessore e servirlo in tavola guarnito con una salsina di olio fatto bollire con l'aggiunta nell'ultimo minuto di altro tartufo grattugiato.

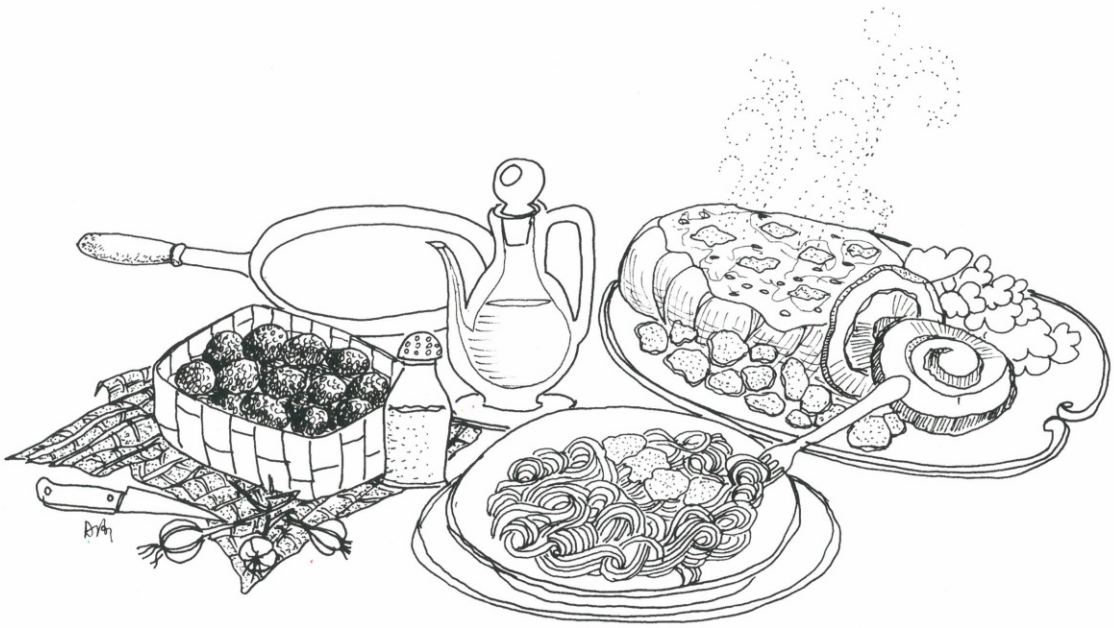


Le foto dei piatti sono di G. Materozzi e B. Granetti.

TROTE DEL NERA CON SALSA DI TARTUFO

Ingredienti: *4 trote dei nostri fiumi, 80 g di tartufo nero, 40 g di burro, 1 spicchio di aglio, 1 limone, olio extra vergine di oliva delle colline umbre, aceto di vino, sale e pepe.*

Scegliere delle belle trote di fiume, del peso di circa 200 g ciascuna; dopo averle accuratamente pulite, deponetele in una teglia imburrata per la cottura. Una volta cotte, sfilettate accuratamente le trote, sistemate la carne di ognuna nel suo piatto di portata. Preparare nel frattempo una salsa, facendo scaldare in un piccolo tegame dell'olio di oliva extravergine, quando l'olio è ben caldo, aggiungere sale, pepe, aglio tritato finemente, succo di un limone e una spruzzatina di aceto di vino; mescolare bene, attendere un minuto ed aggiungere il tartufo macinato, lasciando bollire la salsa ancora per mezzo/un minuto. Il risultato dovrà essere di una salsa abbastanza fluida. A questo punto ricoprire i filetti delle trote con la salsa e servire in tavola.



Le Comunità Montane dell'Umbria

55



I territori dei Comuni di Perugia, Foligno, Terni, non fanno parte di alcuna Comunità Montana.

ELENCO DELLE COMUNITÀ MONTANE DELL'UMBRIA (zone omogenee definite dall'art. 22 della Legge regionale 24 settembre 2003, n. 18)				
1	Comunità montana Alto Tevere Umbro	Via Pomerio San Girolamo	06012 C. di Castello (Perugia)	Tel. 075 862901 Fax 075 8550697
2	Comunità montana Alto Chiascio	Via G. Matteotti, 17	06024 Gubbio (Perugia)	Tel. 075 923041 Fax. 075 9274720
3	Comunità montana Monte Subasio	Via N. Sauro, 29	06030 Valtopina (Perugia)	Tel. 0742 75191 Fax. 0742 751937
4	Comunità montana Valnerina	Via A. Manzoni, 8	06046 Norcia (Perugia)	Tel. 0743 816938 Fax. 0743 817566
5	Comunità montana Monti Martani e del Serano	Via dei Filosofi	06049 Spoleto (Perugia)	Tel. 0743 2141 Fax. 0743 223757
6	Comunità montana Valle del Nera e Monte S. Pancrazio	Via delle Portelle 4/6/8	05100 Terni	Tel. 0744 547911 Fax. 0744 547930
7	Comunità montana Amerino e Croce di Serra	Via Vittorio Emanuele, 107	05025 Guardea (Terni)	Tel. 0744 903222 Fax. 0744 903223
8	Comunità montana Monte Peglia e Selva di Meana	Via Principe Umberto,17	05010 San Venanzo (Terni)	Tel. 075 875322 Fax. 075 875120
9	Comunità montana - Associazione "Comuni del Trasimeno-Medio Tevere"	Via Dante Alighieri, 2	06063 Magione (Perugia)	Tel. 075 847411 Fax. 075 8474120

56 Fiere e mostre mercato del tartufo in Umbria

Fiere e Mostre mercato del tartufo nella Regione Umbria, rilevate nel "Calendario Regionale delle manifestazioni fieristiche in Umbria 2004"			
2° settimana di Ottobre	Tartufando	Scheggino	Comune di Scheggino
3° settimana di Ottobre	Mostra mercato del Tartufo e della patata	Pietralunga	Tufi, associazione per Pietralunga
4° settimana di Ottobre	Mostra mercato Nazionale del Tartufo bianco	Gubbio	Comunità montana Alto Chiascio
1° settimana di Novembre	Mostra del tartufo e dei prodotti del sottobosco	Città di Castello	Associazione Mostra del tartufo
2°-3° settimana di Novembre	Mostra mercato Nazionale del Tartufo	Fabro	Comunità montana Monte Peglia e Selva di Meana
4° settimana di Novembre	Mostra mercato del Tartufo	Valtopina	Comune Valtopina e Comunità montana Monte Subasio
4° sett. Febbraio 1° sett. Marzo	Mostra mercato Nazionale del Tartufo nero	Norcia	Comune di Norcia



Fig. 230 - Grande frittata con il tartufo nero pregiato, allestita in occasione della Sagra del tartufo a Scheggino (PG) *(foto: B. Granetti).*







Fig. 231 - La piazza di S. Benedetto di Norcia, in occasione della Mostra mercato nazionale del tartufo *(foto: G. Materozzi)*.

Fig. 232 - Stand di tartufi freschi e conservati alla Mostra mercato di Norcia (2002) *(foto: B. Granetti)*.

Fig. 233 - Esposizione e vendita di tartufi in una mostra mercato del tartufo in Umbria *(foto: G. Materozzi)*.

57 Le Città del tartufo

Umbria, terra di tartufi: La nostra regione trae da questo prodotto un notevole impulso economico.

Il tartufo è certamente uno dei motori economici che trainano l'economia di molti paesi e cittadine dell'Umbria, che da questo frutto della natura fresco, lavorato, dal giro che questo genera nella ristorazione, nella mobilità delle persone e quindi nel turismo, traggono enormi benefici.

Non si riescono ad avere dati ufficiali sulle quantità di tartufo che vengono raccolte e commercializzate, perché il mercato è in gran parte "nascosto". Questo fatto, unitamente alla incostanza della presenza del frutto negli anni, dovuta alle diverse condizioni climatiche che si verificano nel tempo e per aree di raccolta, per non trascurare il fatto che parliamo di un prodotto voluttuario, lussuoso, è indicativo di un mercato che sfugge alle normali logiche dello stesso, dove il prodotto è inizialmente in mano ad alcuni cercatori professionisti, ma anche a molte centinaia di "amatori", tanto da sparigliare le carte del gioco.

Il tartufo quindi motore dell'economia di tanti paesi e città della nostra regione. Paesi che vengono identificati con il tartufo, penso a Scheggino, Norcia, Spoleto per primi, ma ormai anche tanti altri: Gubbio, Città di Castello, Fabro, Valtopina, Campello sul Clitunno, Orvieto, Pietralunga, Caso e Gavelli e tanti altri paesini minori.

In queste località non solo si raccolgono e si trovano i tartufi, ma questi si consumano in ristoranti caratteristici e specializzati, tanto da attirare un turismo gastronomico di livello, turismo che poi trova in loco, facilmente, i canali dei tanti cercatori per un acquisto conveniente e di qualità dei vari tipi di tartufo di cui l'Umbria è ricca.

In molte di queste città e paesi vengono organizzate annualmente sagre, mostre e fiere specializzate dedicate al tartufo. In seguito riportiamo l'elenco delle manifestazioni Umbre, così come si rilevano dall'elenco delle fiere e dei mercati della Regione Umbria.

Associazione Nazionale Città del Tartufo

Ci corre l'obbligo di ricordare che in Italia è costituita una "Associazione Nazionale Città del tartufo", alla quale aderiscono 37 tra Regioni, Province, Comuni e Comunità montane Italiane, dei quali riportiamo l'elenco degli aderenti, riferito al mese di Dicembre 2004. Scopo dell'Associazione è di valorizzare, in collaborazione con le associazioni dei cercatori, dei commercianti di tartufi e degli enti pubblici, il Tartufo Italiano relativamente alle specie per le quali è consentita la commercializzazione in Italia, con particolare riguardo per il *T. magnatum* e per il *T. melanosporum*.



Fig. 234 - Caso (PG); nella media Valnerina a circa m 900 s.l.m., un'area ricca di tartufo nero pregiato *(foto: G. Materozzi)*.

A questo scopo l'Associazione, a nome degli associati, ha contribuito a che fossero apportate modifiche alla Legge esistente, seguendo pressantemente l'iter della legge, alle due Camere, fino all'ultimo per far approvare una legge possibilmente migliore, e rispondente agli interessi di valorizzazione del tartufo, propri di questa Associazione.

Enti che aderiscono all'Associazione

Comuni

ACQUALAGNA – P.za Mattei 9 – 61041 Acqualagna (PU) – tel. 0721 79671, fax 0721 799044.
Fiera Nazionale del tartufo bianco – ultima settimana di ottobre - prima settimana di novembre.

ALBA – Palazzo Comunale p.za Risorgimento 1 12051 Alba (CN) tel. 0173 292241, fax 0173 292301.
Festa Nazionale del tartufo bianco e dei prodotti del sottobosco – prima settimana di ottobre-prima settimana novembre.

APECCHIO – Via XX settembre – 61042 Apecchio (PU) – tel. 0722 989004/5, fax 0722 989006.
Mostra mercato del tartufo bianco e dei prodotti del sottobosco – prima settimana di ottobre.

ASCREA - P.za Mareri 1 – 02020 Ascrea (RI) – tel. 0765 723112 – 0765 723150, fax 0765 723242.

ASTI – P.za S. Secondo 1 – 14100 Asti (AT) – tel. 0141 399111, fax 0141 399250.
Fiera regionale del tartufo – metà novembre.

BAGNOLI IRPINO – Via Roma 19- 83043 Bagnoli Irpino (AV) – tel. 0827 62003, fax 0827 603005.
Mostra mercato del tartufo nero di Bagnoli e dei prodotti tipici - terza settimana di ottobre.

BORGOFRANCO SUL PO – V.U. Roncada 41 – 46020 Borgofranco sul Po (MN) – tel. 0386 41101, fax 0386 41889.
Fiera Provinciale del tartufo di Ionizzo - metà ottobre.

CAMPELLO SUL CLITUNNO – P.za Ranieri di Campello – 06042 Campello sul Clitunno (PG) – tel.0743 271920, fax 271952.


235


236

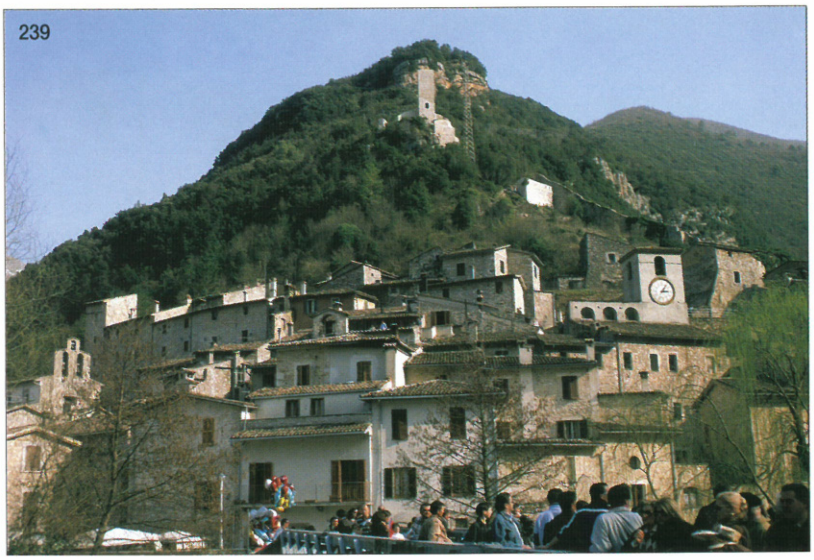
Fig. 235 - Città di Castello (PG); nella vasta pianura dell'Alta Valle del Tevere, rinomata per il tartufo bianco *(foto: B. Granetti).*

Fig. 236 - Gubbio (PG); ai piedi del monte Ingino, è cittadina ben nota per il tartufo bianco, largamente diffuso nel suo territorio *(foto: B. Granetti).*

Fig. 237 - Orvieto (TR); sulla rupe di tufo vista da Sud-Ovest, circondata da colline e vallate tutte da valorizzare per la produzione del tartufo bianco *(foto: B. Granetti).*


237





CAMUGNANO – P.za Kennedy 1 – 40032 Camugnano (BO) – tel. 0534 45014, fax 0534 46827.
Tartufesta - prima settimana di novembre.

CARPINETO ROMANO – p.le della Vittoria 1 – 100032 Carpineto Romano (RM) – tel. 06 97180046, fax 06 97180035.
Il tartufo nero pregiato di Carpineto Romano nel cuore dei Monti Lepini - prima settimana di febbraio.

CASTEGGIO – Via Castello 24 -27045 Casteggio (PV) – tel. 0383 804941, fax 0383 82472.
Mostra del tartufo e del miele - prima settimana di novembre.

CASTEL DI CASIO – Via marconi 9 – 40030 Castel di Casio (BO) – tel. 0534 44133, fax 053444286.
Tartufesta - prima settimana di ottobre.

CELANO - P.za 4 Novembre – 67043 Celano (AQ) – tel. 0863 79541, fax 0863 792335.

LEONESSA – P.za 7 Aprile – 02016 Leonessa (RI) – tel. 0746 923212, fax 923219.

MONTAIONE – P.za del Municipio 1 – 50050 Montaione (FI) – tel 0571 6991, fax 0571 699256.
Sagra della castagna e del tartufo - ultima settimana di ottobre.

NORCIA – P.za S. Benedetto 1 06046 Norcia (PG) - tel. 0743 3824911 0743 824911, fax 0743 824919.
Mostra mercato internazionale del tartufo nero pregiato di Norcia e dei prodotti tipici - ultima settimana di febbraio e prima di marzo.

QUADRI – Piazza del Popolo 3 – 66040 Quadri (CH) – tel. 087 2 945112, fax 0872 945170.

ROCCA FLUVIONA – P.za A.Moro 4 – 63049 Rocca Fluviona (AP) – tel. 0736 365131, fax 365202.
Festa del tartufo per davvero - terza settimana gennaio.

Fig. 238 - Pietralunga (PG); un importante centro di raccolta del tartufo bianco *(foto: B. Granetti)*.

Fig. 239 - Scheggino (PG); piccolo paese nella media Valnerina, al centro di una vasta area a tartufo nero pregiato *(foto: B. Granetti)*.



Fig. 240 - Spoleto (PG); vista da ponente, è collocata in un sistema di alte colline e montagne, ricche di tartufaie naturali di tartufo nero pregiato *(foto: B. Granetti)*.



SAN GIOVANNI D'ASSO - Via XX settembre 15 53020 S. Giovanni D'Asso (SI) tel. 0577 803101, fax 0577 803203.
Mostra mercato del tartufo bianco delle crete Senesi - prima e seconda settimana di novembre.

SAN MINIATO - P.za Vittime del Duomo – 56027 San Miniato (PI) – tel. 0571 4061, fax 0571 406234.
Mostra mercato Nazionale del tartufo bianco - metà novembre - fine novembre.

SAN PIETRO AVELLANA – Via Alfieri 15 – 86088 S.Pietro Avellana (IS) – tel. 0865 940131, fax 940291.
Mostra mercato del tartufo bianco - prima settimana di novembre.

SANT'AGATA FELTRIA – P.za Garibaldi – 61019 S. Agata Feltria (PU) –tel. 0541 929613, fax 0541 848591.
Fiera nazionale del tartufo - seconda e terza settimana di ottobre.

SANT'ANGELO IN VADO – P.za Umberto 1 – 61048 Sant'Angelo in Vado (PU) – tel. 0722 810095/ 818498, fax 0722 88500 .
Mostra nazionale del tartufo bianco pregiato delle Marche - seconda settimana di ottobre - primi di novembre.

SAVIGNO - Via Marconi 29 - 40060 Savigno (BO) – tel. 051 6708004, fax 051 6708662.
Sagra del tartufo bianco pregiato dei colli Bolognesi - prima, seconda e terza settimana di novembre.

TORRE BRUNA – P.za Municipio 1 – 66050 Torre Bruna (CH) – tel. 0873 952131, fax 0873 922473.

Comunità Montane

ALTA VAL BORMIDA – P.za Italia 70 - 17017 Millesimo (SV) – tel. 019 564494/564344, fax 019 565570.
Festa Nazionale del tartufo - ultima settimana di settembre.





Fig. 241 - Norcia (PG); vista da ponente ; il suo territorio con particolare riferimento alle pendici dei monti che la circondano è ricco di tartufaie naturali di *T. melanosporum (foto: B. Granetti).*

Fig. 242 - Valtopina (PG); piccolo paese sito in una vallata con numerose tartufaie naturali di tartufo bianco (*foto: G. Materozzi).*

Fig. 243 - Campello sul Clitunno che sovrasta la pianura sottostante; la zona è particolarmente vocata per il *T. melanosporum (foto: G. Materozzi).*





Fig. 244 - Fabro (TR); piccola cittadina al centro di una ampia area tartuficola a *T. magnatum (foto: B. Granetti).*

Fig. 245 - Monte S. Maria Tiberina sulle cui pendici sono realizzate tartufaie di *T. melanosporum (foto: B. Granetti).*

ALTO CHIASCIO - Via G. Matteotti 17 – 06024 Gubbio (PG) – tel. 075 923041, fax 075 9274720.
Mostra mercato del tartufo bianco e dei prodotti agroalimentari - fine ottobre - primi di novembre.

ALTO MOLISE – Largo Tirone 7 – 86081 Agnone (IS) – tel. 0865 77555/77813, fax 0865 77555/77813.

ALTA VAL DI CECINA - Via Roncalli 38 – 56045 Pomarance (PI) – tel. 0588 62003, fax 0588 62700.

APPENNINO MODENA OVEST – V.Rocca 1-41045 Montefiorino (MO) – tel. 05036 965219, fax 05036 965312
Sagra del tartufo modenese - fine ottobre - primi di novembre.

CATRIA E NERONE – Via Alessandri 19 – 61043 Cagli (PU) – tel. 0721 787431, fax 0721 787441.

MONTE SUBASIO – Via Gorizia – 06030 Valtopina (PG) – tel. 0742 751902, fax 0742 751937.
Mostra mercato Nazionale del tartufo - terza e quarta settimana di novembre.

MONTE PEGLIA SELVA DI MEANA – P.zza Roma – S. Venanzo (TR) – tel. 075 875322, fax 075 875120
Mostra mercato Nazionale del tartufo bianco di Fabro e dei prodotti agro alimentari - prima decade di novembre.

Regioni e Province

REGIONE MOLISE – Via N.Sauro 1 – 86100 Campobasso (CB) – tel. 0874 429401, fax 429403.

PROVINCIA DI ISERNIA - Via berta 86170 Isernia (IS) – tel. 0865 4411, fax 0865 441207.

PROVINCIA DI MANTOVA - Via Torelli 8/10 – 46100 Mantova (MN) – tel. 0376 352811, fax 0376 362869.

PROVINCIA DI PISA – Via Nenni 24 – 56124 Pisa (PI) – tel. 050 929614, fax 050 929639

Fonte: Associazione Nazionale Città del tartufo, dicembre 2004

Gli operatori del tartufo in Umbria

58

Sono riportate in questo elenco tutte le attività commerciali che trattano di tartufi rilevate da una visura alle Camere di Commercio di Perugia e di Terni, effettuata in Agosto 2004 attraverso il loro sito Internet.

Il commercio dei tartufi in Umbria

1 - ADOLFO MOSCATELLI s.r.l.
Sede legale: Perugia - Albergo, ristorante, bar, macelleria, commercio dei prodotti alimentari, compresi la trasformazione e conservazione di tartufi freschi.

2 - AGLIANI LANFRANCO
Sede legale: Perugia - Raccoglitore e venditore di tartufi; coltivazioni miste di cereali ed altri seminativi.

3 - AGRIA VALNERINA s.n.c. di Benedetti & Celesti
Sede legale: Perugia - Lavorazione artigianale e commercializzazione di tartufi, prodotti tartufati.

4 - AGRIBOSCO s.r.l.
Sede legale: Perugia - Lavorazione, conservazione e commercializzazione di funghi e tartufi freschi e surgelati; commercio all'ingrosso di prodotti ortofrutticoli; autotrasporto merci per conto terzi; produzione, raccolta, trasformazione.

5 - AGRICENTRO SOC. COOP. a r.l.
Sede legale: Perugia - Agricoltura. taglio boschi, commercio all'ingrosso di legna da ardere e da lavoro.

6 - AGRICOLA BARTOLINI EMILIO S.S. di Bartolini Domenico e Ulderico (AGRICOLA BARTOLINI S.S.)
Sede legale: Terni - Coltivazione cereali e bosco coltivazione di olivi, leguminose (lenticchia), tartufi, associate all'alleva mento di bestiame (bovini - caprini).

7 - ANTONELLI ALVEZIO
Sede legale: Perugia - Raccolta tartufi; coltivazione mista di cereali e foraggi.

8 - AROMI - PICCOLA SOCIETÀ COOPERATIVA a r.l.
Sede legale: Perugia - Produzione miele, pappa reale, lavorazione tartufi, coltivazione.

9 - AZ. AGRARIA CASA FAUSTINA di Gattolin Giordano, Maria Benedetto.
Sede legale: Perugia - Coltivazioni olivicole, agriturismo.

10 - AZIENDA AGRARIA VAGNI LUCIANO
Sede legale: Perugia - Coltivazioni miste di cereali e allevamento animali; agriturismo; raccolta di tartufi su fondo proprio.

11 - AZIENDA AGRICOLA MASSARI LUCA
Sede legale: Perugia - Raccolta su terreni di proprietà ed in affitto di tartufi e funghi.

12 - AZIENDA AGRICOLA SAN LORENZO di Flaminia De Luca e C. - Soc. in Acc.Sem.
Sede legale: Perugia - Attività agricola in genere, silvicoltura, allev. bestiame,coltivazioni miste di cereali ed altri seminativi.

13 - AZIENDE RIUNITE PRODOTTI AGRO-ALIMENTARI s.r.l. (ARPA s.r.l.)
Sede legale: Perugia - Oggetto sociale: esercizio di attività dirette alla coltivazione dei terreni, all'allevamento del bestiame, all'allevamento di animali da cortile, all'incubazione di uova, all'allevamento di selvaggina.

14 - BALLINI ROMANA
Sede legale: Perugia - Coltivazione e raccolta di tartufi.

15 - BIANCONI VINCENZO
Sede legale: Perugia - Coltivazione mista di cereali altri seminativi, barbabietola, raccolta tartufi.

16 - BONCI ALFIO
Sede legale: Perugia - Commercio all'ingrosso di tartufi, vegetali e ittici in scatola, commercio all'ingrosso di generi alimentari vari.

17 - BOTTEGA UMBRA s.n.c. di Maltempi Anna Maria e Siegenthaler Lina
Sede legale: Terni - Commercio all'ingrosso di formaggi, olio, tartufi, vini, paste ,salumi, legumi, ceramiche, tessuti per l'arredamento.

18 - BRAMA ALESSANDRO
Sede legale: Perugia - Commercio all'ingrosso di tartufi freschi.

19 - BRUNETTI LILIANA
Sede legale: Perugia - Coltivazione di tartufi.

20 - CANOLLA TARTUFI s.n.c. di Canolla Abramo & C.
Sede legale: Perugia - Preparazione, lavorazione e conservazione di tartufi, funghi e salse.

21 - CHERMADDI CARLO
Sede legale: Terni - Coltivazione di tartufi, olivicoltura, allevamento ovini.

22 - CHIACCHIARINI ANDREA
Sede legale: Perugia - Commercio al minuto di prodotti tipici locali umbri e tartufi, confezione e trasformazione di tartufi.

23 - COOP AGRICOLA MICELIO - Soc. Coop. a r.l.
Sede legale: Perugia - Produzione, raccolta, trasformazione tartufi da bosco.

24 - DEL BRUTTO PAOLA e ROSA
Sede legale: Perugia - Coltivazione di cereali ed altri seminativi, colture olivicole, viticole, allev. di ovini e coltivazione di tartufi.

25 - DIOSI TARTUFI s.r.l.
Sede legale: Perugia - Lavorazione ed inscatolamento tartufi (conservazione).

26 - ELLE-EMME TARTUFI s.r.l.
Sede legale: Perugia - Commercio di prodotti alimentari in genere, di prodotti del sottobosco funghi, tartufi, salse.

27 - ELLEESSE di Nello Caporicci & C. s.n.c.
Sede legale: Perugia - Specialità alimentari in scatola, pesci, condimenti, tartufi, vegetali, minestroni, salse.

28 - FORTUNATI ALFONSO di Fortunati Danilo - Tartufi freschi e conservati
Sede legale: Perugia - Trasformazione e conservazione di tartufi ed affini.

29 - GALLI LUCIANO
Sede legale: Terni - raccolta di tartufi - commercio all'ingrosso di tartufi.

30 - GAMBACORTA EUGENIO
Sede legale: Perugia - Commercio al minuto anche via internet di generi alimentari vari, frutta e verdura.

31 - GEOFOODS di Genuardi Giuseppe
Sede legale: Perugia - Commercio all'ingrosso di funghi e tartufi.

32 - GERMANNI GIUSEPPE
Sede legale: Perugia - Coltivazioni miste di cerali e tartufi.

33 - GIULIANO TARTUFI s.r.l.
Sede legale: Perugia – Produzione, lavorazione, trasformazione e conservazione di tartufi e funghi e commercio in forma ambulante degli stessi.

34 - GRASSINI ASTERO
Sede legale: Perugia - Coltivazioni agricole associate all'allevamento di animali, silvicoltura, coltivazione di tartufi.

35 - GRIFFONI RUGGERO
Sede legale: Terni - Coltivazione e raccolta tartufi.

36 - GRUPPO ALIMENTARE B. & B. s.a.s. di Lupatelli Ada
Sede legale: Perugia - Commercio al minuto di prodotti alimentari.

37 - IL TARTUFO DI PAOLO di Menichini Giampaolo
Sede legale: Perugia - Produzione e trasformazione di tartufi, commercio ambulante e ingrosso; import-export di tartufi e funghi; raccolta tartufi.

38 - ITALIANA LIQUORI s.r.l.
Sede legale: Perugia - Produzione di liquori, commercio all'ingrosso di vini, conservazione e confezionamento di tartufi e prodotti tartufati.

39 - IVANO PASSERI s.n.c. di Passeri Ivano & Pilli Cinzia
Sede legale: Perugia - Commercio all'ingrosso di prodotti del sottobosco, tartufi e derivati, prodotti alimentari tipici, commercio ambulante di tartufi e derivati del tartufo.

40 - JIMMY COMMERCIO ALL'INGROSSO DI TARTUFI di Cecchini Giovannino
Sede legale: Perugia - Commercio all'ingrosso di tartufi e suoi derivati.

41 - LA MADIA REGALE s.r.l.
Sede legale: Perugia - Commercio all'ingrosso di tartufi ed altri prodotti del bosco, del sottobosco e della montagna nonché dei derivati di tali prodotti e prodotti alimentari in genere freschi e/o conservati, bevande alcooliche e non.

42 - LUGI s.n.c. di Antolini Luciana e C.
Sede legale Perugia - Coltivazione di tartufi, funghi, olivi e viti.

43 - LUIGI CALVANI - FUNGHI E TARTUFI
Sede legale: Perugia - Lavorazione, trasformazione, confezionamento di funghi e tartufi, colture olivicole e cereali.

44 - MARI FEDELE
Sede legale: Perugia - Commercio ambulante di generi non alimentari, agente di commercio in tartufi, commercio ambulante e all'ingrosso,in particolare tartufi.

45 - MARTINELLI LUIGI
Sede legale: Perugia - Commercio all'ingrosso di prodotti ortofrutticoli, tartufi; coltivazione di cereali ed altri seminativi, foraggi.

46 - MARTINELLI MATILDE
Sede legale: Perugia - Agente e rappresentante di prodotti alimentari conservati e freschi (in particolare tartufi) .

47 - MASSARINI TARTUFI s.n.c. di Massarini Lello e C.
Sede legale: Terni – Commercio al minuto di generi alimentari.

48 - MENICONI BENITO
Sede legale: Perugia - Commercio all'ingrosso di tartufi freschi e funghi.

49 - MENICONI MARTA
Sede legale: Perugia - Coltivazione di tartufi.

50 - MORETTI GIANCARLO
Sede legale: Terni - Trasformazione e conservazione di tartufi e funghi.

51 - MOSCATELLI ROMEO
Sede legale: Perugia - Esercizio di ristorante, albergo, trattoria, caffè e bar.

52 - NATURA VIVA di Bartolini Cecilia
Sede legale: Perugia - Laboratorio per la produzione, confezionamento, lavorazione di funghi, tartufi, marmellate.

53 - PAN di Lombardi Rolando e C. s.n.c. (PAN s.n.c.)
Sede legale: Perugia - Commercio al minuto di generi alimentari, ortofrutticoli, articoli tessili, chincaglieria, profumeria, accessori di abbigliamento.

54 - PROIETTI FILIPPO
Sede legale: Perugia - Bar, caffè, ristorante; commercio al dettaglio di prodotti tipici (vini, formaggi, salumi. tartufi, ecc.).

55 - SANGIACOMO LORIS
Sede legale: Perugia - Intermediazione di prodotti alimentari, commercio all'ingrosso di prodotti alimentari: tartufi.

56 - SEGGIANO di Paolo Fantozzi
Sede legale: Perugia - Imprenditore agricolo, cerealicolo, olivicolo e viticolo.

57 - SERGI ADRIANA
Sede legale: Perugia - Produzione tartufi e frutta.

58 - TARTUFAI DEL SUBASIO - Società Coop. a r.l.
Sede legale: Perugia - Caffè bar, ristorante, produzione e commercio di tartufi.

59 - TARTUFI E FUNGHI di Fortunati Antonio e C. s.n.c.
Sede legale: Perugia - Lavorazione di funghi, tartufi e prodotti ortofrutticoli, commercio ambulante di funghi e tartufi lavorati.

60 - TARTUFITALIA di Urbani Paolo e C. s.a.s.
Sede legale: Perugia - Lavorazione dei tartufi.

61 - TERRA E SOLE AZ. AGR. BIOLOGICA di Lancellotti Giuseppa
Sede legale: Perugia - Coltivazioni miste di cereali ed altri seminativi, bosco, coltivazione tartufi ed erbe officinali, apicoltura, allevamento di animali; coltivazione di ortaggi, oliveto, frutteto e trasformazione dei prodotti aziendali.

62 - TIPICI PRODOTTI s.n.c. di Radicchi Anna Maria & C.
Sede legale: Perugia - Commercio al minuto dei generi elencati nelle tab. merceologiche I, VI e XIV ed attività artigianale di lavorazione di spezie, marmellate e conservazione di tartufi.

63 - TORDONI ROBERTO
Sede legale: Perugia - Commercio ambulante di olio di oliva; commercio all'ingrosso di generi alimentari vari; commercio di prodotti alimentari a mezzo web (commercio elettronico).

64 - ULIVIERI VANIA
Sede legale: Perugia - Commercio all'ingrosso e agente di commercio di tartufi ed altri prodotti di bosco.

65 - URBANI TARTUFI s.r.l
Sede legale: Perugia - Commercio all'ingrosso di tartufi, preparazioni alimentari e condimenti.

La Coltivazione dei tartufi in Umbria

1 - AGRICOLA BARTOLINI EMILIO s.s. di Bartolini Domenico e Ulderico (AGRICOLA BARTOLINI s.s.)
Sede legale: Terni - Coltivazione cereali e bosco coltivazione di olivi, leguminose (lenticchia), tartufi, associate all'allevamento di bestiame (bovini - caprini).

2 - ANTONELLI ALVEZIO
Sede legale: Perugia - Raccolta tartufi; coltivazione mista di cereali e foraggi.

3 - AROMI - PICCOLA SOCIETÀ COOPERATIVA a r.l.
Sede legale: Perugia - Produzione miele, pappa reale, lavorazione tartufi. coltivazione terreni e allevamento animali.

4 - AZIENDE RIUNITE PRODOTTI AGRO-ALIMENTARI s.r.l. (ARPA s.r.l.)
Sede legale: Perugia - Coltivazione dei terreni, allevamento di bestiame, di animali da cortile, incubazione di uova, allevamento di selvaggina.

5 - BALLINI ROMANA
Sede legale: Perugia - Coltivazione e raccolta di tartufi.

6 - BIANCONI VINCENZO
Sede legale: Perugia - Coltivazione mista di cereali altri seminativi, barbabietole, raccolta tartufi.

7 - BRUNETTI LILIANA
Sede legale: Perugia - Coltivazione di tartufi.

8 - CASA NARDI s.a.s. di Odette Fischnaller in Lutz & C.
Sede legale: Terni - Coltivazione, trasformazione ed alienazione di prodotti agricoli in prevalenza viticoltura, olivicoltura, tartuficoltura.

9 - C.B.A. di Colonni Barbara Alunni
Sede legale: Perugia - Colture miste vitivinicole, olivicole e frutticole, tartuficoltura.

10 - CHERMADDI CARLO
Sede legale: Terni - Coltivazione di tartufi, olivicoltura, allevamento ovini.

11 - DEL BRUTTO PAOLA E ROSA
Sede legale: Perugia - Coltivazioni miste di cereali ed altri seminativi,coltivazioni. olivicole,viticole, allevamento di ovini e coltivazione di tartufi.

12 - GRASSINI ASTERO
Sede legale: Perugia - Coltivazioni agricole associate all'allevamento di animali, silvicoltura, coltivazione di tartufi.

13 - GRIFFONI RUGGERO
Sede legale: Terni - Coltivazione e raccolta tartufi.

14 - LUGI s.n.c. di Antolini Luciana e C.
Sede legale: Perugia - Coltivazione di tartufi, funghi, olivi e viti.

15 - MARTINELLI LUIGI
Sede legale: Perugia - Commercio all'ingrosso di prodotti ortofrutticoli, tartufi, coltivazione di cereali ed altri seminativi, foraggi, grano.

16 - MENICONI MARTA
Sede legale: Perugia - Coltivazione di tartufi.

17 - TERRA E SOLE AZ. AGR. BIOLOGICA di Lancellotti Giuseppa
Sede legale: Perugia - Coltivazioni miste di cereali ed altri seminativi, bosco, coltivazione tartufi ed erbe officinali, apicoltura, allevamento di animali; coltivazione di ortaggi, oliveto, frutteto e trasformazione dei prodotti aziendali.

59 Conclusioni

Un momento di riflessione sul lungo percorso storico e scientifico del tartufo è forse opportuno prima di formulare pareri sulle prospettive di sviluppo della tartuficoltura ritenuta ancora da taluni un'attività agricola poco affidabile.

Ripercorriamo velocemente alcuni eventi scientifici, già trattati in precedenza, per coglierne il significato più profondo in una visione d'insieme.

Nel corso dei secoli i tartufi suscitano interesse e curiosità negli studiosi ed ancora oggi non finiscono di stupirci per il loro modo di vivere tutto diverso da quello di altri funghi e in parte misterioso.

La ricerca è costellata di scoperte sorprendenti che ogni volta danno la vana sensazione di avere capito tutto di questi organismi.

La scoperta delle spore nella gleba convince alcuni studiosi di poter ottenere i tartufi in grande quantità "seminando" spore nel terreno come se si trattasse di un comune vegetale orticolo.

Ma gli insuccessi smorzano ben presto ogni entusiasmo e spingono molti studiosi a proseguire le ricerche.

La sorpresa più grande sicuramente è quella che vivono i cugini Talon (1810), che senza alcuna spiegazione possibile vedono nascere abbondanti tartufi sotto le quercette ottenute dalla semina di ghiande.

Da questo fatto puramente casuale si sviluppa la tartuficoltura principalmente in Francia per tutto il 1800, con febbrile ricerca di tecniche (ancora valide) tese ad ottenere risultati produttivi sempre migliori.

L'intuizione che fra i tartufi e le querce o comunque le piante in generale vi fossero rapporti molto stretti trova la conferma con la brillante scoperta delle micorrize (Frank, 1885) che dà nuovo vigore alle ricerche sulla biologia dei funghi ipogei. Ma dopo circa un secolo e mezzo quando sembra di doversi rassegnare per sempre all'antica pratica di seminare ghiande per ottenere tartufi, si verifica un nuovo evento che pone fine alla tartuficoltura empirica: la sintesi micorrizica, in condizioni di laboratorio, fra un tartufo e una pianta (Fontana, 1967) che dopo breve tempo produce carpofori!

Nasce la protagonista della moderna tartuficoltura: la piantina micorrizata detta anche tartufigena; e in questo appellativo sono riposte tutte le speranze di successi sicuri.

Si accresce l'entusiasmo per lo studio della biologia dei tartufi finalizzato alla loro coltivazione. Le ricerche si affrontano con strumenti moderni e tecnologie di avanguardia e molte importanti scoperte si susseguono con ritmo crescente negli ultimi 25 anni.

L'ottenimento del primo tartufo di *T. melanosporum* nel 1977 da un Nocciolo micorrizato artificialmente, dà la certezza a tutti di avere imboccato la strada giusta per coltivare finalmente, sia pure in modo indiretto, i preziosi tartufi.

Non mancano insuccessi, ma la tenacia dei ricercatori fa superare momenti di sconforto.

Nel frattempo le ricerche sul ciclo vitale dei tartufi proseguono. Si scoprono le principali fasi dell'evoluzione dei corpi fruttiferi tra cui lo stadio apotecioide che ci illumina sulla filogenesi dei tartufi che tanto aveva appassionato Malençon (1937).

Si moltiplicano le ricerche sulla struttura delle micorrize delle varie specie di tartufo e sulle metodologie per il loro riconoscimento: morfologiche, anatomiche e molecolari (DNA).

Lo studio dei suoli tartufigeni è affrontato da illustri ricercatori italiani e francesi, per caratterizzare le esigenze pedologiche delle singole specie di tartufo.

I biologi cercano di chiarire i complessi rapporti tra i batteri, i funghi del suolo, la fauna tellurica e i tartufi. Si prende atto che alcune certezze acquisite con importanti ricerche sono in poco tempo annullate. I rapporti del tartufo con la pianta ospite si interrompono quando esso ha un diametro di appena 1 mm e il tartufo prosegue la sua crescita in modo autonomo comportandosi come un saprofita.

È un fatto che ha colto di sorpresa anche i più illuminati studiosi, ma questa è la verità.

C'è spazio per un pò di fantascienza: creare banche di "microtartufi" per distribuirli a chi volesse coltivarli, questa volta, senza la pianta! Ma a distanza di oltre venti anni dalla scoperta dei microscopici tartufi dobbiamo ancora ricorrere alla ormai vecchia pianta tartufigena, micorrizata.

Gli sforzi per migliorare le capacità produttive delle tartufaie coltivate danno buoni risultati attraverso il perfezionamento delle tecniche colturali e la conoscenza sempre più approfondita delle esigenze pedoclimatiche delle principali specie di tartufo.

La tartuficoltura attualmente segna al suo attivo al-

cune migliaia di ettari di impianti di cui la maggior parte sono in produzione, soprattutto quelli di *T. melanosporum*. Con grande meraviglia questa specie risulta coltivabile con apprezzabili produzioni anche in aree poste agli antipodi di quelle naturali, Nuova Zelanda, Tasmania e altre ancora, persino in terreni per loro natura non idonei!

A conclusione di questo sguardo panoramico delle alterne vicende che hanno segnato la storia delle ricerche sui tartufi, ci domandiamo se vi siano motivi validi per proseguire e incentivare la coltivazione dei tartufi.

Personalmente sono convinto che la tartuficoltura debba essere sviluppata, ove possibile, con crescente impegno. Le motivazioni sono innumerevoli, senza dimenticare il formidabile sostegno della ricerca scientifica.

La coltivazione dei tartufi è praticabile nelle aree di alta collina e submontane definite marginali perché non più idonee alla moderna agricoltura intensiva e fortemente meccanizzata. Si recuperano in tal modo alla produzione superfici incolte che in Italia centrale ammontano a varie decine di migliaia di ettari.

La coltura del tartufo ha tutte le caratteristiche di una coltura biologica o pressoché tale perché attuabile senza ricorrere all'uso di fertilizzanti, trattamenti antiparassitari, ecc., consigliati solo in casi di estrema necessità e con prodotti ad esiguo impatto ambientale.

Contribuisce ad arricchire e rinnovare il patrimonio forestale che subisce ogni anno perdite ingenti per gli incendi ed altre cause.

Migliora la regimazione delle acque superficiali evitando erosioni catastrofiche, purtroppo, ricorrenti.

Contribuisce ad integrare il reddito generalmente modesto degli agricoltori situati nelle aree interne svantaggiate e rappresenta una importante diversificazione delle attività agricole.

Consente di mantenere buoni livelli produttivi compensando il progressivo declino delle tartufaie naturali.

La tartuficoltura promuove l'iniziativa di numerosi imprenditori nel campo turistico alberghiero, della ristorazione e industriale. Numerose aziende confezionatrici di piccole dimensioni operano nel territorio nazionale contribuendo a valorizzare il prodotto locale e a produrre "ricchezza" in ambito regionale.

Per quanto sopra esposto e in considerazione del fatto che la richiesta mondiale di tartufi è in aumento negli ultimi anni, è importante che Regioni come l'Umbria, che hanno l'immensa fortuna di vedere crescere tartufi di alto pregio nel proprio territorio, si attivino senza indugio per sostenere lo sviluppo della tartuficoltura con idonei interventi.

Il problema è comunque di vaste proporzioni per cui si richiede l'impegno di tutti gli operatori del settore ad ogni livello, scientifico, sperimentale, commerciale e culturale.

Il "Gruppo Europeo Tartufi" (G.E.T.) costituito dalle Associazioni di tartufai italiani, francesi e spagnoli, fondato da J. C. Savignac nel 1999, intende rilanciare la produzione dei tartufi attraverso il miglioramento delle tartufaie naturali, lo sviluppo della moderna tartuficoltura e promuovendo la sperimentazione in laboratorio e sul campo, in un quadro coordinato sovranazionale.

Ringraziamenti

Gli Autori ringraziano tutti coloro che hanno fornito supporto alla realizzazione di questo libro:

- gli ultimi due Assessori Regionali all'Agricoltura, Foreste, Caccia e Pesca, il Dr. G. BOCCI e il Prof. C. LIVIANTONI;
- i Funzionari dell'Ufficio Foreste della Regione Umbria: Dr. A. GIUSTI, Dr. S. ZAMPI, Dr. A. TASCHINI e la dr.ssa E. GIOVAGNOTTI.
- il Direttore del Dipartimento di Biologia Vegetale e Biotecnologie Agroambientali e Zootecniche dell'Università di Perugia, Prof. M. FALCINELLI.

Gli Autori di alcuni capitoli.

Sergio	ARCIONI	Francesco	PAOLOCCI
Roberto	COLACICCHI	Claudia	RICCIONI
Daniela	GIGANTE	Andrea	RUBINI
Domenico	MANNA	Roberto	VENANZONI

Altri collaboratori per il loro contributo di materiali, informazioni e consigli.

Paola	ANGELINI	Danilo	LAURENTI
Marisa	ANTONIELLI	Angelo	LECCESE
Mattia	BENCIVENGA	Germano	MARINCONZ
Antonella	BRANCADORO	Giuseppe	MATTEINI
Emma	BRICCHI	Paolo	MENICHINI
Leonardo	BACIARELLI-FALINI	Gianfranco	MINCIGRUCCI
Renzo	CAIELLO	Arcangelo	MONETA
Rolando	CALANDRA	Enzo	PAOLONI
Gabriel	CALLOT	Agnes	PARGUEY-LEDUC
Abramo	CANOLLA	Maria Elena	ROSSO DI VITA
Gerard	CHEVALIER	Pierre	SOURZAT
Roberto	COLI	Giulio	TINE'
Claudio	DEL PRINCIPE	Viola	TINE'
Manlio	DIOSI	Augusto	TOCCI
Domizia	DONNINI	Bruno	URBANI
Antonio	FANCELLI	Olga	URBANI
Francesco	FRATONI	Paolo	URBANI
Francesco	FRINGUELLI	Domenico	VINCENTI
Lino	FUNARI	Il CNR – Istituto di Genetica Vegetale, Sez. di Perugia	
Lorenza	GIANNONI	Il Servizio Veterinario della ASL di Terni	
Marino	GIOVANI	La Biblioteca Centrale di Spoleto	
Orlando	GRANETTI	ABart di Terni	
Jaques	GUIMBERTEAU	Il Centro di Microscopia elettronica dell'Università di Perugia	
Marie C.	JANEX - FAVRE	Il Comitato Scientifico e il Direttivo del Gruppo Micologico Ternano	

Un grazie speciale a Massimo BELLINI per la sua assidua collaborazione in laboratorio e al computer.

Gli Autori ringraziano la tipografia UMBRIAGRAF di Terni per la qualificata assistenza tecnica fornitaci.

Glossario

Abrupto - Di orizzonte che improvvisamente appare netto e chiaro.

Acido - Si riferisce ad un substrato, p. es. terreno, con pH inferiore a 6,0.

Acidofilo - Organismo che preferisce vivere in un substrato acido (acqua, terreno ecc.).

Aculeato - Struttura, p. es. spora, munita esternamente di aculei.

Aculeo - Sporgenza appuntita, di varia lunghezza, generalmente corta, presente sulla superficie di spore o di altre strutture.

ADN(o DNA) - Acido desossiribonucleico,macromolecola nella quale è contenuta l'informazione genetica; è costituito da una serie di nucleotidi ciascuno dei quali è formato da tre sostanze, uno zucchero semplice a 5 atomi di carbonio (desossiribosio) una base purinica o pirimidinica e un fosfato.

AFLP - Iniziali di "Amplification Fragment Lenght Polymophismi" è il polimorfismo della lunghezza dei frammenti di amplificazione (vedi PCR).

Alcalino - Substrato, p. es. terreno, con pH superiore a 8,0 (sinonimo di basico).

Alcaloidi - Sostanze organiche azotate a reazione alcalina, presenti nel regno vegetale.

Allele - Due differenti strutture del DNA in una determinata regione del genoma.

Alveolato - Provvisto di alveoli (es. spora alveolata).

Alveolo - Cavità o depressione, presente sulla superficie di un organo, p. es. una spora; l'alveolo è delimitato da pareti dette anche muri.

Anastomosi - Collegamento o fusione tra due organi o anche tra ife fungine.

Anemofila - Pianta che disperde il polline tramite il vento.

Angiocarpo - Corpo fruttifero fungino dentro il quale si formano le spore portate dall'imenio, che rimangono al suo interno fino alla maturazione.

Angiosperme - Piante con ovuli contenuti all'interno dell'ovario e semi all'interno del frutto.

Antropico - Si riferisce all'attività dell'uomo (fattore antropico).

Aplofito - Organismo vegetale aploide. Sinonimo di gametofito.

Aploide - Nucleo con "n" cromosomi, cioè contenente una sola copia di ciascun tipo di cromosoma. Organismo aploide è quello costituito da nuclei con "n" cromosomi

Apotecio - Corpo fruttifero o sporoforo, o ascoma, di ascomiceti a forma di coppa, di dimensioni variabili da qualche mm ad alcuni centimetri.

Apparato Sporofitico - Complesso di ife dicariotiche che derivano dall'ascogonio dopo la fecondazione, che produrranno gli aschi al termine del loro sviluppo.

Arboreo - Formazione di alberi che si sviluppa su praterie abbandonate.

Arbusto - Pianta legnosa perenne, generalmente di altezza inferiore a 7 metri.

Areale - In biogeografia è la porzione di territorio al cui interno è presente una specie.

Areola - Piccola superficie di un organo delimitata da un leggero solco (es. Peridio areolato).

Argilla - Costituente del terreno (silicato doppio di alluminio e potassio). Nell'analisi granulometrica del terreno, è il materiale formato da particelle con diametro inferiore a mm 0,002.

ARN(o RNA) - Acido ribonucleico con struttura simile al DNA, ma contenente lo zucchero ribosio al posto del desossiribosio.

Asco - Cellula di forma globosa o allungata, all'interno della quale hanno luogo tre fenomeni: fusione di due nuclei aploidi di polarità sessuale opposta con formazione di un nucleo diploide; divisione meiotica di detto nucleo con formazione di nuclei aploidi; differenziazione di spore, ovviamente aploidi.

Ascocarpo - Corpo fruttifero di ascomiceti di varia forma e grandezza (apotecio, peritecio, cleistotecio).

Ascogonio - Gametangio femminile degli ascomiceti (contenente nuclei aploidi) di forma arrotondata o allungata (filamento ascogoniale) , munito di una appendice filiforme, il Tricogino.

Ascoma - Corpo fruttifero degli ascomiceti (sinonimo di ascocarpo).

Ascomicete - Fungo con ife settate che produce aschi e ascospore.

Ascospora - Spora che si forma all'interno degli aschi.

Ascosporogenesi - Serie di processi di formazione delle ascospore all'interno degli aschi.

Asessuale - Tipo di riproduzione, detta anche vegetativa, in quanto si realizza per mezzo di porzioni di individuo (p. es. talea, conidi ecc.), senza l'intervento di gameti.

Associazione vegetale - Unità di base della Fitosociologia. È una comunità vegetale caratterizzata da una particolare composizione floristica (specie caratteristiche o differenziali proprie, o una combinazione specifica caratteristica) e da caratteristiche ecologiche, biogeografiche, successionali, storiche e antropiche proprie.

Autofagia - Fenomeno per cui un organismo o una cellula, si nutrono di una parte del proprio corpo.

Autotrofo - Organismo capace di vivere in un substrato minerale e di procurarsi gli zuccheri attraverso la fotosintesi clorofilliana.

Axerico - Ambiente con una buona umidità

Basico - Substrato, p. es. terreno, con pH superiore a 8,0 (sinonimo di alcalino).

Batteri - Microrganismi unicellulari procarioti.

Biocenosi - Insieme di organismi viventi (fitocenosi e zoocenosi) che occupano un biotopo.

Biotico - Relativo alla vita.

Biotopo - Insieme di fattori fisici che consentono l'insediamento di una associazione o di un ecosistema in un determinato spazio (area o spazio occupato da biocenosi).

Brûlè - Superficie del suolo in cui la vegetazione erbacea è distrutta dal micelio del tartufo connesso alle ectomicorrize delle piante simbionti. È detta anche area bruciata o cava.

Caducifolia - Pianta legnosa che cambia le foglie con ciclicità annuale.

Calcicola - Specie che vive esclusivamente in terreni ricchi di calcio.

Calcifuga - Specie che vive male in presenza di calcio.

CAPS - Iniziali di Cleaved Amplified Polymorphic Sequenze. Digestione di prodotto di amplificazione. Un frammento di DNA genomico amplificato è digerito con enzimi di restrizione; successivamente il polimorfismo della lunghezza dei frammenti ottenuti, è evidenziato mediante l'elettroforesi.

Cariocinesi - Divisione del nucleo con formazione di due nuclei identici tra loro e al nucleo che ha subito la cariocinesi.

Cariogamia - Fusione di due nuclei di sessualità diversa al momento della fecondazione (negli Ascomiceti ha luogo all'interno degli aschi).

Carpoforo - Corpo fruttifero o sporoforo dei funghi (Ascomiceti e Basidiomiceti), destinato a produrre spore.

Carpogenesi - Processo di inizio della formazione di corpi fruttiferi.

Cava - È la superficie del terreno sotto il quale maturano i tartufi.

Ceduo - Bosco soggetto a taglio periodico. Il governo a ceduo si basa sulla ricostituzione delle parti aeree del bosco, mediante polloni emessi dalle gemme presenti sulle ceppaie.

Cellula - È l'unità morfologica e funzionale di tutti gli esseri viventi, che possono essere costituiti da una sola cellula (organismi unicellulari come per es. i lieviti), o da più cellule (organismi pluricellulari come p. es. gli ascomiceti filamentosi).

Cellulosa - Polisaccaride (zucchero complesso) costituito da circa 15.000 molecole di glucosio legate tra loro in catene lineari, non ramificate.

Cenosi - Complesso delle specie animali e/o vegetali.

Cenozoica - Era Terziaria che segue il Mesozoico o Era secondaria.

Chitina - Sostanza simile agli zuccheri contenente azoto, facente parte della parete delle ife fungine negli ascomiceti e nei basidiomiceti.

Cistidio - Ifa o parte terminale di un'ifa sterile, di varia forma, semplice o ramificata, presente in varie parti di corpi fruttiferi o sul mantello fungino delle ectomicorrize di alcune specie.

Citoplasma - Parte fondamentale della cellula.

Clavato - A forma di clava con estremità arrotondata.

Clima - Sintesi statistica dei parametri atmosferici (temperatura, precipitazioni, umidità, pressione, venti,) che interessano un territorio per un periodo di tempo sufficientemente lungo e da cui dipende la vita delle piante e degli animali.

Climax - Raggruppamento vegetale per lo più boschivo o forestale, che rappresenta l'ultimo stadio evolutivo di una serie di vegetazione, in equilibrio stabile con l'ambiente.

Clone - Insieme di individui provenienti, tramite riproduzione vegetativa, da un unico individuo iniziale, per cui risultano geneticamente identici.

Clorosi - Disfunzione nutrizionale che si manifesta con l'ingiallimento delle foglie; è comune nelle piante che vivono in terreni ricchi di calcare, pur non tollerando elevate percentuali di questa sostanza.

Collemboli - Piccoli insetti privi di ali, che vivono nella materia organica del suolo, contribuendo a trasformarla in *humus*.

Colluviale - Si riferisce a depositi formati da detriti grossolani e fini, accumulati ai piedi di un versante.

Complesso adsorbente - È costituito da argilla e da *humus* capaci di trattenere ioni (fosfato, potassio, calcio etc.) e di scambiarli con la soluzione circolante del suolo.

Comunità vegetale - Insieme più o meno omogeneo di piante appartenenti a entità tassonomiche diverse, che coesistono in un determinato biotopo. È sinonimo di fitocenosi.

Conidio - Entità unicellulare o pluricellulare che interviene nella riproduzione vegetativa o asessuale.

Coriaceo - Per indicare la consistenza del cuoio (p. es. foglie coriacee).

Cretaceo - Periodo geologico della fine dell'Era Secondaria, caratterizzato da formazioni di gesso.

Cromosoma - Organello granulare o filamentoso, costituito dalle catene del DNA e da particolari proteine; è la sede dei caratteri ereditari della cellula.

Deciduo - Bosco in cui gli alberi perdono le foglie entrando in fase di quiescenza nella stagione invernale.

Dicarion - Coppia di nuclei con polarità sessuale opposta, che si dividono in modo simultaneo.

Dicariotica - Cellula o ifa, contenente uno o più dicarion.

Dicotomico - Si dice di un ramo o una piccola radice, che accrescendosi si dividono in due parti uguali per forma e lunghezza.

Diploide - Nucleo, cellula o organismo con un numero doppio (2n) di cromosomi.

Echinulato - Provvisto di piccoli aculei (p. es. spora echinulata).

Ecologia - Scienza che studia gli ecosistemi e quindi le relazioni esistenti tra gli organismi che formano le biocenosi e l'ambiente in cui si sviluppano (biotopo).

Ecosistema - Sistema biologico aperto e autoregolato formato dall'insieme delle comunità di organismi viventi (fitocenosi e zoocenosi) che vivono in un biotopo e dai processi funzionali delle loro interazioni (ecofunzioni).

Ecotipo - Popolazione all'interno di una specie con caratteristiche morfologiche e fisiologiche strettamente connesse a determinati fattori ambientali, ereditabili anche in ambienti differenti da quello in cui è avvenuta la selezione naturale dell'ecotipo.

Ectoendomicorriza - Micorrize con mantello fungino, reticolo di Hartig e ife (intracellulari), che penetrano nelle cellule degli strati più esterni della radichetta.

Ectomicorriza - Micorriza costituita da un mantello fungino o micoclena, formato da un intreccio di ife, per lo più molto denso, che avvolge l'apice radicale, e da ife che penetrano negli spazi intercellulari dei primi strati di cellule della radichetta, formando il reticolo di Hartig.

Edafico - Che si riferisce al suolo. Fattori edafici sono le condizioni fisiche e chimiche del terreno, che hanno influenza sullo sviluppo delle piante.

Eliofilo - Che cresce bene in ambienti soleggiati.

Ellittico - Con il profilo di una ellisse.

Eluviazione - Mobilizzazione e conseguente traslocazione di materiali solubili e colloidali da una parte all'altra all'interno di un profilo.

Emicellulose - Sostanze complesse del gruppo dei polisaccaridi, costituite da zuccheri semplici ed acidi organici (es. xilano, arabano, mannano, ecc.)

Endemica - Specie con areale circoscritto ad un territorio generalmente di estensione limitata.

Endoderma - Strato di cellule che delimita e avvolge il sistema conduttore della radice o cilindro centrale.

Endomicorriza - Apice radicale colonizzato da ife che penetrano all'interno delle cellule del rizoderma e della corteccia primaria; è priva di micoclena e di reticolo di Hartig.

Enzima - Complessa molecola proteica che interviene nella trasformazione delle sostanze (es. amilasi: scinde l'amido in glucosio).

Epigeo - Che si sviluppa al di sopra della superficie del terreno (è il contrario di ipogeo).

Episporio - È lo strato più esterno della parete della spora, che può presentare ornamentazioni differenti nelle varie specie.

Esosporio - Strato esterno della parete della spora, spesso munito di ornamentazioni (sinonimo: episporio)

Eterotallismo - Fenomeno per cui i due sessi sono portati separatamente da individui aploidi diversi. La terminologia si applica ai gametofiti o aplofiti ed è valida per i funghi e per tutti i vegetali.

Eterotrofo - Organismo incapace di produrre zuccheri tramite la fotosintesi, essendo privo di pigmenti clorofilliani.

Eterozigote - Organismo che presenta per un determinato "locus" due alleli differenti.

Eucarioti - Gruppo di organismi le cui cellule contengono un nucleo ben differenziato;appartengono agli eucarioti i funghi, le alghe, le piante terrestri e gli animali.

Fenoli - Sostanze organiche presenti nel regno vegetale dotate spesso di azione antimicotica.

Fitocenosi - Vedi Comunità vegetale, di cui è sinonimo.

Fitosociologia - Scienza ecologica che studia le biocenesi dal punto di vista botanico. Si occupa delle comunità vegetali, delle loro relazioni con l'ambiente e dei processi temporali che le modificano. Si avvale di un metodo induttivo e statistico, basato sul rilievo fitosociologico della vegetazione ed ha come obiettivo la creazione di un sistema gerarchico di cui l'associazione rappresenta l'unità di base.

Fotosintesi clorofilliana - Processo fisiologico attraverso il quale gli organismi con clorofilla producono zuccheri, utilizzando biossido di carbonio, acqua ed energia luminosa.

Flora - Insieme delle specie vegetali presenti in un determinato territorio.

Frutice - Vedi arbusto

Fungicida sistemico - Fungicida che entra in circolazione con la linfa diffondendosi nell'intera pianta.

Fustaia - Popolamento forestale in cui la rinnovazione del soprassuolo si basa su piante nate da seme.

Galattani - Zuccheri complessi costituiti da un elevato numero di molecole di galattosio.

Galla - Organo di varia forma, generato dalla proliferazione cellulare a seguito di una puntura di insetto.

Gametangio - Cellula che contiene gameti ben differenziati o nuclei gametici.

Gametangiogamia - Fecondazione che si realizza con la fusione di due gametangi di sesso opposto, contenenti nuclei gamici.

Gamete - Cellula specializzata per la riproduzione sessuale; due gameti di sesso opposto si uniscono per formare lo zigote.

Gametofito - Organismo vegetale, generalmente aploide, che prende origine dalla germinazione di una spora e produce generalmente gametangi e gameti.

Gametogamia - Forma di riproduzione sessuata, della maggior parte di organismi unicellulari e pluricellulari e delle piante. Consiste nella unione di due cellule riproduttive maschili e femminili (gameti).

Gariga - Formazione basso arbustiva a dominanza di camefite, tipica delle regioni a clima mediterraneo e submediterraneo, ad ecologia termo-xerofila, generalmente ubicata su substrati ad elevata pietrosità o rocciosità.

Genere - Categoria tassonomica comprendente specie tra loro simili (p. es. genere *Tuber*)

Genoma - Complesso dei geni di un individuo.

Genotipo - È l'insieme di fattori ereditari di un individuo, di una specie o di un gruppo ben definito di individui.

Gimnosperme - Piante con ovuli e semi nudi, cioè non contenuti entro una cavità (ovario). Sono gimnosperme le Conifere come gli abeti, i pini, i cipressi, i ginepri ecc..

Giurassico - Periodo dell'Era secondaria, compreso tra il Trias e il Cretaceo, caratterizzato da imponenti depositi di calcare (calcari duri, calcari marnosi), la cui durata va dai 170 ai 140 milioni di anni fa.

Glabro - Superficie priva di ornamentazioni (peli, fibrille ecc.).

Gleba - È la parte interna dei carpofori fruttiferi, detti angiocarpi, di funghi ipogei (per es. i tartufi) e dei Gasteromiceti (p. es. le vescie), nelle quali vi sono zone sterili e zone fertili dove maturano le spore.

Glicogeno - Polisaccaride, simile all'amido, che costituisce la tipica riserva di zuccheri nelle cellule fungine ed animali.

Glicoproteine - Sostanze costituite da proteine e zuccheri.

Glucosio - Zucchero semplice con 6 atomi di carbonio, che entra nella composizione di numerosi zuccheri composti (amido, cellulosa, ecc.).

Habitat - È l'insieme delle condizioni ecologiche in cui vive un organismo (pianta, fungo ecc.).

Humus - Complesso di sostanze organiche provenienti dai processi di decomposizione di materiali di origine vegetale o animale, ad opera di batteri e funghi.

Idnologia - Scienza che studia i funghi ipogei.

Ifa - Filamento tubulare, sottile, semplice o ramificato, costituito da una sola cellula plurinucleata (p. es. Zigomiceti), o da una serie di cellule uninucleate, o con dicarion quando le ife sono settate come negli Ascomiceti e nei Basidiomiceti.

Ifa ascogena - Ifa che dà origine agli aschi.

Ifenchima - Intreccio di ife più o meno denso, con l'aspetto di un tessuto.

Illuviazione - Accumulo di materiali eluviati e immobilizzazione in un determinato orizzonte.

Imenio - È la parte fertile degli sporocarpi costituita da uno strato di aschi o di basidi disposti a palizzata ed alternati di frequente ad ife sterili (parafisi, cistidi).

Inoculo - È un insieme di cellule per introdurre un microrganismo in un mezzo determinato.

Interfecondi - Organismi capaci di incrociarsi con altri individui della stessa specie.

In vitro - Operazione realizzata in provetta o in altro contenitore di vetro. Le colture di micelio e la propagazione di piante tartufigene si realizzano "*in vitro*" e quindi in condizioni di sterilità assoluta.

Ipogeo - Che si sviluppa sotto la superficie della terra (è il contrario di epigeo).

Isoenzima - Enzima che ha la stessa funzione, ma presenta una struttura biochimica differente.

Lettiera - Insieme di resti vegetali, principalmente di foglie, che cadono sul terreno dei boschi e delle foreste.

Lias - È un sottoperiodo inferiore del Giurassico.

Lignina - Sostanza complessa, costituita da fenoli differenti, che conferisce una forte resistenza meccanica alle pareti cellulari del legno e di tessuti specializzati come gli sclerenchimi.

Limo - Componente del terreno costituito da finissime particelle con diametro compreso tra 0,002 e 0,02 mm.

Lipidi - È sinonimo di "grassi"; sono esteri di acidi grassi con alcoli e sono diffusi in tutti gli organismi, vegetali ed animali.

Lisergico (Acido) - Acido organico aromatico, prodotto da alcuni funghi, con azione allucinogena.

Locus microsatellite - Sequenza di DNA caratterizzato dalla ripetizione di un gruppo di basi (da 1 a 5 basi).

Macchia - Formazione arbustiva densa, di difficile accesso, in cui predominano gli arbusti sempreverdi.

Mannani - Zuccheri complessi costituiti da un elevato numero di molecole di mannosio.

Meiosi - È un processo che consta di due divisioni successive di un nucleo diploide (con 2 n cromosomi) che termina con la formazione di quattro nuclei aploidi (con n cromosomi) geneticamente diversi tra loro; ha luogo soltanto in particolari cellule del ciclo vitale degli organismi e precede la formazione delle spore negli ascomiceti filamentosi, nei basidiomiceti e in tutte le piante terrestri.

Meiospore - Spore che si formano dopo la meiosi.

Meristema - È costituito da una o più cellule variamente organizzate, capaci di dividersi per consentire l'accrescimento degli organi di una pianta (meristemi apicali ed intercalari, primari e secondari.).

Mesofauna - Fauna che vive nel suolo, costituita da organismi di piccole dimensioni, da mm 0,1 ad 1 cm circa, come gli artropodi inferiori (Acari) e collemboli.

Mesofilo - Organismo che vive bene in situazioni ambientali medie rispetto agli estremi dei singoli fattori (umidità etc.).

Micelio - Apparato vegetativo dei funghi, formato da un complesso di ife variamente intrecciate tra loro.

Micelio primario - È il micelio formato da ife aploidi derivate dalla germinazione delle spore meiotiche.

Micelio secondario - È un micelio formato da ife dicariotiche derivate da processi gamici (p. es. coniugazione di ife aploidi del micelio primario di segno sessuale opposto).

Micoclena - Mantello fungino delle ectomicorrize che avvolge gli apici radicali.

Micofago - Organismo che si nutre di funghi.

Micoflora - Insieme dei funghi di una determinata zona.

Micorriza - Apice radicale strettamente associato al micelio di un fungo.

Micorrizazione - Processo naturale o artificiale di formazione di micorrize, a seguito dell'incontro di apici radicali di una pianta con il micelio di determinate specie.

Micorrizogeno - Fungo capace di associarsi ad un apice radicale per formare una micorriza.

Microclima - È il clima locale legato all'*habitat*.

Microfauna - Fauna del suolo costituita da organismi microscopici, lunghi da mm 0,01 a 0,2.

Mineralizzazione - Trasformazione della materia organica di origine vegetale ed animale, in sostanze minerali solubili e in sostanze gassose, ad opera di organismi decompositori come i Batteri e i Funghi.

Miocene - Periodo geologico dell'Era terziaria.

Mitosi - Processo che comporta la divisione di una cellula in due cellule figlie, a seguito della divisione del suo nucleo (cariocinesi), in due nuclei distinti geneticamente uguali.

Monopodiale pennato - Tipo di ramificazione delle micorrize, caratterizzato da un asse principale sul quale si inseriscono branche laterali più corte dell'asse, disposte su un piano.

µm - Micrometro=millesimo di millimetro.

Nematode - Tipo di invertebrato vermiforme di piccolissime dimensioni, a simmetria bilaterale, privo di apparato respiratorio e circolatorio. È ricoperto di chitina ed ha un apparato boccale munito di uno stiletto con il quale perfora le cellule per estrarne il citoplasma.

Neozoica (Era) - Uguale a Era Quaternaria.

Nomenclatura - Complesso di regole che sono alla base della tassonomia, stabilite nel congresso di Seattle nel 1969 e successivamente nel congresso di Sydney del 1981, (vedi codice internazionale di nomenclatura botanica).

Ocraceo - Colore giallo sporco, tendente al rossastro e brunastro.

Olocene - È il secondo periodo dell'Era quaternaria, detto anche Attuale, il cui inizio risale a circa 20.000 anni fa.

Omotallismo - Fenomeno per cui in uno stesso individuo sono presenti le due tendenze sessuali, che possono manifestarsi con la produzione di strutture fertili (gametangi) dei due sessi. La terminologia si applica ai gametofiti o aplofiti dei funghi e dei vegetali; non è sempre presente.

Omozigote - Individuo che possiede per un determinato carattere, due geni uguali.

Ornamentazioni - Microstrutture di vario tipo, generalmente in rilievo, che si trovano sulla superficie esterna delle spore (aculei, venature, reticoli etc.).

Osmosi - Fenomeno per cui due liquidi si diffondono l'uno nell'altro attraverso una membrana separatoria detta semipermeabile o permeabile ai due mezzi.

Ostiolo - Apertura apicale di un ascoma o ascocarpo.

Ovario - Parte inferiore del pistillo contenente gli ovuli.

Papilla - Piccola protuberanza arrotondata, alla superficie di un organo.

Parafisi - Elemento sterile che si alterna agli aschi nell'imenio ascoforo di molti ascomiceti.

Parassita - Organismo che si nutre di sostanze organiche prelevate da un altro essere vivente, che ne rimane variamente danneggiato.

Parenchima - Tessuto costituito da cellule vive con funzioni diverse (clorofilliana, di riserva etc.) collegate tra di loro in tutte le direzioni.

PCR - Iniziali di Polymerase Chain Reaction (= reazione di polimerizzazione in catena). È l'amplificazione *in vitro*, di una sequenza di DNA, a partire da una coppia di pezzetti di oligonucleotidi specifici, realizzata mediante un enzima, la DNA polimerasi.

PCR - RFLP - È la stessa cosa di CAPS cioè: digestione di prodotto di amplificazione. Un frammento di DNA genomico amplificato e digerito con enzimi di restrizione; successivamente il polimorfismo della lunghezza dei frammenti ottenuti, è evidenziato mediante l'elettroforesi.

Pectine - Complesse sostanze organiche prive di azoto, che entrano nella costituzione della parete cellulare dei vegetali.

Pedoclimatico - L'insieme dei fattori pedologici e climatici di una determinata zona.

Pedogenesi - L'insieme dei processi che determinano la formazione dei suoli.

Pedologia - È la scienza che studia il suolo.

Peridio - Parete esterna dei corpi fruttiferi o ascomi, costituita da un intreccio molto denso di ife.

Perisporio - Strato esterno della parete della spora, spesso munito di ornamentazioni (sinonimo: esosporio).

Peritecio - Ascoma a forma di fiaschetto munito di ostiolo (apertura apicale) con gli aschi situati nella parte basale interna della struttura.

pH - Potenziale in Idrogeno (H). I valori di pH oscillano da 0 a 14 e il valore "7" rappresenta il punto neutro. Valori da 7 a 8 sono definiti subalcalini, i valori superiori a 8 sono alcalini; i valori da 7 a 6 sono definiti subacidi, acidi sono quelli inferiori a 6.

Pigmento - Sostanza che conferisce una colorazione a varie parti della cellula.

Pioniera - Pianta in grado di insediarsi su un substrato nudo, privo di vegetazione.

Plasmalemma - Membrana costituita da un duplice strato che delimita all'estero il citoplasma (si chiama anche membrana plasmatica).

Plasmodesma - Poro microscopico che mette in comunicazione i citoplasmi di due cellule contigue.

Plasmogamia - Fusione dei citoplasmi di due cellule sessuate o che si comportano come tali; non sempre è seguita dalla fusione dei nuclei.

Plastidio - Organulo cellulare delimitato da una duplice membrana plasmatica, nel quale hanno luogo specifiche funzioni fisiologiche (es. cloroplasto: contiene pigmenti ed enzimi per realizzare la funzione clorofilliana; amiloplasto: accumula riserve nutritive costituite da amido secondario).

Plectenchima - Ifenchima in cui le ife sono intrecciate e anastomizzate tra loro in tutte le direzioni.

Pleistocene - È il primo periodo dell'Era quaternaria.

Plurinucleato - Che contiene più di un solo nucleo.

Polimorfismo elettroforetico - Polimorfismo dei frammenti di DNA, evidenziato mediante elettroforesi su gel di agarosio.

Polimorfismo enzimatico - Proprietà degli enzimi di presentarsi sotto diverse forme.

Polimorfismo molecolare - Differenze tra organismi dovute alla variabilità delle sequenze del DNA.

Polisaccaridi - Sostanze zuccherine formate dalla condensazione di molecole di zuccheri semplici (l'amido e la cellulosa sono polisaccaridi).

Polloni - Fusti che hanno origine in seguito alla ceduazione del bosco, da gemme che possono preesistere sulle ceppaie (gemme preventizie) o che si

formano in corrispondenza dei calli cicatriziali (gemme avventizie).

ppm - Significa " parte per milione", ovvero milligrammo per chilogrammo (mg/kg).

Primaria (Era) - Uguale a Era Paleozoica; è l'Era che segue il Precambiano ed ha una durata di oltre 300 milioni di anni.

Primordio - Stadio iniziale di formazione di una struttura complessa (p. es. di un corpo fruttifero).

Procarioti - Organismi unicellulari, i più arcaici che si conoscano, privi di un nucleo tipico (batteri e cianobatteri o alghe azzurre).

Profilo - Sezione verticale del suolo comprendente gli orizzonti genetici, gli strati organici superficiali, la roccia madre o gli altri strati sotto il *solum* che influenzano la genesi e le caratteristiche del suolo.

Propagulo - Termine generico per indicare qualsiasi parte di fungo (micelio, conidi, spore etc.) che ne assicuri la diffusione nell'ambiente.

Prosenchima - Ifenchima costituito da ife prevalentemente disposte in modo parallelo tra loro.

Pseudoparenchima - Ifenchima costituito da un denso intreccio di ife, formate da cortissimi articoli (cellule), collegate tra loro soltanto in una direzione. In sezione uno pseudoparenchima ha l'aspetto di un parenchima.

Pubescente - Coperto da una corta e fitta peluria.

Quaternaria (Era) - È l'ultima Era geologica di durata inferiore ai tre milioni di anni.

RAPD - Iniziali di Random-Amplified-Polymorphyc DNA (DNA polimorfo amplificato a caso). Amplificazione per PRC di frammenti di DNA, utilizzando un frammento di 10 basi a caso.

Rendzina - Tipo di suolo che si forma su una roccia calcarea, caratterizzato da scarsa lettiera, *humus* saturato con il calcio, grumoso e ricco di frammenti di roccia.

Reticolo di Hartig - Dal nome del micologo tedesco che ha scoperto detta struttura in forma di reticolo, costituita da ife che avvolgono le cellule dei primi strati esterni delle radichette nelle ectomicorrize.

RFLP - Iniziali di Restriction Fragment Length Polymorphism. Polimorfismo della lunghezza dei frammenti di restrizione, generati dall'idrolisi del DNA, effettuata da una endonucleasi di restrizione. Il polimorfismo è evidenziato dopo ibridazione di una sonda marcata su frammenti separati tramite elettroforesi su gel e trasferiti su una membrana (tecnica di Southern).

Ribosoma - Organulo intracellulare costituito da RNA e proteine; presiede alla sintesi proteica.

Riproduzione - Insieme di processi che determinano la produzione di nuovi individui.

Riproduzione asessuale o vegetativa - Riproduzione che si realizza tramite porzioni dell'individuo (p. es. conidi, talee, bulbi etc.), senza l'intervento di fenomeni gamici.

Riproduzione sessuale - Riproduzione che si realizza attraverso la fusione di cellule specializzate, i gameti (gametogamia), di gametangi (gametangiogamia) o di cellule vegetative (somatogamia).

Rizoderma - Strato superficiale delle giovani radichette.

Rizoplano - Superficie di una radice.

Saprofitismo - Modo di vivere degli organismi che si nutrono di materiale organico in via di decomposizione.

Secondaria (Era) - Uguale a Mesozoico, è l'Era che segue quella Primaria ed ha una durata di circa 15 milioni di anni.

Sempreverde - Pianta che non perde le foglie durante l'inverno e conserva la chioma sempre verde.

Serie di vegetazione - Sinonimo di *Sigmetum*, unità di base della Fitosociologia dinamica o *Sinfitosociologia*. È una unità geobotanica che esprime l'insieme di comunità vegetali o stadi che possono svilupparsi all'interno di uno spazio ecologicamente omogeneo, con le stesse potenzialità vegetali (tessella), che sono tra loro in rapporto dinamico. Include perciò tanto la vegetazione rappresentativa della tappa matura o " testa di serie", quanto le comunità iniziali che la sostituiscono.

Settato - Munito di setti o pareti (p. es. ife settate con pareti trasversali).

Sigmetum - Sinonimo di "Serie di vegetazione".

Simbionte - Organismo che vive in simbiosi con altro organismo.

Simbiosi - Associazione molto stretta tra due individui, con scambio reciproco di sostanze.

Sintassonomia - Sistematica delle comunità vegetali o Tassonomia fitosociologica. Ciascuno dei ranghi che si riconoscono al suo interno è detto *sintaxon*. L'unità di base è l'associazione, cui seguono in ordine gerarchico crescente l'alleanza, l'ordine e la classe.

Sintaxon - Unità sistematica di qualsiasi grado riconoscibile nella tassonomia delle comunità vegetali o "Sintassonomia".

Sistematica - Scienza che studia le differenze e le affinità tra gruppi di organismi, in vista della loro classificazione. Spesso è considerata la scienza della classificazione degli esseri viventi e fossili, che invece è compito della Tassonomia.

Somatogamia - È un tipo di riproduzione che consiste nella fusione dei citoplasmi di cellule somatiche, con tutto il loro contenuto.

Specie - Insieme di individui tra loro simili ed interfecondi; è l'unità tassonomica di base.

Spinula - Ifa corta, dritta, sottile, appuntita, presente sulla superficie di ectomicorrize e talora di ascocarpi di alcune specie.

Spora - Elemento riproduttivo dei funghi e di altri organismi.

Sporigeno - Che produce le spore.

Sporocarpo - Corpo fruttifero dei funghi che genera le spore (meiospore) in alcune parti fertili del medesimo; è sinonimo di Sporoforo.

Sporofito - Individuo con cellule diploidi, che produce le spore (meiospore).

Sporoforo - Sinonimo di Sporocarpo.

Sterile - Incapace ad assolvere a funzioni riproduttive.

Stroma - Massa fungina carnosa che può generare spore o organi fruttiferi. Nei tartufi gli stromi si formano sulle radichette lunghe e rappresentano forme di conservazione del micelio.

Subacido - Substrato con pH compreso tra 7 e 6.

Subalcalino - Substrato con pH compreso tra 7 e 8.

Submediterraneo - Con caratteristiche mediterranee attenuate.

Substrato - È il materiale sul quale, o all'interno del quale, si sviluppa un organismo.

Talea - Porzione di ramo, germoglio, foglia o radice, capace di produrre, in determinate condizioni una nuova pianta.

Tallo - Apparato vegetativo di organismi unicellulari, coloniali o anche pluricellulari, ma non ancora differenziato in fusto, foglie e radici. Nei funghi filamentosi il tallo è rappresentato dal micelio.

Tartufigena - Pianta che produce tartufi.

Tassonomia - Scienza che elabora i sistemi di classificazione degli esseri viventi e fossili, in base a determinati principi e regole di nomenclatura, istituendo le categorie tassonomiche o *taxa*, nelle quali sono inseriti i vari gruppi di organismi, tenendo presenti i loro rapporti filogenetici e il livello evolutivo raggiunto.

Taxon - Termine usato per indicare una qualsiasi categoria tassonomica (divisione, classe, famiglia, genere, specie etc.).

Tellurico - Che riguarda la terra.

Termofilo - Organismo che preferisce i climi caldi.

Terziaria (Era) - Era geologica che precede quella Quaternaria ed ha una durata di 60 milioni di anni; è caratterizzata dalla differenziazione dei mammiferi e dalla formazione delle Alpi.

Tricogino - Filamento ifale posto alla sommità dell'ascogonio, che ha la fun-

zione di collegarsi al gametangio maschile (anteridio), per consentire ai nuclei in esso contenuti, di trasferirsi all'interno dell'ascogonio ove formeranno i dicarion.

Turgore cellulare - Stato di tensione e rigidezza della parete cellulare per l'aumento di volume del citoplasma, dovuto all'assunzione di acqua.

Uncinato - Munito di strutture a forma di uncino.

Uninucleato - Che contiene un solo nucleo.

Unità di paesaggio - Porzione di territorio omogenea per quanto riguarda i fattori ecologici (clima, substrato, suolo etc.) e l'utilizzo antropico.

Varietà - Entità tassonomica di rango inferiore alla specie.

Vegetativo - È il corpo di un individuo, esclusi gli organi riproduttivi. L'aggettivo si usa anche per individuare le sue attività (p. es. riproduzione vegetativa).

Vegetazione potenziale - Comunità vegetale stabile che esisterebbe in un dato territorio come conseguenza della successione progressiva in assenza di utilizzo antropico. In pratica si considera la vegetazione potenziale come sinonimo di *climax*.

Vene esterne - Tutte le vene di colore più chiaro presenti nella gleba dei tartufi, costituite da ife sterili e lasse.

Vene interne - Sono le vene più scure presenti nella gleba dei tartufi, costituite da un ifenchima molto compatto nel quale le ife fertili maturano gli aschi, all'interno dei quali si formano le spore.

Verruche - Escrescenze sulla superficie di un organo. Nei tartufi le verruche si formano sulla superficie del peridio; hanno per lo più forma piramidale e sono larghe da 1 mm fino 10/12 mm circa, a seconda delle specie; talora sono anche appiattite.

Xerofilo - Organismo che vive bene in un ambiente secco.

Zigote - Cellula derivata dalla fusione di due gameti.

Bibliografia

ACCADEMIA SPOLETINA, 1996 - *Statuto di Spoleto del 1347.* Ed. Accademia Spoletina, Spoleto.

ACTES du 1er Congrès International de la Trufficulture, 1971. 7-8 Mai, Soûillac (Lot) Francia.

AGERER R., 1986 - Studies on Ectomycorrhizae II. Mycotaxonomy, 26: 473-492.

AGERER R., 1987-2002 - *Colour atlas of ectomycorrhizae. 1th-12th delivery.* Einhorn Verlag. Schwabisch Gmund.

AGOSTINI D., POLIDORI E., DE BELLIS R., PICCOLI G., PALMA F., POTENZA L., STOCCHI V., 2001 - *Tbf - 1 and hxk - l: cloning and characterization of two genes from* Tuber borchii *Vittad.* Atti del Vème Congrès International Science et Culture de la Truffe et des autres champignons hypoges comestibles, 4-6 mars 1999, Aix-en-Provence, France, 43-46.

AIMOLA P., AMICARELLI F., BONFIGLI A., CESARE P., COLAFARINA S., MIRANDA M., PACIONI G., RAGNELLI A., ZARIVI O., 2001 - *Analisi biochimica dello sviluppo di* Tuber. Atti del Vème Congrès International Science et Culture de la Truffe, 4-6 mars 1999, Aix-en-Provence, France, 131-133.

AINSWORTH & BISBYIS, 2001 - *Dictionary of the fungi.* CAB international.

ALBERINI M., 1993 - *I nemici del tartufo.* Atti del Convegno Internazionale sul Tartufo, L'Aquila 5-8 marzo 1992, 393-396.

ALDERTON D., 1993 - *DOGS.* Dording kindersley limited London. Trad. italiana di E. Ubiali, Libri S. p. a., Milano, 2003.

AMBRA R., MACINO G., 2000 - *Cloning and characterization of PKC - homologous genes in the truffle species* Tuber borchii *and* Tuber magnatum. FEMS Microbiol. Lett., 189(1): 45-53.

AMICARELLI F., RAGNELLI A. M., AIMOLA P., MASCIOCCO L., LANZA B., PACIONI G., MIRANDA M., 1992 - *Preliminary studies on truffle respiratory chain.;* Convegno Internazionale sul Tartufo, L'Aquila 5-8 marzo 1992. Micol. e Veget. medit., 7: 67-73.

AMICUCCI A., ROSSI I., POTENZA L., ZAMBONELLI A., AGOSTINI D., PALMA F., STOCCHI V., 1996 - *Identification of ectomycorrhizae from* Tuber *species by RFLP analysis of the ITS region.* Biotechnology letters, 18(7): 821-826.

AMICUCCI A., ROSSI I., POTENZA L., AGOSTINI D., STOCCHI V., 1997 - *Use of sequence characterised amplified region and RAPD markers in the identification of the white truffle* Tuber magnatum *Pico.* Biotechnology Techniques, 11(3): 149-154.

AMICUCCI, A., ZAMBONELLI, A., GIOMARO, G., POTENZA, L., STOCCHI, V., 1998 - *Identification of ectomycorrhizal fungi of the genus* Tuber *by species - specific ITS primers.* Molecular Ecology, 7: 273-277.

AMICUCCI A., GUIDI C., ZAMBONELLI A., POTENZA L., STOCCHI V., 2000 - *Multiplex PCR for the identification of white* Tuber species. FEMS Microbiol. Lett., 189(2): 265-269.

AMICUCCI A., GUIDI C., BERTINI L., MENOTTA M., POTENZA L., ROSSI I., STOCCHI V., 2001 - *Identification of white* Tuber *species by molecular methods.* Atti del Vème Congrès International Science et Culture de la Truffe, 4-6 mars 1999, Aix-en-Provence, France, 47-50.

AMICUCCI A., ZAMBONELLI A., GUIDI C., STOCCHI V., 2001 - *Morphological and molecular characterization of* Pulvinula constellatio *ectomycorrhizae.* FEMS Microbiol. Lett., 194(2): 121-125.

AMICUCCI A., GUIDI C., POTENZA L., STOCCHI V., 2002 - *Microsatellite primed - PCR to select molecular markers for* Tuber *species.* Biotechnol. Lett., 24(4): 263-267.

AMMINISTRAZIONE provinciale di Pesaro e Urbino, 1983. - *Funghi ipogei ed epigei.* Assessorato all'Agricoltura - Pesaro-Urbino.

ANCAIANI A., 1672 - *Commercio attivo e passivo della città di Spoleto e suo territorio.* Stamperia Giovanni Tardelli, Spoleto.

ANDREOTTI R., CASOLI V., 1968 - *Composizione chimica e tecnologia di conservazione del tartufo.* Atti del I Congresso Internazionale sul Tartufo, Spoleto, 24-25. 5, 1968, 55-66.

ANGELETTI M., LANDUCCI A., CONTINI M., BERTUCCIOLI M., 1990 - *Caratterizzazione dell'aroma del tartufo mediante l'analisi gas cromatografica dello spazio di testa.* Atti del 2° Congresso Internazionale sul Tartufo. Spoleto, 24-27 novembre 1988, 505-516.

ANGELINI P., GRANETTI B., 1994 - *Analysis of the mycorrhizae of a* Tuber magnatum *Pico bed.* Giorn. Bot. Ital., 128: 1, 49.

ANGELINI P., GRANETTI B., 1995 - *La micorrizazione di alcuni cloni micropropagati di* Populus alba *L. con* Tuber magnatum *Pico.* Giorn. Bot. Ital., 129: 161-177.

ANGELINI P., COSTAMAGNA L., CIANI M., 1998 - *Ecologia batterica di ascocarpi di* Tuber *sp. pl: individuazione di gruppi funzionali e valutazione delle capacità di metabolizzare solfiti e composti organici solforati.* Annali di Micologia ed enzimologia, 48: 59-65.

ANGELINI R., GRANETTI B., 2001 - *Individuazione e micropropagazione di alcuni cloni di* Populus alba *L. in vista della loro utilizzazione nella tartuficoltura.* Atti del Vème Congrès International Science et Culture de la Truffe, 4-6 mars 1999, Aix-en-Provence, France, 289-292.

ARBANAS D., MEHAK M., MATOSIC S., 1988 - *Submerged cultivation of mycelium of truffle* Tuber magnatum. Acta Botanica Croatica, 47: 33-40.

A. R. S. I. A., REGIONE TOSCANA, 1995 - *Ecologia delle tartufaie di tartufo bianco in Toscana.* A. R. S. I. A., Firenze.

A. R. S. I. A. 1996 - *Progetto pilota per lo sviluppo della raccolta e coltivazione dei tartufi in Toscana.* A. R. S. I. A., Firenze.

ARZONE A., 1969 - *Reperti ecologici ed etologici di* Leiodes cinnamomea *Panzer vivente su* Tuber melanosporum *Vittadini* (Coleoptera Staphylinoidea). Annali della Facoltà di Scienze Agrarie dell'Università di Torino, 5: 317-357.

ARZONE A., 1971 - *Nuovi reperti sulla biologia di* Leiodes cinnamomea *in* Tuber magnatum. Allionia, 17-121.

ASTIER J., 1998 - *Truffes blanches et noires.* Tuberaceae & Terfeziaceae. Ed. J. Astier, 127 p. Marseille.

ATTI DEL 1° CONGRESSO INTERNAZIONALE SUL TARTUFO, 1968 - Spoleto 24-25 maggio 1968 - Ente Rocca di Spoleto.

ATTI DEL 2° CONGRESSO INTERNAZIONALE SUL TARTUFO, 1990 - Spoleto 24-27 novembre 1988. Bencivenga M., Granetti B., Comunità Montana dei Monti Martani e del Serano, Spoleto.

AVERSENG R., ROUCH R., 2001 - *4 étapes de l'amélioration d'un produit au travers d'un quart de siècle de coopération entre l'I. N. R. A. et Agri - Truffe.* Atti del Vème Congrès International Science et Culture de la Truffe, 4-6 mars 1999, Aix-en-Provence, France, 293-295.

BACIARELLI FALINI L., DONNINI D., BENCIVENGA M., 2000 - *Comportamento delle piante simbionti in tartufaie coltivate di* Tuber melanosporum *Vittad.* Mic. Ital., 2: 45-53.

BACIARELLI FALINI L., BENCIVENGA M., 2002 - *Valutazione e tecniche di miglioramento di alcune tartufaie coltivate nello spoletino.* Mic. Ital., 3: 29-43.

BAGNI N., GENTILE S., MARCHI P., TRIPODI G., VANNINI G., ZANNONI D., 1997 - *Botanica.* Monduzzi Editore, Bologna.

BALESTRIERI F., MARTINI D., VIETTI MICHELINA M., 1988 - *Sulla variazione dell'aroma del* Tuber magnatum *durante il processo di conservazione.* Industrie alimentari, 27: 423-428.

BALESTRINI R., HANH MG., BONFANTE P., 1996 - *Location of cell wall components in ectomycorrhizae of* Corylus avellana *and* Tuber magnatum. Protoplasma, 191(1-2): 55-69.

BALESTRINI R., SORAGNI O., VIOTTI A., OTTONELLO S., BONFANTE P., 2000 - *Differential expression of chitin synthase III and IV MRNAS in ascomata of* Tuber borchii *Vittad.* Ungal genetics and Biology, 31: 219-232.

BARBIERI E., POTENZA L., ROSSI I., SISTI D., GIOMARO G., ROSSETTI S., BEIMFOHR C., STOCCHI V., 2000 - *Phylogenetic characterization and in situ detection of a* Cytophaga - Flexibacter - Bacteroides *phylogroup* bacterium *in* Tuber borchii *Vittad, ectomycorrhizal mycelium.* Applied and Environmental Microbiology, 66(11): 5035.

BARBIERI E., POTENZA L., ROSSI I., SISTI D., GIOMARO G., STOCCHI V., 2001 - *Novel endophytic bacteria within the* Tuber borchii *Vittad. detected by PCR.* Atti del Vème Congrès International Science et Culture de la Truffe, 4-6 mars 1999, Aix-en-Provence, France, 134-137.

BARBIERI E., POTENZA L., STOCCHI V., 2001 - *Molecular characterization of cellulosolytic - chitinolytic bacteria associated with fruitbodies of the ectomycorrhizal fungus* Tuber borchii *Vittad.* Symbiosis, 30(2-3): 123-139.

BARDET M. C., 1995 - Truffe: *les conditions de culture.* Infos, Paris, 116: 41-43.

BARDET M. C., RIOUSSET L. & G., CHEVALIER G., GANDEBOEUF D., 1995 - *Truffe de Chine ou Truffe du Périgord, comment faire la différence.* Infos-Ctifl, 115: 46-47.

BARRY D., 1992 - *Croissance et fonctionnement d'un ascocarpe au stade adulte de* Tuber melanosporum *et* Tuber aestivum. *Stude structurale des hyphes externes et approche expérimentale de leur fonction.* Thèse de Doctorat spécialité Sciences agronomiques. ENSA Montpellier, 149 pp.

BARRY D., CALLOT G., JANEX-FAVRE M. C., PARGUEY-LEDUC A., PARGNEY J. C., 1993 - *Morphologie et structure des hyphes externes observées sur le péridium des* Tuber *à écailles: évolution au cours du développement de l'ascocarpe.* Can. J. Bot., 71(4): 609-619.

BARRY D., STAUNTON S., CALLOT G., 1994 - *Mode of the absorption of water and nutrients by ascocarps of* Tuber melanosporum *and* Tuber aestivum. *A radioactive tracer technique.* Can. J. Bot., 72(3): 317-322.

BARRY D., JAILLARD B., STAUNTON S., CALLOT G., 1995 - *Translocation and metabolism of phosphate following absorption by the ascocarps of* Tuber melanosporum *and* T. aestivum. Mycol. Res., 99(2): 167-172.

BEAUCAMP B., 2001 - *Etude des corrélations entre la production de truffes* (T. uncinatum) *et les précipitations dans trois truffières naturelles de Bourgogne.* Atti del Vème Congrès International Science et Culture de la Truffe, 4-6 mars 1999, Aix-en-Provence, France, 188-190.

BECCU E., BONI C., DELOGU G., PUXEDDU M., 1994 - *Prospettive di tartuficoltura nelle aree collinari e montane della Sardegna.* Monti e Boschi, 45(5): 55-57.

BEDINI S., BAGNOLI G., SBRANA C., LEPORINI C., TOLA E., DUNNE C., D'ANDREA F., O'GARA F., NUTI MP., 1999 - *Pseudomonads isolated from within fruit bodies of* Tuber borchii *are capable of producing biological control or phytostimulatory compounds in pure culture.* Symbiosis, 26(3): 223-236.

BELLESIA F., PINETTI A., BIANCHI A., TIRILLINI B., 1996 - *Volatile compounds of the white truffle* (Tuber magnatum *Pico*) *from Middle Italy.* Flavour and Fragrance Journal, 11(4): 239-243.

BELLESIA F., PINETTI A., BIANCHI A., TIRILLINI B., 1996 - *I composti solforati dell'aroma del tartufo: loro evoluzione durante la conservazione.* Atti Soc. Nat. e Mat., Università di Modena, 127: 177-187.

BELLESIA F., BIANCHI A., PINETTI A., TIRILLINI B., 1997 - *Variazioni dei composti volatili durante la surgelazione del* Tuber magnatum *Pico.* Riv. Ital. EPPOS, 23: 41-46.

BELLESIA F., PINETTI A., BIANCHI A., TIRILLINI B., 1998 - *The volatile compounds of* Tuber uncinatum *from Middle Italy.* J. Essent. Oil Res., 10: 483-488.

BELLESIA F., PINETTI A., BIANCHI A., TIRILLINI B., 1998 - *The volatile organic compounds of black truffle* (Tuber melanosporum. *Vitt.*) *from middle Italy.* Flavour and Fragrance Journal, 13: 56-58.

BELLESIA F., PINETTI A., TIRILLINI B., BIANCHI A., 2001 - *Temperature - dependent evolution of volatile organic compounds in* Tuber borchii *from Italy.* Flavour and Fragrance Journal, 16: 1-6.

BELLESIA F., PINETTI A., TIRILLINI B., PAOLOCCI F., RUBINI A., ARCIONI S., BIANCHI A., 2002 - *The Headspace volatiles of the Asian Truffle* Tuber indicum *Cooke et Massee,* 14: 3-5.

BELLINA A., GOSTINONE C., D'ANTONIO M., PACIONI G., 1987 - *Odour composition of the summer Truffle* Tuber aestivum. Trans. Br. Mycol. Soc., 88 (4): 568-569.

BELLOLI S., BOLOGNA F., GREGORI G., ZAMBONELLI A., 2001 - *Il tartufo nero di Fragno* (Tuber uncinatum *Chatin*): *ecologia e coltivazione.* Atti del Vème Congrès International Science et Culture de la Truffe, 4-6 mars 1999, Aix-en-Provence, France, 367-371.

BENCIVENGA M., 1982 - *Alcune metodiche di micorrizazione di piante forestali con il tartufo nero pregiato di Norcia o di Spoleto* (Tuber melanosporum Vitt.). L'Informatore Agrario, 38: 21155-21163.

BENCIVENGA M., 1983 - *La tartuficoltura in Umbria: stato attuale e prospettive.* Umbria economica, 4(2): 23-27.

BENCIVENGA M., 1986 - *Le tartufaie in alcuni rimboschimenti dell'Alta Valle del Liri.* Annali della Facoltà di Agraria dell'Università di Perugia, 40: 231-257.

BENCIVENGA M., FERRARA A. M., FONTANA A., GRANETTI B., GREGORI G., LO BUE G., PALENZONA M., REBAUDENGO E., TOCCI A., ZAMBONELLI A., 1987 - *Valutazione dello stato di micorrizazione di piante tartufigene. Proposta di un metodo.* Coordinatore Prof. G. Govi. Ministero dell'Agricoltura e Foreste, 16 pp.

BENCIVENGA M., GRANETTI B., 1988 - *Ricerca comparativa delle esigenze ecologiche di* Tuber magnatum *Pico e* Tuber melanosporum *Vitt. nell'Italia centrale.* Annali della Facoltà di Agraria dell' Università di Perugia, 42: 861-872.

BENCIVENGA M., VENANZI G., DAL SAVIO D., 1988 - *Sviluppo delle piante simbionti e valutazione delle micorrize in una tartufaia di* Tuber magnatum *Pico quattro anni dopo l'impianto.* Annali della Facoltà di Agraria dell' Università di Perugia, 42: 817-828.

BENCIVENGA M., VENTURI F., RANFA A., 1988 - *Indagine preliminare sull'andamento stagionale dell'umidità e della temperatura del terreno nelle cave di* Tuber melanosporum *Vitt. e* Tuber magnatum *Pico.* Micol. e Veget. Medit., 3: 95-110.

BENCIVENGA M., GRANETTI B., 1989 - *Indagine preliminare sul conte-*

nuto in macro e microelementi nel terreno e nei carpofori di Tuber melanosporum *Vitt.* Micol. Ital., 18(3): 25-30.

BENCIVENGA M., VIGNOZZI G., 1989 - *I tartufi in Toscana.* Ed. Il Vantaggio. Firenze.

BENCIVENGA M., CALANDRA R., GRANETTI B., 1990 - *Ricerche sui terreni e sulla flora delle tartufaie naturali di* T. melanosporum *Vitt. dell'Italia centrale.* Atti del 2° Congresso Internazionale sul Tartufo, Spoleto 24-27 novembre 1988, 337-374.

BENCIVENGA M., GRANETTI B., 1990 - *Valutazione biometrica delle micorrize di* Ostrya carpinifolia *Scop. prodotte da tartufi di varie specie.* Atti del 2° Congresso Internazionale sul Tartufo, Spoleto 24-27 novembre 1988, 265-270.

BENCIVENGA M., GRANETTI B., 1990 - *Risultati produttivi di tartufaie coltivate di* Tuber melanosporum *Vitt. in Umbria.* Atti del 2° Congresso Internazionale sul Tartufo, Spoleto 24-27 novembre 1988, 312-322.

BENCIVENGA M., GRANETTI B., 1990 - *Flora, vegetazione e natura dei terreni di alcune tartufaie naturali di* Tuber magnatum *Pico dell'Italia centrale.* Atti del 2° Congresso Internazionale sul Tartufo, Spoleto, 24-27 novembre 1988, 415-431.

BENCIVENGA M., GRANETTI B., 1990 - *Analisi comparativa delle caratteristiche ecologiche di* Tuber magnatum Pico *e* Tuber melanosporum *Vitt. nell'Italia centrale.* Atti del 2° Congresso Internazionale sul Tartufo, Spoleto 24-27 novembre 1988, 433-434.

BENCIVENGA M., URBANI G., 1990 - *Comportamento in campo di alcune piante simbionti micorrizate con tartufi diversi.* Micol. e Veget. Medit., 1/2: 111-122.

BENCIVENGA M., DONNINI D., CENCI C. A., HASKO A., 1991 - *Sviluppo delle piante simbionti ed analisi delle micorrize in una tartufaia coltivata di* Tuber magnatum *Pico.* Annali della Facoltà di Agraria dell'Università di Perugia, 45: 321-328.

BENCIVENGA M., DI MASSIMO G., DONNINI D., 1991 - *Produzioni e problemi di una tartufaia coltivata di* Tuber melanosporum *Vitt.* Micol. Ital., 20(3): 129-139.

BENCIVENGA M., DI MASSIMO G., DONNINI D., 1992 - *Rapporto tra l'umidità, la temperatura del terreno e la produzione di sporocarpi in alcune tartufaie naturali di* Tuber melanosporum *Vitt.* Micol. e Veget. Medit., 7(1): 195-206.

BENCIVENGA M., DONNINI D., DI MASSIMO G., 1992 - *Analisi delle micorrize in una tartufaia coltivata di* Tuber melanosporum *Vitt. undici anni dopo l'impianto.* Micol. e Veget. medit., 7(1): 159-171.

BENCIVENGA M., 1994 - *Attuali conoscenze sull'ecologia di* Tuber magnatum *Pico e* Tuber melanosporum *Vitt.* Giorn. Bot. Ital., 128, 1: 31-48.

BENCIVENGA M., DI MASSIMO G., DONNINI D., TANFULLI M., 1995 - *Micorrize inquinanti frequenti nelle piante tartufigene. Nota 1: Inquinanti in vivaio.* Micol. Ital., 24(2): 167-178.

BENCIVENGA M., DI MASSIMO G., DONNINI D., TANFULLI M., 1995 - *Osservazioni preliminari sull'ecologia di* Tuber aestivum *Vitt. in Umbria.* Micol. Ital., 24(3): 33-50.

BENCIVENGA M., DONNINI D., TANFULLI M., GUIDUCCI M., 1995 - *Tecnica di campionamento delle radici e degli apici radicali per la valutazione delle piante micorrizate.* Micol. Ital., 24(2): 35-47.

BENCIVENGA M., URBANI G., 1996 - *Produzione di tartufo bianchetto in una tartufaia coltivata di tre anni.* L'Informatore Agrario, 52(1): 25-26.

BENCIVENGA M., VINAY M., 1996 - *Considerazioni sull'Ecologia e sulla coltivazione di* Tuber magnatum *Pico.* Quad. Bot. Ambientale Appl., 7: 87-91.

BENCIVENGA M., CALANDRA R., GIOVAGNOTTI E., RUSSI L., 1996 - *Aspetti pedologici e vegetazionali delle tartufaie di alcune specie di "tartufi minori".* Annali della Facoltà di Agraria dell'Università di Perugia, 50: 7-45.

BENCIVENGA M., 1999 - *La produzione dei tartufi nei boschi di querce caducifoglie.* Monti e Boschi, 50(2): 32-34.

BENCIVENGA M., BODO G., DONNINI D., DI MASSIMO G., TANFULLI., GIOVAGNOTTI E., BACIARELLI FALINI L., VINAY. 1999 - *Stato attuale della tartuficoltura in Umbria.* Regione dell'Umbria, Servizio programmazione Forestale, Faunistico - Venatoria ed Economia Montana.

BENCIVENGA M., DI MASSIMO G., 2000 - *Risultati produttivi di tartufaie coltivate di* Tuber melanosporum *Vittad. in Umbria.* Mic. Ital., 2: 38-44.

BENCIVENGA M., 2001 - *La tartuficoltura in Italia: problematiche e prospettive.* Atti del Vème Congrès International Science et Culture de la Truffe, 4-6 mars 1999, Aix-en-Provence, France, 27-29.

BERNICCHIA A. R., 1990 - *Polyporaceae s. l. in Italia.* Istituto di Patologia vegetale Università di Bologna.

BERTA G., FUSCONI A., 1983 - *Ascosporogenesis in* Tuber magnatum. Transactions of the British Mycological Society, 80(2): 201-207.

BERTAULT G., RAYMOND M., BERTHOMIEU A., CALLOT G., FERNANDEZ D., 1998 - *Trifling variation in truffles.* Nature, 394: 734.

BERTAULT G., ROUSSET F., FERNANDEZ D., BERTHOMIEU A., HOCHBERG M. E., CALLOT G., RAYMOND M., 2001 - Population genetics and dynamics of black truffle in a man-made truffle field. Heredity. 86: 451-458.

BERTINI L., POTENZA L., ZAMBONELLI A., AMICUCCI A., STOCCHI V., 1998 - *Restriction fragment length polymorphism species-specific patterns in the identification of white truffles.* FEMS Microbiol. Lett., 164(2): 397-401.

BERTINI L., AGOSTINI D., POTENZA L., ROSSI I., ZEPPA S., ZAMBONELLI A., STOCCHI V., 1998 - *Molecular markers for the identification of the ectomycorrhizal fungus* Tuber borchii. New Phytol., 139(3): 565-570.

BERTINI L., AMICUCCI A., AGOSTINI D., POLIDORI E., POTENZA L., GUIDI C., STOCCHI V., 1999 - *A new pair of primers designed for amplification of the ITS region in* Tuber *species.* FEMS Microbiol. Lett., 173(1): 239-245.

BERTINI L., AMICUCCI A., AGOSTINI D., POLIDORI E., POTENZA L., GUIDI C., STOCCHI V., 2001 - *Enhanced amplification of ITS region for the identification of* Tuber *species.* Atti del Vème Congrès International Science et Culture de la Truffe, 4-6 mars 1999, Aix-en-Provence, France, 51-54.

BERTO M., GREGORI G., 1991 - Individuazione di zone tartuficole nel Veneto. Dendronatura., 12(2): 55.

BIGIONI D., 2001 - *Scenario del tartufo: presente e futuro.* Atti del Vème Congrès International Science et Culture de la Truffe, 4-6 mars 1999, Aix-en-Provence, France, 30-32.

BINCOLETTO A., 1997 - *Ipogei della Lombardia sugli itinerari di C. Vittadini e 0. Mattirolo.* R. d. M. 40(4): 291-230.

BIOCCA E., PALENZONA M., FERRARA A. M., POZIO E., LA ROSA G., 1990 - *Studi sulla variabilità genetica di specie diverse del genere* Tuber. Parassitologia., 32 (suppl. 1); 17 XVI Congr. Naz. Soc. Ital. Parassitologia, Cagliari 7-11 Maggio 1990.

BIONDI E., GIGANTE D., PIGNATTELLI S., VENANZONI R., 2001 - *I boschi a* Quercus frainetto *Ten. presenti nei territori centro-meridionali della penisola italiana.* Fitosociologia, 38(2): 97-111.

BIONDI E., CALANDRA R., GIGANTE D., PIGNATTELLI S., RAMPICONI E., VENANZONI R., 2002 - *Il paesaggio vegetale della Provincia di Terni.* Provincia di Terni. Università di Perugia.

BIONDI E., GIGANTE D., PIGNATTELLI S., VENANZONI R., 2002 - I boschi del piano collinare della Provincia di Terni. Fitosociologia, 39(1): 135-160.

BIONDI E., CASAVECCHIA S., GIGANTE D., 2003 - *Contribution to the syntaxonomic knowledge of the* Quercus ilex *L.* woods of the Central European Mediterraneanbasin. Fitosociologia, 40(1): 129-156.

BONFANTE FASOLO P., 1985 - *Le micorrize.* Le Scienze.

BONI C., GREGORI G., LASIO A., PUXEDDU M., 1997 - *Primo ritrovamento in Sardegna di Tartufo nero pregiato* (Tuber melanosporum). R. d. M., 39(3): 269-274.

BONNET H., 1869 - *La Truffe. etudes sur les truffes comestibles au point de vue botanique, entomologique, forestier et commercial.* Libr. A. Delahaye, Paris, 20 éd., 1881, 144 pp.

BONNET H., 1887-1888 - *Du parasitisme des truffes.* Rev. Myc. 9: 179-185.

BONNET H., 1889 - *La truffe.* Journ. de la Soc. d'Agric. de Vaucluse.

BORNHOLZ (DE), 1827 - *Della coltivazione dei tartufi.* Milano, Tip. Pirotta.

BOSREDON A., (de) 1887 - *Manuel du trufficulteur.* D. Laporte, Périgueux.

BOSREDON A., (de) 1902 - *Almanach du trufficulteur.* Paris.

BOULANGER E., 1904 - *La culture artificielle de la Truffe.* BSMF, 20: 75-80.

BOULANGER E., 1906 - *Gérmination de la spore echinulée de la Truffe.* BSMF, 22: 138-144.

BOULLARD B., 1967 - *La systematique des mycorrhizes ectotrophes et les problemes qu'elle pose.* Proceedings 14th. IUFRO Congress. Munich, 4: 11.

BOUMAZA O., TOUTAIN F., ROUILLER J., PARGNEY J. C. 2001 - *Etude du microenvironnement de l'ascocarpe de* Tuber *mesentericum:* premiers resultats. Bulletin de l'Academie Lorraine des Sciences, v. 40.

BOURING E., 2001 - *La* T. melanosporum: *évolution des marchés et commercialisation depuis le début du siècle et son extension au siècle prochain.* Atti del Vème Congrès International Science et Culture de la Truffe, 4-6 mars 1999, Aix-en-Provence, France, 509-510.

BOUTEKRABT A., CHEVALIER G., PARGNEY J. C., DEXHEIMER J., 1990 - *Mycorhization par* Tuber melanosporum *Vitt. de vitroplants de* Quercus robur *L. et* Quercus pubescens *Willd.* Agronomie, 2: 127-132.

BRAGATO G., GARDIN L., LULLI L., PANI T., PRIMAVERA F., 1992 - *I suoli delle tartufaie naturali della zona di San Miniato (Pisa).* Monti e Boschi, 43(2): 17-24.

BRAGATO G., LULLI L., CASTRIGNANO A., BENCIVENGA M., 2001 - *Regionalization analysis of some soil factors related to* Tuber melanosporum *production in an experimental truffle bed.* Atti del Vème Congrès International Science et Culture de la Truffe, 4-6 mars 1999, Aix-en-Provence, France, 253-256.

BRANLARD G., 1985 - *Caractérisation des* Tubers *par electrolyse de leur protéines.* C. r. Colloq. Nat. sur les technologies de purification des protéines. Paris octobre 1984.

BRANZANTI M. B., ZAMBONELLI A., 1984 - *Sintesi micorrizica del* Tuber albidum *con* Pinus pinea. Micol. Ital., 2: 51-53.

BRANZANTI B., ZAMBONELLI A., 1987 - *Effetti della micorrizazione sullo sviluppo di semenzali di* Pinus pinaster. Micol. Ital., 2: 53-57.

BRANZANTI B., ZAMBONELLI A., 1988 - *Influenza della micorrizazione sullo sviluppo di semenzali di* Pinus pinea *allevati in contenitore.* Monti e boschi, 4: 53-56.

BRATEK Z., PAPP L., MERKL O., ADAM L., TAKACS V., 1992 - *Insects living in truffles.* Micologia e Vegetazione Mediterranea, VII, 1: 1003-107.

BRATEK Z., PAPP L., MERKL O., 2001 - *Beetles and flies living on truffle.* Atti del Vème Congrès International Science et Culture de la Truffe, 4-6 mars 1999, Aix-en-Provence, France, 191-192.

BRATEK Z., BAGI I., PARADI I., VIKOR J., 2001 - *Differentiation among truffle species based on habitat preferences.* Atti del Vème Congrès International Science et Culture de la Truffe, 4-6 mars 1999, Aix-en-Provence, France, 193-195.

BROWN D., 2001 - *Developing a truffle industry in Tasmania.* Atti del Vème Congrès International Science et Culture de la Truffe, 4-6 mars 1999, Aix-en-Provence, France, 331.

BRUCKMANN F. E., 1720 - *Specimen botanicum exhibens fungos subterraneos vulgo* Tubera dictos. (Helmstadii).

BRUCKMANN F. E., 1730 - *Epistola itineraria XX De* Tuberibus terrae. (Wolffenbuttelae).

BRUNI F., 1891 - *Tartufi e funghi.* Milano.

BRUNO M., BOTONDI R., CARLINI P., MASSANTINI R., MENCARELLI F., 2001 - *Use of modified atmosphere for storing fresh truffles* (Tuber aestivum Vitt.). Atti del Vème Congrès International Science et Culture de la Truffe, 4-6 mars 1999, Aix-en-Provence, France, 138-139.

BUCHOLTZ F., 1897 - *Zur Entwicklungsgeschichte der Tuberaceen.* Ber. Deut. Bot. Ges., 15: 211-226.

BULLINI L., BIOCCA E., CHEVALIER G., DUPRÉ C., FERRARA A. M., PALENZONA M., SALLICANDRO P., URBANELLI S., 1994 - *Struttura clonale di alcune specie del genere* Tuber. Giorn. Bot. Ital., 28: 51.

BULLINI L., BIOCCA E., CHEVALIER G., DUPRE C., FERRARA A. M., PALENZONA M., SALLICANDRO P., URBANELLI S., 1994 - *Use of genetic markers in the study of mycorrhizae and mycelia of the genus* Tuber. Int. Symposium on Biotechnology of ectomycorrhizae: molecular approaches, Urbino, Italie, 9-11 Nov., 1994, Abstract: 51.

CAILLAUD H., 2001 - *Semis en double rideau très haute densité d'une truffière moderne du XXIème siècle.* Atti del Vème Congrès International Science et Culture de la Truffe, 4-6 mars 1999, Aix-en-Provence, France, 372-377.

CALANDRA R., CIAPPELLONI R., LECCESE A., TRENTINI S., VINTI G., 1997 - *Land suitability researches and mapping for truffle growing in Umbria.* Annali della Facoltà di Agraria, Università di Perugia, 51: 251-258.

CALLOT G., GUYON A., 1990 - *Microstructural analysis of the truffle ascocarp/soil interface during development.* Proceedings 14th Int. Congr. of Soil Science, Kyoto, Japan, 256-261.

CALLOT G., JAILLARD B., 1996 - *Incidences des caractéristiques structurales du sous-sol sur l'entrée en production de* Tuber melanosporum *et autres champignons mycorhiziens.* Agronomie 16: 405-419.

CALLOT G., BYE P., RAYMOND M., FERNANDEZ D., PARGNEY J. C., PARGUEY-LE DUC A., JANEX-FAVRE M. C., MOUSSA R., PAGES L., 1999-*La truffe, la terre, la vie.,* Ed. INRA, Paris, 210 p.

CALLOT G., DAIGNIERES Y., FERNANDEZ D., RAYMOND M., SALDUCCI X., 2001-*Incidences du sol sur la production de truffe noire du Périgord* (T. melanosporum). Atti del Vème Congrès International Science et Culture de la Truffe, 4-6 mars 1999, Aix-en-Provence, France, 257-259.

CALLOT G., RAYMOND M., 2001-*Population genetics and dynamics of the black truffle in a man-made truffle field.* Heredity, 86(4): 451-458.

CALONGE F. D., 1990-*Taxonomy of truffles.* Atti del 2° Congr. int. sul tartufo, Spoleto, 24-27 novembre 1988, 31-35.

CAMELEYRE I., OLIVIER J. M., 1993-*Evidence for intraspecific isozyme variations among french isolates of* Tuber melanosporum *Vitt.* FEMS Microbiol. Lett., 110: 159-162.

CAMELEYRE I., 1996-*Contribution à l'étude du cycle biologique de la truffe noire du Périgord* (Tuber melanosporum *Vitt.*). *Analyse de la diversité génétique intraspécifique et recherche des gènes du type sexuel.* Thèse de doctorat, Univ. Bordeaux 2, 152 pp.

CARDONI P., VALLORANI L., CUCCHIARINI L., BETTI M., PIEROTTI C., STOCCHI V., 1995-*Biochemical characterization of Various Species of White Truffle: A Preliminary Study.* Biotechnology of Ectomycorrhizae, Molecular Approaches (Stocchi V., Bonfante P., Nuti M. eds.). Plenum Press. New York and London, 1995, 185-196.

CARTIE G., PALAZON C., DELGADO I., BARRIUSO J., 2001-*Influencia del método de inoculación, del tipo de substrato y de la procedencia de la trufa, en la micorrización de* Quercus ilex *L. por* Tuber melanosporum *Vitt., y en la supervivencia de las plantas.* Atti del Vème Congrès International Science et Culture de la Truffe, 4-6 mars 1999, Aix-en-Provence, France, 296-299.

CASTRIGNANÒ A., GOOVAERTS P., LULLI L., BRAGATO G., 2000 - *A geostatistical approach to estimate probability of occurrence of* Tuber melanosporum *in relation to some soil properties.* Geoderma, 98: 95-113.

CAVARA F., 1943 - *Funghi e tartufi.* Hoepli, Milano.

CECCAROLI P., SALTARELLI R., CESARI P., ZAMBONELLI A., STOCCHI V., 2001 - *Effects of different carboyhydrate sources on the growth of* Tuber borchii *Vittad. Mycelium strains in pure culture.* Molecular and Cellular Biochemistry, 218 (1-2): 65-70.

CECCAROLI P., SALTARELLI R., CESARI P., PIERLEONI R., SACCONI C., VALLORANI L., RUBINI P., STOCCHI C., MARTIN F., 2003 - *Carbohydrate and amino acid metabolism in* Tuber borchii *mycelium during glucose utilization:* a 13C NMR *study.* Fungal Genetics and Biology, 39: 168-175.

CERUTI A., 1960-Elaphomycetales *et* Tuberales. In: J. Bresadola, Iconographia Micologica, 28, suppl. 2, Tridenti, 100 pp.

CERUTI A., CONVERSO L., BELLANDO M., MARENGO G., 1964-*Sull'ultrastruttura dei* Tuber. Caryologia, 17(3): 519-544.

CERUTI A., 1968-*Biologia e possibilità di coltivazione dei tartufi.* Atti del 1° Congresso Internazionale sul Tartufo, Spoleto, 3-16.

CERUTI A., 1972-*Sulla tartuficoltura in relazione alla micorrizia.* Micol. Ital., 1: 11-14.

CERUTI A., 1974-*Physiologie métabolique de la symbiose, particulierment de la ectomycorhize.* Allionia, 20: 5-18.

CERUTI A., 1980-*Biologia dei tartufi.* Atti del convegno "Problemi e prospettive della tartuficoltura collinare piemontese", Alba, 19. 10. 1980.

CERUTI A., TOZZI M., 1985-*Nuove acquisizioni sulla tartuficoltura e primi dati sulla coltura dei porcini* (Boletus edulis). Annali Accad. Agricolt. Torino, 128: 25-40.

CERUTI A., 1990-*Evoluzione delle conoscenze biologiche sul genere* Tuber. Atti del 2° Congresso Internazionale sul Tartufo, Spoleto (Italy) 24-27 Novembre 1988, 1-16.

CERUTI A., 1990-*Generalità sulla biologia e coltura dei tartufi.* Atti Convegno VI Fiera del Tartufo, Casteggio Nov. 1990.

CERUTI A., FONTANA A., NOSENZO C., 2003-*Le specie europee del genere* Tuber. Una revisione storica. Regione Piemonte. Museo regionale di Scienze Naturali.

CESARI P., ZEPPA S., CECCAROLI P., POTENZA L., SALTARELLI R., CIARMELA P., GUESCINI M., STOCCHI V., 2001-*Intraspecific variability in four mycelium strains of the ectomycorrhizal fungus* Tuber borchii *Vittad.* Atti del Vème Congrès International Science et Culture de la Truffe, 4-6 mars 1999, Aix-en-Provence, France, 57-59.

CHATIN A., 1869-*La truffe. Etude des conditions générales de la production truffière.* Bou-chard Huzard, Parigi.

CHATIN A. D., 1887-*Une nouvelle espéce de truffe:* Tuber uncinatum. Bulletin Societè Mycologique de France; Deuxiéme série 9: 246-248.

CHATIN A., 1892-*Contribution nouvelle à L'histoire chimique de la truffe. Parallele entre les* Terfez *ou Kamés de l'Afrique et de l'Asie et les Truffes d'Europe sous le rapport de la composition chimique des terres et des tubercules.* C. r. Acad. Sci. Paris.

CHATIN A. D., 1892-*La truffe. Botanique de la truffe et des plantes truffières.* Ed. J. B. Baillière et Fils, Paris, 370 pp.

CHEVALIER G., POLLACSEK A., 1972-*Obtention de culture de mycélium de Truffe a partir du carpofore et des mycorhizes.* C. R. Acad. Agric. Fr., 53: 981-989.

CHEVALIER G., 1973-*Synthése axénique des mycorhizes de* Tuber brumale *Vitt. à partir de cultures pures du champignon.* Ann. Phytopathol., 5(2): 163-182.

CHEVALIER G., GRENTE J., 1973-*Propagation de la mycorhization par la Truffe a partir de racines excisées et de plants inséminateurs.* Ann. Phytopathol., 5(3): 317-318.

CHEVALIER G., GRENTE J., POLLACSEK A., 1973-*Obtention de mycorhizes de différents* Tuber *par synthèse a partir de spores en conditions gnotoxéniques et a partir de cultures pures de mycélium en conditions axéniques et gnotoxéniques.* Ann. Phytopathol., 5(1): 107-108.

CHEVALIER G., 1974-*Convergence des caractères du peridium des ascocarps et du manteau des mycorhizes chez quelques espèces de* Tuber. Ann. Phytopathol., 6(4): 492.

CHEVALIER G., GRENTE J., 1974-*Effet des mycorhizes de* Tuber *sur le developpement des différents pins.* Ann. Phytopathol., 6: 218-219.

CHEVALIER G., DESMAS C., 1975-*Synthèse axénique des mycorhizes de* Tuber melanosporum, T. uncinatum *and* T. rufum *sur* Pinus sylvestris *a partir de culture pures du champignon.* Ann. Phytopathol., 7(4): 338-339.

CHEVALIER G., MOUSAIN D., COUTEAUDIER Y., 1975-*Associations ectomycorhiziennes entre Tubéracées et Cistacées.* Ann. Phytopathol., 7(4): 355-356.

CHEVALIER G., CLEMENT A., GARBAYE J., LE TACON F., MOUSAIN D., 1976-*Calcium carbonate tolerance in coniferous trees: influence of ectomycorhizae on nitrogen metabolism and cationic nutrition.* Atti del XVI Congresso Mondiale IUFRO.

CHEVALIER G., DESMAS C., 1976-*Mycorhization par* Tuber melanosporum *de plants de* Quercus pubescens *en culture hydroponique sensu stricto.* Ann. Phytopathol., 9(4): 532.

CHEVALIER G., DESMAS C., 1977-*Synthèse des mycorhizes de* Tuber melanosporum *avec* Corylus avellana *sur gélose a partir de spores.* Ann. Phytopathol., 9(4): 531.

CHEVALIER G., DESMAS C., 1977-*Mycorhization par* Tuber melanosporum *de plants de* Quercus pubescens *en milieu fortement fertilisé.* Ann. Phytopathol., 9: 93.

CHEVALIER G., GRENTE J., 1977-*Role of man: planned dispersal of truffle fungi by movement of inoculated hosts.* Abstracts. Third North American Conference on Mycorrhizae.

CHEVALIER G., DESMAS C., FROCHOT H., RIOUSSET L., 1978-*L'espèce* Tuber aestivum *Vitt.* Définition. Mushroom Science, X, II: 957-975.

CHEVALIER G., DESMAS C., FROCHOT H., RIOUSSET L., 1978-*L'espèce* Tuber aestivum *Vitt.* Ecologie. Mushr. Sci., l: 977-993.

CHEVALIER G., GRENTE J., GARBAYE J., FERRAPY I., RODARY C., RIEDACKER A., 1978-*Mycorhization par la truffle* (Tuber melanosporum *Vitt.*) *de boutures racinees de chene rouvre* (Quercus petraea *(M.) Liebl.*). Proceedings. Symposium: physiologie des racines et symbioses. Nancy, 11-15 Septembre, 1978.

CHEVALIER G., GRENTE J., 1979-*Application pratique de la symbiose ectomycorhizienne: production a grande echelle de plante mycorhizes par la truffe* (Tuber melanosporum *Vitt.*). Mushroom Science, X(II): 483-505.

CHEVALIER G., GIRAUD M., BARDET M. C., 1982-*Interactions entre les mycorhizes de* Tuber melanosporum *et celles d'autres champignons ectomycorhiziens en sols favorables a la truffe.* Colloques de l'INRA., 13: 313-321.

CHEVALIER G., 1983-*Production de truffes à partir de plants mycorhizés selon le procédé INRA: premiers résultats.* Bull. F. N. P. T., 6: 33-50.

CHEVALIER G., 1984-*Une nouvelle méthode de production des plants mycorhizés par la truffe: l'inoculation en motte roulée Melfert.* Agronomie, 4(2): 211.

CHEVALIER G., 1985-*Synthese des mycorhizes de différents* Tuber *avec* Corylus avellana *et* Quercus pubescens *sous aerosol nutritif.* Agronomie, 5(6): 563-564.

CHEVALIER G., 1985-*La mycorhization controlée en pépinière forestière. Possibilités d'application aux conteneurs.* Revue for. fr., 37(2): 93-106.

CHEVALIER G., RIOUSSET L., 1987-*Differentes espèces de truffes se developpent en France.* Bull. Soc. Et. Sci. Nat. Vaucluse, 61-69.

CHEVALIER G., RIOUSSET L., G., DUPRE-RODARY C., 1989-*Il complesso* Tuber aestivum-Tuber uncinatum *in Europa.* Atti 2° Seminario sui funghi ipogei, Castelnovo Monti, Italie, 14-17.

CHEVALIER G., DUPRE C., 1990-*Recherche et expérimentation sur la truffe*

et la trufficulture en France. Atti del 2° Congresso Internazionale sul Tartufo, Spoleto, 24-27 novembre 1988, 157-166.

CHEVALIER G., FROCHOT H., 1990-*Ecologie et possibilitè de culture en Europe de la truffe de Bourgogne* (Tuber uncinatum *Ch.*). Atti del 2° Congresso Internazionale sul Tartufo, Spoleto, 24 27 novembre 1988, 323-330.

CHEVALIER G., POITOU N., 1990-*Facteurs conditionnants l'utilisation optimale des plants mycorhizés artificiellement par la truffe.* Atti del 2° Congresso Internazionale sul Tartufo, Spoleto, 24-27 novembre 1988, 409-413.

CHEVALIER G., POITOU N., 1990-*Study of important factors affecting the mycorrhizal development of the truffle fungus in the field using plants inoculated in nurseries.* Agriculture, Ecosystems and Environment, 28(14): 75-77.

CHEVALIER G., RIOUSSET L., RIOUSSET G., DUPRE C., 1990-*Taxonomie des truffes européennes.* Atti del 2° Congresso Internazionale sul Tartufo, Spoleto (Italy) 24-27 Novembre 1988, 37-44.

CHEVALIER G., 1994-*Evolution des recherches sur les plants mycorhizes par la truffe et perspectives de developpement.* Giorn. Bot. Ital., 128: 7-17.

CHEVALIER G., RIOUSSET L., G., DUPRE C., GANDEBOEUF D., 1994-Tuber uncinatum *Chat. et* T. aestivum *Vitt., espèces différentes ou simples variétés de la méme espèce ?* Doc. mycol., 24 (95): 17-20.

CHEVALIER G., RIOUSSET L., 1995-*Truffes de Chin: quelle truffe ?* Tuber himalayense *ou* Tuber indicum ? Le Trufficulteur Fr., 11: 13-14.

CHEVALIER G., 1996-*Le chéne blanc et le chéne vert, essences truffières par excellence.* Forét méd., 17(3): 235-242.

CHEVALIER G., FROCHOT H., 1997-*La Truffe de Bourgogne* (Tuber uncinatum *Chatin*). Ed. Pétrarque. Levallois-Perret, cedex, France, 257 pp.

CHEVALIER G., 2001-*Du congrès des Spoleto à celui d'Aix-en-Provence: les avancées en matière de recherches sur la truffe et la trufficulture en France.* Atti del Vème Congrès International Science et Culture de la Truffe, 4-6 mars 1999, Aix-en-Provence, France, 11-15.

CHEVALIER G., 2001-*Le plant mycorhize INRA: passé, présent, avenir.* Atti del Vème Congrès International Science et Culture de la Truffe, 4-6 mars 1999, Aix-en-Provence, France, 300-303.

CHEVALIER G., GREGORI G., FROCHOT H., ZAMBONELLI A., HALL I., YUN WANG DANELL E., ZAMBONELLI A., 2002-*The cultivation of the Burgundy truffle.* Proceedings of the Second International Conference on Edible Mycorrhizal Mushrooms, Christchurch, New Zealand, 3-6 July, 2001, 1-12.

CIANI A., 1976-*Su alcuni aspetti della tartuficoltura in Umbria.* Atti della Conferenza Regionale sull'Agricoltura, Spoleto 8-9 novembre 1975.

CIANI A., MARRANI D., 1983-*Aspetti economici della tartuficoltura in Umbria.* Umbria Agricola, 1: 7-15.

CIANI A., SCIARRESI C., MARTINO G., RICCI F., 1988-*Tartuficoltura e recupero delle aree interne.* L'Informatore Agrario., 44(9): 209-221.

CIANI A., 1990-*Il circuito commerciale del tartufo in Italia.* Atti del 2° Congresso Internazionale sul Tartufo, Spoleto (Italy) 24-27 Novembre 1988, 621-631.

CIANI A., GRANETTI B., VINCENTI D., 1992-*Il tartufo in Italia e nel mondo: aree di produzione, mercato e prezzi.* L'Informatore agrario, 47: 51-62.

CIANI A., 1993-*Il ruolo della tartuficoltura nella strategia di rivitalizzazione delle aree interne della C. E. E.* Atti del Convegno Internazionale sul Tartufo, L'Aquila 5-8 marzo 1992, 349-384.

CIAPPELLONI R., TOCCI A., GREGORI G. L., MORGANTE E., RUSSO M. A., 1990-*Utilizzazione della frattura per l'osservazione di preparati di* Tuber *al microscopio elettronico a scansione.* Atti del 2° Congresso int. sul tartufo. Spoleto, 24-27 novembre 1988, 135-139.

CIARMELA P., POTENZA L., CUCCHIARINI L., 2002-*PCR amplification and polymorphism analysis of the intergenic spacer region of ribosomal DNA in* Tuber borchii. Microbiol. Res., 157(1): 69-74.

CIARMELA P., POTENZA L., ZEPPA S., CUCCHIARINI L., STOCCHI V., 2002-*Structural analysis of the rDNA intergenic spacer of* Tuber borchii. Journal of biomolecular structure & dynamics., 19(4): 701-708.

CICCARELLO A., 1564-*Opusculum de Tuberibus,* Padova. (Toso, Padova, 1976).

CICCHELLI A., PACIONI G., 1993-*Composizione dell'aroma di alcuni tartufi di interesse commerciale.* Atti del Convegno Internazionale sul Tartufo, L'Aquila 5-8 marzo 1992, 302.

CIMINI G., DE LAURENTIIS G., 1995-*Guida alla tartuficoltura.* Regione Abruzzo, ERSA.

CITTERIO B., CARDONI P., POTENZA L., AMICUCCI A., STOCCHI V., GOLA G., NUTI M., 1995-*Isolation of Bacteria from Sporocarps of* Tuber magnatum *Pico,* Tuber borchii *Vitt. and* Tuber maculatum *Vitt.: Identification and Biochemical Characterization.* Biotechnology of Ectomycorrhizae Molecular Approaches (Stocchi V., Bonfante P., Nuti M. eds.). Plenum Press. New York and London, 1995.; 241-248.

CITTERIO B., MALATESTA M., BATTISTELLI S., MARCHEGGIANI F., BAFFONE W., SALTARELLI R., STOCCHI V., GAZZANELLI G., 2001-*Possible involvement of* Pseudomonas fluorescens *and* Bacillaceae *in structural modifications of* Tuber borchii *fruit bodies.* Can. Journ. of Microbiol., 47(3): 264-268.

CLARIDGE A., TRAPPE J., BARRY S. C., CORK S. J., 2001-*Habitat models for hypogeous fungi.* Atti del Vème Congrès International Science et Culture de la Truffe, 4-6 mars 1999, Aix-en-Provence, France, 196-198.

CLAUS R., HOPPEN H. O., KARG H., 1981-*The secret of Truffle: a steroidal pherormone.* Experientia, 37: 1178-1179.

COLI R., MAURIZI COLI A., GRANETTI B., DAMIANI P., 1990-*Composizione chimica e valore nutritivo del tartufo nero* (Tuber melanosporum *Vitt.*) *e del tartufo bianco* (Tuber magnatum *Pico*) *raccolti in Umbria.* Atti del 2° Congresso Internazionale sul Tartufo, Spoleto, 24-27 novembre 1988, 511-516.

COLINAS C., BONET J. A., FISCHER C., 2001-*Truffle cultivation: an alternative to agricultural subsidies.* Atti del Vème Congrès International Science et Culture de la Truffe, 4-6 mars 1999, Aix-en-Provence, France, 332-333.

COMANDINI O., PACIONI G., 1997-*Mycorrhizae of Asian black truffles,* Tuber himalayense *and* T. indicum. Mycotaxon, 63: 77-86.

COMUNE DI SPOLETO, 1997-*Item ordinamus... Statuti e società nel territorio di Spoleto (secoli XIII-XVI).* Archivio di Stato di Spoleto.

COMPAGNIA DELLE FORESTE, 1998-*I tartufi in Toscana.* Compagnia delle Foreste, Arezzo.

CONSIGLIO NAZIONALE DELLE RICERCHE, 1999-*Metodi molecolari per l'identificazione delle diverse specie di tartufo.* Progetto Strategico CNR-Regioni. *Tuber* Biotecnologia della micorrizazione. Coordinatore V. Stocchi.

CONSIGLIO NAZIONALE DELLE RICERCHE, 2001-Progetto strategico C. N. R.-Regioni/Province: *"Biotecnologia dei funghi eduli ectomicorrizici: dalle applicazione agroforestali a quelle agroalimentari".* Atti Convegno Salerno, 2001.

COOKE M. C. & MASSEE G., 1892-*Himalayan truffles.* Grevillea, 20: 67.

CORDELLA R., 2003-*Il tartufo nero di Spoleto e Norcia negli inediti di Marsili L. F.* (sec. XVIII). "SPOLETIUM" n. 44. Spoleto, Edizioni dell'Accademia Spoletina.

COROCHER N., POLIMENI C., GIRAUDI G., PAPA G., 1993-*Sviluppo di un metodo immunoenzimatico (ELISA) per la caratterizzazione di ectomicorrize di* Tuber magnatum *e* Tuber albidum. Atti del Convegno Internazionale sul Tartufo, L'Aquila 5-8 marzo 1992, 151-158.

COURVOISIER M., 1993-*Truffe. Bilan de la filiere en France.* Infos Paris., 96: 15-19.

COUTIN R., 1983-*Les mouches rabassières ou mouches à truffes.* Bull. ENRT., 6: 17-22.

DANGEARD P. A., 1895/96-*La Truffe. Recherches sur son développement, sa structure, sa reproduction sexuelle.* Le Botaniste, 4/5: 63-87.

DANIELSON R. M., 1984-*Ectomycorrhiza formation by the operculate discomycete* Sphaerosporella brunnea (Pezizales). Mycologia, 76(3): 454-461.

DANOY H., MARTIN L., 1910-*La truffe noire et les truffières rationelles.* Avignon.

DEANGELIS F., ARCADI A., MARINELLI F., PACI M., BOTTI D., PACIONI G., MIRANDA, 1996-*Partial Structures of Truffle Melanins.* Phytochemistry, 43(5): 1103-1106.

DE BELLIS R., AGOSTINI D., PICCOLI G., VALLORANI L., POTENZA L., POLIDORI E., SISTI D., AMORESAN A., PUCCI P., ARPAIA G., MACINO G., BALESTRINI R., BONFANTE P., STOCCHI V., 1998-*The tbf-1 gene from the white truffle* Tuber borchii *codes for a structural cell wall protein specifically expressed in fruit body.* Fungal Genet. Biol., 25(2): 87-99.

DE BORNHOLZ A., 1827-*Della coltivazione dei tartufi.* Stamperia Pirotta, Milano.

DEBRIGODE-DELGRANGE F., 1992-*Données actuelles sur la taxonomie, la biologie, l'écologie et la chimie des truffes. Cas du complexe* T. aestivum-T. uncinatum. Thèse Doct. d'Etat en Pharmacie, Univ. Liffe II, 181 pp.

DE BORCH., 1780-*Lettres sur les truffes du Piémont.* Milan, 51 p.

DELEGATION DEPARTEMENTALE DES SERVICES D'AGRONOMIE DU LOT, 1989-*Guide pratique de trufficulture.* D. D. S. A. du Lot.

DELLA BEFFA G., 1961-*Gli insetti dannosi all'agricoltura ed i moderni metodi e mezzi di lotta.* III Ediz., Hoepli Editore, Milano.

DELMAS J., DURAND J., 1971-*Ecologie truffière charactéres pédologiques et agronomiques des sols trufficoles francaise.* 1er Congrès international de la trufficulture, 7-8 Mai 1971, Souillac, (France).

DELMAS J., 1975-*L'ecologia del tartufo nero in Francia.* Atti del convegno di Alba, 11. 10. 1975.

DELMAS J., POITOU N., 1979-*La mycorhization de* Quercus pubescens *par* Tuber melanosporum *en conditions controlées: influence de quelques facteurs du milieu.* Mushroom Science, 10: 995-1006.

DELMAS J., BRIAN C., DELPECH P., SOYER J. P., 1981-*Application de l'analyse en composant principales à une tentative de caractérisation physico chimiques de sol trufficoles francais.* Mushr. Sc., 11(2): 855-867.

DELMAS J., 1983-*La Truffe et sa culture.* I. N. R. A. /S. E. I., 2 ème éd., 55 pp.

DELMAS J., DELPOUX M., 1990-*Détermination cartographique des potentialités truffières d'une région: application au Département de l'Aude, France.* Atti del 2° Congresso Internazionale sul Tartufo, Spoleto, 24-27 novembre 1988, 475-481.

DE MARCHIS F., 1990-*Acquarelli e tartufi a Spoleto e dintorni dal secolo XVII ad oggi.* "Spoletium", 34-35. Edizioni dell'Accademia Spoletina, Spoleto.

DE MIGUEL A. M., SÀEZ R., 2001-*Trufas recolectadas por los truferos de Navarra (Espana).* Atti del Vème Congrès International Science et Culture de la Truffe, 4-6 mars 1999, Aix-en-Provence, France, 199-201.

DE ROMAN M., DE MIGUEL A. M., 2001-*Identification and description of natural mycorrhizae in a potential truffle-occurring area in Navarra (Spain).* Atti del Vème Congrès International Science et Culture de la Truffe, 4-6 mars 1999, Aix-en-Provence, France, 433-436.

DE SANTO M. G., FILOSA S., FRANZÈ A., MARTINI G., 1995-*Isolation and Analysis of genomic sequences from mycorrhizal fungi.* Biotechnology of Ectomycorrhizae, Molecular Approaches (Stocchi V., Bonfante P., Nuti M. eds.). Plenum Press. New York and London, 1995, 197-204.

DI BATTISTA C., AMICUCCI A., GUIDI C., BERTINI L., SISTI D., STOCCHI V., 1999-*A rapid mini-prep method for isolation of ectomycorrhizal DNA from* Tuber *species.* Biotechnol. Tech., 13(5): 331-335.

DI BATTISTA C., GANDEBOEUF D., DUPRE C., BARDET M. C., CHEVALIER G., MARTIN F., 2001-*Identification of the black truffle,* T. melanosporum, *in ectotnycorrhizal roots of nursery seedlings by PCR-based assays.* Atti del Vème Congrès International Science et Culture de la Truffe, 4-6 mars 1999, Aix-en-Provence, France, 60-63.

DIAZ P., IBÁÑEZ E., SEÑORÁNS F. J., REGLERO G., 2003-*Truffle aroma characterization by headspace solid-phase microextraction.* Journal of Chromatography, 1017: 207-214.

DOMINGUEZ NUNEZ J., RODRIGUEZ BARREAL J., REYNA DOMENECH S., PEREZ BADIA R., SAIZ DE OMEÑACA J., ZAZO MUNCHARAZ J., GALIANA F., 2001-*Caracterización ecologica de masas forestales naturales productoras de* Tuber melanosporum *Vitt. en la provincia de Castellon (Spain).* Atti del Vème Congrès International Science et Culture de la Truffe, 4-6 mars 1999, Aix-en-Provence, France, 202-204.

DOMINIK T., 1959-*Synopsis of a new classification of the ectotrophic mycorrhizae established on morphological and anatomical characteristic.* Mycophat. Mycol. app., 11: 359-357.

DONADINI J. C., RIOUSSET G., CHEVALIER G., 1978-Tuber malençoni *nov. sp.* Bulletin Société Mycologique de France, 94(4): 351-358.

DONADINI J. C., 1983-*Etudes des* Discomycètes. *(1) Critères taxonomiques de* Pézizales *et* Tubérales. Bull. Soc. Linn. Provence, 35: 53-713.

DONNINI D., 2004 – *Controllo morfologico e certificazione delle piante micorrizate.* Atti del convegno internazionale sulla tartuficoltura, Spoleto Nov. 2004 (in corso di stampa)

DONADINI J. C., 1987-Pézizales *et* Tubérales *(2). Le genre* Tuber *(1).* Tuber borchii *Vitt. et* T. puberulum Berk. *et Br. Cytologie des spores, paraphyses et poils par coloration.* Doc. mycol., 18 (69): 47-60.

DONNINI D., BENCIVENGA M., 1995-*Micorrize inquinanti frequenti nelle piante tartufigene. Nota 2: Inquinanti in campo.* Mic. Ital., 24(2): 185-207.

DONNINI D., BENCIVENGA M., BACIARELLI FALINI L., 2000-*Risultati di esperienze pluriennali nella coltivazione di* Tuber magnatum *Pico in Umbria.* Mic. Ital., 3: 33-39.

DONNINI D., BACIARELLI FALINI L., BENCIVENGA M., 2001-*Analisi della micorrizazione in tartufaie coltivate di* Tuber melanosporum *Vittad. impiantate da oltre 12 anni in ambienti pedoclimatici diversi.* Atti del Vème Congrès International Science et Culture de la Truffe, 4-6 mars 1999, Aix-en-Provence, France, 437-440.

DONNINI D., BACIARELLI FALINI L., BENCIVENGA M., 2003-*Indagine preliminare sulla affinità di* Quercus pubescens *e* Ostrya carpinifolia *nei confronti di* Tuber melanosporum, Tuber aestivum *e* Tuber brumale. Mic. Ital., 1: 29-35.

DOUMENC-FAURE M., GIACINTI-MARTINIE G., TALOU T., 2001-*L'arôme de la truffe noire* (Tuber melanosporum *Vitt.*): *de l'étude de l'effet de sol à l'authentification d'aromatisants.* Atti del Vème Congrès International Science et Culture de la Truffe, 4-6 mars 1999, Aix-en-Provence, France, 142-146.

DUCRET J. P., 2001-*Radiesthésie et trufficulture.* Atti del Vème Congrès International Science et Culture de la Truffe, 4-6 mars 1999, Aix-en-Provence, France, 205-207.

DUPRE C., CHEVALIER G., MORIZET J., LEBLEVENEC L., 1982-*Influence de l'azote e du phosphore sur la mycorhization de* Quercus pubescens *Willd. par* Tuber melanosporum *Vitt. en conditions controlées.* Les Mycorhizes: biologie et utilisation. Dijon, 5-6 mai 1982.

DUPRE C., CHEVALIER G., MORIZET J., LEBLEVENEC L., DIAGNE O., TACON F. (LE), CHAKLY M., BERTHELIN J., CORNET F., DIEM H. G., DOMMERGUES Y. R., POITOU N., MAMOUN M., DELMAS J., GIRAUD M., BARDET M. C., FONTANA A., GIOVANNETTI G., SCANNERINI S., VILLENAVE P., RANCILLAC M., GIANINAZZI S., (ED.), GIANINAZZI PEARSON V., (ED.), TROUVELOT A., (ED.), 1982-*Les mycorhizes, partie integrante de la plante: biologie et perspectives d'utilisation.* 397 pp., 16 pl. Colloques de l'INRA no. 13.

DUPRE C., CHEVALIER G., BRANLARD G., 1985-*Caractérisation des* Tuber *par électrophorèse de leurs protéines.* In: C. R. 1er Coll. nat. sur les technologies de purification des protéines, Paris, 1-3 octobre 1984, D. P. I. C.-I. N. P. L. public., 465-467.

DUPRE C., CHEVALIER G., 1991-*Analyse électrophorétique des protéines fongiques de différents* Tuber *en association ou non avec* Corylus avellana. Crypt. Mycol., 12: 243-250.

DUPRE C., CHEVALIER G., PALENZONA M., FERRARA A. M., NASCETTI G., MATTIUCCI S., D'AMELIO S., LA ROSA G., BIOCCA E., 1992-*Differenziazione genetica di ascocarpi, miceli e micorrize di differenti specie di* Tuber. Micol. e Vegetazione Mediterranea, 7(1): 139-144.

DUPRE C., CHEVALIER G., PALENZONA M., BIOCCA E., 1993-*Caractérisation des mycorhizes de différents* Tuber *par l'étude du polymorphisme enzymatique.* Cryptogamie, Mycol., 14 (4): 163-170.

DUPRE C., GANDEBOEUF D., LEROY P., CHEVALIER G., 2001-*Taxonomie et systématique biochimiques et moléculaires de quelques espèces de Truffle* (Tuber ssp.). Atti del Vème Congrès International Science et Culture de la Truffe, 4-6 mars 1999, Aix-en-Provence, France, 70-75.

EI-KHOLY H. K., ALI A. M. M., HAMODA M. H., 1993-*Genetic possibilities for the difficulty of truffle ascospore germination.* Atti del Convegno Internazionale sul Tartufo, L'Aquila 5-8 marzo 1992, 56.

ELISEI S., ZAZZI A., 1985-*Caratteri fisico chimici dei suoli tartufigeni del Centro Italia.* An. dell'Ist. per la Selvic. di Arezzo, 545-587.

E. N. S. S. A. A.-I. N. R. A.-I. N. R. A. P., 1986-*Les mycorhizes.* Documents de l'I. N. R. A. P. 55. Service d'édition et de diffusion, 2 rue des Champs Prévois, 21100 Dijon.

ERIKSSON O. E., BARAL H. O., CURRAH R. S., HANSEN K., KUTZMAN C. P., RAMBOLD G., LAENOE T., 2001, 2004 – *Outline of Ascomycota* MYCONET.

ESPENON G., 2001-*Le sanglier, ennemi de la truffe.* Atti del Vème Congrès International Science et Culture de la Truffe, 4-6 mars 1999, Aix-en-Provence, France, 208.

ESTRADA CASTAÑO J. M., DOÑATE PEIRO M., 2001-*Estado actual de la truficultura en España.* Atti del Vème Congrès International Science et Culture de la Truffe, 4-6 mars 1999, Aix-en-Provence, France, 334-336.

ETAYO M. L., DE MIGUEL A. M., 2001-*Effect of mulching on* T. melanosporum *mycorrhizae vs. Other competiting mycorrhizae in a cultivated truffle bed.* Atti del Vème Congrès International Science et Culture de la Truffe, 4-6 mars 1999, Aix-en-Provence, France, 378-381.

FANELLI L., 1988-*Tartufi: il bianco d'Alba, il nero di Norcia, l'estivo.,* L'Informatore Agrario, 44(4): 71-73.

FASOLO BONFANTE P., FONTANA A., MONTACCHINI F., 1971-*Studi sull'ecologia del* Tuber melanosporum. *I. Dimostrazione di un effetto fitotossico.* Allionia, 17(4): 54.

FASOLO BONFANTE P., BRUNEL A., 1972-*Caryological features of mycorrhizal fungus* Tuber melanosporum. Allionia, 18: 5-9.

FASOLO BONFANTE P., CERUTI A., OBERT F., 1972-*Interazione di* Tuber melanosporum *Vitt. con miceli di altri funghi.* Allionia, 18: 53-59.

FASOLO BONFANTE P., 1973-*Nuclear division in the vegetative hyphae of* Tuber *species plurimae.* Mycopathologia et Mycologia applicata, 49(23): 161-167.

FASOLO BONFANTE P., FONTANA A., 1973-*Sulla nutrizione del micelio di* Tuber melanosporum *in coltura.* Atti Acad. Sci. Torino, 731-741.

FASOLO BONFANTE P., SCANNERINI S., 1975-*Ultrastructural organization of vegetative hyphae of* Tuber albidum *Pico.* Mycopathologia, 56(3): 137-142.

FASSI B., DE VECCHI E., 1962-*Ricerche sulle micorrize ectotrofiche del* Pino strobo *in vivaio. 1. Descrizione di alcune forme più diffuse in Piemonte.* Allionia, 8: 133-152.

FASSI B., FONTANA A., 1967-*Sintesi micorrizica tra* Pinus strobus *e* Tuber maculatum. *1. Micorrize e sviluppo dei semenzali nel secondo anno.* Allionia, 13: 177-186.

FASSI B., FONTANA A., 1969-*Sintesi micorrizica tra* Pinus strobus *e* Tuber maculatum. *II. Sviluppo dei semenzali trapiantati e produzione di ascocarpi.* Allionia, 15: 115-120.

FASSI B., 1971-*Les mycorhizes en production truffière.* C. R. 1er Congrès Intern. de la Trufficulture, Souillac, 23-34.

FASSI B., PALENZONA M., 1975-*Prospettive sulla diffusione del* Tuber magnatum *Pico in Piemonte.* Atti del convegno di Alba, 9. 10. 1975.

FERRARA A. M., PALENZONA M., 2001-*Impiego di marcatori biochimici per l'identificazione di sporofori, miceli e micorrize di* Tuber indicum *Cooke e Massee.* Atti del Vème Congrès International Science et Culture de la Truffe, 4-6 mars 1999, Aix-en-Provence, France, 76-77.

FERRARA A. M., PALENZONA M., LO BUE G., 2001-*Osservazioni preliminari sull'incidenza di alcune pratiche colturali in una tartufaia impiantata a* Tuber aestivum *Vitt.* Atti del Vème Congrès International Science et Culture de la Truffe, 4-6 mars 1999, Aix-en-Provence, France, 382-386.

FERRARI M., MENTA A., MARCON E., MONTERMINI A., 1999-*Malattie e parassiti delle piante da fiore, ornamentali e forestali.* Edagricole-Edizioni agricole, Bologna.

FERRY DE BELLONE C., 1888-*La truffe. Etude sur les truffes et les truffières.* Ed. J. B. Baillière et fils., Paris.

FIECCHI A., GALLI KIENLE M., SCALA A., GABELLA P., 1967-*Bismethylthiomethane, an odorous substance from white truffle,* Tuber magnatum *Pico.* Tetrahedron letters, n. 18, p. 1681. Permagon Press Ltd. Great Britain.

FIECCHI A., 1990-*Odour composition of truffles.* Atti del 2° Congresso Internazionale sul Tartufo, Spoleto, 24-27 novembre 1988, 497-500.

FILIPPELLO MARCHISIO V., 1980-81-*Studi sull'ecologia del* Tuber melanosporum. *VII. La flora streptomicetica di terreni tartufiferi dell'Italia centrale.* Allionia, 24: 133.

FISCHER E., 1938-*Tuberinae; in: A. Engler, Prantl and H. Harms: die naturlischen Pflanzenfamilien 2° Ausgabe Band 7° abt.* Eumycetes *(Fungi), Klasse* Ascomycetes.

FISCHER E., COLINAS C., 1997-*Propuesta de metodologia para la certificación de Planta de* Quercus ilex *inoculada con* Tuber melanosporum *para aplicación comercial.* Dep. de Investigación Forestal de Valonsadero Apdo. 175, E. 42080 Soria, Espana. Reunión de coordinación de INIA sobre truficultura, Zaragoza.

FONTANA A., 1967-*Sintesi micorrizica tra* Pinus strobus *e* Tuber maculatum. Giorn. Bot. Ital., 101: 298-299.

FONTANA A., CENTRELLA E., 1967-*Ectomicorrize prodotte da funghi ipogei.* Allionia, 13: 149-176.

FONTANA A., 1968-*Miceli di funghi ipogei in coltura pura.* Atti del I Congresso Internazionale sul Tartufo, Spoleto, 24-25 maggio, 3-10.

FONTANA A., PALENZONA M., 1969-*Sintesi micorrizica di* Tuber albidum *in coltura pura con* Pinus strobus *e pioppo euroamericano.* Allionia, 15: 99-104.

FONTANA A., 1971-*Il micelio di* Tuber melanosporum *Vitt. in coltura pura.* Allionia, 17: 19-23.

FONTANA A., BONFANTE FASOLO P., 1971-*Sintesi micorrizica di* Tuber brumale *Vitt. con* Pinus nigra *Arnold.,* Allionia, 17: 15-18.

FONTANA A., 1977-*Mycelia of* Tuberales *in pure culture.* Abstracts Second Intern. Mycological Congress., Tompa, U. S. A: 200.

FONTANA A., GIOVANNETTI G., 1978-79-*Simbiosi micorrizica fra* Cistus incanus *L. ssp.* incanus *e* Tuber melanosporum *Vitt.* Allionia, 23: 5-11.

FONTANA A., CERUTI A., MEOTTO F., 1990-*Criteri istologici per il riconoscimento delle micorrize di* Tuber magnatum *Pico.* Atti del 2° Congresso Internazionale sul Tartufo, Spoleto, 24-27 novembre 1988, 141-154.

FONTANA A., CERUTI A., MEOTTO F., 1993-*Criteri istologici per il rico-*

noscimento delle micorrize di Tuber albidum. Atti del Convegno internazionale sul tartufo, l'Aquila 5-8/3/1992, 121-136.

FOURRE' G., 1989-*La truffe du Périgord et les autres.* Bull. Soc. Mycol. Fr., 105: 139-154.

FOURRÉ G., RIOUSSET L. J., 1996-*Ces Truffes de l'Inde qui nous arrivent de Chine!* Bul. Fed. Ass. Mycol. Medit. N. S., 3-21.

FRANCOLINI F., 1919-*La tartuficoltura nell'Umbria.* Tipografia dell'Umbria, Spoleto.

FRANCOLINI F., 1920-1922-*Contribuzione allo studio della Flora crittogamica Umbra.* Atti dell'Accademia Spoletina, Spoleto.

FRANCOLINI F., 1927-*La tartuficoltura e i rimboschimenti nell'Umbria.* Tipografia Fasano e Neri, Spoleto.

FRANCOLINI F., 1931-*Tartuficoltura e rimboschimenti.* Federazione Italiana dei Consorzi Agrari, Piacenza, 60 pp.

FRANCOLINI F., 1936-*Il tartufo nero pregiato di Norcia o di Spoleto* "Tuber melanosporum" *Vitt.* L'Italia Agricola, n. 4.

FRANK A. B., 1885-*Über die anf Wurzelsymbiose berulsende ernahrun gewisser Baume durch Pilze.* Ber. Deutsch. Bot. Gesell., 3: 128-145.

FRIES, 1821-1829-*Systema mycologicum,* vol. II (Tuberaceae): 289-295, 1822.

FRIZZI G., PACIONI G., VISCA C., 1992-*Chiavi biochimiche per il riconoscimento dei Tartufi di interesse commerciale.* Micol. e Veget. Mediter., 7: 145-150.

FRIZZI G., LALLI G., MIRANDA M., PACIONI G., 2001-*Intraspecific isozyme variability in Italian populations of the white truffle* Tuber magnatum. Mycological Research, 105(3): 365-369.

FRIZZI G., LALLI G., MIRANDA M., PACIONI G., VISCA C., 2001-*Genetics of the Italian populations of* Tuber magnatum. Atti del Vème Congrès International Science et Culture de la Truffe, 4-6 mars 1999, Aix-en-Provence, France, 147-148.

FROCHOT H., CHEVALIER G., BARDET M. C. & AUBIN J. P., 1990-*Effet de la désinfection du sol et des antécédents culturaux sur l'évolution de la mycorhization avec* Tuber melanosporum *sur noisetier.* Atti del 2° Congr. intern. sur la truffe, Spoleto, 24-27 novembre 1988, 289-296.

FROCHOT H., CHEVALIER G., BARBOTIN P., BEAUCAMP F., FERRAND J. C., GRILLON J., JALADE M., MENU C., PERON P., WEHRLEN L., 2001-*Avancées sur la culture de la truffe de Bourgogne* (Tuber uncinatum *Chatin*). Atti del Vème Congrès International Science et Culture de la Truffe, 4-6 mars 1999, Aix-en-Provence, France, 387-392.

GABELLI L., 1910-*I tartufi. Loro coltivazione.* Soc. Emiliana Afontibiis et Silvis, Bologna.

GAGLIARDI G. e PERIANI G., 1963-*Funghi e tartufi.* Hoepli, Milano.

GALLO J. M., 2001-*Medidas aplicables en ci desarrollo des sector truficola en la comunidad autonoma de la Rioja (Spain).* Atti del Vème Congrès International Science et Culture de la Truffe, 4-6 mars 1999, Aix-en-Provence, France, 337-339.

GANDEBOEUF D., 1992-*Différenciation de deux takons de* Tuber *par l'analyse des isoenzymes.* Mémoire de stage de macitrise, Univ. de Clermont-Ferrand II, 25 pp.

GANDEBOEUF D., DUPRE C., CHEVALIER G., 1994-*Différenciation des truffes européennes d'intérêt commercial par l'analyse des isoenzymes.* Acta bot. Gallica, 141(4): 455-463.

GANDEBOEUF D., HENRION B., DUPRÉ C., DREVET P., NICOLAS P., CHEVALIER G., MARTIN F., 1995-*Molecular identification of* Tuber *species and isolates by PCR-based techniques.* Biotechnology of ectomycorrhizae: molecular approaches. Ed. V. Stocchi *et al.,* Plenum Press, New York, 151-159.

GANDEBOEUF D., BARDET M. C., CHEVALIER G., 1996-*Caractérisation des truffes et contróle des mycorhizes.* Infos-Ctifl, 125: 40-43.

GANDEBOEUF D., DUPRE C., HENRION B., MARTIN F., CHEVALIER G., 1996-*Characterization and identification of* Tuber *species using biochemical and molecular criteria.* Mycorrhizas in integrated systems from genes to plant development. Eds. C. Azcon-Aguilar et J. M. Barea. C. R. 4ème Symp. curop. sur les mycorhizes, Grenade, Espagne, 11-14 juillet 1994, 31-34.

GANDEBOEUF D., 1997-*Caractérisation et identification moléculaire de différentes espèces du genre* Tuber. Thèse de Doctorat. Science de la Vie et de la Santé. Univ. d'Auvergne, 66 pp.

GANDEBOEUF D., DUPRE C., ROECKEL-DREVET P., NICOLAS P., CHEVALIER G., 1997-*Grouping and identification of* Tuber *species using RAPD markers.* Can. J. Bot., 75: 36-45.

GANDEBOEUF D., DUPRE C., ROECKEL-DREVET P., NICOLAS P., CHEVALIER G., 1997-*Typing* Tuber *ectomycorrhizae by polymerase chain amplification of the internal transcribed spacer of RDNA and the sequence characterized amplified region markers.* Can. J. Microbiol., 43(8): 723-728.

GANDEBOEUF D., DI BATTISTA C., DUPRE C., BARDET M. C., MARTIN F., CHEVALIER G., 1998-*Identification of* Tuber *species in nursery seedlings by PCR for certification program.* In: Proc. 2nd int. Conf. on Mycorrhiza, July 5-10, 1998, Uppsala, Sweden, Abstract 67.

GARCIA-MONTERO L. G., DI MASSIMO G., MANJON J. L., DIEZ J., 1997-*Sintesis de los primero resultados sobre el estudio taxonomico de trufas chinas import adas por espana y otros paises europeos durante 1995 y 1996.* Bol. Soc. Micol. Madrid, 22: 281-290.

GARCIA-MONTERO, MANJON L., 2001-*Evolucion durante 3 anos de* Sphaerosporella brunnea *como contaminante de plantulas micorrizadas para la truficultura.* Atti del Vème Congrès International Science et Culture de la Truffe, 4-6 mars 1999, Aix-en-Provence, France, 441-443.

GARCIA-MONTERO L., MANJON L., CASERMEIRO M., 2001-*Analisis productivo y caracterizacion ecologica primaria de* Quercus faginea *como simbionte de* Tuber melanosporum. Atti del Vème Congrès International Science et Culture de la Truffe, 4-6 mars 1999, Aix-en-Provence, France, 209-213.

GARDES M., WHITE T., FORTIN J. A., BRUNS T. J., TAYLOR J. W., 1991-*Identification of indigenous and introduced symbiotic fungi in ectomycorrhizae by amplification of nuclear and mitochondrial ribosomal DNA.* Can. J. Bot., 69: 180-190.

GARLAND F., 2001-*Growing* Tuber melanosporum *under adverse acid soil conditions in the United States of America.* Atti del Vème Congrès International Science et Culture de la Truffe, 4-6 mars 1999, Aix-en-Provence, France, 393.

GARNERO L., BONFANTE P., 2000-*TMpcp: a* Tuber magnatum *gene which encodes a putative mitochondrial phosphate carrier.* DNA Sequence, 10, (6): 407-410.

GARNERO L., LAZZARI B., MAINIERI D., VIOTTI A., BONFANTE P., 2000-*Tmchs4, a class IV chitin synthase gene from the ectomycorrhizal* Tuber magnatum. Mycol. Res., 104: 703-707.

GAROFOLI A., 1906-*Tartufi e funghi.* Casale Monferrato.

GOUMANN E., 1931-Tuberales. In "Vergleichende Morphologie der Pilze".

GAVEGLIO E., 193l-*Il* Tuber magnatum *nelle bonifiche ferraresi.* Ann. Accad. Agricolt., Torino 74.

GAZZANELLI G., MALATESTA M., PIANETTI A., BAFFONE W., STOCCHI V., CITTERIO B., 1999-*Bacteria associated to fruit bodies of the ecto-mycorrhizal fungus* Tuber borchii *Vittad.* Symbiosis, 26(3): 211-222.

GELLINI R., GROSSONI P., 1996-*Botanica Forestale. I Gimnosperme.* 268 p., 10 Tav. CEDAM, Padova.

GELLINI R., GROSSONI P., 1997-*Botanica Forestale. II Angiosperme.* 364 p., 33 Tav. CEDAM, Padova.

GEOFFROY C. J., 1711-*Observations sur la végetation des truffes.* Mém. de l'Ac. des Sciences. Paris, 23-35.

GIACCIO M., DI GIACOMO F., MARCHEGIANI R., 1993-*Il contenuto di cromo, manganese, nichel, rame, zinco, cadmio e piombo in alcune specie*

di tartufi. Atti del Convegno Internazionale sul Tartufo, L'Aquila 5-8 marzo 1992, 287-294.

GIBELLI G., 1879-*La malattia del castagno.* Boll. Comizio Agrario Modena.

GIBELLI G., 1882-*La malattia del castagno.* Ann. Agr., 9.

GIBELLI G., 1883-*Nuovi studi della malattia del castagno detta dell'inchiostro.* Mem. Accad. Sc. Bologna, IV, 4, 287.

GILKEY H. M., 1954-Tuberales. In "North American Flora", 11: 1-36.

GILKEY H. M., 1954-*Taxonomic notes on* Tuberales. Myc., 46: 783-793.

GILKEY H. M., 1961-*New species and revision in the Order of* Tuberales. Myc., 53: 215-220.

GIOMARO G., ZAMBONELLI A., SISTI D., CECCHINI M., EVANGELISTA V., STOCCHI V., 2000-*Anatomical and morphological characterization of mycorrhizas of five strains of* Tuber borchii *Vittad.* Mycorrhiza, 10(3): 107-114.

GIOMARO G., ZAMBONELLI A., SISTI D., STOCCHI V., 2001-*Sintesi micorrizica in vitro di* Tilia platyphyllos *con cinque differenti isolati di* T. borchii. Atti del Vème Congrès International Science et Culture de la Truffe, 4-6 mars 1999, Aix-en-Provence, France, 304-306.

GIOMARO G., SISTI D., ZAMBONELLI A., AMICUCCI A., CECCHINI M., COMANDINI O., STOCCHI V., 2002- *Comparative study and molecular characterization of ectomycorrhizas in* Tilia americana *and* Quercus pubescens *with* Tuber brumale. FEMS Microbiol. Lett., 216(1): 9-14.

GIOVAGNOTTI E., BENCIVENGA M., 2000-*Aspetti tassonomici ed elementi peritrofici nei corpi fruttiferi di* Tuber borchii *Vittad.* Mic. Ital., 1: 82-88.

GIOVAGNOTTI E., DI MASSIMO G., BENCIVENGA M., 2001-*Prove di coltivazione di* Tuber borchii *Vittad. in Italia.* Atti del Vème Congrès International Science et Culture de la Truffe, 4-6 mars 1999, Aix-en-Provence, France, 260-264.

GIOVAGNOTTI C., CALANDRA R., LECCESE A., GIOVAGNOTTI E., 2003-*I paesaggi pedologici e la Carta dei Suoli dell'Umbria.* Camera di Commercio, Industria, Artigianato e Agricoltura-Perugia.

GIOVANNETTI G., FONTANA A., 1980-81-*Simbiosi micorrizica di* Tuber macrosporum *Vitt. con alcune* Fagales. Allionia, 24: 13-17.

GIOVANNETTI G., FONTANA A., 1982-*Mycorrhizal synthesis between* Cistaceae *and* Tuberaceae. New Phytol., 92: 533-537.

GIOVANNETTI G., 1983-*Nella coltivazione il futuro del tartufo bianco.* L'Informatore Agrario, 39, 37: 27463-27466.

GIOVANNETTI G., 1983-*Ecologia e produzione di* Tuber magnatum *in Italia.* L'Informatore Agrario, 39: 27466-27470.

GIOVANNETTI G., 1990-*Prima produzione di carpofori di* Tuber magnatum *Pico da piante micorrizate fornite da vivai specializzati.* Atti del 2° Congresso internazionale sul Tartufo, Spoleto, 24-27 novembre 1988, 297-302.

GIOVANNETTI G., ZANINI E., PATETTA A., 1993-*Valutazioni morfofisiologiche e pedochimiche di una possibile fase soprofitica di* Tuber *spp.* Atti del Convegno Internazionale sul Tartufo, L'Aquila 5-8 marzo 1993, 81-94.

GIOVANNETTI G., ROTH BEJERANO N., ZANINI E., KAGAN ZUR V., 1994-*Truffles and their cultivation.* Horticultural Reviews, 16: 71-107.

GIRAUD M., 1988-*Prélèvement et analyse de mycorhizes.* Bull. FNPT, 10: 49-63.

GIRAUD M., 1979-*Etude comparative des mycorhizes d'arbres producteurs de truffes ou non en zone truffière.* Mémoire de fin d'études. Diplome d'Agronomie Approfondie. ENSA de Rennes, 56 pp.

GLAMOCLIJA J., VUJICIC R., VUKOJEVIE J., 1997-*Evidence of truffles in Serbia.* Mycotaxon, 65: 211-222.

GNEY J. C., 1993-*Morphologie et structure des hyphes externes observées sur le péridium des* Tuber *à écailles: évolution au cours du développement de l'ascocarpe.* Can. J. Bot., 71(4): 609-619.

GONG MING QIN, CHEN YU, WANG FENG ZHEN, 2003-*A study of mycorrhizal synthesis effect of* Tuber melanosporum *on seedlings.* Forest Research, Beijing, 16(1): 52-57.

GORIA G., 1993-*Il divino e misterioso sapore del tartufo nella cucina italiana di ieri e di oggi.* Atti del Convegno Internazionale sul Tartufo, L'Aquila 5-8 marzo 1992, 397-406.

GOVI G., 1986-*Introduzione alla Micologia.* Edagricole, Bologna.

GOVI G., 1968, 1969, 1970-Polyporaceae *italiane.* Monti e Boschi, anni XIX, XX, XXI: 1-72. Edagricole, Bologna.

GRAMONT DE LESPARRE A., 1899-*Etudes sur les spores de la Truffe (germination et fecondation).* Librairie agricole de la maison rustique, Paris.

GRANETTI B., 1982-*Aspetti scientifici, problemi organizzativi e legislativi della tartuficoltura con particolare riferimento all'Umbria.* L'Informatore Agrario, XXXVIII (21): 21139-21152.

GRANETTI B., BENCIVENGA M., MINCIGRUCCI G., 1983-*Tartufaie artificiali nei terreni marginali.* L'Informatore Agrario, vol. XXXIX (37): 27449-27459.

GRANETTI B., BENCIVENGA M., MINCIGRUCCI G., 1985-*I Tartufi: biologia, ecologia e coltivazione.* Ricerca e applicazioni nelle Botaniche speciali, 69-71.

GRANETTI B., 1986-*Le moderne tecniche di coltivazione dei tartufi.* In: "Speciale Tartufo". Agricoltura Campania, serie III, anno III.

GRANETTI B., 1987-*Micorrizazione di alcune specie di Salice con* Tuber magnatum *Pico.* Ann. Fac. Agr. Univ. Perugia, 41: 875-888.

GRANETTI B., 1990-*Caratteri morfologici, biometrici e strutturali delle micorrize di* Tuber magnatum *Pico con* Pinus pinea *L.* Atti del 2° Congresso Internazionale sul Tartufo, Spoleto (Italy) 24-27 Novembre 1988, 273-281.

GRANETTI B., BENCIVENGA M., 1990-*Aspetti morfologici delle micorrize di alcune specie di* Tuber *con* Ostrya carpinifolia *Scop.* Atti del 2° Congresso Internazionale sul Tartufo, Spoleto, 24-27 novembre 1988, 271.

GRANETTI, B., BENCIVENGA M., RANFA A., 1990-*Sviluppo delle micorrize di* Tuber magnatum *Pico in piante di specie diverse a tre anni dalla messa a dimora.* Atti del 2° Congresso Internazionale sul Tartufo, Spoleto, 24-27 novembre 1988, 451-458.

GRANETTI B., MINCIGRUCCI G., BRICCHI E., 1990-*Analisi biometrica e morfologica delle ascospore di alcune specie del genere* Tuber. Atti del 2° Congresso Internazionale sul Tartufo, Spoleto, 24-27 Novembre 1988, 59-100.

GRANETTI B., ANGELINI P., 1992-*Livelli di micorrizazione di Carpino nero con* Tuber melanosporum *Vitt. in una tartufaia coltivata.* Micol. Ital., 21(2): 3-14.

GRANETTI B., ANGELINI P., 1992-*Competizione tra alcuni funghi ectomicorrizici e* Tuber melanosporum *Vitt. in una tartufaia coltivata.* Micol. e Veget. Medit., 7(1): 173-188.

GRANETTI B., 1994-*Tartufi: biologia e tecniche di coltivazione.* Micol. Ital., 2: 63-68.

GRANETTI B., 1994-*Ricerche sulle micorrize di tartufo e controllo delle piante tartufigene.* Giorn. Bot. Ital., 128(1): 19-30.

GRANETTI B., 1995-*Caratteristiche morfologiche, biometriche e strutturali delle micorrize di* Tuber *di interesse economico.* Micol. Ital., 2: 101-117.

GRANETTI B., ANGELINI P., RUBINI A., 1995-*Morfologia e struttura delle micorrize di* Tuber magnatum *Pico e* Tuber borchii *Vitt. con* Tilia platiphyllos *Scop.* Micol. Ital., 2: 27-34.

GRANETTI B., RUBINI A., ANGELINI P., 1995-*Analisi comparativa morfo-biometrica e strutturale delle micorrize di* Tuber aestivum *Vitt. con alcune piante forestali.* Micol. Ital., 2: 48-63.

GRANETTI B., RUBINI A., ANGELINI P., 1995-*Un parametro biometrico idoneo alla caratterizzazione delle micorrize di* Tuber borchii *Vitt e di* Tuber magnatum *Pico.* Micol. Ital., 2: 17-23.

GREGORI G., TOCCI A., 1985-*Possibilità di produzione di piante di* Alnus

cordata *Loisel micorrizate con* Tuber melanosporum *Vitt. e* Tuber aestivum *Vitt.* L'Italia Forestale e Montana, 5: 261-270.

GREGORI G., TOCCI A., 1987-*Individuazione di aree tartuficole nel Trentino meridionale.* Dendronatura, 8(1): 67-72.

GREGORI G., 1988-*Moderne tecnologie di micorrizazione.* Atti del Convegno nazionale su: La salvaguardia del patrimonio tartufigeno naturale. San Miniato, Pisa, 15-26.

GREGORI G., 1990-*I tartufi nelle Marche.* Ed. Sagraf. Ancona.

GREGORI G., CIAPPELLONI R., 1990-*Confronto dell'intensità di micorrizazione fra* Corylus avellana *L. di tipo selvatico e da frutto con* Tuber magnatum *Pico.* Atti del 2° Congresso Internazionale sul Tartufo, Spoleto, 24-27 Nov. 1988, 185-189.

GREGORI G., CIAPPELLONI R., 1990-*L'impiego di inoculo derivante da carpofori precoci di* Tuber magnatum *Pico per la micorrizazione di piante forestali.* Atti del 2° Congresso Internazionale sul tartufo, Spoleto, 24-27 novembre 1988, 191-196.

GREGORI G., CIAPPELLONI R., 1990-*Produzione di piantine micorrizate con* Tuber magnatum *Pico.* Atti del 2° Congresso internazionale sul tartufo, Spoleto, 24-27 novembre 1988, 211-218.

GREGORI G., LO BUE G., MAGGIOROTTO G., 1990-*Caratterizzazione di ectomicorrize in tartufaie naturali e di impianto e valutazione della loro competitività nei confronti di* Tuber magnatum. Atti del 2° Congresso Internazionale sul tartufo, Spoleto, 24-27 novembre 1988, 219-246.

GREGORI G. L., TOCCI A., 1990-*La trufficulture dans les pays mediterraneens: l'exemple de l'Italie.* Foret Mediterraneenne, 12(2): 143-152.

GREGORI G., 1991-*Tartufi e tartuficoltura nel Veneto. Regione del Veneto.* Assessorato Agricoltura e Foreste. Dipartimento Foreste, 177 p. (Ed. Tipog, Rumor-Padova).

GREGORI G., DE PAOLI G., 1992-*Sintesi micorrizica con* Tuber magnatum *per "innesto radicale" su piante micropropagate di tiglio e pioppo.* L'Inf. Agr., 50: 49-54.

GREGORI G., PUXEDDU M., 1995-*Ancora su funghi ipogei della Sardegna.* Micol. e Veget. Medit. 2: 3-10.

GREGORI G., 2001-*Individuazione di aree tartuficole nel Friuli-Venezia Giulia.* Prima parte, Notiziario ERSA, 14(5): 27-32.

GREGORI G., 2001-*Individuazione di aree tartuficole nel Friuli Venezia Giulia: seconda parte.* Notiziario ERSA, 14, (6): 41-45.

GREGORI G., CECCHINI M., ELISEI S., PASQUINI L., SACCHI A., SPEZI D., 2001-*Tartufaie controllate di* Tuber magnatum: *prove di miglioramento.* Atti del Vème Congrès International Science et Culture de la Truffe, 4-6 mars 1999, Aix-en-Provence, France, 394-399.

GREGORI G., ELISEI S., PASQUINI L., SACCHI A., SPEZI D. 2001-*Rigenerazione di una vecchia tartufaia coltivata di* Tuber melanosporum *Vitt.* Atti del Vème Congrès International Science et Culture de la Truffe, 4-6 mars 1999, Aix-en-Provence, France, 400-405.

GREGORI G., SACCHI A., SPEZI D., 2001-*Tartuficoltura nelle Marche.* Atti del Vème Congrès International Science et Culture de la Truffe, 4-6 mars 1999, Aix-en-Provence, France, 340-344.

GREGORI G. L., 2002-*Problems and expectations with the cultivation of* Tuber magnatum. Proceedings of the Second International Conference on Edible Mycorrhizal Mushrooms, Christchurch, New Zealand, 3-6 July, 200: 1-9.

GREIS R., 1939-*Ascusentwicklung von* Tuber aestivum *and* T. brumale. Z. Botan., 34: 129-178.

GRENTE J., CHEVALIER G., POLLACSEK A., 1972-*La germination de l'ascospore de* Tuber melanosporum *Vitt. et la synthèse sporale des mycorhizes.* C. R. Acad. Sci., série D, 275: 743-746.

GRENTE J., DELMAS J., POITOU N., CHEVALIER G., 1976-*Faits nouveaux sur la truffe.* Mushr. Sci., 9 (l): 815-846.

GRENTE J., CHEVALIER G., 1978-*Application pratique de la symbiose ectomycorrhizienne.* Mushr. Sci., 10(2): 483-505.

GRENTE J., CHEVALIER G., 1980-*La trufficulture, un or noir pour la Région Méditerranéenne.* Foret méditerranéenne, I, n. 2.

GRENTE J., CHEVALIER G., 1980-*Mise aupoint sur les recherches de l'INRA en matière de trufficulture.* Bull. Fed. Nat. Prod. Truff., I: 13-25.

GRENTE J., CHEVALIER G., 1987-*Maturation et époque de récolte de la truffe du Perigord.* Bull. Fed. Nat. Prod. Truff., 2: 7-9.

GRENTE J., DELMAS J., 1975-*Perspectives pour une trufficulture moderne.* Ed. INRA.

GRIFFINI O., VIETA F., 1973-*I tartufi.* Trevi, Roma.

GROSS G., 1969-*Uber einige saarländische Funde der Sommertrüffel* (Tuber aestivum *Vitt.*). Faun. flor. Notizen Saarland, 2 (l): 4-5.

GROSS G., SCHMITT J. A., 1974-*Beziehungen zwischen Sporenvolumen und Kernzahl bei einigen höheren Pilzen.* Zeitschr. f. Pilzkd., 4: 163-214.

GROSS G., 1975a-*Die Sommertrüffel* (Tuber aestivum *Vitt.*) *und ihre Verwandten im mittleren Europa (1).* Zeitschr. f. Pilzkd., 41: 5-18.

GROSS G., 1975b-*Die Sommertrüffel* (Tuber aestivum *Vitt.*) *und ihre Verwandten im mittleren Europa (2).* Zeitschr. f. Pilzkd., 41: 143-154.

GROSS G., 1987-*Schlüssel zu den europäischen Sippen der Gattung* Tuber. In: Atlas der Pilze des Saarlandes. Eds. H. E. Derbsch und J. A. Schmitt, Teil 2, Delattinia, Saarbrücken, 79-100.

GROSS G., 1991-*Clé des espèces européennes du genre* Tuber. Doc. mycol., 21 (81): 1-10.

GROSS G., 1993-*Alcune considerazioni di attualità sul genere* Tuber. Micol. e Veg. Mediterr., 8 (l): 67-71.

GRUPPO MICOLOGICO TERNANO, 2002-*Funghi e tartufi dell'Umbria.* Regione Umbria, Assessorato Agricoltura e Foreste.

GUILLAUME G. A., 1972.-*Ecologie de* Tuber melanosporum *Vitt. dans le Var.* Mémoire ENITA, INRA.

GUILLEMAUD T., RAYMOND M., CALLOT G., CLEYET MAREL J. C., FERNANDEZ D., 1996-*Variability of nuclear and mitochondrial ribosomal DNA of a truffle species* (Tuber aestivum). Mycol. Res., 100(5): 547-550.

GUINBERTEAU J., SALESSES G., OLIVIER J. M., POITOU N., 1990-*Mycorhization de vitroplants de noisetiers clones.* Atti del 2° Congresso internazionale sul Tartufo, Spoleto, 24-27 novembre 1988, 205-210.

GUIOCHON P., 1959-*Gérmination monosperme de la Truffe* (Tuber melanosporum). Mushr. Sci., 4: 294-295.

HALL I. R., 1990-*Potential for the production of high priced edible symbiotic fungi in New Zealand.* Combined Proceedings International Plant Propagators' Society, 1989, 39: 281-284.

HALL I. R., 1990-*Towards a truffle industry in New Zealand.* Atti del 2° Congresso Internazionale sul Tartufo, Spoleto, 24-27 novembre 1988, 633-638.

HALL I. R., BROWN G., 1994-*The black truffle.* Invermany Agricultural Center, New Zealand Institute for Crop and Food Research, Mosgiel, New Zealand, 73 pp.

HALL I. R., WANG Y., 2001-*A comparison of productive and non-productive cultivated* Tuber melanosporum *truffle beds in New Zealand.* Atti del Vème Congrès International Science et Culture de la Truffe, 4-6 mars 1999, Aix-en-Provence, France, 444-445.

HALL I. R., WANG Y., 2002-*Truffles and other edible mycorrhizal mushrooms-some new crops for the Southern Hemisphere.* Proceedings of the Second International Conference on Edible Mycorrhizal Mushrooms, Christchurch, New Zealand, 3-6 July, 2001, 1-7.

HALL I. R., WANG Y., 2003-*Commercial production of Tuber melanosporum in New Zealand.* ICOM II abstracts.

HANSSEN H. P., KÜHNE B., 1990-*Aroma compounds in canned truffles.* Atti del 2° Congresso Internazionale sul Tartufo, Spoleto, 24-27 novembre 1988, 501-504.

HARIOT E., 1889-*La Truffe.* Le Naturaliste 1889: 77-78.

HARRISON K. A., KELLY A., GRATTO, GRUND D. W., 1984-*A* Tuber *from Nova Scotia.* Mycotaxon, XIX: 81-84.

HARKI E., KLAEBE A., TALOU T., DARGENT R., 1996-*Identification and quantification of* Tuber melanosporum *Vitt. sterols.* Steroids., 61(10): 609-612.

HAWKER L. E., 1954-*British Hypogeous Fungi.* Phil. Trans. Roy. Soc. London, ser. B., Biol. Sci., 237: 429-546.

HEINEMANN P., 1969-*Les truffes* (Tuberales) *de Belgique.* Les Naturalistes belges, 50: 156-163.

HENRION B., CHEVALIER G., MARTIN F., 1994-*Typing truffle species by PCR amplification of the ribosomal DNA spacers.* Mycol. Res., 98: 37-43.

HENRION B., LE TACON F., MARTIN F., 1992-*Rapid identification of genetic variation of ectomycorrhizal fungi by amplification of ribosomal RNA genes.* New Phytol., 122: 289-298.

HESSE R., 1894-*Die Hypogaeen Deutschlands: II Die Tuberaceen und Elaphomyceten.* Ed. L. Hofsteller, Halle.

HOCHBERG M. E., BERTAULT G., POITRINEAU K., JANSSEN A., 2003-*Olfactory orientation of the truffle beetle* Leiodes cinnamomea. Entomologia Experimentalis et Applicata, 109: 147-153.

HOFMEISTER W., 1860-*Ueber die Entwicklung der Sporen von* Tuber aestivum. Pringsheim Jahrb. Wiss. Bot., 2: 378-391.

HUHT., 1988-*Studies on the symbiotic relationship between truffles and trees (III). Effect of soil characteristics on mycorrhiza formation.* Quarterly Journal of Chinese Forestry, 21(4): 111-118.

IMAI S., 1933-*On two new species of* Tuberaceae. Proc. Imper. Acad. Tokyo 9: 182-184.

IMAI S., 1940-*Second note on* Tuberales *of Japan.* Proc. Imper. Acad. Tokyo, 16: 153-154.

INTINI M., PANCONESI A., PARRINI C., 2000-*Malattie delle alberature in ambiente urbano.* Consiglio Nazionale delle Ricerche, 216 pp.

INTERNATIONAL CODE of Botanical Nomenclature – (St. Louis Code) – 16° congresso internazionale di Botanica, 1999

IOTTI M., AMICUCCI A., STOCCHI V., ZAMBONELLI A., 2002-*Morphological and molecular characterization of mycelia of some* Tuber *species in pure culture.* New Phytologist, 155: 499-505.

ISTAT, 1995-Sistema Statistico Nazionale-Istituto Nazionale di Statistica-Statistiche Forestali, anno 1993, Annuario n. 46-Roma.

JACZEWSKI A. de, 1896-*Monographie des Tuberacées de la Suisse.* Bull. Herbier Boissier, 4(9): 591-602.

JANEX FAVRE M. C., PARGUEY LEDUC A., 1976-*La formation des ascospores chez deux Truffes:* Tuber rufum *Pico et* Tuber aestivum *Vitt. (Tubéracées).* C. R. Acad. Sci. Paris, 283: 1173-1175.

JANEX FAVRE M. C., PARGUEY LEDUC A., 1980-*Formation et évolution des ascospores du* Tuber mesentericum *Vitt.* Bull. Soc. Myc. Fr., 96: 225-237.

JANEX FAVRE M. C., PARGUEY LEDUC A., 1983-*Étude ultrastucturale des asques et des ascospores de Truffes du genre* Tuber. II. *Les Ascospores.* Cryptog. Mycologie, 4: 353-373.

JANEX FAVRE M. C., PARGUEY LEDUC A., 1990-*Les asques des* Tuber (Discomycètes, Tuberales): *particularités morphologiques et structurales.* Atti del 2° Congresso Internazionale sul tartufo, Spoleto, 24-27 novembre 1988, 111-120.

JANEX FAVRE MC., PARGUEY LEDUC A., SEJALON DELMAS N., DARGENT R., KULIFAJ M., 1996-*Etude preliminaire de l'ascocarpe de* Tuber indicum, *truffe chinoise recemment introduite en France.* Comptes Rendus de l'Academie des Sciences. Serie III, Sciences de la Vie. 319(6): 517-521.

JANIN G., AUBERT D., GONCALEZ J., JANIN J., MARCHAL-DOMBRAT C., EL RHAZI M., FROCHOT H., CHEVALIER G., 2001-*Détermination objective et quantitative de la variabilité de la couleur de quelques espèces de truffes par spectrocolorimétrie dans le système Cielab et par le système Color-vision.* Atti del Vème Congrès International Science et Culture de la Truffe, 4-6 mars 1999, Aix-en-Provence, France, 149-153.

JANSE J. M., 1971-*Quelques mots sur le développement d'une petite Truffe.* Ann. Jard. Bot. Buitenzorg, 14: 202-205.

JIMENEZ-AGUILAR C., UCEDA-MARFIL S., 2001-*Effect of mycorrhization with* Tuber melanosporum *Vitt. on the outgrowth behaviour of* Quercus ilex *L. subsp.* ballota *(Desf.) and* Q. coccifera *L. in gypsum soils.* Atti del Vème Congrès International Science et Culture de la Truffe, 4-6 mars 1999, Aix-en-Provence, France, 446-449.

KAGAN-ZUR V., FREEMAN S., LUZZATI Y., ROTH-BEJERANO N., SHABI E., 2001-*Survival of introduced* Tuber melanosporum *at two sites in Israel as measured by occurrence of mycorrhizas.* Plant and Soil. 229(2): 159-166.

KAGAN-ZUR V., WENKART S., MILLS D., FREEMAN S., LUZZATI Y., VENTURA Y., ZARETSKY M., ROTH-BEJERANO N., SHABI E., 2002-Tuber melanosporum *research in Israel.* Proceedings of the Second International Conference on Edible Mycorrhizal Mushrooms, Christchurch, New Zealand, 3-6 July, 2001: 1-9.

KERS L. E., 2003-Tuber aestivum *Vitt. and* T. mesentericum *Vitt.* (Ascomycetes) *in Sweden.* Svensk Botanisk Tidskrift, 97(3/4): 157-175.

KIMURA M., 1980-*A simple method for estimating evolutionary rate of base substitutions through comparative studies of nucleotide sequences.* Journal of Molecular Evolution, 16: 111-120.

KLIKA B., 1927-*Dva nové ceske lanyze* (Tuber Borchii *Vitt. e* T. nitidum Vitt.). Mycologia, Praga.

KNAPP A., 1923-*Die Trüffel.* Schw. ZfP, 1: 165-175.

KNAPP A., 1958-*Die europäischen Hypogaeen Gattungen und ihre Gattungstypen.* Schw. ZfP, 36(10): 145-161.

KORF R. P., 1973-Discomycetes *and* Tuberales. In: The Fungi IV, 1. Eds. G. C. Ainsworth, F. K. Sparrow and A. S. Sussman, Academic Press, New York, 249-319.

KULIFAJ M., 1984-Tuber melanosporum *Vitt.: contribution à l'étude de la morphogenèse et de la physiologie de l'ascocarpe.* Thèse Doct. 3ème cycle, Univ. P. Sabatier, Toulouse, 72 pp.

KULIFAJ M., 1994-Tuber melanosporum *Vitt. (Truffe noire du Périgord). Caractérisation des étapes du développement de l'ascocarpe; etude des facteurs externes limitants.* Thèse de l'Univ. P. Sabatier de Toulouse, 203 pp.

KUMAR S., TAMURA K., JAKOBSEN IB., NEI M., 2001-MEGA 2: *Molecular Evolutionary Genetics Analysis software.* Bioinformatics, 17: 1244-1245.

LANFRANCO L., WYSS P., MARZACHO C., BONFANTE P., 1993-*DNA probes for identification of the ectomycorrhizal fungus* T. magnatum *Pico.* FEMS Microbiol. Lett., 114: 245-252.

LANFRANCO L., ARLORIO M., MATTEUCCI A., BONFANTE P., 1995-*Truffles: Their Life Cicle and Molecular Characterization.* in: Biotechnology of Ectomycorrhizae Molecular Approaches (Stocchi V., Bonfante P., Nuti M. eds.). Plenum Press. New York and London, 1995, 139-150.

LANFRANCO L., GARNERO L., DELPERO M., BONFANTE P., 1995-*Chitin Synthase homologs in three ectomycorrhizal truffles.* FEMS Microbiol. Lett., 134: 109-114.

LANGE M., 1956-*Danish hypogeous macromycetes.* Dansk Bot. Arkiv, 16: 1-84.

LANGIU T., 1979-Terfezia leonis *in Sardegna.* BGMB, 22: 32-35.

LANGIU T., 1980-*Ritrovamento di* Tuber mesentericum *in Sardegna.* GMB, 23: 133.

LAURETI M., 1968-*Il tartufo nero e i suoi rapporti giuridici nello Spoletino e nel Nursino.* Atti del 1° Congresso internazionale sul tartufo, Spoleto, 24-25.5, 1968, 43-50.

LAVAL CH., 1884-*Guide pratique du trufficulteur (Sarlat).*

LAVINA P., 2001-*Variabilité des sols trufficoles atypiques pour la production de* T. melanosporum *en région d'Auvergne.* Atti del Vème Congrès International Science et Culture de la Truffe, 4-6 mars 1999, Aix-en-Provence, France, 265-268.

LAWRINOWICZ M., 1983-Cenococcum graniforme. Acta Mycol., 19: 31-40.

LAWRINOWICZ M., 1992-*Distributional limits of truffles in the Northern Europe.* Micologia e Vegetazione Mediterranea, 7 (l): 31-38.

LAZZARI G., MONTECCHI A., 1987-Tuber malençonii. Boll. Gr. Micol. Bresadola, 28: 81.

LAZZARI G., 1992-*Precisazioni su alcuni* Tuber *del gruppo* "Puberulum " T borchii *e* T. gibbosum. R. d. M., 35: 165-167.

LAZZARI B., GIANAZZA E., VIOTTI A., 1995-*Molecular Characterization of some Truffle Species.* in: Biotechnology of Ectomycorrhizae Molecular Approaches (Stocchi V., Bonfante P., Nuti M. eds.). Plenum Press. New York and London, 161-170.

LEDISQUET I., PARGNEY JC., 1994-*Characterization of the spinule wall of the truffle ectomycorrhizae by ultrastructural cytochemistry.* Journal of Trace & Microprobe Tecniques., 12(4): 209-221.

LEFEVRE C. K., HALL I. R., MEHLENBACHER S. A., 2001-*Status of truffle cultivation: a global perspective.* Acta Horticulturae, 556: 513-520.

LEI J., DEXHEIMER J., 1987-*Résultats préliminaires concernant la mycorhization controlée de vitroplants de chene* (Quercus robur *L.*). Ann. Sci. For. (Paris), 44(3): 315-324.

LE TACON F., 1981-*Etude de la composition minerale et organique des eaux de gravité de trois types de sols lorrains en milieu drainé.* Thèse Doct. de spécialité, Univ. de Nancy1.

LE TACON F., DELMAS J., GLEYZER R., BOUCHARD D., 1982-*Influence du regime hydrique du sol et de la fertilisation sur la fructification de la truffe noire du Périgord* (Tuber melanosporum *Vitt.*) *dans le sud est de la France.* Acta Accol. Appl. FRA, 3(4): 291-306.

LO BUE G., GREGORI G. L., PASQUINI L., 1990-*Sintesi micorrizica in campo fra piante adulte e tartufi pregiati mediante frammenti radicali.* Atti del 2° Congresso Internazionale sul tartufo. Spoleto, 24-27 novembre 1988, 459-466.

LONGATO S., BONFANTE P., 1997-*Molecular identification of mycorrhizal fungi by direct amplification of microsatellite regions.* Mycol. Res., 101: 425-432.

LOPEZ NAVARRETE R., TORRES BELMONTE J. M., 1993-*El cultivo de la trufa negra en Espana.* Agricultura, Revista Agropecuaria, 62(734): 781-784.

LUBELSKA B., 1954-*The occurrence of the Truffle in Poland.* Krakow.

LUCACCIONI A., 1990-*Interventi promozionali dell'Ente di Sviluppo Agricolo dell'Umbria a favore della tartuficoltura.* Atti del 2° Congresso Internazionale sul Tartufo, Spoleto, 24-27 novembre, 1988.

LULLI L., PANINI T., BRAGATO G., GARDIN L., PRIMAVERA F., 1991-*I suoli delle tartufaie naturali delle crete senesi.* Monti e boschi, 5: 31-39.

LULLI L., BRAGATO G., PANINI T., GARDIN L., PRIMAVERA F., 1992-*I suoli delle tartufaie naturali della bassa valle del Santerno (Mugello Toscana).* Italia Forestale e Montana, 47(5): 251-267.

LULLI L., PRIMAVERA F., 1995-*Suoli idonei alla produzione di tartufi.* L'Informatore Agrario, 51(31): 33-38.

LULLI L., BRAGATO G., GARDIN L., 1999-*Occurrence of* Tuber melanosporum *in relation to soil surface layer properties and soil differentiation.* Plant and Soil, 214: 85-92.

LULLI L., PRIMAVERA F., 2001-Tuber magnatum *Pico: environment of growth.* Atti del Vème Congrès International Science et Culture de la Truffe, 4-6 mars 1999, Aix-en-Provence, France, 269-272.

LUND S., SAMSOE, 1874-*Om* Tuber, *specielt* Tuber rapaeodorum *fundet i Danmark.* Bot. Tidskr., 7: 209-210.

LUPPI MOSCA A. M., GAUTERO C., 1967-*Ricerche sulle micorrize di* Quercus robur, Q. petraea *e* Q. pubescens *in Piemonte.* Allionia, 13: 129-134.

LUPPI MOSCA A. M., GRIFALDI L., JARETTI SODANO G., 1970-*La micoflora della rizosfera nelle tartufaie naturali. Analisi micologiche di terreni tartufiferi piemontesi.* Allionia, 16: 115-132.

LUPPI MOSCA A. M., 1972-*La micoflora della rizosfera nelle tartufaie naturali. Analisi micologiche di terreni tartufiferi francesi.* Allionia, 18: 33-40.

LUPPI MOSCA A. M., FONTANA A., 1977-*Studi sull'ecologia del* Tuber melanosporum *IV. Analisi micologiche di terreni tartufigeni dell'Italia centrale.* Allionia, 22: 105-113.

MABRU D., DUPRE C., DOUET JP., LEROY P., RAVEL C., RICARD JM., MEDINA B., CASTROVIEJO M., CHEVALIER G., 2001-*Rapid molecular typing method for the reliable detection of Asiatic black truffle* (Tuber indicum) *in commercialized products: fruiting bodies and mycorrhizal seedlings.* Mycorrhiza, 11(2): 89-94.

MALENCON M. G., 1938-*Les truffes européennes. Historique, morphogénie, organographie, classification, culture.* Rev. Mycol., 3 (n. s.), Paris, Mém. hors série n. 1, 92 pp.

MAMOUN M., OLIVIER J. M., 1989-*Dynamique des populations fongiques et bacteriennes de la rhizosphere des noisetiers truffiers. II. Chelation du fer et repartition taxonomique chez les* Pseudomonas *fluorescents.* Agronomie, 9(4): 345-351.

MAMOUN M., OLIVIER J. M., 1990-*Dynamique des populations fongiques et bacteriennes de la rhizosphere des noisetiers truffiers. III. Effet du regime hydrique sur la mycorhization et la microflore associee.* Agronomie, 10(1): 77-84.

MAMOUN M., OLIVIER J. M., 1990-*Microbiologie des sols truffiers.* Atti del 2° Congresso Internazionale sul tartufo, Spoleto, 24-27 novembre 1988, 397-402.

MAMOUN M., OLIVIER J. M., GUINBERTEAU J., 1990-*Milieux de culture et croissance mycélienne de la truffe.* Atti del 2° Congresso internazionale sul Tartufo. Spoleto, 24-27 novembre 1988, 167-171.

MAMOUN M., OLIVIER J. M., 1992-*Effects of soil Pseudomonas on colonization of hazel roots by ecto-mycorrhizal species* Tuber melanosporum *and its competitors.* Plant and Soil, 139: 265-273.

MAMOUN M., OLIVIER J. M., 1993-*Interaction entre* Tuber melanosporum *et les microorganismes du sol, en relation avec les pratiques culturales.* Atti del Convegno Internazionale sul Tartufo, L'Aquila 5-8 marzo 1992, 189-194.

MAMOUN M., OLIVIER J. M., 1993-*Competition between* Tuber melanosporum *and other ectomycorrhizal fungi under two irrigation regimes: I. Competition with* Tuber brumale. Plant and Soil, 149(2): 211-218.

MAMOUN M., OLIVIER J. M., 1996-*Receptivity of cloned hazels to artificial ectomycorrhizal infection by* Tuber melanosporum *and symbiotic competitors.* Mycorrhiza, 6(1): 15-19.

MAMOUN M., OLIVIER J. M., 1997-*Mycorrhizal inoculation of cloned hazels by* Tuber melanosporum: *effect of soil disinfestation and co-culture with* Festuca ovina. Plant and Soil, 188: 221-226.

MANJON J. L., MORENO G., DIEZ J., GARCIA-MONTERO L. G., 1995-Tuber indicum *Cooke & Massee en España: Una especie comercializada con caracteristicas similares a nuestra trufa negra.* Bol. Soc. Micol. Madrid, 20: 301-304.

. MANNA D., 1990-*La tartuficoltura nello Spoletino.* Atti del 2° Congresso Internazionale sul Tartufo, Spoleto, 24-27 novembre 1988, 579-590.

MANNA D., 1993-*Importanza della scelta della specie forestale nell'impianto di tartufaie. Esperienze nel comprensorio della Comunità Montana dello Spoletino.* Atti del Convegno Internazionale sul Tartufo, L'Aquila 5-8 marzo, 1992, 233-250.

MANNA D., 2001-*Osservazioni sul comportamento delle piante tartufigene in pieno campo.* Atti del Vème Congrès International Science et Culture de la Truffe, 4-6 mars 1999, Aix-en-Provence, France, 456-459.

MANNOZZI-TORINI L., 1956-*Il tartufo e la tartuficoltura con particolare riferimento al tartufo pregiato di Norcia.* Bollettino economico della Camera di commercio industria, agricoltura di Ancona, 5, 1-6 maggio 1956.

MANNOZZI TORINI L., 1965-*Tartufi e Tartuficoltura.* Monti e Boschi, 16(1): 29-43.

MANNOZZI-TORINI L., 1967-*La coltivazione del tartufo.* L'Informatore agrario, 4: 17-20.

MANNOZZI-TORINI L., 1968-*Sulla disciplina della raccolta e del commercio dei tartufi freschi e conservati.* Atti del I congresso intern. sul tartufo, Spoleto, 24-25. 5. 1968, 73-82.

MANNOZZI TORINI L., 1970-*Manuale di tartuficoltura.* Edagr., Bologna, 169 pp.

MANNOZZI-TORINI L., 1971-*Le reboisement avec chênes truffières en Italie.* Atti del 1° congres int. de la trufficulture, Soûillac.

MANNOZZI TORINI L. 1991-*Il tartufo e la sua coltivazione III Ed.* Edagricole, Bologna, 169 pp.

MARASAS W. F. 0., TRAPPE J. M., 1973-*Notes on Southern African* Tuberales. Bothalia, 1l: 139-141.

MARCHISIO V., 1964-*Sulla cariologia degli aschi e delle spore di* Tuber maculatum. Allionia, 10: 105.

MARINI U. 1999-*Acqualagna, terra di tartufi.* Ed. Metauro.

MARLETTO F., 1969-*La microflora della rizosfera nelle tartufaie. I. I Blastomiceti dei tartufi e della rizosfera nelle tartufaie.* Allionia, 15: 155-171.

MARLETTO F., SARTORIS A., 1978/79-*Studi sull'ecologia del* Tuber melanosporum. *V. La blastoflora delle "aree bruciate" nell'Italia Centrale.* Allionia., 23: 91-94.

MARSILI L. F., 1714-*Schedae per tuberorum historia.* Ms. 86, c. 1-7. Biblioteca Universitaria, Bologna.

MARTIN-RAVEL, 1957-*Colture de la Truffe.* Paris.

MARTIN F., VAIRELLES D., HENRION B., 1993-*Automated ribosomal DNA fingerprinting by capillary electrophoresis of PCR product.* Anal. Biochem., 214(1): 182-189.

MARTINEZ DE AZAGRA A., GRIGELMO ESTEBAN C., 1991-*Implantacion de truferas.* Hojas Divulgadoras Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentacion, No. 12 91 HD, 24 pp.

MASSANTINI R., BRUNO M., SALCINI C., BELLINCONTRO A., MENCARELLI F., 2002-*Conservazione in film plastico del tartufo fresco* (Tuber aestivum). Industrie Alimentari, 41(419): 1204-1207.

MASSINI R., LANDUCCI A., 1990-*Trattamento e commercializzazione dei tartufi freschi e in conserva: problemi normativi e sviluppo tecnologico.* Atti del 2° Congresso Internazionale sul Tartufo, Spoleto, 24-27 novembre 1988, 645-651.

MATTEUCCI D., 1975-*Produzione e commercio del tartufo in Italia. Tesi discussa all'Università di Bologna, Facoltà di Economia e Commercio, 1975.*

MATRUCHOT L., 1903-*Sur la culture artificielle de la Truffe.* BSMF, 19: 267-272.

MATRUCHOT L., 1903-*Germination des spores des truffes; culture et caractères du mycelium truffier.* C. R. del'AC. des Sciences, Paris.

MATTEI G. E., SERRA A., 1904-*Ricerche storiche e biologiche sulla* Terfezia leonis. Bull. Orto Bot. Univ. Napoli, 2: 153-264.

MATTIROLO O., 1886-*Sul parassitismo dei tartufi e sulla questione della micorriza.* Malpighia, I: 359-369.

MATTIROLO O., 1887-*Illustrazione di tre nuove specie di* Tuberales. Mem. Accad. Sci. Torino, 38: 337-392.

MATTIROLO O., 1900-*Gli ipogei di Sardegna e di Sicilia.* Malpighia, 14: 39-110.

MATTIROLO O., 1903-*I funghi ipogei italiani.* Mem. R. Accad. Sc. Torino, ser. 2(53): 331-306.

MATTIROLO O., 1906-*Gli autoptici di Carlo Vittadini e loro importanza nello studio della idnologia.* Atti Congr. Botan., Milano Sett. 1906, 396-402.

MATTIROLO O., 1906-*Seconda contribuzione allo studio della flora ipogea del Portogallo.* Boll. Soc. Broteriana, XXII, 227-245.

MATTIROLO O., 1908-*Proposte intese a promuovere la coltivazione dei Tartufi in Italia.* Ann. R. Accademia agric. di Torino, LI, 12 pp.

MATTIROLO O., 1909-*I Tartufi.* Extrait Ann. Acad. Royale Agric. Turin, 52, 74 pp.

MATTIROLO O., 1909-*I tartufi come si coltivano in Francia, perché non si coltivano e come si potrebbero coltivare in Italia.* Ann. Accad. Agricolt. Torino, 52: 3-74.

MATTIROLO O., 1911-*I funghi ipogei della Liguria.* Atti Soc. Ligustica di Sci. Nat. 1 II.

MATTIROLO O., 1920-*La tartuficoltura e il rimboschimento.* Le vie d'Italia.

MATTIROLO O., 1928-*La tartuficoltura e il rimboschimento.* IV Centenario di Emanuele Filiberto (Torino).

MATTIROLO O., 1932-*Di un nuovo centro di produzione del tartufo bianco in Istria.* Ann-Accad. Agricolt. Torino 75.

MATTIROLO O., 1933-*I funghi ipogei della Campania, Lazio e Molise raccolti dal prof. Campbell.* N. Giorn. Bot. Ital, ser. 3(40): 313-326.

MATTIROLO O., 1934-*Rapporti simbiotici sviluppatisi tra il tartufo "bianchetto"* Tuber borchii *Vitt. e i pioppi americani detti canadesi.* Ann. rend. Accad. Agr. Torino, 76: 3-10.

MATTIROLO O., 1935-*Catalogo ragionato dei funghi ipogei raccolti nel Canton Ticino e province italiane confinanti.* Beiträge zur Kryptogamenflora der Schweiz, 8(2): 1-59.

MATTIROLO O., 1935-*Sopra un nuovo simbionte dei pioppi canadesi* (Tuber magnatum). Ann. Accad. Agr. Torino, 76: Nota.

MELENNAN EJ., 1961-*Australian* Tuberales. Proc. Roy. Soc. Victoria N. S. 74: 111-117.

MELIN E., 1953-*Physiology of Micorrhizal Relations in Plants.* Ann. Rev. PL. Phys., 4: 325.

MELLO A., NOSENZO C., MEOTTO F., BONFANTE P., 1996-*Rapid typing of truffle mycorrhizal roots by PCR amplification of the ribosomal DNA spacers.* Mycorrhiza, 6(5): 417-421.

MELLO A., GARNERO L., MEOTTO F., BONFANTE P., 1998-*Specific primers for rapid typing of* Tuber borchii *mycorrhizal roots.* Acta Hort. (ISHS), 457: 229-234.

MELLO A., GARNERO L., BONFANTE P., 1999-*Specific PCR-primers as a reliable tool for the detection of white truffles in mycorrhizal roots.* New Phytol., 141(3): 511-516.

MELLO A., MEOTTO F., BONFANTE P., 2001-*White truffles identification: the contribution of PCR techniques.* Atti del Vème Congrès International Science et Culture de la Truffe, 4-6 mars 1999, Aix-en-Provence, France, 87-89.

MELLO A., FONTANA A., MEOTTO F., COMANDINI O., BONFANTE P., 2001-*Molecular and morphological characterization of* Tuber magnatum *mycorrhizas in a long-term survey.* Microbiol. Res., 155(4): 279-284.

MELLO A., CANTISANI A., VIZZINI A., BONFANTE P., 2002-*Genetic variability of* Tuber uncinatum *and its relatedness to other black truffles.* Environmental Microbiology, 4: 584-594.

MELLO A., MURAT C., VIZZINI A., GAVAZZA V. e BONFANTE P., 2005 - Tuber magnatum *Pico, a species of limited geographical distribution: its genetic diversity inside and outside a truffle ground.* Enviromental Microb., 7 (1): 55-65.

MEOTTO F., CARRATURO P., 1987/88-*Ectomicorrizia di* Sphaerosporella brunnea *(A. e S.) Svrcek e Kubicka in piante tartufigene.* Allionia, 28: 109-116.

MEOTTO F., 1990-*Tartuficoltura; Aspetti tecnico-pratici.* Atti Convegno VI Fiera del Tartufo, Casteggio 1990.

MEOTTO F., CARRATURO P., DANA M., 1992-*Valutazione in pieno campo e in serra della competitività di* Sphaerosporella brunnea *con* Tuber magnatum. L'Informatore Agrario, 48(47): 73-78.

MEOTTO F., NOSENSO C., FONTANA A., 1995-*Le micorrize delle specie pregiate di* Tuber. L'Informatore Agrario, Verona LI, (31): 41-46.

MICHELI P. A., 1729-*Nova Plantarum Genera,* Florentiae (Tuber, 222 pp.).

MIGUEL A. M., ROMÁN M., ETAYO M. L., 2002-*Mycorrhizal fungi competing with* Tuber melanosporum *Vitt. in cultivated truffle beds in northeastern Spain.* Proceedings of the Second International Conference on Edible Mycorrhizal Mushrooms, Christchurch, New Zealand, 3-6 July, 2001: 1-5.

MILENKOVIC M., GLAMOCLIJA J., VELJKOVIC V., VUKOJEVIC J., 1992-*Records of two* Tuber (T. aestivum *Vitt. and* T. melanosporum *Vitt.) species in Serbia.* Arch. Biol. Sci. Belgrade, 44 (3-4): 223-228.

MILENKOVIC M., MARJANOVIC Z., 2001-*Current results on* Tuber *spp. research in Yugoslavia.* Atti del Vème Congrès International Science et Culture de la Truffe, 4-6 mars 1999, Aix-en-Provence, France, 218-222.

MILLS D., WENKART S., ROTH-BEJERANO N., KAGAN-ZUR V., 2002-*A simple procedure for the micropropagation of* Cistus incanus *L. from aseptic seedlings and ex vitro plants.* Agricoltura Mediterranea, 132(2): 77-82.

MINUTOLI L., 1992-*Tartufo nero dalle piante di* Cistus. L'Inf. Agr. 47: 79.

MIRABELLA A., 1983-*Indagine preliminare sui suoli di alcune tartufaie di* Tuber magnatum *Pico (Tartufo bianco pregiato) nelle valli del Metauro, Foglia, Marecchia e Savio nelle Marche.* Annali dell'Istituto Sperimentale per la Selvicoltura di Arezzo, 389-407.

MIRABELLA A., PRIMAVERA F., GARDIN L., 1992-*Formation dynamics and characterization of clay minerals in a natural truffle bed of* Tuber magnatum *Pico on Pliocene sediments in Tuscany.* Agricoltura Mediterranea, 122(4): 275-281.

MIRANDA M., DE ANGELIS F., BARBARULO M. V., ARCADI A., MARINELLI F., PACIONI G., BOTTI D., 1991-*Struttura delle melanine dei tartufi: caratterizzazione attraverso la spettrometria di massa.* La chimica e l'industria, Quaderni del Laboratorio di Spettrometria di Massa, suppl., 2: 17-19.

MIRANDA M., BONFIGLI A., ZARIVI O., AIMOLA P., LANZA B., PACIONI G., BOTTI D., RAGNELLI A. M., 1993-*Biochemical and morphological correlation between melanogenesis and development in truffles.* Atti del Convegno Internazionale sul Tartufo, L'Aquila 5-8 marzo 1992, 75-79.

MIRANDA M., PACIONI G., POMA A., 2001-*Karyological study of* Tuber *reproductive cycle.* Atti del Vème Congrès International Science et Culture de la Truffe, 4-6 mars 1999, Aix-en-Provence, France, 154-155.

MIRANDE A., MIRANDE N, 2001-*Transfert des arómes naturels de truffes par C02 supercritique dans une base liquide.* Atti del Vème Congrès International Science et Culture de la Truffe, 4-6 mars 1999, Aix-en-Provence, France, 156-157.

MISCHIATI P., FONTANA A., 1993-In vitro *culture of* Tuber magnatum *mycelium isolated from mycorrhizas.* Mycol. Res., 97(1): 40-44.

MISCHIATI P., MARTINI I., 1993-*Caratterizzazione della superficie cellulare di ife di* Tuber magnatum. Atti del Convegno Internazionale sul Tartufo, L'Aquila 5-8 marzo 1992, 137-138.

MONALDI B., RIZZA A., BENCIVENGA M., LUCACCIONI A., 1990-*Il programma tartufigeno della Regione Umbria. Un laboratorio vivente al servizio della ricerca e della sperimentazione.* Atti del 2° Congresso Internazionale sul Tartufo, Spoleto, 24-27 novembre 1988, 549-561.

MONTACCHINI F., CARAMIELLO R., 1968-*Ecologia del* Tuber magnatum *in Piemonte.* Allionia, 14: 1-29.

MONTACCHINI F., FASOLO BONFANTE P., FONTANA A., 1972-*Inibitori naturali della germinazione. Un esempio* Tuber melanosporum. Infor. Bot. Ital., 4: 157-165.

MONTACCHINI F., CARAMIELLO LOMAGNO R., 1977-*Studi sull'ecologia del* Tuber melanosporum. *II. Azione inibitrice su specie erbacee della flora spontanea.* Allionia, 22: 81-85.

MONTACCHINI F., LO BUE G., CARAMIELLO LOMAGNO R., 1977-*Studi sull'ecologia di* Tuber melanosporum. *III. Fenomeni di inibizione nell'ambiente naturale nell'Italia centrale.* Allionia, 22: 87-104.

MONTACCHINI F., 1980-*Limiti ecologici allo sviluppo dei tartufi.* Atti del convegno "Problemi e prospettive della tartuficoltura collinare piemontese", Alba, 19. 10. 1980.

MONTANINI B., MORETTO N., SORAGNI E., PERCUDANI R., OTTONELLO S., 2002-*A high affinity ammonium transporter from the mycorrhizal ascomycete* Tuber borchii. Fungal Genetics and Biology, 36(1): 22-34.

MONTANT C., KULIFAJ M., GLEYZE R., 1983-*Note sur la récolte de jeunes ascocarpes du* Tuber melanosporum *Vitt. (truffe noire de Périgord) et leur évolution.* C. R. Acad. Sci. Paris, 296: 463-468.

MONTANT C., KULIFAJ M., 1990-*L'ascocarpe du* Tuber melanosporum *Vitt. Controle des facteurs externes agissant sur sa formation, sa croissance et sa maturation.* Comptes Rendus de l'Academie des Sciences. Series 3, Sciences de la Vie, 311(3): 123-126.

MONTECCHI A., LAZZARI G., 1984-*Invito allo studio dei funghi ipogei. Il genere* Tuber. Bull. Gruppo Micol. " G. Bresadola ", 27(5-6): 196-214.

MONTECCHI A., LAZZARI G., 1987-*Tartufi del gruppo* Puberulum *nell'Apennino reggiano.* Micol. Ital., 16(3): 147-158.

MONTECCHI A., LAZZARI G., 1987-*Un nuovo tartufo di montagna:* Tuber regianum *sp. nov.* Riv. Micol. (AMB), 30(l-2): 3-11.

MONTECCHI A., LAZZARI G., 1988-*Contributo alla conoscenza dei tartufi della stirpe* T. rufum. Riv. Micol. (AMB), 31: 320-330.

MONTECCHI A., BORELLI M., 1990-*Funghi ipogei raccolti nelle località Vittadiniane: primi risultati.* Riv. Micol. (AMB), 33(3): 278-286.

MONTECCHI A., LAZZARI G., 1991-*Funghi ipogei dell'Appennino Reggiano-Parmense: Due specie esotiche associate a Douglasia:* Tuber gibbosum *e* Rhizopogon villosus R. d. M., 34: 245-254.

MONTECCHI A., LAZZARI G., 1992-*Precisazioni su alcuni* Tuber *del gruppo* Puberulum: T. borchii *e* T. gibbosum. Riv. Mic. (A. M. B.), 35 (2): 165-167.

MONTECCHI A., LAZZARI G., 1993-*I tartufi prima del Vittadini.* Il fungo (RE), 24-28.

MONTECCHI A., LAZZARI G., 1993-*Atlante fotografico di Funghi Ipogei.* Ed. Associazione Micologica Bresadola, Centro Studi Micologici, Trento, 490 pp.

MONTECCHI A., 1996-Tuber indicum. Il fungo 27-30.

MONTECCHI A., SARASINI M., 2000-*Funghi ipogei d'Europa.* Ed. Associazione Micologica Bresadola, Centro Studi Micologici, Trento, 714 pp.

MORENO G., GALAN R., ORTEGA A., 1986-*Hypogeous fungi from continental Spain.* Cryptogam. Mycol., 7: 201-229.

MORENO G., GALAN R., MONTECCHI A., 1991-*Hypogeous fungi from peninsular Spain.* Mycotaxon, 42: 201-238.

MORENO ARROYO B., GOMEZ FERNANDEZ J., 1995-*Algunos aspectos del desarrollo y evolucion de las ascas de la trufa negra* (Tuber nigrum). Lactarius., 4: 31-33.

MORENO G., MANJON J. L., DIEZ J., GARCIA-MONTERO L. G., Di MASSIMO G., 1997-Tuber pseudohimalayense *sp. nov. An asiátic species commercialized in Spain, similar to the " Perigord truffle".* Mycotaxon, 68: 217-224.

MOSCA A. M. L., 1973-*La micoflora della rizosfera nelle tartufaie. IV. Microfunghi da radici di pioppo micorrizate da* "Tuber magnatum". Allionia, 19: 29-32.

MOUCHES C., DUTHIL P., POITOU N., DELMAS J., BOVE J. M., 1981-*Caractérisation des espéces truffières par analyse de leurs protéines en*

gel de polyacrylamide et application de ces techniques a la taxonomie des champignons. Mush. Sci. 11: 819-831.

MOUILLEFERT P., 1888-*La truffe et sa production.* Libr. Agricole de la Maison Rustique, Paris.

MOUSAIN D., CHEVALIER G., 1975-*Effects de l'inoculation par divers champignons mycorhiziens sur la croissance et le développement de trois espèces de pins. Premières observations après cinq mois d'expérience.* Ann. Phytopathol., 7(4): 337.

MOUSSA R., CALLOT G., 1998-*Modélisation de la morphologie et l'ascocarpe des* Tuber *à écailles.* Doc. int. UFR Science du Sol. INRA Montpellier, 32 pp.

MURAT C., DIEZ J., LUIS P., DELARUELLE C., DUPRE' C., CHEVALIER G., BONFANTE P., MARTIN F., 2004-*Polymorphism at the ribosomal DNA ITS and its relation to postglacial re-colonization routes of the Perigord truffle* Tuber melanosporum. New Phytol. 164: 401-411.

NAPOLIELLO A., PINTOZZI P., VERDOLIVA A., 1990-*Il tartufo in Campania.* Atti del 2° Congresso Internazionale sul Tartufo, Spoleto, 24-27 novembre 1988, 539-544.

NEUNER-PLATTNER I., GRABHER T., HALL IR., STOFFIER G., GRIFFIN F., HASELWANDTER K., 1999-*A comparison of immunological assays for the identification of* Tuber *spp. and other edible ectomycorrhizal fungi.* Mycol. Res., 103: 403-412.

NICOLAS J. J., 1973-*Truffles.* Boletin de la Estacion Central de Ecologia, 2(3): 3-28.

NIZI G., 1963-*Studio morfobiologico sulla* "Suillia pallida *Fall.* " (Diptera-Helomyzidae). Note ed appunti Sperimentali di Entomologia Agraria. f. x. Perugia.

NUNZI L., 1994-*Matrimonio tra quercia da sughero e tartufo.* Terra e Sole, 49(624): 356-358.

NUTI M. P, SBRANA C., BEDINI S., BAGNOLI G., FILIPPI C., AGNOLUCCI M., TOFFANIN A., GIOVANNETTI M., 2001-Tuber: *presenza e possibile ruolo dei batteri associati agli sporocarpi.* Atti del Vème Congrès International Science et Culture de la Truffe, 4-6 mars 1999, Aix-en-Provence, France, 158-160.

OBERT F., 1973-*Interazione di carpoforo di* Tuber melanosporum *Vitt. con miceli di altri funghi.* Allionia, 19: 43-44.

ODONNELL K., CIGELNIK E., WEBER NS., TRAPPE JM., 1997-*Phylogenetic relationships among ascomycetous truffles and true and false morels inferred from 18s and 28s ribosomal DNA sequence.* Mycologia, 89(1): 48-65.

OLIVIER JM., MAMOUN M., 1988-*Dynamique des populations fongiques et bacteriennes de la rhizosphere des noisetiers truffiers. 1. Relation avec le statut hydrique du sol.* Agronomie, 8(8): 711-717.

OLIVIER JM., MAMOUN M., DEXHEIMER J., 1994-*Competitions entre symbiotes sur jeunes noisetiers truffiers.* Mycorhizes. Proceedings of a study day, held in Paris, France, 19 November 1993. Acta Botanica Gallica. 1994, 141(4): 559-563.

OLIVIER J. M., SAVIGNAC J. C., SOURZAT P., 2002-*Truffe et Trufficulture.* Ed. Fanlac, Périgueux, 270 pp.

OLIVIER J. M., CHEVALIER G., GUINBERTEAU J., MAMOUN M., LEMAIRE J. R, LEMOINE M. C., OUDIN A., BARDET M. C., VERLHAC A., GIRAUD M., NAVATEL J. C., 2001-*Multiplication végétative et clonage des arbres hôtes de* Tuber melanosporum *Vitt. et* Tuber uncinatum *Chatin.* Atti del Vème Congrès International Science et Culture de la Truffe, 4-6 mars 1999, Aix-en-Provence, France, 307-310.

OMAGGIO J. P., 2001-*Le vol de truffes: législation, lutte et position des judirictions répressives en France.* Atti del Vème Congrès International Science et Culture de la Truffe, 4-6 mars 1999, Aix-en-Provence, France, 502-504.

ORIA DE RUEDA SALGUERO GARCIA IÑIGUEZ C., 2001-*Aspectos generales. mejoras tecnicas y selvicolas en montes productores de trufa negra* (T. melanosporum) *en Navarra (España).* Atti del Vème Congrès International Science et Culture de la Truffe, 4-6 mars 1999, Aix-en-Provence, France, 406-411.

ORSOMANDO E., BENCIVENGA M., BINI E., 1990-*Funghi e tartufi del Maceratese.* Amministrazione Provinciale di Macerata, Macerata.

OURZIK A., 2001-*Les sols argilo-calcaires à potentiel truffier de la Vienne.* Atti del Vème Congrès International Science et Culture de la Truffe, 4-6 mars 1999, Aix-en-Provence, France, 273-275.

OZINO MARLETTO O., 1970-*Osservazione su due schizomiceti isolati da carpofori di* Tuber magnatum *Pico e* Tuber macrosporum *Vitt.* Alliona, 16: 87-90.

PACIONI G., ZACCAGNO G., 1976-*Le aree tartuficole d'Abruzzo.* Micol. Ital. 5(2): 19-26.

PACIONI G., LALLI G., 1981-*Biologia e ecologia del tartufo nero* (Tuber melanosporum *Vitt.*). Atti Symp. intern. di Micologia, Borgo di Taro, 69-86.

PACIONI G., 1985-*I tartufi dell'Appennino.* Micol. Ital. 14(1): 39-46.

PACIONI G., 1985-*La coltivazione moderna e redditizia del tartufo.* Guida pratica. Ed. De Vecchi, Milano.

PACIONI G., 1986-*Chemotassonomia del genere* Tuber. Giorn. Bot. Ital. 120(2): 193.

PACIONI G., 1987-*Odour composition of the Summer truffle.* TBMS 88(4): 568.

PACIONI G., 1988-*Phytotoxic effect by* Tuber. 2nd European Symposium on Mycorrhizae. Praga.

PACIONI G., 1989-*Biology and ecology of the truffles.* Acta med. rom., 27: 104-117.

PACIONI G., POMPONI G., 1989-*Chemiotaxonomy of some italian species of* Tuber. Micol. e Veget. Mediter., 3: 63-72.

PACIONI G., 1990-*Scanning electron microscopy of* Tuber *sporocarps and associated bacteria.* Mycol. Res., 94: 1086-1089.

PACIONI G., 1990-*Impatto di nuove metodologie sulla tassonomia di* Tuber. Atti del 2° Congresso Internazionale sul tartufo. Spoleto, 24-27 novembre 1988, 51-58.

PACIONI G., LALLI G., 1990-*Strategie adattative di alcuni* Tuber. Atti del 2° Congresso Internazionale sul tartufo. Spoleto, 24-27 novembre 1988, 403-408.

PACIONI G., BELLINA AGOSTINONE C., D'ANTONIO M., 1990-*Odour composition of the* Tuber melanosporum *complex.* Mycol. Res., 94: 201-204.

PACIONI G., BELLINA AGOSTINONE C., D'ANTONIO M., 1991-*On the Odour of* Tuber mesentericum. Mycol. Res., 95: 1016-1017.

PACIONI G., BOLOGNA M., LAURENZI M., 1991-*Insect attraction by* Tuber: *a chemical explanation.* Mycol. Res., 95: 1359-1363.

PACIONI G., 1991-*Effects of* Tuber *metabolites on the rizospheric environment.* Mycol. Res., 95: 1355-1358.

PACIONI G., POMPONI G., 1991-*Genotypic patterns of some italian populations of the* Tuber aestivum-T. mesentericum *complex.* Mycotaxon, 42: 171-179.

PACIONI G., 1992-*Ruolo dello zolfo nel metabolismo dei tartufi.* Micol. Ital., 21: 71-76.

PACIONI G., 1992-*L'altezza del reticolo sporale nella tassonomia di* Tuber aestivum. Micol. e Veget. Medit., 8(l): 75-78.

PACIONI G., 1993-*Il tartufo: un profumo di cento milioni di anni fa.* Atti del Convegno Internazionale sul Tartufo, L'Aquila 5-8 marzo 1992, 3-12.

PACIONI G., FRIZZI G., MIRANDA M., VISCA C., 1993-*Genetics of a* Tuber aestivum *population* (Ascomycotina, Tuberales). Mycotaxon, 47: 93-100.

PACIONI G., RAGNELLI A. M., MIRANDA M., 1995-*Truffle Development and Interactions with Biotic environment: Molecular Aspects.* in: Biotechnology of Ectomycorrhizae Molecular Approaches (Stocchi V., Bon-

fante P., Nuti M. eds.). Plenum Press. New York and London, 1995, 213-228.

PACIONI G., FANTINI P., 1997-Tuber bellonae *un tartufo mediterraneo del complesso* Tuber aestivum-T. mesentericum. Micol. e Veg. Mediter., 12(l): 15-20.

PACIONI G., COMANDINI O., 1999-Tuber, *In 'Ectomycorrhizal fungi: key genera in profile'* (JWG Cairney & SM Chambers eds), cap. 6: 163-186. Springer Verlag, Berlin.

PAGNOL J., 1973-*La truffe.* Aubanel. Avignon. 184 pp.

PALACIOS REMONDO J., 2001-*La Rioja Baja (España): area potencial para truficultura.* Atti del Vème Congrès International Science et Culture de la Truffe, 4-6 mars 1999, Aix-en-Provence, France, 223-227.

PALAZON C., CARTIE G., DELGADO I., BARRIUSO J., ESTEBAN., 2001-*Propuesta de un metodo de evaluacion y control de calidad de planta* (Quercus *spp.*) *micorrizada con* T. melanosporum *para la obtencion en Espana de la etiqueta de certificación.* Atti del Vème Congrès International Science et Culture de la Truffe, 4-6 mars 1999, Aix-en-Provence, France, 311-313.

PALAZON C., URDOROZ A., BARRIUSO J., DELGADO I., 2002-*The certification of plant mycorrhizas with black truffles.* ITEA Producción Animal, Vol. Extra, 2372-2377.

PALENZONA M., 1967-*Ricerche sulle ectomicorrize di* Pinus strobus *in vivaio. III. Micorrize di* Tuber albidum *Pico.* Allionia, 13: 187-194.

PALENZONA M., 1969-*Sintesi micorrizica tra* Tuber aestivum *Vitt.,* Tuber brumale *Vitt.,* Tuber melanosporum *Vitt. e semenzali di* Corylus avellana *L.* Allionia, 15: 121-131.

PALENZONA M., CHEVALIER G., FONTANA A., 1972-*Sintesi micorrizica tra i miceli in coltura di* Tuber brumale, Tuber melanosporum, Tuber rufum *e semenzali di conifere e latifoglie.* Allionia., 18: 41-52.

PALENZONA M., CURTO A., MONDINO G. P., SALANDIN R., 1976-*Il tartufo di Bagnoli* Tuber mesentericum *Vitt.: Ambiente di produzione e prospettive di conservazione e diffusione in Irpinia.* Ed. C. C. A. A., Avellino.

PALENZONA M., FONTANA A., 1978-*Synthèse des mycorhizes de* Tuber magnatum *Pico avec semis de* Quercus pubescens *Willd.* Mush. Sci., 10: 1007-1012.

PALENZONA M., BIOCCA E., NASCETTI G., FERRARA A. M., MATTIUCCI S., D'AMELIO S., BALBO T., 1990-*Studi preliminari sulla tipizzazione genetica (sistema gene enzima) di specie del genere* Tuber. Atti del 2° Congresso Internazionale sul tartufo. Spoleto, 24-27 novembre 1988, 53-58.

PALENZONA M., FERRARA A., MARTINI S., VIOTTO E., SCANNERINI S., 2001-*Influenza della dose di inoculo su comparsa ed evoluzione della micorrizia da* Tuber melanosporum *Vitt. in* Corylus avellana *L. e* Quercus pubescens *Willd. dal vivaio alla giovane tartufaia in produzione.* Atti del Vème Congrès International Science et Culture de la Truffe, 4-6 mars 1999, Aix-en-Provence, France, 314-319.

PANINI T., BRAGATO G., GARDIN L., LULLI L., PRIMAVERA F., 1991-*Suoli e siti tartufigeni di un versante tipico della zona di San Miniato in Toscana.* Italia Forestale e Montana, 46(5): 373-393.

PANINI T., LULLI L., BRAGATO G., PAGLIAI M., PRIMAVERA F., 1993-*Suoli e siti del* Tuber melanosporum *Vitt. sulla Scaglia rossa di Volperino (PG).* Monti e Boschi, 44(2): 28-33.

PAOLOCCI F., ANGELINI P., CRISTOFARI E., GRANETTI B., ARCIONI S., 1994-*A method to type ectomycorrhizae of some economical important* Tuber *spp.* Giorn. Bot. Ital., 128(1): 52.

PAOLOCCI F., ANGELINI P., CRISTOFARI E., GRANETTI B., ARCIONI S., 1994-*Characterization of some Tuber spp. and relative mycorrhizae by molecular markers.* International Symposium on Biotechnology of ectomycorrhizae: molecular approaches. Urbino (Italy), November 9-11, 40.

PAOLOCCI F., CRISTOFARI E., ANGELINI P., GRANETTI B., ARCIONI S., 1995-*The polimorphism of the rDNA region in typing ascocarps and ectomycorrhizae of truffle species.* Biotechnology of Ectomycorrhizae (Stocchi V., Bonfante P., Nuti M. eds.). Plenum Press, New York, 1995, 171-184.

PAOLOCCI F., ANGELINI P., CRISTOFARI E., GRANETTI B., ARCIONI S., 1995-*Identification of* Tuber *spp. and corresponding Ectomycorrhizae through molecular markers.* J. Sci. Food Agric., 69: 511-517.

PAOLOCCI F., ANTONICA A., RUBINI A., GRANETTI B., 1996-*Ricerca di sequenze genomiche per l'identificazione ed il riconoscimento di ascocarpi e micorrize di alcune specie di* Tuber. Atti del XL Convegno annuale della Società Italiana di Genetica Agraria, Perugia 18-21 Sett. 1996, 139.

PAOLOCCI F., RUBINI A., GRANETTI B., ARCIONI S., 1997-*Typing* Tuber melanosporum *and Chinese black truffle species by molecular markers.* FEMS Microbiol. Lett., 153: 255-260.

PAOLOCCI, F., RUBINI, A., GRANETTI, B., ARCIONI S., 1999-*Rapid molecular approach for a reliable identification of* Tuber *spp. Ectomycorrhizae.* FEMS Microbiol. Ecology, 28: 23-30.

PAOLOCCI F., RUBINI A., RICCIONI C., GRANETTI B., ARCIONI S., 2000-*Cloning and characterization of two repeated sequences in the symbiotic fungus* Tuber melanosporum *Vitt.* FEMS Microbiol. Ecology, 34(2): 139-146.

PAOLOCCI F., RUBINI A., GRANETTI B., ARCIONI S., 2001-*Development of molecular methods to characterize ascocarps and ectomycorrhizae of* Tuber *spp.* Atti del Vème Congrès International Science et Culture de la Truffe, 4-6 mars 1999, Aix-en-Provence, France, 90-93.

PAOLOCCI F., RUBINI A., RICCIONI C., TOPINI F., ARCIONI S., 2004-Tuber aestivum and T. unicinatum, *two truffle morphotypes sharing the same genetic backgrounds?* Submitted.

PAPA G., PORRARO G., 1978-79-*Studi sull'ecologia di* Tuber melanosporum. *VI. Analisi spettrofotometriche di estratti di terreni tartufigeni ed azione inibente la germinazione.* Allionia, 23: 95-102.

PAPA G., POLIMENI C., 1990-*Caratterizzazione delle proteine nelle* Tuberaceae. *I. Studio preliminare di una banda elettroforetica di* Tuber magnatum *Pico.* Micol. Ital., 2: 37-43.

PAPA G., POLIMENI C., MISCHIATI P., CANTINI CORTELLEZZI G., 1992-*Immunological aspects of the characterization of* Tuber magnatum *and* Tuber albidum. In Read D. J *et al.* (eds) Mycorrhizas in Ecosystems. 395 CAB International, Cambridge.

PAPA G., BORTOLO R., CASSANI G., 1993-*Componenti di* Tuber melanosporum *con attività fitotossica.* Atti del Convegno Internazionale sul Tartufo, L'Aquila 5-8 marzo 1992, 109-110.

PAPA G., LEONE V., VALETTI F., POLIMENI C., GIRAUDI G., 1993-1994-*Enhanced chemioluminescence Western blotting in the characterization of fruitbodies, mycorrhizal tips and myceli of* Tuber magnatum *and* T. albidum. Allionia, 32: 89-96.

PARGNEY J. C., LEDUC J. P., DEXHEIMER J., CHEVALIER G., 1990-*Etude ultrastructurale de l'association mycorhizienne* Tuber melanosporum/Corylus avellana. Atti 2° Congresso Internazionale sul Tartufo, Spoleto, 24-27 novembre 1988, 129-133.

PARGNEY J. C., BRIMONT A., 1993-*L'interface plante champignon dans les ectomycorhizes de truffes: etude ultrastructurale et microanalyses par perte d'energie des electrons et par rayons X.* Acta Botanica Gallica, 140: 7, 803-818.

PARGNEY J. C., LE DISQUET I., 1994-*Approche au niveau ultrastructural du foncionnement des ectomycorhizes de truffe.* Acta Botanica Gallica, 141: 497-501.

PARGNEY J. C., JALADE M., 1995-*Etude cytologique des formations fongiques en stromas se développant à la surface des racines des plants truffiers.* Bull. Acad. et Soc. Lorraines des Sciences, 34 (l): 27-44.

PARGNEY J. C., BRIMONT A., 1995-*Production of concentrated Polyphenols by the root cap celles of* Corylus *associated with* Tuber-*ultrastructural study and element localization using electron energy loss spectroscopy and imaging.* Trees-Structure & Function, 9(3): 149-157.

PARGNEY J. C., GENET P., CHEVALIER G., 2001-*Localisation d'hyphes*

latentes dans les mycorhizes âgées de truffe (Tuber melanosporum *Vitt.*): *étude ultrastructurale, cytochimique et microanalytique.* Atti del Vème Congrès International Science et Culture de la Truffe, 4-6 mars 1999, Aix-en-Provence, France, 161-166.

PARGNEY J. C., CHEVALIER G., DUPRE C., GENET P., JALADE M., 2001-*Etude des stromas fongiques se développant sur les racines des plants mycorhizés par la truffe.* Atti del Vème Congrès International Science et Culture de la Truffe, 4-6 mars 1999, Aix-en-Provence, France, 167-172.

PARGUEY-LEDUC A. & JANEX-FAVRE M. C., 1977-*L'ornamentation des ascospores chez le* Tuber aestivum. Soc. Fr. Phytopathol., 307-323.

PARGUEY-LEDUC A., JANEX-FAVRE M. C., 1977-*L'organisation des asques de deux truffes:* Tuber rufum *Pico et* Tuber aestivum *Vitt.* Rev. Mycol., Paris, 4: 1-32.

PARGUEY-LEDUC A., JANEX-FAVRE M. C., 1981-*Etude ultrastructurale des asques et des ascospores des truffes du genre* Tuber. 1. *Les asques.* Cryptogamie, Mycol., 2: 37-43.

PARGUEY-LEDUC A., MONTANT C., KULIFAJ M., 1984-*Structure et évolution de l'ascocarpe du* Tuber melanosporum *Vitt. (Truffe noire du Périgord).* C. R. Hebd Séances Acad Sc., Paris, série III, 8: 315-320.

PARGUEY-LEDUC A., MONTANT C., KULIFAJ M., 1985-*Le stade apothécioide de l'ascocarpe du* Tuber melanosporum *Vitt. (Truffe noire du Périgord).* C. R. Hebd. Séances Acad. Sc., Paris, série III, 30: 143-145.

PARGUEY-LEDUC A., MONTANT C., KULIFAJ M., 1987-*Morphologie et structure de l'ascocarpe adulte du* Tuber melanosporum *Vitt.* (*Truffe noire du Périgord,* Discomycètes). Cryptogamie, Mycol., 8(3): 173-202.

PARGUEY-LEDUC A., JANEX-FAVRE M. C., MONTANT C., 1987-*Formation et évolution des ascospores du* Tuber melanosporum *Vitt.* Can. J. Bot., 65: 1491-1503.

PARGUEY-LEDUC A., JANEX-FAVRE M. C., MONTANT C., KULIFAJ M., 1989-*Ontogénie et structure de l'ascocarpe du* Tuber melanosporum. Cryptogamie Mycol., 8: 173-202.

PARGUEY-LEDUC A., JANEX-FAVRE M. C., MONTANT C., 1990-*L'ascocarpe du* Tuber melanosporum *Vitt.* (*Truffe noire du Périgord,* Discomycètes). *Structure de la glébe. I. Les veines fertiles.* Atti del 2° Congr. intern. sul tartufo, Spoleto, 24-27 novembre 1988, 101-109.

PARGUEY-LEDUC A., JANEX-FAVRE M. C., MONTANT C., 1990-*L'appareil sporophytique et les asques du* Tuber melanosporum *Vitt.* (*Truffe noire du Périgord,* Discomycètes). Cryptogamie Mycol., 11: 47-68.

PARGUEY-LEDUC A., JANEX-FAVRE M. C., MONTANT C., 1991-*L'ascocarpe du* Tuber melanosporum *Vitt.* (*Truffe noire du Périgord,* Discomycètes): *structure de la glèbe. II. Les veines stériles.* Cryptogamie, Mycol., 12: 165-182.

PASQUALINI S., PANARA F., ANTONIELLI M., 1992-*Acid phosphatase activity in* Pinus pinea-Tuber albidum *ectomycorrhizal association.* Can. Jour. Bot., 70(7): 1377-1383.

PAVESI DE ROSMINI G., 1934-*Nota sulla coltivazione dei tartufi in Italia.* L'Umbria verde, Terni.

PEBEYRE P. J., ET J., 1987-*Le Grand Livre de la truffe*-Edition Daniel Briand/Robert Laffont, Paris.

PEDERSEN J., 1994-*Troffelbillen* Leiodes cinnamomea *(Panzer, 1793) fundet i Danmark* (Coleoptera, Leiodidae). Entomologiske Meddelelser., 62(4): 101-104.

PEGLER D. N., SPOONER B. M., YOUNG T. W. K., 1993-*British Truffles: a revision of British Hypogeous Fungi.* Royal Botanic Gardens, Kew, 216 pp.

PEGLION V., 1911-*Le tartufaie nel Ferrarese,* Tipografia Cupini, Bologna.

PELUSIO F., NILSSON T., MONTANARELLA L., TILIO R., LARSEN B., FACCHETTI S., MADSEN J. O., 1995-*Headspace solid phase microextraction analysis of volatile organic sulfur compounds in black and white truffle aroma.* Journal of Agricultural and Food Chemistry, 43(8): 2138-2143.

PENNESI G., FAGLIA C., GREGORI G., 2001-*Esperienze ed iniziative di tartuficoltura nel territorio della comunità montana di Camerino.* Atti del Vème Congrès International Science et Culture de la Truffe, 4-6 mars 1999, Aix-en-Provence, France, 358-360.

PERCUDANI R., TREVISI A., ZAMBONELLI A., OTTONELLO S., 1999-*Molecular phylogeny of truffles* (Pezizales: Terfeziaceae, Tuberaceae) *derived from nuclear rDNA sequence analysis.* Molecular Phylogenetics and Evolution, 13: 169-180.

PEREZ BADIA R., REYNA S., RODRIGUEZ BARREAL J. A., DOMINGUEZ A., GALIANA F., SAIZ DE OMENACA J. A., ZAZO J., 2001-*Analisis de la flora y la vegetacion associada a las encinas truferas naturales de la comunidad valenciana.* Atti del Vème Congrès International Science et Culture de la Truffe, 4-6 mars 1999, Aix-en-Provence, France, 228-232.

PICO V., 1788-*Melethemata inauguralia: De fungorum generazione et propagatione,* 79, Torino, 283 pp.

PICCOLI V., 1885-*Della coltivazione dei Tartufi.* Tipografia Drucer e Tedeschi, Padova.

PIGNATTI S., 1982-*Flora d'Italia.* Edagricole, Bologna.

PINKAS Y., MAIMON M., SHABI E., ELISHA S., SHMULEWICH Y., FREEMAN S., 2000-*Inoculation, isolation and identification of* Tuber melanosporum *from old and new oak hosts in Israel.* Mycol. Res., 104: 472-477.

PIRAZZI R., 1986-*Micorrizazione di* Pinus halepensis *Mill. e* Pinus nigra *Arnold con* Tuber melanosporum *Vitt. e* Tuber brumale *Vitt. varietà* moschatum *Ferry.* Micol. Ital., 1: 5-11.

PIRAZZI R., DI GREGORIO A., 1987-*Accrescimento di conifere micorrizate con specie diverse di* Tuber *spp.* Micol. Ital., 3: 49-62.

PIRAZZI R., ANSELMI N., GIORCELLI A., 1989-*Micorrizazione artificiale in piante di* Populus. Micol. Veget. Medit., (IV) 2: 43-56.

PIRAZZI R., 1990-*Micorrizazione artificiale con miceli isolati "in vitro" di* Tuber melanosporum *Vitt. e* T. magnatum *Pico.* Atti del 2° Congresso Internazionale sul Tartufo, Spoleto, 24-27 novembre 1988, 173-184.

PIRAZZI R., 1990-*Produzione naturale di* Tuber *spp. in rimboschimento di cedro e prove di sintesi.* Atti del 2° Congresso Internazionale sul Tartufo. Spoleto, 24-27 novembre 1988, 303-311.

PIRAZZI R., 1991-*Influenza delle ectomicorrize sull'accrescimento in serra e in campo di piante di pioppo.* Micol. Ital., 1: 27-36.

PIRAZZI R., 2001-Tuber magnatum: *un fungo micorrizogeno tardivo.* Atti del Vème Congrès International Science et Culture de la Truffe, 4-6 mars 1999, Aix-en-Provence, France, 233-236.

PIZZI A., 1889-*Ricerche chimiche sui tartufi.* Stazioni Sperimentali Agrarie, vol. XVI.

PIZZI A., 1889-*Ricerche chimiche sui terreni di tartufaie.* Stazioni Sperim. Italiane, Vol. XVII.

PLATTNER I., GRABHER T., HALL I., HASEL WANDTER K., STOFFLER G., 1991-*Identification of ectomycorrhizal fungi by use of immunological tecniques.* Abstract of: Third European Symposium of mycorrhizas: Mycorrhizas in ecosystems structure and function. Scheffield, August 19-23.

PLATTNER I., HALL IR., 1995-*Parasitism of non-host plants by the mycorrhizal fungus* Tuber melanosporum. Mycol. Res., 99(11): 1367-1370.

POITOU N., VILLENAVE P., BAUDET D., DELMAS J., 1983-*Croissance in vitro du mycélium de* Tuber melanosporum *Vitt. et de certains compétiteurs en fonction du pH du milieu.* C. R. Acad. Agric. Fr. 6(16): 1363-1370.

POITOU N., 1990-*Le sols truffiéres francais.* Atti del 2° Congresso Internazionale sul Tartufo, Spoleto, 24-27 novembre 1988, 391-396.

POITOU N., 1990-*Qualitè des eaux d'arrosage en trufficulture.* Atti del 2° Congresso Internazionale sul tartufo, Spoleto, 24-27 novembre 1988, 533-537.

POITOU N., OLIVIER J. M., 1990-*La truffe et le cuivre.* Atti del 2° Congresso Internazionale sul tartufo, Spoleto, 24-27 novembre 1988, 517-523.

POITOU N., OLIVIER J. M., 1990-*Effect of copper on mycelium of three edible ectomycorrhizal fungi.* Agriculture, Ecosystems and Environment, 28(14): 403-408.

POMA A., PACIONI G., RANALLI R., MIRANDA M., 1998-*Ploidy and chromosomal number in* Tuber aestivum. FEMS Microbiol. Lett., 167: 101-105.

POMA A., VENORA G., MIRANDA M., PACIONI G., 2002-*The karyotypes of three* Tuber *species* (Pezizales, Ascomycota). Caryologia, 55(4): 307-313.

POTENZA L., AMICUCCI A., ROSSI I., PALMA F., DE BELLIS R., CORDONI P., STOCCHI V., 1994-*Identification of* T. magnatum *Pico DNA marckers by RAPD analysis.* Biotec. Tech., 8: 93-98.

PRADEL L., 1914-*Manuel de trufficulture.* Guide pratique. Libr. J. B. Baillière et Fils, Paris, 156 pp.

PRIMAVERA F., LULLI L., 1993-*I siti e i suoli naturali del tartufo bianco pregiato nella collina Toscana (Crete Senesi e San Miniato).* Atti del Convegno Internazionale sul Tartufo, L'Aquila 5-8 marzo 1992, 225-231.

PROVINCIA DI MANTOVA, 1998-*Il tartufo, la tartuficoltura in provincia di Mantova.* Settore attività produttive-Servizio agricoltura.

RAGLIONE M., LORENZONI P., DE SIMONE C., MONACO R., ANGIUS A., 1993-*Osservazioni sulle coratteristiche pedologiche di alcuni siti di tartufo nero pregiato* (Tuber melanosporum) *in provincia di Rieti.* Atti del Convegno Internazionale sul Tartufo, L'Aquila 5-8 marzo 1992, 211-224.

RAGLIONE M., SPADONI M., CAVELLI S., LORENZONI P., DE SIMONE C., 2001-*Les sols des truffières naturelles de* Tuber melanosporum *Vitt. dans l'Apennin central (Italie).* Atti del Vème Congrès International Science et Culture de la Truffe, 4-6 mars 1999, Aix-en-Provence, France, 276-280.

RAGNELLI A. M., PACIONI G., MIRANDA M., 1990-*Histochemical investigation of truffle* (Tuber aestivum) *melanogenesis.* XIVth Int. Pigment Cell Conf., Kobe, Japan, Oct. 31-Nov. 4 1990, Abs. DB 9.

RAGNELLI A. M., PACIONI G., AIMOLA P., LANZA B., MIRANDA M., 1992-*Truffle melanogenesis: correlation with reproductive differentiation and ascocarp ripening.* Pigment Cell Research, 5: 205-212.

RAIMUNDO SÀEZ GARCIA FALCES e A. M. DE MIGUEL VELASCO, 1995-*La Trufa negra,* Tuber melanosporum *Vitt.* Guia practica de Truficultura. I. T. G. Agricola S. A. Universitad de Navarra.

RAMBELLI A., PASQUALETTI M., 1996-*Nuovi fondamenti di Micologia.* Ed. Jaca Book S. p. A. Milano.

RATTI G., 1893-*Della coltivazione dei tartufi nelle colline pavesi.* Stradella.

RAUSCHER T., AGERER R., CHEVALIER G., 1995-*Studies on ectomycorrhizae 59. Ectomycorrhizae of* Tuber melanosporum, Tuber mesentericum *and* Tuber rufum (Tuberales) *on* Corylus avellana. Nova Hedwigia., 61(3-4): 281-322.

RAVAZZI G., ROCCHIA J. M., 1999-*La truffe.* Ed. de Vecchi, Paris, 175 p.

REBIERE J., 1981-*La Truffe du Périgord et sa culture.* Ed. Fanlac, Périgueux, 201 pp.

REGIONE DELL'UMBRIA, 1985-*Il tartufo ieri e oggi.* Convegno Interregionale, Perugia, febbraio 1985. Quaderni Regione dell'Umbria, Serie Agricoltura n. 2.

REGIONE TOSCANA-Giunta Regionale, 1997-*Il tartufo.* Ed. Regione Toscana.

REICHARDT H. W., 1883-*Ueber* Tuber aestivum *Vittadini in Niederoesterreich.* Verh. Zool. Bot. Ges. Wien, 23.

REY J. F., 2001-*Création et origine de la commercialisation de la truffe de Chine en France et dans le monde.* Atti del Vème Congrès International Science et Culture de la Truffe, 4-6 mars 1999, Aix-en-Provence, France, 517-518.

REYNA S., PEREZ BADIA R., RODRIGUEZ BARREAL J. A., DOMINGUEZ A., GALIANA F., SAIZ-DE-OMEÑACA J. A., ZAZO J., FOLCH L., GARCIA S., 2001-*Bases para una selvicultura trufera en montes mediterráneos de la comunidad valenciana.* Atti del Vème Congrès International Science et Culture de la Truffe, 4-6 mars 1999, Aix-en-Provence, France, 412-418.

REYNA S., BORONAT J., PALOMAR E., 2002-*Quality control of plants mycorrhized with* Tuber melanosporum *Vitt.* Proceedings of the Second International Conference on Edible Mycorrhizal Mushrooms, Christchurch, New Zealand, 3-6 July, 2001: 1-9.

REYNA S., RODRIGUEZ BARREAL J. A., FOLCH L., PÉREZ-BADÍA R., DOMÍNGUEZ A., SAIZ-DE-OMECAÑA J. A., ZAZO., 2002-*Techniques for inoculating mature trees with* Tuber melanosporum *Vitt.* Proceedings of the Second International Conference on Edible Mycorrhizal Mushrooms, Christchurch, New Zealand, 3-6 July, 2001: 1-6.

RICARD J. M., 2003-*La truffe: guide technique de trufficulture,* 268 pp.

RICARD J. M., BOURRIERES D., CRONIER L., 2003-*Evaluating the quality of mycorrhizal seedlings. Evaluation of young plants for truffle cultivation.* Infos-Ctifl, 189: 24-28.

RIOUSSET L., G., 1988-Tuber requieni *Tulasne L. R. & C. une espèce méconnue.* Bull. Soc. Et. ScL Nat. Vaucluse, n. s., 58e année, 73-80.

RIOUSSET L., G., 1993-Tuber oligospermum *(Tulasne et Tulasne) Trappe, une espèce mal connue.* Bull. Féd. Assoc. Mycol. Méditerr., n. s. 4: 36-39.

RIOUSSET L., RIOUSSET G., CHEVALIER G., BARDET M. C., 2001-*Truffes d'Europe et de Chine.* Ed. INRA. PARIS.

RIZZA A., 1990-*Legislazione regionale italiana in materia di raccolta e commercializzazione dei tartufi.* Atti del 2° Congresso Internazionale sul tartufo, Spoleto, 24-27 novembre 1988, 605-609.

ROCCHIA J. M., 1992-*Des Truffes en général et de la Rabasse en particulier.* Ed. A. Barthélémy, Avignon.

RONDELLI F., 1996-*Ecologia del* Tuber Magnatum *Pico dell'Appennino Umbro-Marchigiano, (Italia).* Annali della Facoltà di Agraria, Università di Perugia, 50: 301-330.

RONDELLI F., 1996-*Nicchie ecologiche in tartufaie naturali di* Tuber Magnatum *Pico dell'Appennino Centrale.* Nota II: *caratteri pedologici.* Nota III: *caratteri termici.* Nota IV: *Caratteri pluviometrici.* Nota V: *caratteri geomorfologici.* Annali della Facoltà di Agraria, Università degli Studi di Perugia, 50: 331-395.

ROSATI A., ANGELINI P., GRANETTI B., 1990-*La micorrizazione naturale in piante coltivate di* Corylus avellana. Annali della Facoltà di Agraria dell' Università di Perugia, 44: 35-46.

ROSSI R., GRAZIANI G., 1984-*I tartufi pregiati. Ecologia e moderni metodi di coltivazione.* Camera di Commercio, Industria, Artigianato e Agricoltura. Forlì.

ROSSI I., ZEPPA S., POTENZA L., SISTI D., ZAMBONELLI A., STOCCHI V., 1999-*Intraspecific polymorphisms among* Tuber borchii *Vittad. mycelial strains.* Symbiosis, 26: 313-325.

ROSSI I., BERTINI L., AMICUCCI A., CECCHINI M., GREGORI G., SACCHI A., ZAMBONELLI A., STOCCHI V., 2002-*Study of a natural* Tuber magnatum *Pico truffière in central Italy.* Proceedings of the Second International Conference on Edible Mycorrhizal Mushrooms, Christchurch, New Zealand, 3-6 July, 2001: 1-8.

ROTH-BEJERANO N., WENKART S., MILLS D., KAGAN-ZUR V., 2001-*Mycorrhizal associations between* Tuber melanosporum *mycelia and transformed roots of* Cistus incanus. Atti del Vème Congrès International Science et Culture de la Truffe, 4-6 mars 1999, Aix-en-Provence, France, 173-176.

ROUQUEROL T., PAYRE H., 1974/75-*Conséquences de quelques particularités biologiques des* Tuber *sur les caractères des cultures de mycélium et sur la formation des truffes.* Rev. Mycol., Paris, 29(2): 213-224.

ROUQUEROL T., PAYRE H., 1974/75-*Observations sur le comportement de* Tuber melanosporum *dans un site naturel.* Rev. Mycol., Paris, 39(2): 107-117.

ROUX J. J., 2001-*Les relations pluie-récolte sur 17 années dans le Var:* T. melanosporum *1982-1998.* Atti del Vème Congrès International Science et

Culture de la Truffe, 4-6 mars 1999, Aix-en-Provence, France, 237-240.

ROUX C., SÉJALON-DELMAS N., MARTINS M., PARGUEY-LEDUC A., DARGENT R., BÉCARD G., 1999-*Phylogenetic relationships between European and Chinese truffles based on parsimony and distance analysis of ITS sequences.* FEMS Microbiol. Lett., 180(2): 147-155.

RUBINI A., PAOLOCCI F., GRANETTI B., ARCIONI S., 1998-*Single step molecular charachterization of morphologically similar black truffle species.* FEMS Microbiol. Lett., 164: 7-12.

RUBINI A., PAOLOCCI F., ARCIONI S., GRANETTI B., 2001-*Analisi morfologica comparativa delle spore e caratterizzazione molecolare di* Tuber indicum *Cooke e Massee e* Tuber melanosporum *Vitt.* Atti del Vème Congrès International Science et Culture de la Truffe, 4-6 mars 1999, Aix-en-Provence, France, 94-101.

RUBINI A., PAOLOCCI F., GRANETTI B., ARCIONI S., 2001-*Morphological characterization of molecular-typed* Tuber magnatum *ectomycorrhizae.* Mycorrhiza, 11(4): 179-185.

RUBINI A., TOPINI F., RICCIONI C., PAOLOCCI F., ARCIONI S., 2004-*Isolation and characterization of plymorphic microsatellite loci in withe truffle* (Tuber magnatum). Mol Ecol Notes (in press).

SAEZ GARCIA FALCES R., DE MIGUEL VELASCO A., 1995-*La trufa negra* Tuber melanosporum *Vitt. Guia practica de truficultura.* Ed. I. T. G. Agricola S. A. Universitad de Navarra.

SAEZ R., DE MIGUEL A. M., 2001-*Truficultura en Navarra (España): resultados técnicos y control della micorrización en campo.* Atti del Vème Congrès International Science et Culture de la Truffe, 4-6 mars 1999, Aix-en-Provence, France, 463-465.

SAIDALI-SAVI C., DARGENT E., PARGUEY-LEDUC A., JANEX-FAVRE M. C., KULIFAJ M., 1992-*Ultrastructural localization of chitin in the asci ascospore and hyphal wall in* Tuber melanosporum. Mycol. Res., 96: 59-64.

SALESSES G., CHASSAGNE M., OLIVIER J. M., GUINBERTEAU J., 1989-*Le clonage des noisetiers truffiers. Intéret des vitroplants.* Congrès de la trufficulture, Saintes. Bull FNPT, 11: 15-21.

SALTARELLI R., CECCAROLI P., VALLORANI L., ZAMBONELLI A., CITTERIO B., MALATESTA M., STOCCHI V., 1998-*Biochemical and morphological modifications during the growth of* Tuber borchii *mycelium.* Mycol. Res., 102: 403-409.

SALTARELLI R., CECCAROLI P., CESARI P., ZEPPA S., POTENZA L., STOCCHI V., 1999-*Strain differences in the mycelium of the ectomycorrhizal* Tuber borchii. Mycol. Res., 103: 1524-1528.

SALZANO A., 1941-*Le finanze e l'ordinamento amministrativo di Spoleto all'alba del 1400.* Spoleto, Tipografia dell'Umbria.

SAPPA E., 1940-*Ricerche biologiche su* Tuber magnatum. *Germinazione delle spore e caratteri della micorriza.* Nuovo Giorn. Bot. Ital., 47: 244-298.

SAPPA E., 1955-*Le ricerche sperimentali sulla germinazione delle spore dei tartufi e sulla loro coltura pura.* Allionia, 2: 45-50.

SARTORIS A., 1980-*La commercializzazione del tartufo in relazione alle caratteristiche organolettiche, all'epoca di raccolta e alla difesa delle tartufaie.* Atti del convegno "Problemi e prospettive della tartuficoltura collinare piemontese", Alba, 19. 10. 1980.

SBRANA C., BAGNOLI G., BEDINI S., FILIPPI C., GIOVANNETTI M., NUTI MP., 1999-*Adhesion to hyphal matrix and antifungal activity of* Pseudomonas *strains isolated from* Tuber borchii *ascocarps.* Can. J. Microbiol., 46(3): 259-268.

SBRANA C., AGNOLUCCI M., BEDINI S., LEPERA A., TOFFANIN A., GIOVANNETTI M., NUTI M. P., 2002- *Diversity of culturable bacterial populations associated to* Tuber borchii *ectomycorrhizas and their activity on* T. borchii *mycelial growth.* FEMS Microbiol. Lett., 211: 195-201.

SCANNERINI S., PALENZONA M., 1967-*Ricerche sulle ectomicorrize di* Pinus strobus *in vivaio. III. Micorrize di* Tuber albidum *Pico.* Allionia, 13: 187-194.

SCANNERINI S., 1968-*Sull'ultrastruttura delle ectomicorrize II. Ultrastruttura di una micorriza di ascomicete:* Tuber albidum x Pinus strobus. Allionia, 14: 77-95.

SCANNERINI S., 1975-*Le ultrastrutture delle micorrize.* Giorn. Bot Ital., 109(3): 109-144.

SCANNERINI S., BONFANTE FASOLO P., 1983-*Comparative ultrastructural analysis of mycorrhizal associations.* Can. J. Bot., 61: 917-943.

SCANNERINI S., 1993-*Tartufi e biotecnologie: un'alleanza possibile?* Atti del Convegno Internazionale sul Tartufo, L'Aquila 5-8 marzo 1992, 111-119.

SCARAMELLA PETRI P., DONNINI. P., GIOMARO G., 1972-*Reazioni del meristema apicale e struttura dello xilema in micorrize di* Quercus pedunculata *con* Tuber magnatum *Pico.* Studi Urbinati, 15: 1-16.

SHABI E., FREEMAN S., MAIMON M., LUZZATI Y., KAGAN-ZUR V., ROTH-BEJERANO N., PINKAS Y., 2001-*Introduction of* Tuber melanosporum *in Israel.* Atti del Vème Congrès International Science et Culture de la Truffe, 4-6 mars 1999, Aix-en-Provence, France, 107-111.

SHAW P. J. A., LANKEI K., JORDAN A., 1996-*Factors affecting yield of* Tuber melanosporum *in a* Quercus ilex *plantation in southern France.* Mycol Res., 100(10): 1176-1178.

SCHROETER J., 1873-*Ueber die badischen Truffeln 51°.* Jahresber. der Schles. Ges. f. Vaterland. Cultur, 1873, 104-106.

SCHWAERZEL CH., 1954-*Etwas über Trúffeln und truffelhunde.* Schweiz. Zeitschr. f. Pilzkd., 32 (9): 133-140.

SCHWAERZEL CH., 1958-*Aus dem Tagenbuch eines Truffelhuche.* Schw. Zfp, 36: 54-61.

SEJALON-DELMAS N., ROUX C., MARTINS M., KULIFAJ M., BECARD G., DARGENT R., 2000-*Molecular tools for the identification of* Tuber melanosporum *in agroindustry.* Journal of Agricultural and food chemistry., 48(6): 2608-2613.

SEJALON-DELMAS N., ROUX C., BECARD G., DARGENT R., 2001-*Optimisation des procédés d'extraction et d'amplification d'ADN de* Tuber melanosporum *en vue d'une utilisation en routine des outils moléculaires de diagnostic.* Atti del Vème Congrès International Science et Culture de la Truffe, 4-6 mars 1999, Aix-en-Provence, France, 102-106.

SELOSSE M.A., FACCIO A., SCAPPATICCI G. BONFANTE P., 2004 - *Chlorophyllous and achlorophyllous specimens of* Epipactis microphylla (Neotiae, Orchidaceae) *are associated with ectomycorrhizal* Septomycetes, *inclusding Truffles.* Microbial Ecology, 47: 416-426.

SENESI E., 1990-*Esperienze sulla conservazione e valorizzazione del tartufo bianco pregiato* (Tuber magnatum *Pico*). Atti del 2° Congresso Internazionale sul tartufo, Spoleto, 24-27 novembre 1988, 611-619.

SBOLGI-GUINET M., 2001-*Gastronomie et truffe de Bourgogne.* Atti del Vème Congrès International Science et Culture de la Truffe, 4-6 mars 1999, Aix-en-Provence, France, 519-521.

SINGER R., HARRIS B., 1987-*Mushrooms and truffles.* Koeltz Scientific Books, Koenigstein, German Federal Republic.

SIGNORINI D., VALLI O., 1984-*Il tartufo. Habitat, ricerca e tecniche di coltivazione del bianco e del nero.* Ed. Ottaviano, Milano.

SMITH S. E., READ D. J., 1997-*Mycorrhizal symbiosis.* Accademic Press, London.

SMITH W. G., 1865-Tuber excavatum *Vitt. a new British truffle.* Journal of Botany, 3: 11-12.

SMITH W. G., 1883-*Truffles.* Gardener Chron. 20: 684.

SMITH W. G., 1883-*White truffle.* Gardener Chron. 20: 760.

SORAGNI E., BOLCHI A., BALESTRINI R., GAMBARETTO C., PERCUDANI R., BONFANTE P., OTTONELLO S., 2001-*A nutrient regulated, dual localization phospholipase A(2) in the symbiotic fungus* Tuber borchii. Embo Journal., 20(18): 5079-5090.

SOURZAT P., MURATET G., SCHNEIDER J. P., 1990-*Observations sur le statut mycorhizien des jeunes arbres truffiers dans un essai de désinfection du*

sol au bromure de methyle. Atti del 2° Congresso Internazionale sul tartufo, Spoleto, 24-27 novembre 1988, 283-288.

SOURZAT P., MURATET G., SCHNEIDER J. P., 1990-*La maitrise des techniques de production truffière par l'expérimentation au Lycée d'Enseignement Professionnel Agricole de Cahors Le Montat.* Atti del 2° Congresso Internazionale sul tartufo, Spoleto, 24-27 novembre 1988, 467-473.

SOURZAT P., KULIFAJ M., MONTANT C., 1993-*Résultats technique sur la trufficulture à partir d'expérimentations conduites dans le Lot entre 1985 et 1992.* LPA Cahors, 46090 Le Montat, 40 pp.

SOURZAT P., 1994-*Guide pratique de trufficulture.* 3ème éd., L. E. P. A. Cahors-le-Montat, 96 pp.

SOURZAT P., 2001-*Resultats techniques d'expérimentation à l'usage des trufficulteurs.* LPA de Cahors-Le Montat.

SOURZAT P., 2001-*Les limites des critères agronomiques dans l'analyse de terre en trufficulture.* Atti del Vème Congrès International Science et Culture de la Truffe, 4-6 mars 1999, Aix-en-Provence, France, 281-286.

SOURZAT P., 2001-*Evolutions technologiques et écologiques de la trufficulture en France et notamment dans le département du Lot.* Atti del Vème Congrès International Science et Culture de la Truffe, 4-6 mars 1999, Aix-en-Provence, France, 419-424.

SOURZAT P., DUBIAU J. M., 2001-*Les contaminations par le* T. brumale *dans les plantations truffières: observations, expérimentations et stratégie de protection en culture: exemple d'une plantation truffière à Miers, dans le Lot.* Atti del Vème Congrès International Science et Culture de la Truffe, 4-6 mars 1999, Aix-en-Provence, France, 466-468.

SOURZAT P., MAMOUN M., MICHELS C., SANCHEZ A., 2001-*Quel est le róle de la fétuque ovine dans l'écosystème truffier? Présentation de résultats de travaux en laboratoire, d'expérimentations en plantation et d'observations sur truffières naturelles.* Atti del Vème Congrès International Science et Culture de la Truffe, 4-6 mars 1999, Aix-en-Provence, France, 469-473.

SOURZAT P., SANCHEZ A., OURZICK A., ROUX J. J., 2001-*Analyse du statut mycorhizien de brúlés stériles dans trois régions de France: Midi-Pyrénées (Lot), PACA (Var), Charente-Poitou (Vienne).* Atti del Vème Congrès International Science et Culture de la Truffe, 4-6 mars 1999, Aix-en-Provence, France, 474-479.

SPEDICATO S., 2002-*Tartufo nero di Norcia.* Relazione storica per il progetto "Produzioni tipiche" del Parco tecnologico agroalimentare dell'Umbria, CEDRAV.

STAHLE P. P., WARD D., 1996-*Evaluation of the potential of growing* Tuber melanosporum *as a crop on mainland Australia for export and domestic consumption.* A project by DPS Strategy Pty Ltd funded by RIRDC.

STECCHI G., 1994-*Tartufo Dove.* Edit. Idea Natura, Milano, 144 p.

TAGLIAVINI J., BOLCHI A., PERCUDANI R., PETRUCCO S., ROSSI G. L., OTTONELLO S., 1995-*Testing a Selected Region of* Tuber *Mitochondrial Small Subunit rDNA as a Molecular Marker for Evolutionary and Bio diversity Studies.* Biotechnology of Ectomycorrhizae Molecular Approaches (Stocchi V., Bonfante P., Nuti M. eds.). Plenum Press. New York and London, 205-212.

TALOU M., DELMAS M., GASET A., 1987-*Principal constituents of black truffle* (Tuber melanosporum) *aroma.* J. Agric. Food Chem., 35: 774-777.

TALOU T., DELMAS M., GASET A., 1989-*Analysis of headspace volatiles from entire black truffle* (Tuber melanosporum). Journal of the Science of Food and Agriculture, 48(1): 57-62.

TALOU T., GASET A., DELMAS M., KULIFAJ M., MONTANT C., 1990-*Dimethyl sulphide: the secret for black truffle hunting by animals?.* Mycol. Res., 94: 277-278.

TALOU T., KULIFAJ M., GASET A., 1990-*Study of black truffle. Truffle fly attraction.* Fourth International Mycological Congress. Abstracts (Ed. A. Reisinger & A. Bresinsky), P. 160 IIC 170/3. Regensberg, Germany.

TALOU T., DOUMENC-FAURE M., GASET A., SPANIER A. M., SHAHIDI F., PARLIMENT T. H., MUSSINAN C., HO C. T., CONTIS E. T., 2001-*Flavor profiling of 12 edible European truffles. Food flavors and chemistry: advances of the new millennium.* Proceedings of the 10th International Flavor Conference, Paros, Greece, 4-7 July 2000, 274-280.

TAMBURRANO G. e FASANO M., 1990-*Ecologia ed economia del tartufo nell'Alta Valle del Sele.* Atti del secondo Congresso Internazionale sul tartufo, Spoleto, 24-27 novembre 1988, 375-389.

TAMBURRANO G., 1995-I *tartufi del Gargano.* Leone Editrice, Foggia.

TAMBURRANO G., 1995-*Programma di attività per la tutela e lo sviluppo del Patrimonio tartuficolo del Gargano.* Comunità Montana del Gargano.

TANFULLI M., GIOVAGNOTTI E., DONNINI D., BACIARELLI-FALINI L., 2001-*Analisi della micorrizazione in tartufaie coltivate di* Tuber aestivum *Vittad. e* Tuber borchii *Vittad. impiantate da oltre 12 anni in ambienti pedoclimatici diversi.* Atti del Vème Congrès International Science et Culture de la Truffe, 4-6 mars 1999, Aix-en-Provence, France, 480-484.

TANFULLI M., DI MASSIMO G., 2002-*Il tartufo uncinato nel Melandro (PZ).* Atti delle VIII° giornate Micologiche della Confederazione Europea di Micologia Mediterranea (C. E. M. M.). Picerno (Potenza) 12-18 novembre 2000, 141-150.

TAO K., LIU B., ZHANG D., 1989-*A new species of the genus* Tuber *from China.* Journal of Shanxi University (Nat. Sci. Ed.), 215-218.

TASSY V., 1968-*Etudes sur la truffe noire,* Forcalquier, Paris.

THEOPHRASTE-*"De historia et cosis plantarum".*

TIBILETTI E., ZAMBONELLI A., 1999-*I tartufi della provincia di Forlì-*Cesena. PÀTRON Editore, Bologna.

TIRILLINI B., GRANETTI B., 1995-*Composti cumarino simili in micorrize di* Quercus pubescens *Willd. con* Tuber magnatum *Pico e* Tuber borchii *Vitt.* Micol. Ital., 2: 179-184.

TIRILLINI B., STOPPINI AM., 1996-*Coumarins distribution in four truffle species.* Mycotaxon, 57: 227-232.

TIRILLINI B., VERDELLI G., PAOLOCCI F., CICCIOLI P., FRATTONI M., 2000-*The volatile organic compounds from the mycelium of* Tuber borchii *Vitt.* Phytochemistry, 55: 983-985.

TOCCI A., 1982-*Elementi per una razionale coltivazione del tartufo.* Agricoltura Ricerca, 18: 48-55.

TOCCI A., 1985-*Rapporti fra selvicoltura e produzione del tartufo.* Annali, Accademia Italiana di Scienze Forestali, 34: 25-40.

TOCCI A., 1985-*Ecologia del* Tuber magnatum *Pico nell'Italia centrale.* Ann. Dell'Ist. Sper. Per la Selvicoltura di Arezzo, 41: 425-542.

TOCCI A., GREGORI G., CHEVALIER G., 1985-*Produzione di piante tartufigene* (Tuber magnatum *Pico*). *Sintesi micorrizica col sistema dell'innesto radicale.* L'Italia Forestale e Montana, 40(3): 143-152.

TOCCI A., VERACINI A., 1990-*Tartuficoltura e rimboschimento.* Economia Montana Linea Ecologica., 22(6): 24-26.

TOCCI A., CIAPPELLONI R., GREGORI G. L., MORGANTE E., RUSSO M. A., 1990-*Microambiente del corpo fruttifero di* Tuber magnatum *al microscopio elettronico.* Atti del 2° Congresso Internazionale sul tartufo, Spoleto, 24-27 novembre 1988, 121-127.

TOCCI A., 2001-*Il tartufo ha nobilitato la cucina italiana.* Atti del Vème Congrès International Science et Culture de la Truffe, 4-6 mars 1999, Aix-en-Provence, France, 522-524.

TOMBESI A., 1985-*Il Nocciolo.* REDA Ed., 126 p.

TRAPPE J. M., 1968-*Taxonomic studies of the European truffles.* Yearbook of Amer. Philos. Soc. 339-340.

TRAPPE J. M., 1975-*Generic synonyms in the* Tuberales. Mycotaxon, 2 (l): 109-122.

TRAPPE J. M., MASER C., WALTERS T., 1977-*Ectomycorrhizal fungi: interactions of mushrooms and truffles with beasts and trees.* Mushrooms and man: an interdisciplinary approach to mycology, 165-179.

TRAPPE J. M., 1979-*The orders, families and genera of hypogeous* Ascomycoti-

na *(Truffles and their relatives).* Mycotaxon, 9: 297-340.

TRAPPE J. M., 1990-*Use of truffles and false truffles around the world.* Atti del secondo Congresso Internazionale sul tartufo, Spoleto, 24-27 novembre 1988, 19-30.

TRAPPE J. M., CASTELLANO M. A., 1991-*Keys to the genera of truffles* (Ascomycetes). Mcllvainea 10: 47-65.

TRAPPE J. M., 2001-*Taxonomie and nomenclatural problems in the genus* Tuber. Atti del Vème Congrès International Science et Culture de la Truffe, 4-6 mars 1999, Aix-en-Provence, France, 112-114.

TRAPPE J. M., CASTELLANO M., CLARIDGE A., 2001-*Continental drift, climate, mycophagy, and the biogeography of hypogeous fungi.* Atti del Vème Congrès International Science et Culture de la Truffe, 4-6 mars 1999, Aix-en-Provence, France, 241-245.

TUBER, 1993 – Atti del Convegno internazionale sul tartufo, L'Aquila 5-8 marzo 1992 – Ed. Pacioni G & Marra L., L'Aquila.

TULASNEL. R. e Ch., 1851-*Fungi Hypogaei.* Paris.

TURPIN F., 1827-*Organographie végétale: Observations sur la réproduction de la Truffe.* Mém. Musée d'Histoire Naturelle Paris, 15: 343-376.

UECKER F. A., BURDSALL H. H., 1977-Tuber spinoreticulatus, *a new truffle from Maryland.* Myc., 69: 626-630.

URBANELLI S., SALLICANDRO P., DE VITO E., BULLINI L., 1998-*Biochemical systematics of some species in the genus* Tuber. Mycologia, 90: 537-546.

URBANI A., 1983-*Profumo di Tartufo, Forte,* Milano.

URBANI A., 1985-*Rtratto di tartufo, dalle origini ad oggi.* SugarCo Editore, Milano.

URBANI B., 1990-*Problematiche attinenti la legislazione nazionale, regionale e fiscale sul tartufo come prodotto agricolo. La capacità di assorbimento del mercato per quanto attiene i nuovi impianti tartufigeni in produzione nel prossimo futuro.* Atti del 2° Congresso Internazionale sul tartufo. Spoleto, 24-27 novembre 1988, 639-644.

URBANI G., 1994-*Tartuficoltura razionale: realtà agricola ed economica.* L'Informatore Agrario, Verona, L, 28: 38-41.

URBANI G., 1995-La tartuficoltura razionale: analisi di un investimento. L'Informatore Agrario, Verona, LI, 31: 29-33.

URBANI G., 2001-*Il "Progetto tartufo" della provincia di Mantova.* Atti del Vème Congrès International Science et Culture de la Truffe, 4-6 mars 1999, Aix-en-Provence, France, 361-363.

URBANI P., URBANI B., 1990-*Agricoltura (ricerca), Industria (lavorazione) e Commercio dei tartufi in Italia e nel mondo.* Atti del 2° Congresso Internazionale sul tartufo, Spoleto, 24-27 novembre 1988, 653-654.

URBANI A., NEUNER-PLATTNER I., KRISAI-GREILHUBER I., HASELWANDTER., 2004 - *Molecular studies on terricolous microfungi reveal novel anamorph of two* Tuber *species.* Mycol. Res., 108 (7): 749-758.

URDOROZ A., PALAZON C., BARRIUSO J., DELGADO I., 2002-*Cultivated truffles, an example of sustainable management. Preliminary results.* ITEA Producción Animal, vol. Extra, 23: 65-71.

URIOL BATUECAS J., ROLDAN MORENO M., 2001-*Legislación de la trufa en España.* Atti del Vème Congrès International Science et Culture de la Truffe, 4-6 mars 1999, Aix-en-Provence, France, 505-508.

VACEK V., 1947-Tuber rapaeodorum. CM, 1: 23-26.

VALLORANI L., BEMARDINI F., SACCONI C., PIERLEONI R., PIERETTI B., PICCOLI G., BUFFALINI M., STOCCHI V., 2000-*Identification of* Tuber borchii *Vittad. Mycelium proteins separated by two-dimensional polyacrylamide gel electrophoresis using amino acid analysis and sequence tagging.* Electrophoresis, 21(17): 3710-3716.

VALZASINA G., 2001-*Lo sviluppo della tartuficoltura in regione Lombardia.* Atti del Vème Congrès International Science et Culture de la Truffe, 4-6 mars 1999, Aix-en-Provence, France, 364-366.

VANCINI G., 1963-*Tartufi e tartuficoltura,* Edagricole, Bologna, 62 p.

VANNI J., 1976-*Manuale del cane da tartufi.* Editoriale Olimpia, Firenze.

VARTANIAN N., 1975-*Diversité morphologique du système racinaire en relation avec l'humidité édaphique.* C. R. des Séminaires du Groupe d'Étude des Racines (1974-75). Nancy-Grenoble, Gagnaire et Riedacker éd. 166-179.

VAUGHAN-MARTINI A., ANGELINI P., MARTINI A., 2001-*Yeasts associated with the surface of various species of* Tuber *Micheli.* Atti del Vème Congrès International Science et Culture de la Truffe, 4-6 mars 1999, Aix-en-Provence, France, 177-179.

VENANZONI R., PIGNATTELLI S., FORNACIARI M., 1997-*La classificazione fitoclimatica dell'Umbria.* Ann. Fac. Agr. Univ. Perugia.

VENANZONI R., PIGNATTELLI S., NICOLETTI G. GROHMANN F., 1998-*Basi per una classificazione fitoclimatica dell'Umbria (Italia).* Doc. Phytosoc. n. s., 18: 193-198.

VERDELLI G., TOCCI A. V., FORTINI S., 2001-*Produzione di miceli per una tartuficoltura razionale.* Atti del Vème Congrès International Science et Culture de la Truffe, 4-6 mars 1999, Aix-en-Provence, France, 324-328.

VERLHAC A., GIRAUD M., PALLIER R., 1989-*Truffe. Fertilisation organique en truffiere productrice irriguee.* Infos Paris, 56: 22-26.

VERLHAC A., GIRAUD M., LETEINTURIER J., 1990-*La truffe, guide pratique.* Ed. C. T. I. F. L., Paris, 108 pp.

VEYRAT G., 1986-*Clé de determination des principales espèces de Truffes et d'espèces rassemblantes.* 1-23 (Rennes).

VEZZOLA V., NOSENZO C., MEOTTO F., 1995-*I Tuber del parco dell'Alto Garda Bresciano.* Micol. Medit., X(2): 129-138.

VIGNOZZI G., CHIOSTRI C., 1986-*La coltivazione del tartufo: una nuova prospettiva di sviluppo per le aree interne della Toscana.* Monti e Boschi, 3: 7-12.

VIGNOZZI G., 1988-*Raccolta e Coltivazione dei tartufi in toscana (indicazioni tecniche per l'impianto e il miglioramento delle tartufaie).* Giunta Regione Toscana, Agricoltura Toscana, Suppl. 1(2): 3-31.

VIGNOZZI G., 1988-*Patrimonio tartufigeno in Toscana. Ecologia delle tartufaie naturali.* Atti del Convegno "La salvaguardia del patrimonio tartufigeno naturale", San Miniato, 19 Nov. 1988.

VIGNOZZI G., DE ROGATIS A., 1990-*Iniziative dell' E. T. S. A. F. per lo sviluppo della tartuficoltura in Toscana. Prime osservazioni in una giovane tartufaia sperimentale.* Atti del 2° Congresso Internazionale sul tartufo, Spoleto, 24-27 novembre 1988, 563-577.

VIGNOZZI G., MAZZEI T., 1993-*Ecologia del tartufo bianco in Toscana. Osservazioni sulla produttività di una tartufaia sperimentale di* Tuber magnatum. Atti del Convegno Internazionale sul Tartufo, L'Aquila 5-8 marzo 1992, 251-270.

VINAY M., PIRAZZI R., 2001-*Realtà ed esigenze per la coltivazione di* T. borchii *Vittad. e* T. aestivum *Vittad. nell'Italia centrale.* Atti del Vème Congrès International Science et Culture de la Truffe, 4-6 mars 1999, Aix-en-Provence, France, 425-430.

VIOLANTE U., ROCA E., CABIANCHI R. C., 1997-*Flora idnologica campana. Indagini floristiche sul genere* Tuber. Micol. Ital., 2: 25-38.

VITTADINI C., 1831-*Monographia Tuberacearum.* Ed. Rusconi, Milano, 88 pp.

VIZZINI A.-*Geographical distribution of the Italian and European truffle species.* Atti del Vème Congrès International Science et Culture de la Truffe, 4-6 mars 1999, Aix-en-Provence, France, 246.

VOIRY H., 1981-*Classification morphologique des ectomycorhizes du chene et du hetre dans le nord est de la France.* European Journal of Forest Pathology, 11: 284-299.

WANG YUN, 1990-*First report of a study on* Tuber *species of China.* Atti del 2° Congresso Internazionale sul tartufo, Spoleto, 24-27 novembre 1988, 48-50.

WANG YUN, MORENO G., RIOUSSET L. J., MANJON J. L., RIOUSSET G., FOURRE' G., DI MASSIMO G., GARCIA-MONTERO L.

G., DIEZ J., 1998-Tuber pseudoexcavatum *sp. nov., a new species from China commercialised in Spain, France and Italy with additional comments on chinese truffles.* Cryptogam., Mycol., 19 (l-2): 113-120.

WANG YUN, HALL I.-Tuber sinense *and other* Tuber *species from south-west China.* Atti del Vème Congrès International Science et Culture de la Truffe, 4-6 mars 1999, Aix-en-Provence, France, 115-116.

WEDÉN C., DANELL E., 1998-*Summer truffle,* Tuber aestivum, *and other truffles in Sweden.* Svensk Botanisk Tidskrift, 92(2): 65-80.

WEDÉN C., DANELL E., 2001-Tuber aestivum *in Sweden.* Atti del Vème Congrès International Science et Culture de la Truffe, 4-6 mars 1999, Aix-en-Provence, France, 247.

WEDÉN C., ERICSSON L., DANELL E., 2001-*Research on* Tuber aestivum *syn.* T. unčinatum, *and* T. mesentericum *reported from Sweden for the first time.* Svensk Botanisk Tidskrift, 95(4): 205-211.

WEDÉN C., DANELL E., 2002-*Scandinavian black truffles-distribution and habitats.* Edible mycorrhizal mushrooms and their cultivation. Proceedings of the Second International Conference on Edible Mycorrhizal Mushrooms, Christchurch, New Zealand, 3-6 July, 2001, 1-5.

WEDÉN C., DANELL E., CAMACHO FJ., BACKLUND A., 2003-*The population of the hypogeous fungus* Tuber aestivum *syn.* T. uncinatum *on the island of Gotland.* Mycorrhiza (Epub ahead of print).

WENKART S., ROTH-BEJERANO N., MILLS D., KAGAN-ZUR V., 2001-*Mycorrhizal associations between* Tuber melanosporum *mycelia and transformed roots of* Cistus incanus. Plant Cell Reports, 20(4): 369-373.

WHITE N. H., 1956-*A note on truffle fungi in Australia, with special reference to* Labyrinthomyces. TBMS, 39: 341-342.

WHITE T. J., BRUNS T., LEE S., TAYLOR J., 1990-*Amplification and direct requencing of fungal ribosomal RNA genes for phylogenetics.* In PCR Protocols. A guide to Methods and Application, ads Innis M. A., Gelfand D. H., Sninski J. J. & White T. J. Accademic press, San Diego, 315-322.

YASSIR A., 1991-*Croissance de* Tuber uncinatum *(truffe de Bourgogne). Influence du calcium et de certains facteurs physico-chimiques.* Actes de l'Institut Agronomique et Veterinaire Hassan II., 11(1): 13-15.

YAMANAKA K., NAMBA K., TAJIRI A., 2001-*Asian black truffles.* Atti del Vème Congrès International Science et Culture de la Truffe, 4-6 mars 1999, Aix-en-Provence, France, 117-120.

YANG MEI C., 2001-*(Translated by: Jerilee Pitzel). Truffles in Southwest China.* Atti del Vème Congrès International Science et Culture de la Truffe, 4-6 mars 1999, Aix-en-Provence, France, 248-249.

ZAMBONELLI A., GOVI G., 1983-*Micorrizazione in semenzaio di* Quercus pubescens *Willd., con specie del genere* Tuber. Mic. Ital., 1: 17-22.

ZAMBONELLI A., BRANZANTI M. B., 1984-*Sintesi micorrizica di* Tuber albidum *con* Pinus pinea. Micol. Ital., 2: 7-14.

ZAMBONELLI A., BRANZANTI M. B., 1984-*Prove di micorrizazione del nocciolo con* Tuber aestivum *e* Tuber albidum. Micol. Ital., 1: 47-52.

ZAMBONELLI A., MORARA M., 1984-*Le specie di* Tuberales *dell' Emilia Romagna: ecologia e distribuzione.* Natura e montagna, 4: 9-32.

ZAMBONELLI A., 1985-*Fattori che influenzano la micorrizazione di essenze forestali con* Tuber magnatum. Mic. Ital., 14(2): 5-14.

ZAMBONELLI A., BRANZANTI M. B., 1987-*Competizione fra due funghi ectomicorrizici:* Tuber albidum *e* Laccaria laccata. Micol. Ital., 16(3): 159-164.

ZAMBONELLI A., BRANZANTI M. B., 1989-*Mycorrhizal synthesis of* Tuber albidum *with* Castanea sativa *Mill.,* Quercus suber *and* Alnus cordata *Loisel.* Agric. Ecosystems Environ. 28: 563-567.

ZAMBONELLI A., GOVI G., PREVIATI A., 1989-*Micorrizazione con piantine vitropropagate di* Populus alba *con micelio di* Tuber albidum *in coltura pura.* Mic. Ital., 18(3): 105.

ZAMBONELLI A., 1990-*Confronto di diversi metodi di inoculazione di* Tuber *spp.* Mic. Ital., 19(3): 23-29.

ZAMBONELLI A., BRANZANTI M. B., 1990. *Competizione fra* Tuber albidum *ed alcuni basidiomiceti nella formazione di ectomicorrize su semenzali di* Pinus pinea. Atti del 2° Congresso Internazionale sul tartufo, Spoleto, 24-27 novembre 1988, 443-449.

ZAMBONELLI A., GOVI G., 1990-*Studi sulle ectomicorrize di* Tuber aestivum *var.* uncinatum *Chatin.* Atti del 2° Congresso Internazionale sul tartufo, Spoleto, 24-27 novembre 1988, 247-255.

ZAMBONELLI A., GOVI G., 1991-*Competizione fra* Tuber albidum *ed altri funghi.* 3° Contributo. Mic Ital., 3: 5-12.

ZAMBONELLI A., DI MUNNO R., 1992-*Indagine sulla possibilità di diffusione dei rimboschimenti con specie tartufigene: aspetti tecnico-colturali ed economici.* Ed. Ecoplanning, 356 pp.

ZAMBONELLI A., 1993-*Effetto dei trattamenti contro l'oidio della quercia sulla formazione di micorrize di* Tuber albidum *e di* Tuber aestivum. Informatore Fitopatologico, 43(2): 59-62.

ZAMBONELLI A., GIUNCHEDI L., POGGI POLLINI C., 1993-*An enzyme linked immunosorbent assay (ELISA) for the detection of* T. albidum *ectomycorrhiza.* Symbiosis, 15: 71-76.

ZAMBONELLI A., POGGI POLLINI C., 1993-*Possibilità di applicazione del metodo E. L. I. S. A. per il riconoscimento delle micorrize di* Tuber albidum. Atti del Convegno Internazionale sul Tartufo, L'Aquila 5-8 marzo 1992, 172

ZAMBONELLI A., SALOMONI S., PISI A. M., 1993-*Caratterizzazione anatomo-morfologica delle micorrize di* Tuber *spp. su* Quercus pubescens *Willd.* Micol. Ital., 22(3): 73-90.

ZAMBONELLI A., TIBILETTI E., PISI A., 1997-*Caratterizzazione anatomo-morfologica delle micorrize di* Tuber indicum *Cooke e Massee su* Pinus pinea *L. e* Quercus cerris *L.* Mic. Ital., 1: 29-36.

ZAMBONELLI A., IOTTI M., ROSSI I., HALL I., 2000-*Interactions between* Tuber borchii *and other ectomycorrhizal fungi in a field plantation.* Mycol. Res., 104: 698-702.

ZAMBONELLI A., IOTTI M., 2001-*Effects of fungicides on* Tuber borchii *and* Hebeloma sinapizans *ectomycorrhizas.* Mycol. Res., 105: 611-614.

ZAMBONELLI A., IOTTI M., MORARA M., GOVI G., 2001-*Coltivare il tartufo bianchetto, un'interessante alternativa da reddito.* L'Informatore Agrario, 57(40): 45-47.

ZAMBONELLI A., RIVETTI C., PERCUDANI R., OTTONELLO S. 2001-*Un sistema computerizzato per il riconoscimento e la descrizione dei tartufi.* Atti del Vème Congrès International Science et Culture de la Truffe, 4-6 mars 1999, Aix-en-Provence, France, 121-124.

ZANNETTI A., 1871-*Le crittogame utili e la loro coltura.* I tartufi. Firenze.

ZANINI E., GIOVANNETTI G., FRANCHINI M., PATETTA A., 1995-*Soil carpophore interface in some Italian truffle pedo environments.* Agricoltura Mediterranea., 125(3): 205-214.

ZANIRATO M., GIANINETTI A., FRICANO G., 1997-*Saggio per la discriminazione di campioni di* Tuber aestivum *Vitt. usando metodologia RAPD.* Micol. ltal., 1: 23-28.

ZARIVI O., CESARE P., AIMOLA P., RAGNELLI AM., SCIRRI C., CIMINI A., BONFIGLI A., PACIONI G. MIRANDA M., 2000-*Biochemical, electrophoretic and immunohistochemical aspects of malate dehydrogenase in truffles* (Ascomycotina). FEMS Microbiol. Lett., 185(2): 213-219.

ZAZZI A., 1994-*Prime considerazioni di ordine chimico e fisico su suoli di tartufaie naturali.* Annali dell'Istituto Sperimentale per la Selvicoltura di Arezzo, 22: 241-255.

ZAZZI A., 1994-*Influenza della concentrazione di CO2 sul pH dei terreni tartufigeni. II. Contributo alle considerazioni di ordine chimico fisico su suoli di tartufaie naturali.* Annali dell'Istituto Sperimentale per la Selvicoltura di Arezzo, 22: 257-266.

ZEPPA S., GUESCINI M., POTENZA L., AGOSTINI D., POLIDORI E., STOCCHI V., 2000-*Analysis of gene expression in the vegetative and fructification phases of the white truffle,* Tuber borchii *Vittad., by mRNA*

differential display. Biotechnol. Lett., 22(4): 307-312.

ZEPPA S., POTENZA L., VALLORANI L., GUESCINI M., CIARMELA P., STOCCHI V., 2000-*Evaluation of transcript level and biomass during mycelial development of the truffle,* Tuber borchii. Biotechnol. Lett., 23(1): 17-20.

ZEPPA S., VALLORANI L., POTENZA L., BERNARDINI F., PIERETTI., GUESCINI M., GIOMARO G., STOCCHI V., 2000-*Estimation of fungal biomass and transcript levels in* Tilia platyphyllos-Tuber borchii *ectomycorrhizae.* FEMS Microbiol. Lett., 188(2): 119-124.

ZEPPA G., GERBI V., 2001-*Using an "electronic nose" to discriminate white truffle* (Tuber magnatum *Pico*) *quality.* Sciences des Aliments, 21(6): 683-695.

ZEPPA S., POTENZA L., POLIDORI E., GUESCINI M., AGOSTINI D., GIOMARO G., STOCCHI V., 2001-*Cloning and characterization of a polyubiquitin gene from the ectomycorrhizal fungus* Tuber borchii *Vittad.* Current Genetics, 40(1): 49-53.

ZEPPA S., ROSSI I., POTENZA L., BARTOLACCI B., SISTI D., ZAMBONELLI A., STOCCHI V., 2001.-*Molecular characterization of* Tuber borchii *Vittad. mycelial strains.* Atti del Vème Congrès International Science et Culture de la Truffe, 4-6 mars 1999, Aix-en-Provence, France, 125-127.

ZHANG BC., MINTER DW., 1988-Tuber himalayense *sp. nov. with notes on Himalayan truffles.* Transactions of the British Mycological Society, 91: 4, 593-597.

ZHANG BC., 1989-*Methods of gathering truffles.* Zhongguo Shiyongjun = Edible Fungi of China., No. 4: 29-30.

ZHANG BC., WANG Y., 1990-*Study on the Chinese truffle and its ecology.* Zhongguo Shiyongjun = Edible fungi of China., No. 2: 25-27.

ZHANG B., 1993-*Ascospore nuclear number and toxonomy of truffles.* Atti del Convegno Internazionale sul Tartufo, L'Aquila 5-8 marzo 1992, 47-53.

ZOLFANELLI C., 1881-*Lettere Nursine sopra i tartufi.* Stab. Ipo-litografico, S. Lapi, Città di Castello.

ZUCCHERELLI G., 1880-*Moltiplicazione in vitro di cinque varietà di nocciolo e loro micorrizazione con* Tuber melanosporum. Inf. Agric., 41: 51-55.

ZUCCHERELLI G., ZUCCHERELLI S., CAPACCIO V., ME G (ED.), RADICATI L. 1994-*Production "in vitro" of two hazelnut varieties and results about inoculum of* Tuber magnatum *Pico on a mass scale.* Proceedings of the III international congress on hazelnut, Alba, Italy, 14 18 Sep. 1992. Acta Horticulturae, 351: 371-380.

ZUCCHERELLI G. e CAPACCIO V., 1990 – *Micorrizazione del castagno con simbionti a carpoforo edule.* Atti del convegno sul castagno, Pianfei: 154-162. Ed. Camera di Commercio, industria, artigianato e agricoltura di Cuneo.

Indice

Presentazione della Regione Umbria ..... C. Liviantoni Pag. 3
Premessa del Gruppo Micologico Ternano ..... G. Materozzi " 5

1 - L'evoluzione delle ricerche sui tartufi ..... B. Granetti " 7
- Dalle origini alla nascita della micologia ..... " 7
- Le ricerche in Europa dopo Micheli ..... " 8
- Le ricerche sui tartufi al di fuori dei paesi Europei ..... " 11
- La coltivazione dei tartufi ..... " 12
- La micorrizazione artificiale e le piante simbionti ..... " 13
- L'ecologia dei tartufi ..... " 13
- Il ciclo biologico del tartufo e la coltivazione del micelio ..... " 14
- Nuovi orientamenti nella coltivazione dei tartufi ..... " 14

2 - Cenni di nomenclatura ..... B. Granetti " 16

3 - Inquadramento tassonomico dei tartufi ..... B. Granetti " 17

4 - La cellula fungina ..... B. Granetti " 18
- La parete cellulare ..... " 18
- Il citoplasma ..... " 18
- Il nucleo ..... " 19
- I mitocondri ..... " 19
- Il reticolo endoplastico ..... " 19
- I dittiosomi e l'apparato di Golgi ..... " 19
- Il vacuolo ..... " 20
- L'apparato vegetativo dei funghi ..... " 20
- La divisione del nucleo ..... " 21

5 - Modalità di riproduzione degli Ascomiceti filamentosi ..... B. Granetti " 22
- La riproduzione vegetativa o asessuata o agamica ..... " 22
- La riproduzione sessuale ..... " 22
- Le fruttificazioni ascofore ..... " 23

6 - Ciclo vitale degli Ascomiceti filamentosi ..... B. Granetti " 24

7 - Come vivono i funghi ..... B. Granetti " 26

8 - Pricipali tipi di micorrize ..... B. Granetti " 27
- Ectomicorize ..... " 27
- Endomicorrize ..... " 27
- Ectoendomicorrize ..... " 28

9 - Il ruolo delle micorrize nella nutrizione delle piante ..... B. Granetti " 29

10 - Origine ed evoluzione dei tartufi ..... B. Granetti " 30

11 - Ciclo biologico ..... B. Granetti " 31
- Tappe fondamentali del ciclo biologico di *T. melanosporum* ..... " 31
- Evoluzione del peridio ..... " 32
- Formazione dell'asco e delle ascospore ..... " 33
- Maturazione dell'ascocarpo e germinazione delle spore ..... " 34

12 - Fattori che inducono la fruttificazione ... B. GRANETTI Pag. 37

13 - Ecologia e sviluppo dei corpi fruttiferi ... B. GRANETTI " 38

14 - La nutrizione del tartufo ... B. GRANETTI " 39
- La nutrizione del micelio ... " 39
- La nutrizione dei corpi fruttiferi ... " 39
- Rapporti tra la fauna del terreno e la nutrizione del tartufo ... " 40

15 - Morfologia e struttura dei corpi fruttiferi ... B. GRANETTI " 42

16 - Descrizione dei tartufi ... B. GRANETTI " 44
- *Tuber melanosporum* Vittadini ... " 44
- *Tuber brumale Vittadini* var brumale ... " 45
- *Tuber brumale* Vittadini f.ma *moschatum* (Ferry) Ceruti ... " 46
- *Tuber indicum* Cooke e Massee ... " 47
- *Tuber aestivum* Vittadini ... " 48
- *Tuber aestivum* Vittadini f.ma *uncinatum* (Chatin) Montecchi e Borrelli ... " 49
- *Tuber mesentericum* Vittadini ... " 50
- *Tuber macrosporum* Vittadini ... " 51
- *Tuber magnatum* Pico ... " 52
- *Tuber borchii Vittadini* (=*Tuber albidum* Pico) ... " 53
- *Tuber oligospermum* (Tul. e C. Tul.) Trappe ... " 53
- *Tuber excavatum* Vittadini ... " 54
- *Tuber rufum* Pico ... " 55

17 - Le principali specie eduli di tartufi nel mondo ... B. GRANETTI " 75

18 - Composizione chimica e valore nutritivo del tartufo ... B. GRANETTI " 76

19 - Gli aromi dei tartufi ... B. GRANETTI " 79

20 - Epoca di maturazione dei tartufi ... B. GRANETTI " 82

21 - Animali che si nutrono di tartufi e disperdono le spore ... B. GRANETTI " 84

22- Le micorrize dei tartufi del Genere *Tuber* ... B. GRANETTI " 89
- Caratteri generali ... " 89
- Descrizione delle micorrize delle specie di interesse economico ... " 90

23 - Tecniche di micorrizazione ... B. GRANETTI " 95
- Inoculazione della semente (metodo Mannozzi-Torini) ... " 95
- Inoculazione di giovani piante con sospensione sporale (metodo IPLA-INRA) ... " 97
- Inoculazione di giovani piante con porzioni di radici micorrizate (metodo INRA o per approssimazione radicale) " 101
- Inoculazione di giovani piante per contatto tra il loro apparato radicale e quello micorrizato di una pianta madre (metodo indonesiano o per trasmissione radicale) ... " 102
- Micorrizazione in condizioni di sterilità ... " 103
- Le piante micorrizate del prossimo futuro ... " 105

24 - Controllo delle piante micorrizate in vivaio ... B. GRANETTI " 106
- Controllo delle singole piante ... " 106
- Controllo di un lotto di piante ... " 108

25 - Principali inquinanti delle piante micorrizate in vivaio ... B. GRANETTI " 111

26 - Genetica ed applicazioni biomolecolari in tartuficoltura ... C. RICCIONI *et al.* " 112
- Introduzione ... " 112
- Le metodologie di analisi molecolare come test diagnostici per il riconoscimento di ascocarpi e micorrize di *Tuber* " 112
- Applicazione dei marcatori molecolari alla tassonomia e filogenesi dei tartufi ... " 116
- Analisi della variabilià intraspecifica in specie pregiate ... " 117

27 - Piante tartuficole ... B. GRANETTI " 118
- Famiglia Pinacee ... " 119
- Famiglia Corylacee ... " 121
- Famiglia Fagacee ... " 123

- Famiglia Salicacee ..... Pag. 126
- Famiglia Tiliacee ..... " 129
- Famiglia Cistacee ..... " 130

28 - Apparati radicali ..... B. GRANETTI " 132

29 - I principali parassiti delle piante simbionti ..... B. GRANETTI " 133

30 - Breve storia geologica dell'Umbria ..... R. COLACICCHI " 145

31 - Il suolo ..... B. GRANETTI " 148
- Cenni di pedologia ..... " 148
- Composizione del suolo ..... " 149
- La formazione dei suoli da rocce calcaree ..... " 150
- La fertilità dei suoli ..... " 152

32 - Caratteristiche pedologiche e ambientali dei siti naturali di alcune specie di tartufi ..... B. GRANETTI " 153

33 - Esigenze climatiche dei tartufi ..... B. GRANETTI " 162

34 - La cartografia delle aree potenzialmente idonee alla produzione dei tartufi ..... B. GRANETTI " 168

35 - La vegetazione forestale delle aree tartuficole dell'Umbria ..... R. VENANZONI " 169

36 - La flora associata alle tartufaie naturali ..... B. GRANETTI " 180

37 - Attività biologica dei batteri e dei funghi nei suoli tartufigeni ..... B. GRANETTI " 182

38 - La coltivazione dei tartufi ..... B. GRANETTI " 184
- Aspetti tecnici della coltivazione dei tartufi ..... " 184
- Progettazione della tartufaia ..... " 184
- Situazione geografica ..... " 184
- Il clima ..... " 185
- Altitudine ..... " 185
- Esposizione topografica ..... " 185
- Il suolo ..... " 185
- Colture antecedenti ..... " 186
- Disponibilità di acqua ..... " 186
- Scelta delle piante simbionti ..... " 186
- Scelta della densità e dello schema di impianto ..... " 188

39 - La piantagione della tartufaia ..... B. GRANETTI " 192
- Preparazione del terreno ..... " 192
- Acquisto delle piantine ..... " 193
- Messa a dimora delle piante ed epoca della piantagione ..... " 194
- Protezione delle piante ..... " 194
- La pacciamatura ..... " 195

40 - Le cure colturali ..... B. GRANETTI " 196

41 - Ammendamento e fertilizzazione ..... B. GRANETTI " 202

42 - Controllo della micorrizazione in campo ..... B. GRANETTI " 203

43 - I pianelli o aree bruciate ..... B. GRANETTI " 204

44 - La produzione dei tartufi nelle tartufaie coltivate ..... B. GRANETTI " 206

45 - Miglioramento e rinnovamento delle tartufaie ..... B. GRANETTI " 207
- Tartufaie coltivate ..... " 207
- Tartufaie naturali ..... " 208

46 - Le vicende del tartufo in Umbria ..... D. MANNA " 209
- Cenni storici sugli ordinamenti giuridici ..... " 209

- Il tartufo nel tempo ... Pag. 210
- Studi ed esperienze ... " 213
- La prima "coltivazione artificiale" ... " 215
- I Congressi ... " 218

47 - La moderna tartuficoltura in Umbria ... B. GRANETTI " 220
- Le prime sperimentazioni ... " 220
- Caratteri generali della tartuficoltura in Umbria ... " 221
- Principali specie di tartufi coltivate in Umbria ... " 221

48 - La raccolta dei tartufi ... B. GRANETTI " 226
- Periodo di raccolta ... " 226
- Ricerca con il cane ... " 226
- Ricerca con il maiale ... " 227
- Ricerca a vista ... " 227
- Raccolta con l'ausilio della mosca ... " 227
- Ricerca con il coleottero ... " 228
- Raccolta tramite la zappa ... " 228

49 - Il cane da tartufo ... A. DE ANGELIS " 230

50 - Normativa sui tartufi ... A. DE ANGELIS " 236
- La raccolta dei tartufi nei terreni liberi ... " 236
- La raccolta nei terreni di dominio collettivo, terreni gravati da uso civico, terreni soggetti ad altri vincoli ... " 237
- La commercializzazione dei tartufi ... " 238
- Le leggi vigenti al 31-12-2004 ... " 239

51 - Aspetti economici della tartuficoltura ... B. GRANETTI " 240

52 - La conservazione a carattere familiare ... B. GRANETTI " 242

53 - Conservazione industriale ... B. GRANETTI " 243
- Conservazione a breve termine ... " 243
- Conservazione a medio e lungo termine ... " 243
- Conservazione tramite la sterilizzazione ... " 244
- Congelamento ... " 244
- Essiccamento ... " 244
- Liofilizzazione ... " 244
- Classificazione dei tartufi conservati ... " 245

54 - Il tartufo in cucina ... G. MATEROZZI " 248

55 - Le Comunità Montane dell'Umbria ... G. MATEROZZI " 253

56 - Fiere e Mostre mercato del tartufo in Umbria ... G. MATEROZZI " 254

57- Le Città del tartufo ... G. MATEROZZI " 256

58 - Gli operatori del tartufo in Umbria ... G. MATEROZZI " 261

59 - Conclusioni ... B. GRANETTI " 264

Ringraziamenti ... " 267

Glossario ... B. GRANETTI " 269

Bibliografia ... B. GRANETTI " 275

Indice ... " 299

Note sugli autori ... " 303

Bruno Granetti

È nato a Cortona (Arezzo) e resiede a Perugia. Professore ordinario di Botanica sistematica, è docente presso la facoltà di Scienze Matematiche, Fisiche e Naturali dell'Università degli Studi di Perugia . Svolge la sua attività di ricerca presso il Dipartimento di Biologia Vegetale e Biotecnologie Agroambientali e Zootecniche.
Il suo campo di ricerca prevalente è quello dei tartufi, ai quali si dedica da oltre 25 anni.

Università degli Studi di Perugia, Dipartimento di Biologia Vegetale e Biotecnologie Agroambientali e Zootecniche - Borgo XX giugno, 75 - 06125 Perugia - Italia

Aldobrando De Angelis

È nato a Terni dove è attualmente residente. Ha lavorato presso la USL di Terni in qualità di tecnico d'Igiene. Fin dal 1978 è stato anche uno dei micologi addetti al controllo dei funghi. Fa parte del Direttivo del Gruppo Micologico Ternano dalla sua fondazione e ne è l'attuale Vice Presidente e Responsabile del Comitato Tecnico Scientifico. Disegnatore naturalista, è un Micologo iscritto all'albo Nazionale dei Micologi.

Gruppo Micologico Ternano
Via G. B. Vico, 1 - 05100 Terni - Italia / c.p. 65, 05100 Terni - Italia

Giorgio Materozzi

È nato a Foiano della Chiana (Arezzo), ed è residente a Terni da 37 anni, dove ha lavorato come funzionario tecnico presso le Acciaierie di Terni. Si occupa di funghi dal lontano 1976. È Presidente del Gruppo Micologico Ternano da 18 anni e fa parte del Comitato Tecnico Scientifico della stessa Associazione Micologica. È un Micologo iscritto all'albo Nazionale dei Micologi.

Gruppo Micologico Ternano
Via G. B. Vico, 1 - 05100 Terni - Italia / c.p. 65, 05100 Terni - Italia

