



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI MILANO
FACOLTÀ DI SCIENZE AGRARIE E ALIMENTARI

Corso di Laurea in
Valorizzazione e Tutela dell'Ambiente e del Territorio
Montano

TARTUFICOLTURA NELLA BERGAMASCA.
CARATTERISTICHE, METODI E PRODUZIONI DI UN
IMPIANTO COLTIVATO A *TUBER AESTIVUM*

Relatore: Prof. Paolo Baccolo

Correlatore: Andrea Bonucci

Elaborato Finale di

Ghilardi Danilo

Matricola 776943

Anno Scolastico 2012/2013



Con Gas a tartufi in una giornata invernale.

*"quando si parla di vino, la gente ti ascolta, si interessa,
così come quando si parla di formaggio, di salumi, o quant'altro,
ma nel sentire parlare di tartufi, solo nel sentire pronunciare questa parola,
la gente si volta, si avvicina, ti ascolta attenta:
come se tu avessi pronunciato una parola magica.."*

(Vezzola 2004)

INDICE

1.PREMESSE.....	1
2.INTRODUZIONE.....	2
2.1.Il Tartufo nella Storia.....	2
2.2.Inquadramento Sistematico e Morfologia.....	5
2.3.Ciclo Biologico.....	8
2.4.Le due specie di <i>Tuber</i> commercialmente rilevanti presenti sulla provincia di Bergamo in modo significativo.....	10
2.4.1. <i>Tuber melanosporum</i>	10
2.4.2. <i>Tuber aestivum</i> e <i>Tuber aestivum</i> var. <i>uncinatum</i>	12
2.5.La distribuzione dei Tartufi sul territorio bergamasco.....	14
2.6.Le piante simbionti delle tartufaie del Nord Italia.....	16
2.6.1.Nocciolo (<i>Corylus avellana</i>).....	16
2.6.2.Carpino Nero (<i>Ostrya carpinifolia</i>).....	17
2.6.3.Roverella (<i>Quercus pubescens</i>).....	17
2.6.4.Farnia (<i>Quercus robur</i>).....	18
2.6.5.Leccio (<i>Quercus ilex</i>).....	18
2.6.6.Cerro (<i>Quercus cerris</i>).....	19
2.7.I terreni a vocazione tartuficola.....	20
2.8.La tartuficoltura.....	22
2.8.1.Progettazione.....	24
2.8.2.Preparazione delle piantine e del terreno e impianto della tartufaia.....	26
2.8.3.Pratiche colturali nel periodo improduttivo.....	29
2.8.4.Pratiche colturali nel periodo produttivo.....	31

3.CARATTERISTICHE, METODI E PRODUZIONI DELLA TARTUFAIA OGGETTO DI STUDIO.....	35
3.1.Inquadramento Territoriale - Valle della Guerna.....	35
3.2.Presentazione dell'Impianto.....	37
3.2.1.Terreno.....	37
3.2.2.Progettazione.....	39
3.2.3.Sesto d'impianto e messa a dimora.....	40
3.2.4.Andamento Storico della Tartufaia e delle cure colturali.....	41
3.3.Produzioni.....	44
3.4.Meteorologia.....	44
3.5.Caratteristiche delle Micorrize.....	45
4.RISULTATI E DISCUSSIONE.....	46
4.1.Analisi delle Produzioni.....	46
4.1.1.Produzioni annue.....	46
4.1.2.Produzione 2013.....	49
4.2.Analisi Meteorologica.....	52
4.3.Analisi delle Micorrize.....	58
5.CONCLUSIONI.....	60
6.BIBLIOGRAFIA.....	65
7.RINGRAZIAMENTI.....	70

1. PREMESSE

Il tartufo è una risorsa preziosa per la bassa montagna e gli ambienti marginali ad alto valore paesaggistico, poiché la sua tradizionale natura di prodotto pregiato dalla forte stimolazione sensoriale facilita, presso il consumatore, l'immediata identificazione con il territorio e i sapori tipici delle zone vocate alla sua produzione.

Questo fatto, unitamente alla versatilità e raffinatezza culinaria delle specie più pregiate, ha favorito la nascita e il fiorente sviluppo di eventi promozionali e sagre del tartufo, capaci di attrarre importanti flussi di turismo gastronomico, contribuendo in tal modo a diffondere la fama del tartufo (e di molti altri prodotti tipici ad esso abbinati) ben oltre i confini nazionali. Si pensi al caso della Fiera Internazionale del Tartufo Bianco di Alba, che durante l'ultima edizione ha ospitato visitatori provenienti da 39 diversi Paesi. Nella cornice di questa manifestazione, vengono proposte numerose iniziative enogastronomiche, folkloristiche e culturali, per le quali il tartufo funge da richiamo e trampolino di lancio nella valorizzazione e tutela di usanze e prodotti della tradizione tipica piemontese.

In questo contesto, ricordiamo che la tartuficoltura moderna offre la possibilità di ottenere redditività interessanti anche in terreni poco e per nulla vocati alle produzioni agricole più tradizionali. Si aggiunga, inoltre, che la sua natura di prodotto di lusso garantisce al tartufo una domanda costantemente insoddisfatta, che si ripercuote sul suo valore economico, garantendo un'ottima redditività che è lecito prevedere si mantenga anche per il futuro.

Lo scopo che questo elaborato si prefigge è quello di raccogliere e diffondere informazioni relative a un impianto tartufigeno realmente produttivo sul territorio della Provincia di Bergamo. Le analisi delle produzioni, di alcuni fattori chiave che possono averle influenzate e le proposte di interventi migliorativi vengono qui riportate con l'intento di offrire un primo strumento di valutazione. Ci si augura che il lavoro sia utile a chi si trovi nella condizione di progettare o gestire una tartufaia nel territorio della Provincia e, per estensione, nei territori pedemontani dell'Italia Settentrionale, caratterizzati da condizioni ambientali significativamente diverse da quelle descritte nelle numerose pubblicazioni già presenti in letteratura, relative a Centro Italia, Francia e Spagna.

2. INTRODUZIONE

2.1. Il Tartufo nella Storia

L'aura di mistero e interesse che avvolge il tartufo si perde in origini antichissime: pare che già attorno al 3000 a.C. venisse raccolto dalle popolazioni mesopotamiche negli arenili dell'Asia Minore, e la tradizione vuole che il faraone Cheope (2600 a.C.) ne imbandisse i suoi sontuosi banchetti. Molto probabilmente non si trattava degli stessi tartufi che siamo abituati a incontrare sulle nostre tavole, bensì di *Terfezia leonis*, meglio conosciuto come il «tartufo delle sabbie», ascomicete abbondante nelle regioni mediterranee dell'Asia Minore e dell'Africa del Nord, dallo scarso valore economico, benché ancora ricercato ed apprezzato lungo i litorali greci e algerini.

Ai greci è dovuto il nome dell'idnologia, la scienza che si dedica allo studio dei pregiati funghi ipogei. Fu infatti il filosofo-botanico Teofrasto (371 a.C. – 287 a.C.) a menzionarli all'interno della sua opera *Hystoria Plantarum* con il nome «ydnon», con il quale erano conosciuti ad Atene. Egli fu anche il primo botanico ad interessarsi alla loro natura, descrivendoli come vegetali privi di radici, generati dalla pioggia e dai tuoni dei temporali autunnali.

All'epoca greca risale anche la credenza secondo la quale i tartufi avrebbero qualità afrodisiache: fu infatti il filosofo Galeno a scrivere «..Il tartufo è molto nutriente e può disporre della voluttà...».

Anche presso i romani il tartufo godette di grande fama: esso è citato nel *De Re Coquinaria* di Apicio (25 a.C. - 37 d. C.), la più consistente raccolta di ricette dell'epoca romana, nella quale è celebrato come cibo degli dei.

Alla sua natura si interessò anche lo scrittore Plinio il Vecchio (23 d.C. - 79 d.C.), il quale lo definì “callosità della terra e miracolo della natura”, suggerendoci che anche presso i romani la specie principalmente consumata fosse «*Terfezia leonis*», scrivendo, nella sua *Naturalis Historia*, «...massimo miracolo è la nascita e la vita di questo tubero che cresce isolato e circondato di sola terra, la secca, sabbiosa e fruttifera terra della lodatissima Africa...».

Durante tutto il Medio Evo il tartufo, allora noto come «*Tuber terrae*» -e quindi non più *Terfezia*-, popolò i banchetti delle corti di papi e imperatori, consolidando la sua natura di alimento pregiato e simbolo di sfarzo; tuttavia le conoscenze sulla sua biologia non progredirono. Si dovette attendere il 1564 perché i tartufi venissero classificati tra i funghi da

Ciccarello, medico di Bevagna, nella sua opera *De Tuberibus*.

Nel 1711, con l'opera *Sur la vegetation des Truffes*, furono redatte da Claude-Joseph Geoffroy le prime accurate descrizioni della morfologia dei tartufi, con particolare interesse per la polpa interna (gleba) nella quale venne evidenziata la presenza di piccoli puntini scuri (le spore). Geoffroy iniziò ad interessarsi anche delle piante presso le quali si rinvenivano i carpofori, osservando che il loro sviluppo avveniva più frequentemente nei pressi delle querce.

Alcuni anni dopo, il fiorentino Pier Antonio Micheli, grazie ad un sistema di lenti da lui costruito, poté osservare più minuziosamente le spore all'interno degli aschi di *Tuber melanosporum* e *Tuber aestivum*; ne pubblicò una fedele riproduzione nella sua *Nova plantarum genera* del 1729.

Le ricerche proseguirono con i lavori di diversi studiosi, tra i quali M.J. De Borch e Vittorio Pico, che si interessarono al *Tuber magnatum*, ovvero il Tartufo Bianco d'Alba; si dovette tuttavia attendere l'opera *Monographia Tuberacearum* pubblicata nel 1831 dal giovane medico Carlo Vittadini per assistere alla nascita della moderna idnologia. Nella sua opera Vittadini descrisse 67 specie di funghi ipogei, proponendone una classificazione in base a criteri scientifici la quale costituisce la base della moderna sistematica dei tartufi.

Nel 1892 il francese Adolphe Chatin pubblicò, il libro *La Truffe*, nel quale racchiuse e discusse gran parte delle teorie circolanti all'epoca, dedicando anche un'ampia parte dell'opera alla descrizione della famiglia delle tuberacee e del genere *Tuber*, con la classificazione di 20 specie. Di notevole interesse il capitolo dell'opera dedicato alle piante favorevoli alla produzione tartufigola e all'aroma che le diverse essenze arboree ed erbacee sarebbero in grado di trasferire al tartufo. Un altro passaggio saliente tratta le esigenze pedologiche delle varie specie, sottolineando le generiche preferenze calciofile e la predilezione di terreni derivanti da calcari di ere geologiche ben definite per le due specie più pregiate (*Tuber magnatum* e *Tuber melanosporum*). Tuttavia, nonostante l'esistenza di particolari modificazioni ifali fosse già stata illustrata nel 1876 da Giuseppe Gibelli e approfondita da Albert Bernhard Frank (che le battezzò "micorrize" nel 1881), Chatin non si addentrò nello studio della simbiosi tra il micelio tartufigeno e le piante a cui esso si lega.

Nel corso del Novecento molti studiosi si dedicarono allo studio delle micorrize e del rapporto di simbiosi tra pianta e tartufo. Tra gli italiani, è doveroso ricordare il dott. Arturo Ceruti (1991 – 2000), per anni direttore del Centro di studio per la micologia del terreno del C.N.R., e la dott.ssa Anna Fontana, che nel 1967 ottenne la prima sintesi micorrizica prodotta in condizioni controllate di *Pinus st* con *Tuber maculatum*, dando di fatto il via alla moderna tartufigoltura di stampo scientifico.

Il resto è storia recente: la possibilità di produrre e mettere a dimora piante micorrizzate con le principali specie di tartufi ha dato un forte impulso alla ricerca e alla sperimentazione, portando negli anni numerosi studiosi (Chevalier, Fassi, Bonfante, Palenzona, Granetti, Bencivenga, Zambonelli e molti altri) ad approcciarsi alla materia da diversi punti di vista (ecologico, biologico, pedologico, colturale ecc.). Furono finanziati alcuni progetti sperimentali di coltivazione, tra i quali è certamente da ricordare il Programma Tartufigeno della Regione Umbria, avviato nel periodo 1983 -1986 con l'impianto di 59 tartufaie su 115 ha di terreni pubblici, allo scopo di favorire la sperimentazione delle tecniche di coltivazione e dimostrare la possibilità e la convenienza della tartuficoltura sul territorio umbro.

Altre regioni italiane, quali Toscana, Piemonte, Marche, Emilia Romagna, Lombardia e più recentemente Abruzzo, Sicilia, Campania e altre, hanno avviato programmi dedicati all'esplorazione del potenziale tartufigeno dei vari territori di competenza, nonostante gli studi effettuati si siano spesso limitati alla produzione di generiche carte di potenzialità tartufigena.

A partire dagli anni '90, l'introduzione delle tecniche di biologia molecolare ha aperto nuove interessanti possibilità nell'identificazione dei carpofori e delle micorrize di piante destinate alla tartuficoltura.

Molto è stato scoperto e sperimentato, tuttavia la complessità e il carattere di multidisciplinarietà tipico dell'argomento fanno sì che le ricerche effettuate possano considerarsi ancora assolutamente parziali e incomplete.



Fotografia 1: Il cane Gas raspa segnalando la presenza di un tartufo estivo.



Fotografia 2: esemplare di Tuber aestivum dissotterrato.

2.2. Inquadramento Sistemático e Morfologia

Il termine “tartufo” può indicare sia il corpo fruttifero (carpoforo, ascocarpo, cleistotecio) sia un raggruppamento di specie afferenti al genere *Tuber*.

Il genere *Tuber*, al quale appartengono tutte le 9 specie ammesse alla commercializzazione in Italia (ai sensi dell'articolo 2, comma 1 della legge n. 752 del 16 Dicembre 1985,), appartiene alla famiglia delle *Tuberaceae*, dell'ordine *Tuberales*, classe *Ascomycota*, del regno dei *Funghi*. A questo genere appartengono esclusivamente funghi ipogei, capaci di stabilire un rapporto di simbiosi (mediante ectomicorrize) con diverse “piante ospiti” appartenenti alle famiglie delle *Betulaceae*, *Fagaceae*, *Pinaceae* e *Tiliaceae* (Molinier et al, 2013).

Il tartufo, inteso come «carpoforo», è quindi il corpo fruttifero di alcune specie di funghi ipogei, generalmente di forma sub-globosa più o meno regolare, di dimensioni variabili da quelle di una piccola nocciola a quelle di una grossa arancia e oltre, con un peso che, nel caso del *Tuber magnatum*, può superare il kilogrammo.

Si sviluppa sotto terra, ad una profondità che varia da pochi cm (talvolta il carpoforo è addirittura affiorante) a 40-50 cm, in relazione alla specie, alla pianta simbiote e al tipo di terreno nel quale si sviluppa.

Strutturalmente è costituito da un aggregato di ife, con funzione di protezione delle spore contenute negli aschi al suo interno, e di attrazione verso gli animali che, nutrendosi della sua polpa (gleba), favoriscono la sua diffusione e riproduzione, liberando le spore dall'asco e favorendone così la germinazione.

Analizzandone la morfologia dall'esterno verso l'interno possiamo individuare:

- Peridio (scorza): parte esterna con funzione di rivestimento. Può essere spessa e coriacea o sottile e tenera, di vari colori (dal bianco al nero, passando per varie tonalità giallastro-rosso-brune), liscia, granulosa o costituita da piccole verruche, in funzione della specie e del grado di maturazione raggiunto.
- Gleba (polpa): porzione interna delimitata dal peridio. Anch'essa può assumere varie tonalità e venature cromatiche, che costituiscono un importante indizio ai fini dell'identificazione morfologica dei carpofori e del loro grado di maturazione. Essa può avere consistenza quasi legnosa (in tartufi immaturi e in alcune specie minori), carnosa e compatta (tipica dei tartufi considerati più strettamente eduli al grado di maturazione ottimale) o molle (nelle fasi di marcescenza dei tartufi).

All'interno della gleba si possono osservare venature (vene aerifere) fertili e sterili. Le prime si riconoscono per il colore della gleba ad esse circostante, che si scurisce con la maturazione delle spore; le seconde mantengono una colorazione chiara, che ne rende più difficile l'osservazione.

- Ascospore: le spore di tartufo sono contenute all'interno di minuscoli "sacchetti", chiamati aschi, in numero variabile da uno a otto, con numeri tipici ricorrenti per le varie specie. Esse costituiscono la struttura di resistenza e di riproduzione del tartufo (*fotografia 3*). Hanno generalmente forma ovale o rotonda e dimensioni variabili tra i 20 e i 60 micron.



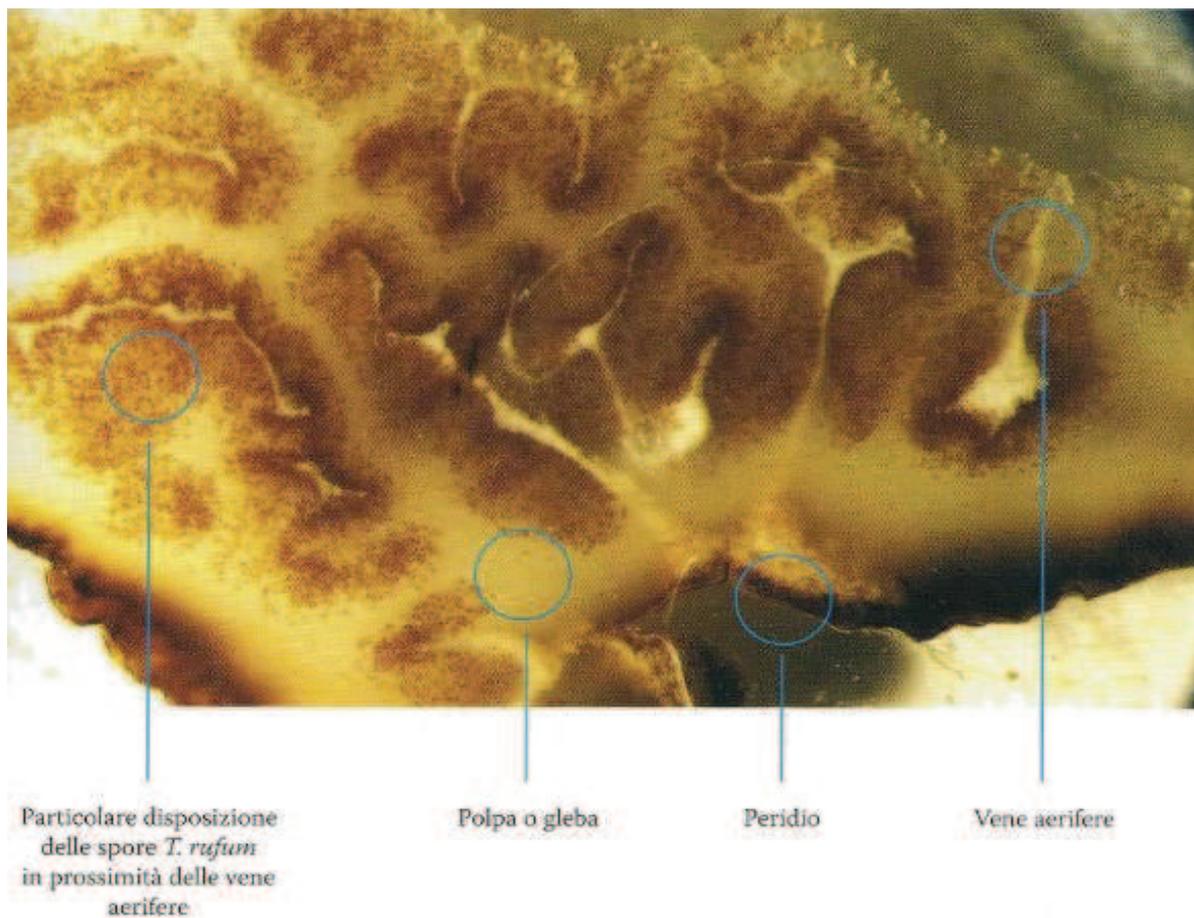
Fotografia 3: Ascospore di Tuber aestivum, tratte da Vezzola, 2014.

La loro osservazione al microscopio ottico consente di evidenziarne il rivestimento, chiamato episporio, che può essere aculeato o reticolo-alveolato. La morfologia e il colore di alveoli e aculei sono utili ai fini dell'identificazione della specie e dello stato di maturazione. Il numero di spore fertili contenute nei carpofori maturi può variare da pochi esemplari nel caso dei primi corpi fruttiferi della stagione (fioroni) ad alcune decine di migliaia nel caso dei carpofori raccolti a stagione inoltrata.

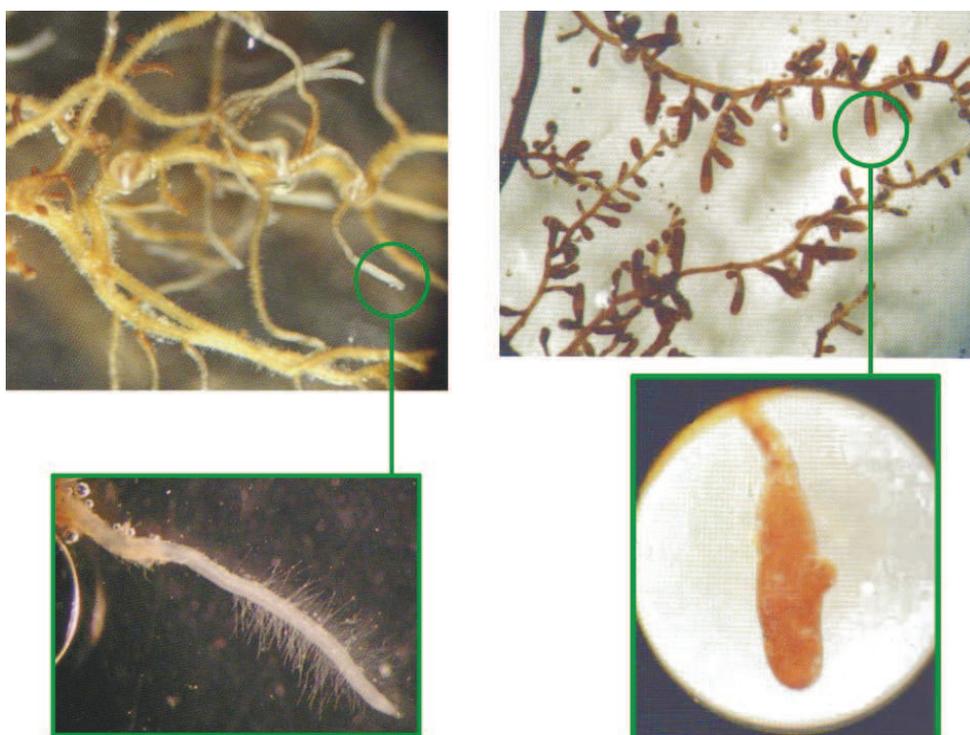
La struttura vegetativa del tartufo è il micelio: esso è un insieme di ife, sottili e molto ramificate, organizzato in particolari strutture chiamate micorrize (più precisamente ectomicorrize). Queste avvolgono gli apici radicali della pianta con la quale vanno ad instaurare il rapporto di simbiosi (*fotografia 5*).

Le ectomicorrize differiscono dall'altro tipo di micorrize esistenti (endomicorrize) nella modalità di colonizzazione degli apici radicali: come suggerisce l'etimologia del nome, esse non penetrano direttamente all'interno delle cellule che costituiscono lo strato corticale della radice (come fanno le endomicorrize), bensì colonizzano lo spazio sottocorticale costituito dalla matrice extracellulare, andando a costituire il «reticolo di Harting».

Le micorrize sono quindi l'interfaccia di comunicazione tra il fungo e la pianta: sono in grado di produrre sostanze capaci di inibire la crescita dei peli radicali di assorbimento e di far ramificare l'apice della radice. Inoltre si occupano dello scambio di sostanze nutritive con la pianta: ad essa, infatti, vengono ceduti i sali minerali e l'acqua, prelevati dal micelio con maggiore efficienza. Di contro, le micorrize ricevono dalla pianta sostanze organiche complesse che il fungo non è in grado di produrre autonomamente.



Fotografia 4: Sezione di carpoforo di *Tuber rufum*, tratta da Vezzola, 2014.



Fotografia 5: Apici radicali non micorrizati (sinistra in alto, dettaglio in basso) e apici radicali micorrizati (destra in alto, dettaglio in basso). Adattata da Vezzola, 2014.

2.3. Ciclo Biologico

L'identificazione delle diverse fasi del ciclo biologico delle varie specie di tartufo è da considerarsi parziale: infatti la difficoltà nell'osservarne lo sviluppo sotterraneo ha fatto sì che gli studi si siano concentrati sulle specie Bianco Pregiato (*Tuber magnatum*) e Nero Pregiato (*Tuber melanosporum*). La prima è stata studiata in quanto la più preziosa e remunerativa; la seconda perché coltivata con successo da più tempo e con una redditività (e quindi un interesse) maggiore rispetto alle specie cosiddette “minori”.

Tuttavia, informazioni generalizzate piuttosto attendibili possono essere desunte dagli studi effettuati su tali specie, consentendoci di riassumere così il ciclo biologico, in riferimento anche alla specie oggetto di studio della parte sperimentale della tesi, il *Tuber aestivum*:

1. Un carpoforo giunto a maturazione, qualora non venga raccolto, inizia il processo di decomposizione (aiutato da batteri, insetti o animali che se ne nutrono), durante il quale gli aschi vengono distrutti, liberando le spore mature nel terreno.
2. Dopo un certo periodo di tempo, le spore germinano, emettendo un tubetto germinativo che dà origine poi ad un micelio primario, con corredo cromosomico aploide, identico a quello della spora-madre.
3. Contrariamente a quanto ritenuto fino a pochi anni fa, studi genetici recenti (Palocci *et al.* 2006) hanno sconfessato la teoria secondo la quale due miceli primari aventi polarità opposta si incontrano e si uniscono formando il micelio secondario diploide prima di formare le micorrize; inoltre, secondo ulteriori ricerche (Palocci *et al.*, 2008), l'aploidia sarebbe la condizione predominante nel ciclo biologico dei tartufi, in quanto essa è stata rilevata anche in analisi svolte su tessuti organici prelevati dalla gleba dei carpofori. Ad ogni modo il micelio, stimolato dagli essudati radicali delle piante circostanti, è in grado di colonizzare gli apici disponibili delle radici di una pianta simbionte, creando la struttura delle micorrize che avvolgono interamente l'apice.
4. Nella primavera successiva alla colonizzazione degli apici, dopo un rallentamento dell'attività fungina corrispondente alla pausa vegetativa dell'ospite simbionte, dalla micoclona (l'insieme degli strati cellulari superficiali della micorrizza) si generano nuove ife. Esse espandono la struttura miceliare nel terreno, colonizzando anche i nuovi apici circostanti emessi dall'apparato radicale della pianta già colonizzata o da quello di piante simbionti circostanti. In condizioni ideali di temperatura e umidità, se il micelio è stato generato da un numero sufficiente di micorrize in simbiosi con una

pianta che abbia raggiunto la maturità fisiologica, esso può dare origine allo sviluppo dei primordi dei corpi fruttiferi. La loro formazione iniziale è ancora misteriosa, ma, già dalle dimensioni di 1 mm di diametro, presentano la struttura caratteristica dei carpofori.

5. Aumentando di peso e dimensioni, i corpi fruttiferi si modificano anche nella parte interna. Negli stadi più giovanili, la gleba è completamente bianca, poi appaiono rapidamente le vene sterili: esse sono di colore madreperlaceo perché contengono aria. Le zone comprese tra le vene sterili sono dapprima bianche, poi scuriscono progressivamente e, quando l'ascocarpo arriva al peso di circa 3 grammi, sono già di colore più scuro, costituendo le vene fertili. Queste ultime appaiono di colore bianco quando sono costituite dalle sole ife e assumono un colore sempre più bruno nel momento in cui differenziano gli aschi e le ascospore. Man mano che gli ascocarpi maturano, le vene sterili sono sempre meno visibili, poiché si liberano dell'aria in esse contenuta e si riducono a sottili vene. Quando la maturazione delle spore è completa, il tartufo si decompone e il ciclo riparte.

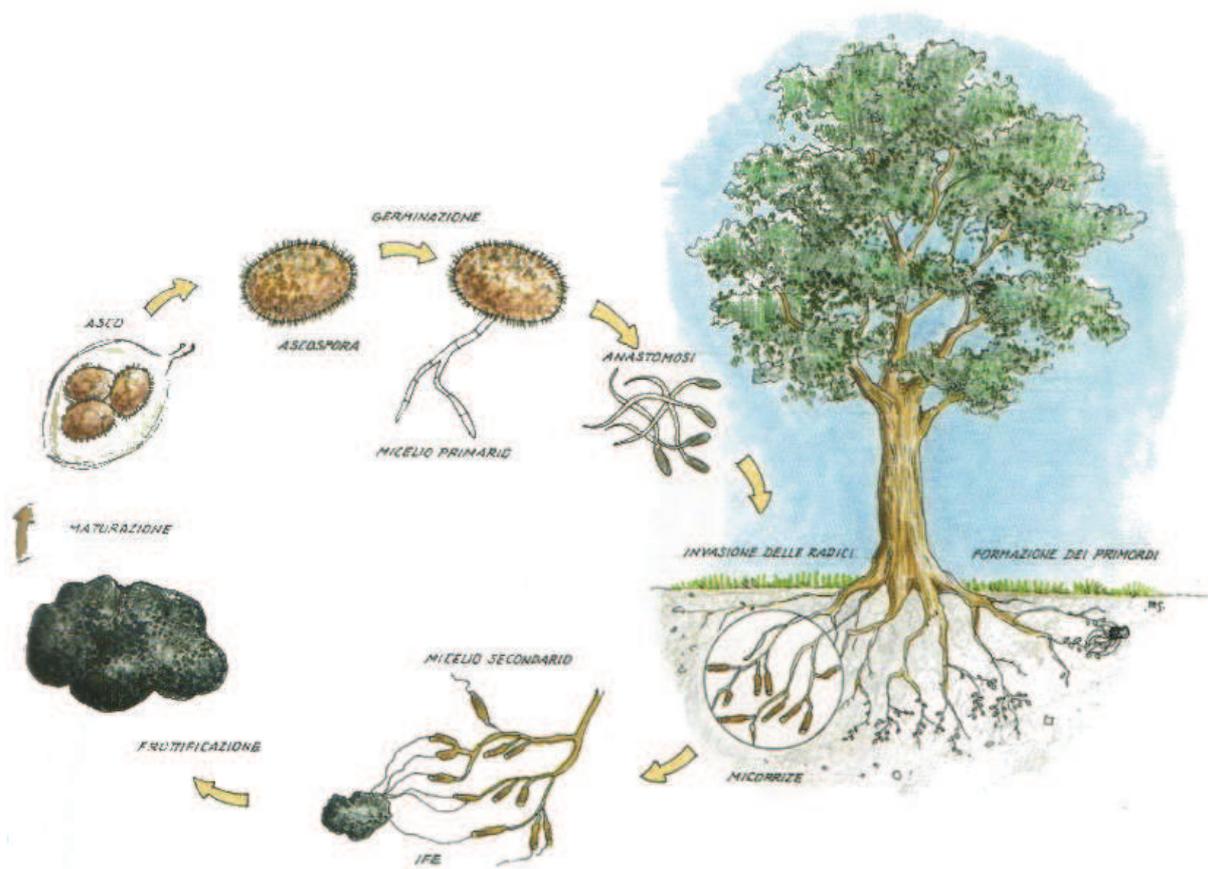


Illustrazione 1: Ciclo biologico semplificato, tratto da Vezzola, 2004.

2.4. Le due specie di *Tuber* commercialmente rilevanti presenti sulla provincia di Bergamo in modo significativo

Si è scelto di operare una selezione nella descrizione particolareggiata di alcune delle specie di tartufo presenti sulla Provincia, privilegiando le specie presenti sul territorio in modo significativo che abbiano una valenza commerciale.

Si è deciso, quindi, di limitare la descrizione alle sole due specie *Tuber melanosporum* e *Tuber aestivum* (riservando uno spazio anche alla trattazione di *Tuber aestivum* var. *uncinatum*). Questo considerando la scarsa presenza di *Tuber magnatum* (presente in pochissime stazioni dalla scarsa produttività) e di *Tuber macrosporum*, e il basso valore commerciale delle specie *Tuber mesentericum*, *Tuber borchii*, *Tuber brumale* e *Tuber brumale* var. *moschatum*.

Conseguentemente, si è scelto di non trattare anche tutte le specie escluse dalla commerciabilità ai sensi dell'articolo 2 della legge n° 752 del 16 Dicembre 1985.

2.4.1. *Tuber melanosporum*

Conosciuto in Italia con in nome di Tartufo Nero Pregiato, o Tartufo Nero di Norcia e Spoleto, in Francia con quello di Truffe Noire du Perigord e in Spagna con quello di Trufa Negra (le tre nazioni nelle quali è maggiormente diffuso), *Tuber melanosporum*, dal greco «spore scure», è il più pregiato e più conosciuto tra i tartufi neri. Sulla sua ecologia e coltivazione si sono concentrati gli studi dei più importanti ricercatori francesi, italiani e spagnoli dagli anni '70 ad oggi.

Sul suolo italiano viene rinvenuto soprattutto in Umbria, Marche, Abruzzo, Lazio, ma anche in Veneto, Trentino, Piemonte, Liguria, Lombardia, Emilia Romagna, Toscana e Molise.

Si tratta di un tartufo a maturazione invernale (in provincia di Bergamo la raccolta è consentita dal 15 Novembre al 15 Marzo), di dimensioni variabili da quelle una nocciola a quelle di una grossa arancia, con forma generalmente rotondeggiante (ma spesso anche lobata o bitorzoluta se cresciuto in terreni molto ricchi di scheletro).

Il peridio ha superficie verrucosa, con verruche poligonali ad apice depresso di forma piramidale e grandezza intermedia (3-5 mm) che aderiscono fortemente alla gleba. Il colore del peridio è nero, talvolta con striature rosso-ferruginose; è invece rossastro negli esemplari immaturi o che hanno subito uno stress termico per l'eccessivo freddo.

La gleba varia il colore in base al grado di maturazione, passando dal bianco al bruno-

grigiastro, quindi al nero-violaceo con fini venature bianche ben definite. Emana un profumo gradevole e aromatico e si presta molto alla cottura, che ne esalta le qualità organolettiche.

Le sue spore sono echinulate, ovvero fittamente aculeate, non alveolate, di forma globosa o ellittica; tipicamente raccolte negli aschi arrotondati in numero variabile da 1 a 6 (frequentemente 4).

Predilige ambienti non eccessivamente umidi, con terreni dotati di buon drenaggio garantito da una discreta porosità, ricchi in carbonati derivanti da substrati lapidei dell'era Mesozoica e con valori di pH medio di 8,0-8,5, comunque mai inferiore a 7,5.

Le tartufaie naturali si localizzano spesso in posizioni particolari: ad esempio sui crinali dei dossi o nei terrazzamenti dei terreni (dove vento e pendenza garantiscono l'asportazione del fogliame che evita l'inacidimento eccessivo dei terreni). Si trovano spesso nei terreni incolti dove sta avvenendo la neof ormazione dei boschi, ma comunque sempre solo laddove le essenze arboree mantengono una concentrazione rada. Infatti il tartufo nero pregiato necessita di una notevole insolazione del terreno occupato dal micelio. In tale area esso sviluppa, con intensità e frequenza generalmente maggiore rispetto alle altre specie di *Tuber*, le caratteristiche aree prive di vegetazione erbacea, comunemente denominate “bruciate” o “pianelli”. Tale fenomeno è causato dall'inibizione allelochimica, esercitata in condizioni ottimali dal micelio fungino, attraverso la secrezione di micotossine, che alcuni autori indicano come «marasmina».

Le tartufaie naturali di *Tuber melanosporum* sono considerate in forte regressione dalla maggioranza degli autori; Vezzola (2005), ad esempio, identifica nell'infoltimento dei boschi la causa principale di tale fenomeno. Egli illustra come questo provochi una serie di condizioni sfavorevoli al tartufo nero pregiato (maggiore ombreggiamento, formazione della lettiera e abbassamento del pH), causando frequentemente la sostituzione di *Tuber melanosporum* con *Tuber brumale* (specie di tartufo nero invernale dallo scarso valore economico).



Fotografia 6: *Tuber melanosporum*, tratta da Vezzola, 2014.

2.4.2. *Tuber aestivum* e *Tuber aestivum* var. *uncinatum*

premessa

Sulla distinzione tra tartufo estivo e tartufo uncinato si è sviluppato un acceso dibattito che, nel corso degli anni, ha portato alla formulazione di diverse ipotesi in merito:

- secondo le prime interpretazioni avanzate su criteri morfologici, si sarebbe trattato di due specie distinte, una a maturazione estiva (*Tuber aestivum*, classificata da Vittadini nel 1831), dotata di gleba dal color biancastro e peridio con verruche piramidali grandi, e l'altra a maturazione autunnale (*Tuber uncinatum*, classificata da Chatin nel 1982), con gleba tendente al color nocciola, peridio con verruche più piccole e spore maggiormente aculeate (con la tipica forma ad uncino da cui il nome).
- Altre ipotesi (Chevalier *et al.*, 1978, in Zambonelli e Govi 1988, Vezzola 2005) li hanno classificati come due sottospecie appartenenti alla stessa specie *Tuber aestivum*, caratterizzate da esigenze ecologiche leggermente differenziate e distribuzione diversa (secondo quanto riferito da Vezzola relativamente alla provincia di Brescia il *Tuber aestivum sensu stricto* non fruttifica al di sopra dei 5-600 metri d'altitudine, mentre *Tuber uncinatum* si può spingere fino ai 1450 m.s.l.m.). In riferimento a questa seconda ipotesi la legge n° 752 del 16 Dicembre 1985 (normativa quadro in materia di raccolta, coltivazione e commercio dei tartufi freschi o conservati destinati al consumo) menziona *Tuber uncinatum* come variante ecologica della specie *Tuber aestivum*.
- le ipotesi più moderne (Palocci *et al.* 2004, Wedén *et al.* 2005, Molinier *et al.* 2013), avvalorate da metodologie d'analisi genetiche e molecolari, tendono invece a considerare la sola specie *Tuber aestivum* (perchè descritta e classificata prima di *Tuber uncinatum*). Tale specie sarebbe in grado di originare carpofori morfologicamente diversi in base alle condizioni ecologiche in cui essa si trovi a vegetare. Infatti, la forte variabilità genetica interspecifica osservata in questi studi non corrisponde alla distinzione dei carpofori di *T. aestivum* e *T. uncinatum* operata con criteri morfologici.

Nella stesura di questo lavoro si è scelto di mantenere entrambe le diciture in considerazione di due motivi; il primo è la legge n° 752 sopraccitata, tuttora testo di riferimento. Il secondo motivo è che, anche se su criteri genetici sarebbe più opportuno considerare *Tuber aestivum* una sola specie che raggruppa un elevato numero di ecotipi locali e *T. aestivum* terogenei, la distinzione dei carpofori nelle due categorie con cui sono stati conosciuti per due secoli è

spesso identificativa di caratteristiche organolettiche (e quindi commerciali) diverse.

Si ritiene che il Tartufo Nero Estivo (*Tuber aestivum*/*Tuber uncinatum*), o Tartufo Scorzone, cresca in modo spontaneo in 26 paesi europei, oltre che in Turchia e in Marocco. Il suo ampio areale di distribuzione è indicativo della notevole variabilità genetica della specie, da cui consegue un'adattabilità elevata in termini di clima e suolo. Cresce, probabilmente, in tutte le regioni italiane ed è particolarmente diffuso in Umbria, Toscana, Lombardia, Veneto, Lazio, Marche, Piemonte, Liguria ed Emilia Romagna.

Sul territorio Bergamasco (come in tutta Italia), la sua raccolta è regolamentata in modo separato per *Tuber aestivum* (dal 15 Luglio al 30 Novembre) e *Tuber uncinatum* (dall'1 Ottobre al 31 Dicembre).

Le dimensioni dei carpofori variano da quelle di una nocciola a quelle di una grossa arancia, mentre il peso può raggiungere, eccezionalmente, i 700 grammi (Vezzola 2005). La forma caratteristica è quella subglobosa, ma può essere anche variamente bitorzoluta. Il peridio è di colore scuro, bruno-nerastro nel periodo estivo e più corvino nel periodo autunno-vernino, costituito da verruche piramidali appuntite che diventano progressivamente più piccole con l'avanzamento della stagione fredda. I carpofori raccolti nel periodo tra Luglio e Settembre presentano, inoltre, un colore della gleba tenue, variabile dal biancastro al nocciola, e venature miceliari fini e ravvicinate. Quelli raccolti nell'ultima parte dell'anno solare hanno invece la gleba di una tonalità variabile dal nocciola al bruno, con venature più grosse e distanziate. Anche l'aroma varia con l'avanzamento della stagione, diventando via via più intenso e gradevole. Ulteriore segno di distinzione è lo sviluppo maggiore e più regolare dell'episporio (parete esterna della spora) nei carpofori a maturazione autunno-vernina; da cui la denominazione «*uncinatum*». Infatti questi tartufi presentano mediamente una maggiore altezza delle pareti del reticolo sporale che, osservata al microscopio, assume le sembianze di numerosi aculei uncinati.

Si adatta a un numero elevato di ambienti, colonizzando terreni con caratteristiche eterogenee, comunque contenenti calcari attivi (almeno in tracce) e più ombreggiati di quelli favorevoli al *T. melanosporum*. Queste caratteristiche hanno favorito la rivalutazione della specie a scopi colturali, in quanto più adattabile, anche se meno remunerativa, del tartufo nero pregiato.



Fotografia 7: *Tuber aestivum*, tratta da Vezzola, 2014.

2.5. La distribuzione dei Tartufi sul territorio bergamasco

A seguito della descrizione delle due specie appartenenti al genere *Tuber* con la presenza più significativa sul Territorio (in termini economici e di popolazione), si ritiene utile inserire un breve paragrafo relativo alla distribuzione dei tartufi sulla Provincia. È utile premettere però che la natura di bene rivale del tartufo fa sì che ogni tartufaio custodisca gelosamente i suoi luoghi di «pastura», rendendo difficile (se non impossibile!) mappare la presenza delle varie specie. Ciò che segue è un sunto delle informazioni di cui è in possesso l'autore, ampiamente integrate da ciò che è stato riferito, in particolare, dal Correlatore Andrea Bonucci e da altri tartufai.

Si può affermare che la specie più diffusa sia *Tuber mesentericum*, il tartufo dell'acido fenico, probabilmente presente in tutte le valli al di sotto dei 1300 metri d'altitudine e in alcune zone della pianura della Provincia. Questa specie è ricorrente in particolar modo nelle zone caratteristiche dei tartufi neri, ovvero la Val Serina, la bassa/media Val Seriana, la bassa/media val Brembana, la Val Gandino, la Val Cavallina, il lago di Endine, l'altipiano di Clusone e la Val Borlezza.

In queste zone si rinviene, seppur in quantità minori, anche la specie *Tuber aestivum*, che prevale nella forma che fruttifica durante l'inverno (*T. uncinatum*), ad eccezione delle zone ad altitudine minore dei 600 metri circa, dove viene spesso raccolto anche d'estate.

Anche *T. melanosporum* e *T. brumale* (che sovente condividono, almeno parzialmente, gli areali di crescita) vengono rinvenuti, a distribuzione puntiforme, nelle zone succitate di produzione dei tartufi neri, spesso sui versanti assolati, o presso coni dedritici di origine calcarea.

Tuber borchii (Tartufo Bianchetto) è stato segnalato in zone più rarefatte e circoscritte, quali l'altipiano di Clusone, la zona della Val Serina e l'alta Valle Imagna, ad altitudine frequentemente superiore ai 1000 metri sul livello del mare. È possibile che la sua distribuzione sia maggiore, ma, in ragione dello scarso interesse che la specie suscita nel territorio orobico, la sua ricerca non è praticata attivamente come quella di altre specie.

Infine, va riportato che, negli anni '90, sono state segnalate alcune stazioni di crescita della specie *Tuber magnatum* (Tartufo Bianco Pregiato) nella bassa bergamasca; si è trattato però di zone limitate dalla produzione numericamente ridotta.

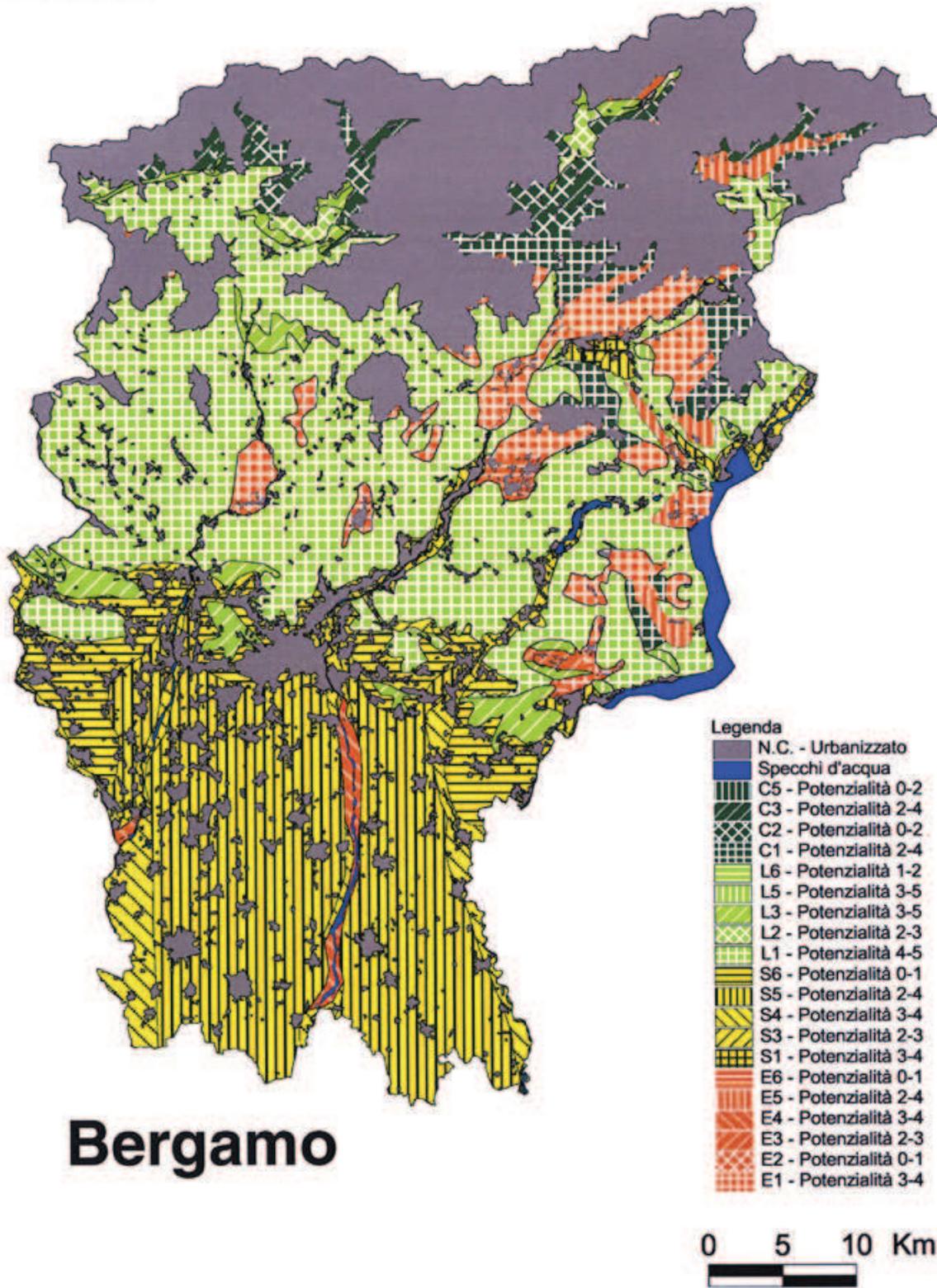


Figura 1: carta delle vocazioni tartufigene della Regione Lombardia, foglio di Bergamo (Andreis et al., 2004).

2.6. Le piante simbiotiche delle tartufige del Nord Italia

Anche per la trattazione delle specie legnose capaci di contrarre la simbiosi tartufiga si è operata una scelta selettiva, limitando la trattazione a sei specie arboree: il Nocciolo, il Carpino Nero, la Roverella, la Farnia, il Leccio e il Cerro. Tutte queste specie sono state presentate perché presenti nella tartufiga oggetto di studio.

Oltre a queste sei specie trattate singolarmente più avanti, tra le specie presenti sul territorio vanno citate, la Rovere e i vari ibridi derivanti dall'incrocio delle querce; doveroso ricordare anche il Carpino Bianco, la Betulla, il Pino Nero, il Pino Domestico, il Pino Marittimo, il Pino d'Aleppo, le varie specie di Tiglio, il Faggio, alcune specie di Pioppo, il Salice Bianco e il Salicene.

2.6.1. Nocciolo (*Corylus avellana*)

Albero monoico di terza grandezza, a foglie caduche, alto sino a 7 m, frequentemente a portamento arbustivo, dotato di accrescimento rapido e scarsa longevità. Possiede foglie semplici, alterne e picciolate, grossolanamente dentate e dal colore verde scuro sulla lamina superiore e leggermente più tenue su quella tomentosa inferiore. Fiorisce da gennaio a marzo, prima della fogliazione, portando a maturazione in agosto/settembre un achenio globoso commestibile. Cresce dal livello del mare fino ai 1500 (Granetti *et al.*, 2005) m.s.l.m., adattandosi a quasi tutti i tipi di terreno, a condizione che non siano eccessivamente asciutti. È diffuso in quasi tutta Europa, Asia Minore e Algeria, dove cresce come specie pioniera o nel sottobosco dei boschi misti montani di latifoglie. Possiede un apparato radicale molto fascicolato, che si propaga nel terreno in modo strisciante.

Il Nocciolo viene considerato un buon produttore di tartufi, capace di contrarre la simbiosi con tutte e nove le specie commercializzabili in Italia e di entrare precocemente in produzione. Tuttavia la durata di piantagioni realizzate con *Corylus avellana* è minore rispetto a quelle realizzate usando le altre piante simbiotiche. Inoltre, il nocciolo presenta spesso problemi nel mantenimento della produzione, specialmente riguardo alla specie *Tuber melanosporum*, le cui micorrize (che si ipotizza abbiano un accrescimento più lento degli apici radicali del nocciolo) vengono frequentemente sostituite in campo da quelle di specie dal più basso valore commerciale (*Tuber aestivum* e *Tuber brumale*) o da quelle di funghi competitori.

2.6.2. Carpino Nero (*Ostrya carpinifolia*)

Albero monoico di terza grandezza, a foglie caduche, alto fino a 15 m, dotato di tronco dritto e regolare. Ha un accrescimento rapido e, grazie alla copiosa diffusione dei semi, colonizza come specie pioniera le stazioni denudate e le radure. È dotato di foglie semplici ovali, alterne e brevemente picciolate, acutamente bidentellate ai margini, con apice acuminato, dal colore verde-scuro lucido sulla lamina superiore e più chiaro su quella inferiore. Fiorisce in aprile-maggio, producendo poi un'infruttescenza simile a quella del luppolo, inizialmente bianchiccia, quindi tendente al bruno a maturazione completata. Cresce dal livello del mare fino ai 1200 metri d'altitudine, prediligendo le stazioni asciutte e dalla matrice calcarea, spesso alle pendici di formazioni rocciose, dove forma frequentemente boschi in associazione con l'Orniello e la Roverella. È diffuso in Italia, nella penisola balcanica e in Turchia.

Questa pianta è considerata ottima produttrice di tartufi, in grado di contrarre la simbiosi con tutte le specie di tartufo commercializzabili in Italia, ad esclusione del Tartufo Bianchetto (*Tuber borchii*). Il rapido accrescimento che caratterizza la specie consente una rapida entrata in produzione delle tartufaie, presentando però problemi analoghi a quelli di *Corylus avellana* per quanto riguarda la specie *Tuber melanosporum*.

2.6.3. Roverella (*Quercus pubescens*)

Albero monoico di terza grandezza, alto sino a 20 m, talvolta a portamento arbustivo. Le sue foglie alterne e semplici persistono sui rami anche dopo l'appassimento, fino a inverno inoltrato. Esse hanno forma ovato-allungata e sono brevemente picciolate. La lamina è glabra e di colore verde intenso sopra, più chiara e tomentosa (specialmente da giovane) sulla lamina inferiore. Il margine fogliare è lobato, per 4-7 paia di lobi interi o sublobati. La Roverella fiorisce in aprile-maggio e fruttifica producendo un achenio ovato-allungato (ghianda) più piccolo rispetto a quello di altre querce.

Quercus pubescens ha un vasto areale, che comprende gran parte dell'Europa Centro-Meridionale e dell'Asia Minore; è comune in tutta Italia. È una specie termofila, cresce dai 100 ai 1000 m d'altitudine e predilige i terreni asciutti a reazione basica. Per queste sue caratteristiche, si consocia spesso con altre latifoglie nella colonizzazione delle pendici calcaree più calde e siccitose.

La Roverella è considerata specie principe per la tartuficoltura nell'Italia centrale, poiché dotata di accrescimento lento e regolare, che le consente di mantenere nel tempo un buon

grado di micorrizzazione con 8 delle 9 specie di *Tuber* commercializzate in Italia.

Tuttavia, il suo lento accrescimento nei primi anni dalla messa a dimora, la sua suscettibilità alle gelate primaverili e le sue esigenze termofile ne condizionano la produttività nelle regioni dell'Italia settentrionale.

2.6.4. Farnia (*Quercus robur*)

Albero monoico di prima grandezza, alto sino a 45 m, dotato di tronco robusto presto ramificato. Ha foglie caduche alterne, semplici, di forma obovata (la larghezza massima si misura solitamente nel terzo apicale), con picciolo brevissimo (2-8 mm) e glabro. La lamina, di colore verde scuro lucido sopra e più opaco sotto, ha il margine sviluppato in 5-7 paia di lobi ampi e irregolari. *Quercus robur* fiorisce in aprile-maggio, producendo poi un achenio ovato-oblungo acuminato, protetto nel quarto inferiore (o sino a metà) da una cupola a squame embricate, appressate e tomentose.

La farnia occupa un vasto areale in tutta Europa, ad esclusione dei territori all'estremo nord e di parte di quelli mediterranei. In Italia è frequente soprattutto nelle regioni settentrionali, dove si può rinvenire nelle Alpi sino ai 1000 d'altitudine. Predilige i terreni di fondovalle e pianura, tipicamente freschi, fertili e profondi, purché privi di ristagno d'acqua e con pH a reazione neutra.

Si micorrizza con varie specie del genere *Tuber*, ma è considerata particolarmente adatta alla simbiosi con *T. magnatum* e *T. macrosporum* (Vezzola 2014), in quanto cresce abitualmente nelle condizioni pedologiche e climatiche adatte a questi tartufi. Può produrre anche *T. melanosporum* e *T. aestivum*, ma poiché va incontro a clorosi nei suoli con calcare superiore al 20% circa (Granetti *et al.*, 2008), non è adatta a tutte le stazioni di crescita dei tartufi.

2.6.5. Leccio (*Quercus ilex*)

Albero monoico di terza grandezza, alto sino a 20/25 m, molto longevo e dotato di rami irregolari e ampia corona ovale densa; talvolta anche a portamento arbustivo. Ha foglie persistenti, semplici e alterne, con picciolo breve e peloso; la lamina è di forma ovato-oblunga, di colore verde scuro lucido sopra e rugginoso sotto, di consistenza coriacea e con margine dentellato-mucronato o integro. Il Leccio fiorisce in aprile-maggio, producendo poi una ghianda apicolata di colore bruno, protetta sino a metà da una cupola a squame piatte e appressate.

Quercus ilex è una specie sempreverde tipica dell'ambiente mediterraneo, nel quale caratterizza l'orizzonte climaxico delle sclerofille sempreverdi. Il suo areale si estende alle coste meridionali dell'Europa e all'Africa settentrionale; in Italia vegeta sulle isole, nelle zone costiere o nelle zone con clima influenzato dalla presenza lacustre. Forma popolamenti densi, in purezza o formando consociazioni con il Carpino Nero e alcune pinacee, o colonizzazioni sparse dalle rive del mare sin verso i 600 m, raggiungendo gli estremi dei 1000 m nella fascia prealpina del Lago di Garda e di 1500 m nell'Appennino.

Il Leccio si micorrizza facilmente con molte specie di tartufo, tra le quali *T. melanosporum*, *T. aestivum*, *T. brumale*, *T. brumale forma moschatum* e molte altre specie non commercializzabili. Poiché resiste egregiamente alla siccità e perché è la specie che nelle tartufaie coltivate contrae in minor misura la simbiosi con funghi estranei, *Quercus ilex* viene considerato un'eccellente pianta ospite nel centro Italia (Granetti *et al.*, 2005). Inoltre si ritiene che i tartufi raccolti sotto il Leccio abbiano caratteristiche organolettiche migliori di quelle dei carpofori raccolti sotto altre piante simbiotiche, oltre ad avere un peso specifico più elevato (Vezzola, 2014).

2.6.6. Cerro (*Quercus cerris*)

Albero monoico di seconda grandezza, alto sino a 30 m, dotato di tronco dritto e slanciato, assai ramificato a formare una corona ovale. Ha foglie alterne, semplici, di consistenza quasi coriacea e forma obovata e oblunga, dotate di picciolo lungo sino a 25 mm. La lamina, provvista di margini articolati in 4-7 paia di lobi triangolari, ha consistenza quasi coriacea e si presenta opaca e un po' scabra sopra e più o meno pubescente sotto. Il Cerro fiorisce da aprile a maggio, maturando poi una ghianda di forma ovato-allungata, dotata di peduncolo molto breve e protetta per un terzo (o sino alla metà) da una cupola rivestita di squame estroflesse e flessuose.

Quercus cerris ha un areale che si estende a gran parte dell'Europa centro-meridionale e orientale, è presente in tutta Italia, ma con maggior frequenza sugli Appennini. Può formare boschi puri (cerrete) o misti, localizzati ad un'altitudine compresa tra il livello del mare e 1500 m. Pur preferendo i terreni acidi di matrice silicea, il Cerro è largamente diffuso anche sui suoli calcarei, nei quali si rinviene spesso nei boschi di versante.

Si associa in simbiosi micorrizica con numerose specie del genere *Tuber*, tra le quali *T. aestivum*, *T. brumale*, *T. melanosporum*, *T. mesentericum*, *T. macrosporum* e *T. melanosporum*.

2.7. I terreni a vocazione tartuficola

L'approccio geo-pedologico allo studio dell'idnologia richiede un livello notevole di approfondimento e di conoscenze tecniche in materia. Infatti, come dimostrano alcuni studi recenti (tra i quali quello di Raglione et al., 2008, che sottolinea il diverso comportamento dei tipi di argille mineralogicamente differenti, capace di influenzare la quantità massima di argilla tessiturale tollerata dai tartufi), la condizione di idoneità di un terreno allo sviluppo delle varie specie di *Tuber* andrebbe intesa come un equilibrio di diversi fattori interdipendenti. Pertanto, le classiche analisi di alcune caratteristiche del suolo dovrebbero essere considerate indicazioni utili, ma non indice certo di vocazione tartufigena. Inoltre, va precisato che le ricerche sugli ambienti idonei allo sviluppo delle diverse specie di tartufo sono state condotte negli ambienti dove esse crescono spontaneamente: si tratta spesso di zone di rifugio, nelle quali tali specie sono state confinate, essendo le aree migliori sottoposte tradizionalmente a coltura (Bencivenga et al., 2008).

Ad ogni modo, dovendo valutare la vocazione tartuficola di un appezzamento di terreno, si può procedere interpretando le analisi con l'aiuto delle numerose pubblicazioni presenti in letteratura, che indicano intervalli più o meno ampi per le diverse caratteristiche in riferimento alle diverse specie (Granetti et al., 2005, Vezzola 2014, Boni et al., 2008, Bencivenga e Falini, 2012 e molte altre). In generale, i principali parametri analitici utili alla valutazione sono: quantità di scheletro, tessitura (sabbia, limo, argilla), reazione (pH), sostanza organica, rapporto carbonio/azoto e carbonato di calcio totale e attivo. Il terreno favorevole alle specie pregiate di tartufo è infatti prevalentemente calcareo, ben drenante, a reazione sub-alcalina, con una discreta dose di sostanza organica; inoltre, la sua terra fine è ben equilibrata nelle componenti sabbia, limo e argilla. Sarebbe buona prassi rilevare anche l'intero profilo del suolo, al fine di poter valutare i caratteri dei vari orizzonti dove si dovranno accrescere le radici delle piante simbiotiche.

Qualora si fosse invece interessati alla ricerca di tartufaie naturali, un utile strumento possono essere le carte tematiche disponibili per il territorio oggetto di studio. In particolare, le carte geologiche e quelle di vocazione tartufigena (nel caso in cui siano state pubblicate) possono indicarci macro-zone con substrato di matrice calcarea o più generalmente zone vocate. Dalle carte geologiche, si possono inoltre ricavare informazioni riguardanti le ere geologiche di appartenenza delle matrici rocciose, importanti ad esempio per *Tuber melanosporum* e *Tuber magnatum*. È consigliabile incrementare le informazioni acquisite dalle carte sopraccitate con dati relativi all'esposizione, alla pedologia, alla climatologia e alla distribuzione delle piante

simbionti.

Durante i sopralluoghi può essere molto utile l'attenta osservazione delle cenosi e delle essenze (arboree ed erbacee) indicatrici di condizione idonee, segnalate nelle pubblicazioni dedicate allo studio dell'ecologia delle diverse specie (purtroppo non disponibili specificamente per la zona bergamasca), o riconoscibili dall'osservazione delle tartufaie già conosciute.

Si tratta, ad ogni modo, di un lavoro lungo che richiede parecchia perseveranza, per questo pare quantomai indicato il detto diffuso tra i tartufai, secondo il quale, per trovare nuove pasture, “bisogna consumare le suole” (degli scarponi).

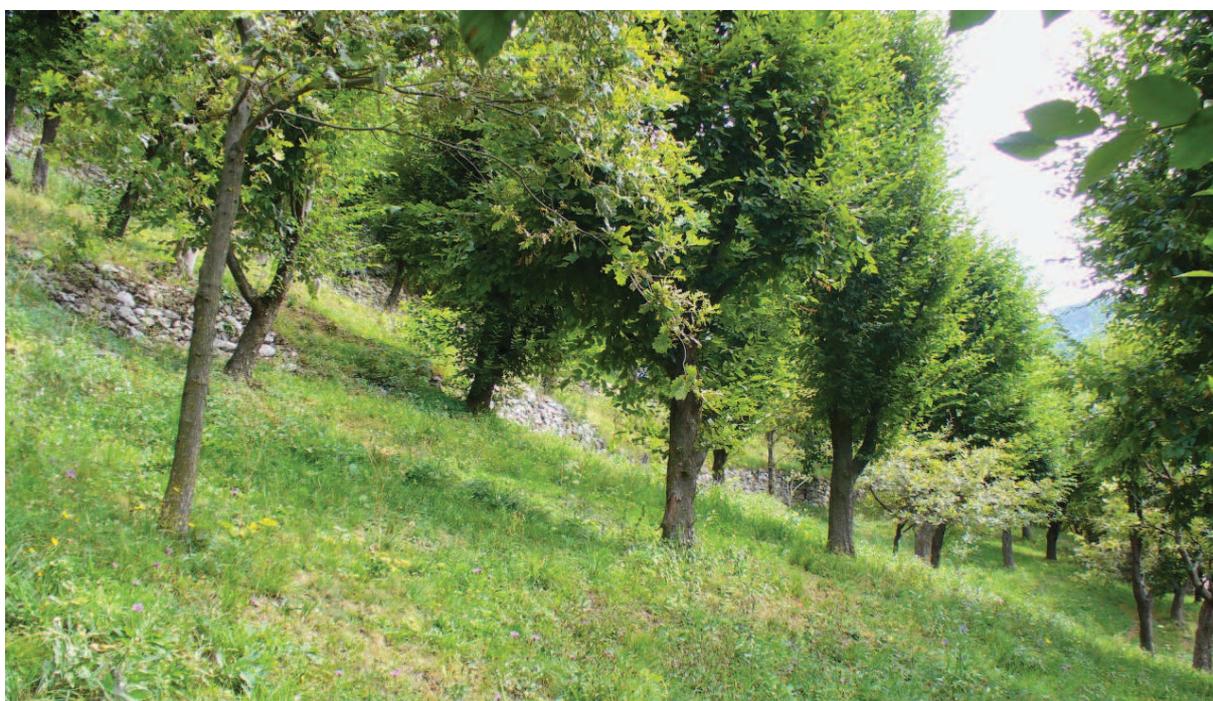


*Fotografia 8: L'autore e il cane Gas in una tartufaia naturale di *Tuber aestivum/uncinatum*.*

2.8. La tartuficoltura

La tartuficoltura è definibile come la messa a dimora di piante simbiotiche ben micorrizzate in ambienti adeguati, e la loro successiva coltivazione. Schematicamente, si possono individuare le quattro fasi elencate di seguito:

- progettazione;
- preparazione delle piantine e del terreno e impianto della tartufaia;
- pratiche colturali nel periodo improduttivo;
- pratiche colturali nel periodo produttivo.



Fotografia 9: la tartufaia coltivata oggetto di studio della tesi.

Prima di descrivere più dettagliatamente queste fasi, è utile una digressione relativa alle norme vigenti in Regione Lombardia in materia di tartufaie coltivate e controllate. Citando l'Articolo 124 (*Raccolta riservata dei tartufi*) della Legge Regionale n. 31 del 5 Dicembre 2008 (*Testo unico delle leggi regionali in materia di agricoltura, foreste, pesca e sviluppo rurale*) e successive modificazioni, «per tartufaie controllate si intendono le tartufaie naturali su fondi interessati da operazioni di miglioramento ambientale e di incremento boschivo con la messa a dimora di piante tartufigene», mentre «per tartufaie coltivate si intendono quelle impiantate ex novo in territori a vocazione tartufigena».

Possono fare richiesta di riconoscimento i titolari e i conduttori dei fondi a vocazione tartufigena, che rispettino una serie di requisiti ben definiti e coerenti, il cui scopo è quello di salvaguardare la capacità tartufigena dei terreni in oggetto (ad esempio, il miglioramento della

tartufaia nel caso delle controllate e l'esecuzione di alcune particolari cure colturali nel caso delle tartufaie coltivate).

Tuttavia la normativa prevede una durata massima della concessione di 5 anni per le tartufaie controllate e di 15 per quelle coltivate: tali periodi di tempo non garantiscono al richiedente la certezza di rientrare dagli investimenti effettuati per ottenere la concessione. Si aggiunga che l'obbligo di esporre le tabelle in posizione ben visibile attrae un gran numero di tartufai, sia clandestinamente durante la validità della concessione, sia, a rigor di legge, in seguito.

Per questi motivi, non rientra nell'interesse dei tartuficoltori e dei proprietari e/o conduttori di tartufaie naturali far richiesta della suddetta concessione, rendendo l'articolo in questione non recepito all'atto pratico. Sarebbe dunque auspicabile una modificazione del termine massimo di durata della concessione, che preveda come prassi la possibilità di prorogare la raccolta riservata, previa verifica di buona conduzione della tartufaia (coltivata o controllata) da parte del collegio di esperti già previsto dal medesimo decreto.



Figura 2: copertina del manuale del ricercatore di tartufi, edito dalla Regione Lombardia nel 2009 e disponibile gratuitamente online. Il pregevole testo contiene, in forma sintetica, i riferimenti normativi e le informazioni basilari necessarie a chi per la prima volta si avvicini alla ricerca.

2.8.1. Progettazione

La fase di progettazione è delicata e di fondamentale importanza: dalla corretta valutazione dell'idoneità ambientale e dalle scelte colturali messe in atto dipenderà in gran parte il risultato produttivo della piantagione. Per questo motivo, si consiglia a chiunque decida di realizzare una tartufaia coltivata di affidarsi ad un tecnico esperto in materia, capace di valutare i caratteri ambientali del sito d'impianto e di progettare la piantagione con le caratteristiche ad essi più consone.

Nella sua analisi, l'esperto focalizza l'attenzione tanto sulle caratteristiche del suolo dell'appezzamento (descritte nel paragrafo precedente), quanto sul rilevamento di informazioni relative alla presenza spontanea dei tartufi, al clima, all'orografia (in termini di esposizione e inclinazione) e alle tipologie forestali relative alla zona d'impianto e alle aree limitrofe. Altrettanto importante è valutare preventivamente la disponibilità dell'acqua per le irrigazioni di soccorso e la possibilità di utilizzare piccole macchine operatrici per lo svolgimento di alcune cure colturali.

Da tutte queste informazioni l'esperto può giungere ad una valutazione sull'idoneità del terreno in esame e trae conclusioni riguardanti la scelta della combinazione pianta-tartufo più adatta. È stato infatti messo in evidenza che l'attinenza alle condizioni di fruttificazione presenti in natura (e quindi anche l'uso di tartufi e semi di piante locali per la produzione delle piantine micorrizate) garantisce una più alta probabilità di successo della coltura; è inoltre prassi consigliabile per favorire la conservazione della tipicità del tartufo locale, minacciata dalla continua regressione delle tartufaie spontanee.

È possibile progettare impianti definiti «in purezza», quindi con una sola specie simbiote, oppure consociazioni di più specie; questa seconda scelta sarebbe da preferirsi, purché le condizioni ambientali lo consentano, in quanto la formazione di un agroecosistema più complesso garantisce una maggiore resistenza agli attacchi dei parassiti ed alle fitopatologie che possono colpire le essenze arboree. Per di più la differenziazione consente di avere una possibilità maggiore di scegliere almeno una specie che sia effettivamente in grado di fruttificare nel terreno destinato all'impianto.

In funzione della specie di tartufo scelta e delle simbionti arboree selezionate, viene quindi progettato un sesto di impianto idoneo a garantire la formazione delle condizioni microclimatiche ideali. Esse vengono raggiunte mediante l'attenta calibrazione della densità d'impianto, variabile da un minimo di 3x3 m (adatta ad es. al nocciolo con *Tuber uncinatum*) ad un massimo di 10x10 m (consigliata solo per quelle simbionti che, a pieno sviluppo,

possano raggiungere la terza grandezza). Uno studio recente (Pousse *et al.*, 2008) ha analizzato l'effetto di quattro densità diverse (333, 666, 1000 e 2000 piante/ha) sulla dinamica di produzione di una tartufaia coltivata a noccioli in simbiosi con *Tuber aestivum* impiantata nel 1985. Più la densità con cui erano state messe a dimora le piante era elevata, più le produzioni sono state precoci (già dal 1996), ma soggette al quasi completo esaurimento in pochi anni; di contro, densità minori hanno causato un'entrata in produzione più lenta e scalare, ma decisamente più consistente e duratura.

Il sesto può essere inoltre in *quadro*, a *quincoce* o a *siepone* (figura 3): il primo è il più adatto alla circolazione dei mezzi in tartufaia; il secondo è quello che sfrutta in modo migliore lo spazio; il terzo, di recente introduzione, prevede una forte densità lungo le file (2-3 m) ben distanziate tra loro (8-9 m), consentendo una più facile gestione delle cure colturali e la formazione di strisce di terreno uniformemente micorrizate.

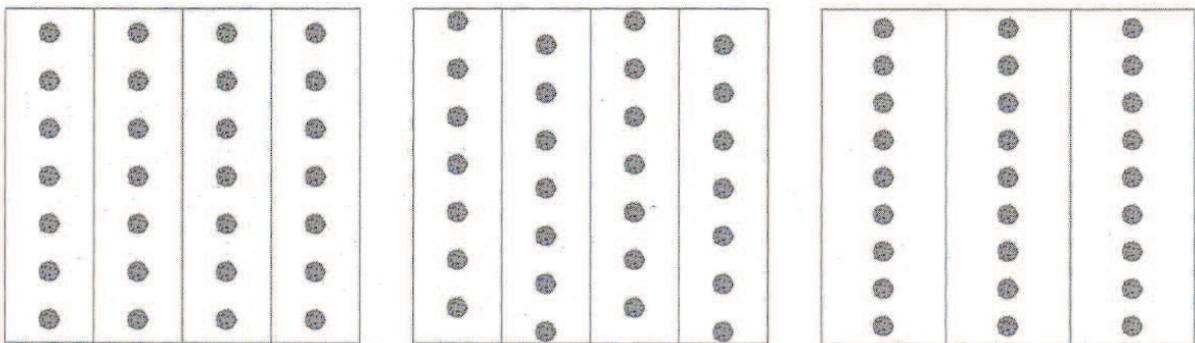


Figura 3: sesti d'impianto; da sinistra a destra in *quadro*, a *quincoce* e a *siepone*. Tratta da Bencivenga e Baciarelli Falini, 2012.

2.8.2. Preparazione delle piantine e del terreno e impianto della tartufaia

Una volta stabilite le specie da impiantare e la densità del sesto, ci si deve preoccupare di procurare le piantine micorrizzate, avendo cura di scegliere materiale proveniente da vivai che si avvalgano di certificazione esterna. Tale certificazione, anche se non imposta dalle leggi statali e regionali vigenti, è un requisito fondamentale per il tartuficoltore che non sia in grado di far controllare lui stesso il buon grado di micorrizzazione delle piantine (ovviamente con la specie di *Tuber* dichiarata) da un esperto di fiducia.

Le piantine micorrizzate vengono prodotte con diversi metodi, che spesso adottano accorgimenti differenti e gelosamente custoditi nei diversi vivai. In senso generale, si possono riassumere le operazioni svolte come segue (Vezzola, 2004):

- *preparazione della plantula*: i semi delle piante ospiti devono essere raccolti e sterilizzati per immersione in una soluzione di ipoclorito di calcio al 5%, per un tempo variabile da pochi minuti fino ad un massimo di venti, in base alla permeabilità del rivestimento del seme stesso. Successivamente, dopo esser stati ripetutamente sciacquati, i semi vengono posti in miscele di materiale inerte, composto per il 50% da agriperlite o vermiculite. Tutte queste operazioni, compresa la successiva crescita (della durata di qualche mese) precedente alla micorrizzazione dovrebbero avvenire in ambiente sterile o semi-sterile, al fine di evitare la colonizzazione degli apparati radicali da parte delle spore di altri funghi, sempre presenti nei vari ambienti. In primavera si provvederà al taglio del fittone (per le specie fittonanti) e alla micorrizzazione;
- *preparazione della sospensione sporale e inoculo*: devono essere usati tartufi di identificazione certa e ben maturi (a tale scopo è consigliabile l'osservazione degli aschi al microscopio a 400-600 ingrandimenti), in quanto la presenza di spore di specie di *Tuber* diverse a maggior virulenza potrebbero compromettere l'intero lotto. Dopo il controllo i tartufi vengono sterilizzati superficialmente mediante un lavaggio con alcol a 90°, quindi, asciugati e pestati in un mortaio con poca acqua sterile, formano una poltiglia densa, nella quale vengono lasciate in immersione le radici delle giovani piante che si intende infettare. Le giovani piante vengono in seguito poste in vasetti sterili o fitocelle, di dimensioni adeguate a poterle contenere per almeno un anno; solitamente un litro di terra (proveniente da una tartufaia naturale o geopedologicamente simile) sterilizzata basta per una piantina. Le piantine vanno

quindi tenute in serra o in un tunnel per almeno un anno, prima della messa a dimora. Prima della messa a dimora delle piante, si deve preparare adeguatamente il terreno: le operazioni da svolgere variano significativamente in funzione della situazione iniziale dell'appezzamento e delle scelte colturali effettuate. Ipotizzando una situazione ottimale per quel che riguarda l'accessibilità dei mezzi meccanici, si può operare nel seguente ordine: innanzitutto, se il terreno scelto non è prativo o ex-seminativo, si deve procedere alla rimozione delle specie arboree in grado di portare ectomicorrize, al fine di evitare che i funghi presenti spontaneamente possano ostacolare e arrestare lo sviluppo del micelio di tartufo. Devono quindi essere rimossi i ceppi e per uno o due anni si devono praticare arature estive al fine di portare alla luce del sole le radici, favorendo l'eliminazione dei propaguli fungini rimasti latenti.

Dopo questa fase, oppure immediatamente nel caso di terreni privi di ospiti arborei, è consigliabile eseguire una rippatura alla profondità di 90-100 cm, per favorire l'aumento della permeabilità del suolo senza rimescolare gli orizzonti (distruggendo quindi la struttura del terreno). A questa operazione può far seguito un'aratura superficiale, ad una profondità massima di 20-25 cm, che favorisca l'areazione dei primi strati del terreno, senza portare alla luce quelli più profondi. Altre due operazioni che possono essere svolte sono l'affinamento delle zolle, ottenuto tramite un'estirpatura che consente anche l'eliminazione delle specie erbacee, e un eventuale spietramento, consistente nella rimozione delle pietre in grado di ostacolare le operazioni colturali meccanizzate, da svolgersi solo dopo attenta valutazione: infatti la presenza di rocce a matrice calcarea costituisce una preziosa riserva di carbonato di calcio, molto utile all'ecologia dei tartufi.

Nell'ipotesi in cui il terreno scelto sia molto soffice e drenante si può procedere ad una lavorazione limitata a strisce larghe 80-120 cm, ad una profondità di 20-30 cm.

Ogni volta che si pratica una lavorazione del terreno, va comunque tenuto presente il rischio di favorire la costipazione del suolo e la formazione della cosiddetta «suola di lavorazione», per questo motivo si devono sempre praticare queste lavorazioni quando il terreno è «in tempera», cercando di limitare al massimo l'uso dell'aratro in favore di altri macchinari meno soggetti a questo problema.

Se si ritiene necessario innalzare il valore del pH e/o la disponibilità del carbonato di calcio, possono essere svolti in questa fase degli ammendamenti calcarei, operativamente realizzati con la distribuzione di macinato di roccia calcarea in quantità calcolate per innalzare il pH al valore desiderato.

Ultimata la preparazione del terreno, ci si può dedicare allo squadro, posizionando dei tutori

(solitamente paletti) secondo lo schema previsto dal sesto d'impianto, avendo cura di sceglierli di un materiale e di un diametro che possano garantire la loro permanenza a protezione delle giovani piante per almeno 2-3 anni.

Qualora non sia stato possibile l'accesso alla futura tartufaia con mezzi meccanici, è opportuno praticare quantomeno una lavorazione a buche, scavando fossette di circa 80x80 cm nei punti in cui saranno messe a dimora le piante.

È consigliabile mettere a dimora le piante durante la loro fase di riposo vegetativo, nei mesi di ottobre-novembre nelle zone a clima non eccessivamente freddo, dove le piantine possono affrancarsi al terreno già durante l'inverno riprendendo con più vigore l'attività vegetativa in primavera. Nelle zone più fredde e meno siccitose durante l'estate, è invece consigliabile effettuare questa operazione nei mesi di marzo-aprile, proteggendo così le giovani piante dal gelo invernale, ma avendo cura di prestare attenzione alla siccità estiva.

Una volta aperte delle buchette, poco più profonde dell'altezza del pane di terra delle piantine tartufigene, si provvede all'eliminazione del contenitore e al taglio delle eventuali radici fuoriuscite dallo stesso. Quindi, si sistemano le piantine nelle buche, riempiendo lo spazio rimasto con della terra fine, avendo cura di praticare poi una leggera irrigazione per favorire l'adesione del terreno al pane di terra. In questa fase si possono effettuare delle sospensioni sporiali, in dispersione acquosa o in polvere, utili in particolare nel caso di presenza di propaguli fungini competitori.



Fotografia 10: sequenza della corretta messa a dimora di una pianta tartufigena. Tratta da Palazón et. al, in AA VV, 2008.

2.8.3. Pratiche colturali nel periodo improduttivo

Procedendo in ordine cronologico, le prime operazioni da valutare sono la protezione, l'irrigazione e la pacciamatura delle giovani piantine appena messe a dimora.

La protezione ideale per le piante è la recinzione dell'intera tartufaia, praticata con rete metallica alta 1,80 m e interrata per 20 cm, capace di tenere a distanza gli animali dannosi e, a volte, di dissuadere i tartufai malintenzionati. Qualora la recinzione totale non sia praticabile, è consigliabile proteggere singolarmente le giovani piante mediante tubi di plastica o di rete, da lasciare a difesa delle piante finché esse non si siano sviluppate abbastanza.

Nei primi anni l'irrigazione serve a garantire un apporto idrico sufficiente alla sopravvivenza delle piantine, dotate di un apparato radicale ancora poco sviluppato e incapace di fronteggiare la siccità estiva di alcuni climi. Nelle stazioni più siccitose, si può effettuare un'irrigazione localizzata di circa 7-8 litri in prossimità di ogni pianta con una frequenza di 7-10 giorni, valutando la possibilità di predisporre un impianto con ugelli a bassa pressione eventualmente utile per il periodo produttivo, in particolar modo per le tartufaie a Tartufo Nero pregiato, specie che ha il periodo di sviluppo del carpoforo coincidente con la fase di siccità estiva. Qualora sia possibile, è consigliabile concentrare l'irrigazione non nella zona di terreno prossimale al fusto, ma nella zona di accrescimento delle radichette, stimolandole così nello sviluppo laterale piuttosto che nell'approfondimento, attraverso la ricerca d'acqua.

La pacciamatura ha lo scopo di mantenere umido e il terreno, riducendo la perdita d'acqua dovuta all'evaporazione durante l'estate, e quello di evitare l'eccessivo raffreddamento durante l'inverno. Può essere praticata con materiali diversi, tra i più usati in tartuficoltura: tessuto non tessuto, film plastico forato parzialmente coperto di terra, cartone, juta o un sottile strato di breccia calcarea, posto per ammendare la quantità di carbonato di calcio ma utile anche a questo secondo scopo.

La pacciamatura può essere messa subito in opera e permanere per 3 o al massimo 4 anni, ma è un intervento da valutare caso per caso, in particolare nelle regioni dell'Italia settentrionale, in quanto la copertura del suolo ne determina anche un minore riscaldamento, fondamentale allo sviluppo e maturazione del micelio. Un recente studio ha evidenziato la possibilità di ridurre la sostanza organica presente in un suolo nei pressi delle piante micorrizate attraverso la pratica della pacciamatura (Ricard e Bourrieres, 2008).

Sarchiatura e taglio della vegetazione erbacea sono altre due operazioni da calibrare caso per caso; esistono infatti sia vantaggi che svantaggi derivanti dalla pratica di tali cure. Genericamente si può suggerire il taglio dell'erba almeno una/due volte l'anno, e una leggera

zappettatura nel raggio di 30-50 cm dalla pianta, avendo cura di lavorare superficialmente nelle immediate vicinanze del fusto (3-4 cm di profondità) e ad una profondità progressiva man mano che ci si allontana (10 cm max). La sarchiatura va effettuata al termine della stagione di maturazione della specie di tartufo coltivata; se praticata già dai primi anni, essa favorisce le micorrize del tartufo nella competizione con i funghi, guidandone inoltre lo sviluppo al di sotto dello strato più superficiale del terreno, in modo da prevenire possibili problemi futuri dovuti a gelate e/o siccità.

Le potature devono essere funzionali alla specie coltivata; di conseguenza, per tartufi che necessitano di una forte insolazione del terreno (es. *T. melanosporum*), sarebbe indicato guidare energicamente lo sviluppo della parte aerea della pianta simbiote verso una forma prestabilita (globosa, a cono o a cono rovesciato in base a calore ed esposizione della stazione). Diversamente, per i tartufi che tollerano maggiormente l'ombreggiamento (es. *T. estivum/uncinatum*), sono da prediligere interventi più contenuti, limitati al mantenimento della mobilità dei mezzi nella tartufaia, alla cimatura e alla progressiva eliminazione delle arcate di rami più basse.

È buona regola provvedere al risarcimento delle fallanze fin da subito, in modo da mantenere omogenea l'età delle piante della tartufaia.

Altre due operazioni possibili nei primi anni sono l'inoculo sporale e la

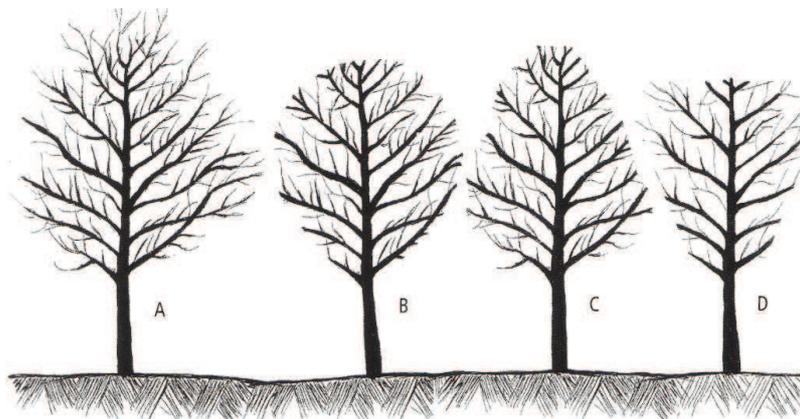


Illustrazione 2: forme di potatura, da sinistra a destra: non potata, a globo, a cono, a cono rovesciato. Tratta da Bencivenga e Baciarelli Falini, 2012.

distribuzione ulteriore di carbonato di calcio. La prima è consigliata nel caso in cui si voglia migliorare il tasso di micorrizzazione delle simbionti, mentre la seconda è un utile richiamo localizzato di correzione del pH nel caso di terreni sub-acidi.

L'inoculo sporale viene praticato distribuendo sulle parti dell'apparato radicale in attiva crescita alcuni grammi di dispersione acquosa di tartufo tritato a pianta; deve essere abbinato alla sarchiatura, in modo da ricoprire prontamente di terra le spore distribuite.

È consigliabile, ovviamente, mantenere monitorata la situazione delle micorrize attraverso l'osservazione di porzioni di radichette prelevate da tecnici specializzati, i quali possano confermare il buon mantenimento e sviluppo, avendo così modo di analizzare le cause di un eventuale scarsa presenza delle micorrize della specie coltivata e di porvi rimedio.

2.8.4. Pratiche colturali nel periodo produttivo.

Per le specie dallo sviluppo veloce, quali i noccioli, i carpini e talora anche le querce, i primi corpi fruttiferi si formano normalmente tra il quarto e il sesto anno dall'impianto; tuttavia occorre realisticamente attendere perlomeno otto o, a seconda delle specie arboree, anche dieci o quindici anni, per raggiungere una produzione significativa. Il primo segnale dell'attività della tartufaia (soprattutto per il *T. melanosporum*), è la formazione delle aree bruciate intorno alla pianta; frequentemente, infatti, esse precedono di due o tre anni l'inizio della produzione di carpofori. Va comunque tenuto presente che la comparsa del pianello (o bruciata) non è un indice sicuro di produzione imminente, in quanto talvolta accade che il micelio si sviluppi abbondantemente, senza che ci sia la fruttificazione.

Tra le pratiche più importanti da svolgere in questo periodo vi è sicuramente la raccolta, pare dunque necessario inserire un altro piccolo excursus legislativo a riguardo.

La legge che fa da riferimento per la Regione Lombardia è la già citata L.R. n. 31 del 5 Dicembre 2008 (*Testo unico delle leggi regionali in materia di agricoltura, foreste, pesca e sviluppo rurale*) e successive modificazioni, in particolare gli articoli dal 113 al 130, promulgati in attuazione dei principi della legge statale n. 752 del 16 dicembre 1985. Per quel che riguarda la raccolta dei tartufi le condizioni fondamentali sono: l'uso esclusivo di uno (massimo due) cani addestrati per l'individuazione dei punti in cui scavare, il rispetto dei calendari di raccolta pubblicati annualmente dalle Province, la raccolta esclusiva dei tartufi maturi compresi nell'elenco delle nove specie commercializzabili ai sensi della suddetta legge statale, la copertura delle buche scavate e, fatto salvo per i proprietari e/o conduttori di tartufaie coltivate o controllate riconosciute, il possesso di specifico tesserino. Questo è rilasciato, previo superamento di un esame di accertamento, dalla Provincia di residenza, che è incaricata anche della vidimazione annuale obbligatoria del tesserino stesso. Va notato il fatto che in Lombardia, contrariamente a quanto accade in molte altre regioni italiane, la raccolta è consentita in tutte le ventiquattro ore del giorno e non solo dall'alba al tramonto.

Il possessore di una tartufaia prossima all'entrata in produzione deve quindi procurarsi un cane addestrato alla ricerca: in base alle proprie preferenze egli potrà adottare un cucciolo di 2/3 mesi da avviare alla ricerca, oppure comprare un cane adulto già addestrato (opzione che l'autore di questo testo sconsiglia) o entrare in contatto con qualcuno di fiducia, dotato di cane addestrato, che sia disponibile ad effettuare la raccolta per tutta la stagione di maturazione.

Per l'addestramento del cane, argomento troppo ampio e articolato per essere trattato in questo testo, si rimanda alle numerose opere pubblicate sull'addestramento canino in generale e ai

libri dedicati al tartufo, che solitamente contengono una parte dedicata a tale scopo, completa di esercizi e piccoli accorgimenti utili a chi per la prima volta si accinge ad avviare il cane alla ricerca. A chi scrive preme però sottolineare che spesso, specialmente nelle opere più datate, sono suggeriti metodi ampiamente superati dalla cinofilia moderna, e che l'impostazione generale della ricerca deve essere quella ludica, e non una forma di lavoro coercitivo che rende il cane meno efficace e il tartufaio più irascibile e incapace di godere dei benefici offerti dall'attività di ricerca.

Per la raccolta nella propria tartufaia, si consiglia di attenersi quantomeno ai calendari di raccolta provinciale, evitando di raccogliere i primi tartufi prodotti (di qualità scadente) e gli ultimi (molto ricchi di spore) al fine di favorire il buon mantenimento del grado di micorrizzazione dell'apparato radicale, per evitare che la tartufaia si esaurisca prematuramente. In alternativa, alcuni autori consigliano la raccolta e la conservazione di tali tartufi per il loro utilizzo in sospensioni sporali da distribuire localizzate a fine stagione di maturazione.

Le lavorazioni del terreno devono essere la logica continuazione di quelle effettuate nel periodo improduttivo: nel caso di tartufaie sottoposte a sarchiatura già dai primi anni dalla messa a dimora è consigliabile proseguire nell'esecuzione annuale dell'erpicazione o della zappettatura manuale (in base alla possibilità o meno di utilizzare mezzi meccanici), solo nell'area delle bruciate o anche sull'interfila, ad una profondità di 10-15 cm, da svolgersi al termine dell'inverno per il nero pregiato, inizio autunno per il tartufo estivo.

Nel caso in cui le sarchiature non siano mai state effettuate, si può introdurre gradualmente questo tipo di lavorazione, da effettuarsi con la zappa o con l'erpice, avendo cura di iniziare ad una profondità minore (4-5 cm) incrementandola anno per anno fino a raggiungere quella di 10-15 cm.

Vale in ogni caso la raccomandazione di non effettuare lavorazioni del terreno se questo non è in tempera.

Il taglio della vegetazione erbacea può limitarsi a contenere la competizione delle erbe spontanee nei confronti delle piante tartufigene; di conseguenza può essere spesso tralasciato, in considerazione del fatto che la crescita delle simbionti causa un ombreggiamento maggiore e, almeno per alcune specie, la naturale formazione delle aree bruciate.

Invece, nelle situazioni agevoli per l'uso dei mezzi meccanici, una leggera erpicatura anche sull'interfila è una soluzione molto interessante, perché garantisce allo stesso tempo l'areazione del suolo e il contenimento della vegetazione erbacea.

Le potature sono state studiate approfonditamente solo per il tartufo nero pregiato, la specie che sicuramente ne necessita maggiormente. Per tale specie, si consiglia di mantenere la

forma prescelta all'epoca delle prime potature di formazione, provvedendo ad eliminare i nuovi polloni e ad accorciare cime e rami laterali durante ogni inverno per tutte le specie di piante simbiotiche, ad eccezione del nocciolo che, vista la sua tendenza alla spiccata produzione di polloni, viene spollonato ogni anno, lasciando solo 6-7 polloni, preferibilmente rivolti a sud, ricambiati parzialmente ogni qualche anno con i ricacci più vigorosi.

Per le altre specie di tartufi sono generalmente sconsigliati interventi così invasivi; piccoli interventi di contenimento delle chiome, tuttavia, possono essere utili a favorire l'esecuzione delle cure colturali, non da ultima la raccolta. Interventi di potatura più drastici potrebbero facilitare l'emissione di nuovi apici radicali colonizzabili dalle micorrize, potendo forse allungare la vita produttiva di una tartufaia.

Le irrigazioni possono essere un'utile correzione dei periodi eccessivamente siccitosi che si verificano durante la fase di sviluppo dei carpofori. Per quanto concerne il *T. melanosporum*, esse riguardano il periodo che va da fine maggio alle piogge autunnali, mentre per il *T. aestivum*, la cui formazione dei primordi dovrebbe avvenire nei periodi autunno-vernini (Bencivenga e Falini, 2012) caratterizzati da una maggiore e più costante umidità del terreno, esse si concentrano nel periodo della maturazione, consentendo di evitare la raccolta di tartufi asciutti e dotati di peggiori qualità organolettiche. Va sempre tenuto presente che un'eccessiva umidità del terreno può sfavorire i tartufi (in particolare la specie nero pregiato che vegeta in terreni asciutti) nei confronti di altri funghi dalle esigenze più igrofile e che eccessivi apporti d'acqua possono favorire la lisciviazione del carbonato di calcio abbassando il pH. Le irrigazioni dovranno quindi essere sempre svolte con cautela, facendo attenzione a bagnare solo lo strato più superficiale del terreno (al massimo i primi 20-25 cm di terreno).

La pacciamatura viene consigliata per il tartufo nero pregiato durante i periodi eccezionalmente siccitosi e caldi dell'estate, suggerendo una sua esecuzione a scacchiera, in modo da mantenere una metà della superficie del pianello coperta e l'altra metà scoperta. Potrebbe essere utile durante l'inverno per proteggere la formazione dei corpi fruttiferi del tartufo estivo, ma questa seconda modalità di esecuzione non è stata sufficientemente sperimentata. È importante che il materiale utilizzato non lasci residui e che sia ben permeabile, a meno di non poterlo agevolmente rimuovere prima di ogni precipitazione per rimmetterlo poi al suo posto a conclusione della pioggia.

Alcuni tipi di concimazione sono stati sperimentati nell'ambito del programma tartuficolo regionale umbro, ma i risultati ottenuti sono stati contrastanti, motivo per cui, prima di poter consigliare interventi di questo tipo, deve ancora essere svolta un'adeguata sperimentazione.

La difesa sanitaria delle piante simbiotiche non richiede generalmente trattamenti, ad ogni

modo, qualora sia necessario un intervento di contrasto a una fitopatologia o a un attacco di insetti dannosi, va tenuto presente che l'uso di prodotti sistemici è assolutamente sconsigliato, in particolare per quanto concerne i fungicidi, in quanto il principio attivo verrebbe trasferito anche alle radici e di conseguenza al micelio del tartufo, danneggiandolo. Sono altresì da evitare i prodotti fitosanitari a base di acetati, mentre in caso di malattie fungine dell'apparato aereo della pianta (es. Oidio) possono essere effettuati cauti trattamenti a base di zolfo bagnabile.



Fotografia 11: sarchiatura meccanica con estirpatore sull'interfila. Tratta da Bencivenga e Baciarelli Falini, 2012.

3. CARATTERISTICHE, METODI E PRODUZIONI DELLA TARTUFAIA OGGETTO DI STUDIO

3.1. Inquadramento Territoriale - Valle della Guerna

La tartufaia oggetto di studio si trova nella valle della Guerna, bacino idrografico del torrente omonimo che bagna il suolo dei paesi di Adrara S. Rocco, Adrara S. Martino, Viadanica e Villongo, prima di gettarsi nel fiume Oglio, appena sfociato dal lago d'Iseo, a Sarnico. Il territorio vallivo si sviluppa dai 200 m.s.l.m. del fondovalle presso Viadanica ai 1300 dei monti Bronzone e Gremalto.

L'intero bacino è caratterizzato dalla presenza delle formazioni carbonatiche tipiche del «*Bacino Lombardo*», ovvero rocce costituite principalmente da calcare (carbonato di calcio) e/o dolomia (carbonato misto di calcio e magnesio). In particolare, la Carta della Geologia redatta dalla ex Comunità Montana del Monte Bronzone e Basso Sebino in allegato all'opera «*Dal Sebino al Bronzone*» (AA. VV., 2000) indica, nel bacino del torrente Guerna, la presenza di affioramenti appartenenti alle «*Arenarie di Sarnico*», al «*Flysch di Colle Cedrina*», al «*Sass de la Luna*», alla «*Marna di Bruntino*», alla «*Maiolica*», al «*Selcifero Lombardo*», alla «*Formazione di Concesio*» («*Calcare di Domaro*»), alla «*Dolomia a Conchodon*» e al «*Calcare di Moltrasio*».

A livello climatico, la relazione del Piano di Indirizzo Forestale (della succitata ex Comunità Montana) per la Valle del torrente Guerna indica, citando un precedente lavoro (Belloni e Panfini, 1994), precipitazioni annue comprese tra i 1100 e 1300 mm e temperature medie annue comprese tra gli 11 °C e i 12 °C. Le medie di gennaio indicano invece una temperatura di poco superiore ai 3 °C, mentre quelle di luglio sono comprese tra i 21 °C e i 22 °C.

Il Piano di Indirizzo Forestale consultato indica quindi la Valle oggetto di studio come zona fitoclimatica di confine tra il *Castanetum* e il *Fagetum caldo* definiti dal Paveri.

Lo stesso Piano suggerisce l'inclusione della Valle in due diverse regioni forestali: quella *avanalpica* e quella *esalpica*. La prima, tipica dei terreni caratterizzati da rilievi collinari, è ancora fortemente influenzata dal clima del lago e della pianura, contraddistinta dalla presenza predominante dei castagneti mesici, affiancati da querceti di Rovere e Roverella e prepotentemente invasa dalla Robinia in rapida espansione nei terreni incolti. La *regione esalpica* è invece caratteristica delle zone con rilievi montuosi più marcati, colonizzate in prevalenza dagli Orno-Istrieti, nella tipica variante xerica dominata dal Carpino Nero e in

molteplici altre sfumature in cui a questa specie se ne accompagnano altre. Va segnalato che il clima lacustre influenza fortemente anche questa regione fitoclimatica, mantenendo condizioni termiche mesiche persino a quote leggermente superiori ai 1000 metri, sfavorendo così il Faggio che risulta scarsamente rappresentato nei territori della Valle.

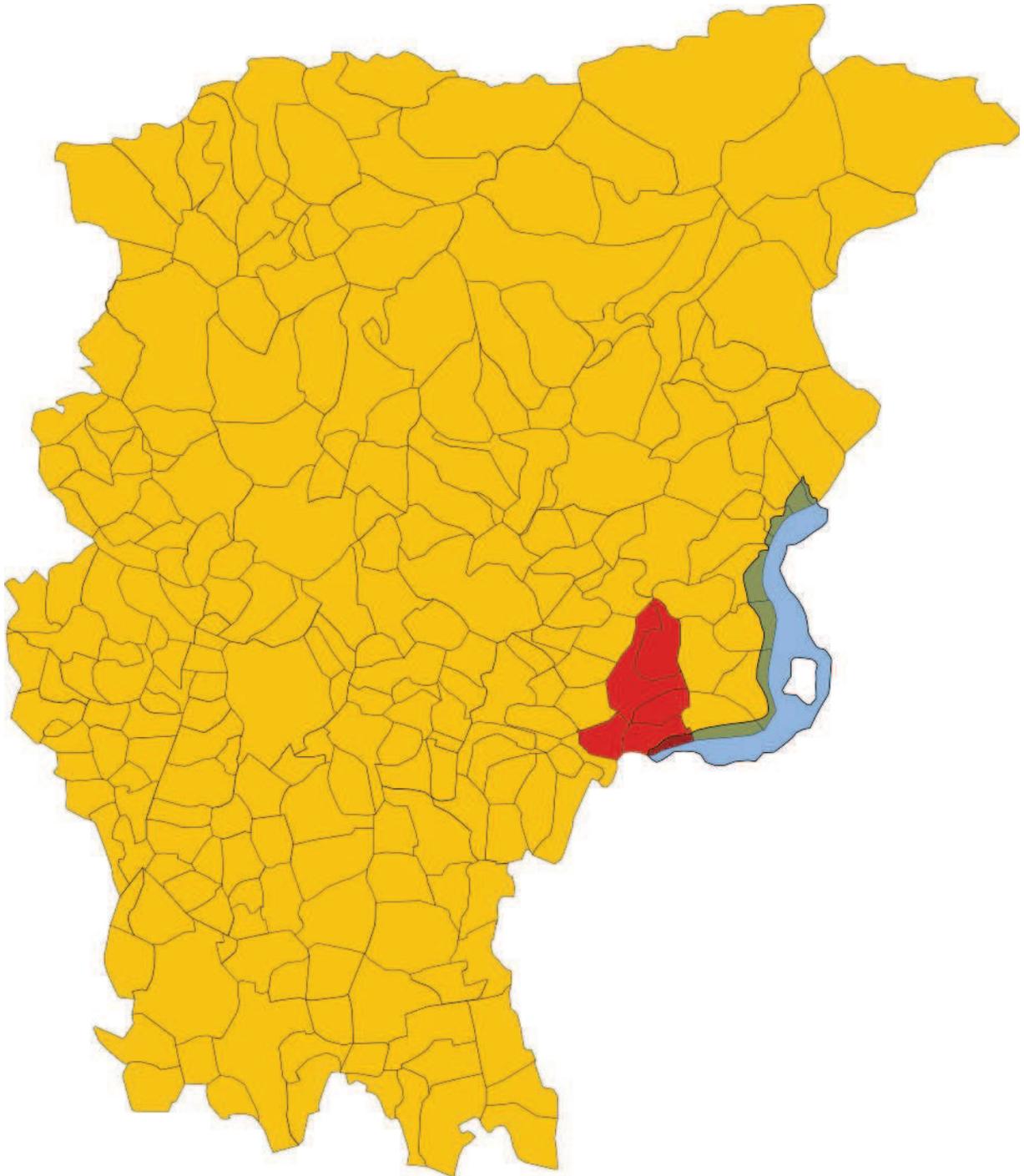


Figura 4: la provincia di Bergamo; in rosso, i cinque comuni interessati dal passaggio del torrente Guerna.

3.2. Presentazione dell'Impianto

3.2.1. Terreno

La tartufaia si colloca ad un'altitudine oscillante tra i 500 e i 550 m.s.l.m., sviluppandosi su una superficie di circa 3500 metri quadri, articolata in una striscia di terreno esposta a pieno Sud per la maggior parte e a Sud/Sud-Est per circa un terzo della superficie. L'intero appezzamento è caratterizzato da forti pendenze, con punte del 60-70% nella parte occidentale. Sono presenti alcuni terrazzamenti mantenuti con muretti a secco, realizzati con pietre calcaree, probabilmente residuati del periodo in cui il terreno veniva sfruttato per coltivazioni cerealicole.

Al momento dell'impianto il terreno si presentava incolto, oggetto, nella parte alta occidentale, di un principio colonizzazione da parte di *Robinia pseudoacacia* e rovi, in rapida avanzata dal bosco misto soprastante l'appezzamento.

Le analisi del terreno, eseguite nel 1992 dalla società «MAC Minoprio, Analisi e Certificazioni» su un campione ottenuto mescolando parti di terreno derivanti da più prelievi effettuati in diversi punti dell'appezzamento, fino ad una profondità di 25/30 cm, hanno riportato i seguenti valori:

- Scheletro 11% (terra fine 89%)
- Tessitura (Sabbia, Limo, Argilla) 34,1% 33,0% 32,9%
- pH (in H₂O) 8,1
- Calcari totali 12,2%
- Calcari Attivi 2,4%
- Sostanza Organica 4,19%
- Carbonio Organico 2,44%
- Azoto Totale 2,33%
- Rapporto C/N 10,5

Il terreno ha quindi tessitura franco-argillosa e reazione basica, oltre ad avere una discreta dotazione calcarea. Queste caratteristiche sono indicate alla specie *Tuber aestivum*, anche se vi è un leggero eccesso di argilla tessiturale, che è tuttavia discretamente tollerata dal tartufo estivo. La Sostanza Organica è elevata, ma anch'essa tollerabile. Il rapporto C/N è abbastanza basso, indicatore di condizione di mineralizzazione rapida della sostanza organica, quindi

positivo per il tartufo.

Ad una valutazione visiva, la parte superficiale del terreno appare più povera di sostanza organica e sassosa nella parte sommitale dell'appezzamento e più ricca e profonda in quella basale, probabilmente a causa dei residui dovuti alle concimazioni effettuate ai fini della coltura cerealicola, depositatisi laddove la pendenza era minore o mitigata dai terrazzamenti. Comunque, al di sotto dei primi 30-40 cm, il terreno è omogeneo e pietroso in tutto l'impianto, estremamente ricco di scheletro, costituito da brecciolino calcareo/marnoso color ocra/rossiccio, formatosi probabilmente da uno strato appartenente alla formazione del «*Calcare di Domaro*».

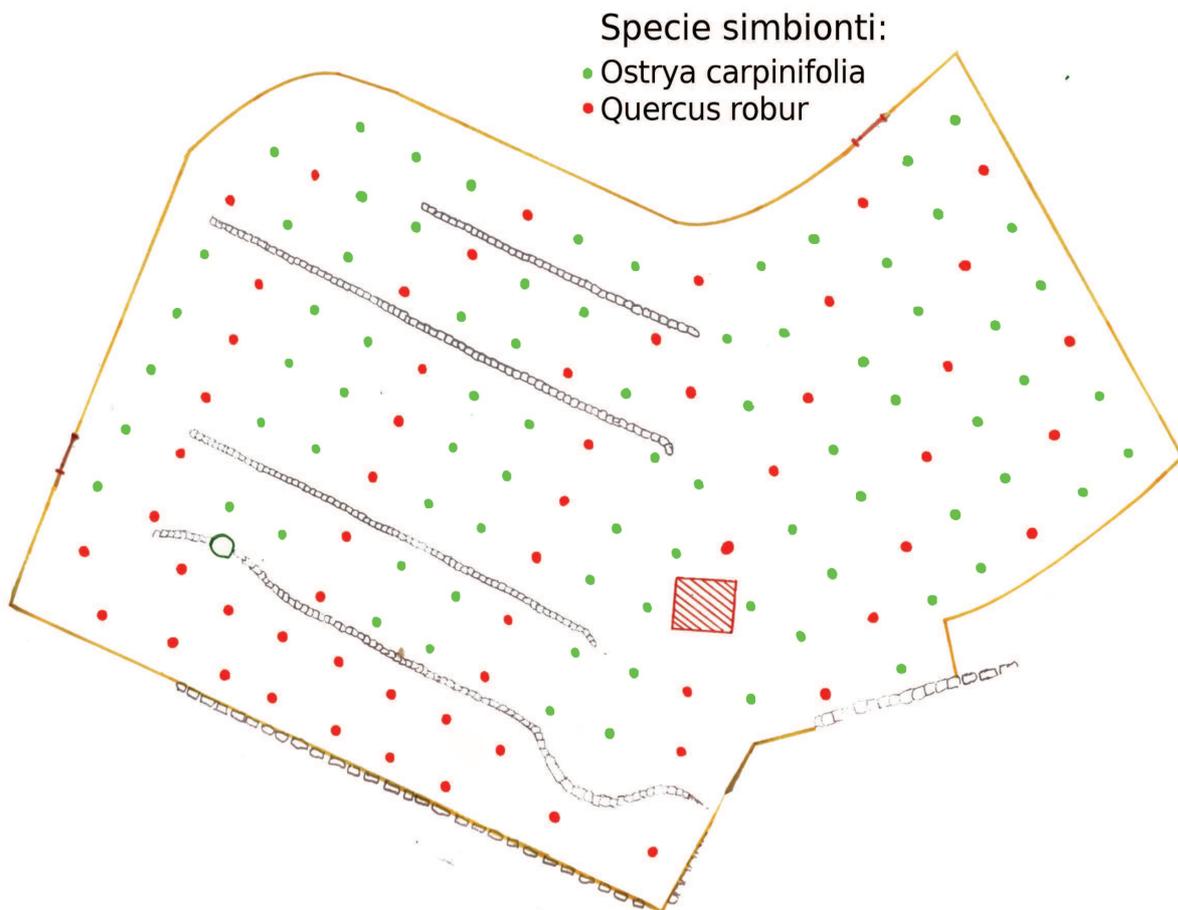


Figura 5: Sesto d'impianto originale.

3.2.2. Progettazione

L'impianto è stato realizzato sfruttando un finanziamento previsto della Delibera della Giunta Regionale numero 34478 del 30 marzo 1993 e successive modifiche, in attuazione del Regolamento CEE 2080/92. Tale delibera prevedeva l'erogazione di contributi in favore di opere di rimboschimento, tra cui, in una sezione particolare, quelle di messa a dimora di latifoglie micorrizzate con le diverse specie di *Tuber*.

Per effetto di tale delibera, al proprietario dell'impianto, sono state risarcite al 100% le spese sostenute per le seguenti operazioni:

- approvvigionamento delle piantine micorrizzate;
- tracciamento dei filari;
- apertura delle buche per la messa a dimora delle piante;
- messa in opera della recinzione all'impianto.

Inoltre, per i primi 5 anni, sono stati finanziati gli interventi di sfalcio dell'erba e di sarchiatura, oltre ad essere erogato un premio annuale per il mancato reddito.

Tra la documentazione richiesta per l'ottenimento dei finanziamenti era presente uno studio preliminare firmato da un professionista iscritto all'albo dei dottori Agronomi e Forestali o dei Biologi. A tale scopo è stato interpellato un agronomo, il quale ha interpretato le analisi del terreno e svolto un'indagine preliminare relativamente all'idoneità del territorio alla coltura tartuficola, dando un parere finale positivo.

Purtroppo il progetto redatto è stato smarrito del proprietario dell'impianto e non è più stato possibile contattare l'agronomo perché i recapiti posseduti dal proprietario stesso si sono tutti dimostrati essere non più attivi.

Si è quindi cercato di ricostruire le varie tappe seguite nella messa a dimora e nella gestione delle piante tartufigene, facendo riferimento ai dati raccolti tramite intervista al proprietario (e conduttore) della tartufaia.

3.2.3. Sesto d'impianto e messa a dimora

Il sesto è stato progettato «a quadro», intercalando due file verticali di Carpino Nero a ogni fila di Farnia, adattando la disposizione delle file alla curvatura dell'appezzamento nella sua parte più orientale. Ulteriori due file orizzontali di Farnia sono state disposte al di sotto delle file verticali. È difficile spiegarsi perché, insieme al Carpino Nero (notoriamente ottimo simbionte nelle zone bergamasche), sia stata scelta la Farnia per questo impianto: la sua predilezione per i terreni freschi e profondi di fondovalle ne fa una presenza impacciata sul terreno breccioso dell'appezzamento e nel clima tendenzialmente xerico di versante. Forse la scelta è stata motivata da un tentativo di trovare una valida alternativa a Roverella e Leccio (considerate le 2 specie più indicate per i tartufi neri in Centro Italia, ma in difficoltà e difficilmente produttive nelle condizioni climatiche riscontrabili ai piedi delle Alpi). A tale scopo la Farnia è stata probabilmente considerata un candidato plausibile a causa della sua predisposizione ad adattarsi a climi più freddi e nordici, anche se l'osservazione della totale assenza di questa specie nei boschi circostanti avrebbe dovuto sollevare qualche perplessità.

Nell'aprile del 1995, a seguito della ripulitura della parte di appezzamento invasa da rovi e Robinia, sono state messe a dimora le piante: 80 Carpini e 58 Farnie tutte provenienti dal vivaio umbro «Urbani Tartufi». Le piante messe a dimora erano provviste di certificazione, alcune micorrizzate con *Tuber aestivum* e altre con *Tuber uncinatum*. Va ricordato che all'epoca dell'impianto *T. aestivum* e *T. uncinatum* venivano considerate a tutti gli effetti specie diverse, e che ancora oggi le piante vengono vendute mantenendo le due categorie distinte, in quanto i diversi periodi di fruttificazione sembrano essere abbinati anche a esigenze ecologiche leggermente diverse.

Il sesto prescelto prevedeva una distanza di 5,5 m sia sulla fila che sull'interfila, va osservato però che la pendenza elevata fa sì che la distanza effettiva tra i fusti delle piante, rapportata ad un piano orizzontale, sia sensibilmente minore.

La *figura 5* rappresenta la disposizione originaria delle piante simbionti.

3.2.4. Andamento Storico della Tartufaia e delle cure colturali

Nel primo anno dalla messa a dimora e per i primi tre anni, sono state sistematicamente eseguite irrigazioni manuali, atte a favorire l'attecchimento delle piantine. Negli anni successivi, altre irrigazioni occasionali sono state effettuate nei periodi di notevole siccità o a favore delle piantine con le quali si sono risarcite le fallanze.

Già da subito è stato effettuato lo sfalcio dell'erba, praticato 2/3 volte l'anno durante il periodo primaverile-estivo, fino a quando la crescita delle piante non ha causato un ridimensionamento della vegetazione erbacea, rendendo necessario un solo taglio stagionale, (che viene eseguito tuttora). Inizialmente lo sfalcio avveniva con l'uso di una motofalciatrice, in seguito, quando il diradamento del cotico erboso ha causato una condizione di maggior instabilità del terreno, alla motofalciatrice si è sostituito un decespugliatore. L'erba risultante dal taglio è stata talvolta utilizzata come pacciamatura per le piante micorrizzate, ma tale pratica è stata abbandonata dal 2004 a seguito di un incendio di cui si parlerà più avanti.

Durante i primi 5 anni sono state effettuate anche delle sarchiature autunnali, eseguite manualmente con una piccola zappa o con un rastrellino in ferro, smuovendo solo i primi 3-5 cm di terreno. Tale pratica è stata interrotta dopo i primi anni, perché l'eliminazione del cotico erboso ha facilitato il dilavamento del terreno, che di conseguenza resta frequentemente mosso e areato. A tal proposito, va aggiunto che, per far fronte al problema del dissesto, nel 2005 sono state messe a dimora alcune piante di lavanda e di rosmarino, poste in file parallele a quelle delle piante simbiotiche, che sono però rimaste presto soffocate dall'eccessivo ombreggiamento.

Inoculi sporali sono stati praticati a quasi tutte le piante nei primi due anni, usando alcuni tartufi reperiti localmente e soprattutto tartufi marcescenti provenienti dalla zona di Pavia. Nelle ultime tre stagioni è stata ripresa tale operazione, concentrata sulle piante più produttive, utilizzando tartufi di varia provenienza, scartati dai venditori perché troppo maturi. La soluzione sporale viene preparata pestando i tartufi in acqua demineralizzata, fino a che non si formi una poltiglia uniforme, con la quale viene bagnato il terreno della zona del pianello.

Anche gli ammendamenti calcarei sono stati eseguiti durante i primi due anni, distribuendo circa 10 kg di macinato di gusci di conchiglie per ogni pianta. Negli ultimi due anni è stata ripresa tale pratica solo sulle piante più produttive.

Progressivamente, le piante decedute sono state rimpiazzate: in particolare si è trattato delle Farnie (come si può osservare dal confronto tra il sesto al momento dell'impianto e quello

attuale), dimostratesi deboli e spesso attaccate da larve di insetti defogliatori. Queste piante sono state rimpiazzate inizialmente con Roverelle, che si sono però trovate soffocate dai Carpini cresciuti vigorosamente; per questo motivo dei dodici esemplari di *Quercus pubescens* impiantati solo cinque sono ancora presenti (di cui due ancora di altezza inferiore al metro), gli altri, deceduti, sono state a loro volta rimpiazzati da tre Lecci, un Cerro e due Noccioli tuttora presenti.

Durante l'estate del 2004 un incendio ha interessato l'intera superficie della tartufaia: secondo il verbale redatto dal Corpo Forestale dello Stato si è trattato di un incendio doloso, appiccato in due punti diversi. Quasi tutte le piante hanno subito scottature all'epidermide del fusto, alcune di esse (in particolare le Farnie) hanno subito uno shock intenso che ne ha quasi completamente arrestato lo sviluppo e altre, danneggiate più seriamente, sono andate incontro al decesso.

Nel 2010 è stata rimossa completamente l'edera, che da alcuni anni aveva iniziato ad invadere la tartufaia, sottraendo luce, ossigeno e sostanze nutritive alla coltivazione. Inoltre, a inizio 2013, con l'aiuto di un soffiatore a scoppio, sono state allontanate tutte le foglie presenti sul suolo dell'impianto.

La raccolta è sempre stata effettuata mediante l'uso di uno o due cani, portati in tartufaia ogni giorno nei periodi di maggior raccolto e con cadenza minore nei periodi di inizio e fine stagione di raccolta.

Nessuna potatura è stata eseguita fino all'annata 2012, ad eccezione di alcuni leggeri interventi di contenimento delle chiome, che si sono però dimostrati poco efficaci. Nel corso dell'inverno 2012-2013, a fronte di un'annata dalla produzione disastrosamente scarsa, il proprietario ha praticato una potatura drastica a circa metà dell'impianto (*figura 6, fotografia 12*), troncando tutte le grosse branche laterali nel tentativo di ridurre l'ombreggiamento causato dall'eccessivo sviluppo delle chiome e forzare l'emissione di nuovi apici radicali.

La *tabella 1* riassume numericamente la situazione attuale dell'impianto.

Specie	n° di esemplari		
	Parte Potata	Parte Non Potata	Totale
<i>Ostrya carpinifolia</i>	48	32	80
<i>Quercus robur</i>	29	10	39
<i>Quercus pubescens</i>	1	4	5
<i>Quercus ilex</i>	2	1	3
<i>Quercus cerris</i>	1	0	1
<i>Corylus avellana</i>	0	2	2
Totale	81	49	130

Tabella 1: Numero di piante attualmente presenti nell'impianto, divise per specie.

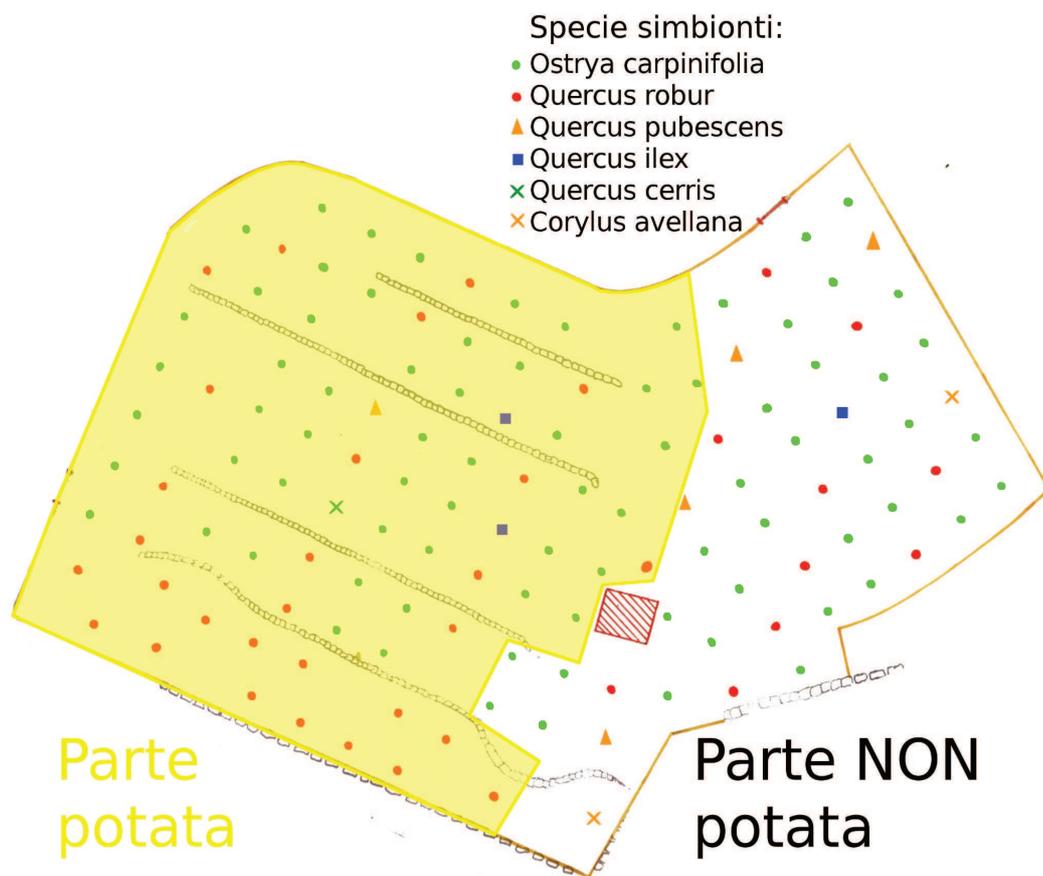


Figura 6: Potatura 2012/2013 e situazione attuale della tartufaia.



Fotografia 12: Esempio di Carpino Nero potato nell'Inverno 2012/2013.

3.3. Produzioni

Sono stati presi in considerazione i dati relativi alle produzioni annuali del periodo 2003-2013, ottenuti con due modalità diverse. Per quanto riguarda le produzioni dal 2003 al 2012, i dati numerici sono raccolti tramite intervista al proprietario della tartufaia, che ha indicato il valore totale della produzione in ciascuna annata.

La produzione del 2013 è stata invece registrata con due diverse modalità: sette sopralluoghi condotti durante il periodo di raccolta sono serviti a registrare le quantità totali raccolte col progredire della stagione e quelle cavate in giornata con l'ausilio dei cani; inoltre, il proprietario ha riferito le quantità raccolte nell'intera stagione, fornendo indicazioni sulla suddivisione della produzione (sia in termini di peso che di numero di carpofori raccolti) tra la parte potata nell'inverno 2012/2013 e quella non potata.

Il proprietario ha in aggiunta indicato singolarmente le piante produttrici, distinguendo tra quelle dalla produzione stabile e consistente e quelle dal rendimento scarso e/o sporadico.

3.4. Meteorologia

Al fine di valutare l'incidenza dell'andamento climatico sulle produzioni nelle diverse annate, sono stati ricercati dati meteorologici provenienti da una stazione meteo il più possibile vicina alla zona dell'impianto.

A tale scopo, sarebbe stato interessante rintracciare dati registrati direttamente nella Valle della Guerna; tuttavia, la mancanza di una stazione che avesse uno storico dei dati adatto allo scopo ha orientato la scelta verso la stazione di Sarnico, appartenente all'associazione «Centro Meteorologico Lombardo». Tale stazione, situata in via Fosio, registra dati climatici che risentono inevitabilmente di un'influenza lacustre maggiore rispetto alla zona dell'impianto. Tuttavia, poiché nel confronto con le produzioni ciò che interessa maggiormente sono le differenze tra un'annata climatica e l'altra, si è ritenuto utile l'uso dei dati di questa stazione al fine di produrre dei termopluviogrammi da raffrontare alle produzioni annuali riscontrate.

Sono state quindi richieste e ottenute le temperature medie mensili e le precipitazioni mensili accumulate, relative agli anni dal 2008 al 2013 (tutto lo storico della stazione). Tali dati sono stati quindi elaborati in un foglio di calcolo per produrre dei grafici a dispersione aventi doppio asse delle ordinate, uno relativo alle precipitazioni e l'altro alle temperature medie.

3.5. Caratteristiche delle Micorrize

Per valutare lo stato di salute del micelio tartufigeno, nel settembre 2013 è stato effettuato, in due riprese, il prelievo di alcuni apici radicali delle piante simbiotiche. La prima volta sono state prelevate porzioni di radichette di 4 piante ospiti, ricercandole ad una distanza di circa 1/1,5 m dal fusto, laddove è avvenuta prevalentemente la raccolta dei carpofori nella stagione produttiva 2013, ad una profondità di 10-15 cm. Il secondo blocco di prelievi è stato eseguito invece ad una distanza di 2/2,5 metri dal fusto, dove, in base all'età e allo sviluppo delle piante, ci si dovrebbe aspettare di rinvenire le micorrize giovani e produttive. In questa seconda fase sono state prelevate alcune porzioni radicali di 12 piante ospiti, ad una profondità compresa tra i 10 e i 20 cm.

Le radichette prelevate in tartufaia sono state poste in contenitori di vetro ermetici, con un velo di acqua distillata, al fine di mantenerle umide e vitali senza che le sostanze disinfettanti contenute nell'acqua potabile (es. Cloro) potessero danneggiare le micorrize prima dell'osservazione. Il tutto è stato quindi portato nella sede operativa dell'A.R.T.O. (Associazione Ricercatori e Tartuficoltori Orobianchi), dove tutte le radichette sono state osservate con uno stereomicroscopio, al fine di valutare la presenza di micorrize di *Tuber* o di micelio fungino. Solo di alcune micorrize è stata poi svolta l'osservazione con il microscopio ottico, che ha consentito di identificarle come appartenenti alla specie *Tuber aestivum*, sulla base dei criteri morfologici descritti in alcune pubblicazioni (Granetti, 1995, Granetti et al., 1995, Granetti et al., 2005).

4. RISULTATI E DISCUSSIONE

4.1. Analisi delle Produzioni

4.1.1. Produzioni annue

Nel 2003 è stata effettuata la prima raccolta di tartufi estivi: si è trattato di pochi carpofori cresciuti nei pressi di una sola pianta; negli anni successivi è progressivamente aumentato sia il numero delle piante produttive sia il raccolto totale, fino al biennio 2011/2012.

Va osservato che, ancor prima della produzione di *Tuber aestivum*, nella tartufaia sono stati rinvenuti (e vengono trovati tuttora) carpofori di *Tuber rufum* e *Tuber panniferum* (specie non commercializzabili in Italia), raccolti generalmente ad una distanza maggiore dal fusto rispetto alle zone in cui cresce il tartufo estivo.

Sporadicamente, sono stati raccolti anche alcuni carpofori di *Tuber brumale*, specie di tartufo invernale ammessa alla commercializzazione ma dallo scarso interesse economico.

Il *grafico 1* riassume visivamente le rese annue dal momento dell'entrata in produzione.

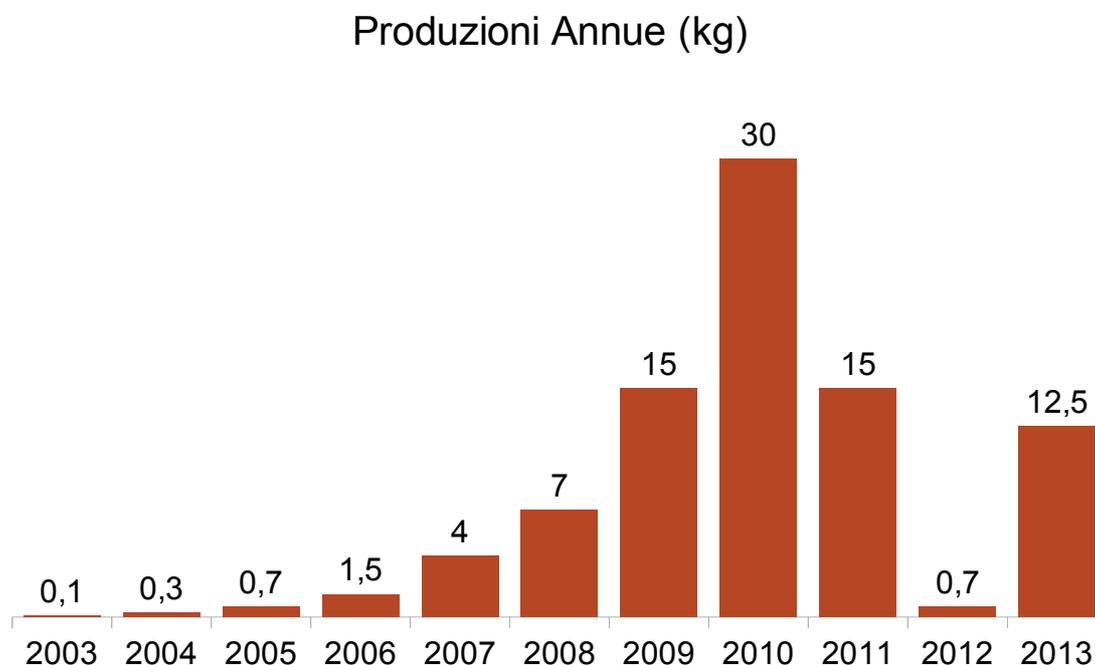


Grafico 1: Tuber aestivum, produzioni annue.

Come si può facilmente osservare, la produzione ha avuto inizio otto anni dopo la messa a dimora delle piante, crescendo con andamento esponenziale fino all'annata 2010 e arrivando

al valore massimo di 30 kg in una sola stagione. L'anno seguente la produzione è dimezzata, tornando al valore di 15 kg raggiunto nel 2009, e nell'annata successiva è calata ulteriormente, raggiungendo a malapena i 7 hg totali. Nell'ultimo anno, la produzione è tornata a superare la decina di kg.

La *figura 7* evidenzia sul sesto le piante produttive, distinguendo tra quelle dalla produzione stabile e consistente negli anni (area gialla) e quelle che hanno prodotto carpofori sporadicamente e/o in quantità scarsa (area color nocciola). È interessante osservare che i Carpini Neri sono l'unica specie produttiva dell'impianto, con 40 piante in produzione sulle 80 di questa specie presenti in totale. Singolare il fatto che i Carpini produttivi siano principalmente localizzati nella fascia basale dell'impianto: ciò potrebbe far supporre o una condizione di minor idoneità del terreno della fascia alta o, più probabilmente, la più massiccia presenza di propaguli fungini competitori nella parte sommitale dell'impianto, provenienti dal bosco soprastante. Nessuna Farnia, a 18 anni dalla piantumazione, è ancora entrata in produzione, così come non l'ha ancora fatto nemmeno una delle simbionti, di varie specie, messe a dimora per risarcire le fallanze.

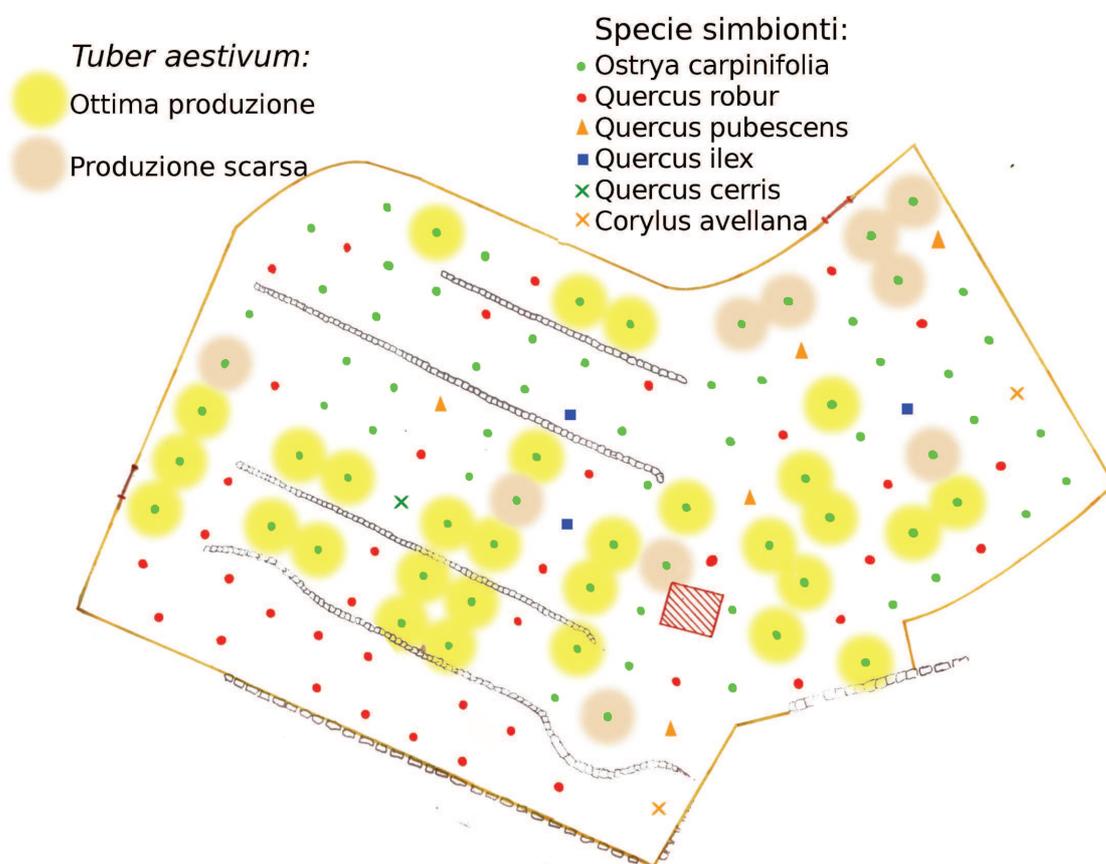


Figura 7: Piante produttrici di T. aestivum, divise in due categorie.

Il periodo di produzione dei carpofori subisce annualmente piccole variazioni, ma generalmente inizia a maggio, protraendosi con quantità interessanti fino alla fine di agosto o all'inizio di settembre. Da settembre a fine dicembre vengono prodotti ancora alcuni carpofori, raccolti non più giornalmente ma con una cadenza più o meno settimanale, dalle caratteristiche organolettiche tipiche della specie *T. uncinatum*. Tali tartufi crescono tendenzialmente nelle zone più ombrose della tartufaia.

Va segnalata anche la sporadica produzione di tartufi fuori stagione: è successo in più di un'annata che nel bimestre gennaio/febbraio venissero raccolti carpofori di *Tuber aestivum/uncinatum*; perlopiù si è trattato di corpi fruttiferi dalla maturazione incompleta e dall'odore fungino, segnalati dal cane perché aventi una parte marcescente, danneggiata con buona probabilità dal calpestio (fotografia 13).



Fotografia 13: Sezione di carpoforo di *T. aestivum* raccolto il 20/01/2014. Evidente la striscia marcescente centrale e la gleba bianca immatura sottostante.

4.1.2. Produzione 2013

Nell'anno 2013 la raccolta ha avuto inizio il 20 Giugno, con circa un mese di ritardo rispetto al solito, facendo temere al proprietario una nuova annata dalla produzione disastrosa. Invece, come confermano i dati della *tabella 2* e i *grafici 2 e 3*, dalla fine di giugno all'inizio di agosto la produzione è stata discretamente consistente e costante, raggiungendo rapidamente i 10 kg totali. Da inizio agosto è calata vistosamente, assestandosi, secondo quanto riferito dal proprietario, su una media di 30 g/giorno, mantenuta fino alla fine di settembre. Da ottobre a metà dicembre sono stati poi raccolti circa 5 hg di tartufi, ricercati a cadenza settimanale, organoletticamente identificabili come *T. uncinatum*. Il proprietario ha segnalato inoltre che i primi tartufi raccolti sono stati i più superficiali, spesso addirittura affioranti; poi, con l'avanzare della stagione, i corpi fruttiferi sono stati raccolti a profondità sempre maggiore (fino a 10/15 cm).

La ripartizione della produzione annua tra la parte potata e quella non potata, sempre secondo le osservazioni fatte dal proprietario, va distinta tra numero di tartufi prodotti e peso totale. Infatti, la raccolta è stata numericamente di poco maggiore nella parte di impianto sottoposta a potatura (a fronte di 25 piante produttive patate contro le 15 non patate), mentre per quanto riguarda il peso totale della produzione è stato empiricamente valutato che più del 70% del totale provenisse dalle piante non sottoposte a potatura. Ciò perché, come è stato osservato anche durante i sopralluoghi condotti nel periodo di raccolta, i tartufi prodotti dalla parte potata sono stati, salvo alcune limitate eccezioni, considerevolmente più piccoli della media di quelli raccolti nella parte non potata. Va precisato che le piante più produttive della parte d'impianto non potata sono state quelle vicine alla parte potata, forse perché messe in condizione di ricevere una maggior quantità di luce sottochioma nelle ore precedenti il crepuscolo per effetto della potatura praticata alle piante limitrofe.

Il proprietario ha segnalato che i tartufi prodotti nel 2013 sono stati eccezionalmente profumati. Alcuni grossi carpofori raccolti nella stagione 2013 superavano l'ettogrammo di peso (*fotografie 11 e 12*), l'esemplare più grosso superava i 200 g.

Data sopralluogo	Produzione raggiunta (kg)	Raccolta giornaliera (g)
22/06/13	0,5	213
08/07/13	6	197
22/07/13	8,5	154
02/08/13	10	129
25/08/13	11,5	28
19/09/13	12	41
15/12/13	12,5	17

Tabella 2: Andamento della produzione 2013, sintesi dei dati rilevati.



Fotografia 14: Il cane Buddy con un tartufo da più di un ettogrammo di peso.



Fotografia 15: Il carpoforo della foto accanto, posto su una bilancia di precisione.



Grafico 2: Produzione totale (l'asse delle ascisse è in scala).

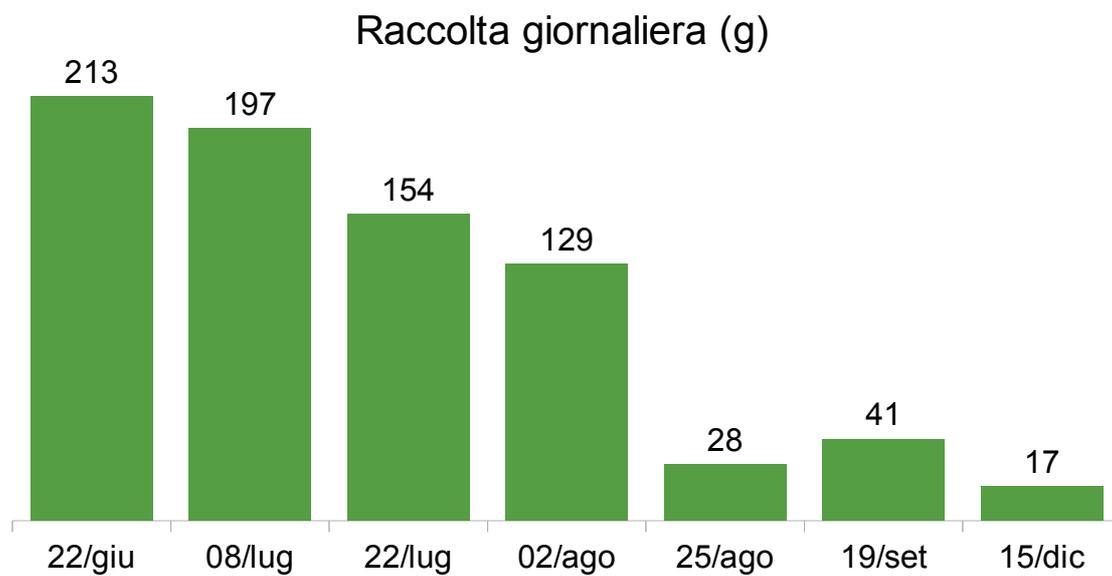
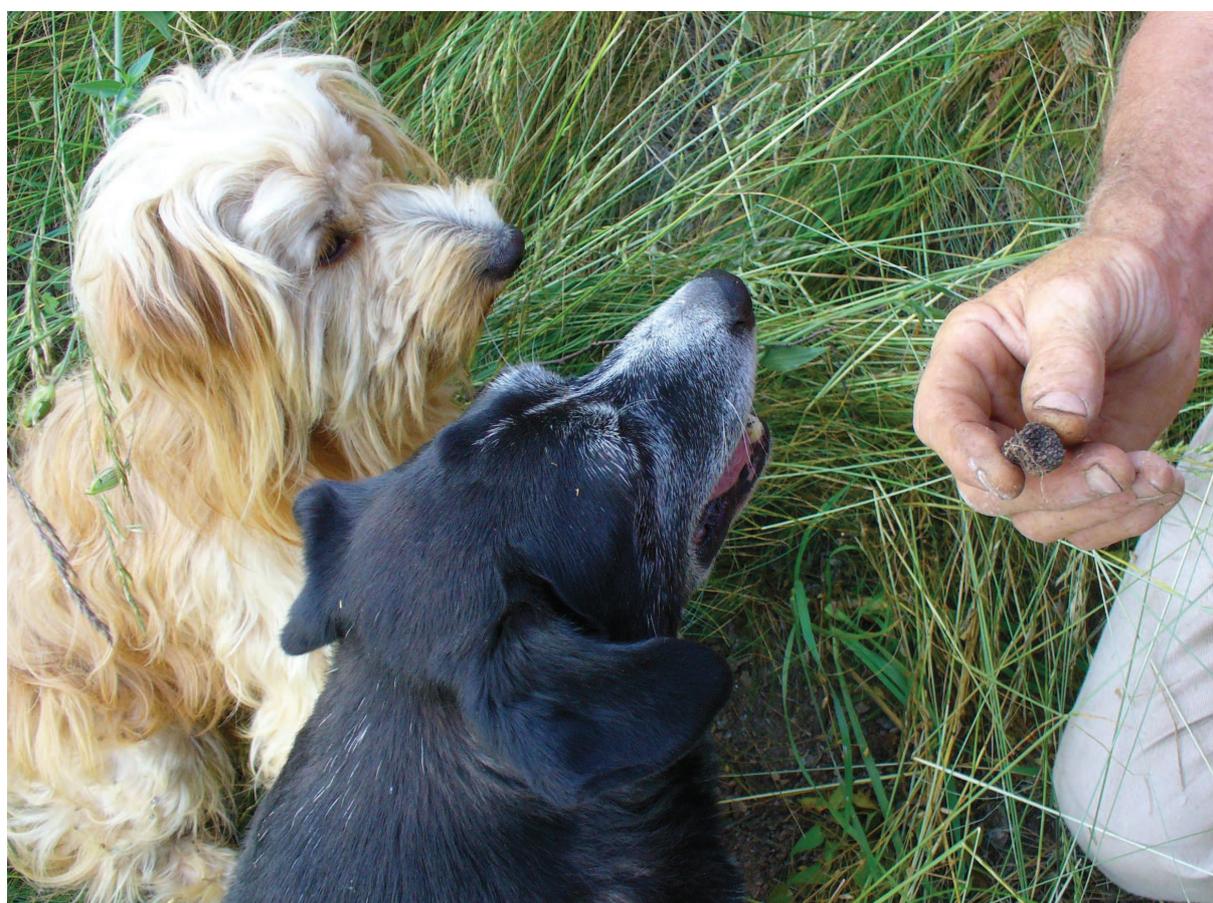


Grafico 3: Raccolta giornaliera (l'asse delle ascisse non è in scala).



Fotografia 16: Charlie e Buddy, piccoli collaboratori dal grande olfatto, con un carpoforo dalle modeste dimensioni, raccolto nella parte potata della tartufaia.

4.2. Analisi Meteorologica

Di seguito, vengono riportati i diagrammi termopluviometrici prodotti, commentati singolarmente con l'aiuto delle indicazioni fornite da alcune pubblicazioni e dall'esperienza di Andrea Bonucci, presidente dell'A.R.T.O.

Per quanto riguarda la specie *Tuber aestivum*, pare che le principali esigenze di tipo climatico riguardino il periodo dei mesi primaverili, durante i quali avrebbe luogo la differenziazione degli ultimi carpofori e il loro accrescimento (Granetti *et al.*, 2005, Bencivenga e Baciarelli Falini, 2012). Particolarmente importanti, in questi mesi, sono una regolare distribuzione delle piogge e il progressivo innalzamento delle temperature, capaci di favorire l'accrescimento dei carpofori e la maturazione che ha luogo nei mesi successivi. Sbalzi di temperatura repentini o piovosità molto irregolari possono sfavorire o addirittura arrestare la formazione dei carpofori. Durante l'estate (periodo di maturazione), periodi di eccessiva siccità causano l'arresto dell'accrescimento e il parziale avvizzimento dei carpofori, oltre ad minore sviluppo del profilo aromatico e delle caratteristiche organolettiche.

Anno 2008

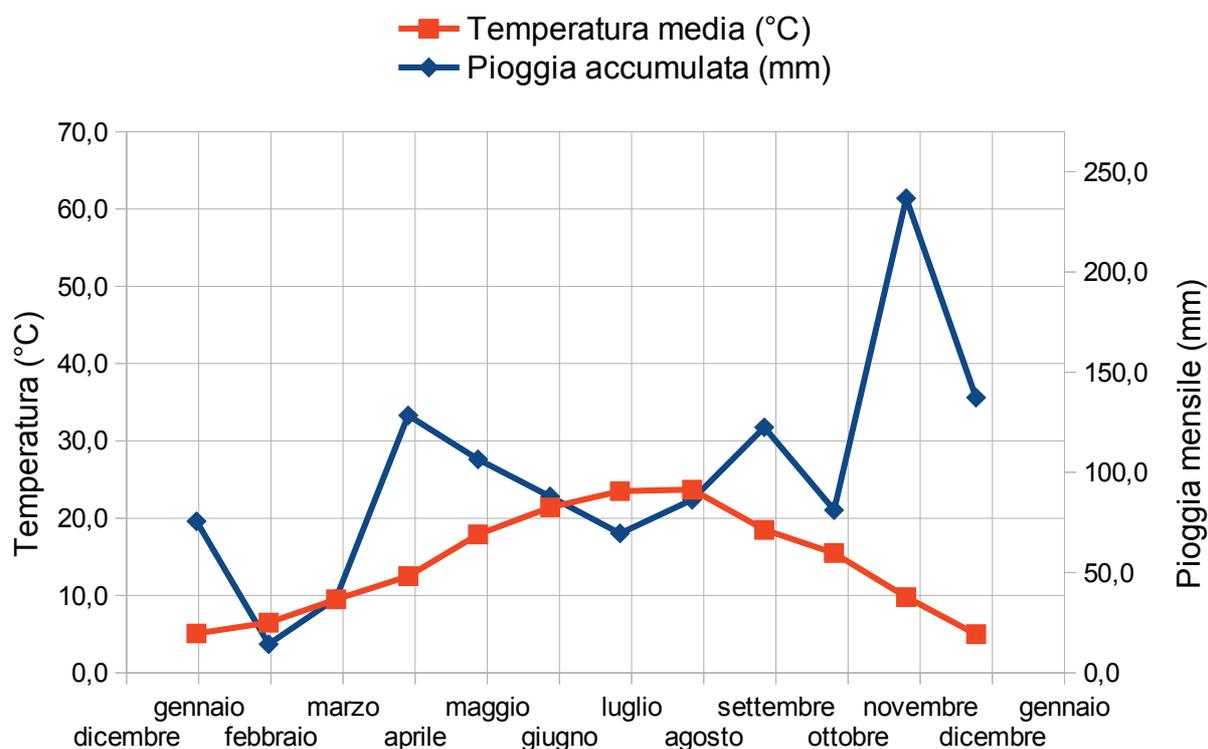


Grafico 4: Termopluviogramma relativo all'anno 2008

Nell'anno 2008, la produzione è stata di 7 kg, quasi duplicata rispetto alla stagione produttiva precedente, quindi decisamente buona. Dal diagramma emerge l'andamento mite e regolare delle temperature medie, già superiori ai 5 °C nel mese di gennaio e sempre in crescita fino al mese di luglio. La pioggia accumulata è decisamente scarsa nel mese di febbraio (14,3 mm), ma in crescita nel mese di marzo (37,1 mm) e poi discretamente consistente (ma non eccessiva) per tutta la stagione produttiva (mai inferiore ai 69,6 mm di luglio). L'accumulo annuo delle precipitazioni è pari a 1183,7 mm.

Anno 2009

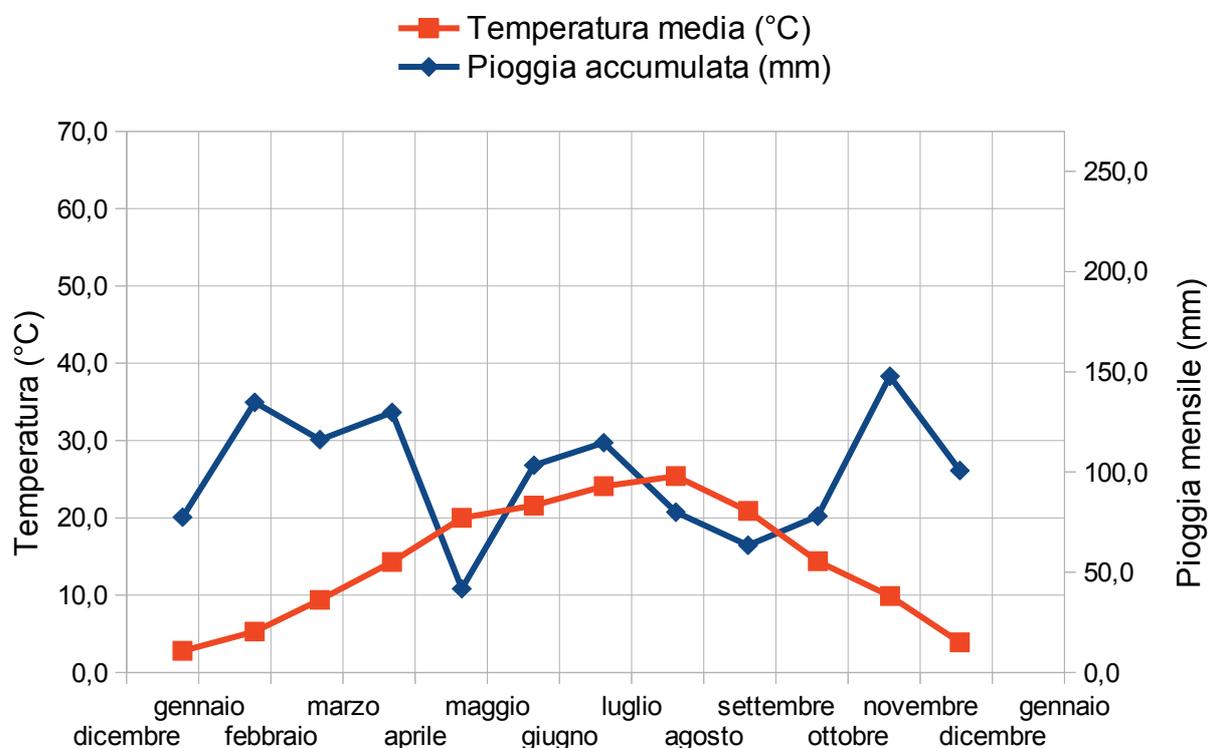


Grafico 5: Termopluviogramma relativo all'anno 2009

Nel corso del 2009, la produzione ha raggiunto quota 15 kg, superando il doppio di quella dell'anno precedente. Anche quest'annata è da considerarsi quindi decisamente favorevole. Le temperature medie sono inizialmente inferiori all'annata precedente (media di gennaio 2,8 °C) ma in rapida crescita: già da marzo sono equivalenti e da aprile a settembre sono sempre superiori all'anno 2008. La pioggia accumulata è consistente fino al mese di aprile compreso, presenta un punto di minimo corrispondente a 41 mm del mese di maggio, risale rapidamente nei mesi di giugno e luglio (103,4 mm e 114,7 mm) e mantiene poi dei livelli discreti in agosto e settembre.

L'accumulo annuo delle precipitazioni è pari a 1188,3 mm.

Anno 2010

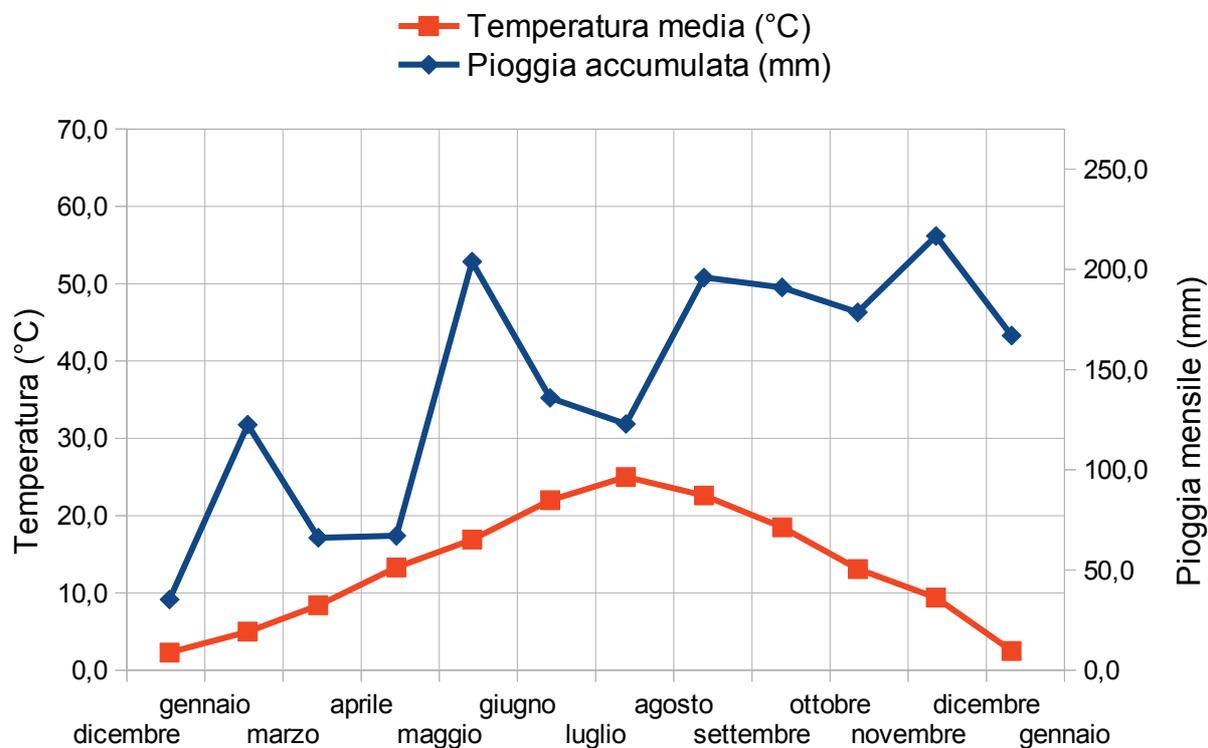


Grafico 6: Termopluiogramma relativo all'anno 2010

Nell'annata 2010, è stata registrata la produzione migliore dello storico della tartufoia, consistente in 30 kg. Si può supporre quindi che le condizioni climatiche siano state ottimali. Il grafico evidenzia un andamento delle temperature medie molto regolare e in rapida ascesa; infatti, sebbene la media di gennaio sia relativamente bassa (2,3 °C), le temperature medie crescono regolarmente ogni mese, toccando il picco dei 25 °C in luglio. Ad agosto esse calano (22,6 °C), mantenendosi però al di sopra dei 18 °C anche a settembre. La quantità di pioggia accumulata mensilmente è discretamente elevata (picchi massimi a maggio e agosto, rispettivamente di 203,9 mm e 196,0 mm), senza che però essa condizioni eccessivamente le temperature medie. Va segnalato che, da agosto a dicembre, le piogge mensili non scendono mai al di sotto dei 178,6 mm registrati nel mese di ottobre, determinando in larga misura l'accumulo totale annuo di 1703 mm.

Anno 2011

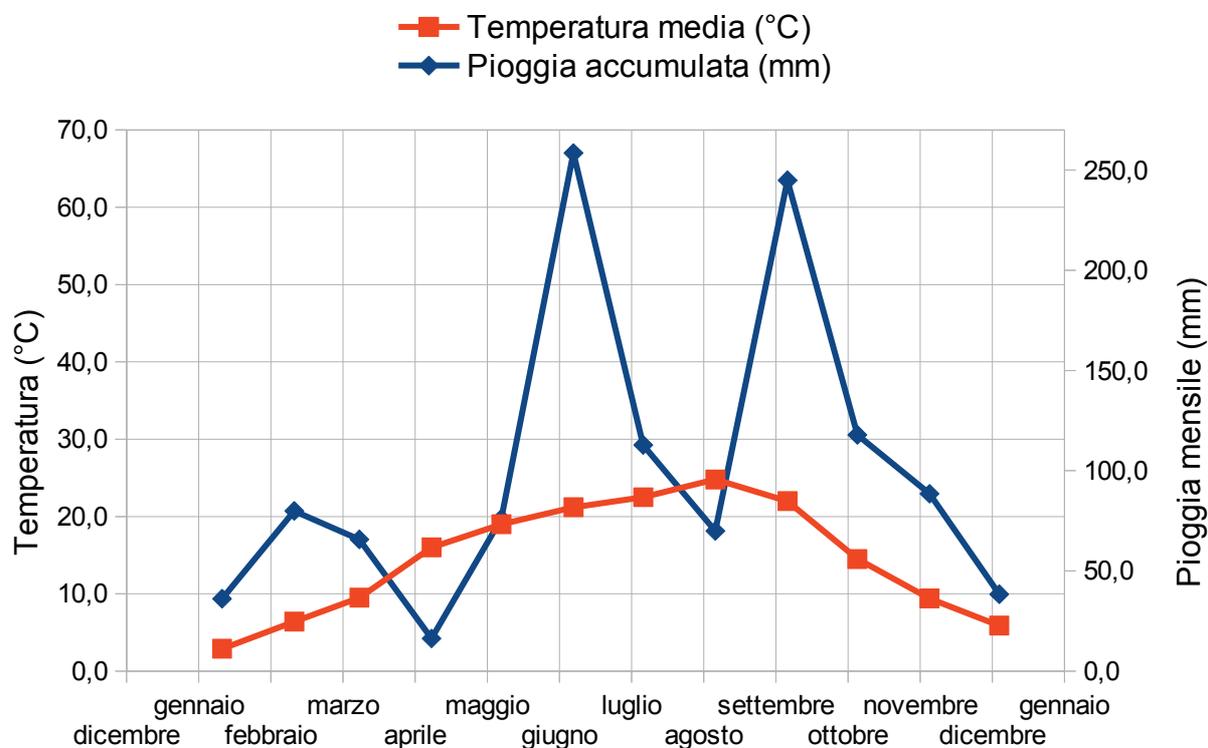


Grafico 7: Termopluriogramma relativo all'anno 2011

L'annata 2011 è stata la prima in cui la produzione è calata, dimezzandosi rispetto al 2010, ma mantenendo una discreta consistenza (15 kg). La forte irregolarità delle piogge suggerisce una responsabilità climatica nell'inversione di tendenza rispetto agli anni precedenti, da analizzare però con cautela in riferimento all'entità più che dignitosa mantenuta dalla produzione.

La media delle temperature di gennaio si mantiene al di sotto dei 3 °C (da notare che anche nel mese di dicembre 2010 la media è stata eccezionalmente bassa, pari a 2,5°C). L'andamento termico è quindi crescente fino ad agosto, anche se risente evidentemente dei due alti picchi di piovosità e del periodo di siccità corrispondente al mese di aprile.

L'accumulo mensile delle piogge è dunque indubbiamente irregolare: a fronte di un inizio dell'anno piuttosto normale (nei mesi da gennaio a marzo), ad aprile viene toccato il valore minimo di 16,3 mm. I 76 mm di maggio possono essere considerati abbastanza regolari, mentre il picco di 258 mm di giugno potrebbe aver condizionato fortemente la stagione di raccolta appena avviata. C'è un altro picco in corrispondenza di settembre, che contribuisce a portare l'accumulo totale annuo a 1204,0 mm, ma poiché giunge quando la stagione produttiva volge normalmente al termine, dovrebbe essere di secondaria importanza.

Anno 2012

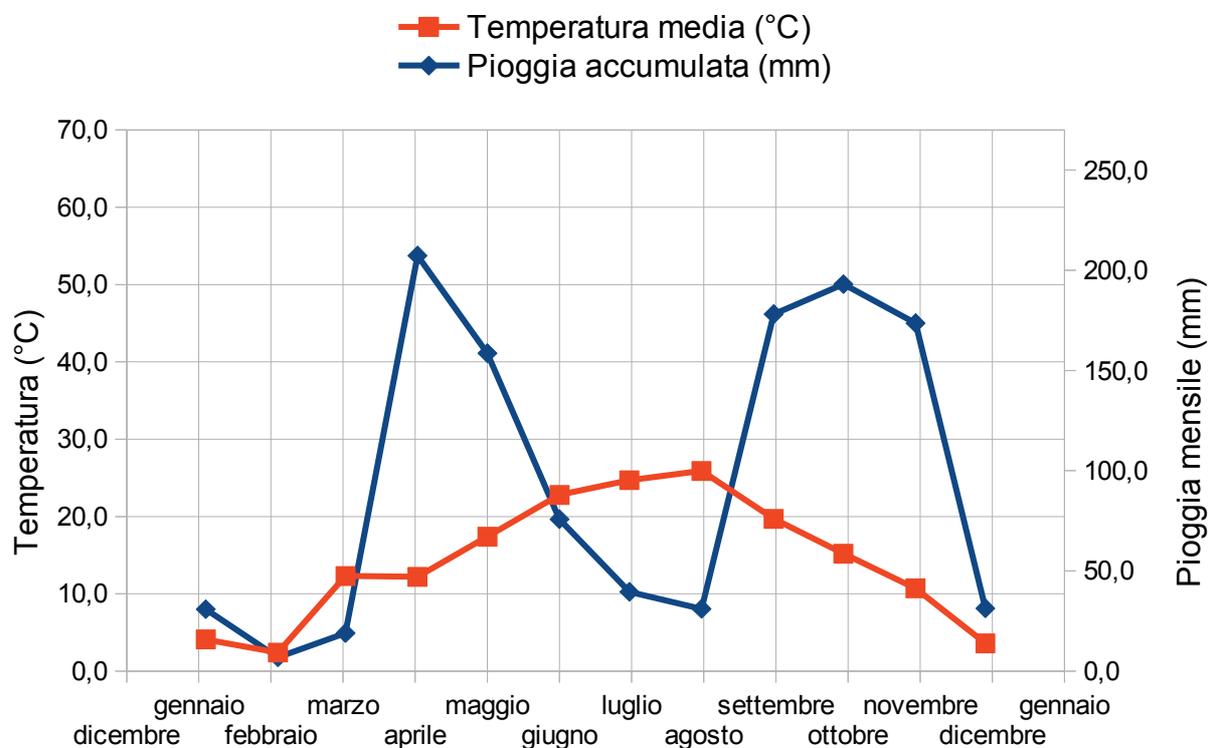


Grafico 8: Termopluiogramma relativo all'anno 2012

Il 2012 è stato l'anno peggiore per la produzione, che a malapena ha raggiunto il peso totale di 700 g. Le temperature medie mensili di gennaio e febbraio presentano andamento invertito rispetto alla norma: ciò perché, a seguito di un gennaio tendenzialmente mite (media 4,1°C), febbraio è stato caratterizzato, nei suoi primi 15 giorni, da un'intensa ondata di freddo (Dei Cas *et al.*, 2012) che ha investito gran parte dell'Europa, capace di abbassare la media mensile a 2,4 °C. Marzo è stato poi un mese straordinariamente caldo (media 12,3 °C), seguito da un aprile freddino e un periodo estivo (maggio/settembre) più regolare.

Anche a livello di precipitazioni l'anno 2012 ha avuto andamento altalenante: dopo un gennaio nella norma, i mesi di febbraio e marzo sono stati caratterizzati da precipitazioni molto scarse (rispettivamente 6,9 mm e 19,0 mm). Vi è stato poi un periodo molto piovoso a cavallo tra aprile (207,3 mm) e maggio (158,6 mm), che ha rallentato vistosamente l'aumento delle temperature medie. Nei mesi di raccolta, si è assistito quindi ad una fase siccitosa, caratterizzata dai 75 mm di luglio e dai 39,6 mm e 31,1 mm di luglio e agosto. A settembre la piovosità è aumentata di nuovo, facendo registrare 178,1 mm di accumulo pluviometrico, valore mantenuto anche per ottobre e novembre. L'accumulo annuo è stato quindi di 1145,3 mm.

Anno 2013

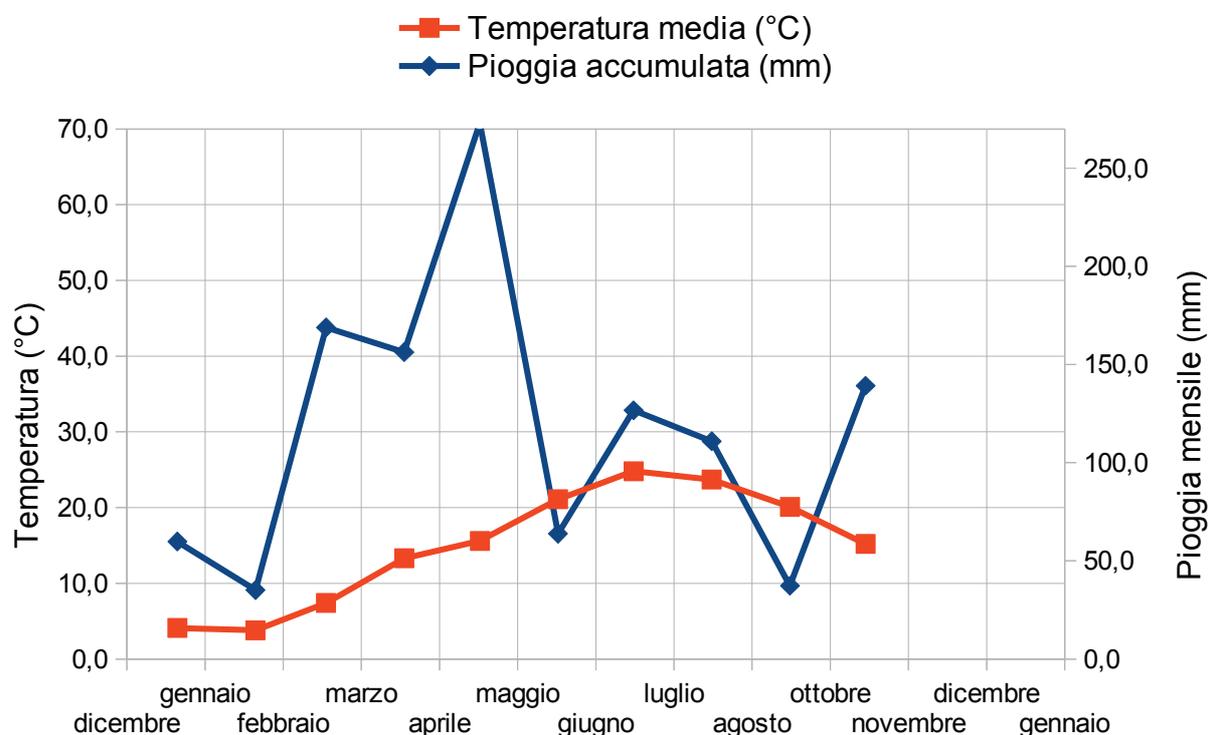


Grafico 9: Termopluviogramma relativo all'anno 2013

Nell'anno 2013 la produzione è tornata a risalire, raggiungendo i 12,5 kg. A livello climatico anche quest'annata è stata singolare, ma probabilmente più regolare nei mesi dello sviluppo primaverile dei carpofori. Analizzando le temperature possiamo osservare che febbraio è stato di nuovo più freddo di gennaio, anche se il divario termico è stato contenuto (gennaio 4,1 °C, febbraio 3,8 °C). I mesi da marzo a luglio sono stati tendenzialmente freschi, ma con un andamento termico sempre crescente e tutto sommato regolare; in questi mesi maggio è stato caratterizzato da un lieve rallentamento nell'incremento delle temperature (media 15,3 °C), causato dalla piovosità straordinaria. Agosto ha fatto registrare una lieve flessione termica (23,7 °C); le temperature sono però rimaste miti anche a settembre (20,1 °C).

Per quanto riguarda le precipitazioni, si può affermare che, ad esclusione del febbraio abbastanza asciutto (35,1 mm), esse si sono mantenute abbondanti nei primi mesi dell'anno, raggiungendo il picco di 272,8 mm a maggio, dopo i 168,9 mm e i 156,3 mm di marzo e aprile. Dopo la flessione registrata con i 63,8 mm di giugno, l'accumulo pluviometrico è risalito a luglio (126,7 mm) mantenendosi discreto ad agosto (110,9 mm), per calare poi a settembre (37,3 mm). È interessante osservare che la pioggia è stata consistente nei mesi di accrescimento dei carpofori, favorendo probabilmente lo sviluppo del profilo aromatico intenso che ha caratterizzato i tartufi raccolti in questa annata.

4.3. Analisi delle Micorrize

Prima di presentare i risultati dell'analisi, si ritiene utile precisare che spesso accade di osservare piante ben micorrizzate con una specie del genere *Tuber* (tanto da formare ampi pianelli) le quali tuttavia restano incapaci di fruttificare. Inoltre, anche se le ricerche in merito sono da considerarsi ancora parziali, pare che una pianta capace di produrre tartufi non debba necessariamente essere una pianta ben micorrizzata (Callot, 1999 in Granetti *et al.*, 2005).

Altra premessa: al momento dell'analisi, solo i primi quattro campioni apici recanti micorrize di *Tuber* sono stati controllati al microscopio ottico e identificati come appartenenti alla specie *T. aestivum* sulla base di criteri morfologici. È possibile che parte di quelle osservate in seguito solo allo stereomicroscopio appartenessero invece alle specie *T. rufum* o *T. panniferum*, rinvenute in quantità discrete su alcune piante della tartufaia in oggetto. Purtroppo, i tempi tecnici in cui è stata svolta l'analisi non hanno consentito il controllo approfondito di tutte le micorrize osservate, che quindi in quest'analisi verranno considerate semplicemente micorrize di specie afferenti al genere *Tuber*.

La *tabella 3* presenta i risultati dell'osservazione, commentati di seguito, che l'autore invita a leggere con criticità, alla luce di ciò che è stato premesso.

Poiché l'analisi delle micorrize ha fornito risultati simili e coerenti tra i due prelievi svolti con modalità leggermente diverse, si è scelto di accorpare i dati, al fine di renderne più facile e immediata la lettura.

In generale, si può affermare che le simbionti dell'impianto presentino un buon grado di micorrizzazione con il tartufo, in quanto, delle 16 piante analizzate, 13 hanno presentato apici colonizzati in varia percentuale da micorrize di *Tuber*. La criticità maggiore rilevata è la presenza considerevole di micelio fungino sugli apici radicali, spesso anche dove erano presenti micorrize, portate in taluni casi all'avvizzimento e progressivamente sostituite.

L'analisi ha confermato l'eccellenza della specie *Ostrya carpinifolia*: tutti i 9 esemplari analizzati presentano micorrize di tartufo, frequentemente occupanti percentuali elevate degli apici analizzati.

Un discorso diverso vale per la specie *Quercus robur*: solo la metà degli apici osservati presentano micorrize di *Tuber*. Inoltre, 2 dei 3 esemplari ospitanti micorrize di tartufo, sono risultati essere inquinati dalla presenza di micelio fungino.

Il Cerro analizzato, pur non avendo mai prodotto tartufi, è apparso ben micorrizzato, anche se soggetto ad inquinamento fungino.

L'analisi non ha evidenziato differenze tra lo stato delle micorrize delle piante patate e di

quelle non potate.

Specie	n° piante campione	Apici colonizzati da specie di <i>Tuber</i>					Presenza di micelio fungino	Apici non colonizzati
		<20%	20% 40%	40% 60%	>60%	totale		
<i>Ostrya carpinifolia</i>	9	2	2	1	4	9	3	0
<i>Quercus robur</i>	6	1	0	0	2	3	2	3
<i>Quercus cerris</i>	1	0	0	0	1	1	1	0
Totale	16	3	2	1	7	13	6	3

Tabella 3: Analisi delle micorrize, risultati.



Fotografia 17: Andrea Bonucci, presidente A.R.T.O., osserva un apice radicale allo stereomicroscopio.

5. CONCLUSIONI

Le analisi svolte sull'andamento climatico delle diverse annate di produzione, unitamente a quella della produzione del 2013 e all'osservazione delle micorrize, consentono di delineare un quadro più comprensibile sulla situazione della tartufaia oggetto di studio. Infatti, sebbene i risultati ottenuti debbano essere considerati parziali e da integrare con monitoraggi futuri (in particolar modo per ciò che concerne gli effetti a lungo termine della potatura praticata a più della metà delle piante simbiotici), possiamo già formulare alcune osservazioni sull'incidenza dei fattori climatici e sulla conduzione dell'impianto.

Innanzitutto, lo studio dell'andamento termopluviometrico delle annate dal 2008 al 2013 suggerisce una forte incidenza climatica nella flessione subita dalla produzione nel biennio 2011-2012. Le due annate in questione hanno fatto registrare i valori più altalenanti ed estremi di temperature medie e precipitazioni, confermando le tesi già presenti in letteratura (Granetti *et al.*, 2005) secondo le quali sono necessarie precipitazioni discrete e temperature miti e crescenti nel periodo critico della formazione e dell'accrescimento iniziale dei carpofori (mesi da febbraio a maggio/giugno per la specie *T. aestivum*). I dati analizzati confermano la necessità di un periodo esente da variazioni repentine e intense sia della temperatura (come nel caso dei 15 giorni di freddo intenso del febbraio 2012, giunti a seguito del gennaio mite) sia delle precipitazioni (scarse nei primi 4 mesi del 2011 e quasi inesistenti nel mese di aprile; ma anche i mesi di febbraio e marzo 2012, il bimestre meno piovoso dei dati storici analizzati, a cui fanno seguito un aprile e un maggio quasi monsonici).

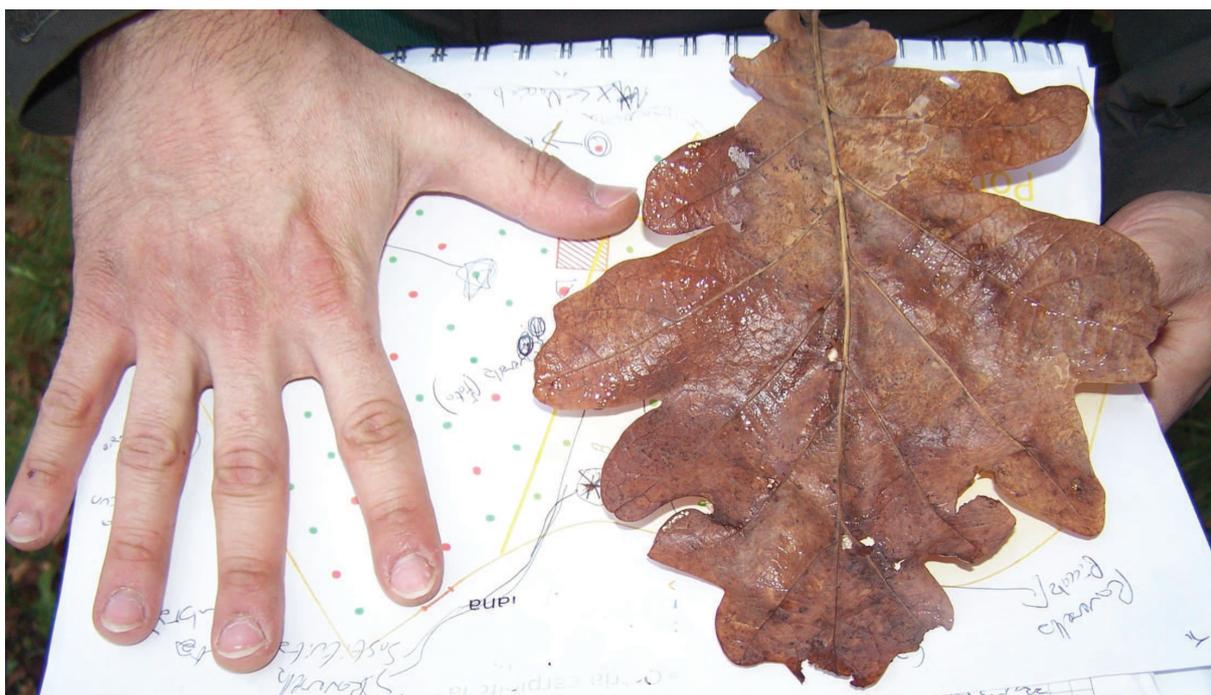
Alla luce di queste osservazioni si ritiene che il dettaglio temporale dei dati usati nell'analisi si sia dimostrato scarso, suggerendo l'approvvigionamento di dati settimanali (meglio ancora giornalieri), per il monitoraggio climatico, effettuato al fine di programmare possibili pratiche di soccorso della produzione (es. irrigazioni).

Dopo aver affermato la forte sensibilità della tartufaia all'andamento meteorologico, è interessante provare a darne una spiegazione. Le ultime disposizioni fornite dai tecnici riguardo alle pratiche colturali (Granetti *et al.*, 2005, Bencivenga e Baciarelli Falini, 2012) suggeriscono di mantenere negli anni la pratica della sarchiatura (abbandonata nel caso di studio dopo il quinto anno) per favorire l'approfondimento del micelio tartufigeno. Tale pratica consente di sfruttare la funzione protettiva offerta dal terreno nei confronti degli sbalzi termici e dell'umidità, salvaguardando maggiormente la produzione nelle annate climatiche avverse.

È difficile, invece, esprimere un giudizio sulla potatura dell'inverno 2012/2013: l'unica analisi che ha fornito dati interessanti in merito è quella delle produzioni, che segnala un rinvigorismento in termini numerici nella parte potata, ma un decremento considerevole (rispetto all'altra parte) in peso. Si può cercare di interpretare questo comportamento alla luce della modificazione di tre fattori: l'irraggiamento solare al suolo (quasi nullo prima della potatura e consistente ora nella parte potata), la tendenza ad emettere nuovi apici radicali colonizzabili e la quantità di zuccheri messi a disposizione della pianta, prelevati dalle micorrize attraverso le radici.

Per quel che riguarda la quantità di luce sottochioma possiamo ipotizzare, in ragione della maggior produzione numerica osservata nella parte potata, che l'intervento abbia migliorato l'apporto di questo fattore alla fruttificazione: sebbene la specie *T. aestivum* non sia esigente quanto *T. melanosporum* in termini di irraggiamento del terreno, uno studio preliminare sul diradamento del soprassuolo forestale in una tartufaia naturale sul monte Amiata ha già cautamente espresso parere positivo riguardo all'incremento della luce filtrante (Salerni *et al.*, 2008) anche per il tartufo nero estivo. Inoltre, lo sviluppo vigoroso delle piante della tartufaia e il sesto scelto, che all'effetto pratico si dimostra più stretto di quello teorico in virtù della forte pendenza, hanno probabilmente causato un ombreggiamento eccessivo nella tartufaia, rendendo maggiormente apprezzabile l'effetto della potatura.

L'emissione di nuovi apici radicali a seguito di una potatura è un argomento controverso: se interventi frequenti su parti marginali della chioma possono aiutare a mantenere un'espansione lenta e costante, come riferito da Sourzat e Gregori in osservazione dei metodi colturali operati famiglia Angelozzi (2008), interventi occasionali e decisi sulle branche principali possono causare il collasso dell'apparato radicale, nonché l'indebolimento generale della pianta e la sua maggiore predisposizione a danni da agenti atmosferici o biotici (Coder *et al.*, 1997). Inoltre, in occasione di tagli alle branche principali si osserva frequentemente l'emissione di succhioni vigorosi, dotati di foglie ben più grandi del normale (*fotografia 18*), che consumano notevolmente le riserve energetiche della pianta, rendendole probabilmente meno disponibili al micelio tartufigeno. Per valutare obiettivamente l'effetto della potatura effettuata saranno quindi necessari alcuni anni, nei quali sarà importante mantenere attentamente monitorato lo sviluppo delle piante potate.



Fotografia 18: Foglia di una delle Farnie patate, raccolta nel gennaio 2014, evidentemente iperplasica

Alla luce di tutto ciò si consiglia al proprietario di non effettuare subito la potatura della parte restante della tartufaia con le modalità usate nella parte già potata, ma di attendere qualche anno per poterne osservare gli effetti, limitandosi per ora a rimuovere qualche branca secondaria qualora si ritenga necessario far filtrare una maggior quantità di luce al di sotto delle chiome.

Viene in aggiunta consigliato di reintrodurre la sarchiatura del terreno, da operare nei mesi autunnali, a seguito della quale si suggerisce di eseguire immediatamente la dispersione di soluzioni sporiali. Tali operazioni potrebbero essere svolte a rotazione solo su alcune piante per anno, in modo che gli interventi, da praticare manualmente a causa delle forti pendenze, non richiedano un numero eccessivo di ore di lavoro all'anno, riuscendo inoltre ad utilizzare esclusivamente tartufi provenienti dalla tartufaia. Ciò potrebbe favorire simultaneamente l'approfondimento delle micorrize di *Tuber aestivum* e una loro dominanza nella colonizzazione di nuovi apici più profondi a scapito del micelio fungino. La sarchiatura andrebbe svolta inizialmente ad una profondità ridotta (5 cm), incrementandola ad ogni nuovo passaggio fino alla profondità massima di una decina di centimetri, per dare modo alle micorrize di approfondirsi gradualmente.

Si consiglia anche di sperimentare solo su alcune piante l'introduzione della pacciamatura invernale su parte del pianello, da operare magari solo sulle sue aree maggiormente produttive

con materiale inerte, evitando la messa a dimora di materiale organico che contribuirebbe a innalzare la quantità di sostanza organica presente, già discretamente elevata. La pacciamatura dovrà essere messa in opera a seguito della sarchiatura, fino a quando le temperature appaiono stabilmente in crescita, al fine di valutarne il vantaggio in termini di difesa dalle gelate occasionali.

Si ritiene che anche l'irrigazione di soccorso possa essere un intervento redditizio: essa potrebbe essere praticata con un piccolo impianto a goccia da installare ponendo una cisterna di raccolta dell'acqua proveniente dal tetto della piccola rimessa degli attrezzi presente nella tartufaia, collegandole un tubo forellato che porti, per gravità, l'acqua al pianello della pianta produttiva posta immediatamente al di sotto e a sinistra della rimessa. Il suo utilizzo dovrebbe però essere parsimonioso e ragionato, in modo da mantenere una leggera umidità dello strato più superficiale del terreno anche nei periodi siccitosi dell'estate, che causano talvolta una cattiva maturazione dei carpofori, senza creare condizioni di ristagno idrico, dannoso ai tartufi e favorevole ad alcuni funghi.

In conclusione, astraendo dal caso oggetto di studio, vengono proposti alcuni suggerimenti a chi progetti una nuova tartufaia sul territorio bergamasco o in quello pedemontano alpino. In particolare, si raccomanda di dedicare particolare attenzione alle seguenti fasi (appartenenti alla procedura descritta nei paragrafi dedicati alla tartuficoltura):

- la valutazione preliminare di fattibilità: essa, ancor prima di dedicarsi all'interpretazione delle analisi del terreno, deve mettere bene a fuoco le cenosi forestali presenti nella zona di futuro impianto, evidenziando l'eventuale presenza spontanea di tartufi, che devono essere la base di partenza per la realizzazione del nuovo impianto (piante e tartufi locali!);
- la scelta delle piante simbiotiche, possibilmente tra quelle presenti e produttive in ambiente: tra quelle impiantate nella tartufaia studiata, il Carpino Nero si è rivelato essere l'unica specie realmente produttiva, confermando le perplessità riguardanti l'effettiva capacità di produrre delle querce sul Territorio;
- le potature: un'accurata gestione dell'apparato aereo fin dai primi anni consente la pianificazione di potature frequenti e leggere, capaci di evitare lo sviluppo vigoroso delle chiome, senza che l'eccessivo ombreggiamento renda necessari interventi radicali e troppo incisivi sull'equilibrio fisiologico delle piante;
- le sarchiature: si raccomanda di praticarle sempre annualmente perché, se ben

eseguite, esse possono alleviare l'incidenza dei fattori climatici negativi facilmente riscontrabili sul Territorio.

- La presenza di spore in tartufaia: sempre di più viene sottolineata la necessità di favorire la presenza di spore di tartufo negli impianti, cercando di praticare sospensioni sporali e/o di limitare i periodi di raccolta, valutando la possibilità di ridurre la raccolta ogni qualche annata produttiva, provvedendo a realizzare in questo modo cicli poliennali di rigenerazione della tartufaia.

Queste operazioni (e tutte le altre descritte precedentemente e non più richiamate ora) devono essere «calibrate» caso per caso, in riferimento a un numero molto elevato di condizioni localmente variabili, per questo motivo si sottolinea ancora una volta la convenienza di affidarsi all'esperienza di un tecnico competente in tartuficoltura, che potrà ridurre sensibilmente (a fronte di un ulteriore investimento iniziale) la possibilità di dedicare parecchio tempo e ingenti risorse economiche ad un progetto già fallimentare prima del suo avvio.

A tal proposito, chi scrive si augura che il PSR 2014-2020 della Regione Lombardia sappia estendere anche alla tartuficoltura i sostegni economici alla consulenza tecnica specializzata programmati nell'articolo 16, in ottemperanza della priorità 1 (focus area 1 a), nella bozza del PSR pubblicata il 22 novembre 2013.

6. BIBLIOGRAFIA

AA. VV., *Dal Sebino al Bronzone. Il Territorio della Comunità Montana del Monte Bronzone e del Basso Sebino*. Bergamo, Stamperia Editrice Commerciale, 2000.

ASSOCIAZIONE MONDO TARTUFO, *Il Tartufo* (Internet), Disponibile all'indirizzo <http://www.mondotartufo.it/tartufo.php>, 2013.

ASSOCIAZIONE TELEMATICA TARTUFAI ITALIANI, *Tartufo. Cenni di micologia* (Internet). Disponibile all'indirizzo http://www.trufflesitaly.com/it/Tartufo_micologia.htm, 2013 Riassunto da: BAGLIONI F., *I Tartufi in Toscana*, Casa Editrice Compagnia delle Foreste, 1998.

BACIARELLI FALINI L., BENCIVENGA M., *Valutazione e tecniche di miglioramento di alcune tartufole coltivate nello spoletino*, *Micologia Italiana* 3, p. 29-43, 2002.

BACIARELLI FALINI L., DONNINI D., BENCIVENGA M., *Comportamento delle piante simbionti in tartufole coltivate di *Tuber melanosporum**, *Micologia Italiana* 2, p. 45-53, 2000.

BAZZICALUPO M., *Micorrize* (Internet). Tratto da *Enciclopedia della Scienza e della Tecnica* Disponibile all'indirizzo [http://www.treccani.it/enciclopedia/micorriza_\(Enciclopedia-della-Scienza-e-della-Tecnica\)/](http://www.treccani.it/enciclopedia/micorriza_(Enciclopedia-della-Scienza-e-della-Tecnica)/), 2008.

BELLONI S., PELFINI M., *Il Clima del nostro tempo*, capitolo dell'opera *I caratteri originali della Bergamasca*. Bergamo, Fondazione per la storia economica e sociale, Istituto di studi e ricerche, 1994, in CROTTI C., *Adeguamento e revisione del Piano di Indirizzo Forestale*, Comunità Montana del monte Bronzone e Basso Sebino, 2009.

BENCIVENGA M., BACIARELLI FALINI L., *Manuale di Tartuficoltura. Esperienze di coltivazione dei tartufi in Umbria*, Città di Castello, Regione Umbria, 2012.

BENCIVENGA M., CALANDRA R., GRANETTI B., *Ricerche sui terreni e sulla flora delle tartufole naturali di *Tuber melanosporum* Vitt. dell'Italia Centrale*, in AA. VV., *Atti del 2°*

Congresso Internazionale di Spoleto sul Tartufo, Spoleto, Comunità Montana dei Monti Martani, Serano e Subasio, 1988.

BONI I., GIOVANNOZZI M., ROBERTO P., carte di attitudine dei suoli ai tartufi in Piemonte. Metodologie e risultati, n AA.VV., *Atti del 3° Congresso Internazionale di Spoleto sul Tartufo*, Spoleto, Comunità Montana dei Monti Martani, Serano e Subasio, 2008.

BUZZI N., *Storia del Tartufo* (Internet). Disponibile all'indirizzo <http://www.nonsolotartufi.com/it/tartufi/il-tartufo-nella-storia.html>, 2013.

CALLOT G., BYE P., RAYMOND M., FERNANDEZ D., PARGNEY J. C., PARGUEY-LE DUC A., JANEZ-FAVRE M. C., MOUSSA R., PAGES L., *La truffe, la terre, la vie*. Paris, Ed. INRA, 1999, in GRANETTI B., DE ANGELIS A., MATEROZZI G., *Umbria terra di tartufi*, Terni, Regione Umbria, Assessorato regionale agricoltura, foreste, caccia e pesca, 2005.

CALONGE F. D., *Taxonomy of Truffles*, in AA. VV., *Atti del 2° Congresso Internazionale di Spoleto sul Tartufo*, Spoleto, Comunità Montana dei Monti Martani, Serano e Subasio, 1988.

CHEVALIER G., *L'espèce Tuber aestivum Vitt.: Il Écologie*. Mushroom Science X (Parte I): 977-993., 1978. in ZAMBONELLI A., GOVI G., *Studi sulle ectomicorrize di Tuber aestivum var. uncinatum Chatin*, in AA. VV., *Atti del 2° Congresso Internazionale di Spoleto sul Tartufo*, Spoleto, Comunità Montana dei Monti Martani, Serano e Subasio, 1988.

CHEVALIER G., *Truffles et trufficulture en Europe*, in AA.VV., *Atti del 3° Congresso Internazionale di Spoleto sul Tartufo*, Spoleto, Comunità Montana dei Monti Martani, Serano e Subasio, 2008.

CODER, K. D., BLACKBURNE-MAZE, P., CRACKNELL, M., BENTLEY, R., *Crown pruning effects on roots*. Proceedings of the 3rd European Arboriculture Congress, 1997.

CROTTI C., *Adeguamento e revisione del Piano di Indirizzo Forestale*, Comunità Montana del monte Bronzone e Basso Sebino, 2009.

DEI CAS M., GRILLINI B., MEDA R., *La straordinaria ondata di gelo del Febbraio 2012*,

disponibile all'indirizzo <http://www.centrometeolombardo.com/content.asp?contentid=5888&ContentType=Articoli>, 2012.

DONNINI D., BACIARELLI FALINI L., BENCIVENGA M., *Indagine preliminare sulla affinità di Quercus pubescens e Ostrya carpinifolia nei confronti di Tuber melanosporum, Tuber aestivum e Tuber brumale*, Micologia Italiana 1, p. 29-35, 2003.

FENAROLI L., *Guida agli alberi d'Italia*, Firenze, Giunti Martello, 1984.

GRANETTI B., *Analisi comparativa morfo-biometrica e strutturale delle micorrize di Tuber aestivum con alcune piante forestali*, Micologia Italiana 2, p. 48-63, 1995.

GRANETTI B., *Caratteristiche morfologiche, biometriche e strutturali delle micorrize di Tuber di interesse economico*, Micologia Italiana 2, p. 101-117, 1995.

GRANETTI B., DE ANGELIS A., MATEROZZI G., *Umbria terra di tartufi*, Terni, Regione Umbria, Assessorato regionale agricoltura, foreste, caccia e pesca, 2005.

GRANETTI B., *Le principali linee di ricerca sui tartufi dopo il congresso di Aix-En-Provence*, in AA.VV., *Atti del 3° Congresso Internazionale di Spoleto sul Tartufo*, Spoleto, Comunità Montana dei Monti Martani, Serano e Subasio, 2008.

MANNOZZI TORINI L., *Il Tartufo e la sua coltivazione*, Terza ristampa. Edagricole, 1994.

MARROTTA G., VARRICCHIO E., *La Risorsa Tartuficola nel Sannio. Analisi e prospettive*, Dragoni (CE), Società Editrice IMAGO MEDIA, 2007.

MOLINIER V., VAN TUINEN D., CHEVALIER G., GOLLOTTE A., WIPF D., REDECKER D., *A multigene phylogeny demonstrates that Tuber aestivum and Tuber uncinatum are conspecific*, Organisms Diversity and Evolution Pages 1-10, 2013.

MONTANARI M., LA PIANA G., *Il Ciclo Biologico* (Internet), disponibile all'indirizzo <http://www.tartufaie.it/joomla/il-genere-tuber/il-ciclo-biologico.html>, 2013.

MONTANARI M., LA PIANA G., *Le prime cure colturali* (Internet), disponibile all'indirizzo <http://www.tartufaie.it/joomla/la-realizzazione/la-messa-a-dimora.html>, 2013.

MONTANARI M., LA PIANA G., *Tuber melanosporum* (Internet). Disponibile all'indirizzo <http://www.tartufaie.it/joomla/descrizione-delle-specie-di-tartufi/tuber-melanosporum.html>, 2013.

PALAZÓN C., DELGADO I., BARRIUSO J., SÁNCHEZ S., ASENSIO C., *Obtención de trufa negra (Tuber melanosporum) a partir de plantación cultivada, en terreno tradicional de regadío*, in AA.VV., *Atti del 3° Congresso Internazionale di Spoleto sul Tartufo*, Spoleto, Comunità Montana dei Monti Martani, Serano e Subasio, 2008.

PALOCCI F., RICCIONI C., BELFIORI B., PASSERI V., *Truffle life cycle and reproductive mode: new insights for translating basic research to cultivation*, in AA.VV., *Atti del 3° Congresso Internazionale di Spoleto sul Tartufo*, Spoleto, Comunità Montana dei Monti Martani, Serano e Subasio, 2008.

PALOCCI F., RUBINI A., RICCIONI C., ARCIONI S., *Reevaluation of the Life Cycle of Tuber magnatum*, APPLIED AND ENVIRONMENTAL MICROBIOLOGY, p. 2390–2393, Aprile 2006.

PIGNATTI S., *Flora d'Italia*, Bologna, Edagricole, 1982.

PALOCCI F., RUBINI A., RICCIONI C., TOPINI F., ARCIONI S., *Tuber aestivum and Tuber uncinatum: two morphotypes or two species?*, FEMS Microbiology Letters 235 109–115, 2004.

PAMPANINI R., MARTINO G., *L'importanza del tartufo nell'economia della montagna*, Micologia Italiana 3, p. 3-17, 2006.

POUSSE J. S., ROBIN C., WEHRLÉN L., FROCHOT H., *Plantation density of Hazel trees influences the precocity and kinetics of Burgundy truffle production*, in AA.VV., *Atti del 3° Congresso Internazionale di Spoleto sul Tartufo*, Spoleto, Comunità Montana dei Monti Martani, Serano e Subasio, 2008.

RAGLIONE M., LORENZINI P., OWCZAREK M., BONIFAZI A., *A contribution to the characterization of the soils suitable for Tuber melanosporum and Tuber aestivum growth through mineralogical analysis of the clay fraction*, in AA.VV., *Atti del 3° Congresso Internazionale di Spoleto sul Tartufo*, Spoleto, Comunità Montana dei Monti Martani, Serano e Subasio, 2008.

RAVAZZI G., *Il libro del Tartufo*, Milano, DVE Italia spa, 2003.

RICARD J. M., BOURRIERES D., *Effects of soil management on the evolution of young plants mycorrhized with Tuber melanosporum*, in AA.VV., *Atti del 3° Congresso Internazionale di Spoleto sul Tartufo*, Spoleto, Comunità Montana dei Monti Martani, Serano e Subasio, 2008.

SALERNI E., BAGLIONI F., MAZZEI T., PERINI C., *Rapporto fra la gestione dei soprassuoli forestali e produzione di Tuber aestivum in una tartufaia naturale del monte Amiata (Toscana-Italia): primi risultati*, in AA.VV., *Atti del 3° Congresso Internazionale di Spoleto sul Tartufo*, Spoleto, Comunità Montana dei Monti Martani, Serano e Subasio, 2008.

SOURZAT P., GREGORI G., *Truffle cultivation in France and Italy*, in AA.VV., *Atti del 3° Congresso Internazionale di Spoleto sul Tartufo*, Spoleto, Comunità Montana dei Monti Martani, Serano e Subasio, 2008.

VEZZOLA V., *Tartufi e tartuficoltura della provincia di Brescia*, Roccafranca (BS), La Compagnia della stampa Masetti Rodella editori, 2004.

VEZZOLA V., *Tartufi e tartuficoltura delle terre lombarde*, Liberedizioni, 2014.

WEDÉN C., DANELL E., TIBELL L., *Species recognition in the truffle genus Tuber. The synonyms Tuber aestivum and Tuber uncinatum*, *Environmental Microbiology* 7(10), 1535–1546, 2005.

ZAMBONELLI A., GOVI G., *Studi sulle ectomicorrize di Tuber aestivum var. uncinatum Chatin*, in AA. VV., *Atti del 2° Congresso Internazionale di Spoleto sul Tartufo*, Spoleto, Comunità Montana dei Monti Martani, Serano e Subasio, 1988.

7. RINGRAZIAMENTI

Desidero ringraziare le numerose persone che mi hanno aiutato in questo percorso; a tutte loro devo un po' della cosa più preziosa che questa tesi mi lascia: la voglia di capire sempre qualcosa in più, per saper vedere ciò che mi circonda sotto una nuova luce.

Voglio ringraziare in primis il professor Paolo Baccolo, che per primo ha dato fiducia al mio progetto, aiutandomi da subito a svilupparlo nel modo migliore.

Ringrazio l'associazione A.R.T.O., in particolar modo nella persona del presidente Andrea Bonucci, che mi ha trasmesso con passione e pazienza un'infinità di informazioni, regalandomi cose che nessun libro è in grado di insegnare.

Ringrazio Salvatore, proprietario della tartufaia studiata, che mi ha accolto calorosamente nell'impianto e a casa sua ogni volta che ne ho avuto la necessità. Lo voglio ringraziare in particolare per l'entusiasmo con cui porta avanti tutte le attività di cui si occupa: più di una volta me ne sono sentito contagiato; spero che se ne trovi traccia anche in questa tesi!

Ringrazio mia sorella Sonia, che ha avuto la grande pazienza di rivedere e aiutarmi a correggere tutto ciò che ho scritto.

Ringrazio il micologo Marco Morara per l'aiuto datomi nel reperire le pubblicazioni di cui avevo bisogno, oltre alla totale disponibilità dimostratami nel controllare gli spinosi paragrafi relativi al ciclo biologico e alla distinzione tra *T. aestivum* e *T. uncinatum*.

Ringrazio Ivo Locatelli, instancabile e competente tartufaio, per i preziosi consigli che mi regala «sul campo» con l'aiuto della sua operosa cagnolina Dea.

Ringrazio mio fratello Marco, che mi ha introdotto all'affascinante mondo dei tartufi, con cui sto coltivando questa passione. A lui, a mia sorella e ai miei genitori va anche un ringraziamento speciale per il supporto che non mi hanno mai lasciato mancare.

Ringrazio anche il mio brioso cane Gas: probabilmente, senza il suo arrivo, per me il tartufo sarebbe rimasto qualcosa di non molto dissimile da una patata.

Voglio lasciare un ringraziamento speciale, oltre al miglior augurio di felicità, a tutti quelli che hanno colorato con me la tela di questi anni edolesi: siamo stati in tanti, scrivere il nome di tutti non si può, ma i sorrisi di quelli che hanno condiviso quest'esperienza resteranno custoditi gelosamente nel mio cuore.