



PSR Lazio 2014-2020
MISURA 16 - COOPERAZIONE” - SOTTOMISURA16.2
Tipologia di operazione

16.2- Sostegno a progetti pilota e allo sviluppo di nuovi prodotti, pratiche, processi e tecnologie

PROVVEDIMENTO DI CONCESSIONE DEL
SOSTEGNO N. 16.2.-LN-VT-129/03/2023 – 893
CUP) F89H23000140009

Progetto INNONUTS

FILIERA FRUTTA IN GUSCIO. INNOVAZIONE DI PROCESSO E PRODOTTO NELLA GESTIONE DELLA FILIERA CORILICOLA E CASTANICOLA NELLE FASI LAVORAZIONE DI PRE E POST RACCOLTA

AZIONE 2

Realizzazione impianti pilota con varietà di pregio (Tonda Gentile Romana, Tonda di Giffoni, Nocchione) e piante micorrizzate con diverse specie di Tuber (Tuber aestivum, Tuber melanosporum, Tuber brumale, Tuber borchii).

Documento a cura di:

Prof. Andrea Vannini, Dott. Romina Caccia, per DIBAF,

Dott. Gianfranco Mastri, Agronomo, per AGRIA srl,

Orticoltura Pistoiese Vasco Michellini di Michellini Vasco & C. Società in nome collettivo agricola



**DIPARTIMENTO DI INNOVAZIONE NEI SISTEMI BIOLOGICI,
AGROALIMENTARI E FORESTALI**



VIVAI MICHELINI



Contiene:

1	Premessa	3
2	Areale di produzione e ambito di intervento	5
3	Contenuti in termini di innovazione	7
4	Protocollo di micorrizzazione.....	12
5	Organizzazione e gestione delle attività	23
6	Linee guida o buone pratiche agricole per la realizzazione della tartufaia di nocciolo.....	24

1 Premessa

Nell'ambito del PSR Lazio 2014-2020, Misura 16 - *Cooperazione*, Sottomisura 16.2 *Sostegno a progetti pilota e allo sviluppo di nuovi prodotti, pratiche, processi e tecnologie*, Tipologia di operazione *Sostegno a progetti pilota e allo sviluppo di nuovi prodotti, pratiche, processi e tecnologie*, UNITUS DIBAF ha realizzato il Progetto "*Filiera Frutta in Guscio. innovazione di processo e prodotto nella gestione della filiera corilicola e castanicola nelle fasi lavorazione di pre e post raccolta*", acronimo INNONUTS, in qualità di Capofila del Gruppo Operativo appositamente costituito in ATS, operante nel Settore/Comparto di riferimento Agricoltura/Ortofrutta e composto da Imprese agricole e operanti nel settore della trasformazione e commercializzazione di frutta in guscio, i cui risultati sono consultabili sul sito <https://www.unitus.it/dipartimenti/dibaf>.

Il Progetto rientra nella Focus Area 3A "*Migliorare la competitività dei produttori primari integrandoli meglio nella filiera agroalimentare attraverso i regimi di qualità, la creazione di un valore aggiunto per prodotti agricoli, la promozione dei prodotti nei mercati locali, le filiere corte, le associazioni e organizzazioni di produttori e le organizzazioni interprofessionali*", ed è stato realizzato in Provincia di Viterbo, ovvero in alcuni dei Comuni che rientrano nell'areale vocato di produzione della nocciola e della castagna, laddove operano i soggetti partecipanti al GO.

Tuttavia proprio in quest'area, ed in particolare negli ultimi anni con l'insorgere di numerose fitopatie che ne hanno eroso la capacità di produrre reddito, la corilicoltura nel viterbese soffre di numerose criticità anche legate alla competizione sul mercato europeo e internazionale, in quanto il prezzo del prodotto è molto oscillante, mentre si rilevano crescenti costi di produzione.

Poiché alla base di tali criticità si palesano radicate problematiche agroambientali legate soprattutto all'eccessivo sfruttamento del suolo ed alle nuove condizioni determinate dal cambiamento climatico, a fronte di questo scenario gli operatori dovranno reagire innovando e valorizzando le peculiarità della propria filiera produttiva e dell'agroambiente locale, anche in direzione della diversificazione della produzione.

In questa direzione si inserisce la corilicoltura a duplice attitudine, ovvero frutta in guscio e tartufo che, peraltro, presenta notevoli ed evidenti vantaggi proprio per l'ambiente (forte riduzione nell'utilizzo di presidi chimici) e si addice particolarmente alla gestione agronomica con il metodo BIO, che sta sempre più prendendo piede sul territorio ed a livello nazionale ed europeo.

La produzione di tartufi, infatti, è di principio una coltivazione tendenzialmente biologica basandosi sulla fruttificazione di funghi micorrizogeni di piante legnose sostenibile solo in assenza di uso di prodotti chimici e pesticidi di sintesi.

Si consideri peraltro che, ad oggi, dal punto di vista della produzione e raccolta di tartufi in aree naturali l'Italia ed in particolare il Centro Italia, già si pone ai primi posti nel mondo, mentre per quanto riguarda gli impianti produttivi il settore è in netta crescita specialmente per quanto riguarda il *Tuber melanosporum* (tartufo nero) e *Tuber aestivum* (tartufo estivo o scorzone), mentre altre specie (*T. Borchii*, *T. brumale*, ecc..) si impongono sempre di più in relazione alla adattabilità a

diverse tipologie di suolo e ospite.

Il nocciolo è peraltro uno degli ospiti elettivi per diverse specie di *Tuber*, sia per il mantenimento delle micorrizzazione che per la produttività, oltre che per l'adattabilità a climi e suoli tipici delle produzioni tartufigene.

L'intento è quello di proporre, preliminarmente all'uso produttivo e commerciale, uno specifico processo produttivo innovativo, introducendo una evoluzione metodologica nella fase di riproduzione e micorrizzazione di polloni radicati, che presentino caratteristiche di radicazione ed attecchimento in campo notevolmente superiori al prodotto attualmente disponibile, e siano indirizzati a soddisfare la richiesta di specifiche nicchie di mercato che già rappresentano il riferimento commerciale del capofila (aziende agricole locali, regionali e nazionali), con tracciabilità completa della filiera.

L'adozione di piante micorrizzate per la produzione di tartufi, peraltro è di principio una coltivazione tendenzialmente biologica basandosi sulla fruttificazione di funghi micorrizogeni di piante legnose sostenibile solo in assenza di uso di prodotti chimici e pesticidi di sintesi.

Attualmente, infatti, la tartufaia viene ordinariamente realizzata in impianti puri o misti (con querce), in quanto l'idea di piante di nocciolo a doppia produzione nocciola-tartufo ben si colloca in uno scenario di rilancio della nocciola nazionale e di consolidamento di nuove produzioni ad alto reddito, finora tipiche di aree marginali come il tartufo.

Dal punto di vista tecnico la coltivazione del nocciolo a doppia produzione non necessita di particolari cure colturali o tecniche agronomiche (potatura, irrigazione) o di impianto rispetto alla coltivazione ordinaria, e non differiscono per epoche di raccolta del prodotto frutta in guscio, mentre quella del tartufo ne è assolutamente separate seppure contigua (nocciola da metà Agosto; ad es. *Tuber aestivum* da Maggio a fine Luglio; *Tuber melanosporum* da Dicembre a metà Marzo).

Peraltro, dal punto di vista della produzione e raccolta di tartufi in aree naturali l'Italia si pone ai primi posti nel mondo, mentre per quanto riguarda gli impianti produttivi, il settore è in netta crescita specialmente per quanto riguarda proprio il *Tuber melanosporum* (tartufo nero) e *Tuber aestivum* (tartufo estivo o scorzone), tra i più richiesti sul mercato.

La normativa di riferimento è la Legge 16 Dicembre 1985, n° 752 e successive leggi e regolamenti regionali, i quali prevedono e regolano la costituzione di nuovi impianti da parte di aziende agricole e consorzi.

2 Areale di produzione e ambito di intervento

Una delle problematiche maggiormente rilevate nell'areale vocato di produzione della nocciola nel viterbese è legato alla gestione della coltivazione, che sempre di più si avvicina ad una monocultura poliennale di lungo e lunghissimo periodo e che certamente determina numerosi impatti sull'agroambiente locale.

Tra questi, l'impoverimento del suolo dal punto di vista della fertilità, la facilità di ingresso e moltiplicazione di nuove problematiche fitopatologiche quali il nuovo oidio del nocciolo (*Erysiphe corylacerarum*), la cascola e marciumi causata da *Fusarium* spp., la necrosi grigia e marciume bruno, la batteriosi causata da *Xanthomonas arboricola* pv. *corylina*, o causate da insetti dannosi quali la cimice asiatica (*Halyomorpha halys*), il balanino del nocciolo (*Curculio nucum*), l'acaro delle gemme (*Phytoptus avellanae*), che in generale hanno contribuito a determinare una crisi del settore produttivo a causa di un complesso fitosanitario aggravato dai cambiamenti climatici, con perdite di produzione stimate fino al 70% ed oltre in alcune aree nel 2025.

A fronte di questo scenario preoccupante i produttori locali potrebbero reagire innovando e valorizzando le peculiarità della propria filiera produttiva anche in direzione della diversificazione di produzione, con particolare riferimento alla corilicoltura a doppia produzione: frutta in guscio e tartufo, che peraltro, presenta notevoli ed evidenti vantaggi per l'ambiente (forte riduzione energetica ad es. in termini di acqua irrigua e nell'utilizzo di presidi chimici).

Sulla base di tali presupposti ed in risposta a queste criticità tecniche, si è proposto all'interno del Progetto INNONUTS la realizzazione di un progetto pilota di tartufaia indirizzato a proporre agli operatori locali una diversificazione colturale basata sull'adozione di piatte micorrizzate, che possano contribuire al superamento di alcune delle criticità sopra esposte, con particolare riferimento sia all'impoverimento del suolo dal punto di vista della fertilità in termini di strutturazione, presenza di sostanza organica e di micro-macroelementi, ripristino della capacità di scambio cationico, incremento della capacità di ritenzione idrica, sia a tutte le altre variabili riconducibili ad una gestione del nocciolo indirizzata alla conservazione e ripristino delle potenzialità agricole, evidentemente in direzione della conduzione con il metodo biologico.

Ovviamente, tale proposta deve essere indirizzata ad assicurare una rapida e consolidata produttività, soprattutto in presenza sul territorio di una filiera del tartufo già esistente e consolidata che garantisce la valorizzazione del prodotto.

In particolare, quindi, i principali risultati attesi a seguito dell'iniziativa sono riconducibili a:

- per l'azienda agricola: l'integrazione del reddito da produzione di nocciola, affiancando alla coltura un ulteriore prodotto ad alto reddito come il tartufo, senza sottrazione di aree alla produzione principale;
- per il settore vivaistico: la produzione e commercializzazione di materiale micorrizzato di qualità, con migliori rese in termini di attecchimento del fungo e velocità di entrata in produzione del

nocciolo in virtù della provenienza pollonifera della piantina: ciò consentirà alle aziende agricole: a) maggiori utili riconducibili alla rilevante presenza di piante micorrizzate nell'impianto, naturalmente più performanti sia dal punto di vista della produzione corilicola (misurabile con parametri quali-quantitativi), che della produzione di tartufi, e b) di conseguire un livello di accettazione e consapevolezza nell'uso di materiale genetico di qualità certificata nella realizzazione di nuovi impianti a doppia produzione.

Nello specifico, stante i risultati ottenuti con il consolidamento a livello tecnico e commerciale dell'innovazione di prodotto/processo già messo a punto con il Progetto Pilota "*Innovazione di processo nella micorrizzazione in vivaio di polloni di Corylus avellana con Tuber aestivum*" in ambito PSR Lazio 2007/2013, Misura 124, MUD 8475916979, pubblicato dalla Regione Lazio in determina n. G04827 del 9 maggio 2016 "*Catalogo delle innovazioni*" realizzate in ambito Misura 124 PSR Lazio 2007-2013, ai sensi degli articoli 75 e 76 del DPR 445/2000 dall'ATS tra Orticoltura Pistoiese, AGRIA SRL e DIBAF, e sulla base delle recenti ricerche nello specifico settore svolte da DIBAF nell'ambito dei e MHB Mycorrhizal Helper Bacteria in funzione di co-inoculant, tale proposta si indirizza in particolar modo a proporre sul territorio l'adozione di varietà di *Tuber* della famiglia dei neri, quali il *T. melanosporum*, il *T. aestivum*, il *T. brumale* e del bianchetto o *T. borchii*.

Queste varietà si sono infatti rilevate nel tempo e per l'esperienza acquisita anche con interviste ed esperti del settore, compresi cercatori e raccoglitori, le specie più adatte ai terreni riscontrabili nell'areale, seppure necessitino di accorgimenti tecnici per quanto attiene alla preparazione e cura del suolo sia all'impianto che, successivamente, in fase di coltivazione della tartufaia.

Negli anni passati è stato peraltro condotto da parte dei tecnici di AGRIA SRL e di Orticoltura Pistoiese, sempre in collaborazione con DIBAF, un notevole lavoro di indagine e raccolta dati per definire l'entità del patrimonio tartuficolo del viterbese e le potenzialità di sviluppo di questo settore, coinvolgendo operatori specialisti del settore. Tali ricerche hanno contribuito a mettere in evidenza la presenza abbondante e diversificata di specie di tartufo di pregio, seppure in modo non molto diffuso sul territorio.

In tale contesto, quindi, assumerebbe importanza fondamentale poter disporre sul mercato locale di piante che rappresentano il patrimonio colturale del territorio, di riconosciuta capacità tartufigena, e micorrizzate utilizzando specie di tartufo provenienti dall'areale, attualmente poco disponibili, allo scopo di rispettare gli equilibri degli ecosistemi da una parte, valorizzare ulteriormente il prodotto ottenuto e consolidare la filiera vivaistica già avviata con il Progetto Pilota a suo tempo realizzato in ambito Misura 124 PSR Lazio 2007-2013.

3 Contenuti in termini di innovazione

Ai fini della presente iniziativa e nel corso del 2024, si è quindi provveduto, in vivaio, alla produzione e micorrizzazione di cultivar di nocciolo di qualità certificata (in particolare Tonda Gentile Romana e Tonda di Giffoni) accompagnante ovviamente da passaporto fitosanitario.

La procedura eseguita per la raccolta dei polloni di nocciolo da piante aziendali iscritte da Orticoltura Pistoiese al Registro Fitosanitario Regionale, ed i successivi trattamenti per la radicazione e accrescimento delle piantine di nocciolo in ambiente sterile da sottoporre poi a micorrizzazione, è quella prevista nel Protocollo pubblicato dalla Regione Lazio in determina n. G04827 del 9 maggio 2016 “*Catalogo delle innovazioni*” realizzate in ambito Misura 124 PSR Lazio 2007-2013.

I polloni sono quindi stati prelevati nel dicembre del 2023, e successivamente radicati e micorrizzati nel mese di maggio 2024, e successivamente verificati per l'accertamento della avvenuta e corretta micorrizzazione nel dicembre 2024 da parte di DIBAF.

La scelta delle varietà di nocciolo è ricaduta sulla Tonda Gentile Romana (inoculata con *Tuber aestivum*) e sulla Tonda di Giffoni, in quanto pienamente rappresentative della migliore qualità corilicola locale. In particolare la Giffoni risulta la più richiesta a livello commerciale nell'areale vocato per la realizzazione di nuovi impianti, e per questa ragione si è provveduto alla replica di tre tesi con tale varietà (inoculata con *Tuber melanosporum*, con *T. brumale* e con *T. borchii*).

Queste piante, a rapido accrescimento, sono state quindi destinate alla realizzazione di una tartufaia pilota, ovvero di una sperimentazione su scala ridotta per consentire agli operatori di testare la fattibilità, l'efficacia e i rischi della nuova soluzione agronomica in un contesto reale prima della sua adozione, per verificarne oggettivamente i rischi finanziari e tecnici, le tecnologie e risorse necessarie, oltre che ricevere un feedback diretto da parte di un'azienda opinion leader presso il quale la prova viene realizzata, il tutto ai fini di definire il ritorno sull'investimento.

Nella consapevolezza che nell'arco di tempo della durata di INNONUTS non sarà probabilmente possibile verificare l'efficacia dell'impianto pilota realizzato, per ovvi motivi legati ai tempi di accrescimento ed entrata in produzione del nocciolo e dell'avvio della produttività della tartufaia, che in genere richiedono entrambi almeno 5/6 anni per divenire pienamente produttivi, si è comunque proceduto alla sua realizzazione presso un'azienda che già opera anche nel settore della corilicoltura, le cui dimensioni e strutturazione in termini di capacità, conoscenze, preparazione tecnica, dotazione di mezzi e strutture la rendono –appunto – opinion leader nei confronti di altri operatori locali, e che già precedentemente ha provveduto all'impianto della tartufaia su nocciolo.

Pertanto, la scelta è stata effettuata prioritariamente sulla base della tipologia di suolo messo a disposizione, sulla base di parametri oggettivi quali l'esposizione, la giacitura, il contenuto di sostanza organica, la strutturazione, la tessitura, la C.S.C, il contenuto in calcare attivo, la presenza di micro e macroelementi utili.

In particolare l'azienda coinvolta nella realizzazione dell'impianto pilota con le quattro varietà di tartufo ritenute più idonee per l'areale è Poggio Nibbio Società Semplice Agricola, azienda certificata biologica, catastalmente individuata nell'Azienda Agricola Podere Grecchi in agro di Vitorchiano, come di seguito descritto in [Tab. 01](#) e [Fig. 01](#):

[Tab. 01](#) – descrizione catastale dell'area di impianto della tartufaia pilota

Comune	Foglio catastale	Particella catastale
Vitorchiano (VT)	3	54

[Fig. 01](#) – foto aerea dell'area di impianto della tartufaia pilota (Fonte Google Earth)



Le principali caratteristiche del suolo in oggetto considerate sono quelle ordinariamente indicate in bibliografia specialistica per valutare la vocazionalità di un suolo, quali: scheletro, granulometria (in particolare l'argilla), reazione (pH), sostanza organica, rapporto carbonio/azoto e carbonato di calcio totale e solubile, come di seguito riportate in [Tab 02](#):

Tab. 02 – caratteristiche del suolo oggetto di impianto.

tessitura	FAS franco arg. sabbiosa
scheletro	basso
argilla	25%
pH	7.1
sostanza organica	0,97 m. bassa
azoto totale	0.065 basso
calcare totale	TRA tracce
calcio scambiabile	ppm 1950 alto
magnesio scambiabile	ppm 660 m. alto
C.S.C.	meq 18,16 media
calcio valore per 100 gr meq 9,75	Saturazione % 53,7 media
magnesio valore per 100 gr meq 5,50	Saturazione % 30,3 m. alta
potassio valore per 100 gr meq 5,50	Saturazione % 9,3 alta
rapporto Mg/K	3,25 medio

I parametri sono risultati compatibili con la realizzazione di una tartufaia da reddito, sebbene il contenuto di sostanza organica sia da implementare.

L'impianto è stato realizzato nel marzo del 2025, a seguito delle opportune verifiche di idoneità da parte di UNITUS-DIBAF per i lotti prodotti, ovvero:

- n. 120 piante di nocciolo varietà Tonda Gentile Romana inoculate con *T. aestivum*, che costituiscono il lotto INNONUTS-_TGRXAESTIVUM; utilizzate per l'impianto pilota n. 100 piante;
- n. 120 piante di nocciolo varietà Tonda di Giffoni inoculate con *T. melanosporum*, che costituiscono il lotto INNONUTS- GIFFXMELANOSPORUM; utilizzate per l'impianto pilota n. 100 piante;
- n. 120 piante di nocciolo varietà Tonda di Giffoni inoculate con *T. brumale*, che costituiscono il lotto INNONUTS- GIFFXBRUMALE; utilizzate per l'impianto pilota n. 100 piante;
- n. 120 piante di nocciolo varietà Tonda di Giffoni inoculate con *T. borchii*, che costituiscono il lotto INNONUTS- GIFFXBORCHI; utilizzate per l'impianto pilota n. 100 piante.

Come detto, le quattro varietà di tartufo scelte per effettuare la prova sono quelle che più si addicono all'agro-pedo-climatico locale, in particolare:

Tuber aestivum Vittad.: è il più precoce dell'anno. Viene raccolto alla fine delle piogge primaverili da maggio ad agosto, caratterizzato da una forma sferica o oblunga e da un colore marrone scuro del peridio, che è grossolanamente verrucoso, con gleba biancastra venata all'interno quando è acerba, poi nocciola a maturazione; predilige terreni ricchi di calcio e magnesio, alcalini o sub-alcalini con un pH compreso tra 7 e 8, con presenza di calcio scambiabile, di tessitura equilibrata, di struttura grumosa anche con presenza di argilla (fino al 40%), ben drenati, con una composizione minerale che non presenta carenze o eccessi di elementi principali e microelementi. Il contenuto di sostanza organica deve essere bilanciato e il rapporto C/N (carbonio/azoto) può arrivare a 20. Il contenuto di argilla può essere superiore a quello del *Tuber melanosporum*, ma non dovrebbe superare il 40/45%.

Tuber melanosporum Vittad.: presenta forma arrotondata, a volte irregolare, e si caratterizza per il colore marrone scuro/nero del peridio, che è verrucoso, e per la sua gleba nera con sfumature bianche; viene raccolto nei mesi freddi, in un periodo che generalmente va da metà novembre fino a metà marzo, e cresce principalmente su terreni calcarei ricchi di calcio, ovvero con almeno l'8% di calcare totale, con un pH ottimale compreso tra 7,8 e 8,3, ben drenati e possibilmente acclivi, roccia fessurata o forte presenza di scheletro calcareo, con una struttura grumosa o sabbiosa, ben equilibrati in termini di elementi minerali e di materia organica, ossia con un rapporto carbonio/azoto pari a circa 10, presenza di argilla inferiore al 30/35%; ha bisogno buona insolazione.

Tuber brumale Vittad: comprende due forme distinguibili per pochi caratteri morfologici relativi a peridio e gleba: *Tuber brumale* Vittad. forma brumale, o nero invernale, e *Tuber brumale* Vittad. forma moschatum (Ferry) Ceruti, chiamato moscato; cresce principalmente su terreni calcarei con livelli di calcare totale inferiori al 6/7%, con un pH ottimale compreso tra 7 e 8, anche tendenzialmente argillosi e umido, sebbene in generale le condizioni pedoclimatiche subottimali sono quelle del *T. melanosporum*.

Tuber borchii Vittadini, o bianchetto o marzuolo, ha forma globosa, peridio liscio e color ocre più o meno scuro, con gleba crema scuro a venature grossolane; ordinariamente matura durante la fine del periodo invernale tra gennaio e aprile; predilige zone pianeggianti o debolmente acclivi; è una specie molto rustica e vegeta in molti tipi di terreno, da quelli sciolti e sabbiosi delle pinete costiere e quelli più compatti ed calcareo-argillosi dei rilievi collinari; si adatta anche a suoli molto asciutti nel periodo estivo. Cresce in terreni con pH alcalino, neutro e persino sub acido.

I tartufi utilizzati sono stati forniti dall'Azienda agricola Cose di Macchia di Bugliazzini Silvia di Bassano Romano (VT), operatore locale specializzato nella produzione, raccolta, trasformazione e commercializzazione di tartufi prodotti da impianti propri e certificati per provenienza aziendale.

La realizzazione della tartufaia ha una fase propedeutica di scelta della densità di impianto in : si è

optato per un sesto tipico dell'areale corilicolo locale, ovvero 5x4 m per potere incontrare le attitudini colturali dei produttori;

In ragione della limitata durata nel tempo della presente iniziativa rispetto ai tempi prevedibili di entrata in produzione delle tartufaie realizzate, l'attività dovrà essere verificata ed integrata nei prossimi anni da parte degli operatori Orticoltura Pistoiese Vasco Michelini di Michelini Vasco & C. Società in nome collettivo agricola, AGRIA SRL e DIBAF.

4 Protocollo di micorizzazione.

La produttività tartufigola del nocciolo è un dato tecnicamente acquisito e incontrovertibile a livello internazionale.

In questa ottica, il progetto vuole trasferire ed adattare know-how, protocolli e metodologie innovative dall'ambito universitario alla filiera corilicola (ed in particolare alla fase di produzione vivaistica di piantine micorrizzate) per migliorare la produzione di materiale vivaistico certificato, affrontando e risolvendo le criticità tipiche rilevate, e per introdurre una nuova e più sicura coltivazione a doppia produzione nocciola-tartufo, al fine di consolidare la filiera vivaistica di cultivar a doppia produzione nocciola-tartufo.

Questi aspetti specifici verranno affrontati a) con specifiche azioni che introducano nel ciclo produttivo materiale genetico pregiato di origine certa, individuato e raccolto presso le aziende aderenti al progetto, b) procedendo all'elaborazione di un protocollo per la produzione su scala vivaistica di piantine certificate di nocciolo a doppia produzione nocciola-tartufo, c) realizzando quattro impianti pilota presso un'azienda di affidabilità certificata che ha dato la disponibilità all'utilizzo di una superficie di circa 1.00 ha, e c) verificando nel tempo le performance delle piantine a doppia produzione, la loro adattabilità e la capacità di mantenimento delle caratteristiche e della micorizzazione.

Con riferimento al processo produttivo, ovviamente, l'introduzione del protocollo di produzione rappresenta il principale aspetto di innovatività, con specifico riferimento alla produzione di materiale vivaistico di qualità e, conseguentemente, alle maggiori opportunità di reddito per i produttori.

In questo caso, infatti, l'innovatività del progetto non riguarda solo la metodologia di micorizzazione adottata a livello vivaistico se confrontata con quella ordinariamente utilizzata, ma anche 1) la qualità finale del prodotto ottenuto in termini di elevata velocità di accrescimento ed entrata in produzione (sia di frutta che di tartufi) delle piantine, 2) maggiore percentuale di micorizzazione e 3) maggiore persistenza e mantenimento dell'inoculo successivamente al trasferimento in campo.

Di seguito si propone il processo innovativo di produzione, i cui aspetti specifici inerenti la fase di micorizzazione della parte radicale della piantina di nocciolo si differenziano notevolmente da quelli ordinariamente effettuati in vivaio

Questi ultimi si basano fondamentalmente sul principio della miscela dell'inoculo ad un substrato subito prima della semina o del trapianto, per cui le radichette presenti attraversano l'inoculo e si trovano a diretto contatto con il micelio, e comprendono – per esemplificazione – le seguenti principali modalità:

- inoculo sporale; è il metodo in assoluto più utilizzato per la produzione massale di piantine; alcuni vivai utilizzano le piante così ottenute come "matri" per inoculare con il contatto radicale altre piante a radice nuda attraverso la convivenza (metodo di micorizzazione per piante matri) o attraverso pezzi di radice micorrizzata (metodo di micorizzazione per innesto radicale).
- infezione con micelio derivante dalla germinazione delle spore applicato alle piantine radicate, poco efficace con il tartufo; è applicata su piante propagate da seme o da vitro.

Queste metodologie, tuttavia, presentano aspetti tecnici ed interazioni ambientali che ne rallentano l'efficacia, riconducibili principalmente alla:

- durata del processo di micorrizzazione (per inoculo sporale il periodo oscilla dai quattro agli otto mesi a seconda delle specie ospite), legato anche alla scarsa germinabilità delle spore in vivaio o alla lentezza dell'infezione dovuto alla dormienza delle spore, per cui le piante prodotte per inoculo sporale abbisognano di maggiore tempo di incubazione e per entrare in produzione,
- difficoltà di reperimento delle spore, in quanto la fruttificazione fungina può essere stagionale ed aleatoria, e le spore possono essere difficili da conservare o possono avere una bassa germinabilità una volta incorporate nel terreno
- difficoltà di individuazione della quantità ottimale di micelio da applicare ad ogni piantina,
- difficoltà e costi di moltiplicazione della pianta ospite micorrizzata (max trenta nuove piante micorrizzate da ogni pianta madre in almeno due mesi, mentre l'innesto radicale consente di ottenere solo quattro-cinque piante per ogni pianta madre con complicate e costose operazioni di taleaggio),
- rischio d'infezione con parassiti nel caso dell'utilizzo di terricciati e substrati non trattati (sterilizzati) con vapore;
- uniformità genetica delle piante prodotte da pianta madre,
- difficoltà delle piantine micorrizzate ad entrare in produzione in campo, in relazione alle caratteristiche vegetazionali delle piante ospiti, alle relative velocità di accrescimento, alla vocazionalità dell'ambiente ed alle caratteristiche di suolo ed esposizione del terreno: i successi in fase di impianto sono relativamente pochi e spesso poco riproducibili, generalmente a causa della selezione delle micorrize che avviene dopo la messa a dimora delle piante nel suolo.
- verificarsi in modo anche notevole di crisi da trapianto, che ha come conseguenze l'arresto di crescita o, spesso, la morte della piantina ed in ogni caso una difficoltà di entrata in produzione sia del fruttifero che del tartufo, causato da scarsa resistenza del sistema pianta/simbionte all'espianto, alla conservazione del micelio, all'adattamento alle nuove condizioni ecologiche di pieno campo, alla competitività nei confronti dei simbionti indigeni e degli altri microrganismi del suolo.

Il processo di micorrizzazione proposto presenta carattere innovativo rispetto alle procedure ordinarie come precedentemente delineate, e risolve la maggior parte delle problematiche descritte, soprattutto per quanto attiene alla:

- minore durata del periodo di trattamento ed entrata in produzione per le due produzioni (frutta in guscio e tartufo);
- maggiore velocità di inoculo su un numero elevato di esemplari, con contestuale contenimento dei costi unitari di produzione per evidenti economie di scala;
- minore uniformità genetica e maggiore resistenza di base alle condizioni ambientali locali, in relazione alla provenienza delle piantine;

- maggiore capacità di mantenimento della micorrizzazione sia in vivaio che post trapianto in pieno campo;

In particolare, il processo proposto comprende le fasi di:

Precedentemente all'invio della domanda di finanziamento in ambito PSR:

- Realizzazione da parte di DIBAF di verifiche di fattibilità, e progettazione dell'intervento e del progetto pilota presso l'azienda appositamente individuata, in affiancamento ad un consulente esterno qualificato incaricato, con l'individuazione di soluzioni tecniche e metodologiche ottimali, messa a punto di un protocollo operativo da trasferire e rendere adottabile nella filiera produttiva, con particolare riferimento alla fase vivaistica, e con l'impostazione di pratiche agronomiche che facilitino il successivo monitoraggio e la valutazione quali-quantitativa della micorrizzazione durante e successivamente alla conclusione del progetto; questa fase è propedeutica e precedente alla predisposizione del progetto pilota ed alla richiesta di finanziamento alla Regione Lazio;

Successivamente all'invio della domanda di finanziamento in ambito PSR:

- In Vivaio, predisposizione di una serra riscaldata per la maturazione dei polloni radicati e successivamente micorrizzati (Foto 1 e Foto 2 seguenti); la serra, delle dimensioni totali di circa 50 mq, è composta da un'area da adibire a mini laboratorio di circa 8 mq e di un'area di accrescimento di circa 42 mq, è resa disponibile ed allestita appositamente ai fini del progetto da Orticoltura Pistoiese, e sarà utilizzata con il supporto tecnico di personale interno del vivaio; il capofila provvederà alla formalizzazione di specifici piani di lavoro per incaricare il proprio personale alla partecipazione al progetto, definendo ruoli, compiti e tempo da dedicarvi, ed a comunicarli alla Regione Lazio nei tempi utili alla corretta attuazione del progetto, e successivamente all'approvazione dello stesso da parte dell'Amministrazione Regionale; in Allegato la planimetria del Vivaio di Orticoltura Pistoiese con l'individuazione della serra che sarà predisposta ed utilizzata nell'intervento sia per la produzione delle piantine che come sede del mini laboratorio. La serra sarà ripartita in due zone (area "mini laboratorio" e di accrescimento) ed arredata per l'utilizzo specifico con ombreggiatori, reti antiinsetto, supporti interni, ecc.

Periodo di attuazione previsto: ottobre.



Foto 1: vista frontale della serra, in primo piano il locale che sarà destinato a mini laboratorio per la radicazione e micorrizzazione dei polloni. Da questo si accederà alla serra vera e propria, dove saranno posizionate le strutture per la radicazione delle piantine.



Foto 2: vista della serra dall'interno, è visibile il locale che sarà destinato a mini laboratorio per la radicazione e micorrizzazione dei polloni. a questo si accederà alla serra vera e propria, dove saranno posizionate le strutture per la radicazione delle piantine (in primo piano).

- Predisposizione di un minilaboratorio aziendale per la manipolazione e micorrizzazione dei polloni nel locale compreso nella serra di cui sopra, che sarà allestito da personale del DIBAF appositamente incaricato, con una dotazione minima di attrezzature necessarie alle successive operazioni di manipolazione e trattamento dei polloni di nocciolo;

Periodo di attuazione previsto: ottobre-novembre;

- Raccolta in campo di materiale genetico di qualità (presso impianti autorizzati dal Servizio Fitopatologico della Regione Lazio alla riproduzione per talea dalle c.d. “piante madri”, nel caso specifico dal Vivaio stesso), ovvero polloni annuali radicati di circa 1 cm di diametro, esenti dalle principali patologie specifiche, scegliendo accuratamente quelli che non presentano malformazioni o danni fisici evidenti e che siano ben radicati e sviluppati, adottando tecniche ed attrezzature di prelievo, manipolazione e trasporto di particolare cura per la salvaguardia dello stato sanitario e vegetativo del pollone; l'utilizzo di questi polloni riduce il tempo di produzione del materiale da proporre al mercato e da utilizzare la messa a terra e, in definitiva, per l'entrata in produzione;

Periodo di attuazione previsto: dicembre;

- Trattamento dei polloni radicati con (in successione) eliminazione delle radici presenti (in quanto la micorrizzazione non può essere fatta sull'apparato radicale esistente del pollone, ma dovrà essere fatta su nuove radici prodotte in un substrato sterile), sterilizzazione (con molecole o composti non selettivi facilmente manipolabili anche in filiera vivaistica aziendale) dei polloni deradicati che presentano residui di radici e parti comunemente non sterili, trattamento basale con radicante chimico; è l'operazione più delicata e viene effettuata nel minilaboratorio presso il vivaio da un tecnico specialista appositamente incaricato, con la supervisione di personale del Vivaio appositamente formato; posizionamento nel substrato sterile per la radicazione; è la prima fase innovativa di manipolazione delle piantine, e richiede una riconosciuta professionalità ed esperienza nell'esecuzione delle singole e successive operazioni;

Periodo di attuazione previsto: novembre-febbraio;

- In concomitanza con il completamento della radicazione: preparazione del terriccio sterile per la realizzazione dei substrati ottimali per lo sviluppo radicale; comprende tutte le fasi successive di produzione di substrati sterili e favorevoli alla radicazione e micorrizzazione, e prelude al migliore mantenimento di quest'ultima anche nelle fasi successive di trapianto e messa in campo; tutti i materiali e substrati saranno sterilizzati con vapore; il pollone deve essere posto a completare la radicazione in ambiente protetto, asettico ad umidità e temperatura controllate, su substrato sterile e in vasi forestali, ordinariamente 9X9X13; micorrizzazione per sintesi miceliare con circa 1,0 gr di micorriza di qualsiasi specie di *Tuber* per ciascuna piantina di nocciolo (circa la metà di quanto ne viene utilizzato ordinariamente) e MHB Mycorrhizal Helper Bacteria in funzione di co-inoculant, secondo le modalità e con i materiali messi a punto da DIBAF; anche in questo caso è richiesta una riconosciuta professionalità ed esperienza nell'esecuzione delle singole e successive operazioni di invasettamento;

- Periodo di attuazione previsto: marzo-aprile;

- Conservazione delle piante in vaso in ambiente protetto e separato da altre coltivazioni per la maturazione dei polloni radicati e micorrizzati; in questo modo si accelera ulteriormente lo sviluppo vegetativo e si consolida il radicamento e la micorrizzazione delle piantine, verificando l'eventuale insorgere di problematiche inerenti gli aspetti fitopatologici o vegetativi di singoli esemplari;

Periodo di attuazione previsto: aprile-giugno;

- Predisposizione di un tunnel per la maturazione dei polloni radicati e micorrizzati; in questo modo si accelera ulteriormente lo sviluppo vegetativo e si consolida il radicamento e la micorrizzazione delle piantine, che presentano quindi le caratteristiche ottimali per la distribuzione ed il trapianto in pieno campo già nell'autunno del primo anno di attività;

Periodo di attuazione previsto: giugno-ottobre;

- Analisi qualitative per la verifica dello stato e qualità di micorrizzazione delle piantine da vivaio attraverso metodi diagnostici morfologici e molecolari, finalizzate al collaudo e alla messa a punto del processo innovativo, da svolgersi presso UNITUS-DIBAF in qualità di soggetto autorizzato e come richiesto dalla metodologia prevista dal Regolamento della Regione Umbria del 16 luglio 2007, n°8-art.2 (e successive modifiche), ed effettuate in laboratorio interno; DIBAF, rileverà i dati raccolti procedendo all'analisi bio-morfologica e molecolare di almeno il 5% delle piantine prelevate in tunnel, che consentiranno di valutare il comportamento delle piante micorrizzate nella prima fase di sviluppo e accrescimento in ambiente protetto, precedentemente al trapianto in pieno campo;

Periodo di attuazione: novembre-dicembre;

- Rilascio della certificazione delle piantine prodotte in ottemperanza alle disposizioni normative come da Regolamento della Regione Umbria: DIBAF provvederà alla certificazione del materiale prodotto ed al rilascio della dichiarazione di conformità;

Periodo di attuazione previsto: dicembre-gennaio.

Nel caso specifico del progetto INNONUTS e della realizzazione di impianti pilota per le quattro specie di *Tuber*, si prevede lo svolgimento di analisi in tre ripetizioni a intervalli bimestrali sul 10% delle piante prodotte (totale almeno 10 piantine per ciascuno dei quattro gruppi da 100 piantine ciascuno), con analisi degli apparati radicali per verificare l'entità e qualità della micorrizzazione utilizzando tecniche standard, comunemente adottate in laboratorio da DIBAF;

Le analisi previste in questa fase, sono:

- Diagnosi biologica su campioni vegetali;
- Diagnosi biologica su campioni di suolo;
- Diagnosi molecolare da campioni vegetali;
- Identificazione molecolare di funghi e batteri;
- Valutazione bio-morfologica di micorrizzazione;
- Valutazione molecolare di micorrizzazione.

Periodo di attuazione: dal trapianto in pieno campo a seguire;

La predisposizione dell'impianto pilota è stata effettuata nel corso di marzo/aprile del 2025 su superfici messe a disposizione da una azienda affidabile, e prevede la realizzazione di un impianto con sesto 5X4 m di circa 20 ha per il collaudo dell'innovazione con verifica di rispondenza delle piante micorrizzate all'ambiente di pieno campo; da realizzarsi presso una superficie di circa 08,00 ha confinata per buona parte del perimetro in un'area delimitata da siepi spontanee, su un impianto di forma irregolare destinato alle necessarie verifiche di rispondenza in campo, riconducibili alla fase di adozione del nuovo processo produttivo.

Tale estensione è ritenuta ottimale dal supervisore tecnico scientifico di progetto DIBAF in quanto consente di ridurre l'incidenza di alcuni fattori ambientali sulla adattabilità al pieno campo e conservazione della micorrizzazione, piuttosto che allo sviluppo vegetativo delle piantine che invece sono stati rilevati su minori estensioni, quali gli effetti bordo o oasi (per i principali patogeni, in particolare insetti); inoltre, la presenza di un rilevante numero di piante facilita le operazioni di prelievo non distruttivo di parti radicali di esemplari per la verifica dello stato della radicazione e della presenza della micorrizzazione (analisi effettuate con due ripetizioni da DIBAF su almeno il 10% del totale – 40 piante), senza ridurre le caratteristiche agronomiche dell'impianto stesso; i parametri valutati in questa fase saranno:

- fenologia (nell'arco dei 12 mesi),
- vigore e sviluppo delle piante (presi a cadenze settimanali durante la stagione vegetativa);
- mantenimento della qualità e quantità di micorrizzazione (con analisi di campioni di terreno e vegetali);
- formazione del pianello (area bruciata alla base della pianta indice di avvenuta micorrizzazione);
- stato fitosanitario generale delle piante (segni e sintomi delle principali avversità che colpiscono il nocciolo);

Periodo di attuazione previsto: a partire dalla data di impianto a novembre dell'anno 1 a tutta la seconda stagione di produzione;

Con specifico riferimento a questo impianto pilota, nella consapevolezza che nell'arco di tempo della durata di INNONUTS non sarà probabilmente possibile verificare l'efficacia dell'impianto pilota realizzato, per ovii motivi legati ai tempi di accrescimento ed entrata in produzione del nocciuolo e dell'avvio della produttività della tartufaia, che in genere richiedono entrambi almeno 5/6 anni per divenire pienamente produttivi, a seguire nelle prossime stagioni agrarie si prevede di procedere a:

- Reiterazione delle fasi di manipolazione dei polloni radicati per la produzione di piantine micorrizzate con le specie *Tuber melanosporum* Vittad., *Tuber brumale* Vittad, *Tuber borchii* Vittad., *Tuber aestivum* Vittad pronte per il trapianto in pieno campo, con le modalità sopra descritte;
- Analisi qualitative per la verifica dello stato di conservazione della micorrizzazione delle piantine in campo, con prelievi a campione nell'impianto realizzato, da svolgersi presso DIBAF, effettuata in laboratorio da personale incaricato e dal supervisore tecnico-scientifico, con le modalità sopra descritte;
- Divulgazione dei risultati; verrà garantita dal DIBAF e da AGRIA srl, attraverso alla organizzazione di seminari e visite dimostrative presso il vivaio e l'impianto realizzato per il collaudo dell'innovazione, privilegiando in modo non esclusivo gli operatori specialisti del settore.



Foto 1 - polloni radicati pronti alla prima lavorazione



Foto 2 - talee poste in radicazione su materiale sterile



Foto 3 - talee radicate in materiale sterile



Foto 4 - fase di invasamento in soil-less



Foto 5 – inoculo con miscela sporale



Foto 6 - fase di accrescimento in serra



Foto 7 – pianta in fase di accrescimento in serra



Foto 8 – stato della radicazione in serra a fine ciclo



Foto 9 – analisi visuale di laboratorio ante-certificazione per la verifica dello stato della micorrizzazione



Foto 10 – micorrize su peli radicali



Foto 11 – micorrize su peli radicali

5 Organizzazione e gestione delle attività

Le attività sopra descritte si fondano su specifiche iniziative indirizzate prioritariamente allo sviluppo della cooperazione tra i segmenti della filiera che hanno portato alla costituzione del GO ed alla progettazione integrata in quanto espressione della volontà dei partecipanti a cooperare nella realizzazione del progetto.

Il GO associa il Dipartimento per l'Innovazione nei sistemi Biologici, Agroalimentari e Forestali (DIBAF) dell'Università degli Studi della Tuscia, oltre ad un gruppo di Aziende Agricole a vocazione corilicola e castanicola oltre alla Cooperativa Produttori Nocciole Monti Cimini che ha aderito al progetto.

Orticoltura Pistoiese ha ospitato tutte le attività di selezione, manipolazione e cura dei polloni radicati e micorrizzati in collaborazione con AGRIA srl, che ha messo a disposizione la propria expertise.

In linea generale il capofila si è occupato della attuazione del progetto pilota per quanto attiene agli aspetti tecnici, organizzativi e logistici, al coordinamento generale, e delle attività inerenti l'attuazione di sperimentazione e collaudo dei processi; la sede operativa dei vivai ha ospitato tutte le fasi di sperimentazione e messa a punto del processo innovativo di micorrizzazione e produzione dei polloni radicati, contribuendo alla piena definizione dei protocolli per la produzione delle piante a doppia produzione, ed ha fornito, in collaborazione con AGRIA srl, le piante a doppia produzione per le prove di campo, mettendo a disposizione serre riscaldate e tunnel per la produzione del materiale vivaistico e personale per le attività previste.

DIBAF si è inoltre attivata per la predisposizione tecnico scientifica del progetto relativamente agli aspetti di innovazione e per il trasferimento di know-how, mettendo a disposizione personale per la supervisione scientifica in tutte le fasi di attuazione del progetto pilota per lo sviluppo di un protocollo di propagazione e micorrizzazione di piante per la doppia produzione.

DIBAF, inoltre, si è occupata dell'aspetto di diffusione e divulgazione dei risultati e ai rapporti di comunicazione del progetto pilota tramite il proprio sito istituzionale, oltre che all'organizzazione di uno workshop conclusivo tenutosi all'interno della manifestazione in data 17/05/2026 a Fabbrica di Roma, in occasione della prima edizione dell'”Amerina BioFest” organizzata dal Biodistretto della Via Amerina e delle Forre.

6 Linee guida o buone pratiche agricole per la realizzazione della tartufaia di nocciolo.

All'interno del progetto ed ai fini della migliore realizzazione dell'impianto pilota, oltre che per facilitare la diffusione di informazioni circa le corrette modalità di realizzazione di un nocciolo micorrizzato da parte delle aziende agricole, una delle attività svolte è stata la stesura di specifiche (seppure non esaustive) considerazioni tecniche e linee guida per l'impianto.

Della stesura della linea guida si è occupato direttamente AGRIA srl in collaborazione con il Vivaio Orticoltura Pistoiese e con il supporto tecnico di DIBAF.

Si allega di seguito il documento predisposto.

CONSIDERAZIONI TECNICHE E LINEE GUIDA PER LA REALIZZAZIONE DI UN NOCCIOLETO MICORRIZZATO CON TUBER AESTIVUM.

TECNICA PRODUTTIVA E PROTOCOLLO DI MICORRIZZAZIONE.

Il Vivaio Michelini (Orticoltura Pistoiese Vasco Michelini snca, in collaborazione con AGRIA srl, ha avviato nel 2016 un Progetto Pilota finanziato dalla Regione Lazio in ambito Piano di Sviluppo Rurale indirizzato alla produzione di piante di nocciolo di varietà pregiate particolarmente diffuse nell'areale corilicolo della Provincia di Viterbo (*Tonda Gentile Romana*, *Tonda di Giffoni*, *Nocchione*), micorrizzate con tartufi neri, quali *Tuber aestivum* (tartufo estivo, scorzone), *Tuber melanosporum* (tartufo nero pregiato), *Tuber Brumale Vitt.* (brumale) e *Tuber Brumale Vitt. var. Moschatum de Ferry* (moscato).

In particolare è stato individuato un protocollo innovativo di micorrizzazione di piante prodotte da pollone che esclude l'utilizzo di piante da seme, al fine di ottenere sempre noccioli di varietà certificabile e di produttività certa per quanto riguarda la qualità organolettica del frutto, da commercializzarsi attraverso gli ordinari canali di vendita.

I vantaggi del nuovo protocollo non riguardano peraltro solo la metodologia di micorrizzazione adottata a livello vivaistico se confrontata con quella ordinariamente utilizzata e di ridotta efficacia (inoculo sporale, infezione con micelio), ma anche la qualità finale del prodotto ottenuto in termini di elevata velocità di accrescimento ed entrata in produzione (sia di frutta che di tartufi) delle piantine, la maggiore percentuale di micorrizzazione e la maggiore persistenza e mantenimento dell'inoculo successivamente al trasferimento in campo.

Obiettivo principale del progetto era infatti la valorizzazione della corilicoltura a doppia produzione frutta in guscio e tartufo, che peraltro, presenta notevoli ed evidenti vantaggi per l'ambiente in quanto richiede una gestione agronomica di tipo Biologico, in un areale dove la tecnica agronomica adottata ha causato un notevole depauperamento delle caratteristiche fisico chimiche del suolo.

In tale senso, a partire da esperienze pregresse e dai dati disponibili per quanto attiene alla formazione del reddito aziendale mediamente ritraibile da questo tipo di coltura, si può stabilire che, rispetto alla coltivazione del solo nocciolo da frutto e con l'adozione della doppia produzione, i principali risultati economici attesi sono riconducibili ad una notevole integrazione del reddito, in ragione dell'apporto della produzione tartufigena.

Da prove effettuate, peraltro, risulta che tale procedura di micorrizzazione è applicabile anche a *Tuber Borchii Vittadini* (bianchetto) e *Tuber magnatum pico* (bianco pregiato).

LA COLTIVAZIONE.

Dal punto di vista tecnico la coltivazione del nocciolo a doppia produzione non necessita di particolari cure colturali o tecniche agronomiche (potatura, irrigazione) o di impianto rispetto alla coltivazione ordinaria, e non differisce per epoche di raccolta del prodotto frutta in guscio, mentre quella del tartufo ne è assolutamente separata seppure contigua (nocciola da metà Agosto; *Tuber aestivum* da Maggio a fine Luglio; *Tuber melanosporum* da Dicembre a metà Marzo; *Tuber Brumale* Vitt. da Novembre a Marzo; *Tuber Borchii* Vittadini da Febbraio a Aprile).

La realizzazione degli impianti e la coltivazione può essere effettuata in tutti gli ambienti ordinariamente vocati per la coltura in termini di giacitura, esposizione, quota altimetrica.

Dal punto di vista della gestione agronomica, ovviamente sugli impianti realizzati dovranno essere evitati tutti quei trattamenti fitosanitari che possono incidere sulla persistenza delle micorrize (*ectomicorrize*) sulle radici, quali fungicidi ed erbicidi, e per quanto possibile insetticidi di qualsiasi categoria e classe o persistenza, compresi rameici e zolfo.

Parimenti, dovranno essere evitati tutti gli interventi di fertilizzazione del suolo con prodotti di sintesi compresi i prodotti a base di pollina e le letamazioni, in quanto tali presidi possono causare la bruciatura del micelio ovvero introdurre nuove tipologie di micelio indesiderato che ordinariamente riesce a sostituire quello dei *Tuber*.

Le lavorazioni superficiali annuali del terreno dovrebbero essere evitate almeno nell'intorno della pianta laddove si formerà il cosiddetto "pianello", ovvero dove maggiore è la presenza di radici e capillizi superficiali infettati da *Tuber* e che saranno sede dello sviluppo del tartufo, distinguibile per la ridotta presenza di erbacee spontanee. La presenza di un cotico erboso spontaneo, da tenersi sotto controllo con trinciature superficiali e sarchiature, risulta utile sia per evitare fenomeni di compattazione del terreno, che ruscellamenti ed erosione superficiale, oltre ad assicurare un tenore di sostanza organica ottimale nel suolo.

La riduzione delle lavorazioni superficiali annuali del terreno in prossimità delle piante dovrebbe essere avviata già nelle prime 1, 2 stagioni dall'impianto, incrementando di anno in anno le superfici non lavorate coerentemente con l'espansione dell'apparato radicale.

In fase di pre-impianto in terreni vocati è utile una scarificazione profonda del terreno ad incrocio (40/60 cm a seconda della tipologia di suolo, presenza di scheletro o argilla, ecc.), senza produzione di zolle e rimescolamento degli strati, seguito da discature superficiali (20/25 cm) e non da arature; nel caso di terreni subottimali, laddove sia necessario intervenire per modificare le caratteristiche del suolo (presenza di carbonati, pH, ecc.), si può intervenire sempre con scarificature profonde, ma anche ripetute discature superficiali per favorire la miscelazione del suolo con il materiale apportato (carbonato di calcio, ecc.).

Nelle stagioni successive è opportuno effettuare comunque scarificature profonde (almeno fino a 20 cm) negli interfila per favorire l'aerazione e il drenaggio del suolo.

Per quanto riguarda l'irrigazione, questa dovrebbe essere, a regime, almeno di soccorso a seguito di periodi siccitosi, ma in ogni caso deve essere correlata al tipo di suolo, ovvero alle caratteristiche di profondità, struttura e contenuto in argilla.

Almeno nei primi due anni dall'impianto, è consigliabile adottare microirrigatori sprinkler a basso volume con aspersione localizzata per una superficie di circa 1,0 m di diametro, irrigando solo l'area di sviluppo radicale della coltura e tralasciando gli spazi tra le file.

Ovviamente in questa area risulta necessaria il taglio manuale delle infestanti. In alternativa potrebbe essere utile adottare una pellicola pacciamante che copra una superficie di almeno 40 cm di diametro.

In caso di presenza di roditori e altri piccoli animali che potrebbero brucare le piante, nonché per evitare danni in fase di taglio delle infestanti, si consiglia l'adozione di shelter in policarbonato per proteggere i giovani alberi, di altezza almeno 60/80 cm e diametro 60/80 mm, da mantenere in posizione per una o due stagioni in relazione allo sviluppo vegetativo della pianta.

I sestri di impianto adottabili sono quelli ordinariamente presenti nell'areale di riferimento, che tengono conto delle necessità di meccanizzazione di alcune operazioni colturali. Ordinariamente si adottano sestri di impianto 5x5 m, oppure 5x4 m.

A cadenza annuale dall'impianto e bi/triennale dopo i primi tre anni dall'impianto è peraltro necessario procedere ad una verifica della persistenza della micorrizzazione sulle radici per verificare l'insorgere di micosi competitive con il tartufo ed indesiderate, e verificare la correttezza delle eventuali azioni correttive attuate, ed eventualmente intervenire con pratiche di rimicorrizzazione.

TIPOLOGIE DI TERRENO.

Come risulta dalla bibliografia e da prove effettuate in campo, si possono determinare le principali caratteristiche che un suolo deve avere per essere giudicato idoneo alla coltivazione dei noccioli micorrizzati in base alle necessità di *T. aestivum* o *T. melanosporum*.

Tali caratteristiche possono essere rilevate in campo e confermate in laboratorio, e riguardano prioritariamente:

- la presenza di roccia madre o comunque di matrice calcarea e carbonati (CaCO₂) totali ed attivi, correlati al Ph (misurato in soluzione acquosa) che per questo tipo di tartufi dovrebbe

essere da neutro a subalcalino ($>7,0$) per il *T. aestivum* e almeno subalcalino ($>7,5$) per il *T. melanosporum*,

- la profondità del suolo in relazione alla facilità di espansione delle radici e dell'infiltrazione di acqua,
- la struttura del suolo, che deve essere sufficientemente soffice e drenante da evitare compattamenti e asfissie, quindi ricco di scheletro (anche breccia per il *T. melanosporum*) e di sostanza organica o humus (almeno 1,5-3,0%), e con riferimento alla struttura c.d. poliedrica, ovvero sufficientemente grossolana (con grumi compresi tra i 5 e i 20 mm),
- presenza di microelementi, tra i quali particolare importanza ha il Manganese solubile in quanto inversamente proporzionale all'Ossigeno disponibile e quindi alla tendenza del suolo ad essere più o meno asfittico (la disponibilità per la pianta aumenta in terreni asfittici e diminuisce in terreni ben drenati e areati, richiede eventuali integrazioni fogliari),
- livelli di Capacità di Scambio Cationico che assicurino la stabilità nutrizionale necessaria sia per l'albero simbiote che per il micelio del tartufo.

In caso di disponibilità di terreni subottimali per la realizzazione di impianti di nocciolo micorrizzato, si può ricorrere ad accorgimenti per la modifica delle caratteristiche chimico fisiche del suolo, quali:

- nel caso di terreni a tessitura non idonea: apporto di rocce calcaree sotto forma di frammenti calcarei ovvero carbonato di calcio (CaCO_2) di cave nelle setacciature più fini (ad es. 0,5 cm o brecciolino calcareo di diametro poco superiore), evitando ovviamente i travertini (che contengono zolfo),
- nel caso di terreni a pH non idoneo: apporto di calce in polvere o carbonati a setacciatura inferiore a 0,5 cm o brecciolini; in caso della calcitazione con calce in polvere si ricorda che l'effetto è solo temporaneo, e che il pH del suolo tende a tornare in tempi stretti (ordine di mesi a seconda del tipo di suolo, del contenuto in sostanza organica e di altri macro-microelementi, del dilavamento, ecc.), e che quindi risultano necessarie analisi cadenzate per verificare l'andamento del pH; ovviamente, le dosi ottimali di calce da utilizzare devono essere consigliate dal tecnico che effettua l'analisi del suolo sulla base della composizione chimico-fisica; in ogni caso, per creare un effetto volano delle calcitazioni è bene procedere anche al contestuale apporto di frazioni di carbonato di calcio in brecciolini, che in presenza di acqua hanno un effetto sul pH più stabile nel tempo;
- lavorazioni superficiali per migliorare la struttura in caso di terreni compatti, accompagnate da apporti di rocce calcaree sotto forma di brecciolino calcareo.

È necessario sottolineare come, per ogni singolo appezzamento investito dall'impianto tartufigeno, ogni intervento sul terreno deve essere programmato a seguito di verifiche e rilievi di campo da parte di un esperto in tartuficoltura, e delle analisi di laboratorio che determinano con precisione lo stato attuale del suolo nello strato interessato dall'apparato radicale della coltura e quindi dalle micorrize.

<https://www.unitus.it/dipartimenti/dibaf>

<http://www.agriasrl.com/>

<https://www.vivaimichelini.it/>

Realizzato nell'ambito del progetto INNONUTS - *“Filiera frutta in guscio. innovazione di processo e prodotto nella gestione della filiera corilicola e castanicola nelle fasi lavorazione di pre e post raccolta”*, finanziato nell'ambito della Misura 16, operazione 16.2- *Sostegno a progetti pilota e allo sviluppo di nuovi prodotti, pratiche, processi e tecnologie*, Programma di Sviluppo Rurale 2014 - 2020 della Regione Lazio.

Responsabile del progetto Dipartimento per la Innovazione nei sistemi Biologici, Agroalimentari e Forestali (DIBAF) Università degli Studi della Tuscia di Viterbo.