

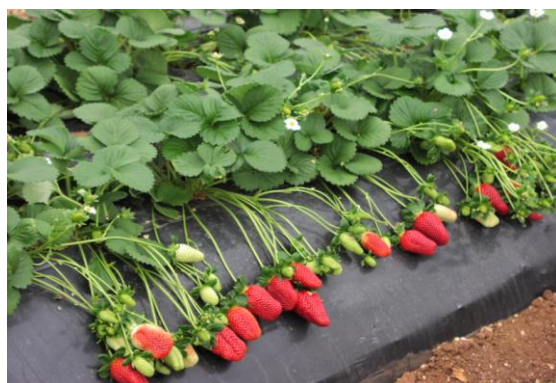


AOSTA srl - MED srl



ARSAC

GLI INOCULI DI FUNGHI MICORRIZICI E LA LORO IMPORTANZA PER UNA AGRICOLTURA SOSTENIBILE



A cura di:

Dott. Rosario De Leo - Divulgatore ARSAC
Azienda Regionale per lo Sviluppo dell'Agricoltura Calabrese

A R S A C
AZIENDA REGIONALE PER LO SVILUPPO DELL'AGRICOLTURA CALABRESE
CENTRO DI SVILUPPO AGRICOLO N. 17
Centro di Divulgazione Agricola Gioia Tauro (RC)

Opuscolo divulgativo curato da:

Dott. Rosario De Leo

Contributo Organizzativo

C.C.S. MED - Dott. Francesco Antonio Iannizzi

Foto di:

C.C.S. AOSTA/C.C.S. MED - Dott. Rosario De Leo

Un particolare Ringraziamento è rivolto alla D.ssa **Laura Critelli**, Dott. **Raffaele Battaglia**, Dott. **Giovanni Caprio** e al Direttore di Agronotizie **Ivano Valmori** per la loro collaborazione .



Per informazioni e bibliografia contattare ARSAC Centro Divulgazione Agricola N. 17 C.da Bettina Gioia Tauro (RC)

Impaginazione e computer grafica

Dott. Rosario De Leo

Stampato nel mese di novembre 2013 dalla **Red Print** di Riccardo Polimeni - Gioia Tauro (RC)

Sommario generale

Presentazione Dott. Bruno Maiolo

Premessa Dott. Rosario De Leo

Introduzione Dott. Francesco Antonio Iannizzi - Dott. Giusto Giovannetti

Consorzi microbiologici della rizosfera

1. Breve descrizione sulle micorrize
2. Come si suddividono le micorrize
3. Effetti delle micorrize
4. Relazioni delle micorrize con altri microrganismi utili del suolo
5. Come e quando effettuare la micorrize
6. Periodo di applicazione della micorrizazione
7. Fattori che influenzano la micorrizazione
8. La micorrizazione in vivaio
9. Incidenza dell'inoculo micorrizico sul costo di produzione
10. Direttiva 128/2009/CE e decreto legislativo n. 150 del 14 agosto 2012

Glossario

Presentazione

L'ARSAC “*Azienda Regionale per lo Sviluppo dell'Agricoltura Calabrese*”, ente strumentale della Regione Calabria, in coerenza con i propri obiettivi istituzionali, opera per l'ammodernamento e lo sviluppo del sistema produttivo agricolo ed agroindustriale calabrese al fine di superare quelle che sono le criticità dei vari comparti produttivi.

Il principio è quello che la valorizzazione e l'avanzamento di un comparto produttivo come l'agricoltura, deve passare attraverso una serie di attività di divulgazione ed informazione mirata, tale da poter assicurare ai vari operatori che operano nel mondo dell'agricoltura tutte quelle notizie tecniche da utilizzare nella gestione aziendale e nella programmazione complessiva di un'agricoltura sostenibile.

Uno degli obiettivi prioritari dell'ARSAC, attraverso i propri strumenti di informazione, grazie all'impegno professionale di tecnici ed esperti che operano organicamente nel contesto della Divulgazione Agricola, è quello di costituire una rete organica di servizi reali per lo sviluppo di un settore che è strategico per la nostra Regione.

L'agricoltura calabrese e quella del Mezzogiorno in generale dovranno, nel medio termine, riconquistare il primato nella sfera degli interessi politici istituzionali, ritornare ad essere l'attività strategica e rappresentare la carta vincente per la società di domani.

Con la presente pubblicazione l'ARSAC prosegue la sua opera di divulgazione, al fine di favorire uno sviluppo durevole e sostenibile del sistema agricolo ed agroindustriale da un lato e dei territori rurali dall'altro, anche nella consapevolezza che il rispetto e la salvaguardia dell'ambiente naturale e della risorsa del suolo diventano fondamentali affinché l'agricoltura espliciti, compiutamente, quel ruolo multifunzionale al quale gli orientamenti della nuova P.A.C. assegnano un'importanza primaria. L'ambiente ed il suolo, infatti, non vanno considerati come risorse inesauribili da sfruttare, ma per come detto elementi fondamentali per lo sviluppo complessivo del sistema agricolo per cui tutti gli operatori agricoli devono sentirsi responsabili circa la corretta gestione di quelle che sono le risorse naturali.

Dott. Bruno Maiolo

Dirigente del Settore Divulgazione ARSAC

Premessa

Il rapporto pianta/suolo aumenta di complessità in tempi recenti, in parallelo alla specializzazione produttiva e alla intensificazione dei mezzi colturali che caratterizzano l'agricoltura attuale.

Il terreno agrario è uno degli ecosistemi più complessi che ha subito un cambiamento globale con l'avvento dell'agricoltura moderna. Questa, se da un lato aumenta le produzioni, da un altro pone una pressione di tipo nuovo sulle risorse ed interferisce con gli equilibri del sistema, riducendo l'autonomia del processo produttivo e, purtroppo, anche la sua sostenibilità. Tra le conseguenze più gravi, va considerato l'incremento del disordine biologico, che si concretizza in un'espansione anomala di organismi patogeni e parassiti con un contemporaneo impoverimento dell'humus nei suoli. Ciò provoca, tra l'altro, una recrudescenza dei problemi connessi con patologie e anomalie che si ritenevano superate o facilmente controllabili e che il cattivo uso delle tecniche di coltivazione ha, invece, amplificato.

Ne deriva un declino della coltivabilità dei suoli che, nei casi più gravi, raggiunge livelli di evidente inospitalità, che richiede cure progressivamente più intense per mantenere costante una produttività sempre meno autonoma.

E' questo il contesto in cui si manifesta anche la stanchezza del terreno, un aspetto singolo del più generale problema del declino dei suoli e che, apparentemente sotto controllo alcune generazioni fa, è oggi causa di danni considerevoli e d'aumento dei costi produttivi.

Recuperare la parte microbiologica di un suolo, significa recuperare la funzionalità di un sistema che permette un'agricoltura più facile, più sana, limitando l'uso di sostanze chimiche e ottenendo prodotti migliori dal punto di vista salutistico.

L'epigenetica negli anni ha fatto dei passi da gigante, oggi siamo in grado di distinguere un batterio dall'altro, riconoscere i microrganismi che ieri erano sconosciuti. Stiamo assistendo ad un'agricoltura internazionale in cui la tendenza è quella di coltivare fuori suolo.

Le colture senza suolo, nate per studi sulla fisiologia vegetale, consistono nell'allevare le piante non nel terreno agrario ma in un mezzo artificiale. Questa tecnica viene usata per produrre pomodori, cetrioli, meloni, peperoni, melanzane, lattuga e fragole, è semplice ma comporta alcune difficoltà sia economiche che tecniche poiché richiede una maggiore specializzazione dell'agricoltore.

Le componenti della coltivazione senza suolo sono tre: il substrato, la soluzione nutritiva e l'impianto di distribuzione. Il substrato può essere artificiale o naturale e, di solito, è formato da sabbia, ghiaia, scorze di pino, argilla e lana di roccia. La soluzione nutritiva è molto importante per questa tecnica poiché richiede la ricerca accurata degli elementi nutritivi da somministrare alle colture. L'impianto di distribuzione è composto da grandi vasche impermeabilizzate riempite di soluzione nutritiva che attraverso delle tubazioni collegate a una pompa viene fornita alla coltura.

La coltivazione degli ortaggi oggi, secondo questa avanzata tecnologia, non avviene più nel terreno ma su un substrato inerte per evitare il contatto radici/suolo che è diventato inospitale a causa del fenomeno della "stanchezza". Grazie allo sviluppo della tecnologia e degli studi scientifici il sistema colturale del fuori suolo nella serra si va sempre più affermando nelle aree della sericoltura mediterranea e nei paesi europei (Francia, Belgio, Olanda e Nord Europa).

Il concetto di conservare la fertilità dei nostri terreni è fondamentale; ne consegue il recupero della biodiversità e l'ottenimento della qualità del prodotto insita in quella che è la storia del territorio. Quello che ci distingue dagli altri paesi non è la lana di roccia ma sono i nostri terreni, i nostri territori, storie diverse della nostra microbiologia.

A prescindere da scelte imprenditoriali, è doverosa una migliore comprensione degli ecosistemi e definire gli equilibri del suolo per impostare la programmazione di un'agricoltura sostenibile, attraverso lo sviluppo di nuove tecniche basate sull'incremento della microflora utile. Tutto questo contribuirà a custodire maggiormente l'ambiente, scegliere di produrre un prodotto più sano, tutelare la salute e migliorare la vita.

L'uso delle biotecnologie, con l'utilizzo dei microrganismi simbiotici e in particolare dei funghi micorrizici, costituisce un ottimo strumento allo scopo di recuperare una sanità del sistema pianta-suolo con il conseguimento di risultati sia qualitativi che quantitativi. Questi funghi benefici instaurano un rapporto simbiotico con le radici delle piante aiutandole ad assorbire elementi nutritivi e acqua dal suolo e ricevendo in cambio materie organiche (zuccheri, proteine, vitamine). Dove si sviluppano micorrize le piante sono più sane, vigorose e meno soggette a stress ambientali.

La normativa per l'uso sostenibile degli agrofarmaci (direttiva 128/2009 recepita con il Decreto Legislativo 14 agosto 2012, n° 150) renderà molto più cosciente l'utilizzo degli stessi, comporterà una maggiore consapevolezza delle regole per la tutela ambientale (in particolare delle acque).

Il volume realizzato offre la possibilità di ottenere una serie di informazioni utili a far conoscere gli effetti benefici attraverso l'instaurazione di un rapporto di simbiosi funghi-microrganismi con le radici delle piante.

Dott. Rosario De Leo

Divulgatore Agricolo ARSAC

Introduzione

MICOSAT F è il risultato di una ricerca ventennale che utilizza al meglio il consorzio di micorrize, batteri e funghi presenti normalmente in suolo biologicamente equilibrato.

L'Inoculo di funghi micorrizici Micosat F è costituito da un terreno con radici micorrizzate, spore e miceli di funghi endomicorrizici del genere *Glomus*, cellule vive selezionate da ceppi di batteri (*Pseudomonas* sp., *Bacillus* sp.) e funghi saprofiti (*Trichoderma* sp.).

Micosat F contiene micorrize, ossia associazioni simbiotiche che si instaurano tra radici di molte piante coltivate e funghi del sottosuolo. Si tratta di rapporti di simbiosi che comportano reciproci vantaggi per gli organismi coinvolti. I funghi sono in grado di metabolizzare gli elementi minerali presenti nel suolo anche se fissati al potere assorbente del terreno. La pianta fornisce ai funghi simbiotici gli zuccheri prodotti per fotosintesi.

I batteri e funghi saprofiti presenti in un suolo biologicamente equilibrato svolgono un importante ruolo nel potenziare le difese delle piante e nel migliorare la filiera assimilativa.

Vantaggi:

- ✓ Aumento dell'estensione dell'apparato radicale anche di centinaia di volte con notevole aumento delle sue potenzialità assorbenti.
- ✓ Superamento della crisi di trapianto.
- ✓ Aumento della resistenza alle malattie fungine.
- ✓ Migliore assorbimento di macroelementi (N, P, K) e microelementi presenti nel terreno.
- ✓ Riduzione degli stress dovuti a carenza idrica, squilibri termici e crisi di trapianto.
- ✓ Riduzione del problema legato ai residui chimici negli alimenti (per es. nitrati negli ortaggi a foglia) e nell'ambiente.
- ✓ Riduzione della emivita delle molecole complesse presenti nel suolo.
- ✓ Riduzione dell'impatto ambientale.
- ✓ Aumento di antiossidanti.

Dott. Giusto Giovannetti

Dott. Francesco Antonio Iannizzi

1. Breve descrizione delle micorrize

Le **micorrize** (dal greco: *Mikos* = fungo e *Rhiza* = radice) sono associazioni simbiotiche tra funghi del terreno e radici non lignificate delle piante. Brevemente, la pianta ospite cede al fungo materie organiche (zuccheri, proteine, vitamine), ricevendo in cambio maggiori assorbimenti di elementi nutritivi. Dove si sviluppano micorrize le piante sono più sane, vigorose e meno soggette agli stress ambientali.

Diverse ricerche hanno dimostrato che **più del 90% degli alberi in un bosco sono micorrizzati**. Se si considerano invece gli alberi in città, tale percentuale scende al di sotto del 20%. Anche questo dato spiega la scarsa vitalità degli alberi in ambiente urbano.

2. Come si suddividono le micorrize

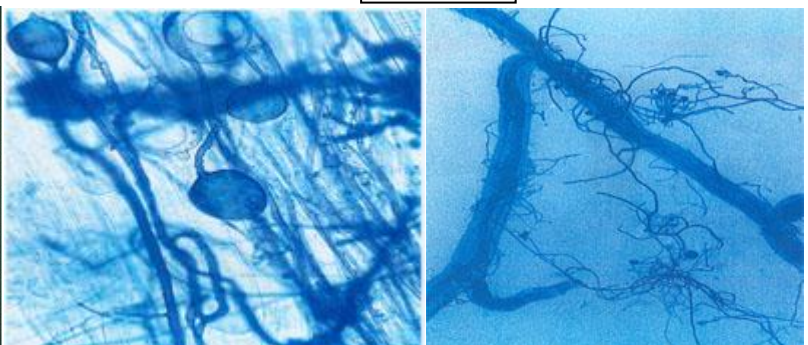
- **Ectomicorrize** . Sono così definite perché non penetrano all'interno dei tessuti ma formano uno spesso strato di micelio (**mantello**) attorno alle radici . Sono numerose le specie di ectomicorrize conosciute. Come forma di sopravvivenza e diffusione producono spore, le quali sono trasportate dal vento, animali o dall'azione dell'uomo. Lo scambio di materiale nutritivo tra fungo e pianta avviene a livello di alcune ife che si spingono tra le cellule della radice (senza penetrarvi dentro) e formano una specie di reticolo detto "reticolo di Hartig". La radice micorrizzata assume un aspetto rigonfio, simile ad una clava, evidente anche ad occhio nudo nella quale è possibile osservare un mantello fungino esterno che ricopre gli apici radicali (*Vedi foto N. 1*). I **tartufi** sono l'espressione più conosciuta di questa simbiosi micorrizica.

- **Endomicorrize (Micorrize vescicolo-arbuscolari o VAM)**. A differenza delle prime, non formano un mantello fungino esterno e si approfondiscono con strutture ramificate nella parete cellulare dell'ospite, senza mai romperla. Il loro *meccanismo d'azione* è quello di insediarsi sulla parte corticale della radice penetrandone le cellule e riempiendone gli spazi intercellulari senza però invadere mai il cilindro centrale. La presenza delle micorrize non è infatti rilevabile ad occhio nudo. Soltanto al microscopio, sezionando la radice, si evidenzia la presenza del fungo perché all'interno delle cellule radicali dà origine a strutture ovoidali dette **vescicole** e delle strutture ramificate dette **arbuscoli** (*Vedi foto N.2*). Negli arbuscoli avvengono gli scambi nutrizionali: il fungo assorbe gli elementi nutritivi dal terreno , in particolare il fosforo, il potassio ed alcuni microelementi, e li cede alla pianta per riceverne in cambio linfa elaborata. Esternamente il micelio può espandersi attorno alla radice fino a qualche centimetro. Le specie conosciute sono circa un centinaio e sono in grado di colonizzare un ampio numero di specie vegetali. Colonizzano gran parte delle specie di interesse agrario: piante da frutto, piante erbacee e quasi tutte le specie **orticole** ad eccezione della famiglia delle **Crucifere**, (*Cavolo, Cavolfiore* ecc.) e delle **Chenopodiacee** (*Spinacio*) e tutte le specie di **culture estensive** (mais, soia, ecc.) ad esclusione della Barbabietola.

Foto N. 1



Foto N. 2



3. Effetti delle micorrize

L'effetto della **micorrizzazione** si traduce essenzialmente in un consistente aumento della superficie e del volume radicale in percentuali molto superiori rispetto ad un apparato radicale non micorrizzato (*Vedi foto N. 3-4-5-6-7-8-9-10-11-12*).



Foto N. 6 Piantina di actinidia micorrizzata



Foto N. 7 Piantina di actinidia non micorrizzata

I risultati ottenuti con l'instaurarsi della simbiosi sono:

- **Incremento della capacità di assorbimento di acqua e dei nutrienti.** Il principale vantaggio di questa simbiosi è una migliore nutrizione che si riflette su un ottimo vigore delle piante soprattutto in condizioni di bassa fertilità del suolo. Questo è dovuto alla formazione di un ulteriore apparato di assorbimento per la pianta (rete di ife extraradicali) che possiede una più alta capacità di «sfruttamento» del suolo. Le ife extraradicali, avendo un diametro inferiore a quello delle radici fini, riescono a penetrare in pori di piccole dimensioni; esse si sviluppano anche su maggiori distanze superando eventuali zone povere di elementi nutritivi, presenti nella soluzione circolante nel suolo, attorno alle radici. Il risultato è quello di un migliore assorbimento di tutti i nutrienti e dell'acqua. La simbiosi micorrizica favorisce gli assorbimenti di macroelementi: *Fosforo, Azoto, Potassio, Calcio, Magnesio* (*P, N, K, Ca, Mg*) e microelementi: *Rame, Zinco, Ferro* (*Cu, Zn, Fe*), elementi che vengono trasportati a livello dell'arbuscolo (struttura fungina con funzione di scambio di elementi nutritivi tra pianta ospite e simbionte) e da questo ceduti alla pianta (*Rea e Tullio, 2001*).
- **Maggiore resistenza alla siccità e a livelli di salinità elevati.** Le micorrize aumentano pure la tolleranza delle piante a condizioni di limitato stress idrico e salino, come effetto di un incremento della conducibilità idraulica delle radici, di un miglioramento della regolazione degli stomi e del potenziale osmotico cellulare e di una maggiore capacità di estrazione dell'acqua per una più elevata superficie di contatto del sistema ife-radici con le particelle del suolo (*Rea e Bragaloni, 1997*).
- **Parziale effetto di "barriera meccanica" nei confronti di funghi patogeni** (*Armillaria, Phytophthora, etc.*) **e nematodi.** La migliore risposta di difesa da parte della pianta micorrizata è dovuta all'interazione tra più fattori, quali il maggiore vigore delle piante, la competizione con il patogeno per lo spazio e per i nutrienti, il cambiamento della composizione microbiologica della rizosfera, la variazione dell'architettura radicale e l'attivazione delle difese naturali della pianta (*Tullio et al., 2002*). È stato osservato che la colonizzazione radicale da parte dei funghi micorrizici arbuscolari determina un cambiamento di natura fisiologica e biochimica nelle cellule dell'apparato radicale. Diversi studi hanno rilevato che la micorizzazione induce un incremento della produzione e dell'accumulo di composti fenolici nelle pareti cellulari delle radici. Ciò determina una maggiore rigidità delle pareti cellulari e una loro minore digeribilità da parte degli enzimi degradativi di alcuni patogeni fungini (*Whipps, 2004*). Infine è stato evidenziato che le piante micorrizzate presentano una risposta più rapida nell'attivazione dei meccanismi di difesa nelle prime fasi di infezione dei **funghi fitopatogeni**. In altre parole, gli inoculi di funghi micorrizici, attivando le difese naturali delle piante, ne aumentano il livello di resistenza endogena. I numerosi vantaggi offerti dalla simbiosi micorrizica pianta-funghi micorrizici arbuscolari hanno indotto i ricercatori a considerare tali funghi dei «**biofertilizzanti e bioprotettori naturali**», di estrema importanza in un'orticoltura sostenibile in quanto permettono l'ottenimento di un prodotto orticolo di qualità superiore con minori apporti chimici nell'ambiente.
- **Riduzione della crisi da trapianto.**
- **Bonifica dei suoli inquinati da metalli pesanti.** Un altro vantaggio dato dalle micorrize è quello della maggiore tolleranza delle piante micorrizzate ai metalli pesanti nel suolo mediante dei meccanismi ancora poco conosciuti.
- **Mineralizzazione delle sostanze organiche presenti nel suolo, non direttamente utilizzabili dalle piante, e trasformazione in elementi minerali prontamente assorbibili dalla radice.**

Numerose ricerche hanno dimostrato gli effetti positivi della **simbiosi micorrizica** con i funghi arbuscolari sui parametri vegeto-produttivi e sulle caratteristiche qualitative del prodotto di diverse specie ortive, come conseguenza soprattutto di una maggiore capacità di assorbimento dei nutrienti da parte delle piante micorrizzate (*Gosling et al., 2006*). Le micorrize influenzano indirettamente la crescita della pianta favorendo la strutturazione del suolo e migliorando la stabilità degli aggregati attraverso l'aumento del livello di carbonio nel suolo e il rilascio di sostanze cementanti gli aggregati. L'intreccio di **ife** di cui è costituito il fungo, costituisce una fitta rete capillare che in condizioni particolarmente favorevoli è così denso da ricoprire completamente la radice che in pratica non entra in contatto con il terreno.



*La somma di questi effetti garantisce una **crescita migliore** nelle piante micorrizzate*



Foto 8 – 9 Apparato radicale di piante di actinidia prima della micorrizzazione



Foto 10-11 Apparato radicale di piante di actinidia dopo la micorrizzazione




Foto N. 12 Impianto di *Actinidia* Micorizzato anno 2013

4. Relazioni delle micorrize con altri microrganismi utili del suolo

Nella "micorrizosfera" (ambiente esplorato dall'apparato radicale micorizzato) si creano condizioni particolarmente favorevoli alla vita di numerosi microrganismi utili. Tra questi citiamo gli **azotofissatori** (rizobi, azospirilli, *Azotobacter*, *Bacillus polymyxa*), i **PGPR** (Plant Growth Promoting Rhizobacteria) come ad es. *Pseudomonas*, i **solubilizzatori dei sali di fosforo** (*Bacillus megaterium*), gli **antagonisti dei nematodi** (*Arthrobotrys*) e dei **funghi patogeni** (*Trichoderma*). Questi microrganismi svolgono la loro specifica azione che viene messa a disposizione della pianta e sfruttata in modo massivo grazie al grande apparato radicale generato dalle micorrize.

I risultati migliori per le colture si ottengono dall'associazione ternaria **radici-micorrize-microrganismi utili**.

5. Come e quando effettuare la micorizzazione

 *Come possiamo dunque intervenire sulle colture arboree e orticole per favorire queste simbiosi, così utili alle piante?*

Esiste un metodo che è quello dell'**inoculo** con dei funghi *micorrizici arbuscolari*. E' necessario mettere le spore direttamente a contatto delle radici delle piante mischiandole ai terricci di radicazione o delimitandole nel terreno dove si svilupperanno le radici della futura pianta; il fungo in questo modo, potrà legarsi facilmente alla pianta e instaurare la simbiosi in tempi abbastanza rapidi.

Oggi sono presenti in commercio diverse formulazioni (granulari, scaglie, polvere, pastiglie e gel) studiate per poter semplificare l'utilizzo e adattarsi alle varie esigenze colturali. Questi inoculi sono composti

da una matrice organica e/o inorganica, da funghi simbiotici (*micorrize*). Da funghi saprofiti (esempio *Trichoderma spp.*) e da PGPR.

Il metodo dell'inoculo non deve essere utilizzato in quei casi in cui sono stati utilizzati i fumiganti e i fungicidi per i trattamenti al terreno perché danneggiano il simbionte fungino (*micorrize*).

Nel caso di eventuali trattamenti potenzialmente fungicidi, l'inoculo del terreno con prodotti contenenti funghi micorrizici arbuscolari va fatto solo dopo un periodo che deve corrispondere al tempo di carenza del prodotto fungicida usato.

6. Periodo di applicazione della micorrizzazione

Di norma si consiglia l'applicazione di inoculi fungini **alla semina** o **al trapianto** al fine di permettere l'istaurarsi del rapporto di simbiosi già nelle prime fasi del ciclo culturale.

Nel primo caso (*Alla semina*), l'inoculo può essere mescolato al substrato prima della semina in vivaio o distribuito insieme al seme nel caso si adotti la semina diretta in campo.

Nel secondo caso (*Al trapianto*), l'inoculo va collocato immediatamente sotto la piantina il più vicino possibile all'apparato radicale, in modo tale che il contatto tra l'inoculo e le radici favorisca una rapida micorrizzazione.

Per le piante messe a dimora non micorrizzate può essere effettuato l'inoculo localizzato. Consiste nel mettere i funghi micorrizici direttamente a contatto con le radici delle piante attraverso dei fori creati nel terreno usando un paletto iniettore (*Vedi Foto N. 13*). Si può continuare con ulteriori interventi per fertirrigazione con formulati in polvere bagnabile che permettono di semplificare l'applicazione sulle colture e di effettuare anche successivi richiami in copertura (*Vedi Foto N.14-15*). Affinché l'inoculo resti vitale è importante conservarlo in luogo fresco e aerato, al riparo dalla luce del sole e dagli sbalzi termici. È bene evidenziare che questi prodotti non presentano controindicazioni poiché non hanno alcun effetto negativo sulla salute umana.





Foto 14-15 Trattamento per fertirrigazione con funghi micorrizici su impianto di actinidia anno 2013

7. Fattori che influenzano la micorrizzazione

Diversi sono i fattori che possono influenzare la colonizzazione radicale da parte dei funghi micorrizici arbuscolari. Fra questi rientrano:

- **pH del terreno.** E' necessario un intervallo di pH da 5,5-7,5 per quanto riguarda le micorrize arbuscolari.
- **Disponibilità di elementi nutritivi.** L'elevata disponibilità nel suolo di elementi nutritivi, soprattutto *fosforo*, peggiora l'attività dei funghi micorrizici arbuscolari, in modo particolare nelle fasi iniziali in cui si instaura il rapporto di simbiosi tra pianta e fungo micorrizico.
- **Fumiganti e fungicidi.** Il trattamento con alcuni fumiganti e fungicidi al terreno nelle prime fasi di sviluppo può inibire o uccidere i funghi micorrizici arbuscolari.
- **Avvicendamento culturale e lavorazioni.** Anche l'avvicendamento culturale rappresenta un altro fattore che può condizionare la capacità di colonizzazione degli apparati radicali delle piante da parte dei funghi micorrizici arbuscolari. La monosuccessione, gli avvicendamenti che prevedono un ripetuto ritorno di colture che non istaurano rapporti di simbiosi con i funghi micorrizici arbuscolari, piante appartenenti alle famiglie delle *Chenopodiaceae* (Spinacio) e *Brassicaceae* e il set aside deprimono notevolmente le popolazioni indigene di funghi micorrizici arbuscolari. Mentre, l'avvicendamento con leguminose che risultano molto recettive alla micorrizzazione (*Trifolium* spp., *Medicago* spp., *Vicia* spp.) favorisce l'istaurarsi di un inoculo potenziale di funghi micorrizici nel suolo che può essere vantaggiosamente sfruttato da una coltura in successione, particolarmente dipendente dalla micorrizzazione (patata, cipolla, ecc.). Le frequenti lavorazioni del terreno comportano danni alle ife con conseguente riduzione dell'attività dei funghi micorrizici e minore colonizzazione degli apparati radicali.

Considerazioni conclusive:

L'impiego congiunto di FMA e rotazioni colturali può rappresentare un valido approccio per ridurre l'applicazione di fertilizzanti chimici richiesti per ottenere raccolti con alti profitti, assicurando gli stessi livelli di produzione e riducendo, nel contempo, la perdita di nutrienti (azoto in particolare) nell'ambiente, con ricadute positive sia sul bilancio aziendale sia sull'eco-sistema.

Occorre porre attenzione, sull'uso delle giuste pratiche agronomiche, evitando la monosuccessione, fumigazione del suolo, apporti eccessivi di fertilizzanti, ecc., che determinano una riduzione, a volte irreversibile, delle popolazioni indigene di micorrize. Ne consegue che la pratica dell'inoculazione artificiale degli apparati radicali di piante ortive con funghi micorrizici arbuscolari associata a una corretta tecnica agronomica, rappresenta una via efficace per ripristinare la fertilità biologica del suolo e quindi la sostenibilità dei sistemi orticoli.

8. La micorrizzazione in vivaio

Scarsa attenzione viene generalmente riservata all'apparato radicale, che dovrebbe invece essere tenuto in maggiore considerazione e valutato al momento dell'acquisto delle piante.

Nella produzione vivaistica di piante orticole, come nelle piante da frutto, l'uso di inoculo micorrizico arbuscolare incrementa significativamente la crescita e la percentuale di sopravvivenza al trapianto di specie poco vigorose (es. peperone e melanzana) che si avvantaggiano dell'aumento della superficie radicale e del volume di terreno esplorato dalle radici.

► **Produzione vivaistica di piante orticole. La micorrizzazione in vivaio** permette di avere una pianta molto competitiva nella fase successiva di trapianto in pieno campo o in coltura protetta; infatti piante non inoculate impiegano almeno un mese per micorrizzarsi con simbionti naturali, in questo tempo sono più limitate nell'assorbimento di elementi nutritivi e di acqua rispetto a piante già micorrizzate.

► **Produzione vivaistica di piante da frutto.** L'uso di inoculo micorrizico arbuscolare incrementa la crescita e la percentuale di sopravvivenza al trapianto di quei portinnesti dotati di poca vigoria (che sono i più diffusi nella moderna frutticoltura) i quali si avvantaggiano dall'aumento della superficie e del volume di esplorazione delle radici.

► **Produzione vivaistica di piante ornamentali.** L'uso di inoculo micorrizico arbuscolare aumenta, la resistenza allo stress idrico e la crescita, in piante utilizzate per l'impianto di giardini (es. alberi ornamentali, rose, siepi, ecc.) coltivate con apporti regolari di fertilizzanti e di acqua. Le piante ornamentali micorrizzate producono più fiori nel lungo periodo.

► **La micorrizzazione di tappeti erbosi** incrementa la crescita, la resistenza alla siccità e riduce lo stress dovuto ai numerosi tagli. L'uso di inoculo micorrizico nei tappeti erbosi è giustificato dal fatto che la presenza di inoculo naturale è scarsa a causa del substrato di crescita utilizzato nei primi centimetri del profilo del terreno (es. torba + sabbia, substrati vari, terreno di riporto).

9. Incidenza dell'inoculo micorrizico sul costo di produzione

Da un punto di vista economico le applicazioni in vivaio attraverso la miscelazione dell'inoculo al substrato risultano quelle più convenienti in quanto comportano un risparmio di prodotto rispetto alle applicazioni in campo.

Il calcolo del rapporto costi-benefici va affrontato in termini di ponderazione della maggiore quantità e qualità di produzione ottenuta rispetto a quanto avviene quando non sono utilizzate queste tecnologie. In contesti dimensionalmente congrui o in aziende agricole componenti di filiere organizzate, queste strumentazioni permettono di pianificare meglio l'ottenimento di rese produttive attese nel medio lungo periodo e trovano rispondenza in una ottica di progressiva intensivizzazione delle produzioni. Ulteriormente alla ponderazione economica che ogni azienda agricola deve necessariamente fare, vanno comunque computati anche i notevoli benefici ambientali derivanti da queste tecnologie.

10. Direttiva 128/2009/CE e decreto legislativo n. 150 del 14 agosto 2012

L'attuazione della direttiva 128/2009/CE in Italia è avvenuta attraverso il decreto legislativo 150 del 14 agosto 2012. Si tratta della Direttiva che istituisce un quadro per l'azione comunitaria ai fini dell'utilizzo sostenibile degli agrofarmaci.

La norma cambierà il modo di utilizzare gli agrofarmaci in Italia già dal gennaio 2014 quando tutta la produzione dovrà essere sottoposta a “difesa integrata obbligatoria”.

A questo regime di base si aggiungeranno sia la “difesa integrata volontaria”, sia “l'agricoltura biologica”.

In particolare il decreto legislativo prevede:

Consiglio tecnico scientifico

- PAN (*Piano d'Azione Nazionale per l'uso sostenibile dei prodotti fitosanitari*)
- Formazione
- Certificato di abilitazione alla vendita e certificato di abilitazione all'attività di consulente
- Prescrizioni per la vendita dei prodotti fitosanitari
- Informazione e sensibilizzazione
- Controlli delle attrezzature per l'applicazione dei prodotti fitosanitari
- Irrorazione aerea
- Misure specifiche per la tutela dell'ambiente acquatico e l'acqua potabile
- Riduzione dell'uso dei prodotti fitosanitari o dei rischi in aree specifiche
- Dati di produzione, vendita e utilizzazione
- Manipolazione e stoccaggio dei prodotti fitosanitari e trattamento dei relativi imballaggi e delle rimanenze
- Difesa fitosanitaria a basso apporto di prodotti fitosanitari
- Difesa integrata obbligatoria

Tra gli altri, un riferimento fondamentale è l'articolo 6 del decreto legislativo, comma 2:

"Il Piano d'azione nazionale (PAN) per l'uso sostenibile dei prodotti fitosanitari che, definisce gli obiettivi, le misure, le modalità e i tempi per la riduzione dei rischi e degli impatti dell'utilizzo dei prodotti fitosanitari, anche in relazione alla necessità di assicurare una produzione sostenibile, rispondenti ai requisiti di qualità stabiliti dalle norme vigenti".

Oltre a quanto stabilito dai regolamenti e dalle comunitarie e italiane, il Pan definisce obiettivi, misure, modalità e tempi, oltre a promuovere lo sviluppo e l'introduzione della difesa integrata e di metodi di produzione o tecniche di difesa alternativi.

Formazione degli operatori, informazione e sensibilizzazione della popolazione sono elementi chiave dello sviluppo delle pratiche agricole nei prossimi mesi.

Cosa cambia per gli agricoltori ?

Tutti dovranno applicare le norme di “Difesa integrata obbligatoria” per cui, se verrà approvato il PAN attualmente in bozza, le aziende agricole devono conoscere, disporre o avere accesso:

- ad un collegamento o poter ricevere dati meteorologici dettagliati per il territorio sul quale sono insediate;
- ai bollettini territoriali di difesa per le principali colture del territorio;
- le soglie di intervento delle avversità oggetto dei monitoraggi;
- le strategie antiresistenza;
- rete di monitoraggio delle principali avversità;
- rispetto dei volumi massimi di acqua da utilizzare in relazione alle diverse colture, fasi fenologiche e forme di allevamento;
- registro dei trattamenti con fasi fenologiche inizio fioritura e raccolta;
- disponibilità/conoscenza delle tecniche di difesa integrata.

Le aziende più avanzate potranno poi aderire alla “**difesa integrata volontaria**” che, stante all’attuale bozza di PAN prevede che le aziende agricole siano tenute a:

- rispettare le norme contenute nei disciplinari di produzione integrata volontaria definite dalle regioni;
- gestione del magazzino nel registro dei trattamenti;
- taratura degli atomizzatori nei centri di prova autorizzati.

Le aziende biologiche continueranno a produrre nel rispetto della norma del regolamento (CE) n. 834/2007 del Consiglio, del 28 giugno 2007, relativo al metodo di produzione biologico di prodotti agricoli.

Tra i principi generali di difesa integrata leggiamo che “la prevenzione e la soppressione di organismi nocivi dovrebbero essere perseguite o favorite in particolare da:

- rotazione colturale;
- utilizzo di tecniche colturali adeguate (ad esempio falsa semina, date e densità della semina, sottosemina, lavorazione conservativa, potatura e semina diretta);
- utilizzo, ove appropriato, di «cultivar» resistenti/tolleranti e di sementi e materiale di moltiplicazione standard/ certificati;
- utilizzo di pratiche equilibrate di fertilizzazione, calcitazione e di irrigazione/drenaggio;
- prevenzione della diffusione di organismi nocivi mediante misure igieniche (per esempio mediante pulitura regolare delle macchine e attrezzature);
- protezione e accrescimento di popolazioni di importanti organismi utili, per esempio attraverso adeguate misure fitosanitarie o l’utilizzo di infrastrutture ecologiche all’interno e all’esterno dei siti di produzione.”

Inoltre la stessa norma precisa che “ai metodi chimici devono essere preferiti metodi biologici sostenibili, mezzi fisici e altri metodi non chimici se consentono un adeguato controllo degli organismi nocivi”.

Attualmente il Comitato tecnico scientifico (CTS) è al lavoro per definire il PAN e i 22 esperti stanno valutando le misure da attuare.

Si prevede che il PAN sia pubblicato entro l’anno per diventare operativo già da gennaio 2014.

GLOSSARIO DEI PRINCIPALI TERMINI SCIENTIFICI CITATI NELL'OPUSCOLO

Crisi da trapianto

E' lo sforzo che la pianta deve affrontare per formare, nel più breve tempo possibile, un capillizio radicale espanso e ricco di radici assorbenti.

Emivita

La **Emivita** o Tempo di dimezzamento (DT50) è un parametro che indica il tempo richiesto per ridurre del 50% la quantità di una sostanza attiva nel terreno.

Funghi parassiti

I parassiti si nutrono attingendo direttamente alle risorse della pianta ospite con un'azione violenta e devastante che porta alla morte il soggetto ospite. In tal modo contribuiscono positivamente alla selezione naturale della specie, eliminando le piante deboli o malate.

Funghi simbiotici

I funghi simbiotici realizzano un interscambio paritetico con le piante ospiti ad entrambi essenziale e favorevole. Dalle piante i funghi ottengono i principi nutritivi, alle piante consentono attraverso la grande rete di miceli che si sviluppa nel terreno ancorandosi alle radici, una superficie assorbente enormemente più grande e quindi superiori capacità di assorbimento idrico e di sali minerali.

Funghi saprofiti

I saprofiti attingono le sostanze nutritive necessarie alla loro crescita da substrati di sostanze organiche. Si comportano cioè da benefici spazzini naturali, contribuendo al degrado delle piante ed animali morti,

Residui

Quantità di sostanze attive contenute nei prodotti fitosanitari e tollerate nei prodotti destinati all'alimentazione.

Sono indicati con LMR (Limiti massimi di residui) ed espressi in ppm (parti per milione = mg/kg di derrata alimentare).

Rizosfera

La parte del terreno a immediato contatto della superficie delle radici delle piante, caratterizzata da una presenza microbica aumentata e spesso modificata.

Nella rizosfera vivono numerose specie viventi quali batteri, funghi, artropodi, nematodi, che hanno un ruolo fondamentale nella formazione dell'humus e degli elementi minerali.

Simbiosi

(dal greco *sun* e *bios* cioè vita insieme) si indica la relazione che si instaura tra due individui di specie differenti, tesa ad un beneficio reciproco o di uno almeno dei partner senza che l'altro ne riceva danno.

Nel rapporto di simbiosi viene indicato come ospite il partner più grande e come simbionte quello più piccolo. La simbiosi può essere ciclica, quando il simbionte viene acquisito ad ogni generazione dall'ospite e quindi i partner hanno vita autonoma, e permanente quando il simbionte vive esclusivamente in associazione con l'ospite.



Foto NAILMA VIVAI s.r.l