

Istituto Professionale di Stato  
per l'Agricoltura e  
l'Ambiente "F.lli Navarra"  
Malborghetto di Boara (FE)

Anno scolastico 2000-2001  
Classe 5°A Agrotecnici



di GIANNI CARPANELLI

# INDICE

<b>INDICE</b> .....	<b>II</b>
<b>1 INTRODUZIONE</b> .....	<b>1</b>
<b>2 LOTTA MICROBIOLOGICA</b> .....	<b>2</b>
<b>3 I FUNGHI UTILIZZATI: GENERALITA'</b> .....	<b>3</b>
3.1 <i>IL GENERE GLIOCLADIUM</i> .....	4
3.2 <i>IL GENERE TRICHODERMA</i> .....	5
<b>4 MECCANISMI D'AZIONE</b> .....	<b>7</b>
4.1 <i>LA COMPETIZIONE</i> .....	7
4.2 <i>L'ANTIBIOSI</i> .....	7
4.3 <i>IL MICOPARASSITISMO</i> .....	9
<b>5 ANTAGONISMO IN VITRO</b> .....	<b>10</b>
5.1 <i>PROVE IN VITRO: COME FUNZIONA IL CONTENIMENTO</i> .....	10
<b>6 DAL LABORATORIO ALLA PRATICA</b> .....	<b>13</b>
<b>7 I SUCCESSI IN CAMPO OPERATIVO</b> .....	<b>16</b>
7.1 <i>CONTROLLO DI RHIZOCTONIA SOLANI</i> .....	17
7.2 <i>CONTROLLO DI BOTRYTIS CINEREA</i> .....	18
7.3 <i>CONCIA BIOLOGICA DEL SEME</i> .....	20
<b>8 EFFETTI COLLATERALI</b> .....	<b>24</b>
<b>9 NORMATIVA</b> .....	<b>25</b>
<b>CONCLUSIONI</b> .....	<b>26</b>
<b>APPENDICE</b> .....	<b>28</b>
<i>Presentazione di prodotti recentemente registrati</i> .....	28
<i>Ringraziamenti</i> .....	32
<i>Bibliografia</i> .....	33
<i>Siti internet visitati</i> .....	33

# 1 INTRODUZIONE

L'agricoltura, che da millenni accompagna l'uomo nella sua evoluzione, si è anch'essa continuamente modificata ed adeguata alle nuove esigenze produttive ed alimentari provocate dall'aumento della popolazione e dalla concorrenza.

In questo campo i più grandi "nemici" dell'uomo, dalla nascita dell'agricoltura ad oggi, risultano essere i parassiti delle colture; così l'agricoltore ha sempre dovuto essere in competizione con essi e l'esigenza di difendersi lo ha portato a ricercare nuove tecniche sia agronomiche che chimiche contro le avversità.

L'introduzione di questa scienza ha portato risultati spettacolari nel campo agricolo (a cominciare dall'aumento di produzione); ma l'abuso dei presidi sanitari ha creato e crea seri problemi per quanto riguarda la salute dell'uomo e dell'ambiente.

In questi ultimi anni, tecnici del settore e consumatori progressivamente hanno preso coscienza delle problematiche connesse all'uso dei prodotti chimici; di conseguenza, nel mercato si ricerca sempre più il prodotto coltivato biologicamente.

Proprio in questo contesto si inserisce l'utilizzo di mezzi biologici, come gli antagonisti (tra cui i funghi), per la difesa delle colture da malattie e parassiti; mezzi che attualmente stanno fornendo risultati tali da sostituirsi, in certi casi, alla chimica.

Lo scopo principale che questa tesi si propone è di illustrare e dare indicazioni preliminari sul meccanismo d'azione di due funghi antagonisti: *Trichoderma harzianum* e *Gliocladium virens*, di cui è nota l'efficacia in campo contro alcuni patogeni. Inoltre si vogliono presentare alcuni nuovi prodotti derivati da funghi antagonisti recentemente registrati.

## 2 LOTTA MICROBIOLOGICA

Per lotta biologica si intende l'insieme di tecniche agronomiche atte alla conservazione e all'uso degli **antagonismi** esistenti in natura, con la finalità di controllare la densità delle popolazioni fitofaghe e fitoparassite cercando di limitarle, ossia di mantenerle al di sotto della soglia economica di danno.

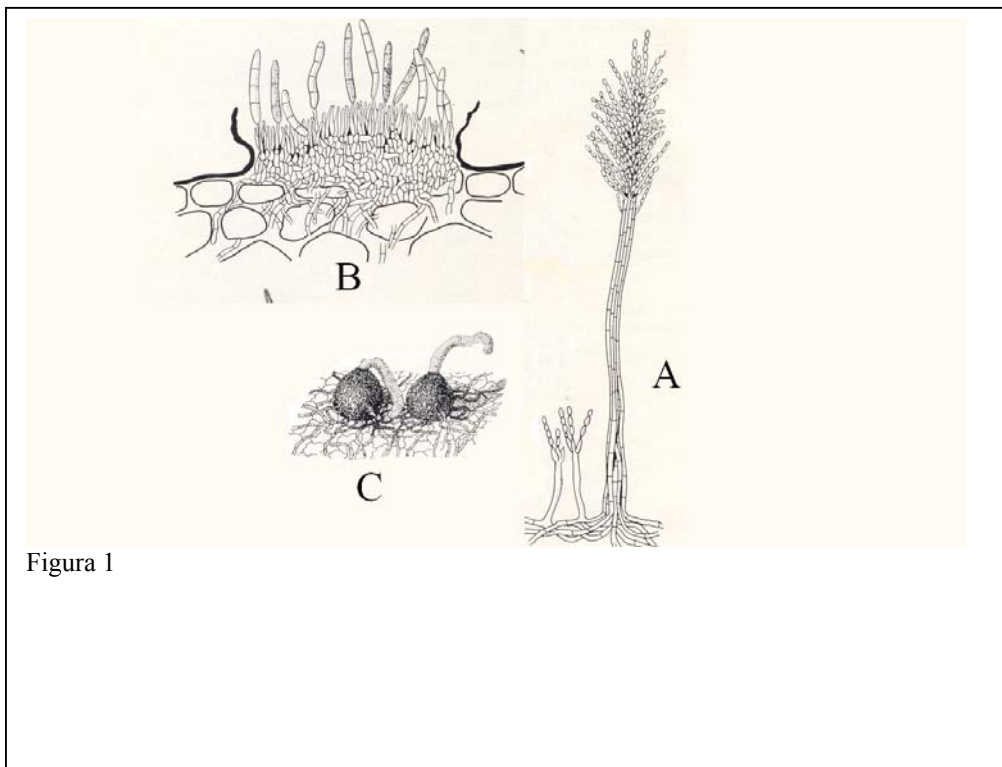
Nei decenni passati gli studi sugli antagonisti sono stati focalizzati soprattutto sulla lotta ai fitofagi (ad esempio *antocordi* vs *psilla*); più recentemente, gli studi hanno puntato alla ricerca di antagonisti sia micro che macro dei patogeni.

In particolare la ricerca di microrganismi antagonisti risulta molto complicata: si parte dal presupposto che in natura esistano già tali manifestazioni che svolgono azione repressiva nei confronti di una data malattia, anche in presenza di condizioni favorevoli allo sviluppo del patogeno e di colture ospiti suscettibili. Tale azione repressiva nei confronti di una avversità viene identificata nella elevata densità di alcuni particolari microrganismi, che possono essere batteri (*Pseudomonas*, *Streptomices*...) o funghi (*Trichoderma* e *Gliocladium*).

Le sperimentazioni sull'attività antagonistica vengono eseguite su diversi campi d'azione: trattamenti al terreno (settore dove si trovano maggiori risultati in quanto è l'habitat dei miceti antagonisti); applicazione su seme; lotta ai patogeni sulla parte epigea (settore più arretrato perché qui non si ricreano condizioni stabili come nel terreno); utilizzo del prodotto vegetale in post-raccolta nelle derrate vegetali.

### 3 I FUNGHI UTILIZZATI: GENERALITA'

Come già detto, i generi *Trichoderma* e *Gliocladium* sono quelli che destano maggiore attenzione, perché sono dotati di una elevata attività antagonistica. Si tratta di due funghi appartenenti alla classe dei Deuteromiceti, i quali sono molto simili, infatti, nelle classificazioni vengono spesso confusi. Sono funghi saprofiti molto frequenti in tutti i tipi di terreno (preferiscono i suoli acidi); spesso li troviamo su detriti organici, legno marcescente, insediati secondariamente ad altri microrganismi che hanno iniziato la decomposizione. I funghi della classe dei Deuteromiceti vengono chiamati anche “*funghi imperfetti*” in quanto si riproducono agamicamente; la costituzione quindi di nuovi individui, geneticamente diversi, avviene tramite il fenomeno di parasessualità in cui durante la mitosi di nuclei diversi si possono avere ricombinazioni e variabilità genetica paragonabili ad una gamia.



Le riproduzioni agamiche sono date da conidi oppure tramite strutture del micelio:

- *Sclerozi*;
- *rizomorfe*.

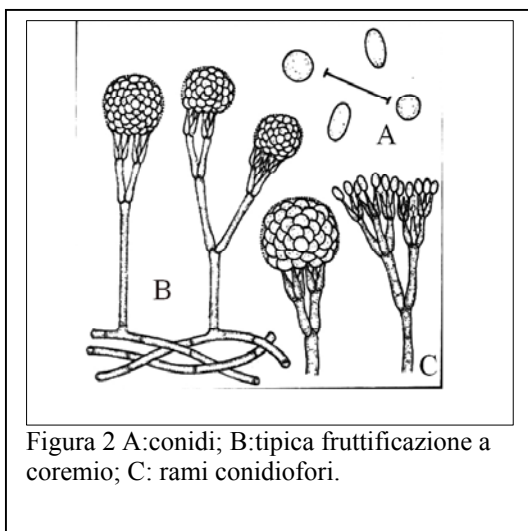
La classificazione di questi micro-organismi è basata sulle caratteristiche morfologiche: osservando le ife conidiofore che possono essere libere oppure associate formando corpi fruttiferi di diversa forma (vedi figura 1) :

- **A-coremio**: ife riunite a mazzo;
- **B-acervulo**: corpo fruttifero appiattito e aperto, costituito da ife conidiofore disposte parallelamente tra loro che poggiano su uno strato di ife vegetative;
- **C-picnidio**: corpo fruttifero globoso, cavo rivestito internamente da ife conidiofore che portano catenelle di conidi i quali possono essere chiamati anche picnidiospore.

Questa classificazione non ha un valore sistematico, in quanto si basa su criteri tassonomici diversi, però è importante per dare un ordine convenzionale.

### 3.1 IL GENERE GLIOCLADIUM

Per il genere *Gliocladium* sono considerati distintivi a livello tassonomico i



seguenti caratteri morfologici: conidiofori, con ramificazioni disposte a penicillo oppure a coremio che portano alle estremità conidi singoli o disposti a catenelle; i conidi presentano una parete cellulare liscia, assumono forma ovale oppure sferica e spesso sono leggermente ricurvi con la base tronca.

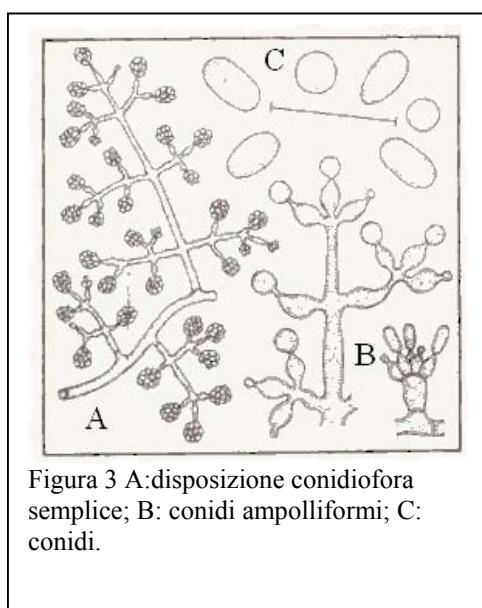
Sono note numerose specie del genere *Gliocladium*: *G. catenulatum*; *G. deliquescens*; *G. nigrovirens*; *G. roseum*; *G. virens*. Quest'ultima risulta essere maggiormente conosciuta nella lotta biologica, ed è caratterizzata principalmente da un'azione di competizione nutritiva verso il patogeno e solo secondariamente da una produzione di antibiotici antimicotici.

In coltura il *G. virens* si sviluppa molto velocemente (6-8 cm di Ø dopo 5 gg. a 20° C.) il terreno di coltura usato è *Agar* addizionato di farina d'avena; la crittogama assume una colorazione bianco-grigiastra visibile ad occhio nudo.

Nel terreno agrario lo sviluppo è più lento e si conserva a lungo come saprofita "a spese" della sostanza organica.

### 3.2 IL GENERE TRICHODERMA

I caratteri morfologici che distinguono questo genere sono: conidiofori pigmentati, con ramificazioni semplici che portano alle estremità conidi singoli ampolliformi con parete cellulare liscia.



Anche in questo genere sono note numerose specie, ma si considera per lo più il *Trichoderma harzianum* che in campo operativo contro *B.cinerea* fornisce risultati ottimi già consolidati.

Lo sviluppo dell'antagonista in vitro è molto veloce, esso viene coltivato su *Agar* addizionato di farina di mais e glucosio infine fatto sviluppare a 20°C circa; in queste condizioni si nota uno sviluppo di 1.5 cm di

Ø al giorno. Ai nostri occhi, la muffa si presenta come uno strato vischioso di colore verde.

Il genere *Trichoderma* è caratterizzato dalla sua elevata produzione di antibiotici antimicotici che si dividono principalmente in due categorie:

- A.VOLATILI: interessanti non per l'azione antagonistica ma per lo sviluppo dell' organismo produttore;
- A. NON VOLATILI: molto interessanti per l'azione antagonistica, sono costituiti da peptidi idrofobici (estraibili in ambiente acquoso) caratterizzati dall'elevato contenuto di due amminoacidi:  $\alpha$ -amminoisobutirrico (AIB) e l'isovalina.



## **4 MECCANISMI D'AZIONE**

Soltanto la conoscenza dei meccanismi d'azione che regolano il naturale contenimento dei patogeni può consentire lo sfruttamento di metodi di lotta biologica.

La capacità dei funghi antagonisti di contenere o di ostacolare lo sviluppo di miceti patogeni viene spiegata secondo diversi meccanismi di azione, i quali non agiscono necessariamente singolarmente, ma molto spesso sono tra loro complementari. I meccanismi fondamentali dell'antagonismo possono ricondursi a tre:

- COMPETIZIONE
- ANTIBIOSI
- MICOPARASSITISMO

### **4.1 LA COMPETIZIONE**

Essa è un effetto dannoso che un microrganismo esercita su di un altro attraverso la rimozione o la sottrazione di nutrienti, di ossigeno e di spazio.

### **4.2 L'ANTIBIOSI**

Per antibiotici si intende la produzione da parte del fungo non patogeno di sostanze antibiotiche o metaboliti tossici che esplicano un'azione dannosa su un altro organismo patogeno. Questo meccanismo risulta essere il predominante nell'attività antagonistica dei due generi (*Trichoderma* e

*Gliocladium*): essi infatti hanno una elevata produzione di metaboliti come, ad esempio GLIOVIRINA, TRICHOVIRINA, GLIOTOSSINA (Tab. 1); inoltre producono vari enzimi per la maggior parte chitinolitici, i quali sono responsabili della degradazione della parete cellulare dei funghi, costituita essenzialmente da chitina.

Gli studi eseguiti su metaboliti ed enzimi prodotti dagli antagonisti hanno evidenziato una interazione tra loro, in particolare fra ENDOCHITINASI (enzima chitinolitico) e GLIOTOSSINA (metabolita tossico). Questa interazione viene spiegata in quanto la percentuale di GLIOTOSSINA che entra nelle cellule del bersaglio aumenta in seguito all'azione dell'endochitinasi.

Tabella 1- Elenco di alcune sostanze enzimatiche e tossiche prodotte dagli antagonisti	
ENZIMI	METABOLITI TOSSICI
Amilasi	Alameticina
Cellulasi	Gliovirina
Endochitinasi	Gliotossina
Glucosinasi	Trichodermina
Glucosaminidasi	Trichovirina
Xilanasi	Trichotossina

### **4.3 IL MICOPARASSITISMO**

Per micoparassitismo si intende una serie di alterazioni a carico di ife, sclerozi, che si manifestano attraverso penetrazione, lisi, avvolgimenti, attuati dagli antagonisti verso funghi fitopatogeni.

I fenomeni di micoparassitismo sopra elencati sono stati osservati quasi esclusivamente in laboratorio, quindi è incerta l'efficacia reale in condizioni naturali.

Inoltre va ricordato che alla base di questo meccanismo d'azione, ci deve essere lo sviluppo, anche se in misura limitata, del patogeno che costituisce il substrato nutrizionale del micoparassita. Questa condizione implica, dal punto di vista pratico, la necessaria e costante presenza del patogeno, condizione non accettabile per molte colture.

## 5 ANTAGONISMO IN VITRO

I primi lavori in vitro che dimostravano l'efficacia antagonistica di ceppi di batteri, lieviti, funghi nei confronti di diversi agenti patogeni risalgono agli anni 1920-1940. In quel periodo si verificarono dei risultati particolarmente positivi e significativi nei confronti di alcune malattie importanti e quindi si pensò che la messa a punto di mezzi biologici di lotta altrettanto efficaci in campo fosse rapida e priva di problematiche.

Questa speranza fu presto abbandonata, quando con le prime prove in campo, eseguite inoculando in terreni forestali funghi antagonisti (tra i quali *Trichoderma* e *Gliocladium*), si ebbero delusioni e sconfitte.

In laboratorio, infatti, si creano condizioni artificiali che non riproducono assolutamente le situazioni reali, spesso ostili, che il microrganismo si trova ad affrontare. È stata inoltre verificato che l'inibizione da parte di un antagonista varia a seconda del substrato colturale impiegato; soltanto nel caso di *Trichoderma* e *Gliocladium* contro *Rhizoctonia* è stata dimostrata una buona corrispondenza tra risultati ottenuti in vitro e quelli della pratica: infatti, i due antagonisti si sono rivelati efficaci contro *Rhizoctonia cerealis* (una delle principali crittogame che causano il “mal del piede del cereale”).

### 5.1 PROVE IN VITRO: COME FUNZIONA IL CONTENIMENTO

Il contenimento della malattia fungina (*Rhizoctonia cerealis*) è stato ottenuto principalmente dal **micoparassitismo** e secondariamente dall' **antibiosi**.

Per quanto riguarda il micoparassitismo, si è riscontrato che, nella maggioranza dei casi, quando il patogeno e l'antagonista si incontrano si ha l'arresto dello sviluppo di *Rhizoctonia* e la sovrapposizione miceliare di *Trichoderma* e *Gliocladium*. Successivamente, andando ad analizzare al microscopio si osserva un'abbondante ramificazione delle ife degli



Figura 4 Come si presenta un campo colpito da grave attacco di *Rhizoctonia cerealis*.



Figura 5 Particolare di culmo di grano colpito da *Rhizoctonia cerealis*.

antagonisti, numerosi avvolgimenti ifali nei confronti dei patogeni e alcune penetrazioni nelle ife di *Rhizoctonia*. Un'altra caratteristica del micoparassitismo che si osserva al microscopio è l'addensamento del contenuto cellulare del patogeno, ossia il materiale cellulare si accumula in corrispondenza dei setti dando luogo al quasi totale svuotamento della cellula; tutto questo è provocato dall'antagonista per trarre nutrimento dall'ospite. Per quanto riguarda l'antibiosi si è avuto l'emissione di sostanze volatili e non, da parte degli antagonisti:

- SOSTANZE VOLATILI: queste hanno in parte ridotto lo sviluppo del patogeno, ma alcuni metaboliti oltre a stimolare l' accrescimento dei funghi antagonisti hanno favorito anche lo sviluppo dei miceti patogeni.
- SOSTANZE NON VOLATILI: queste hanno inibito fortemente lo sviluppo del patogeno quasi al punto da bloccare l' accrescimento.

Comunque sia in tutte le prove eseguite in vitro si è dimostrata l'efficacia dell'attività antagonistica dovuta principalmente al micoparassitismo e secondariamente all'emissione di sostanze non volatili, mentre molto meno rilevanti sono risultate le sostanze volatili.

La valutazione delle interazioni in vitro può comunque essere fonte di utili indicazioni qualora, una volta selezionato un potenziale mezzo biologico di difesa, se ne desideri studiare il meccanismo di azione.

## 6 DAL LABORATORIO ALLA PRATICA

I risultati interessanti ottenuti in vitro o comunque in condizioni controllate, sono solo parzialmente o, addirittura, per niente confermati in condizioni naturali, dove essi sono spesso inferiori ed estremamente variabili. Infatti se osserviamo le tabelle 1 e 2 ci rendiamo conto dell' estrema variabilità dei risultati, dovuta alle diverse condizioni ambientali in cui ci si trova ad operare nella pratica.

Tabella 2-Efficacia di *Trichoderma harzianum* contro *Phytophthora* parasitica su garofano in prove in vaso e in campo.

EFFICACIA %	
IN VASO	IN CAMPO
63	15

Tabella 3-Efficacia di Trichoderma nei confronti di Botrytis cinerea su vite in diverse annate.

<i>ANNO</i>	<i>VITIGNO</i>	<i>EFFICACIA IN PERCENTUALE</i>	<i>PERCENTUALE DI ATTACCO SU TESTIMONE</i>
<i>1981</i>	Grignolino	43	34
<i>1983</i>	Barbera	62	11
<i>1984</i>	Barbera	48	25
<i>1985</i>	Moscato	52	17
<i>1986</i>	Moscato	33	19
<i>1986</i>	Barbera	20	11
<i>1987</i>	Moscato	25	38
<i>1988</i>	Moscato	65	8
<i>1988</i>	Moscato	75	13
<i>1989</i>	Moscato	28	20
<i>1989</i>	Moscato	56	28
<i>1990</i>	Moscato	20	4
<i>1990</i>	Moscato	40	4
<i>1991</i>	Moscato	67	8
<i>1992</i>	Moscato	58	18
<i>1992</i>	Moscato	0	20
<i>1992</i>	Moscato	56	14
<i>1993</i>	Moscato	20	12
<i>1993</i>	Moscato	38	4
<i>MEDIA</i>		42	16



Il laboratorio ha quindi lo scopo di studiare i meccanismi di azione con le prove eseguite in vitro; mentre le prove sulle colture in condizioni controllate hanno la finalità di dare indicazioni preliminari sulle dosi e i tempi di somministrazione dei prodotti biologici a base di antagonisti fungini, tenendo in considerazione che nel campo pratico l'efficacia risulta essere quasi sempre inferiore.

## 7 I SUCCESSI IN CAMPO OPERATIVO

Nel campo operativo bisogna tenere presente che esistono tre aree di applicazione: la prima riguarda le radici e zona limitrofa ad esse chiamata **rizoplano**<sup>1</sup>; la seconda le foglie ed area circostante chiamata **filloplano**<sup>2</sup>; la terza interessa le fasi della conservazione delle derrate.

Nelle prime due situazioni di utilizzo (rizoplano e filloplano) gli antagonisti fungini si comportano in maniera molto diversificata e spesso non prevedibile a causa di vari fattori (biologici, climatici, ambientali); peraltro anche i tradizionali prodotti fitosanitari evidenziano problemi di questo tipo.

Il rizoplano, pur essendo difficile da manipolare, costituisce un substrato più facile per la lotta con funghi antagonisti rispetto al filloplano: in quest'ultimo, infatti, i fattori che interferiscono con il sistema “**coltura-parassita-antagonista fungino**” sono, come già detto, molteplici e difficili da controllare; nonostante ciò anche nella parte aerea si sono ottenuti alcuni risultati interessanti per quanto riguarda la lotta.

Nella terza situazione, ossia durante la conservazione delle derrate, si ha una elevata possibilità di controllare le condizioni pratiche di magazzino, favorendo al massimo l'insediamento dei nostri antagonisti permettendo così il conseguimento di risultati molto soddisfacenti.

Infine bisogna tenere presente che, oltre all'efficacia antagonistica e alle aree di applicazione i cui ci si trova ad operare, il prodotto deve presentare una formulazione ottimale per consentire il migliore inoculo nella coltura da

**1 Rizoplano:** piano delle radici.

**2 Filloplano:** piano delle foglie.

proteggere, inoltre deve garantire una permanenza sufficiente nella coltura stessa in modo da controllare il patogeno.

Tabella 4-Confronto fra fungicidi e antagonisti fungini.

PROPRIETA'	ANTAGONISTI FUNGINI	FUNGICIDI CHIMICI
Efficacia	Media, spesso < 50%	Elevata, > 90%
Spettro di azione	Ristretto	Spesso ampio
Attività	Generalmente preventiva	Preventiva, curativa
Velocità di azione	Lenta	Rapida
Tossicità	Sconosciuta	Nota
Effetto sull' ambiente	Sconosciuto	Inquinante

## 7.1 CONTROLLO DI RHIZOCTONIA SOLANI

La *Rhizoctonia solani* è la principale crittogama responsabile dell'avvizzimento delle piantine nei semenzai: infatti essa attacca nelle prime fasi di vita delle colture, provocando marciumi a livello del colletto e delle radici (Figure 6 e 7).



Figura 6 Semenzaio di tabacco colpito da *R. solani*



Figura 7 Particolare della zona colpita: colletto.

La crittogama si presenta visivamente come uno strato miceliare di colore biancastro.

La lotta contro questo patogeno fungino è di tipo preventivo, con prodotti chimici e biologici come i formulati a base di funghi antagonisti.

Dei molti funghi sperimentati, è risultato di particolare interesse il *Gliocladium virens* che ha dato ottimi risultati utilizzato come prodotto preventivo contro “l'avvizzimento dei semenzai”, somministrato a livello del rizopiano attraverso l'uso di diversi formulati:

- ✓ sospensioni acquose di spore con aggiunta di substrati fermentescibili da *G. virens* (melasse) per migliorare la produzione di metaboliti tossici, con cui trattare direttamente le radici al momento del trapianto: questo metodo non garantisce una sufficiente permanenza dell'antagonista;
- ✓ sospensioni ottenute incorporando micelio, spore e substrato nutritivo in biglie di alginato (sale derivante dall'acido alginico) le quali aiutano il fungo nel processo iniziale di adattamento alle nuove condizioni di crescita.

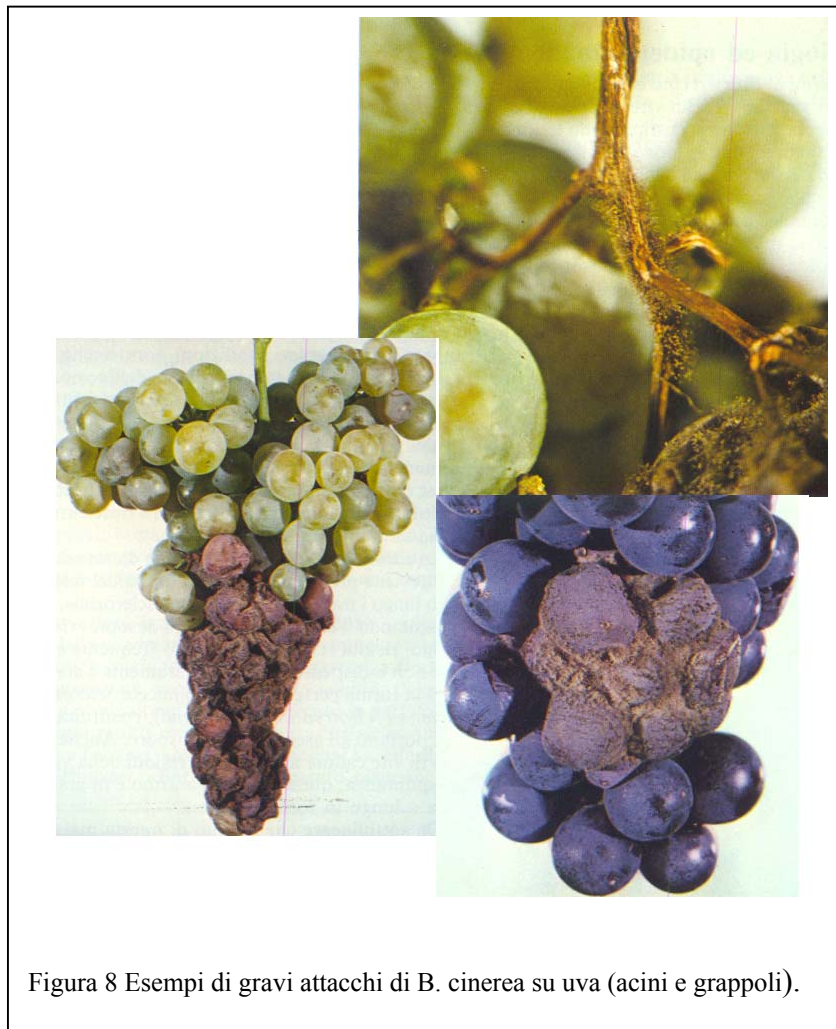
Facendo riferimento a quest'ultimo formulato, si sono conseguiti ottimi risultati come la riduzione al 30% dell'avvizzimento di piantine di cotone e bietola da orto. Le biglie di alginato, quindi, sono in grado di aumentare la competitività di *G. virens* nel rizopiano, anche perché possono essere aggiunti ai granuli ingredienti selettivi per incrementare la crescita miceliare e di conseguenza la produzione di metaboliti.

## **7.2 CONTROLLO DI BOTRYTIS CINEREA**

La *B. cinerea*, agente della muffa grigia su diverse colture (vite, fragola, pomodoro...), è un fungo parassita che attacca, nella vite, i grappoli ed altri organi erbacei dell'apparato aereo. Visivamente il danno si presenta con

marciumi che riguardano gli acini e solo nel caso di gravi attacchi anche i tralci.

La lotta è di tipo preventivo, eseguita con trattamenti cuprici di copertura. In



questi ultimi anni si stanno studiando metodi di lotta preventiva con formulati a base di funghi, come il *Trichoderma harzianum* che risultino essere in competizione con il patogeno.

L'attività di antagonismo di *T. harzianum* contro *B. cinerea* è stata valutata in vitro su grappoli di uva. Essi

sono stati inoculati con il patogeno tramite l'irrorazione di una sospensione acquosa di conidi ( $10^6$  conidi per ogni cc di  $H_2O$ ); l'inoculo dell'antagonista è avvenuto, una volta asciutti gli acini, sempre mediante la spruzzatura di una sospensione conidica ( $10^7$  conidi per ogni cc di  $H_2O$ ), addizionato di un substrato fermentiscibile (malto) per favorire al moltiplicazione di *Trichoderma*.

I grappoli trattati sono stati posti in apposite vaschette e messi in armadio climatico alla temperatura di  $25^{\circ}C$  circa.

Il risultato conseguito (vedi tabella 3) riguarda la media di tre prove eseguite nelle medesime condizioni e confrontate con un testimone trattato solo con il patogeno.

Tabella 5

<b>ATTACCO DI B.CINEREA</b>	
TESTIMONE	76 %
RIPETIZIONI	17 %

Il valore del contenimento del patogeno è stato molto soddisfacente, tanto da far ripetere le prove in campo operativo agendo come un normalissimo prodotto di copertura. Con questo tipo di prevenzione si sono registrati attacchi su vitigni che non superavano il 15 % di danno.

### **7.3 CONCIA BIOLOGICA DEL SEME**

Il seme costituisce il mezzo di propagazione di gran parte delle colture e le malattie fungine alle quali queste vanno incontro, sono trasmesse in massima parte dal seme. Esso può essere “contaminato” dalle crittogame in diversi modi:

- durante le operazioni di raccolta;
- appena è stato messo a dimora (da patogeni presenti nel letto di semina);
- perché deriva da una coltura infetta.

La protezione del seme tramite la concia ha principalmente due finalità: la prima è quella preventiva verso patogeni del terreno, la seconda è quella curativa nei confronti di patogeni presenti sul seme.

La tecnica della concia consiste nel cospargere il seme di un prodotto di copertura oppure a comportamento sistemico; generalmente i prodotti che si usano in tale operazione sono fungicidi chimici.

Recentemente, il mondo scientifico si sta impegnando nella individuazione di mezzi biologici alternativi per poterli sostituire ai prodotti chimici nella concia del seme.

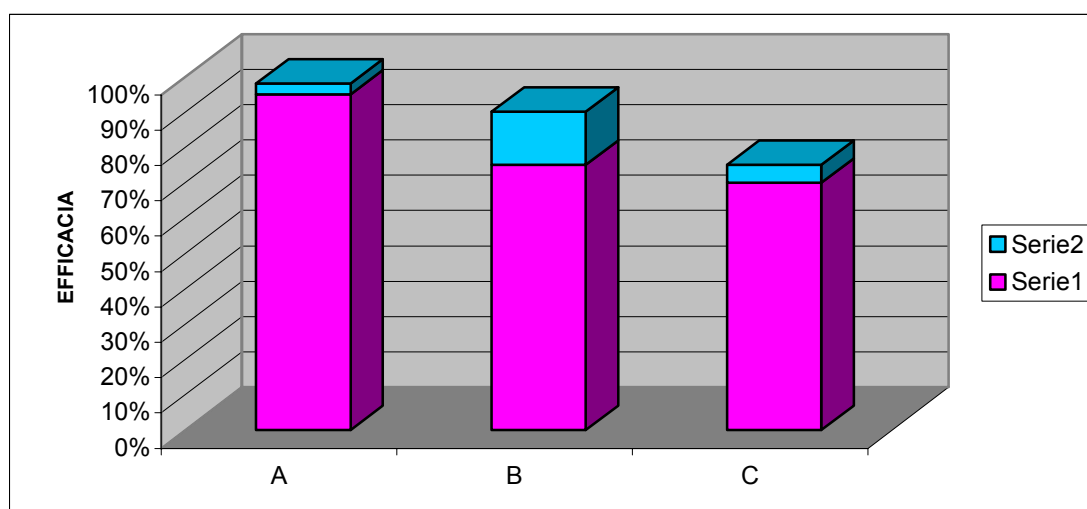
Le ricerche e le sperimentazioni, in questo campo, sono orientate all' uso di specie antagoniste, come *Trichoderma* e *Gliocladium*, contro le più importanti malattie del seme; nella tabella che segue vengono riportati sinteticamente i risultati sperimentali che attestano l' efficacia dei funghi antagonisti applicati su semi.

Tabella 6

COLTURA	PATOGENO	ANTAGONISTA
Frumento	<i>Fusarium graminearum</i>	<i>Trichoderma harzianum</i>
	<i>Fusarium culmorum</i>	<i>Gliocladium roseum</i>
Orzo	<i>Fusarium culmorum</i>	<i>Gliocladium roseum</i>
	<i>Bipolaris sorokiniana</i>	<i>Gliocladium roseum</i>
Mais	<i>Pythium ultimum</i>	<i>Trichoderma harzianum</i>
		<i>Gliocladium virens</i>
Soia	<i>Diaporthe phaseolorum</i>	<i>Gliocladium roseum</i>
		<i>Trichoderma harzianum</i>
Pisello	<i>Pythium spp.</i>	<i>Trichoderma harzianum</i>
Melone	<i>Fusarium oxysporum</i>	<i>Trichoderma harzianum</i>
Pomodoro	<i>Pythium aphanidermatum</i>	<i>Trichoderma harzianum</i>
	<i>Sclerotium rolfsii</i>	<i>Trichoderma harzianum</i>
		<i>Trichoderma koningii</i>
		<i>Trichoderma aureoviride</i>

Quello che si nota dalla tabella è che i risultati positivi si sono ottenuti sia nell'ambito delle colture orticole che in quelle cerealicole. I risultati si riferiscono a prove condotte su parcelle, talvolta in umidità e temperatura controllate; quindi durante il passaggio in pieno campo si possono avere riduzioni dell'efficacia che variano dal 4% al 15% (vedi grafico 1).

Grafico 1



Serie 1: efficacia effettiva in campo

Serie 2: decremento di efficacia nel passaggio dalle condizioni controllate alla prova in campo.

A: Thiram (anticrittogamico chimico che agisce per contatto). Funge da testimone.

B: *Trichoderma harzianum* (antagonista fungino).

C: *Gliocladium virens* (antagonista fungino).



Nonostante che si abbia una riduzione dell' efficacia di questi preparati attraverso il passaggio dall' ambiente controllato artificialmente alle coltivazioni in pieno campo, la concia biologica del seme rimane un discorso interessante e facile da attuare, in quanto si opera nel rizopiano (habitat naturale degli antagonisti). Il *Trichoderma* e *Gliocladium* sono organismi in grado di colonizzare il terreno quindi si auspica che, dopo anni di trattamento nello stesso campo, il micete si riproduca autonomamente, rendendo così il terreno repressivo nei confronti dei più importanti patogeni fungini.

La concia biologica del seme può essere definita come una nicchia privilegiata rispetto ai trattamenti svolti nel filloplano e sicuramente una pratica indispensabile in una agricoltura ecocompatibile.

## 8 EFFETTI COLLATERALI

La produzione di metaboliti secondari tossici, da parte di *Trichoderma* e *Gliocladium* è quasi totalmente indispensabile affinché i miceti esplicino un'azione di contenimento verso crittogame patogene.

E' stata dimostrata la produzione di molti metaboliti tossici in vitro, ritenuti essenziali per far sì che il preparato sia efficace, ma non ci sono elementi scientifici che possano dimostrare con sicurezza che tali prodotti siano pericolosi anche per l' uomo in quanto non si hanno dati sulla concentrazione che detti fattori assumono in pieno campo. Nonostante ciò si sono verificati diversi casi in cui sono stati rilevati (seppur con perplessità) effetti collaterali degli antagonisti.

Da prove di laboratorio effettuate si è manifestato, ad esempio, che filtrati colturali di *Trichoderma* possono esercitare un' azione tossica sulle larve di *Artemia salina* (crostaceo brachiopode) ed anche sull' embrione di pollo.

Oltre alle micotossine, le spore di *Trichoderma* possono trovarsi nell' aria assieme a quelle di tanti altri microrganismi ed essere un' eventuale causa di fenomeni allergici o di infezioni dell' apparato respiratorio dell' uomo. Questo ultimo caso tratta comunque di situazioni particolari, ad esempio contaminazioni di abitazioni in legno, di terreno dei vasi di piante da appartamento, come è avvenuto in Germania.

In alcune condizioni estreme *T. harzianum* ha causato allergie respiratorie in operai di falegnamerie in Gran Bretagna, dovute all' esposizione alla polvere di legno contaminato. Questo, tuttavia, era quasi sempre risultato associato ad altri funghi microscopici e considerato un opportunista, quindi non la causa scatenante.

La presenza di *Trichoderma* e *Gliocladium* ed in particolare alcune tossine antifungine da essi prodotte ed identificate nei terreni su cui pascolavano ruminanti in Nuova Scozia (Canada), sembra aver influito negativamente sulla flora batterica del ruminante e quindi determinato una ridotta crescita degli animali.

Questi sono alcuni esempi degli effetti collaterali delle micotossine sull'uomo e sugli animali; bisogna precisare però che si tratta di situazioni estreme, caratterizzate da gravi attacchi da parte di questi organismi utili, contemporaneamente ad altri patogeni ubiquitari.

Gli studiosi sono al lavoro per ottenere ceppi fungini che producano solo sostanze utili per l'antagonismo e, allo stesso tempo, innocue per la biocenosi.

## **9 NORMATIVA**

In ambito europeo si è cercato di fornire delle regole sulla produzione e sull'uso dei prodotti biologici con l'emanazione della direttiva 91/414/Cee che riguarda tutti i prodotti fitosanitari. A questa si aggiungono altre disposizioni di legge che regolano l'impiego continuato e l'emissione nell'ambiente di organismi geneticamente modificati per la protezione delle colture. Non tutti i Paesi membri si sono adeguati alla suddetta direttiva anche perché si è in attesa di ultime chiarificazioni.

Attualmente si stanno adottando in ambito europeo, riguardo ai prodotti biologici, normative non uniformi tra di loro; si ritiene quindi necessario giungere ad una omogeneità delle norme almeno in ambito comunitario, affinché sia possibile la registrazione di prodotti biologici in modo uniforme.

La legislazione di tale prodotti è stata oggetto di numerose discussioni, in special modo per il nostro Paese, dove essa costituisce un grosso ostacolo per i tempi di registrazione e commercializzazione, sia per i microrganismi naturali che per gli OGM.

In definitiva si può affermare che la ricerca italiana nel campo della lotta microbiologica è già in fase avanzata, ma è ostacolata da disposizioni di legge non aggiornate sulle nuove scoperte scientifiche, a differenza di molte altre nazioni, in cui l'iter di registrazione risulta essere molto più scorrevole e meno problematico. Grazie a questa situazione tali Paesi riescono ad immettere sul mercato un prodotto biologico più competitivo per quanto riguarda i costi rispetto a quello italiano.

## **CONCLUSIONI**

L'estrema variabilità dei risultati ottenuti nel corso delle sperimentazioni, il costo dello sviluppo di un mezzo biologico, la difficoltà dell'emissione sul mercato costituiscono le principali difficoltà da affrontare per la diffusione di tali prodotti nel mondo agricolo che è sempre stato molto esigente per quanto riguarda la protezione fornita dai presidi fitosanitari.

Oggigiorno, a causa dell'intensivizzazione sempre più spinta delle colture e della globalizzazione del mercato che hanno portato ad un aumento dei costi di produzione e alla diminuzione del prezzo del prodotto, il mondo agricolo guarda sempre più con attenzione a tutto ciò che possa ridurre tali costi e nel contempo fornire un prodotto biologico e di qualità.

la ricerca su mezzi biologici da applicare alle coltivazioni continua incessantemente, in quanto si ritiene che l'agricoltura del XXI secolo si baserà su metodi di lotta a basso impatto ambientale che richiederanno l'utilizzo di

nuove tecniche agronomiche affiancate da prodotti fitosanitari di origine naturale derivati in particolar modo dagli studi sui funghi antagonisti.

E' per questo che ho ritenuto interessante e di attualità affrontare gli argomenti esposti in questa tesi, anche se ho trovato difficoltà nell' utilizzo del materiale di consultazione in quanto spesso vi si utilizza un linguaggio altamente tecnico e comprensibile solo da esperti del settore.

# APPENDICE

## Presentazione di prodotti recentemente registrati

### TRICHODEX

(Fungicida biologico contro la muffa grigia.)

Società detentrica: [MAKHTESHIM-AGAN ITALIA](#)

Distribuito da [INTRACHEM BIO ITALIA](#)

Numero di registrazione: **10473**

Data di registrazione: **19/04/2000**

Azione svolta: **Anticrittogamico**

#### Composizione

[TRICHODERMA](#)

Classe tossicologica: **irritante (Xi)**

Formulazione: **POLVERE BAGNABILE**

Attualmente segnalato in commercio: **sì**

Ultima etichetta pubblicata su: **S.S. alla G.U. n° 247 del  
21/10/2000 - pagina 505**

# RADIOFORT



Stimola lo sviluppo delle radici rendendole più resistenti alle malattie e ai parassiti nelle piante a dimora.



## Classificazione

Prodotto conforme al regolamento CE 209/91-metodo di produzione biologica dei prodotti agricoli

## Composizione

Funghi antagonisti: *Trichoderma viride*

Fitostimolatori: *Trichoderma harzianum* (micelio vivo), *Gliocladium virens* (concentrazione > 10 u.f.c./g)

## **Descrizione**

RADIFORT è un biostimolante naturale che favorisce lo sviluppo delle radici rendendole più resistenti alle malattie e ai parassiti e ne accelera la crescita.

RADIFORT contiene micelio vivo di ceppi selvatici di funghi isolati dal suolo e selezionati in base alle loro proprietà utili. Il micelio vivo, al contrario delle spore, è in grado di insediarsi e svilupparsi rapidamente nel suolo, raggiungendo concentrazioni molto elevate. E' noto che *Gliocladium virens*, *Trichoderma viride* e *Trichoderma harzianum*, hanno un effetto fitostimolante sull'apparato radicale aumentandone lo sviluppo e migliorando l'assorbimento degli elementi nutritivi, effetto che svolge nel suolo un'azione di inibizione sullo sviluppo di funghi patogeni. RADIFORT è attivo nei processi di trasformazione della sostanza organica e di degradazione delle molecole di vari fitofarmaci che residuano nel terreno e che sono causa della "stanchezza del terreno" e di stress ambientali.

## **Applicazione**

RADIFORT è un prodotto di facile applicazione ed ideale per tutti i tipi di piante e di terreno. L'uso costante del prodotto permette di mantenere l'apparato radicale sano e di ottenere piante forti e rigogliose ad alta produzione e fioritura. RADIFORT trova valido impiego indicato in caso di rinvasatura o trapianto anche in suoli infettati da funghi nocivi.



## **Modalità d'uso**

RINVASATURE : mischiare il contenuto della bustina al terriccio di rinvaso.

PIANTE IN VASO, ORTI E GIARDINI : cospargere il contenuto della bustina uniformemente sulla superficie del terreno intorno alla pianta.

NUOVI IMPIANTI (orto e giardino) : cospargere una piccola quantità di prodotto nei fori praticati nel terreno prima della messa a dimora e la restante parte sulla superficie a trapianto avvenuto. Ripetere il trattamento ad ogni cambio di stagione. Dopo ogni applicazione effettuare un'abbondante irrigazione.

## **Dosaggio**

PIANTE IN VASO E RINVASI :

1 bustina per vasi medio piccoli (fino a 30 cm di diametro);

2 bustine per vasi o fioriere di dimensioni superiori (oltre 30 cm).

ORTI E GIARDINI E NUOVI IMPIANTI: 2 bustine per metro quadrato.

## **Confezione**

Scatola in cartone contenete 10 buste monodose da 1, 5 grammi.

## **Avvertenze**

Tenere fuori dalla portata dei bambini. Evitare il contatto con gli occhi e la pelle. Conservare in luogo fresco e ben ventilato a temperature superiore allo 0° ed inferiori a 25°.

## **Ringraziamenti**

Si ringraziano sentitamente la professoressa Giovanna Celi (Ecologia applicata), il professore Mauro Bovoli (Italiano), le Industrie Chimiche Caffaro-divisione S.I.A.P.A.-C.E.R (per il materiale fornito), il tecnico del laboratorio di informatica Giuseppe Barletta e il compagno di classe Alessandro Nerini (per l'aiuto nell'impaginazione e nella stampa).

## **Bibliografia**

AA.VV., *Atti giornate fitopatologiche*, Bologna 1996  
Ferrari, Marcon, Menta, *Fitopatologia, entomologia e biologia applicata*,  
Bologna 2000, 3<sup>a</sup> edizione

## **Siti internet visitati**

[www.protema.com/ita/giardinaggio/radiofort](http://www.protema.com/ita/giardinaggio/radiofort)  
[www.fitogest.com](http://www.fitogest.com)

Materiale sperimentale fornito dalle Industrie Chimiche Caffaro-divisione  
S.I.A.P.A.-C.E.R. di S. Venanzio di Galliera (BO)