



crea

Consiglio per la ricerca in agricoltura
e l'analisi dell'economia agraria

Research Center
Cereal and Industrial Crops

Sovesci biofumiganti per il controllo di nematodi ed elateridi

Roberto Matteo

✉ roberto.matteo@crea.gov.it

☎ +39 051 6316850

CREA Research Centre for Cereal and Industrial Crops

Via di Corticella 133, 40128, Bologna, Italy.



- ❖ Strategia **Farm to Fork** (transizione verso un sistema alimentare sostenibile) e conseguente riduzione del 50% dell'uso dei fitofarmaci entro il 2030.
- ❖ I programmi di difesa integrata devono tenere conto di tutte le prescrizioni normative, e quindi tecniche, in merito alla necessità di **individuare alternative ai prodotti chimici** come disposto dalla Direttiva CE 128/2009 (l'utilizzo sostenibile dei prodotti fitosanitari) recepita in Italia con il D. Lgs. n. 150/2012 e lo sviluppo del relativo Piano d'Azione Nazionale (PAN).
 - ❖ **La prevenzione e/o la soppressione di organismi nocivi dovrebbero essere perseguite o favorite in particolare da:**
 - Rotazione colturale
 - Pratiche equilibrate di fertilizzazione
 - Metodi biologici sostenibili
 - Mezzi fisici ed altri metodi non chimici
- ❖ **Proposta di REGOLAMENTO DEL PARLAMENTO EUROPEO E DEL CONSIGLIO relativo all'uso sostenibile dei prodotti fitosanitari e recante modifica del regolamento (UE) 2021/2115**
 - ❖ **obiettivi giuridicamente vincolanti**

- Per **Fertilità di un terreno** si intende l'insieme delle caratteristiche fisiche, chimiche e biologiche di un terreno che interagiscono nella definizione di un equilibrio tipico per ogni terreno e ne determinano la capacità di essere ospite di forme viventi quali piante, animali, insetti e microrganismi.
- La Fertilità è in stretta connessione con il **contenuto in sostanza organica** nel terreno, intesa come l'insieme dei residui vegetali ed animali a diversi fasi di decomposizione a partire dalla sostanza organica fresca.

- Limitazione dell'erosione eolica e idrica



- Contenimento delle infestanti

- Buoni indicatori biologici (piante spia) per la qualità dei suoli



- Incremento della attività biologica del suolo

(conseguente aumento della complessità = maggior competitività nei confronti di parassiti e patogeni)

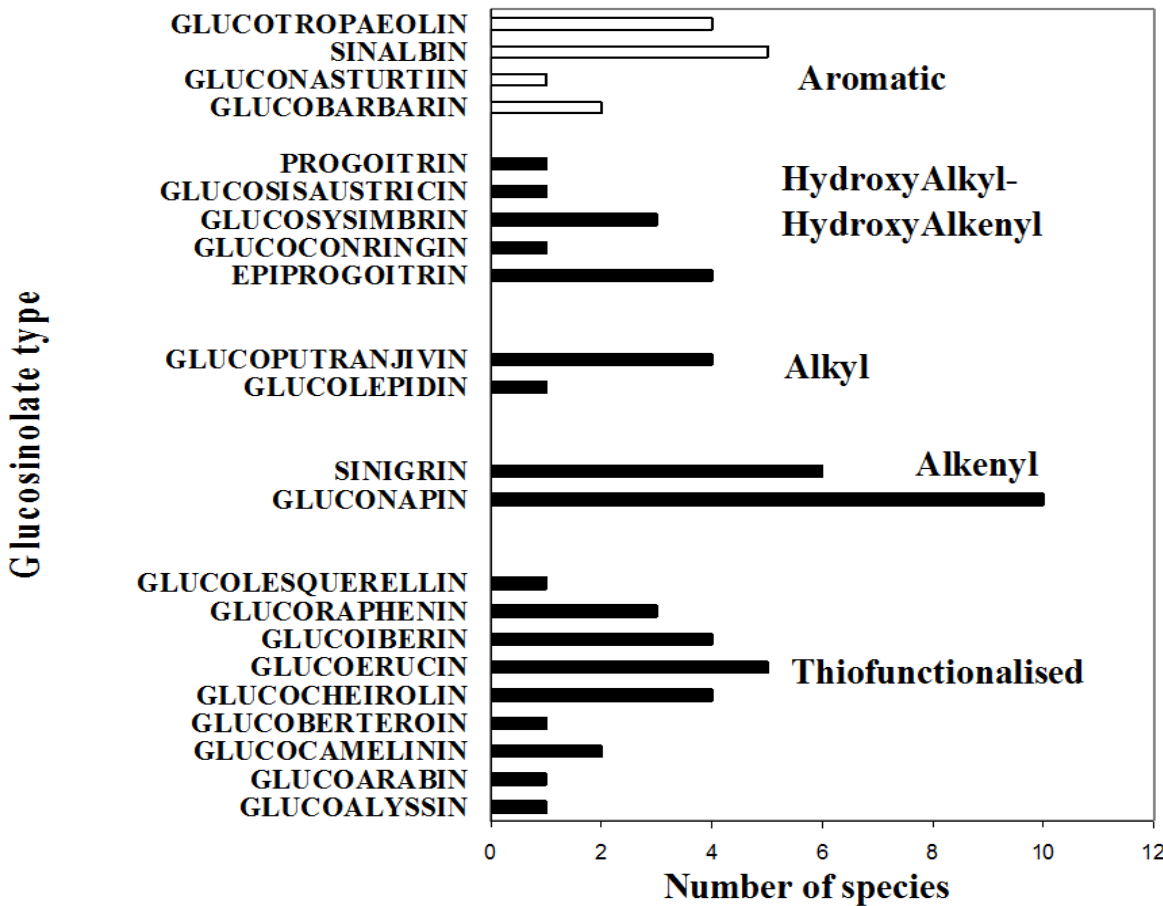
- Ruolo importante di pascolo pollinico



- Una serie di innovazioni che prevedano nuovi sistemi delle coltivazione:
- rilancio del concetto di fertilità dei suoli con sovesci innovativi;
- da proposte quali la tecnica della biofumigazione e l'uso di molecole bioattive nell'ambito di un concetto di «cropping system»...

...non tutte le biomasse sono uguali!

La biodiversità delle Brassicaceae: una famiglia piena di risorse



- Piante selezionate per la loro capacità di rilasciare isotiocianati volatili attraverso la loro porzione epigea:
- ***B. juncea*, *B. oleracea*, *B. rapa*, *Sinapis alba***, et al.
- Possono essere applicate nel contenimento di funghi terricoli, nematodi ed elateridi



Piante selezionate per l'alto contenuto di Glucosinolati nella radice
***Eruca sativa* sel. Nemat, *Raphanus sativum* cv. Karakter**



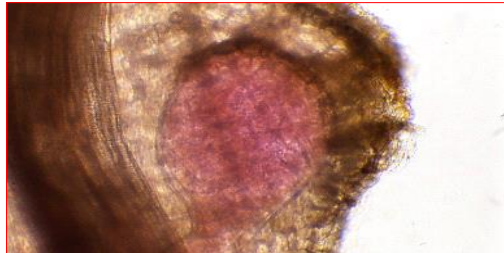
- Il nematode attacca la radice della pianta biofumigante, penetra i tessuti radicali e attiva l'idrolisi enzimatica.
- Gli isotiocianati di glucoerucina o glucorafasatina vengono rilasciati.
- Il nematode si nutre da un substrato avvelenato e non riesce a concludere il suo ciclo riproduttivo all'interno della radice, durante il tempo di coltivazione (8-10 settimane)

Sovesci biofumiganti (2): **effetto «catch crop» di *E. sativa*** **Nematode: *Meloidogyne incognita***

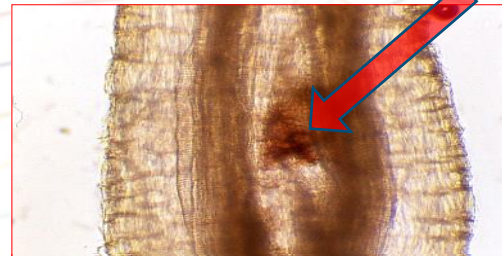
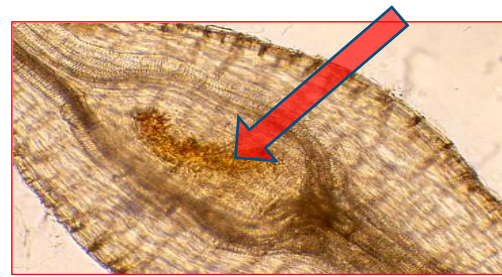
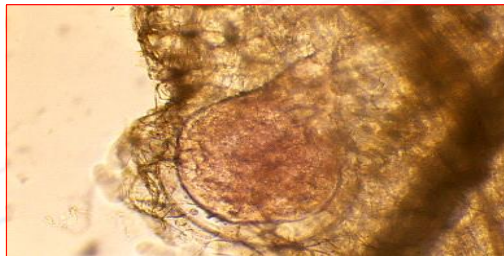
**Post
J2 larvae**



**J4 young
females**

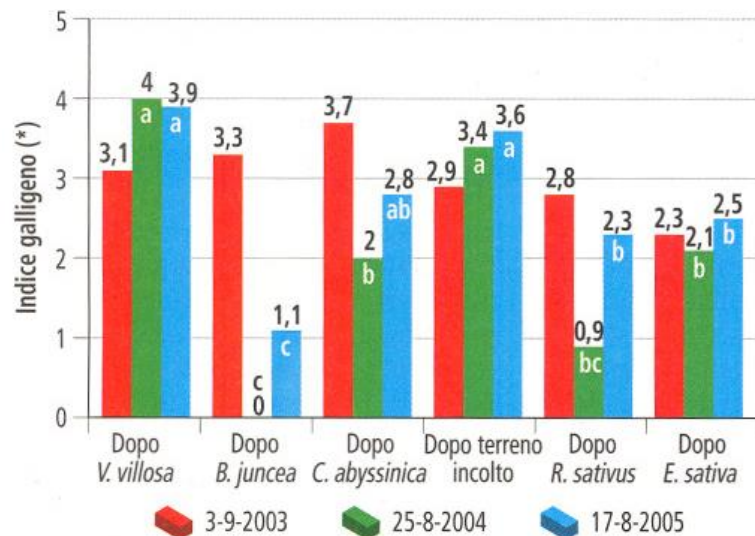


Females



**Necrosi su
radici in
seguito ad
attacco di
nematode
galligeno**

«Sovesci di piante biocide contro *Meloidogyne incognita*»



(*) Indice di infestazione delle radici di pomodoro al momento della raccolta.

GRAFICO 5 - Infestazione delle radici di pomodoro in avvicendamento a biocide estivo-autunnali

Nell'appezzamento caratterizzato da una maggiore infestazione di *Meloidogyne incognita*, il sovescio autunnale delle specie biocide non ha evidenziato effetto nel primo anno; nel secondo anno invece l'indice galligeno alla raccolta è fortemente diminuito.

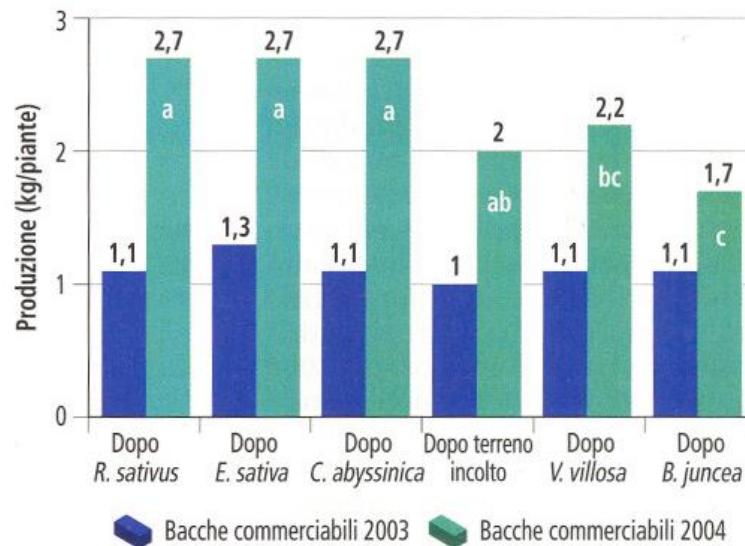


GRAFICO 6 - Produzione di bacche di pomodoro in avvicendamento a biocide estivo-autunnali

La produzione commerciabile in bacche al secondo anno è significativamente aumentata nell'avvicendamento a *Raphanus sativus*, *Eruca sativa* e *Crambe abyssinica*.

🌿 *Sperimentazione su terreno sabbioso nel ferrarese (2002-2005)*

Evaluation of the activity of dhurrin and sorghum towards *Meloidogyne incognita*

Table 2. Life cycle study (weeks 7-15). Observations on *Meloidogyne incognita* reproduction and root infection in accessions selected for suppressive properties, compared with a host species. Values are mean \pm standard error.

Accessions	Week	Gall index	Number of egg masses per pot	J2 per egg mass ^a	J2 per pot (2000 cm ³ soil)	Reproduction factor ^b
<i>Solanum lycopersicum</i> cv. UC82	7	2.4 \pm 0.3	87.7 \pm 13.0	142.0 \pm 1.3	48.0 \pm 5.7	6.3 \pm 0.9
	9	3.0 \pm 0.0	182.7 \pm 14.1	132.1 \pm 1.1	584.0 \pm 14.8	12.4 \pm 1.0
	11	3.2 \pm 0.1	152.0 \pm 44.2	141.5 \pm 0.7	8906.0 \pm 4235.3	15.2 \pm 5.0
	13	4.0 \pm 0.0	538.7 \pm 44.3	141.5 \pm 1.8	9634.0 \pm 486.5	42.8 \pm 2.7
	15	4.0 \pm 0.0	532.3 \pm 43.2	135.7 \pm 2.4	3830.0 \pm 598.7	38.0 \pm 2.6
<i>Eruca sativa</i> sel. Nemat	7	1.1 \pm 0.0	6.7 \pm 0.7	28.0 \pm 0.1	124.0 \pm 38.8	0.2 \pm 0.0
	9	1.2 \pm 0.2	6.3 \pm 1.9	21.0 \pm 0.5	290.0 \pm 40.4	0.2 \pm 0.0
	11	0.9 \pm 0.1	4.3 \pm 1.8	31.1 \pm 0.9	304.0 \pm 92.3	0.2 \pm 0.1
	13	0.9 \pm 0.1	0.3 \pm 0.3	0.0 \pm 0.0	256.0 \pm 147.0	0.1 \pm 0.1
	15	1.2 \pm 0.1	2.7 \pm 0.7	1.2 \pm 0.4	223.3 \pm 121.2	0.1 \pm 0.1
<i>Sorghum</i> hybrid cv. Super Dolce 10	7	1.0 \pm 0.0	8.3 \pm 0.3	40.6 \pm 0.7	20.0 \pm 1.0	0.2 \pm 0.0
	9	0.6 \pm 0.1	2.7 \pm 0.3	48.0 \pm 0.3	960.0 \pm 312.1	0.5 \pm 0.2
	11	0.3 \pm 0.2	2.0 \pm 1.2	60.6 \pm 0.6	564.0 \pm 138.5	0.3 \pm 0.1
	13	0.8 \pm 0.1	12.3 \pm 2.0	34.0 \pm 2.3	960.0 \pm 20.8	0.7 \pm 0.0
	15	0.8 \pm 0.1	5.0 \pm 1.5	41.2 \pm 3.9	483.3 \pm 72.2	0.3 \pm 0.0

^a Mean value of number of second-stage juveniles (J2) in ten egg masses.

^b Reproduction factor = Pf/Pi = (J2 in egg masses per pot + J2 in soil per pot)/J2 inoculum per pot.

HOST STATUS OF PLANT SPECIES WITH NEMATICIDAL ACTIVITY AGAINST *MELOIDOGYNE GRAMINICOLA* (GOLDEN & BIRCHFIELD)

Tested plants	17 May '19		27 June '19		29 July '19		
	Galls for roots (n°)	L2 Pot	Galls for roots (n°)	L2 for pot	Galls for roots (n°)	L2 for pot	R (PF/PI)
<i>Lepidium campestre</i>	1.50 a	1.00	4.33 a	2.33 a	16.04 a	200.33 a	4.01 a
<i>Eruca sativa sel. NEMAT</i>	0.00 b	0.33	0.00 b	0.00 b	0.00 b	0.67 c	0.01 b
<i>Crotalaria juncea</i>	0.00 b	0.00	0.00 b	0.00 b	0.26 b	0.67 c	0.01 b
<i>Cucumis sativus</i>	0.00 b	0.33	5.67 a	1.00 ab	3.38 ab	106.00 ab	2.12 ab





Classe	Principi attivi	Effetti
Alcaloidi	caffaina, piperina, solanina, alcaloidi pirrolizidinici (tricodesmina), capsaicina	Nutrizione; Inibizione proteica
Terpeni	geraniolo, mentolo, limonene, squalene, oli essenziali	Antisettico
Glucosidi	sulfossidi, glucosinolati , durrina , linamarina, saponine	Volatile, per contatto o ingestione
Polifenoli	Tannini, acido clorogenico, acido gallico	Inibitori della nutrizione

Differente sensibilità dei funghi patogeni del terreno

Fungo	IC ₅₀ (mM)	«Sensibilità»
<i>Phytophthora cactorum</i>	0,005-0,05	ALTA
<i>Phytophthora nicotiana</i>		
<i>Pythium irregulare</i>		
<i>Pythium ultimum</i>		
<i>Sclerotium rolfsii</i>	0,05-0,1	MEDIA
<i>Fusarium oxysporum</i>		
<i>Rhizoctonia solani</i>		
<i>Verticillium dahliae</i>	0,1-0,5	BASSA
<i>Sclerotinia sclerotiorum</i> *		
<i>Pyrenochaeta lycopersici</i>		
<i>Trichoderma harzianum</i>		

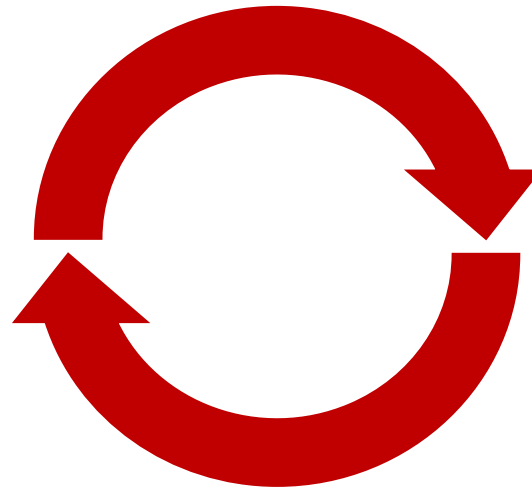
*lotta con *Coniothyrium minitans*?



**Green manure catch
crop as *Eruca sativa*
sel Nemat**



**Biofumigant green
manure based on
B. juncea sel ISCI20,
ISCI, ISCI99, ISCI TOP**



Biofumigant pellets
EU Patent N° 03 792 616.9 -
1219



Liquid foliar treatment
PCT W 2006/136933 A2



Liquid root treatment
PCT EP 2009/050143

Soluzioni di fitoprotezione proposte per la pataticoltura nella Piana del Fucino

Le soluzioni, tra le altre basate sulla *Biofumigazione*, proposte per la sperimentazione nell'ambito del progetto INNORT 3.0 riguardano in particolare:

- **sovescio estivo-autunnale di senape bruna** (*Brassica juncea*) come intervento di contenimento, eventualmente anche in sinergia con bioprodotti della famiglia BioFence® di tipo solido (BioFence Pellets) o liquido (BioFence FL).
- **bioprodotti solidi da chimica verde con proprietà biofumiganti** come BioFence Pellets o farine applicabili al terreno con attrezzature spandiconcime diverse
- **bioprodotti liquidi da chimica verde con proprietà biofumiganti** come BioFence FL per la distribuzione in manichetta
- **anticipo della raccolta**
- **utilizzo di microorganismi utili**



PROGETTO INTEGRATO DI FILIERA
Filiera Ortofrutticola - INNORT 3.0

Valutazione del danno determinato da elateridi, da Rhizoctonia e Colletotrichum

per ***Elateridae***. Il danno è stato valutando dando una classificazione visiva dei tuberi erosi (indipendentemente dall'entità del danno) qui riportata come "**erosioni complessive**" ed una classificazione più approfondita in cui è stato valutato il danno "**importante**", cioè fori di maggior dimensione o che possono portare ad una reale degradazione del tubero nella fase di conservazione



per ***Rhizoctonia solani*** sono state valutate la frequenza dei tuberi infetti e la gravità della malattia, espressa come percentuale della superficie colpita utilizzando la scala riportata dal Seed Potato Tuber Inspection Standard, Government of Canada



per ***Colletotrichum coccodes*** invece è stata utilizzata una scala suddivisa in 5 classi: C1 = 0%; C2 = 1-25%; C3 = 26-50%; C4 = 51-75%; C5 > 75%.



RISULTATI: Difesa dagli elateridi

Azienda A

Tesi	Data Raccolta	Pre-semina	Semina	Altro	Erosioni complessive da elateridi (%)	Erosioni importanti (%)
A-1T-R8	metà agosto		E		3,0 ± 2,6	2,8
A-2T-R8		ISCITOP+BF			1,6 ± 1,6	1,6
A-3T-R8		ISCITOP+BF		TP	0,9 ± 1,3	0,9
A-1T-R9	metà settembre		E		2,5 ± 2,9	1,7
A-2T-R9		ISCITOP+BF			3,5 ± 2,5	2,9
A-3T-R9		ISCITOP+BF		TP	0,3 ± 0,5	0,3

- 🌿 A= Az. A
- 🌿 1,2,3 T= Trattamento
- 🌿 R8,9 = data raccolta
- 🌿 ISCITOP=semina (agosto/settembre) di Brassica juncea (ISCI TOP) bioattivata con funghi antagonisti con trinciatura ed interrimento autunnale (novembre) preceduti dalla eventuale distribuzione di 1 t/ha di BIOFENCE PELLETS
- 🌿 BF = BIOFENCE PELLETS (1000 kg/ha)
- 🌿 E = ERCOLE (15 kg/ha)
- 🌿 TP = Telo Pacciamante (pellettato interrato e coperto con film PE trasparente)

RISULTATI: Difesa dagli elateridi

Azienda B

Tesi	Data Raccolta	Pre-semina	Semina	Altro	Erosioni complessive da elateridi (%)	Erosioni importanti (%)
B-1T-R8	Metà agosto		E		3,4 ± 1,1	2,9
B-2T-R8		ISCITOP+BF		BF FL	0,9 ± 0,7	0,9
B-3T-R8		ISCITOP+BF		TP+FL	6,3 ± 3,2	2,3
B-1T-R9	Metà settembre		E		1,1 ± 1,4	0,7
B-2T-R9		ISCITOP+BF		BF FL	10,2 ± 4,3	8,8
B-3T-R9		ISCITOP+BF		TP+FL	7,6 ± 2,3	7,2

- 🌿 B= Az. B
- 🌿 1,2,3 T= Trattamento
- 🌿 R8,9 = data raccolta
- 🌿 ISCITOP=semina (agosto/settembre) di Brassica juncea (ISCI TOP) bioattivata con funghi antagonisti con trinciatura ed interrimento autunnale (novembre) preceduti dalla eventuale distribuzione di 1 t/ha di BIOFENCE PELLETS
- 🌿 BF = BIOFENCE PELLETS (1000 kg/ha)
- 🌿 FL = BIOFENCEFL (20 L/ha, 4 interventi)
- 🌿 E = ERCOLE (15 kg/ha)
- 🌿 TP = Telo Pacciamante (pellettato interrato e coperto con film PE trasparente)

Incidenza del danno da rizottoniosi e dattrosi sui tuberi in funzione dei trattamenti proposti

Tesi	Data raccolta	Linea di difesa fitoiatrica adottata			Danno da rizottoniosi		Danno da dattrosi				
		Pre-semi	Alla semina	Altro	Frequenza (%)	Gravità (%)	Classe 1 (0%)	Classe 2 (1-25%)	Classe 3 (26-50%)	Classe 4 (51-75%)	Classe 5 (>75%)
A-1T-R8	metà agosto	===	E	===	29,0	1,9	66,5	26,5	4,5	2,5	0,0
A-2T-R8		ISCITOP+B F	===	FL	33,0	2,2	63,5	24,5	9,0	2,5	1,0
A-3T-R8		ISCITOP+B F	===	TP+FL	30,5	1,3	57,5	32,5	3,5	5,0	1,5
A-1T-R9	metà settembre	===	E	===	54,0	2,9	22,0	45,0	15,0	7,5	10,5
A-2T-R9		ISCITOP+B F	===	FL	25,5	2,5	26,9	39,5	20,5	6,5	6,5
A-3T-R9		ISCITOP+B F	===	TP + FL	26,0	2,3	16,0	40,5	26,0	11,0	6,5

☛ A= Az. A

☛ 1,2,3 T= Trattamento; R8,9 = data raccolta; ISCITOP=semina (agosto/settembre) di Brassica juncea (ISCI TOP) bioattivata con funghi antagonisti con trinciatura ed interrimento autunnale (novembre) preceduti dalla eventuale distribuzione di 1 t/ha di BIOFENCE PELLETS; BF = BIOFENCE PELLETS (1000 kg/ha aggiunti al momento dell'interrimento del sovescio); FL = BIOFENCEFL (20 L/ha, 4 interventi); E = ERCOLE (15 kg/ha); TP = Telo Pacciamante (pellettato interrato e coperto con film PE trasparente)

☛ L'anticipo della raccolta, che riguarda tutte le tesi che riportano il codice R8, si è confermata efficace, anche in questo caso la tesi aziendale (non biofumigata) e raccolta tardivamente (A-1T-R9) è risultata la più impattata. In entrambe le aziende, l'utilizzo del telo pacciamante potrebbe avere creato risultati alterni o incerti, dovuti probabilmente alle condizioni climatiche, pedologiche e sito-specifiche.

Incidenza del danno da rizottoniosi e dattrosi sui tuberi in funzione dei trattamenti proposti

Tesi	Data raccolta	Linea di difesa fitoiatrica adottata			Danno da rizottoniosi		Danno da dattrosi				
		Pre-semina	Alla semina	Altro	Frequenza (%)	Gravità (%)	Classe 1 (0%)	Classe 2 (1-25%)	Classe 3 (26-50%)	Classe 4 (51-75%)	Class e 5 (>75 %)
B-1T-R8	metà agosto	===	E	===	61,0	1,3	54,5	33,0	9,0	3,0	0,5
B-2T-R8		ISCITOP+B F	===	FL	54,5	1,4	55,0	31,0	10,5	3,0	0,5
B-3T-R8		ISCITOP+B F	===	TP+FL	63,0	2,4	76,5	20,5	2,5	0,5	0,0
B-1T-R9	metà settembre	===	E	===	74,0	2,5	46,5	39,5	2,5	4,0	0,0
B-2T-R9		ISCITOP+B F	===	FL	53,5	1,5	82,5	17,0	0,5	0,0	0,0
B-3T-R9		ISCITOP+B F	===	TP + FL	56,5	1,7	74,5	22,5	2,0	1,0	0,0

B= Az. B

1,2,3 T= Trattamento; R8,9 = data raccolta; ISCITOP=semina (agosto/settembre) di Brassica juncea (ISCI TOP) bioattivata con funghi antagonisti con trinciatura ed interramento autunnale (novembre) preceduti dalla eventuale distribuzione di 1 t/ha di BIOFENCE PELLETS; BF = BIOFENCE PELLETS (1000 kg/ha aggiunti al momento dell'interramento del sovescio); FL = BIOFENCEFL (20 L/ha, 4 interventi); E = ERCOLE (15 kg/ha); TP = Telo Pacciamante (pellettato interrato e coperto con film PE trasparente)

La tesi più impattata sia da rizottoniosi che da dattrosi rimane quella convenzionale con raccolta tardiva (B-1T-R9). In questo caso, le tesi che hanno restituito una risposta migliore sono state B-2T-R9 e B-3T-R9.

TABELLA 2 - Primi risultati di un confronto tra linee di difesa per il controllo di elateridi includenti sovesci biocidi su varietà Universa (Dugliolo di Budrio, Bologna - 2019)

Tesi a confronto	Semina	Rincalzatura	Altro	Totale tuberi	Tuberi con attacco da elateridi		Tuberi non attaccati da elateridi (%)	
					grave (%)	trascurabile (%)		
No sovescio	n.t.	n.t.	n.t.	119	33,2 bc	5,3 a	5,3 a	
	etoprofos	teflutrin	n.t.	111	16,2 cd	5,4 a	5,4 a	
	etoprofos	teflutrin	Biofence FL	114	14,9 d	2,9 a	2,9 a	
	n.t.	n.t.	Biofence FL	117	44,5 ab	6,6 a	6,6 a	
<i>Brassica juncea</i>	n.t.	n.t.	n.t.	118	67,2 a	4,1 a	4,1 a	
	etoprofos	teflutrin	n.t.	115	17,5 cd	3,3 a	3,3 a	
	etoprofos	teflutrin	Biofence FL	120	14,7 d	3,1 a	3,1 a	
	n.t.	n.t.	Biofence FL	114	68,1 a	6,1 a	6,1 a	
<i>Crotalaria juncea</i>	n.t.	n.t.	n.t.	108	19,8 cd	2,6 a	2,6 a	
	etoprofos	teflutrin	n.t.	120	13,1 d	3,7 a	3,7 a	
	etoprofos	teflutrin	Biofence FL	119	11,1 d	2,1 a	2,1 a	
	n.t.	n.t.	Biofence FL	126	22,7 cd	3,1 a	3,1 a	
Significatività					***		n.s.	***
Anova					P	22,38	0,076	23,64
					F	<0,00001	1,79	<0,00001
Gradi di libertà					71	71	71	

n.s. = non significativo. n.t. = non trattato.

I risultati preliminari della sperimentazione dimostrano un'azione sostenuta di contenimento dei danni sui tuberi mediante sovescio di *C. juncea*, seminato ad agosto 2018 con terminazione dello stesso mediante trinciatura e successiva aratura in ottobre.

L'Informatore Agrario • 45/2019, 50-58

HOST STATUS OF PLANT SPECIES WITH NEMATICIDAL ACTIVITY AGAINST *MELOIDOGYNE GRAMINICOLA* (GOLDEN & BIRCHFIELD)

Tested plants	17 May '19		27 June '19		29 July '19		
	Galls for roots (n°)	L2 Pot	Galls for roots (n°)	L2 for pot	Galls for roots (n°)	L2 for pot	R (PF/PI)
<i>Lepidium campestre</i>	1.50 a	1.00	4.33 a	2.33 a	16.04 a	200.33 a	4.01 a
<i>Eruca sativa</i> sel. NEMAT	0.00 b	0.33	0.00 b	0.00 b	0.00 b	0.67 c	0.01 b
<i>Crotalaria juncea</i> var. MADRAS	0.00 b	0.00	0.00 b	0.00 b	0.26 b	0.67 c	0.01 b
<i>Cucumis sativus</i>	0.00 b	0.33	5.67 a	1.00 ab	3.38 ab	106.00 ab	2.12 ab





“Symposium on Biofumigation, green manures and cover crops”. **San Pedro, Buenos Aires.** **Argentina**

October 2024

Hybrid event: virtual and presencial **Scientific and local Commitee**

Mariel Mitidieri –mitidieri.mariel@inta.gob.ar - Argentina

Verónica Obregón Argentina

Natalia Meneguzzi - Argentina

Marisol Cuellas - Argentina

Analía Puerta – Argentina

Cristian Alvarez – Argentina

Pablo Gauna - Argentina

Vicent Michel -- Switzerland

Mohamed Besri - m.besri@iav.ac.ma - Morocco

Matthew Back -- UK

Julie Finnigan Australia

Roberto Matteo – Italia

José Buenhora -- Uruguay

Cesar Bauer Gomes - Brasil

Mayra Guadalupe Rodriguez- Cuba

Grazie per l'attenzione



Roberto Matteo

✉ roberto.matteo@crea.gov.it

☎ +39 051 6316850

CREA Research Centre for Cereal and Industrial Crops

Via di Corticella 133, 40128, Bologna, Italy.

Grazie

Luca Lazzeri

Bruno Parisi

Eleonora Pagnotta

Laura Righetti

Lorena Malaguti

Luisa Ugolini

Manuela Bagatta

Massimo Montanari

Nerio Casadei