



La disinfestazione biologica del terreno in condizioni di anaerobiosi: risultati e prospetti

Giovanna Gilardi, Maria Lodovica Gullino e Angelo Garibaldi

Centro di Competenza per l'innovazione in campo Agro-ambientale (AGROINNOVA)

Università degli Studi di Torino – Grugliasco (TO)

DiSAFA, Università degli Studi di Torino – Grugliasco (TO)

INCONTRI FITOIATRICI 2016, Torino 16 marzo.

Evoluzione della situazione fitosanitaria dopo l'eliminazione del bromuro di metile

Patogeni prima di scarsa importanza causano gravi problemi

- *Phytophthora nicotianae* e *P. capsici*
 - *Sclerotinia sclerotiorum*; *S. minor*; *Sclerotium rolfsii*
 - *Rhizoctonia solani*
 - Agenti di tracheofusariosi
 - Diverse specie di *Pythium* spp.
 - *Colletotrichum coccodes*
 - *Monosporascus cannonballus*
-
- **Introduzione di nuovi patogeni** in sistemi di coltivazione intensive attraverso sementi e/o materiale di propagazione infetti.



Lotta ai patogeni tellurici: un insieme di strategie

- ✓ Lotta genetica e innesto
- ✓ Sistemi coltivazione in fuorisuolo
- ✓ Impiego di seme sano o risanato
- ✓ Biofumigazione
- ✓ Microrganismi antagonisti
- ✓ Terreni repressivi
- ✓ Induzione di resistenza
- ✓ Disinfestazione fisica del terreno (solarizzazione e impiego del vapore)
- ✓ Uso sostenibile dei fumiganti

Impiego di sistemi di lotta basati sull'utilizzo di strategie integrate (Nuovo Regolamento CE 1107/2009 (ha abrogato la direttiva 91/414/CEE).



Fumiganti: situazione normativa europea (Reg. EC No 1107/2007)

Fumiganti

	1,3-Dichloropropene	Cloropicrina	Metam Na/K (MITC)	Dazomet (MITC)
Stato	Non autorizzato	Non autorizzato	APPROVATO	APPROVATO
Scadenza di approvazione	Nuove richieste	Nuove richieste	30/06/2022	31/05/2021
Note/ Specifiche applicazioni	Usi in deroga 120-giorni (ES, FR, IT)	Usi in deroga 120-giorni (UK, IT)	Limitazioni a partire dal 1 gennaio 2015	

In valutazione: dimetil disolfuro (DMDS)

Metham sodio e potassio: limitazioni d'uso a partire dal 1/01/2015

- Efficacia: nematocida, fungicida, erbicida e insetticida

Periodicità

1 trattamento ogni tre anni sullo stesso terreno

Dosi di impiego

- **Serra** fino a 1200 litri/ha
- **Pieno campo**: max 300 litri/ha

Metodi

- Manichette + copertura film plastico
- Impiego di macchine di distribuzione (pieno campo)

Disinfestazione del terreno mediante anaerobiosi:

Sviluppata separatamente in

Olanda, 2000

trattamenti di pieno campo contro *Fusarium oxysporum* f. sp. *asparagi* su asparago e *Verticillium dahliae* su fragola.

Giappone, 2004

trattamenti in serra per contenere patogeni fungini e batterici.

In seguito impiegata in USA (California, Florida, Tennessee)

adattata ai sistemi colturali di fragola, ortaggi e fiori recisi, in passato specie principali utilizzatrici di MB.

Esempi di impiego di ASD

Paese	Fonte di C	Periodo di copertura (settimane)	Coltura	Patogeno contenuto	Diffusione in aziende (Ha, anno)
Stati Uniti					
	Pula di riso Pula di riso + melassa	3	Fragola Lampone Specie officinali	<i>Verticillium dahliae</i> , <i>Rhizoctonia solani</i>	0,4 ha - 2012 <u>174 ha- 2013</u>
	Melassa Lettiera di pollame	3	Ortaggi Fiori recisi Fragola	<i>Pythium myriotylum</i> <i>Macrophomina phaseolarum</i> , <i>Fusarium oxysporum</i>	Nessuna
	Melassa Crusca	3	Ortaggi	<i>Sclerotium rolfsii</i>	Nessuna
Giappone	Etanolo, Melassa Pula di riso Crusca	2-3	Fragola Diverse orticole Fiori recisi	<i>V. dahliae</i> , <i>Fusarium oxysporum</i> , <i>F. redolens</i> , <i>Ralstonia solanacearum</i>	28 ha su 47 regioni
Olanda	Residui colturali	4-6	Acero Catalpa Asparago Fragola vivaio	Diversi patogeni fungini, erbe infestanti e nematodi	68 ha

Disinfestazione del terreno mediante anaerobiosi:

condizioni di esecuzione

1. Incorporare nel terreno sostanza organica
 - **Fornire fonte di C per i microrganismi**
2. Coprire con film plastici (PE, VIF)
3. Irrigare il terreno fino alla saturazione e mantenerlo alla capacità idrica di campo
 - **Saturare il terreno**
 - **Creare anaerobiosi e favorire la decomposizione della sostanza organica in anaerobiosi**



Runia, et al., 2014. Unravelling the mechanism of pathogen inactivation during anaerobic soil disinfestation.

(Fonte: Runia et a., 2014)

Meccanismi di azione di ASD

- Produzione di acidi organici e di sostanze volatili tossiche (CO_2 , NH_3 , H_2S , CH_4 , N_2O).
- Sviluppo di ioni Fe^{2+} e Mn^{2+} tossici verso alcuni patogeni.
- Cambiamento della popolazione microbica del suolo.
- Variazione delle caratteristiche chimiche del terreno (pH, conducibilità e condizioni di ossidoriduzione).

Efficacia di ASD: esperienza in Olanda

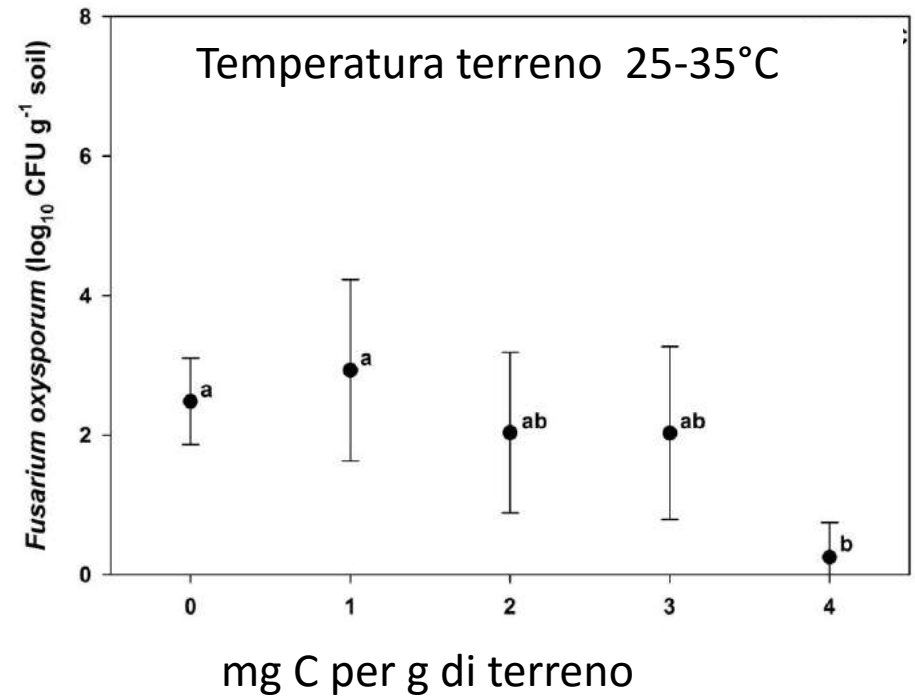
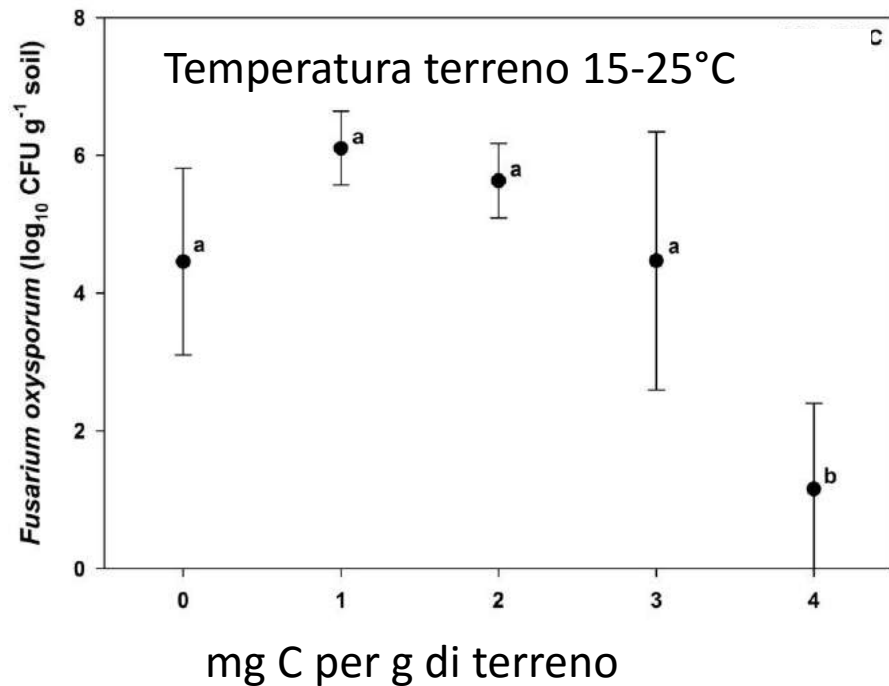
Patogeno	Efficacia*		Efficacia
Funghi		Nematodi	
<i>Fusarium oxysporum</i>	++	<i>Ditylenchus dipsaci</i>	+++
<i>Phytophthora fragariae</i>	+	<i>Globodera pallida</i>	++
<i>Rhizoctonia solani</i> AG3	+++	<i>Meloidogyne fallax</i>	+++
<i>Rhizoctonia tuliparum</i>	+++	<i>M. chitwoodi</i>	+++
<i>Sclerotinia sclerotiorum</i>	+++	<i>Pratylenchus penetrans</i> ,	+++
<i>Synchytrium endobioticum</i>	+	<i>P. fallax</i>	+++
<i>Verticillium dahliae</i>	+++	<i>Trichodoridae</i>	+
Batteri		Erbe infestanti	
<i>Ralstonia solanacearum</i>	+++	Erbe da bulbi/stoloni	++
		Erbe da seme	+

*Efficacia: + qualche effetto, ++ effetto evidente, +++ molto efficace

Fattori che condizionano l'efficacia di ASD

- Tipo e dose della fonte di carbonio.
- Tipo di composti volatili prodotti.
- Durata del trattamento.
- Temperatura del terreno.
- Patogeno bersaglio.

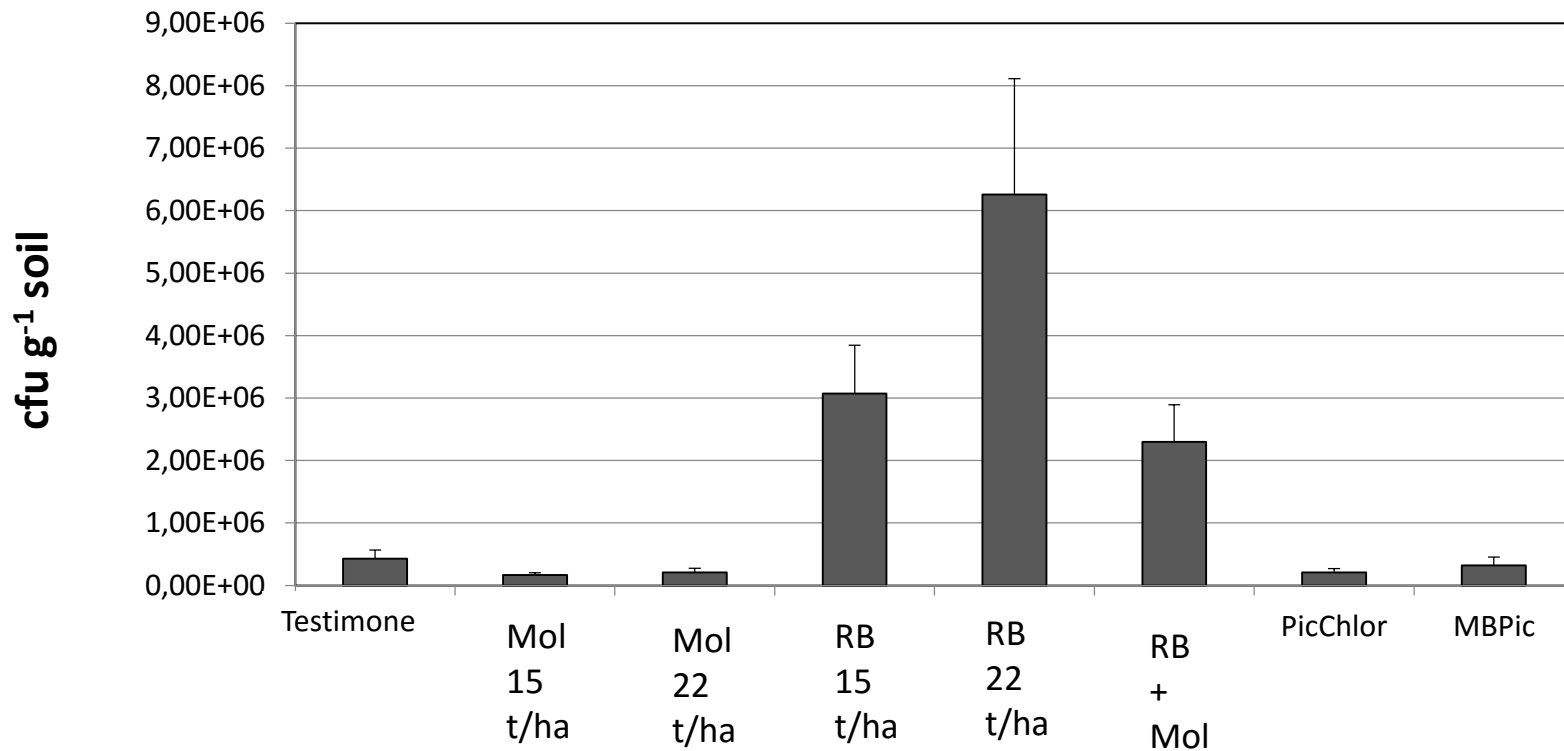
Effetto del contenuto in C (mg/g terreno) di matrice organica impiegata in ASD sulla riduzione di propaguli di *Fusarium oxysporum* in funzione della temperatura



Composti volatili ad attività biocida prodotti durante ASD

<i>Brassica juncea</i>	Pula di riso	Letame compostato	Residui di erbaio	Etanolo
Allyl isothiocyanate	Isopropyl alcohol	Butanoic acid	Dimethyl sulfide	3-methyl-1-butanol
Carbon disulfide	2-Butanol	Decanal	Dimethyl disulfide	Butanoic acid, ethylester
Dimethyl sulfide	1-butanol		Dimethyl trisulfide	2-ethyl-1-hexanol
Dimethyl disulfide	2-Pentanone		3-Pentanone	Butanoic acid, 3-methyl, ethylester
Dimethyl trisulfide	Acetic acid		2-Pentanone	Nonanal
2-Pentanone	Butanoic acid		Acetic acid	
1-Butanol	Butyl butarate		2-ethyl-1-hexanol	
3-Butenenitrile	2-ethyl-1-hexanol		Butanoic acid	
1-methoxy-2 propanone	2-butenic acid, butyl ester		Butanone	

Effetto di melassa (Mol) e pula di riso (RB) in trattamenti di ASD sulla popolazione tellurica



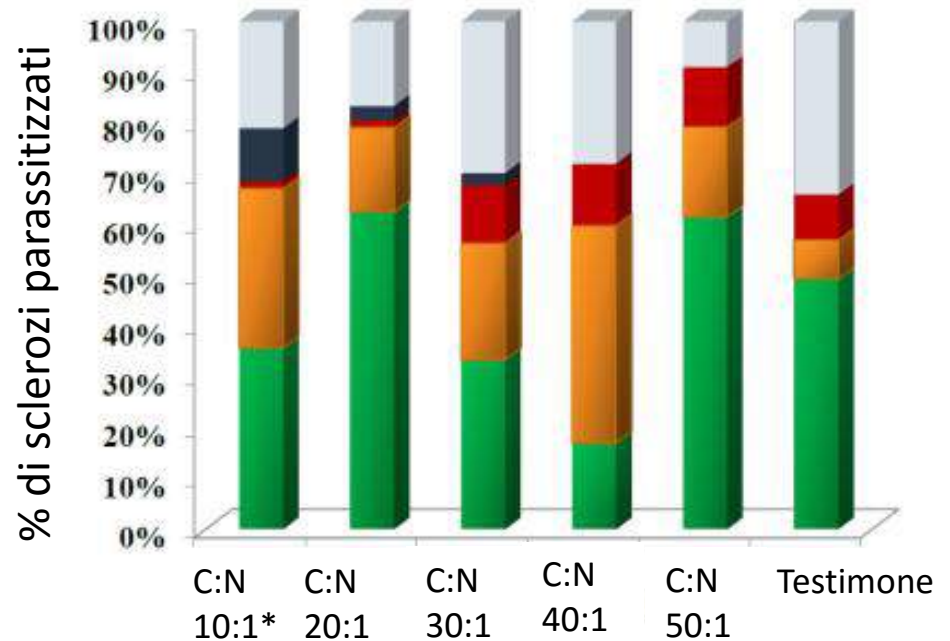
PicChlor= cloropicrina 60 g/m²

MBPic= Bromuro di metile + cloropicrina

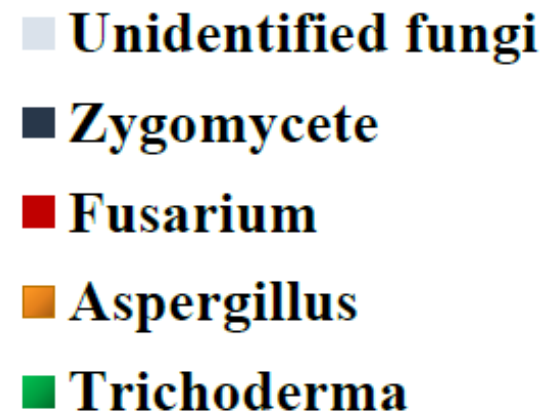
(Fonte, M. Mazzola 2013)

Effetto ASD sulla popolazione tellurica. Dato espresso come % di sclerozi parassitizzati

- *Trichoderma* spp. e altri microrganismi sembrano giocare un ruolo importante durante e dopo il trattamento ASD.



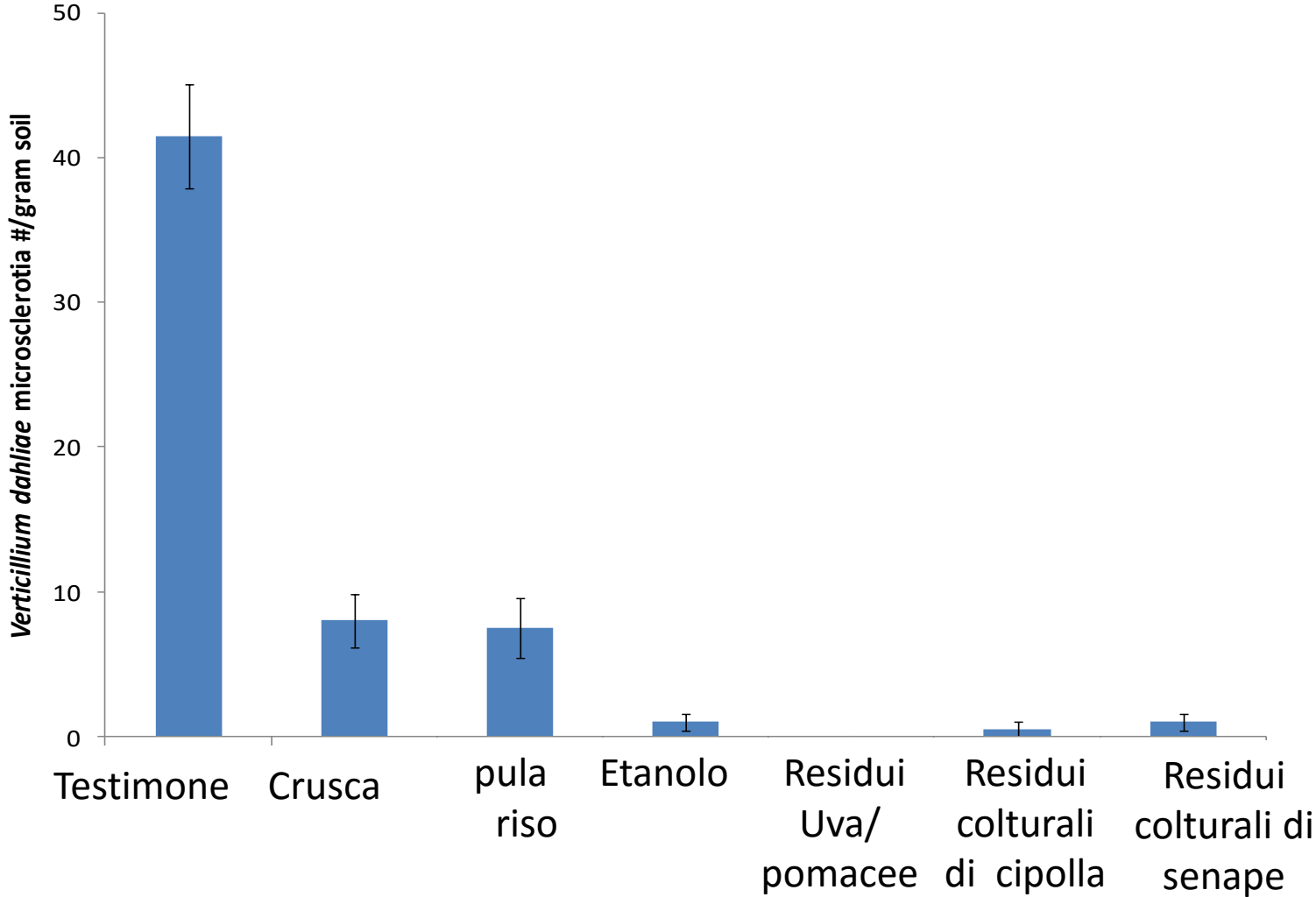
*L'impiego in ASD di ammendanti organici con rapporto C:N da 10:1 a 40:1 riduce la vitalità di sclerozi di *S. rolf sii*.



Shrestha et al., 2013; Thaning and Gerhardson, 2001.

(Fonte: Butler et a., 2014)

Diversi ammendanti impiegati in ASD riducono *Verticillium dahliae* (dato espresso come microsclerozi/g di terreno)

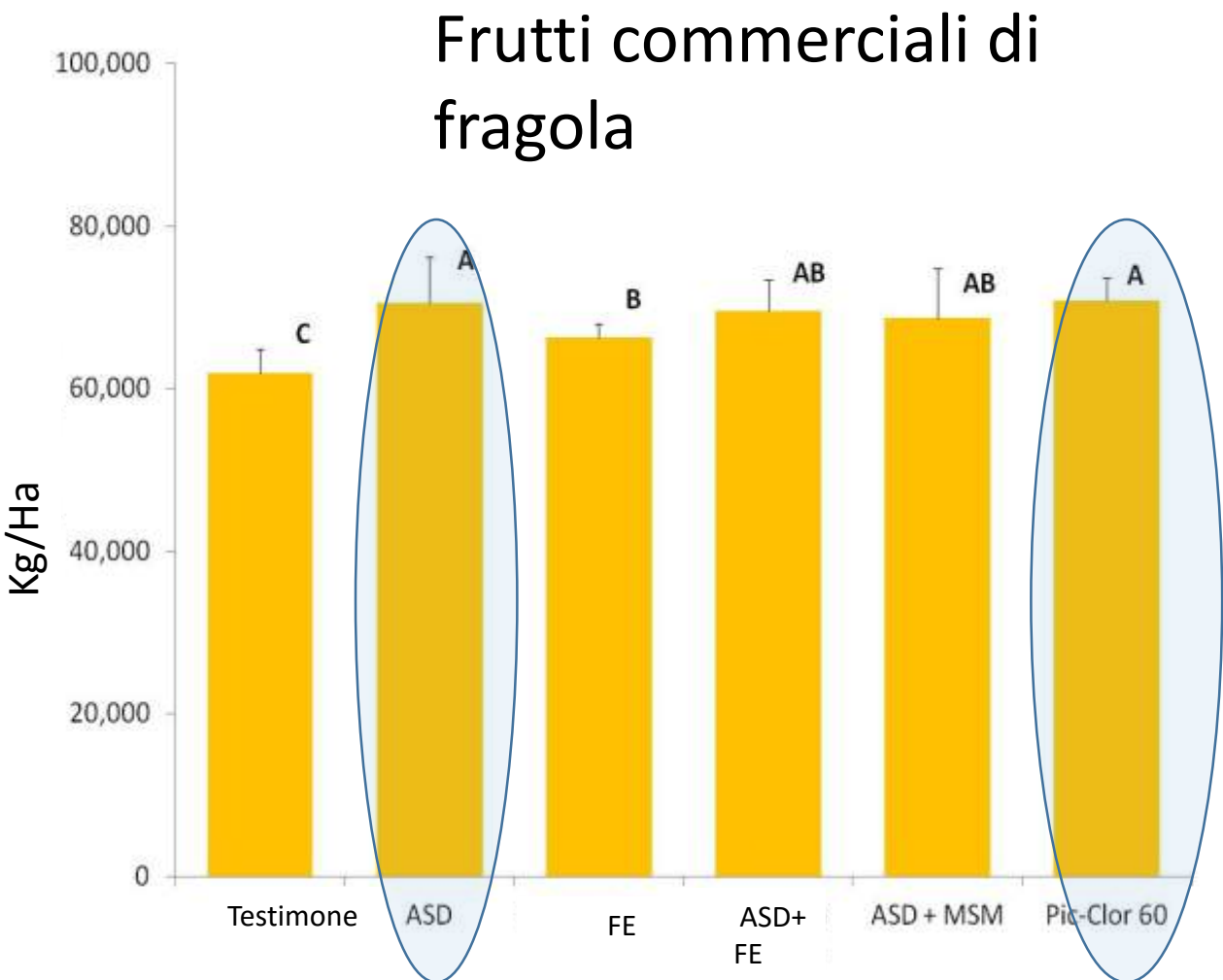


(Fonte: Shennan et a., 2014)

Effetto di ASD sulla produzione di fragola in presenza di infestazioni da *Verticillium dahliae*

ASD con 22 t/ha di **pula di riso efficace quanto cloropicrina (Pic-clor60)**

Assenza di sinergismo con residui lavorazione del pesce (FE) e farina di semi di senape (MSM)



(Fonte: Shennan et al., 2014)

Ricerche in corso su ASD

- Scelta dalla fonte di C per il contenimento di specifici patogeni.
- Ottimizzazione di ASD sulla base del tipo di sistema colturale.
- Temperatura del terreno e durata del trattamento.
- Ruolo della comunità microbica sulla repressività nei confronti di specifici patogeni.

Considerazioni pratiche

- **Costo delle fonti di carbonio** altre fonti con il medesimo effetto della pula di riso (meno costose). Costo ASD risulta circa 5500 €/ha.
- **Fertilizzazione N** – 22 t/ha di pula di riso apporta circa 336 kg/Ha N; perdite attraverso lisciviazione o come gas N_2O .
- **Uso dell'acqua** – circa 1,5 volte in più del volume normalmente utilizzato in pre-impianto.
- **Logistica di approvvigionamenti** fonti di carbonio e distribuzione.

Ringraziamenti



- Lavoro svolto nell'ambito del Progetto EUCLID, 'EU-China cooperation on IPM in agriculture' finanziato nell'ambito del Programma Europeo Horizon 2020 (contratto N. 633999).
- **Fonte dati: VIII INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON CHEMICAL AND NON-CHEMICAL SOIL AND SUBSTRATE DISINFESTATION, Torino 2014.**

