

# MANUALE DI AMMINISTRAZIONE

METAM SODIO E METAM POTASSIO



**EASTMAN**

**AMMINISTRAZIONE:** LA CAPACITÀ  
E L'ABILITÀ DI GESTIRE IL PRODOTTO  
CON ATTENZIONE, CON CURA, CON  
CORRETTEZZA

**EASTMAN**



## INDICE

Indice .....	3
Introduzione .....	5
<b>1. Principi di disinfezione del terreno</b> .....	<b>6</b>
1.1. Terreni e motivi della disinfezione .....	6
1.2. Nozioni di base sulla disinfezione del terreno .....	7
1.2.1. Le sezioni del terreno e il loro ruolo .....	7
1.2.2. I disinfettanti e il loro trasporto/migrazione nel terreno .....	8
1.2.3. Fattori che determinano l'attività del disinfettante .....	8
1.2.3.1. Umidità del terreno .....	8
1.2.3.2. Temperatura del terreno .....	8
1.2.3.3. Contenuto d'argilla .....	9
1.2.3.4. Contenuto di materiale organico .....	9
1.2.3.5. Apporto di ammendanti e correttivi del terreno .....	9
1.2.3.6. Dosaggi e copertura del terreno mediante film plastico ..	10
1.2.3.7. Tempo di esposizione e concetto di "concentrazione x tempo" .....	10
1.2.3.8. Ricontaminazione dei terreni trattati .....	11
Riassunto del capitolo 1 .....	11
<b>2. Fumiganti a base di metam e principali composti gassosi attivi</b> .....	<b>12</b>
2.1. Generalità .....	12
2.2. Caratteristiche dei composti contenenti metam .....	13
2.2.1. Metam sodio e metam potassio .....	13
2.2.2. Metilisotiocianato (MITC) .....	13
2.2.3. Attività biologica come disinfettante del terreno .....	13
2.3. Origine naturale del MITC e di altri isotiocianati .....	14
Riassunto del capitolo 2 .....	15



3. Modalità di applicazione dei prodotti a base di metam nel terreno .....	16	5.3.3. Temperatura del terreno .....	32
3.1. Iniezione nel terreno .....	16	5.3.4. La lavorazione fine del terreno .....	33
3.1.1. Denti / coltelli iniettori .....	16	5.4. Applicazione del disinfettante .....	33
3.1.2. Iniezione a "piede d'oca" .....	17	5.4.1. Fasi preliminari .....	33
3.1.3. Illustrazione dei macchinari montati su trattore .....	18	5.4.1.1. Verifica delle condizioni meteorologiche .....	33
3.1.4. Iniezione a punta localizzata (palo iniettore) .....	18	5.4.1.2. Trasferimento del prodotto .....	34
3.2. Irrigazione a goccia .....	18	5.4.2. Applicazione del metam .....	35
		5.4.2.1. Iniezione nel terreno .....	35
Riassunto del capitolo 3 .....	21	5.4.2.2. Applicazione mediante irrigazione a goccia .....	36
4. Misure che migliorano l'attività biologica del metam e del MITC .....	22	5.4.3. Avvertenze e segnali di pericolo .....	36
4.1. Compattazione del terreno .....	22	5.5. Tempo di rientro .....	37
4.2. Sigillatura con acqua .....	23	5.6. Pulizia del materiale e smaltimento del fusto .....	37
4.3. Film plastici di copertura .....	24	5.7. Rimozione del film plastico e/o aerazione del terreno .....	38
4.3.1. Generalità e classificazione .....	24	5.8. Pulizia dei dispositivi di protezione individuale (DPI) .....	39
4.3.2. Film plastici come parte delle strategie di IPM .....	25	5.9. Regole generali sull'utilizzo delle cartucce del filtro .....	39
4.3.3. Gestione dei film plastici per la disinfezione del terreno .....	25	5.10. Monitoraggio del MITC residuo .....	40
4.3.4. Modalità di uso dei film plastici .....	26	5.10.1. Verifica dell'ambiente di lavoro per la sicurezza .....	40
Riassunto del capitolo 4 .....	27	5.10.1.1. Rilevatore a fotoionizzazione (P.I.D.) .....	40
5. Gestione passo-passo della disinfezione del terreno con metam .....	28	5.10.1.2. Tubi di rilevazione .....	40
5.1. Conservazione e manipolazione .....	28	5.10.2. Verifica del potenziale rischio di fitotossicità dopo la disinfezione e l'areazione del terreno .....	41
5.1.1. Conservazione .....	28	Riassunto del capitolo 5 .....	43
5.1.2. Manipolazione .....	28	Appendici .....	44
5.2. Verifica delle condizioni locali .....	29	Abbreviazioni .....	44
5.3. Preparazione del terreno .....	30	Glossario .....	44
5.3.1. Rimozione dei residui vegetali della precedente coltura .....	30	Avvertenze legali .....	46
5.3.2. Umidità del terreno .....	30		
5.3.2.1. Pre-bagnatura per sensibilizzare gli organismi bersaglio .....	31		
5.3.2.2. Umidità del terreno al momento dell'applicazione .....	31		
5.3.2.3. Test di umidità del terreno .....	31		

# INTRODUZIONE

La conservazione, manipolazione e applicazione dei prodotti di disinfezione del terreno come il metam sodio e il metam potassio richiedono una approfondita conoscenza sia dello specifico comportamento di tali prodotti sia dei gas volatili attivi generati in seguito all'applicazione del prodotto nel suolo.

Possedere una conoscenza della disinfezione del terreno in generale e dei fattori coinvolti permette un approccio mirato all'uso del prodotto considerando che potranno essere utilizzate diverse tecniche applicative in funzione di specifiche condizioni. Lo scopo del presente manuale è dare tutte le informazioni necessarie sulle condizioni da verificare e sulle misure da intraprendere nei diversi stadi di

manipolazione e utilizzo, incluso il periodo successivo al trattamento. Si fa espresso riferimento ai regolamenti e alle raccomandazioni esistenti.

Ciascun capitolo contiene informazioni essenziali per aiutare a comprendere perché e in che modo debbano essere osservate le misure generiche e specifiche con una descrizione dettagliata delle misure pertinenti e un riepilogo dei punti chiave.

# 1. PRINCIPI DI DISINFEZIONE DEL TERRENO

## 1.1. TERRENI E MOTIVI PER I QUALI VIENE

### CONDOTTA LA DISINFEZIONE

Il terreno è un ambiente complesso costituito da composti minerali e composti organici. L'insieme che ne deriva è un habitat per organismi benefici e organismi che danneggiano le colture agrarie (patogeni e parassiti).

Le particelle minerali e i materiali organici del terreno sono presenti in diverse forme e quantità determinando la struttura granulare, il fenomeno dell'adsorbimento e la porosità cioè lo spazio tra i granuli e all'interno di essi. La porosità permette il trasporto di acqua e gas.

Alcuni organismi presenti nel terreno sono benefici per le colture, come i batteri responsabili della nitrificazione, altri invece possono causare malattie (funghi e batteri), nutrirsi e riprodursi a danno della coltura (nematodi) o semplicemente entrare in competizione con essa riducendo la disponibilità di luce e di elementi nutritivi (piante infestanti). La scarsa o nulla rotazione colturale porta all'accumulo di questi organismi dannosi fino a raggiungere una soglia economica di danno oltre la quale è necessario ripristinare le condizioni originarie del terreno.

I residui vegetali rimasti in campo dopo la raccolta (p.es. le radici) contribuiscono al perpetuarsi di questi patogeni... A seconda del tipo di coltura, sopravvivono diversi organismi a specifiche profondità più o meno elevate. Una possibile soluzione per il

controllo di questi organismi è l'applicazione di fungicidi, nematocidi o erbicidi. Tuttavia, solo alcuni degli attuali prodotti disponibili per la protezione delle piante sono appropriati per il trattamento del terreno. Molti di essi necessitano di trattamenti ripetuti e presentano un potenziale pericolo per i residui che possono accumularsi nella coltura.

La disinfezione del terreno come misura pre-culturale è spesso la soluzione più vantaggiosa. La maggior parte dei disinfettanti del terreno ha un'attività ad ampio spettro; cioè sono spesso fungicidi, nematocidi ed erbicidi e, a seconda della modalità o tecnica di applicazione, possono raggiungere e trattare strati di terreno più o meno profondi in base alle necessità.

La seguente tabella illustra la distribuzione della profondità più probabile degli organismi parassiti e dei patogeni terricoli.

## PROFONDITÀ NEL TERRENO DI DIVERSI PARASSITI E MALATTIE VEGETALI (Da: Mappes, D., 1995, *Acta Horticulturea* 382: 96-103)

PROFONDITÀ DEL TERRENO (CM)	ORGANISMI PARASSITI O MALATTIE
0 - 20	<i>Pythium spp.</i> , <i>Phytophthora citricola</i> Batteri ( <i>Erwinia</i> , <i>Pseudomonas</i> ) Nematodi a vita libera ( <i>Longidorus</i> , <i>Pratylenchus</i> , <i>Paratylenchus</i> )
20 - 40	<i>Sclerotium cepivorum</i> , <i>Rhizoctonia spp.</i> , <i>Phoma spp.</i> , <i>Didymella lycopersici</i> <i>Phytophthora fragariae</i> , <i>Verticillium albo-atrum</i> , <i>Plasmodiophora brassicae</i> <i>Thielaviopsis</i> , <i>Botrytis cinerea</i> , <i>Pyrenochaeta lycopersici</i> Nematodi galligeni delle radici ( <i>Meloidogyne</i> ) Nematodi cisticoli ( <i>Heterodera</i> )
40 - 60	<i>Sclerotinia sclerotiorum</i> , <i>Corticium solani</i>
> 60	<i>Fusarium oxysporum</i> , <i>Rosellinia necatrix</i>

Non c'è una netta correlazione tra la profondità e la presenza di uno specifico patogeno ma, il rischio di infezione della coltura dipende anche dalla sua profondità di radicazione. Residui di precedenti colture, soprattutto radici, potrebbero fungere da punti di inoculo.

## PROFONDITÀ DI RADICAMENTO DI DIVERSE SPECIE VEGETALI

[Ampliato da: Mappes, D., 1995, Acta Horticulturae 382: 96-103]

ZONA	PROFONDITÀ DEL TERRENO (CM)	SPECIE VEGETALI
Poco profonda	0-20	Lattuga, piselli, cetrioli, carote, ravanelli, cipolle, arachidi
Media	20-40	Patate, spinaci, porri, sedano rapa, fragole, fagioli, peperoni e pomodori
Profonda	> 40	Brassiche tardive, cavoletti di Bruxelles

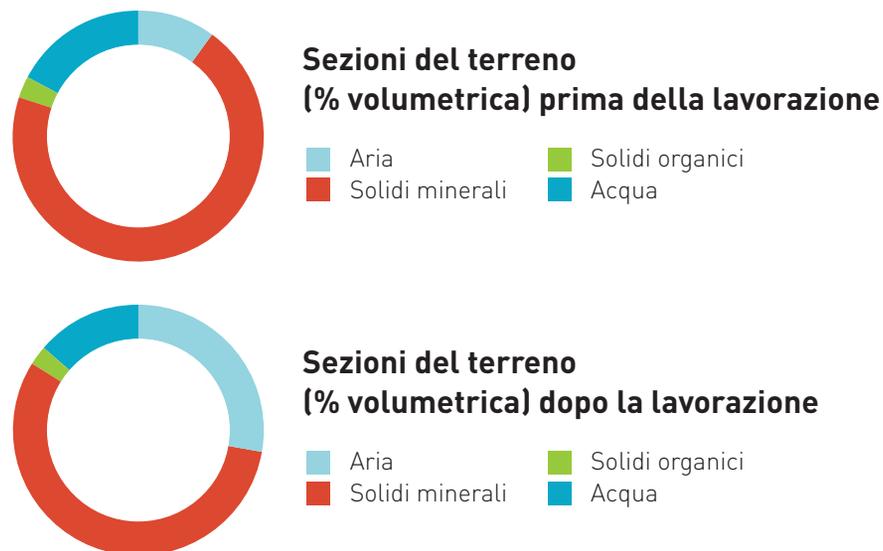
## 1.2. NOZIONI DI BASE SULLA DISINFEZIONE

### DEL TERRENO

#### 1.2.1 LE SEZIONI DEL TERRENO E IL LORO RUOLO

Il terreno è composto da 4 principali sezioni: (1) una frazione minerale solida, (2) una frazione organica solida, (3) gli spazi tra e dentro le sostanze solide del terreno (porosità), (4) l'acqua presente nel terreno che forma un film attorno alle particelle solide, riempiendo parzialmente i pori delle particelle del terreno e/o scorrendo liberamente tra le particelle.

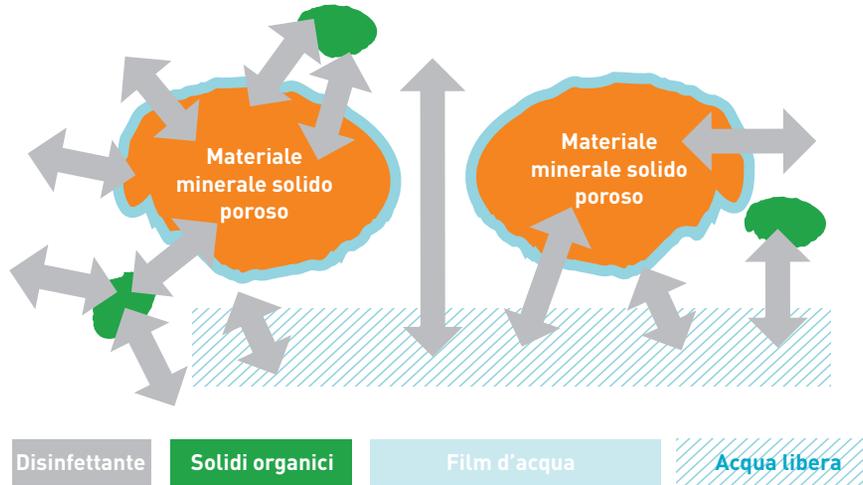
la porosità permette una più facile diffusione dei gas e un'attività del disinfettante anche a distanza dal punto di applicazione. . Questa traslocazione, può diluire eccessivamente la concentrazione del gas attivo fino a valori inefficaci (vedere sotto: valore-ct o prodotto "concentrazione x tempo"). L'aumento dello spazio poroso nel terreno da disinfettare è ottenuto tramite la lavorazione del terreno. Il seguente grafico mostra l'effetto della lavorazione fine del terreno sulla porosità (azzurro chiaro):



La lavorazione del terreno può anche dare origine a un effetto camino una volta che viene applicato un disinfettante. Come verrà spiegato più avanti nella sezione sulla modalità di applicazione, il rischio di perdita prematura del disinfettante deve essere ridotto o evitato attraverso la compattazione dello strato superiore del terreno, la bagnatura e/o la sigillatura del terreno con un film plastico.

I minerali come l'argilla e la presenza di materiale organico determineranno l'adsorbimento dei gas attivi. Elevati livelli di entrambe le categorie di materiali solidi potrebbero necessitare di un aumento del dosaggio efficace. L'acqua del terreno

contribuisce alla diffusione del disinfettante, ma una sua elevata presenza bloccherà una diffusione efficiente nel terreno. Ciò è diverso per il film d'acqua che circonda i materiali solidi, dove il continuo scambio tra la fase liquida e gassosa consente un trasporto su distanze maggiori come mostrato di seguito:



## 1.2.2. I DISINFETTANTI E IL LORO TRASPORTO/ MIGRAZIONE NEL TERRENO

La distanza di trasporto o migrazione dei gas disinfettanti ad una concentrazione sufficientemente elevata dal punto d'applicazione è studiata a fondo, sia tramite il monitoraggio chimico (analizzatori di gas e campionamento del gas per un'ulteriore analisi GC) sia, a una maggiore profondità, introducendo materiali biologici per l'esecuzione di test (colture fungine, nematodi oppure semi). Il re-isolamento di tali materiali di test e la misurazione della loro crescita dopo l'incubazione su terreni specifici, o la realizzazione delle conte dopo i necessari periodi di contatto col disinfettante, mostreranno l'efficacia del trattamento.

Oltre ai fattori menzionati di seguito per l'attività del disinfettante, le caratteristiche chimico – fisiche del gas co-determinano il suo trasporto nel terreno, in quanto la struttura chimica e la dimensione molecolare determineranno l'adsorbimento, la dissoluzione e la diffusione attraverso i micro-pori; le proprietà fisiche come la pressione di vapore e la densità del gas determineranno una diffusione nell'atmosfera del terreno attraverso gli spazi e i pori più grandi.

## 1.2.3. FATTORI CHE DETERMINANO L'ATTIVITÀ DEL DISINFETTANTE

### 1.2.3.1. UMIDITÀ DEL TERRENO

L'umidità è necessaria per sensibilizzare gli organismi bersaglio rendendoli (più) attivi prima del trattamento del terreno e per regolare i processi di diffusione del disinfettante. Una sufficiente umidità è necessaria per evitare lo sviluppo di strutture superstiti più resistenti allo stress, come gli scleroziti o altre forme di sopravvivenza che offrono maggior resistenza all'azione del disinfettante. La migliore performance del disinfettante è ottenuta con determinati limiti di capacità di ritenzione idrica (WHC). È difficile determinare il valore ottimale, a volte ristretto, poiché questo dovrebbe essere determinato empiricamente per ciascun appezzamento da trattare e cambierebbe a seconda della coltura.

Una raccomandazione generale di umidità del terreno al momento dell'applicazione è tra 50 e 75% di WHC a seconda del tipo di terreno e prodotto. Per il metam è raccomandato un 60% di WHC.

Una linea guida per la valutazione non strumentale sul campo dell'effettiva umidità del terreno viene fornita più avanti nella discussione delle fasi operative di applicazione.

### 1.2.3.2. TEMPERATURA DEL TERRENO

I gas, e quindi anche i disinfettanti, tendono ad occupare lo spazio massimo disponibile in un ambiente chiuso e tendono ad espandersi maggiormente con l'aumento della temperatura. In un ambiente chiuso la pressione aumenterà con l'aumento della temperatura. La necessaria volatilità per un gas fumigante dipende dalla pressione di vapore che è dipendente dalla temperatura.

La temperatura determina anche la solubilità del disinfettante nella parte umida del terreno e l'equilibrio dello scambio gassoso tra fase liquida e gassosa, oltre che il fenomeno di adsorbimento e desorbimento nella fase solida del terreno.

L'attività degli organismi bersaglio e la loro sensibilità ai disinfettanti del terreno dipende anche dalla temperatura.

Una temperatura del terreno non idonea (troppo elevata o troppo bassa) potrebbe portare a effettuare la disinfezione al mattino presto oppure al pomeriggio tardi/sera. Si deve evitare una gassificazione troppo veloce o troppo lenta, in entrambi i casi la performance del prodotto non sarà efficace. Nel caso di temperature elevate si raggiungerà una sufficiente concentrazione di gas ma con tempi di contatto troppo brevi, nel caso di temperature basse accadrà esattamente il contrario, basse concentrazioni del gas attivo con lunghi tempi di contatto con il patogeno.

### 1.2.3.3. CONTENUTO D'ARGILLA

I minerali argillosi o l'argilla hanno alti valori di capacità di scambio ionico dovuto alle cariche elettriche presenti sulla superficie di questi materiali. Questa caratteristica porta alla necessità di aumentare i dosaggi di disinfettante (anche fino al doppio della dose normale). L'aumento della dose può a volte essere risolto trattando solamente strisce di terreno a un elevato dosaggio se il tipo di sistema colturale o la configurazione del campo lo consentono.

In alcuni paesi le etichette del prodotto specificano i dosaggi a seconda del tipo di terreno: "leggero" oppure "pesante".

### 1.2.3.4. CONTENUTO DI MATERIALE ORGANICO

Il contenuto di materiale organico nel terreno è dovuto soprattutto ai residui di precedenti colture. Come regola standard, dovrebbe essere rimossa la maggiore quantità possibile di residui da precedenti colture (cioè parti aeree e radici) prima della disinfezione del terreno e del successivo re- impianto. Questa operazione ha due scopi, il principale è quello di eliminare possibili fonti di inoculo, inoltre si evitano perdite di prodotto per adsorbimento da parte della sostanza organica. È accertato che a partire da un contenuto di materiale organico del 5-6% in poi il dosaggio del disinfettante potrebbe dover essere aumentato del 50%. Se possibile, e a seconda del tipo di coltura o di malattia/parassita, l'applicazione a bande o il trattamento a una profondità più superficiale potrebbe ridurre il dosaggio complessivo al livello normale.

Seguire sempre i dosaggi permessi dai regolamenti locali.

### 1.2.3.5. APPORTO DI AMMENDANTI E CORRETTIVI DEL TERRENO

Gli agricoltori, durante la fase di preparazione di un terreno di coltivazione possono apportare a questo correttivi e/o ammendanti che potrebbero interferire con la buona riuscita della disinfezione. La questione ricorrente è quando apportare questi materiali. In caso di apporto di sostanza organica si può calcolare con facilità l'incremento di materiale organico nel terreno; un apporto di 20 ton/ha incorporato in 20 cm corrisponde a circa l'1% di aumento del materiale organico ipotizzando una densità del terreno pari a circa 1,0.

L'aggiunta di sovescio o compost appena prima della disinfezione non è raccomandato e necessiterà di un dosaggio maggiore del disinfettante quando si eccede il 5-6%

di materiale organico. Aggiungerlo ad esempio un mese prima dell'applicazione del disinfettante può permettere al materiale organico di decomporsi se la temperatura del terreno e il contenuto di umidità sono favorevoli. Se la somministrazione di tali materiali è fatta dopo la disinfezione del terreno, è importante accertarsi di utilizzare prodotti sterili o che comunque non contengano parassiti o patogeni.

### 1.2.3.6. DOSAGGI E COPERTURA DEL TERRENO MEDIANTE FILM PLASTICO

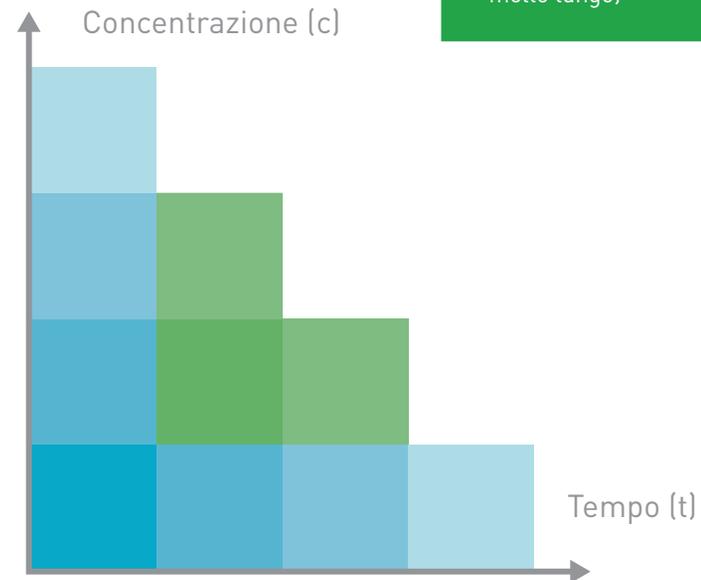
I dosaggi da utilizzare sono ottenuti sia da studi specifici sul controllo del patogeno / parassita ma anche dal tipo di terreno e dalla profondità che si intende disinfettare.

I dosaggi sono generalmente espressi in litri o kg per ettaro, più raramente in grammi o millilitri per metro quadrato. Nel caso di alte dosi può essere conveniente la distribuzione solo sulle "strisce" (bande) coltivate.

Coprire il terreno con un film plastico può consentire una riduzione di dose rispetto a sistemi di sigillatura del terreno meno efficienti quali ad esempio la rullatura.

### 1.2.3.7. TEMPO DI ESPOSIZIONE E CONCETTO DI "CONCENTRAZIONE X TEMPO"

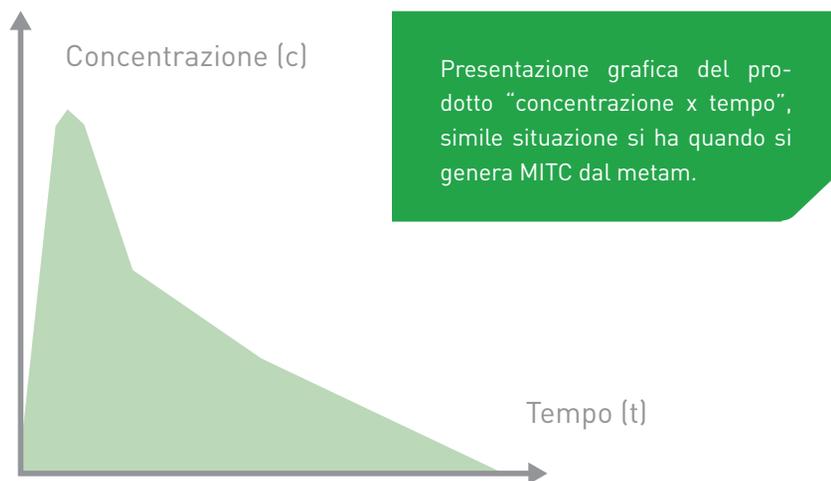
Gli organismi bersaglio sono efficacemente controllati quando la concentrazione effettiva di disinfettante è abbastanza elevata per un tempo sufficiente in determinate condizioni di umidità e temperatura. L'efficacia è spesso espressa in termini di prodotto 'concentrazione x tempo' (grammo per m<sup>3</sup> x ora). Ciò può essere visualizzato graficamente attraverso un rettangolo avente la concentrazione come altezza e il tempo come larghezza.



Presentazione teorica (rettangolare) del prodotto "c x t": i rettangoli verdi possono essere efficaci mentre le aree azzurre no (concentrazione estremamente elevata in un periodo molto breve oppure concentrazione estremamente bassa in un periodo molto lungo)

Quando si genera MICT (metilisotiocianato) dal metam, vi è un rapido raggiungimento di una concentrazione di picco del MITC seguito da una sua riduzione quando il MITC inizia a degradarsi / dissiparsi (espansione, assorbimento e degradazione del gas). Ciò significa che la presenza di disinfettante a una concentrazione estremamente bassa durante un periodo di tempo molto lungo o a una concentrazione estremamente elevata durante un periodo molto breve potrebbe non essere efficace.

Il seguente grafico illustra un andamento tipico della variazione di concentrazione dell'MITC nel tempo:



### 1.2.3.8. RICONTAMINAZIONE DEI TERRENI TRATTATI

Attenzione deve essere prestata per evitare la ricontaminazione dei terreni trattati con patogeni apportati con macchinari sporchi o attrezzi / stivali dei lavoratori.

# RIASSUNTO DEL CAPITOLO 1

## PRINCIPI DI DISINFEZIONE DEL TERRENO

- I parassiti e le malattie vegetali possono avere origine dal terreno, in questo caso sono chiamati "malattie e parassiti terricoli".
- Il risultato di disinfezione del terreno o la performance del fumigante dipendono dal prodotto "concentrazione x tempo", cioè dalla necessità di mantenere una concentrazione sufficientemente elevata del composto gassoso attivo per una quantità di tempo minima.
- Numerosi fattori influenzano la performance del fumigante e possono determinare la scelta del dosaggio: umidità del terreno, temperatura del terreno, contenuto di argilla del terreno, contenuto di materiale organico, correzioni organiche, pH del terreno, sigillatura del terreno.
- Devono essere rispettate le regole igieniche essenziali per evitare la ricontaminazione dei terreni trattati a opera di patogeni vegetali.

# 2. FUMIGANTI A BASE DI METAM E PRINCIPALI COMPOSTI GASSOSI ATTIVI

## 2. 1. GENERALITÀ

Il metam sodio e il metam potassio sono entrambi sali dell'N-Metil-ditiocarbammato. Sono commercialmente disponibili in soluzioni acquose. Le formule strutturali sono:



Applicati al terreno essi iniziano a decomporsi in metilisotiocianato (MITC), bisolfuro di carbonio, solfuro di idrogeno e altri composti a seconda del pH del terreno.

Il MITC è il principale prodotto gassoso attivo della decomposizione del metam ed è noto per agire come disinfettante del terreno ed avere un ampio spettro d'azione.

I prodotti a base di metam sono corrosivi e, al fine di garantire il buon funzionamento dei dispositivi di applicazione ed evitare fuoriuscite, garantendone così la conservazione, la manipolazione e il trasferimento dei prodotti in condizioni sicure, è necessario utilizzare i materiali più adeguati ad entrare in contatto con il metam. La seguente tabella fornisce una panoramica dei materiali compatibili e di quelli incompatibili.

## PANORAMICA DEI MATERIALI COMPATIBILI E INCOMPATIBILI CON IL METAM

COMPATIBILE	INCOMPATIBILE
Polietilene ad alta densità (HDPE), polipropilene, poliammide (Nylon 6), Politetrafluoroetilene (PFTE; Teflon)	Rame, acciaio dolce, alluminio, ottone
Fluoroelastomero (Viton*)	Acciaio e zinco galvanizzato
Fibra di vetro	Cloruro di polivinile (PVC)
Acciaio inossidabile	Gomma nitrilica (NBR; Buna-N)
<hr/> *da sostituire gradualmente	Gomma EPDM (monomero di etilene-propilene-diene)
	Gomma al polietilene clorosolfonato (CSPE; Hypalon)
	Neoprene, gomma butilica
	Polietilene a bassa densità (LDPE)

## 2.2. CARATTERISTICHE DEI COMPOSTI

### CONTENENTI METAM

#### 2.2.1. METAM SODIO E METAM POTASSIO

PROPRIETÀ	METAM SODIO	METAM POTASSIO
Contenuto di principio attivo	510 g/l oppure 42,1 % p/p	690 g/l oppure 54 % p/p
Tipo di formulazione (codice)	SL (miscelabile con acqua)	SL (miscelabile con acqua)
Pressione di vapore del principio attivo	5,75 x 10 <sup>-2</sup> Pa a 25 °C Moderata-mente volatile	Moderata-mente volatile
Volatilità dall'acqua (Costante della legge di Henry)	8,34 x 10 <sup>-6</sup> Pa.m <sup>3</sup> /mol a 20 °C Molto poco volatile dall'acqua	
Temperatura di decomposizione del principio attivo	150 °C	150 °C
Periodo di validità della formulazione	2 anni a temperatura ambiente	2 anni a temperatura ambiente
Periodo di validità della formulazione	Stabile dopo una conservazione accelerata (14 giorni a 54 °C)	

#### 2.2.2. METILISOTIOCIANATO (MITC)

PROPRIETÀ	VALORE
Pressione di vapore	1739 Pa a 20 °C Sostanza estremamente volatile
Solubilità in acqua	8,94 g/l a 20 °C e pH 7,5 Facilmente solubile in acqua
Volatilità dall'acqua (Costante della legge di Henry)	14,2 Pa.m <sup>3</sup> /mol a 20 °C Moderatamente volatile dall'acqua
Densità del gas (aria=1,0)	2.5

I parametri di cui sopra confermano le caratteristiche positive di stabilità, solubilità e volatilità del Metam ed anche la capacità disinfettante del gas generato, il MITC.

#### 2.2.3. ATTIVITÀ BIOLOGICA COME DISINFETTANTE DEL TERRENO

I prodotti a base di metam sono disinfettanti del terreno ad ampio spettro.

Metam sodio e metam potassio hanno attività nematocida, fungicida ed erbicida e sono noti anche per il controllo di alcuni insetti terricoli. Esempi di diverse specie tra tali gruppi sono riassunte nella seguente tabella.

NEMATODI	FUNGHI	PIANTE INFESTANTI
<b>Nematodi galligeni delle radici:</b> - <i>Meloidogyne spp.</i>	<i>Fusarium spp.</i> <i>Phialophora spp.</i> <i>Phoma spp.</i>	<i>Amaranthus spp.</i> <i>Galium aparine</i> <i>Malva spp.</i>
<b>Nematodi cisticoli:</b> - <i>Globodera spp.</i> - <i>Heterodera spp.</i>	<i>Phytophthora spp.</i> <i>Pythium spp.</i> <i>Rhizoctonia spp.</i>	<i>Matricaria spp.</i> <i>Mercurialis annua</i> <i>Poa annua</i>
<b>Forme libere di nematodi:</b> - <i>Paratylenchus spp.</i> - <i>Pratylenchus spp.</i> - <i>Rotylenchus spp.</i> - <i>Trichodorus spp.</i>	<i>Sclerotinia spp.</i> <i>Verticillium spp.</i> <i>Aphanomyces spp.</i> <i>Macrophomina spp.</i> <i>Sclerotium spp.</i>	<i>Senecio spp.</i> <i>Solanum spp.</i> <i>Sorghum halepense</i> <i>Stellaria spp.</i> <i>Taraxacum officinale</i>
<b>Nematodi dello stelo o fogliari:</b> <i>Ditylenchus spp.</i> <i>Aphelencooides spp.</i>	<i>Monosporascus spp.</i> <i>Thielaviopsis spp.</i>	<i>Portulaca spp.</i> <i>Orobancha spp.</i> <i>Cuscuta spp.</i> <i>Echinochloa spp.</i> <i>Polygonum spp.</i> <i>Chenopodium spp.</i> <i>Cirsium spp.</i>

## 2.3. ORIGINE NATURALE DEL MITC E DI ALTRI

### ISOTIOCIANATI

Il MITC e numerosi altri isotiocianati (ITC) sono anche generati dalla macerazione di specifiche piante (ad es. *Brassicaceae*) che porta alla conversione enzimatica (mirosinasi) dei glucosinolati nei relativi ITC. Molti di essi mostrano un'attività biologica. Questa è anche la base della bio-disinfezione, cioè la coltivazione di specifiche piante sul terreno da trattare; queste piante saranno poi interrate (sovescio) a fine ciclo. In alternativa, la coltura può essere raccolta e incorporata in altro terreno. Il contenuto di glicosinolati (precursori degli isotiocianati) può variare fortemente ed è quindi difficile determinare l'esatto contenuto di p.a.. Il MITC è noto per essere generato dal un precursore chiamato glucocapparina; esso si trova in particolare nelle seguenti piante: capperi (*Capparis spinosa*), barbaforte (*Armoraria rusticana*), *Cleome spinosa* (fiore ragno) e nei semi di altre specie del genere *Cleome*.

Alcuni riferimenti bibliografici sono:

Kjaer A., 1960. Naturally derived isothiocyanates (mustard oils) and their parent glucosides. Fortschr. Chem. Org. NatStoffe 18: 122-176.

Ahmed Z.F., Rizk A.M., Hammouda F.M. and Seif El-Nasr M.M., 1972. Glucosinolates of Egyptian *Capparis* species. Phytochemistry 11: 251-256.

Matthäus B. and Özcan M., 2002. Glucosinolate composition of young shoots and flower buds of capers (*Capparis* species) growing wild in Turkey. J. Agric. Food Chem. 50 (25): 7323-7325.

Kaur R., Rampal G. and Pal Vig A., 2011. Evaluation of antifungal and antioxidative potential of hydrolytic products of glucosinolates from some members of Brassicaceae family. Journal of Plant Breeding and Crop Science 3(10): 218-228.

L'ultima pubblicazione del 2011 riporta fino a 12 diversi glucosinolati (precursori di ITC) con contenuto tra 6,55  $\mu\text{mol/g}$  in germogli di fiori crudi di *Capparis spinosa* (cioè i capperi commestibili) e fino a 45,56  $\mu\text{mol/g}$  in giovani germogli di *Capparis ovata*. Circa il 90% dei glucosinolati totali riscontrati è glucocapparina, il precursore del MITC.

È anche interessante sapere che il consumo umano di diversi tipi di colture commestibili conduce alla produzione di ITC dai glucosinolati vegetali e all'assorbimento degli ITC nel tratto digerente. Inoltre, i regimi alimentari che includono verdure come i cavoletti di Bruxelles, le brassiche, il crescione ecc. sono note per esercitare un'attività antitumorale nei mammiferi, un fenomeno sempre più riconosciuto dal mondo scientifico.



## RIASSUNTO DEL CAPITOLO 2

### DISINFETTANTI A BASE DI METAM E RELATIVI COMPOSTI GASSOSI ATTIVI PRINCIPALI

- I prodotti a base di metam sono disponibili sia sotto forma di soluzioni acquose di sodio sia sotto forma di sali di potassio (codice SL [liquido solubile]).
- Entrambe le formulazioni sono stabili a temperatura ambiente e una volta applicate nel terreno generano il più volatile metilisotiocianato (MITC) quale composto di decomposizione maggiormente attivo dal punto di vista biologico.
- Il MITC mostra caratteristiche di solubilità e volatilità adatte per agire come fumigante del terreno.
- Il MITC e altri isotiocianati sono noti per essere naturalmente presenti in diverse specie vegetali o per essere generati enzimaticamente dalla macerazione di queste.

# 3. MODALITÀ DI APPLICAZIONE DEI PRODOTTI A BASE DI METAM NELLA DISINFEZIONE DEL TERRENO

Obiettivo del presente capitolo è quello di scegliere la più appropriata modalità di applicazione, a seconda delle condizioni locali e dell'attrezzatura disponibile.

La scelta di una tecnica di applicazione di metam può dipendere da diversi fattori:

- Area o superficie da trattare
- Campo aperto o coltura protetta (serra, tunnel)
- Presenza o meno di un sistema di irrigazione a goccia
- Distanza dalle zone residenziali
- Presenza in zona di applicatori professionali

I tipi di tecniche sono:

- Iniezione nel terreno (soil injection)
- Irrigazione a goccia (drip irrigation)

## 3.1. INIEZIONE NEL TERRENO

Il principio è l'applicazione del disinfettante del terreno alla profondità desiderata a

mezzo macchine dotate di denti / coltelli iniettori o, meglio, a mezzo di speciali lame dette "a piede d'oca".

Il vantaggio del trattamento di un profilo di terreno più profondo è che permette un'applicazione più rapida e omogenea.

### 3.1.1. DENTI / COLTELLI INIETTORI

Gli iniettori sono generalmente a forma di coltello e il disinfettante liquido applicato fuoriesce dall'apertura del tubo all'estremità posteriore dell'iniettore. Sono presenti sistemi di anti-sgocciolamento che evitano perdite e percolamenti durante il trasporto dell'attrezzatura e durante i suoi spostamenti in campo. La posizione ed il numero degli iniettori sul macchinario dipende dal tipo di terreno, dalla larghezza di lavorazione e dalla profondità di applicazione desiderata. Ciò significa che per i terreni pesanti lo spazio tra i denti può essere inferiore. Per un'iniezione in profondità o una diffusione in un profilo di terreno più omogeneo, la profondità di posizionamento dei denti può essere regolata. Alcuni iniettori hanno la possibilità di distribuire il prodotto a profondità diverse.

La seguente immagine mostra una serie di denti iniettori.





Denti poco profondi per l'utilizzo in serra



Diversi tipi di sistemi di iniezione con lame a zampa d'oca

### 3.1.2. INIEZIONE CON LAME A PIEDE D'OCA

Questa configurazione è particolarmente adatta per terreni pesanti e grandi aree di campi aperti. Con l'avanzare del macchinario montato sul trattore, la lama a piede d'oca solleva il terreno mentre la distribuzione del disinfettante avviene a mezzo di un ugello posto in posizione ventrale. Questo sistema permette una omogenea distribuzione orizzontale alla profondità desiderata. Le seguenti immagini mostrano questo tipo di macchinario di applicazione, oltre che diversi tipi di lame a piede d'oca. La presenza di una fresa o altro organo lavorativo rotante (come mostrato in alto a destra) permette di omogeneizzare il prodotto lungo tutto il profilo del terreno.



Diversi tipi di sistemi di iniezione con lame a zampa d'oca

Le versioni dei macchinari commerciali di grande successo sono mostrate di seguito:



Macchina di disinfezione del terreno Mix Tiller Deeper (prodotta da FORIGO)

Vangatrice rotativa con iniezione (prodotta da Imants)



### 3.1.3. ILLUSTRAZIONE DEI MACCHINARI MONTATI SU TRATTORE



Serbatoio montato posteriormente



Serbatoio montato anteriormente



Serbatoi ad alta capacità

### 3.1.4. INIEZIONE A PUNTA LOCALIZZATA (PALO INIETTORE)

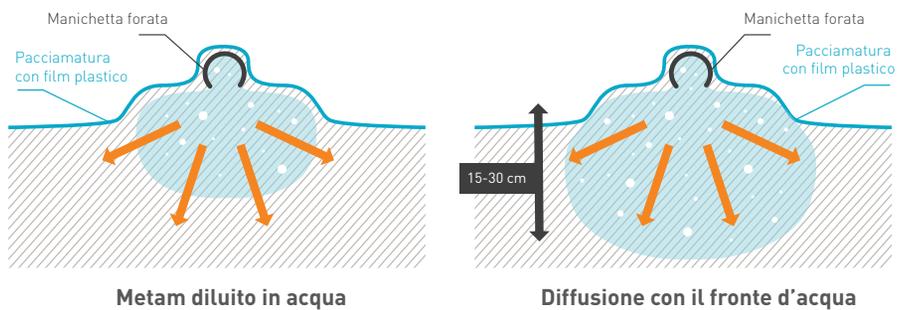
Un dispositivo di applicazione estremamente specifico è l'iniettore manuale comunemente noto col nome di palo iniettore. Questo metodo di applicazione è generalmente utilizzato nei vigneti per il controllo del fungo *Armillaria mellea*, l'agente che causa il marciume radicale e per il controllo dei nematodi del genere *Xiphinema* spp. che sono vettori della malattia da virus dell'arricciamento fogliare della vite (GFVL).



### 3.2. IRRIGAZIONE A GOCCIA

Un metodo applicativo molto in uso è l'irrigazione a goccia, che è utilizzata in numerose serre e campi con colture di alto valore. I tubi di irrigazione a goccia sono distanziati da 20-50 cm e perforati ogni 15-30 cm. I tubi (manichette) sono coperti con film plastico. Una tecnica non frequente consiste nel posizionare le manichette nel terreno a circa 5 cm di profondità. Il metam viene quindi applicato come soluzione/ miscela diluita con acqua, dove il metam è immesso nella mandata dell'acqua di irrigazione a mezzo di un regolatore o una pompa di dosaggio automatico come ad es. le pompe tipo Dosatron. Deve essere ottenuta una diluizione dello 0,1-2,0%. Il sistema deve essere dotato di una valvola di non ritorno. Sono necessarie da 1 a 4 ore per applicare da 10 a 40 mm di diluizione. Al fine di ottenere una buona diffusione della soluzione di metam, il terreno deve essere ragionevolmente compattato (specie in terreni sabbiosi).

## Diffusione del metam



## ESEMPIO DI SISTEMA DI INIEZIONE MOBILE



## ESEMPIO DI INSTALLAZIONE FISSA DI IRRIGAZIONE A GOCCIA

(Foto su gentile concessione di Biotek Ag Spain)



Impianto di irrigazione



Unità di controllo centrale per programmare il tempo e il flusso di irrigazione



Il metam è introdotto nella testa del sistema di irrigazione versando il prodotto nel serbatoio dedicato (questa soluzione non è molto in uso)



In alternativa, una pompa può essere collegata direttamente al serbatoio contenente metam (soluzione più praticata)



A) Alimentata elettricamente

B) Alimentata dal flusso d'acqua



Quando non è disponibile alcuna pompa d'iniezione, il prodotto può essere incorporato nell'acqua attraverso un'aspirazione con sistema Venturi



Il sistema può essere regolato per mantenere la concentrazione desiderata di metam nell'acqua

## RIASSUNTO DEL CAPITOLO 3

### MODALITÀ DI APPLICAZIONE DEI PRODOTTI A BASE DI METAM PER LA DISINFEZIONE DEL TERRENO

- Il metam può essere applicato attraverso due metodi: iniezione nel terreno e sistema di irrigazione a goccia.
  - L'iniezione permette di applicare il prodotto a 10-40 cm di profondità con macchinari dotati di lame a piede d'oca o con denti iniettori di varie tipologie. Le macchine sono montate sul retro del trattore. L'iniezione localizzata per aree piccole può essere effettuata con un palo iniettore.
  - L'applicazione attraverso un sistema esistente di irrigazione a goccia è effettuata incorporando il metam nell'acqua di irrigazione con l'aiuto di una pompa dosatrice.

# 4. MISURE CHE MIGLIORANO L'ATTIVITÀ BIOLOGICA DEL METAM E DEL MITC

Questo capitolo descrive le misure che devono essere adottate per ottimizzare una disinfezione efficace del terreno.

Dal concetto di prodotto 'concentrazione x tempo' (vedere il capitolo 1.2.3.7) un più lungo tempo di contatto del disinfettante associato alla sua concentrazione comporterà un migliore risultato di disinfezione del terreno.

Il principio è quello di evitare la perdita prematura della sostanza chimica applicata. Ciò può essere ottenuto mediante una rapida omogeneizzazione del metam applicato nel terreno e mediante la sigillatura del terreno. Un altro importante fattore è il rispetto dei limiti termici raccomandati per l'applicazione: a una temperatura troppo bassa il prodotto non sarà efficace (una volatilità troppo bassa del composto attivo e l'inattività o la minore sensibilità degli organismi bersaglio) mentre a una temperatura troppo elevata il composto attivo si dissiperà o sarà perso attraverso un'emissione troppo rapida. Elevati tassi di emissione devono anche essere evitati per salvaguardare la sicurezza dei lavoratori, degli astanti e dei residenti.

Per la sigillatura del terreno sono disponibili tre principali tecniche o combinazioni di esse:

- Compattazione del terreno
- Sigillatura con acqua
- Film plastici

## 4.1. COMPATTAZIONE DEL TERRENO

La compattazione del terreno è associata all'applicazione mediante iniezione meccanica nel terreno attraverso la presenza di un rullo compattatore sulla macchina di applicazione.



Una veduta della superficie del terreno dopo il passaggio di un rullo compattatore

Il rullo compattatore è montato direttamente dietro il macchinario rotante o la sezione delle lame iniettrici e ruota in direzione opposta al senso di avanzamento della trattoria al fine di ottenere una superficie liscia e simile a uno specchio del frantumato terreno lavorato. Il terreno dei primi 1-2 centimetri è estremamente compattato e rallenta l'emissione di MITC. Sui modelli più sofisticati il rullo è azionato idraulicamente e la pressione e la velocità di rotazione possono essere programmate. Un'alternativa alla compattazione piatta è il compattatore/baulatrice. In alcune applicazioni la bagnatura aggiuntiva dello strato superficiale del terreno aumenta le proprietà di barriera. La bagnatura aggiuntiva deve essere evitata quando il terreno è troppo argilloso perché i

pori del terreno completamente bloccati possono ridurre l'efficacia del prodotto nello strato superficiale.

La seguente immagine mostra alcune versioni commerciali della macchina di applicazione dotata di rulli di compattazione.



Rulli di compattazione del terreno su una macchina IMANTS (sinistra) e su una macchina FORIGO (destra)

## 4.2. SIGILLATURA CON ACQUA

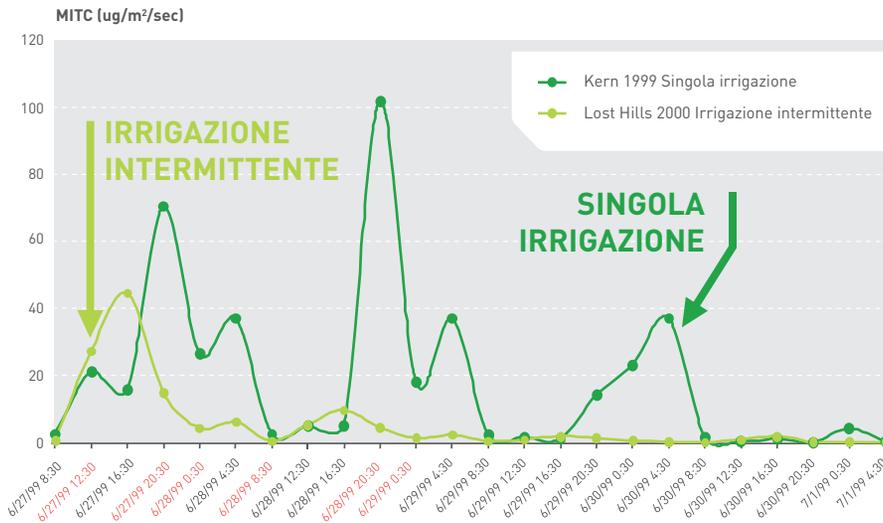
La bagnatura dei centimetri superficiali del terreno ridurrà la perdita prematura di disinfettante. Come indicato in 4.1., un terreno troppo argilloso è meno idoneo poiché i pori del terreno completamente bloccati possono ridurre l'efficacia del prodotto nello strato superficiale.

In condizioni di temperature elevate o molto elevate, oppure in presenza di vento in un campo aperto, può formarsi rapidamente una crosta secca, dando origine a crepe dalle quali può fuoriuscire il gas attivo. L'irrigazione intermittente può offrire una soluzione, come illustrato dai seguenti risultati.

Sono stati condotti studi per esaminare i tassi di emissione del gas MITC in seguito all'applicazione del metam. La seguente tabella illustra i tempi di irrigazione intermittente e le quantità presso il sito Lost Hills (Merricks, L.D., 2001, studio Agrisearch) e il tempo di una singola irrigazione e le quantità presso il sito Kern (Merricks, L.D., 2002, studio Agrisearch).

SESSIONE DI IRRIGAZIONE		1	2	3	4	5
TEMPO TRA L'APPLICAZIONE DI METAM E LA SESSIONE DI IRRIGAZIONE		4 ore	12 ore	16 ore	24+4 ore	24+12 ore
IRRIGAZIONE INTERMITTENTE	QUANTITÀ D'ACQUA	10 mm	5 mm	5 mm	5 mm	5 mm
	TEMPO DI IRRIGAZIONE	11:00 – 13:00	19:00 – 20:00	23:00 – 24:00	11:00 – 12:00	19:00 – 20:00
SINGOLA IRRIGAZIONE	QUANTITÀ D'ACQUA	20 mm				
	TEMPO DI IRRIGAZIONE	11:00 – 13:00				

Il seguente grafico illustra i risultati indicanti una bassa emissione del gas MITC dal terreno trattato con metam mediante irrigazione intermittente presso il sito di Lost Hills rispetto all'irrigazione singola effettuata presso il sito di Kern:



**Confronto del flusso di MITC nell'atmosfera nel corso di un periodo di monitoraggio di 96 ore con 24 campionamenti ogni 4 ore tra i campi irrigati in maniera intermittente e i campi irrigati una singola volta con metam.**

## 4.3. FILM PLASTICI DI COPERTURA

### 4.3.1. GENERALITÀ E CLASSIFICAZIONE

I film plastici vengono utilizzati come sigillanti del terreno per diverse ragioni. Una di queste è quella di limitare le emissioni di gas attivo dal terreno dopo il trattamento disinfettante. Il film standard di polietilene a bassa densità (LDPE) con spessore di 20-30  $\mu\text{m}$  è ampiamente utilizzato. Nonostante il LDPE presenti una certa permeabilità ai gas, l'utilizzo di tali film aiuta a ridurre notevolmente le emissioni di MITC per due motivi principali. Il primo è che il film plastico evita che lo strato superficiale del terreno si asciughi, riducendo in tal modo il movimento ascensionale dell'acqua e del MITC che comporterebbe una maggiore perdita di MITC dalla superficie del terreno. In secondo luogo, poiché il MITC è estremamente solubile in acqua, la frazione che fuoriesce dalla superficie del terreno sarà intrappolata dall'acqua presente sotto forma di film e goccioline nella superficie più interna del telone di plastica. Il MITC può in definitiva ritornare nel terreno. Quando utilizzato in un campo aperto, un'altra ottima ragione per utilizzare il film plastico è che esso può combinare l'azione di disinfezione del terreno del metam con quella della solarizzazione (vedere sezione 4.3.2).

Esiste un'ampia gamma di film plastici per la disinfezione del terreno disponibili sul mercato in tutto il mondo. Mentre criteri come la resistenza meccanica e l'utilizzo per più cicli sono imperativi per l'agricoltore, le proprietà di barriera nei confronti dei gas sono quelle più importanti per la buona riuscita del trattamento. Purtroppo, i film plastici più impermeabili ai gas sono anche quelli più costosi.

I cosiddetti film V.I.F. e F.I.F. spesso hanno una struttura a 3, 5, o persino 7 strati dove lo strato centrale, frequentemente spesso solo pochi micrometri, è il reale strato di barriera nei confronti dei gas, circondato da strati adesivi e strati presenti semplicemente per una resistenza meccanica della barriera inserita. Lo spessore totale del film è compreso spesso nell'intervallo di 35-40  $\mu\text{m}$ . Una panoramica di tutti i film commercialmente disponibili non rientra nell'ambito del presente manuale, ma di seguito viene fornita un'utile tabella di classificazione.

CLASSE	ABBREVIAZIONE	COMPOSTI BARRIERA
Non completamente impermeabile		Film a base di LDPE, PVC, amido biodegradabile e acido polilattico (PLA), rivestimenti in ossido di metallo
Film virtualmente impermeabili	V.I.F.	Etilene vinil alcol (EVOH), poliammide (PA) e altri
Film totalmente impermeabili	T.I.F.	
Film interamente impermeabili	F.I.F.	

I film biodegradabili devono avere uno spessore quasi doppio rispetto al LDPE per ottenere proprietà di barriera simili.

Sebbene la sigillatura con film plastici per la disinfezione del terreno sia estremamente utile da una prospettiva di sicurezza e riduzione del tasso di dose, essa rappresenta un costo di applicazione aggiuntivo, oltre ai costi di rimozione e trattamento dei rifiuti. La pulizia o il lavaggio di un film usato per la disinfezione non è semplice. Tuttavia, il riciclaggio è possibile e conveniente quando si usano i films con grado di impermeabilità maggiore che hanno costi sensibilmente superiori.

#### 4.3.2. FILMS PLASTICI COME PARTE DELLE STRATEGIE IPM

Nelle regioni più meridionali (come il sud della Francia, i paesi mediterranei e le loro isole e l'Africa settentrionale), la disinfezione del terreno può essere combinata con la solarizzazione del terreno come parte delle strategie di gestione integrata dei parassiti

(IPM). In questo caso, l'abbattimento delle popolazioni di organismi bersaglio ad opera del disinfettante permette una maggiore efficacia della solarizzazione. Analogamente, la disinfezione pre-culturale del terreno può precedere un'applicazione successiva di preparati antagonisti applicati al terreno.

I film plastici per la solarizzazione del terreno devono contenere additivi in grado di bloccare l'azione dei raggi ultravioletti al fine di garantire una vita più lunga al film plastico evitando una precoce decomposizione.

#### 4.3.3. GESTIONE DEI FILM PLASTICI PER LA DISINFEZIONE DEL TERRENO

Gli applicatori/lavoratori e gli agricoltori/coltivatori devono essere consapevoli che anche il più piccolo foro, soprattutto nei tipi di film impermeabili più costosi, riduce notevolmente la concentrazione attiva di disinfettante nella sottostante superficie del terreno.

È imperativo rimuovere dal terreno, fino al massimo che si può, tutte le pietre e i materiali vegetali che potrebbero danneggiare il film plastico.

Bisognerebbe evitare di camminare su un film installato poiché ciò aumenta il rischio di rotture, soprattutto se pietre o altri materiali taglienti vengono lasciati nel terreno. Camminare sopra un film steso su un terreno può causare la sua eccessiva distensione riducendone lo spessore e, generando quindi una zona meno impermeabile al gas.

È utile applicare dell'acqua sopra il film installato, non solo per ridurre al minimo lo spazio tra terreno e film, ma anche per evitare la lacerazione del film nei campi aperti a causa del vento. Nelle serre, per questo scopo, possono essere utilizzati gli impianti

fissi di irrigazione. A volte viene sparso del terreno sulla superficie del film in diversi punti ma ciò aumenta il rischio di rotture e forature.

#### 4.3.4. MODALITÀ DI USO DEI FILM PLASTICI

Vi sono 2 possibilità:

- Il film è installato in un solo passaggio direttamente con la macchina che applica il metam come mostrato nelle seguenti immagini:



Apparecchiatura a passaggio singolo:  
macchina di applicazione/incorporazione/sigillatura del film plastico

- Nel caso dell'applicazione di prodotto con irrigazione a goccia, il film plastico è applicato sulle linee di gocciolamento prima della somministrazione del disinfettante.



Irrigazione a goccia in ambienti interni



Irrigazione a goccia in ambienti esterni

Nel caso in cui fosse necessario srotolare e interrare il film plastico, gli addetti dovrebbero prendere tutte le precauzioni per proteggersi dall'esposizione del prodotto, compreso l'uso dei dispositivi di protezione individuale (DPI), e non dovrebbero lavorare subito dopo il passaggio del macchinario di applicazione. Ulteriori informazioni riguardanti i DPI sono consultabili nei prossimi capitoli del manuale.

## RIASSUNTO DEL CAPITOLO 4

### MISURE CHE MIGLIORANO L'ATTIVITÀ BIOLOGICA DEL METAM E DEL MITC

- L'efficacia del metam applicato come disinfettante del terreno può essere aumentata evitando la perdita prematura del MITC generato.
- Le misure di sigillatura del terreno possono essere riassunte in 3 tipi:
  - Compattazione del terreno
  - Sigillatura con acqua (preferibilmente con irrigazione intermittente)
  - Sigillatura con film plastico (con buone proprietà di barriera nei confronti dei gas)
- È necessario effettuare una o più misure combinate immediatamente dopo l'applicazione del disinfettante, anche dal punto di vista della sicurezza di lavoratori, degli astanti e dei residenti.
- L'applicazione del film plastico consente di ottenere gli effetti aggiuntivi della solarizzazione in condizioni climatiche appropriate.
- Al fine di ottimizzare la performance del film plastico, deve essere prestata estrema attenzione a non danneggiare il film con oggetti taglienti o camminandoci sopra.

# 5. GESTIONE PASSO-PASSO DELLA DISINFEZIONE DEL TERRENO CON METAM

Obiettivo del presente capitolo è quello di fornire le necessarie informazioni per ottimizzare il risultato di disinfezione del terreno per preservare la sicurezza sul luogo di lavoro e ridurre al minimo l'impatto sull'ambiente. Include informazioni sulla conservazione e la manipolazione, la verifica delle condizioni locali, la preparazione del terreno, i diversi scopi dell'applicazione e le situazioni particolari, la cura successiva e il monitoraggio. **Tenere sempre la scheda dati sulla sicurezza dei materiali a portata di mano.**

## 5.1. CONSERVAZIONE E MANIPOLAZIONE

### 5.1.1. CONSERVAZIONE

I prodotti a base di metam devono essere conservati sempre nel confezionamento originale mostrante l'etichetta originale e i simboli di rischio applicabili. Il locale di conservazione deve essere fresco e ventilato e deve essere tenuto sempre chiuso. Deve trovarsi lontano da edifici in cui si svolgono attività umane e lontano dalle abitazioni, compresi i rifugi per gli animali. I volumi massimi che è possibile conservare in un sito devono rispettare i regolamenti locali.

Oltre ai fusti di plastica originali, ai fini della conservazione non devono essere usati

contenitori diversi da quelli in acciaio inossidabile. Le confezioni vuote non devono essere riutilizzate.

L'area di conservazione deve essere inaccessibile ai bambini e a chiunque altro non sia coinvolto nelle operazioni agricole e deve avere segnali di divieto di ingresso che indichino la presenza di materiali pericolosi/corrosivi.

Per quanto concerne la costruzione del locale, esso deve avere un pavimento che possa raccogliere eventuali fuoriuscite del prodotto e i materiali del tetto e delle pareti devono impedire il surriscaldamento dell'ambiente. La temperatura di stoccaggio non deve superare i 35 °C.

### 5.1.2. MANIPOLAZIONE

La manipolazione del prodotto è la fase più critica.

Innanzitutto, è importante la scelta del materiale per i sistemi di collegamento ai fini di trasferimento del prodotto. Un elenco dei materiali compatibili e incompatibili con il metam è fornito nella sezione 2.1.

Prima di cominciare qualsiasi manipolazione il lavoratore deve indossare l'appropriato dispositivo di protezione individuale (DPI). Ciò include sia gli indumenti che le attrezzature di protezione:

- Occhiali antinfortunistici per la protezione degli occhi
- Guanti in gomma
- Tuta sintetica resistente al prodotto
- Stivali in gomma
- Maschera respiratoria con filtro approvato per il vapore organico con punto di ebollizione superiore a 65 °C. I filtri combinati come A2B2-P3 sono riempiti di carbone attivo impregnato di una molecola gassosa che trattiene la sostanza. Il filtro protegge ad esempio contro i vapori e i gas organici e inorganici (max 5000 ppm), oltre che contro le sostanze tossiche. È concepito per un utilizzo generale contro le sostanze chimiche per la protezione dei vegetali. In uno spazio confinato, è raccomandato l'utilizzo di un respiratore a circuito chiuso (SCBA) con una maschera integrale.

I respiratori ad aria purificata (APR) sono disponibili sia in modelli con maschera integrale che in modelli con maschera parziale.

**APR con  
maschera  
parziale**



**APR con  
maschera  
integrale**

Quando si riempie il serbatoio del dispositivo applicatore, è necessario che i collegamenti non originino perdite. Evitare qualsiasi fuoriuscita o sgocciolamento sul terreno.

Sul sito di trasferimento, il pavimento deve essere impermeabile al fine di poter raccogliere il prodotto in caso di fuoriuscita. Fare attenzioni che sversamenti accidentali non raggiungano scarichi o canali. Non effettuare mai tale manipolazione nei pressi di corsi d'acqua o canali di scolo.

## 5.2. VERIFICA DELLE CONDIZIONI LOCALI

Prima dell'applicazione l'operatore deve conoscere o verificare le condizioni locali della serra o del terreno da disinfettare.

Deve essere utilizzata una lista di controllo per valutare le necessarie misure da intraprendere e per aiutare a decidere sull'esecuzione in caso di temporanee condizioni avverse.

La seguente panoramica può servire come lista di controllo:

PUNTO NUMERICO AFFRONTATO	DESCRIZIONE	NOTE	CASELLA DI SPUNTA
1	Localizzazione	Verificare l'eventuale presenza di edifici vicini (pubblici e residenziali), di superfici d'acqua, di canali di drenaggio, di allevamenti, di colture adiacenti	
2	Condizione del campo	Verificare l'eventuale presenza di residui vegetali, l'appropriata preparazione del terreno (lavorato e pre-bagnato per la sensibilizzazione degli organismi bersaglio), la temperatura e l'umidità del terreno	
3	Serra	Verificare l'eventuale presenza di vetri rotti, lesionati oppure di pareti o tetto in plastica rotti	
4	Vento	Verificare la direzione del vento e consultare le previsioni meteo anche per i giorni immediatamente successivi	
5	Temperatura	Consultare le previsioni meteo e il rischio di inversione termica* anche per i giorni immediatamente successivi	

\*L'inversione termica è una situazione meteorologica nella quale la temperatura aumenta negli strati di aria superiori, con una temperatura più bassa negli strati inferiori, creando in tal modo una trappola per le sostanze inquinanti e impedendone la diluizione nell'atmosfera.

Prima della disinfezione è necessario consultare le previsioni meteo per il giorno dell'applicazione e per il periodo di 48 ore successivo alla disinfezione al fine di determinare se esistono o se sono previste condizioni meteorologiche avverse e se la disinfezione debba procedere o meno (fare riferimento alla sezione 5.4.1.1.).

Naturalmente, il coltivatore e l'operatore hanno ciascuno la propria responsabilità, soprattutto nel garantire le corrette condizioni del terreno favorevoli alla sua disinfezione.

Se necessario, l'applicazione deve essere posticipata finché le condizioni non siano più favorevoli.

Per proteggere gli organismi acquatici:

- Non applicare su suoli drenati
- In terreni soggetti a erosione, mantenere una zona verde di rispetto di 10 metri dai corpi d'acqua.

## 5.3. PREPARAZIONE DEL TERRENO

### 5.3.1. RIMOZIONE DEI RESIDUI VEGETALI DELLA PRECEDENTE CULTURA

Come spiegato nelle nozioni di base sulla disinfezione del terreno (1.2.3.4.), il terreno da trattare deve essere il più libero possibile da residui vegetali poiché questi potrebbero innalzare il contenuto di materiale organico a un livello critico o essere una fonte di re-infezione del terreno. Deve essere prestata particolare attenzione alla rimozione di colture con radici profonde.

### 5.3.2. UMIDITÀ DEL TERRENO

Come indicato in 1.2.3.1. esistono due principali ragioni per verificare se è necessario regolare l'umidità del terreno.

### 5.3.2.1. PRE-BAGNATURA PER SENSIBILIZZARE GLI ORGANISMI BERSAGLIO

Il contenuto di umidità del terreno deve essere abbastanza elevato da attivare gli organismi bersaglio, sia i funghi responsabili di malattie che i parassiti vegetali terrofilici e i semi delle piante infestanti. Se il terreno non è sufficientemente umido si deve irrigare con almeno 5 – 10 gg di anticipo rispetto alla data del trattamento e il corretto grado di umidità va mantenuto per tutto questo periodo. Anche la temperatura influenza la cessata dormienza degli organismi bersaglio. Per il pieno campo si considerino le precipitazioni dei giorni precedenti il trattamento. Dove possibile o disponibile, un'irrigazione a goccia o a pioggia è la maniera più semplice per preparare il terreno a questo scopo. All'aperto e per aree di grandi dimensioni, è possibile utilizzare attrezzature mobili. In alcuni casi, quando l'umidità del terreno è localizzata 15 cm sotto la superficie, la lavorazione del terreno potrebbe mescolare lo strato superficiale più asciutto. Quest'ultima tecnica può essere utilizzata anche se l'umidità del terreno deve essere regolata nuovamente al momento dell'applicazione (5.3.2.2.).

### 5.3.2.2. UMIDITÀ DEL TERRENO AL MOMENTO DELL'APPLICAZIONE

Diversamente dalla pre-bagnatura del terreno che serve per la sensibilizzazione degli organismi bersaglio, il contenuto di umidità del terreno al momento dell'applicazione del prodotto stesso è più critico da un punto di vista della diffusione del gas. È essenziale effettuare test di umidità del terreno subito prima dell'applicazione al fine di regolarla se necessario.

### 5.3.2.3. TEST DI UMIDITÀ DEL TERRENO

I test sul campo sono svolti preferibilmente tramite misurazione e possono essere confermati attraverso un semplice metodo empirico.

Un metodo rapido molto noto per i tipi di terreno di medio impasto consiste nello stringere nel pugno un piccolo quantitativo di terreno che prenderà la forma voluta ma si sgretolerà quando cadrà a terra. Il livello ottimale di umidità rientra tra il 50 e il 75% (anche oltre il 75% nel caso della baulatura) della capacità di ritenzione idrica. Il metodo di misurazione più preciso è quello della pesatura ed asciugatura in laboratorio ma richiede molto tempo. Un'alternativa più pratica è un dispositivo elettronico che può essere usato sul campo.

Gli strumenti per la lettura dell'umidità del terreno sono spesso basati sulla misurazione della resistenza elettrica o della suzione del terreno (pH o potenziale idrico). La lettura corrisponde quindi rispettivamente al contenuto di umidità assoluta in % o in pF/centibar/MPa. Per un terreno con una nota capacità % di ritenzione idrica, è possibile calcolare il contenuto % di umidità relativa. Altri strumenti contengono una scala arbitraria che può essere confrontata e calibrata approssimativamente per la %. Una panoramica particolareggiata su come utilizzare i criteri di "sensazione e tatto" per stimare l'umidità del terreno può essere trovata nella seguente panoramica del National Resource Conservation Service dello USDA:

La sensazione e il tatto del terreno variano con la composizione e il contenuto di umidità. Le condizioni di umidità del terreno possono essere stimate, con l'esperienza, a un livello di accuratezza di circa il 5%. L'umidità del terreno è campionata generalmente alla profondità di 30 cm in diversi punti del campo. È meglio variare il numero di siti di campionamento e delle profondità in base alla coltura, alla grandezza del terreno, alla composizione del terreno e alla sua stratificazione. Per ciascun campione, il metodo "sensazione e tatto" include:

- Ottenere un campione di terreno alla profondità selezionata utilizzando una sonda, trivella o pala

- Schiacciare saldamente il campione nella mano diversi minuti per formare una "pallina" dalla forma irregolare
- Schiacciare il campione di terreno tra il pollice e il dito indice per formare una striscia
- Osservare la trama del terreno, la capacità di formare la striscia, la solidità e la rugosità superficiale della pallina, il luccichio di acqua, le particelle di terreno libere, la colorazione del terreno/acqua sulle dita e il colore del terreno. [Nota: Una pallina estremamente debole si disintegrerà con un rimbalzo sulla mano. Una pallina debole si disintegrerà con due o tre rimbalzi]
- Confrontare le osservazioni con le fotografie e/o grafici per stimare la percentuale di acqua disponibile e il livello di acqua ridotto al di sotto della capacità del campo

Aspetto di diversi tipi di terreno in diverse condizioni di umidità:

- Terreno sabbioso limoso fine e sabbioso fine
- Terreno franco sabbioso e franco sabbioso fine
- Terreno franco sabbioso argilloso e terreno franco
- Terreno argilloso, franco argilloso e franco limoso argilloso

I dettagli di ciascuna categoria di terreno summenzionata con immagini di accompagnamento sono inclusi nel documento dal titolo 'Estimating Soil Moisture by Feel and Appearance' (Stima dell'umidità del terreno mediante aspetto e tatto) che può essere consultato al seguente link (attivo al momento della pubblicazione):

<http://msue.anr.msu.edu/uploads/235/67987/lyndon/FeelSoil.pdf>

La seguente tabella fornisce anche un'utile panoramica dei diversi tipi di terreno:

### GRAFICO DI IDENTIFICAZIONE DELL'UMIDITÀ DEL TERRENO (Soil moisture identification chart) [R.W. Harris and R.H. Coppock (Eds.), 1978. University of California Division of Ag Science leaflet 2976]

% DI UMIDITÀ	SABBIOSO	FRANCO SABBIOSO	FRANCO ARGILLOSO	ARGILLOSO
Prossima allo 0%	Asciutto, sciolto, flussi di singoli granelli tra le dita	Asciutto, flussi sciolti tra le dita	Zolle asciutte che si frantumano in una condizione polverizzabile	Duro, superficie screpolata e cotta, zolle libere sulla superficie
50% o meno	Appare asciutto, non formerà una pallina	Appare asciutto, non formerà una pallina	Friabile, si tiene unito con la pressione	Malleabile, formerà la pallina sotto pressione
50%—70%	Lo stesso di sopra	Formerà una pallina, ma non rimarrà unito	Forma una pallina, leggermente lucido con la pressione	Forma una pallina e un nastro tra le dita
75% fino alla capacità del campo	Aderisce assieme, forma una pallina debole	Forma una pallina debole, non diventa lucido	Forma una pallina, molto malleabile, diventa rapidamente lucido	Forma facilmente un nastro tra le dita
Capacità del terreno	Sotto pressione, l'umidità appare sulla mano	Lo stesso della sabbia	Lo stesso della sabbia	Lo stesso della sabbia

### 5.3.3. TEMPERATURA DEL TERRENO

La temperatura del terreno prima della disinfezione del terreno, assieme all'umidità del terreno, influisce sulla sensibilità degli organismi bersaglio. Come regola basilare

per la disinfezione del terreno con metam, sono necessarie una temperatura minima di 10°C e una temperatura massima di 25°C. La temperatura media durante il periodo di disinfezione determina il numero di giorni minimo prima di procedere all'areazione del terreno prima della semina o del trapianto.

La temperatura del terreno deve essere verificata a 10–15 cm di profondità. Sono disponibili commercialmente sia termometri elettronici che tradizionali che possono essere usati per questo scopo.

La temperatura del terreno non è sempre sotto controllo, soprattutto in condizioni di pieno campo.

Sia per trattamenti in coltura protetta che in pieno campo, la tempistica di applicazione (mattina o sera) può aiutare a soddisfare i requisiti termici. In coltura protetta anche la temperatura può, almeno in parte, essere controllata. In caso di temperature troppo alte l'ombreggiatura, riducendo la radiazione solare, può concorrere al raggiungimento di una temperatura più idonea. Più difficile ed estremamente costoso è il riscaldamento del terreno in caso di insufficienti temperature.

### 5.3.4. LA LAVORAZIONE FINE DEL TERRENO

Lavorare finemente il terreno nel profilo da disinfettare è una condizione indispensabile per la buona riuscita del trattamento. Il terreno può essere lavorato durante l'asportazione della precedente coltura o nelle fasi preparatorie di bagnatura del terreno. Lo scopo è quello di evitare la presenza di zolle che, oltre a non essere penetrate dal gas, possono ridurre la possibilità di sigillatura del terreno mantenendo ampie porosità attraverso le quali il gas attivo può disperdersi. È del tutto inutile lavorare il terreno poche ore prima del trattamento.

Esistono numerosi attrezzi meccanici per questo tipo di lavorazione, frese, vangatrici, interra sassi, erpici di varie foggie. Normalmente è il tipo di terreno o la profondità di lavoro che determina la scelta dell'attrezzo più idoneo.

## 5.4. APPLICAZIONE DEL DISINFETTANTE

Le misure di sicurezza da adottare e il dispositivo di protezione individuale richiesto dipenderanno dal tipo di attività di manipolazione e applicazione e sono discusse in maggiore dettaglio. Le misure di sicurezza da adottare e il dispositivo di protezione individuale richiesto dipenderanno dal tipo di attività di manipolazione e applicazione e sono discusse in maggiore dettaglio nei successivi capitoli. In caso di fuoriuscita o altro incidente tenere sempre a portata di mano le schede tecniche di sicurezza.

### 5.4.1. FASI PRELIMINARI

Come sottolineato in 5.2, la verifica delle condizioni locali è obbligatoria e può essere il fattore decisionale per quanto concerne il metodo di applicazione. Tuttavia, la verifica del corretto trasferimento del prodotto, del dispositivo di applicazione e dei dispositivi di protezione subito prima dell'uso sono altrettanto importanti.

Le buone pratiche agricole (GAP) devono essere seguite durante tutte le applicazioni del disinfettante.

#### 5.4.1.1. VERIFICA DELLE CONDIZIONI METEOROLOGICHE

Il prodotto non va applicato quando abbiamo condizioni meteorologiche avverse.

#### **Le condizioni da evitare sono, ad esempio:**

- La presenza o il perdurare di condizioni di inversione termica che originano la stagnazione dell'aria intrappolando i vapori emessi in prossimità del suolo.
- Forti venti o forti piogge o la probabilità di temporali nella fase applicativa e nelle ore immediatamente successive (informarsi dalle previsioni meteorologiche).

- Sviluppatosi, la massa d'aria può muoversi in direzioni imprevedibili anche a distanze notevoli dal sito trattato.

Quando si disinfettano appezzamenti di terreno a monte o in prossimità di corsi di acqua, stagni, pozzi d'acqua ecc. devono essere previsti tutti gli accorgimenti possibili al fine di evitare la contaminazione delle acque.

#### 5.4.1.2. TRASFERIMENTO DEL PRODOTTO

Il trasferimento del metam dal fusto al serbatoio deve essere effettuato con collegamenti appropriati lontani da superfici d'acqua, canali di scolo e abitazioni. Il dispositivo di protezione individuale (DPI) del manipolatore deve rispettare i requisiti generali e locali.

Tutti i serbatoi, tubi, raccordi, valvole e connessioni devono essere resistenti, chiusi, sigillati e privi di perdite.

Giunti con disconnessione a secco (sistema di trasferimento chiuso) devono essere installati su tutti i serbatoi e tubazioni di trasferimento.

Manometri e indicatori visivi devono funzionare correttamente.

Serbatoi, tubazioni e raccordi devono essere progettati per sostenere la pressione del sistema ed essere resistenti al metam (per i materiali compatibili e incompatibili vedere la sezione 2.1.).

Pressurizzazione del confezionamento per le operazioni di svuotamento:

- **IBC** (contenitori intermedi per materiali sfusi di circa 1000 l): raccomandiamo di svuotare il contenitore per gravità attraverso la valvola di uscita sul fondo, senza pressione. Se viene applicata della pressione all'interno del contenitore, la sovrappressione non deve eccedere 40 mbar (0,04 bar)

- **Fusti:** la sovrappressione all'interno dei fusti non deve eccedere 150 mbar (0,15 bar).

Richiudere i coperchi di chiusura dei fusti dopo il trasferimento, anche sui fusti vuoti. Per lo smaltimento/riciclaggio dei fusti vuoti vedere le sezioni successive.

#### DISPOSITIVO DI PROTEZIONE INDIVIDUALE (DPI) PER IL TRASFERIMENTO DEL PRODOTTO

- Guanti in gomma resistenti alle sostanze chimiche
- Stivali gomma resistenti alle sostanze chimiche
- Tuta sintetica (i pantaloni indossati preferibilmente sopra gli stivali in gomma per evitare l'entrata di liquidi)
- Protezione per gli occhi o il volto
- Respiratore ad aria purificata (APR): A2B2-P3 o simili cartucce del filtro montate su una maschera parziale o preferibilmente una maschera integrale
- In un ambiente chiuso è preferibile un respiratore a circuito chiuso (SCBA)

#### 5.4.2. APPLICAZIONE DEL METAM

Di seguito viene fatta una distinzione tra i due principali metodi di applicazione:

1. Iniezione nel terreno
2. Irrigazione a goccia

A seconda del tipo di trattore utilizzato, dell'applicazione fatta in serra o pieno campo, dell'irrigazione a goccia e delle attività dei lavoratori coinvolti, il DPI può variare.

### 5.4.2.1. INIEZIONE NEL TERRENO

Devono essere usati solo trattori con cabine chiuse per l'incorporazione meccanica del metam.

La macchina può essere dotata sia di un rullo liscio sul retro al fine di appianare e levigare lo strato superiore del terreno, oppure di un dispositivo di applicazione del film plastico. Obiettivo di entrambi i sistemi è quello di ridurre l'emissione di gas nell'aria, ridurre l'esposizione di astanti e operatori e allo stesso tempo aumentare l'efficacia della disinfestazione del terreno.

Non è consigliabile utilizzare un trattore con cabina aperta o senza cabina per l'applicazione di prodotti a base di metam.

Verifica della macchina prima dell'applicazione:

- Il macchinario di applicazione deve essere in buone condizioni operative
- Manometri e indicatori visivi devono funzionare correttamente
- Gli ugelli o i denti e i dispositivi di misurazione devono essere della dimensione corretta, sigillati e non ostruiti
- Ogni ugello/dente deve essere dotato di un monitor del flusso (che può essere di tipo meccanico, elettronico o con "pallina rossa")

Le seguenti immagini illustrano alcuni tipi di monitor del flusso.



Flussometro multicanale



Flussometro singolo

Controllore di flusso elettronico per i canali di rilascio del prodotto individuali (TeeJet)



Prima di utilizzare un attrezzo di disinfezione specifico per la prima volta, o quando si prepara per l'uso dopo la conservazione, l'operatore deve verificare con attenzione i seguenti elementi:

- Verificare e pulire o sostituire l'elemento filtro se necessario
- Verificare tutte le tubazioni e coltelli/denti per garantire che siano privi di detriti e ostruzioni
- Verificare e pulire gli orifizi tarati

Gli iniettori devono essere al di sotto della superficie del terreno prima che inizi il flusso del prodotto. Ogni linea di iniezione deve avere una valvola antiritorno ubicata il più vicino possibile al punto di iniezione finale, oppure drenare/spurgare la linea da qualsiasi disinfettante rimanente prima di sollevare i denti di iniezione dal terreno.

Non sollevare i denti di iniezione dal terreno finché la valvola di arresto non è stata chiusa e il disinfettante non è stato depressurizzato. Il prodotto restante può essere passivamente drenato o attivamente spurgato mediante aria compressa.

#### DISPOSITIVO DI PROTEZIONE INDIVIDUALE (DPI) IN CASO DI INCORPORAZIONE MECCANICA

Possono essere usati solo trattori con cabine chiuse:

È consigliabile utilizzare cabine chiuse di categoria 4 (standard UE EN 15695-1). Essa proteggerà l'operatore nella cabina da vapori, fumi e polvere.

- Stivali in gomma
- Tuta in cotone

Nel caso di altri tipi di cabine (categorie 1, 2, o 3) deve essere indossato il seguente DPI oltre a quelli sopra elencati:

- Maschera facciale con filtro al carbone attivo di tipo A (codice colore marrone) per gas e vapori organici con punto di ebollizione > 65 °C

È importante non indossare alcun abbigliamento, scarpe o dispositivo deteriorati dal metam nella cabina e indossare il summenzionato DPI per qualsiasi intervento sul campo o sulla macchina di applicazione.

Quando si applica il prodotto in ambienti chiusi è fortemente raccomandato tenere le serre o i tunnel chiusi fino alla ventilazione.

Le fasi di maggior esposizione dell'operatore sono le fasi preparatorie dell'accoppiamento del fusto o contenitore di metam al dispositivo di irrigazione a goccia/pompa. È pertanto raccomandabile che siano adottate le stesse misure utilizzate per il trasferimento del prodotto dal fusto o contenitore al serbatoio della macchina di applicazione, come spiegato nel riquadro sottostante.

#### DISPOSITIVO DI PROTEZIONE INDIVIDUALE (DPI) IN CASO DI DISINFEZIONE A GOCCIA

- Guanti in gomma resistenti alle sostanze chimiche
- Stivali in gomma resistenti alle sostanze chimiche
- Tuta sintetica (i pantaloni indossati preferibilmente sopra gli stivali di gomma per evitare l'entrata di liquidi)
- Protezione per gli occhi o il volto
- Respiratore ad aria purificata (APR): A2B2-P3 o simili cartucce del filtro montate su una maschera parziale o preferibilmente una maschera integrale

#### 5.4.2.2. APPLICAZIONE MEDIANTE IRRIGAZIONE A GOCCIA

Questo sistema applicativo evita una stretta esposizione dell'operatore al prodotto.

Prima della manipolazione del prodotto, il sistema di misurazione della fornitura d'acqua, la pompa di diluizione, la valvola antiritorno e le linee di gocciolamento devono tutti essere verificati per il corretto funzionamento. La condotta d'acqua principale deve essere priva di ostruzioni.

#### 5.4.3. AVVERTENZE E SEGNI DI PERICOLO

Raccomandiamo fortemente che i coltivatori prima di ogni campagna informino i residenti, in un raggio di 200 metri dagli appezzamenti da trattare, dei periodi di applicazione. I campi e le serre trattati devono riportare segnali di avvertimento e di divieto di ingresso.

Si consiglia di tenere chiuse le porte di ingresso delle serre fino alla ventilazione.

Devono essere utilizzati segnali come “non oltrepassare” o “disinfezione in corso.”



## 5.5. TEMPO DI RIENTRO

A causa delle proprietà chimiche volatili del metam e del MITC e del potenziale rischio di esposizione dei lavoratori, l'ingresso in un campo trattato è limitato per un determinato periodo di tempo ai soli manipolatori che indossino un DPI adeguato. Il tempo di rientro è una specifica quantità di tempo durante la quale è proibito l'ingresso nei campi trattati di chiunque altro non sia un manipolatore addestrato e adeguatamente fornito di DPI.

**Il tempo di rientro inizia dal termine dell'applicazione del prodotto.** La lunghezza del tempo di rientro dipende dal fatto se l'applicazione sia stata condotta in un campo aperto o in una serra.

### Campo aperto

A seconda del clima, si raccomanda di entrare in un campo trattato non prima di 7 giorni dall'applicazione del prodotto. Seguire sempre i consigli delle etichette corrispondenti.

### Serra

Il tempo di rientro è di 14 giorni.

In generale non è necessario entrare nella serra durante i primi 7 giorni dopo l'applicazione del metam. Tuttavia, qualora sia necessario, è obbligatorio utilizzare un dispositivo di protezione respiratoria. I lavoratori devono indossare anche un dispositivo di protezione respiratoria quando rientrano dopo 7 giorni per avviare la ventilazione della struttura trattata (serra o politunnel). Il rientro nella serra senza dispositivi di protezione respiratoria è possibile dopo 14 giorni, purché la serra sia accuratamente ventilata prima della rioccupazione.

### DISPOSITIVI DI PROTEZIONE INDIVIDUALE (DPI) IN CASO DI INGRESSO IN UN CAMPO TRATTATO DURANTE IL TEMPO DI RIENTRO.

- Guanti in gomma resistenti alle sostanze chimiche
- Stivali gomma resistenti alle sostanze chimiche
- Tuta in cotone
- Maschera facciale con filtro al carbone attivo di tipo A (codice colore marrone) per gas e vapori organici con punto di ebollizione > 65 °

## 5.6. PULIZIA DEL MATERIALE E SMALTIMENTO

### DEL FUSTO

Dopo l'applicazione, potrebbe essere necessario diluire con acqua qualsiasi prodotto rimanente nel serbatoio - 1:100 - e applicarlo al terreno trattato. La macchina deve essere pulita da terreno e detriti prima di spostarla verso un altro sito di disinfezione o prima della conservazione.

Nell'applicazione con irrigazione a goccia, le linee di gocciolamento devono essere

irrorate con acqua dopo l'applicazione ma senza ipersaturare il terreno trattato.

Non riutilizzare mai i fusti/contenitori vuoti per un'altra applicazione.

Trattare i fusti/contenitori vuoti come rifiuti pericolosi.

**Fusti:** Risciacquare con acqua pulita evitando il rischio di contaminazione dei canali di scolo e acque di superficie e portarli presso un centro di raccolta autorizzato.

**IBC** (contenitori intermedi per materiali sfusi di circa 1000 l): recupero garantito dal produttore del contenitore.

#### DISPOSITIVI DI PROTEZIONE INDIVIDUALE (DPI) DURANTE LA PULIZIA DEL MATERIALE E LO SMALTIMENTO DEI FUSTI

- Guanti in gomma resistenti alle sostanze chimiche
- Stivali gomma resistenti alle sostanze chimiche
- Tuta ermetica
- Protezione per gli occhi o il volto
- Maschera facciale con filtro al carbone attivo di tipo A (codice colore marrone) per gas e vapori organici con punto di ebollizione > 65 °C

## 5.7. RIMOZIONE DEL FILM PLASTICO E/O

### AERAZIONE DEL TERRENO

Questa è un'altra fase critica dove persiste un piccolo rischio per l'emissione di gas MITC residuo sebbene si preveda che la dissipazione sia quasi completa dopo l'appropriato tempo di sigillatura del terreno.

Ciò è importante per il rischio di potenziali disagi per i residenti, soprattutto quando una direzione avversa del vento è presente al momento dell'aerazione e per i lavoratori che effettuano la rimozione della sigillatura.

Un'altra alternativa è la perforazione preliminare del film in diversi punti per ridurre la possibilità di un'emissione eccessiva al momento della completa rimozione del film (nel caso in cui i gas non si siano sufficientemente dissipati).

È anche possibile che il telone di plastica rimanga posizionato come pacciame nel caso di una coltura con pacciamatura come fragola o pomodoro. In tal caso i fori devono essere effettuati nel film alle giuste distanze.

L'aerazione forzata del terreno o la lavorazione pre-culturale dopo la disinfezione del terreno mediante un dispositivo rotante trainato da trattore non devono essere più profonde dello strato disinfettato al fine di evitare la miscelazione di potenziali inoculi patologici vegetali della zona non trattata.

Per la protezione personale dei lavoratori, si raccomanda di indossare i necessari DPI.

#### DISPOSITIVO DI PROTEZIONE INDIVIDUALE (DPI) AL MOMENTO DELLA RIMOZIONE DELLA SIGILLATURA DEL FILM PLASTICO E DELL'AERAZIONE DEL TERRENO

- Guanti e stivali in gomma
- Tuta
- Il respiratore ad aria purificata è obbligatorio se è presente un'irritazione sensoriale\*

\*Valore scatenante dell'irritazione sensoriale: Concentrazione di MITC nell'aria > 0.06 ppm - vedere sezione 5.9.

Il telo plastico rimosso non deve essere riutilizzato e deve essere smaltito per la distruzione o il riciclo a seconda delle possibilità disponibili a livello locale.

## 5.8. PULIZIA DEI DISPOSITIVI DI PROTEZIONE

### INDIVIDUALE (DPI)

Seguire le istruzioni del produttore per la pulizia/manutenzione del DPI.

Se non esistono istruzioni per i dispositivi lavabili, utilizzare un detergente e dell'acqua calda.

Mantenere e lavare il DPI separatamente dall'altro bucato.

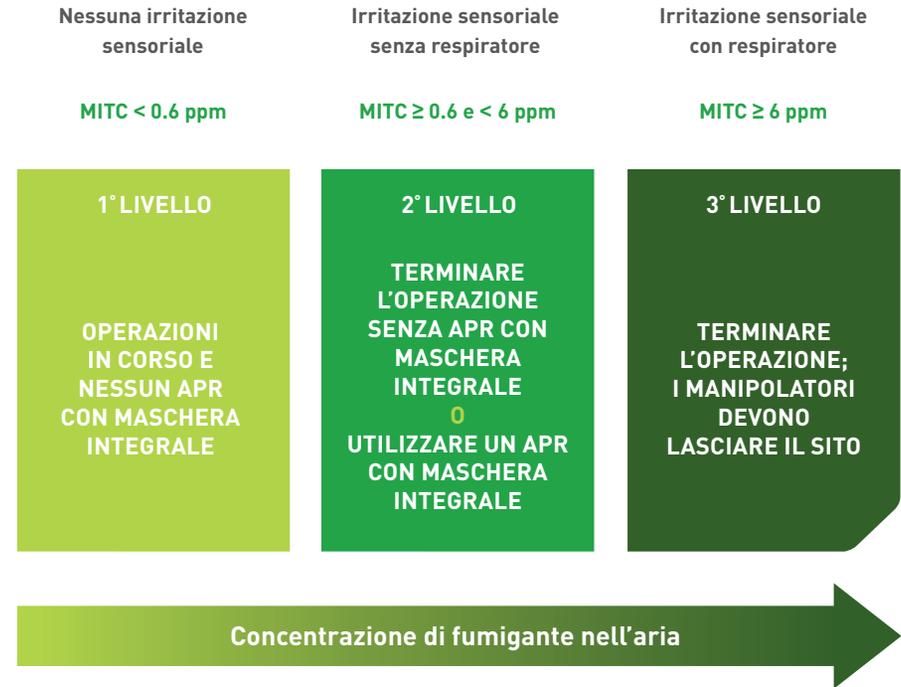
Smaltire gli indumenti e qualsiasi altro materiale assorbente che è stato macchiato o pesantemente contaminato dal concentrato di questo prodotto e non riutilizzarli.

Non trasportare gli indumenti contaminati all'interno di un veicolo chiuso a meno che non conservati in un contenitore sigillato.

## 5.9. REGOLE GENERALI SULL'UTILIZZO DELLE

### CARTUCCE DEL FILTRO

Tre principali situazioni determinano se le maschere integrali debbano essere indossate o meno con le cartucce del filtro per il respiratore ad aria purificata (APR) e i loro valori scatenanti di irritazione sensoriale. A terzo livello, l'operazione deve cessare e i manipolatori devono lasciare il sito. Ciò è visualizzato nel seguente diagramma:



Le cartucce del filtro o i filtri devono essere sostituiti:

- Ogni volta che un odore o irritazione sensoriale da questo prodotto diventa evidente durante l'utilizzo
- Se la concentrazione misurata di MITC è maggiore di 6 ppm
- Al termine di ciascun periodo di lavoro giornaliero in assenza di qualsiasi istruzione o indicazione concernente la vita utile

## 5.10. MONITORAGGIO DEL MITC RESIDUO

Il monitoraggio per la concentrazione residua di MITC nel terreno o nell'aria ha due principali vantaggi: 1. Verifica dell'ambiente di lavoro/residenziale per la sicurezza; 2. Verifica del potenziale rischio di fitotossicità dopo la disinfezione e l'areaazione del terreno.

### 5.10.1. VERIFICA DELL'AMBIENTE DI LAVORO PER LA SICUREZZA

Deve essere fatta una distinzione tra concentrazione nell'aria appena sopra il terreno o alla superficie del film plastico, all'altezza di inalazione dei lavoratori e nelle vicinanze per l'esposizione di astanti/residenti. Nell'ultimo caso devono essere eseguite misurazioni sottovento a diverse distanze dall'apezzamento trattato.

Sono disponibili due principali principi di misurazione:

#### 5.10.1.1. RILEVATORE A FOTOIONIZZAZIONE (P.I.D.)

Questo dispositivo elettronico sensibile e a risposta rapida è facile da usare. Scegliendo la versione 10.6 eV con lampada uv, il fattore di risposta per il MITC è elevato rispetto alla possibile risposta con altri composti gassosi di degradazione del metam. Il dispositivo di monitoraggio deve preferibilmente essere azzerato sulla superficie dello stesso terreno non trattato.

L'aria ambiente è pompata nell'interno della lampada uv, le molecole sono ionizzate e raccolte su un elettrodo di inserimento dove sono nuovamente scaricate. I cambiamenti nella corrente elettrica tra gli elettrodi sono



amplificati e costituiscono una misura della concentrazione di gas dopo il calcolo con lo specifico fattore di risposta/fattore di correzione. Più basso è il valore di questo fattore, più sensibile è il P.I.D. per il composto misurato.

#### 5.10.1.2. TUBI DI RILEVAZIONE

Diversi produttori di dispositivi di protezione respiratoria e di sicurezza hanno sviluppato specifici tubi per la misurazione del MITC.



A seconda delle istruzioni del produttore, un volume di aria ambiente viene pompata attraverso un tubo di reazione al gas di vetro sigillato dopo che le punte di ingresso (lato della pompa) e scarico sono interrotte. Il gas reagisce con un agente colorante assorbito un materiale carrier. Le letture vengono effettuate nella zona scolorita su una scala di concentrazione numerica del MITC.



L'immagine sulla destra mostra una lettura di circa 20 ppm.

Ogni tubo serve per una singola misurazione ed è necessario del tempo per sostituirlo ed effettuare le letture. Lavorare con tali materiali monouso è di minore interesse quando è necessario effettuare più misurazioni.

### 5.10.2. VERIFICA DEL POTENZIALE RISCHIO DI FITOTOSSICITÀ DOPO LA DISINFEZIONE E L'AREAZIONE DEL TERRENO

In questo caso deve essere preso in considerazione sia il monitoraggio dell'aria che del terreno. Il monitoraggio dell'aria può essere importante per le colture adiacenti. È ovvio che durante la verifica delle condizioni prima della disinfezione del terreno l'eventuale presenza di colture adiacenti è nota e vengono adottate misure per evitare la deriva del gas attivo.

A tale scopo, uno strumento P.I.D. è il dispositivo più adeguato che si possa utilizzare. Il monitoraggio dei gas nel terreno dopo la disinfezione si concentra sulla preservazione della nuova coltura da seminare o interrare.

Dopo la rimozione del telo protettivo e/o l'areazione, il test più classico da effettuare è il cosiddetto test di germinazione dei semi di lattuga o crescita (test del crescione).

Il principio è semplice: I semi vegetali sensibili al MITC e rapidamente germinanti vengono esposti a campioni di terreno derivanti dall'appezzamento disinfettato. Ciò può essere in fase gassosa o mediante semina diretta. Tali test sono stati in una certa misura standardizzati.

Alcuni distributori/appaltatori locali offrono questi kit di monitoraggio della fitotossicità ai loro clienti.

## PROCEDURA PER EFFETTUARE UN TEST DI GERMINAZIONE DEI SEMI DI LATTUGA O CRESCIONE

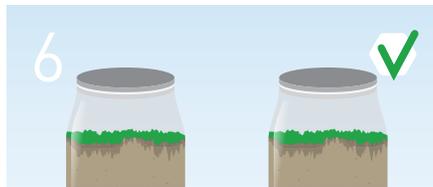
- 

1 Con un carotatore, scavare nel terreno trattato o appena sotto la profondità di applicazione.
- 

2 Rimuovere da 2 a 4 (25-50 g) piccoli campioni di terreno, miscelare leggermente e collocare immediatamente una porzione in un vasetto a tenuta d'aria affinché i fumi non fuoriescano. Utilizzare vasetti di vetro con coperchi a tenuta di gas.
- 

3 Preparare un vasetto simile con il terreno non trattato (controllo non trattato) come confronto.
- 

4 Spargere i semi di crescita/lattuga sulle superfici inumidite del terreno e richiudere immediatamente i vasetti.
- 

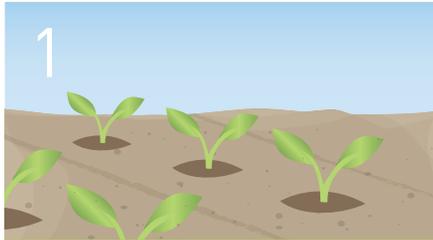
5 Conservare i vasetti a 18-30 °C; non collocare sotto la luce diretta del sole. La luce solare diretta può uccidere il seme con il surriscaldamento. I semi di lattuga non germineranno al buio.
- 

6 Ispezionare i vasi per verificare la germinazione dopo 1-3 giorni. È sicuro piantare i semi nel terreno se i semi nel vasetto trattato germinano normalmente rispetto al campione di terreno non trattato.

Se il rischio di fitotossicità persiste, potrebbe essere necessario areare nuovamente il terreno trattato con un DPI adeguato e deve essere quindi eseguito un nuovo test.

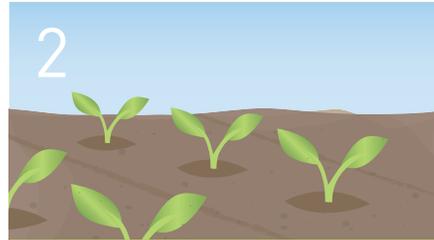
Come alternativa, è possibile effettuare la semina o il trapianto di alcune delle colture da installare sull'area trattata ma ciò richiede un periodo più lungo per osservare un eventuale rischio di fitotossicità residuo.

### PROCEDURA DA EFFETTUARE PER UN TEST DI TRAPIANTO DEL POMODORO



1

Trapiantare 5-10 piantine di pomodoro a crescita rapida nel terreno disinfestato a circa 10-15 cm di profondità.



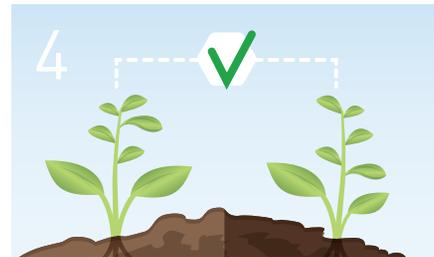
2

Effettuare lo stesso in un'area non disinfestata. Se esiste una variazione di terreno nel campo trattato, piantarle nel terreno più pesante e umido (condizioni peggiori).



3

Ispezionare le piantine dopo 2 giorni per un eventuale avvizzimento o evidenza di sintomi di "radici bruciate."



4

Se le piante nella zona disinfestata hanno lo stesso aspetto di quelle della zona non disinfestata, è sicuro procedere con il trapianto.

# RIASSUNTO DEL CAPITOLO 5

## GESTIONE PASSO-PASSO DELLA DISINFEZIONE DEL TERRENO CON METAM

- I prodotti a base di metam, come molti altri prodotti per la protezione dei vegetali, hanno bisogno di una particolare attenzione e sono soggetti a diverse regole per la sicurezza a livello di conservazione, manipolazione e applicazione.
  - Indossare il dispositivo di protezione individuale adeguato al tipo di operazione svolta.
- Le loro proprietà corrosive e irritanti e la generazione del MITC gassoso quando applicati al terreno, necessitano di una serie di diverse azioni, tra cui:
  - la prospezione preliminare del sito di disinfezione inclusa la valutazione dei rischi per astanti e residenti, la verifica delle previsioni meteorologiche e l'adeguata preparazione del terreno. Ciò può comportare un ritardo nell'applicazione nel caso si verificano una o più condizioni avverse.
  - Affissione di segnali di divieto di ingresso nei campi trattati.
  - Rispetto del tempo di rientro.
  - Pulizia dei materiali e sicuro smaltimento dei fusti vuoti.
  - Monitoraggio del MITC residuo.

# APPENDICI

## ABBREVIAZIONI

**APR:** respiratore ad aria purificata

**C x t:** prodotto concentrazione-tempo

**DPI:** dispositivo di protezione individuale

**F.I.F.:** film completamente impermeabile

**I.P.M.:** gestione integrata dei parassiti

**LDPE:** polietilene a bassa densità

**MITC:** metilisotiocianato

**P.I.D.:** rivelatore a fotoionizzazione

**SCBA:** respiratore a circuito chiuso

**SL:** formulazione miscelabile con acqua

**T.I.F.:** film totalmente impermeabile

**V.I.F.:** film virtualmente impermeabile

**WHC:** capacità di ritenzione idrica

## GLOSSARIO

**Passo avanti (penetrazione):** Momento in cui inizia il processo di diffusione del gas o del disinfettante attraverso il telo di plastica o l'alternativa sigillatura del terreno. Ciò dipende dalla qualità del film (composizione; spessore), dalla condensa di acqua sotto al film e dalla temperatura.

**Dente/scalpo:** Lame verticali a forma di coltello montate su una macchina di lavorazione del terreno le quali tagliano il terreno con la possibilità di portare tubi di iniezione del disinfettante liquido.

**Disinfestazione del terreno:** Uccisione o riduzione dei bersagli parassiti o patogenici delle piante senza completa sterilizzazione del terreno.

**Disinfezione dei mucchi/cumuli:** La disinfezione può essere utilizzata per disinfettare il terreno ammucchiato su pavimento impermeabile (contenitore, pavimento in cemento o film plastico), ad esempio in uno strato spesso 25 cm coperto con un film plastico a tenuta di gas, per l'utilizzo in contenitori di semina o per terriccio.

**Dissipazione:** La dissipazione del principio attivo dopo l'applicazione è causata da decomposizione chimica, fisica o biologica, degradazione o metabolismo. Un composto applicato al terreno è dissipato dalla perdita nell'atmosfera (fumiganti), dalla fuoriuscita o dal legame irreversibile con le particelle del terreno.

**Dormienza:** Stato di inattività dei semi.

**Dosatron:** Tipo di Pompa dosatrice in grado di mantenere costante il dosaggio e utilizzata nei sistemi di distribuzione con manichetta sottotelo.

**Erbicida:** I disinfettanti sono erbicidi per i semi di piante infestanti non dormienti, le piantine e le giovani piante infestanti.

**Formulazione SL:** Formulazione miscelabile con acqua.

**Fungicidi:** Composti chimici o organismi usati per il controllo dei funghi parassiti delle piante. I disinfettanti a base di Metam hanno una ampia azione fungicida.

**Inversione termica:** L'inversione termica è una situazione meteorologica nella quale la temperatura aumenta negli strati di aria superiori, con una temperatura più bassa negli strati inferiori, creando in tal modo una trappola per le sostanze inquinanti e impedendone la diluizione nell'atmosfera.

**Irrigazione a goccia:** Una tecnica che fa risparmiare acqua per irrigare le colture e applicare nutrienti. La somministrazione può essere automatizzata e le installazioni possono essere utilizzate per la disinfezione del terreno.

**Malattia:** Le malattie vegetali sono causate da funghi, batteri e virus.

**Nematocida:** I disinfettanti del terreno sono nematocidi, diversamente dai prodotti granulari che sono nematostatici e che necessitano di un'applicazione ripetuta. Dispositivo di protezione individuale: protezione respiratoria e oculare e abbigliamento protettivo.

**Parassita:** I parassiti vegetali sono insetti, acari, nematodi e lumache.

**Piede d'oca:** Lama orizzontale della forma di una zampa d'oca montata sulla macchina di lavorazione del terreno che solleva il terreno con la possibilità di portare, in posizione ventrale, tubi o ugelli di iniezione del disinfettante liquido.

**Prodotto concentrazione x tempo (C x t):** Un valore numerico espresso in  $g \times h/m^3$  ottenuto moltiplicando la concentrazione di disinfettante ( $g/m^3$ ) e il tempo (h) questa concentrazione è considerata una misura dell'attività biologica.

**Rotavator:** Dispositivo di lavorazione del terreno rotante (con lame a forma di S o L), frantumante e omogeneizzante il terreno con l'eventuale applicazione di prodotti al terreno.

**Sigillatura (terreno):** Tecnica per ridurre la perdita di umidità e di disinfettante dal terreno compattando lo strato superficiale con un rullo o mediante umidificazione

dello strato superficiale del terreno, oppure installando un film plastico a tenuta di gas, o mediante una combinazione dei due metodi.

**Solarizzazione:** Tecnica utilizzata per la disinfestazione del terreno nei paesi mediterranei o tropicali coprendo il terreno con un film plastico per diverse settimane o mesi al fine di raggiungere elevate temperature del terreno elevato che permettono l'abbattimento o il contenimento dei patogeni e dei parassiti. Anche la combinazione con la disinfezione chimica del terreno a ridotti tassi di disinfettante ha mostrato risultati interessanti.

# AVVERTENZE LEGALI

Le informazioni relative all'utilizzo del prodotto sono fornite a solo scopo informativo. Non viene fornita nessuna garanzia al cliente che il prodotto sia adatto all'uso specifico per il quale è destinato dal cliente. Il cliente deve effettuare i propri test per determinare l'adeguatezza per uno scopo specifico. Sono fornite informazioni sulle diverse possibilità di applicazione dei nostri prodotti a condizione che il cliente adatti le informazioni alle condizioni specifiche del suo utilizzo e alle caratteristiche di altri prodotti con i quali sono mescolati.

**I regolamenti sul metam differiscono tra i paesi. È pertanto necessario seguire le regole locali e fare riferimento ai requisiti di etichetta del prodotto poiché possono variare rispetto alle informazioni qui fornite. I regolamenti locali o nazionali prevalgono rispetto alle linee guida fornite in questo manuale.**

## EASTMAN

### Sedi centrali di Eastman

Casalla postale 431  
Kingsport, TN 37662-5280 Stati Uniti

Stati Uniti e Canada, 800-EASTMAN (800-327-8626)  
Altre sedi, +(1) 423-229-2000

[eastman.com/locations](https://eastman.com/locations)

Sebbene le informazioni e le raccomandazioni ivi descritte siano presentate in buona fede, Eastman Chemical Company ("Eastman") e le sue sussidiarie non rilasciano dichiarazioni o garanzie in merito alla completezza o accuratezza delle informazioni. L'utente è invitato a determinare in modo indipendente l'idoneità e la completezza rispetto al proprio uso e alla protezione dell'ambiente, nonché alla salute e alla sicurezza dei dipendenti e degli acquirenti del prodotto. Nessuna affermazione ivi contenuta è da considerarsi raccomandazione per l'uso di prodotti, processi, apparecchiature o formulazioni in conflitto con brevetti. Eastman non rilascia dichiarazioni o garanzie, siano esse implicite o esplicite, in merito al fatto che il prodotto non violi brevetti. EASTMAN NON RILASCIA DICHIARAZIONI O GARANZIE, IMPLICITE O ESPLICITE, DI COMMERCIALIZZABILITÀ E ADEGUATEZZA PER SCOPI PARTICOLARI, NÉ DI ALTRA NATURA, RISPETTO ALLE INFORMAZIONI O AL PRODOTTO A CUI LE INFORMAZIONI SI RIFERISCONO E NESSUNA AFFERMAZIONE IVI CONTENUTA DEROGA LE CONDIZIONI DI VENDITA DEL VENDITORE.

Le Schede dati di sicurezza contenenti le precauzioni di sicurezza da osservare per il maneggiamento e la conservazione dei prodotti Eastman sono disponibili online o su richiesta. Prima di maneggiare i prodotti Eastman, l'utente è invitato a procurarsi e a consultare le informazioni disponibili sulla sicurezza dei materiali. Per eventuali materiali menzionati che non rientrano nella gamma dei prodotti Eastman, l'utente deve applicare le adeguate misure igieniche del settore e osservare altre precauzioni di sicurezza consigliate dai rispettivi produttori.

© 2024 Eastman. I marchi Eastman ivi menzionati sono marchi commerciali di Eastman, di una delle sue sussidiarie o vengono utilizzati su licenza. I marchi non Eastman ivi menzionati sono marchi commerciali dei rispettivi proprietari.





[eastman.com/cropprotection](http://eastman.com/cropprotection)

**Eastman Corporate Headquarters**

P.O. Box 431

Kingsport, TN 37662-5280 U.S.A.

U.S.A. and Canada, 800-EASTMAN (800-327-8626)

Other locations, +(1) 423-229-2000

[www.eastman.com/locations](http://www.eastman.com/locations)

**EASTMAN**

