Pubblicazione finanziata nell'ambito del PSR 2014-2020 sottomisura 1.2.
progetto id 52394 che prevede la partecipazione comunitaria

INDICE

Introduzione *p.02*
Effetti del riscaldamento globale sugli insetti *p.02*
Avversità delle piante *p.04*
Avversità abiotiche o fisiopatie *p.04*
Avversità biotiche *p.08*
Strategie di controllo delle avversità biotiche delle piante *p.09*
Proprietà e caratteristiche dei prodotti fitosanitari *p.09*
Composizione di un formulato commerciale fitosanitario *p.10*
Sostanza attiva p.10
Coadiuvanti *p.11*
Coformulanti *p.11*
Antidoti agronomici e sinergizzanti *p.11*
Classificazione dei prodotti fitosanitari *p.11*
Antiparassitari *p.12*
Diserbanti *p.12*
Fitoregolatori *p.12*
Fisiofarmaci *p.12*
Repellenti *p.12*
Modificatori del comportamento degli insetti *p.13*
Prodotti endoterapici *p.13*
Modalità di relazione dei prodotti fitosanitari con la pianta *p.13*
Le modalità d'azione dei prodotti fitosanitari *p.14*
Spettro di azione *p.21*
Selettività dei prodotti fitosanitari p. 21
Fitotossicità *p.23*

INTRODUZIONE

La produzione agricola assume sempre più importanza per la sopravvivenza dell'uomo sul pianeta, anche alla luce delle proiezioni sul ritmo di aumento della popolazione, che l'Organizzazione delle Nazioni Unite per l'Alimentazione e l'Agricoltura (FAO), stima crescerà fino a 8 miliardi entro il 2030 e arriverà a 9 miliardi entro il 2050. Secondo recenti studi, per tenere il passo di questo andamento, la richiesta di energia e di acqua, rispetto alle attuali esigenze, potrebbe aumentare del 40% e la richiesta di cibo di oltre il 50%. Nel perseguire l'obiettivo dell'aumento della disponibilità di cibo non possiamo non considerare che la base fisica produttiva (suolo) è una risorsa limitata utilizzata dall'uomo anche per molte altre attività. Pertanto l'incremento costante di consumo del suolo agricolo e il cambiamento climatico (elemento di criticità per la vita delle piante e causa di modifiche nei cicli di sviluppo dei parassiti), costringono l'agricoltore ad avere sempre maggiore attenzione alla difesa delle produzioni agricole dagli attacchi dei parassiti.

EFFETTI DEL RISCALDAMENTO GLOBALE SUGLI INSETTI

Gli effetti del riscaldamento globale sugli insetti è differente a seconda della strategia di sviluppo delle specie e può portare:

- **Ampliamento dell'areale geografico di una specie**

L'innalzamento dei valori minimi di temperatura permette a molte specie d'insetti di espandersi ad altitudini e a latitudini prima non idonee alla loro sopravvivenza. Un aumento medio di 1° C, potrebbe portare la Piralide del mais ad espandere il suo areale di 165-500 Km verso nord. Naturalmente l'espansione dipende anche dalla presenza del mais ma, con l'aumento delle temperature, alcuni studi segnalano un probabile spostamento verso nord anche del limite potenziale di coltivazione della coltura. Inoltre, trattandosi di una specie polifaga, non è escluso che la Piralide possa adattarsi con successo a colture diverse (es. ortive o frutticole) diffuse nei territori di nuova colonizzazione.

- **Arrivo di nuove specie**

L'aumento della temperatura può permettere una facile acclimatazione nei nostri ambienti di specie subtropicali, favorite dalla «globalizzazione» dei mercati e dalla libera circolazione delle persone. L'introduzione di nuove specie può portare ad una rottura dell'equilibrio naturale e magari ad una predominanza della specie importata non controllata da parassiti naturali. Lo scenario è ancora più preoccupante se consideriamo che spesso l'agricoltore è impossibilito ad eseguire interventi antiparassitari per mancanza di prodotti fitosanitari registrati per combattere il patogeno di nuova introduzione.

- **Maggiore capacità di svernamento**

Temperature più miti nel periodo invernale favoriscono la sopravvivenza di un numero maggiore di insetti, o la sopravvivenza di un numero superiore di uova o di altri stadi di sviluppo degli insetti, con la possibilità che si manifestino attacchi più virulenti.

- **Aumento del numero di generazioni**

Le alte temperature, unite ad altri fenomeni ambientali, possono portare ad un aumento del numero di generazioni con un innalzamento della pericolosità della specie.

- **Rottura dell'equilibrio naturale**

Con alte temperature alcune specie di insetti possono passare attraverso le diverse fasi del loro sviluppo più velocemente, il che potrebbe portare ad uno sfasamento dei cicli tra la popolazione dell'insetto patogeno e i suoi nemici naturali, che ne regolano la diffusione.

. Il produttore agricolo deve perseguire il fine di mantenere la ***"PIANTA SANA"***, cioè una pianta che può svolgere le proprie funzioni fisiologiche al meglio del suo potenziale genetico (divisione cellulare, differenziamento, sviluppo, assorbimento dell'acqua e delle sostanze nutrienti, trasporto, fotosintesi, metabolismo, riproduzione, svernamento.). Se ciò non avviene a seguito dell'attività di un agente patogeno (biotico o abiotico), si è in presenza di una "***PIANTA MALATA"***.

AVVERSITA' DELLE PIANTE

AVVERSITA' ABIOTICHE O FISIOPATIE

Le avversità abiotiche sono alterazioni fisiologiche delle piante non causate da organismi viventi ma provocate da un rapporto squilibrato tra la pianta e l'ambiente (clima e terreno) in cui vive o da fenomeni traumatici. Tra queste:

FISIOPATIE AMBIENTALI:
◄ mancanza o eccesso di luce (squilibri luminosi). La non sufficiente quantità di luce può essere anche dovuta alla presenza di piante infestanti.

Rimedi:

- Protezione delle piante da eccessi luminosi;
- Esposizione delle piante alla luce;
- Effettuazione di interventi di diserbo.

◄ ristagni idrici del terreno

- eccesso di acqua superficiale
- eccesso di umidità del suolo proveniente da falde acquifere sotterranee.

Rimedi:

- Sistemazione idrauliche agrarie superficiale del terreno;
- Realizzazione di drenaggi sotterranei.

◄ eventi meteorici: squilibri termici, come:
- gelate tardive;
- brinate tardive.

Rimedi:

- Irrigazioni antigelo e anti-brina

Consistono nel mantenere la temperatura degli organi vegetali intorno a 0°C, ricoprendoli con uno strato di ghiaccio in continua evoluzione tramite una irrigazione a pioggia con intensità di circa 3 mm/h. L'acqua congelando cede energia all'ambiente (calore latente di congelamento

80 cal/grammo di acqua), impedendo l'ulteriore diminuzione della temperatura degli organi della pianta su cui gela.
L'irrigazione è meno efficace in presenza di forte vento.
-grandine (danneggiamento delle colture).

Rimedi:
Utilizzazione di reti antigrandine

FISIOPATIE NUTRIZIONALI:

<u>◄Squilibri nutritivi</u>

- **Es. blocco dell'assorbimento di elementi nutritivi dovuto alle basse temperature del terreno**

Un esempio della fitopatia può essere la colorazione rossa / viola delle foglie del mais. Si manifesta quando fa freddo principalmente sulle piante più giovani, con un sistema radicale ancora poco sviluppato, che non riesce ad ***<u>assorbire in maniera sufficiente il fosforo.</u>*** È più comune su terreni argillosi/pesanti, specialmente se il pH è elevato.

Rimedi:
Semine più avanti nella stagione.

- **E*s. carenze o mancato assorbimento di elementi nutritivi***

es. carenze di fosforo nella vite
Mancato o non sufficiente assorbimento di fosforo dal terreno
es. clorosi ferrica
Mancato o non sufficiente assorbimento di ferro dal terreno

Rimedi:
Interventi con concimi fogliari per sostenere nel breve periodo la nutrizione della pianta;
Interventi al terreno per risolvere i problemi riscontrati.

- **Es. marciume apicale dei frutti di pomodoro**

I tessuti della zona apicale dei frutti diventano dapprima opachi e traslucidi per poi imbrunire. Infine si forma la lesione necrotica che interessa il pericarpo depresso, tondeggiante, secco, sulla quale di sviluppano marciumi secondari.
Questo fenomeno si verifica nei primi stadi di sviluppo del frutto, nel periodo che intercorre tra la prima e la seconda settimana dopo l'allegagione, anche se i sintomi si manifestano successivamente**.** Il marciume apicale è una carenza nutrizionale (calcio) che interessa soprattutto le varietà a frutto grosso o allungato, coltivate sia in pieno campo, che in serra, quando si verificano sbalzi di umidità nel terreno o condizioni di elevata traspirazione fogliare a causa dell'alta temperatura, dell'elevata radiazione e del basso tenore di umidità relativa. I frutti colpiti tendono a maturare prima rispetto a quelli sani portati sullo stesso grappolo.

Rimedi:
◘ Irrigare la coltura frequentemente e con bassi volumi d'acqua (meglio localizzata) e/o favorendo l'aumento del tasso di umidità relativa all'interno dell'ambiente protetto (serra) quando risulta troppo bassa;
◘ Ridurre il tasso di crescita dei frutti, abbassando la temperatura all'interno dell'ambiente protetto attraverso la ventilazione forzata e/o la tinteggiatura con calce del telo di copertura;
◘ Evitare eccessivi apporti azotati che ostacolano l'assorbimento del Ca da parte della pianta ed evitare la concimazione con azoto ammoniacale;
◘ Non eccedere con la somministrazione di potassio e magnesio in quanto l'antagonismo minerale con questi elementi può ridurre l'assorbimento radicale del calcio;
◘ Ricorrere a trattamenti localizzati sulle infiorescenze, subito dopo l'antesi, con nitrato o cloruro di calcio. Questi trattamenti sono

particolarmente efficaci ma debbono essere effettuati con cura per evitare fenomeni di fitotossicità.

- **Es. accartocciamento delle foglie** dovuto a condizioni di elevata traspirazione fogliare e/o ridotta disponibilità di acqua nel terreno. E' una forma di adattamento della pianta a condizioni di intensa evapotraspirazione più evidente nella stagione calda e secca. Se i sintomi sono momentanei e di breve durata generalmente non portano a perdite di produzione particolarmente significative.

Rimedi:
Interventi di somministrazione dell'acqua.

- **Es. presenza di piante infestanti**
  Sono le piante che si sviluppano nei terreni coltivati e non vivono direttamente a spese delle piante coltivate, ma entrano in competizione con le stesse sottraendo acqua ed elementi nutritivi.

Rimedi:
Effettuazione di interventi di diserbo.

- FITOTOSSICITÀ'
Fenomeni di fitotossicità possono derivare da:
- prodotti fitosanitari;
- inquinamento ambientale, come ad es. elevate concentrazioni di anidride solforosa, cloro, fluoro, ecc...;

Rimedi:
- Corretto utilizzo dei prodotti fitosanitari;
- La dove è possibile, rimozione della causa di inquinamento ambientale;
- Non coltivazione di specie sensibili a determinate sostanze che sono nell'ambiente.

-MECCANICHE ferite in genere prodotte durante le operazioni colturali.

Rimedi: corretta esecuzione delle operazioni colturali.

AVVERSITA' BIOTICHE

Le avversità biotiche sono dovute a organismi viventi.
La malattia di una pianta è il risultato di 3 elementi:
- Ospite suscettibile;
- Patogeno virulento;
- Ambiente favorevole allo sviluppo del patogeno virulento.

Tanto più le condizioni ambientali sono favorevoli allo sviluppo di un parassita, tanto più è elevata la gravità della malattia.
Le avversità biotiche possono essere suddivise in:

PARASSITARIE dovute a:

- **Organismi di origine vegetale** (funghi, batteri, fitoplasmi, virus);
- **Organismi di origine animale** (insetti, acari, nematodi, molluschi, animali superiori);
- **Piante che vivono a spese delle piante ospiti**, (cuscuta, orobanche, ecc;)

Cuscuta

Orobanche

NON PARASSITARIE

(erbe infestanti), **che non parassitizzano le altre piante**, ma entrano in concorrenza per gli elementi nutritivi, l'acqua e la luce;

STRATEGIE DI CONTROLLO DELLE AVVERSITA' BIOTICHE DELLE PIANTE.

Le strategie che possono essere messe in campo sono:

- uso di tecniche colturali volte a mettere le piante nelle migliori condizioni di sviluppo per favorire le difese naturali;
- favorire gli antagonismi naturali esistenti nell'ambiente, o introduzione di antagonismi specifici (lotta biologica), con l'obiettivo di controllare i parassiti e mantenerli ad un livello tale che la loro attività non generi un danno superiore alla soglia economica di intervento;
- uso integrato di tutti i metodi di protezione fitosanitaria disponibili volti a scoraggiare lo sviluppo di popolazioni di organismi nocivi. Tutto ciò consente l'uso limitato dei prodotti fitosanitari riducendo o minimizzando i rischi per la salute umana e per l'ambiente (lotta integrata);
- uso dei prodotti fitosanitari che vanno a colpire direttamente i parassiti e di quelli definiti "attivatori delle difese naturali delle piante" che non intervengono direttamente sul parassita, ma stimolano la pianta alla produzione di sostanze naturali, capaci di attivare una difesa attiva delle piante nei confronti di alcuni microrganismi.

PROPRIETA' E CARATTERISTICHE DEI PRODOTTI FITOSANITARI

La definizione di prodotto fitosanitario viene fornita dal D.Lgs n° 150 del 14/08/2012 che definisce i **"prodotti fitosanitari",** come: *i prodotti nella forma in cui vengono forniti all'utilizzatore finale, contenenti o costituiti da sostanze attive, antidoti agronomici o sinergizzanti destinati a uno dei seguenti impieghi:*

- proteggere i vegetali o i prodotti vegetali da tutti gli organismi nocivi o a prevenirne gli effetti*;*

- influire sui processi vitali dei vegetali, ad esempio nel caso di sostanze, diverse dai nutrienti, che influiscono sulla loro crescita;
- conservare i prodotti vegetali, sempreché la sostanza o il prodotto non siano disciplinati da disposizioni comunitarie speciali in materia di conservanti;
- distruggere vegetali o parti di vegetali indesiderati, eccetto le alghe, a meno che i prodotti non siano adoperati sul suolo o in acqua per proteggere i vegetali;
- controllare o evitare una crescita indesiderata dei vegetali, eccetto le alghe, a meno che i prodotti non siano adoperati sul suolo o in acqua per proteggere i vegetali.

Il DPR n° 55 del 28/02/2012 comprende tra i prodotti fitosanitari anche:
◊ *le sostanze e i prodotti volti a proteggere le piante ornamentali, i fiori da balcone, da appartamento e da giardino domestico con attività acaricida, battericida, fungicida, insetticida, molluschicida, repellente, viricida, fitoregolatrice, diserbante, nematocida, rodenticida, talpicida;*
◊ le sostanze o preparati, chiamati **«ANTIDOTI AGRONOMICI»,** aggiunti ad un prodotto fitosanitario per eliminare o ridurre gli effetti fitotossici del prodotto fitosanitario su certi vegetali;
◊ le sostanze o preparati, chiamati: **«SINERGIZZANTI»,** che, possono potenziare l'attività della sostanza attiva, o delle sostanze attive, contenute in un prodotto fitosanitario.

COMPOSIZIONE DI UN FORMULATO COMMERCIALE FITOSANITARIO

SOSTANZA ATTIVA

La sostanza attiva è la parte del prodotto fitosanitario che serve a combattere l'avversità e che, a seconda della pericolosità e della concentrazione, concorre a determinare la classe di tossicità e quindi di pericolosità del prodotto fitosanitario.
La sostanza attiva può essere di natura:

- *Chimica:*
  - *naturale:* estratta da alcune specie di piante (es. nicotina, rotenone, quassine, ecc.)
  - *industriale:* creata in laboratorio.
- *Biologica*: *uso di microrganismi, compresi i virus, aventi un'azione generale o specifica, su*:

- organismi patogeni (funghi, batteri, virus, insetti, ecc.);
- vegetali (piante e/o semi infestanti).

Tra le sostanze attive sono comprese anche quelle che favoriscono i processi vitali dei vegetali cioè i fitoregolatori (ormoni), e quelle per la conservazione dei prodotti vegetali.

COADIUVANTI

Per coadiuvanti si intendono i prodotti destinati ad essere impiegati come bagnanti, adesivanti, emulsionanti, ecc. allo scopo di favorire/rafforzare l'azione dei prodotti fitosanitari. Essi possono essere contenuti all'interno dei formulati commerciali o essere autorizzati come prodotti a sé stanti e commercializzati singolarmente, per poi essere miscelati con i prodotti fitosanitari in fase di preparazione della miscela da irrorare.

COFORMULANTI

Sono costituiti da solventi e diluenti che servono a rendere solubile la sostanza attiva o ridurne la concentrazione.

ANTITODI AGRONOMICI

Sono prodotti aggiunti ad un prodotto fitosanitario per eliminare o ridurre i rischi di effetti fitotossici di alcuni fitofarmaci su certi vegetali.

SINERGIZZANTI

Sono sostanze o preparati che possono potenziare l'attività della sostanza attiva o delle sostanze attive contenute in un prodotto fitosanitario.

CLASSIFICAZIONE DEI PRODOTTI FITOSANITARI

Dal punto di vista pratico i prodotti fitosanitari si suddividono in base all'attività svolta:

- **ANTIPARASSITARI;**
- **DISERBANTI;**
- **FÌTOREGOLATORI;**
- **FISIOFARMACI;**

- **REPELLENTI;**
- **MODIFICATORI DEL COMPORTAMENTO DEGLI INSETTI;**
- **PRODOTTI ENDOTERAPICI (formulazione per iniezione ai tronchi).**

ANTIPARASSITARI

Sono prodotti fitosanitari deputati alla difesa delle piante dai parassiti vegetali e animali e, in base al loro campo d'impiego, vengono definiti:

- **anticrittogamici o fungicidi**: utilizzati nella lotta contro le malattie provocate da funghi (es. oidio, peronospora, ecc.);
- **battericidi o batteriostatici**: utilizzati per il contenimento delle malattie causate da batteri (es. batteriosi del pomodoro, batteriosi dei fruttiferi, ecc.).
- **insetticidi:** utilizzati per il contrasto degli insetti (es. afidi, cocciniglie, tignole, ecc.);
- **acaricidi:** impiegati per la lotta contro gli acari (es. ragnetto rosso e giallo della vite, ecc.);
- **molluschicidi**: indicati per la lotta contro le lumache senza guscio (limacce) e quelle con il guscio (chiocciole);
- **nematocidi:** adoperati per combattere i nematodi;
- **rodenticidi:** utilizzati per la lotta contro i roditori (topi, ratti).

DISERBANTI

I diserbanti o erbicidi sono utilizzati per il contenimento delle erbe infestanti.

FITOREGOLATORI

Sono prodotti in grado di modificare alcuni processi naturali delle piante (nanizzanti, alleganti, diradanti, anticascola, ecc.) agendo su base ormonale.

FISIOFARMACI

Sono prodotti in grado di prevenire o curare le fisiopatie (alterazioni fisiologiche delle piante non causate da organismi viventi).

REPELLENTI

Sono prodotti che, per le loro caratteristiche (odore, colore e sapore), sono in grado di tenere lontani gli animali (es. selvaggina) dalle piante da proteggere

MODIFICATORI DEL COMPORTAMENTO DEGLI INSETTI
Sono prodotti atti a modificare il comportamento degli insetti (es. attrattivi sessuali).

PRODOTTI ENDOTERAPICI
Sono prodotti studiati e registrati per le iniezioni ai tronchi e ad altre parti legnose delle piante.

MODALITA' DI RELAZIONE DEI PRODOTTI FITOSANITARI CON LA PIANTA

In relazione ai rapporti che si stabiliscono tra la pianta e il prodotto fitosanitario essi vengono distinti in:

➢ PRODOTTI DI COPERTURA

I prodotti fitosanitari di copertura hanno le seguenti caratteristiche:
- ❑ Non penetrano nei tessuti vegetali, ma rimangono esclusivamente sulla superficie della pianta trattata;
- ❑ Dopo il trattamento hanno scarsa ridistribuzione sulla superficie della pianta trattata;
- ❑ Non sono in grado di proteggere la vegetazione che si sviluppa nel periodo successivo al trattamento;
- ❑ Sono indicati per i trattamenti pre-infezione;
- ❑ Possono essere dilavati dalle piogge, ma alcuni si possono legare tenacemente alle cere cuticolari.

Tra i prodotti copertura, in base al bersaglio, abbiamo:
I fungicidi sono attivi su spore, tubetti germinativi e ife fungine epifitiche (funghi che vivono esternamente alla pianta);
Gli insetticidi agiscono per contatto o ingestione nei vari stadi di sviluppo dell'insetto;
I Diserbanti agiscono per contatto con la superficie della pianta trattata.

➢ PRODOTTI CITOTROPICI.

□ Sono prodotti fitosanitari in grado di penetrare attraverso la superficie vegetale e diffondersi limitatamente nei tessuti circostanti;
□ Una volta penetrati all'interno dei tessuti vegetali non sono soggetti ai fenomeni di dilavamento;
□ Non sono in grado di proteggere la vegetazione che si sviluppa nel periodo successivo al trattamento.

➢ PRODOTTI CITOTROPICI-TRANSLAMINARI.

□ Sono prodotti che, rispetto ai citotropici, penetrano più profondamente negli organi verdi delle piante senza diffondersi attraverso le cellule, raggiungendo, nelle foglie, la lamina opposta a quella di trattamento, così da proteggerla;
□ Una volta penetrati all'interno dei tessuti vegetali non sono soggetti a fenomeni di dilavamento;
□ Non sono in grado di proteggere la vegetazione che si sviluppa nel periodo successivo al trattamento.

➢ PRODOTTI SISTEMICI.

□ Sono prodotti fitosanitari capaci di penetrare nella pianta e combattere le infezioni che si manifestano su organi non raggiunti dalle sostanze attive ad azione di contatto, citototropica o citotropica-traslaminare (l'assorbimento richiede qualche ora e temperature oltre i 12-15°C).
Sono presenti anche nei tessuti neoformati dopo il trattamento, pertanto essi risultano protetti. Una volta penetrati all'interno dei tessuti vegetali non sono soggetti a fenomeni di dilavamento.

MODALITÀ D'AZIONE DEI PRODOTTI FITOSANITARI

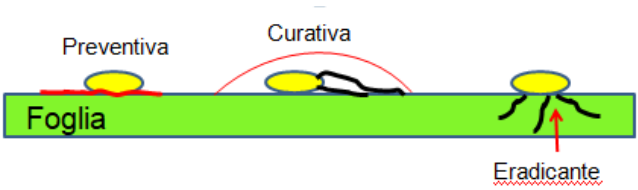
➢ FUNGICIDI

I prodotti fitosanitari fungicidi possono avere un'azione:

❑ **preventiva**: si previene l'attacco parassitario fungino impedendo la germinazione di spore e conidi. Sono fungicidi di copertura.

❑ **curativa**: durante il periodo di incubazione della malattia viene arrestato il processo di sviluppo evitando la comparsa dei sintomi. Sono prodotti ad azione citotropica, citotropica-traslaminare o sistemica. Possono causare fenomeni di resistenza

❑ **eradicante**: viene bloccata la malattia in uno stadio anche avanzato del suo ciclo. Il fungicida può essere applicato quando i sintomi sono già visibili, impedendo che da questi si sviluppino nuove infezioni. Sono prodotti ad azione citotropica, citotropica-traslaminare o sistemica. Possono causare fenomeni di resistenza



➢ INSETTICIDI E ACARICIDI

I prodotti fitosanitari con attività insetticida e acaricida possono agire:

- ➢ *sulle uova*: prodotti ad azione ovicida;
- ➢ *sulle larve*: prodotti ad azione larvicida;
- ➢ *sugli adulti*: prodotti ad azione adulticida.

Alcuni prodotti sono in grado di agire contemporaneamente su più stadi di sviluppo. Inoltre, specifici insetticidi, possono agire nelle fasi giovanili di sviluppo degli insetti interferendo su specifiche fasi del ciclo di crescita, come i:

- **regolatori di sviluppo (grow regulator – g.r.)**

Svolgono la loro azione sulla MUTA e sulla METAMORFOSI degli insetti.

- **regolatori dello sviluppo chitino-inibitori (c.s.i.)**

Agiscono sul rinnovamento della CUTICOLA interferendo nella sintesi della CHITINA bloccando le mute;

- **regolatori di sviluppo o di crescita**

Simulano l'azione dell'ormone della giovinezza facendo in modo che l'insetto non concluda il ciclo di sviluppo. Sono chiamati anche Juvenoidi (J.H.A.).

- **composti acceleratori della** muta (Mac). Inducono MUTE PREMATURE con risultati mortali per le larve.

I prodotti fitosanitari insetticidi e acaricidi possono agire per:

• **contatto**: agiscono sia per contatto diretto sui fitofagi e sia per contatto fra la superficie vegetale trattata e il corpo del patogeno.
• **ingestione**: causano la morte dei fitofagi che hanno ingerito parti di vegetali o la linfa trattati.
Le azioni per ingestione e contatto in molti prodotti sono associate.
• **asfissia**: provocano la morte dei fitofagi attraverso le vie respiratorie. Questa azione si esplica in ambienti chiusi.

- **MOLLUSCHICIDI** I prodotti fitosanitari molluschicidi possono avere un'azione per:

- contatto. Si esplica per contatto diretto delle esche con l'animale.
-ingestione. Causa la morte dei molluschi che consumano le esche.

- **NEMATOCIDI**

In base al meccanismo di azione, i nematocidi si distinguono in:

- **Fumiganti:** utilizzati per il controllo preventivo su terreno nudo. Dopo la somministrazione passano allo stato gassoso e agiscono per asfissia. Sono efficaci anche contro gli insetti e i funghi.
- **Non fumiganti**: sono prodotti che non gassificano e vengono utilizzati con la coltura in atto, pertanto hanno uno scopo curativo. A seconda del nematocida l'azione può essere per contatto o sistemica.

L'effetto dei nematocidi è legata a vari fattori, quali condizioni pedoclimatiche del terreno, solubilità, persistenza, traslocabilità e tossicità del prodotto e tipo di nematode da combattere e suo stadio di sviluppo

- **RODENTICIDI**

I prodotti fitosanitari rodenticidi agiscono per ingestione.

- **DISERBANTI**

In base alla loro azione possono agire per:

- • **contatto**: agiscono prevalentemente disseccando le parti verdi delle piante irrorate;
  - **assorbimento sistemico:** assorbiti dalle foglie o dalle radici hanno la capacità di entrare in circolo nella pianta. Alcune sostanze attive devitalizzano gli organi sotterranei delle piante;

(azione residuale o antigerminello): vengono distribuiti in pre-semina o pre-trapianto. I diserbanti si distribuiscono nello strato superficiale del terreno dove persistono per un tempo più o meno lungo. Vengono assorbiti dai semi o, se i semi sono germinati, dalla radice e dal fusticino della pianta, o dalle infestanti nei primissimi stadi di sviluppo (plantula). Sono sostanze attive ***«residuali»*** che per la loro persistenza possono determinare danni sulle colture in successione se non vengono rispettati i tempi di carenza.

Epoca di intervento dei diserbanti

I diserbanti possono essere utilizzati in:

– **Pre-semina o pre-trapianto della coltura** distribuiti su terreno libero. Sono prodotti sia ad azione residuale che fogliare. Possono essere residuali e a volte devono essere interrati;

- **Pre-emergenza della coltura**: distribuiti dopo la semina e prima dell'emergenza della coltura. Sono prodotti sia ad azione di contatto, sia antigerminello, spesso miscelati tra loro;

- Post-emergenza o post-trapianto della coltura: distribuiti quando la coltura è già in atto e per questo devono risultare perfettamente selettivi. Si tratta di erbicidi ad azione antigerminello, che colpiscono le specie infestanti non ancora nate, o ad azione di contatto mirata alle malerbe già emerse.

➢ PRODOTTI ENDOTERAPICI

La somministrazione del prodotto fitosanitario avviene per iniezione nel tronco o in altre parti legnose:

- **ad assorbimento naturale**: il prodotto viene assorbito direttamente dalla pianta.
- **a pressione o a micropressione**: il prodotto viene forzatamente introdotto nella pianta

I principali vantaggi offerti da questa metodologia di applicazione consistono in:

• una maggiore efficacia rispetto ai tradizionali trattamenti per irrorazione, legata anche al fatto che l'antiparassitario non subisce l'azione dilavante degli agenti atmosferici (piogge in particolare);

• una prolungata persistenza d'azione, che in molti casi permette di ridurre numericamente i trattamenti;

• una riduzione delle dosi di applicazione;

• una minore dispersione nell'ambiente, quindi un minore impatto ambientale.

FORMULAZIONE DEI PRODOTTI ANTIPARASSITARI

In commercio sono disponibili molti tipi di formulazioni per permettere all'operatore di effettuare scelte corrette.
Esse sono:

- ✓ Formulazioni per ***trattamenti a secco:*** per la distribuzione non necessità l'uso di acqua. I formulati si distinguono in:

a. **Granulari:** sono di facile manipolazione e con lenta cessione della sostanza attiva. Servono ad effettuare trattamenti al terreno al fine di operare una disinfezione (rivolta contro organismi di origine vegetale), o una disinfestazione (rivolta contro organismi di origine animale).
b. **Polveri secche:** se impiegate su colture, necessitano di attrezzature specifiche per la loro distribuzione, come, ad esempio le impolveratrici. Possono essere impiegate anche per la concia delle sementi tramite l'uso di recipienti rotanti. Hanno scarsa aderenza agli organi vegetali (elevato rischio di deriva) e non sono facilmente manipolabili.

I formulati in polvere sono ad alto rischio di inalazione al momento del trattamento e anche nei giorni successivi.

- ✓ Formulazioni per ***trattamenti liquidi:*** la distribuzione prevede l'uso dell'acqua. Le principali formulazioni per questo tipo di trattamento si distinguono in:

• ***Polvere bagnabile*** (PB; WP–Wettable Powble, polvere bagnabile per la concia del seme (WS)). Formulazione solida generalmente ottenuta miscelando la sostanza attiva finemente macinata, con bagnanti, disperdenti, inerti, ecc., fino ad ottenere un composto che messo in acqua da origine ad una sospensione. Si caratterizza per la stabilità della sospensione, la bagnabilità adeguata o solubilità completa e l'ottimizzazione della dimensione delle particelle.

• ***Polvere solubile*** (SP–Soluble Powdrli). Formulazione in polvere come la precedente che messa in acqua genera una sospensione diluita stabile in presenza di bagnanti e disperdenti. Mostra una bagnabilità adeguata, una solubilità completa e la dimensione delle particelle risulta ottimale. Le formulazioni "polveri bagnabili e polveri solubili" creano qualche difficoltà per l'operatore nella fase di

manipolazione perché possono essere facilmente disperdibili nell'ambiente e non sempre è facile la completa pulizia dei contenitori.

- ***Concentrati emulsionabili*** (EC–Emulsifiable Concentrate. Liquido emulsionabile). Formulazioni liquide composte dalla sostanza attiva disciolta in un solvente (oleoso), o in una miscela di solventi organici (emulsionanti), insieme a uno o più tensioattivi, che permettono la formazione di una emulsione stabile e priva di fenomeni di cristallizzazione dopo la loro diluizione in acqua. Uno svantaggio è la sua pericolosità sia per l'operatore che per l'ambiente.
- ***Microemulsione*** (ME–Micro Emulsione): formulazione liquida (trasparente) in cui la sostanza attiva e un solvente adatto vengono spontaneamente emulsionati in acqua in presenza di tensioattivi. E' fondamentale l'assenza di fenomeni di cristallizzazione e di separazione di fase.
- ***Emulsioni in acqua*** (EW–Emulsion oil in Water, emulsione olio/acqua). Formulazioni in cui la sostanza attiva e un adatto solvente vengono emulsionati in acqua, insieme a tensioattivi, disperdenti o altri stabilizzanti, addensanti, antischiuma e antibatterici, in modo da formare un'emulsione stabile per almeno due anni. Rispetto ai concentrati emulsionabili, sono meno pericolose per l'uomo e per l'ambiente.
- ***Sospensioni concentrate*** (SC/OD–Suspension Concentrate/Oil Dispersion, sospensione concentrata/dispersione in olio, ***pasta fluida o flowable*** (FL, FLOW). Formulazioni liquide in cui la sostanza attiva finemente macinata viene dispersa in un veicolo acquoso che principalmente è l'acqua, in presenza di bagnanti, disperdenti, antigelo, addensanti e altri stabilizzanti, per formare una sospensione stabile e un'ottima granulometria del prodotto fitosanitario. Un vantaggio è che si ha una formulazione meno tossiche rispetto al concentrato emulsionabile (EC) perché realizzata su base acquosa. Gli svantaggi sono che i solidi dispersi tendono a sedimentare nel tempo e che le operazioni di lavaggio della macchina irroratrice e la bonifica dei contenitori vuoti possono essere difficoltose a causa della viscosità.

- **Suspoemulsioni** (SE). Formulazioni composte da una combinazione tra le formulazioni SC (solida) e EW (liquida), difficile da sviluppare tecnologicamente per la difficoltà ad ottenere un prodotto stabile nel tempo.

- **Sospensioni di microcapsule** (CS–Capsule Suspension, sospensione di microcapsule). Formulazioni liquide in cui la sostanza attiva ed eventualmente una piccola quantità di un solvente adatto, viene emulsionata finemente in acqua (sospesa nel solvente) e ricoperta di un sottile film polimerico (microcapsule) biodegradabile. A loro volta le microcapsule si trovano in sospensione acquosa. Questo tipo di formulazione consente di liberare gradualmente la sostanza attiva (rilascio in maniera controllata). Tali formulazioni si caratterizzano per la stabilità della sospensione, assenza di fenomeni di cristallizzazione, ottimizzazione della granulometria, ottima stabilità, buona persistenza d'azione.
  Vantaggi: Notevole diminuzione della tossicità acuta per l'uomo, rispetto alle altre formulazioni.
- **Granuli disperdibili** (WG, WDG–Water Dispersible Granule, granuli disperdibili in acqua o DF–Dry Flowable) e **granuli solubili** (SG–Soluble Granule, granuli solubili). Formulazione allo stato solido in cui la sostanza attiva, i disperdenti e gli inerti, vengono finemente macinati insieme ottenendo una pre-miscela omogenea che viene successivamente granulata ottenendo dei microgranuli che una volta immessi in acqua si disperdono o si sciolgono. Queste formulazioni sono molto stabili nel tempo, sono facilmente disperdibile o solubili, generano una stabilità della sospensione e una ottimizzazione della dimensione delle particelle.
  Vantaggi:
  - Consentono di definire facilmente la dose da impiegare, facilitando la preparazione della miscela;
  - Non originano polveri a tutto vantaggio dell'operatore e dell'ambiente;
  - Rendono facile la bonifica dei contenitori.
- ***Sacchetti idrosolubili*** (SI): Sono una tipologia di confezionamento di formulati in polvere bagnabile in contenitori che una volta immessi nell'acqua si sciolgono.
  Vantaggi:
  - Non producono polvere durante le operazioni di preparazione della miscela;
  - Eliminano il problema della gestione dei contenitori vuoti;
  - Se correttamente maneggiati non sono pericolosi per l'operatore perché non viene mai in contatto con il prodotto fitosanitario.

▪***Formulazioni per trattamenti con mezzi aerei*** che sono autorizzati dalle Regioni o dalle province autonome di Trento e Bolzano previo parere ministeriale .

- ***Formulazioni per esche:*** la sostanza attiva è mescolata ad una sostanza appetita dalla specie da combattere.
- ***Formulazioni per iniezione ai tronchi***. Formulazioni appositamente studiate e autorizzate capaci di diffondersi agevolmente lungo i vasi in cui scorre la linfa a da lì diffondersi in tutte le parti della pianta (endoterapia).

Vantaggi:

- Una maggiore efficacia rispetto ai tradizionale trattamenti per aspersione perchè i prodotti fitosanitari non subiscono l'azione dilavante degli agenti atmosferici (piogge in particolare);
- Una prolungata persistenza d'azione, che in molti casi permette di effettuare i trattamenti ad anni alterni;
- Una riduzione del numero degli interventi e delle dosi di applicazione;
- Una minore dispersione nell'ambiente, quindi un minore impatto ambientale.

- ***Formulazioni per trattamenti gassosi:*** agiscono allo stato di gas.

SPETTRO D'AZIONE

Per spettro d'azione si intende l'insieme delle avversità controllate da un prodotto fitosanitario. Ad esempio se prendiamo in considerazione un insetticida capace di combattere contemporaneamente gli afidi, la mosca della frutta, e altri insetti, siamo di fronte ad un prodotto a largo spettro d'azione.

- *Effetti positivi:* con un unico intervento si possono controllare più parassiti;
- *Effetti negativi*: vengono uccisi organismi non bersaglio e organismi utili.

SELETTIVITA' DEI PRODOTTI FITOSANITARI

La selettività è la capacità di un prodotto fitosanitario di agire nei confronti dell'avversità che si vuole combattere, rispettando il più possibile gli organismi utili naturalmente presenti nella coltura.
Gli insetti utili generalmente sono classificati in:

- **Predatori** che si nutrono di insetti o acari dannosi alle piante.

Es. coccinella predatrice degli afidi sia allo stadio adulto che giovanile

- **Parassitoidi** che si sviluppano a spese di insetti dannosi, ad esempio deponendo le uova all'interno delle larve degli insetti nocivi.
- **Pronubi:** insetti impollinatori (api e bombi) che sono indispensabili per le produzioni agricole e sono degli efficienti *bioindicatori* della qualità dell'ecosistema agrario.
-

La selettività può essere:

- **Fisiologica:** legata alle caratteristiche del prodotto fitosanitario (es. il Bacillus thuringiensis libera una tossina molto attiva solamente nell'intestino delle larve dei lepidotteri come la tignoletta della vite, i tortricidi ricamatori, ecc.. Il Bacillus thuringiensis è selettivo nei confronti di tutti gli altri insetti;
- **Temporale:** legata all'epoca di intervento (uso strategico). Ad esempio un trattamento insetticida eseguito nel momento in cui nel campo non sono presenti le api, risulta selettivo perché in quel momento le api non sono presenti nell'ambiente. La selettività non è legata alla classificazione ed alla etichettatura di pericolo del prodotto, bensì alle sue caratteristiche intrinseche.

Selettività dei prodotti insetticidi e acaricidi

Gli insetticidi e gli acaricidi che agiscono per contatto e per asfissia, *non sempre sono selettivi sulla fauna naturale,* mentre quelli che agiscono *per ingestione sono selettivi per la fauna naturale che non si nutre di materiale vegetale.*

Selettività dei fungicidi

I prodotti fungicidi possono determinare effetti negativi sulla fauna utile, anche se la loro attività non è rivolta agli animali.

Selettività degli erbicidi
L'effetto selettivo di un diserbante è la capacità di rispettare la coltura agendo sulle erbe infestanti da controllare. La selettività può essere:
fisiologica, quando dipende dalle caratteristiche intrinseche del diserbante come proprietà chimiche, formulazione, dosaggio utilizzato ecc;
morfologica (o di contatto), legata alle caratteristiche delle piante coltivate (es. struttura fogliare, protezione cerosa, peluria, ecc.) che impediscono l'assorbimento del diserbante;
legata all'epoca di intervento, dipendente dal tempo di applicazione (es. alcuni erbicidi utilizzati in pre-semina agiscono sulle infestanti già emerse ma non sulla coltura non ancora seminata);
legata alla presenza di antidoti presenti all'interno del formulato commerciale e capaci di preservare la coltura dall'attività dell'erbicida.

FITOTOSSICITÀ'

I prodotti fitosanitari possono a volte risultare tossici per la pianta. La fitotossicità è un aspetto molto complesso perché sono state riscontrate differenza non solo tra specie, ma anche all'interno della stessa specie, legata alle varietà e alcune volte alla fase fenologica della pianta (es: uso del rame in fioritura sulla vite) in cui il prodotto viene applicato. Particolare attenzione va posta per i prodotti diserbanti quando ci fosse la necessità di effettuare una risemina di una coltura diversa da quella precedentemente coltivata, oppure quando, per deriva, il prodotto contamina una coltura diversa posta nelle vicinanze di quella trattata. La fitotossicità, che si può manifestare anche miscelando due o più prodotti fitosanitari incompatibili distribuiti contemporaneamente, può essere legata:

- ad errate applicazioni come quelle effettuate nelle ore più calde della giornata;
- all'applicazione di dosi superiori a quelle indicate in etichetta.