

# Avversità delle piante coltivate

L'applicazione del rimedio più adeguato per contrastare gli agenti dannosi richiede il riconoscimento delle diverse tipologie di avversità che interessano le piante distinguendole come segue:

## Avversità abiotiche o fisiopatie

-Fattori ambientali(*eccessi o carenze di temperatura, luminosità, piovosità, vento, grandine, qualità dell'acqua di irrigazione, caratteristiche fisico chimiche del terreno*);

-Squilibri idrici;

-Sostanze chimiche(*errori da trattamento, gas tossici e altri inquinanti*);

-Squilibri nutrizionali(*carenze o eccessi nelle concimazioni*);

-Condizioni non idonee nei locali di conservazione.

## Avversità biotiche

Sono distinte in avversità non parassitarie (erbe infestanti) e parassitarie di origine animale (insetti, acari, nematodi, molluschi, animali superiori), di origine vegetale (funghi, batteri, fitoplasmi), o determinate da virus.

### 1.1 Avversità abiotiche

A questo gruppo appartengono tutte quelle cause di natura non infettiva e non parassitaria che inducono un rapporto squilibrato tra la pianta e l'ambiente in cui vive.

Il freddo ed il caldo eccessivi, ad esempio, possono danneggiare foglie, fiori e frutti (necrosi, appassimenti, allessature, cascola); la scarsità di acqua nel terreno provoca avvizzimenti, mentre l'eccesso idrico è origine di asfissie e marciumi radicali.

Anche l'eccesso di umidità nell'aria risulta dannoso perché crea le condizioni ideali allo sviluppo di infezioni alla parte aerea della pianta, mentre eventi traumatici come la grandine e il vento compromettono lo stato di salute delle piante coltivate, determinando forti perdite di produzione.

Gli squilibri nutrizionali, sia per eccessi che per carenze di elementi nutritivi nel terreno, hanno una forte influenza sullo stato di salute della pianta e sulla sua produttività.

L'effetto dell'inquinamento atmosferico e delle acque di irrigazione può causare ustioni e disseccamenti, ma anche i trattamenti sbagliati, come l'uso di prodotti fitosanitari non autorizzati sulla coltura o di dosi eccessive possono essere responsabili di danni.

## 1.2 Avversità biotiche

### 1.2.1 Avversità non parassitarie

Sono tali quelle avversità in cui non avviene alcun contatto diretto tra la pianta coltivata e l'agente dell'alterazione. Di queste fanno parte le erbe infestanti.

Sono considerate erbe infestanti, o malerbe, tutte quelle piante che, sviluppandosi nei terreni coltivati, entrano in competizione con le piante allevate sottraendo acqua, luce ed elementi nutritivi. La loro presenza, inoltre, può essere d'intralcio nelle operazioni colturali e favorire la diffusione di parassiti dannosi; nello stesso tempo, però, possono influire positivamente sul mantenimento dell'equilibrio biologico in relazione alla possibilità di ospitare i nemici naturali degli organismi dannosi alle colture. Le malerbe si distinguono in annuali e poliennali in base alla durata del loro ciclo biologico.

### 1.2.2 Avversità parassitari

Tra queste sono comprese quelle avversità in cui si verifica il contatto diretto tra la pianta e l'agente dell'alterazione, la natura del quale consente di suddividere i parassiti in *animali*, *vegetali* e *virus*.

#### Parassiti animali

##### *Insetti*

Il termine insetto deriva dal latino insectum, che significa diviso in segmenti. Sono animali che presentano scheletro esterno ed hanno il corpo distinto in capo, torace e addome. Il capo è dotato di due occhi, due antenne e un apparato boccale che varia da specie a specie. Il torace è formato da tre segmenti sui quali si innestano tre paia di zampe e a volte una o due paia di ali. Presentano un accrescimento discontinuo attraverso stadi successivi fino al raggiungimento dello stato finale di adulto. Gli stadi giovanili, infine, possono essere simili agli adulti (cavallette) o avere aspetto completamente diverso (larve da giovani, farfalle o mosche da adulti). Gli insetti possono attaccare tutte le parti della pianta e, in relazione al tipo di apparato boccale, possono provocare lacerazioni, erosioni, ingiallimenti, suberificazioni, macchie. Quelli con apparato boccale masticatore (nottue, oziorinco) agiscono asportando parti di foglie, frutti, radici; quelli con apparato boccale pungente-succhiante sottraggono linfa e provocano decolorazioni, accartocciamenti e suberificazioni alle parti di pianta attaccate (tripidi, cocciniglie) e possono trasmettere malattie virali (afidi, mosca bianca). Altri insetti (nottue, mosche della frutta e dell'olivo) sono dannosi solo allo stadio larvale, quindi è sempre utile conoscere la biologia sia degli insetti dannosi sia dei loro eventuali antagonisti per approntare le più idonee metodologie di controllo. La maggior parte degli insetti è innocua per le piante coltivate, inoltre gli impollinatori e i nemici naturali degli insetti dannosi sono di grande utilità per l'ecosistema agrario.

##### *Acari*

Gli acari sono animali dotati di 4 paia di zampe. Hanno un apparato boccale provvisto di una vera e propria "pinza" (cheliceri), modificato nelle specie fitofaghe in uno stiletto (tubicino con all'interno un piccolo canale per il passaggio dei liquidi nutritivi). Sono chiamati comunemente ragnetti e provocano, nella maggior parte dei casi, decolorazioni, imbrunimenti e argentature sui frutti e sulle foglie (ragno rosso, acaro dell'argentatura). Alcune specie di acari sono responsabili della formazione di bollosità sulle foglie, dette galle (eriofide della vite). Come per gli insetti, sulle colture agrarie vivono anche acari utili che riducono la presenza di quelli dannosi. Alcuni prodotti fitosanitari possono provocare lo sterminio degli acari utili, favorendo lo sviluppo di quelli dannosi, più resistenti ai principi attivi utilizzati.

### *Nematodi*

I nematodi sono organismi vermiformi di piccolissime dimensioni, difficilmente visibili ad occhio nudo, dal corpo cilindrico fusiforme e filamentoso. Non posseggono gli *apparati respiratorio e circolatorio*. Vivono prevalentemente nel terreno e attaccano le radici provocando la comparsa di galle e malformazioni, mentre sulla parte aerea si evidenzia uno stato di sofferenza generalizzata; la non specificità dei sintomi sulla pianta rende difficile la diagnosi dell'infestazione da nematodi, che può essere accertata solo facendo ricorso a specifiche analisi di laboratorio. Anche i nematodi, come certi insetti, possono trasmettere malattie virali alle piante.

### *Molluschi*

Comprendono le chioccioline, provviste di una conchiglia esterna al corpo, e le limacce, prive di conchiglia. Sono provvisti di apparato boccale masticatore e si nutrono di teneri germogli e di foglie. Vivono in ambienti molto umidi ed esercitano la loro attività soprattutto nelle ore notturne e dopo abbondanti piogge.

### *Animali superiori*

Uccelli e piccoli roditori possono provocare danni abbastanza vistosi alle colture agrarie. I primi si nutrono di frutti, semi e piantine appena germogliate, mentre arvicole e topi, la cui presenza è segnalata dai fori di entrata delle gallerie scavate nel terreno, rodono bulbi, tuberi e radici o la parte più bassa del tronco degli alberi.

## **Parassiti vegetali**

### *Funghi o crittogame*

I funghi (crittogame o muffe) sono microrganismi microscopici, privi di mobilità, in grado di riprodursi sia per via sessuata che asessuata. Penetrano nei tessuti vegetali mediante filamenti detti ife. Sono dotati di organi di riproduzione, le spore e i conidi, che facilmente si disperdono nell'ambiente causando infezioni alle piante. Vivono a spese dei tessuti vegetali, localizzandosi sia sulla parte aerea che sulle radici. Sugli organi colpiti provocano la comparsa di macchie ed imbrunimenti con conseguente avvizzimento, marcescenza e deperimento generale della pianta. Esempi di funghi parassiti delle piante agrarie sono la peronospora, l'oidio, la muffa grigia, il malsecco, l'occhio di pavone.

### *Batteri*

Sono organismi microscopici unicellulari, dal diametro di qualche micron (millesimo di millimetro) non visibili ad occhio nudo. In condizioni idonee possono riprodursi ogni 20 minuti; possono resistere a condizioni ambientali estreme laddove ogni forma di vita è preclusa. Nelle piante provocano marciumi, disseccamenti, necrosi, tumori, ostruzioni ai vasi e seccumi. Esempio molto diffuso di batteriosi è la rogna dell'olivo (*Pseudomonas syringae*).

### *Fitoplasm*

Anche questi sono microrganismi unicellulari non visibili ad occhio nudo. Vengono trasmessi generalmente dagli insetti e determinano, nella pianta, nanismo e deformazioni.

## **Virus**

Sono agenti microscopici incapaci di muoversi autonomamente che si riproducono soltanto all'interno delle cellule viventi. Penetrano nei tessuti delle piante attraverso le ferite causate dalle potature, dalle punture di insetti o nematodi vettori, o per contatto tra tessuti sani e tessuti malati o con attrezzi infetti. Nelle piante causano ingiallimenti, maculature anulari, mosaicature, accartocciamenti fogliari, malformazioni dei tessuti, nanismo. Tra le virosi si ricordano il complesso dell'arricciamento della vite, il mosaico del pomodoro, l'accartocciamento fogliare giallo del pomodoro, la tristezza degli agrumi.

## **Metodologie di difesa fitosanitaria**

La difesa delle piante con prodotti fitosanitari ebbe inizio con la scoperta della proprietà fungicida del solfato di rame avvenuta oltre un secolo fa. Per molto tempo il controllo delle avversità delle colture fu assicurato dall'uso di prodotti di origine minerale (zolfo, rame e suoi sali), o vegetale (quassine, solfato di nicotina).

Dagli anni '50, grazie alla disponibilità dei nuovi insetticidi e fungicidi di sintesi, si ritenne di avere trovato la soluzione definitiva ai problemi relativi alla difesa delle colture.

Questa fase fu caratterizzata dall'uso crescente di prodotti chimici, con la conseguente radicale trasformazione dei sistemi di coltivazione, accompagnata da considerevoli aumenti della produttività.

L'impiego dei prodotti di sintesi a largo spettro d'azione, efficaci su un vasto numero di avversità, mirava ad ottenere la totale distruzione degli organismi nocivi. Più recentemente, l'ottimismo generato dai risultati dell'uso massiccio e indiscriminato di tali prodotti è stato ridimensionato a causa degli effetti indesiderati che si sono manifestati nell'ecosistema agrario.

L'eliminazione di organismi utili, con la comparsa di patologie finora contenute, e l'insorgenza di fenomeni di resistenza degli organismi dannosi ai principi attivi, in alcuni casi hanno indotto gli agricoltori ad aumentare il numero dei trattamenti o anche le dosi dei prodotti utilizzati, con il conseguente aumento, sia dei costi della difesa fitosanitaria, sia delle problematiche di natura ambientale e sanitaria.

Oggi, oltre ai sistemi di difesa convenzionali, si vanno affermando metodologie più rispettose dei delicati equilibri dell'ecosistema agrario, allo scopo di ridurre gli inconvenienti e rendere economicamente sostenibile l'applicazione della difesa delle piante.

Di seguito sono riportate le metodologie di difesa che nel corso degli anni si sono affermate in relazione all'aumentare delle conoscenze di natura chimica e biologica

### **Metodologie di difesa:**

- *Lotta a calendario*
- *Lotta guidata*
- *Lotta biologica*
- *Lotta integrata*

### **2.1 Lotta a calendario**

Questo sistema di difesa, diffuso negli anni '60, si basa sull'esecuzione di trattamenti preventivi ripetuti a intervalli di tempo determinati, esclusivamente in funzione delle fasi fenologiche delle colture (risveglio vegetativo, fioritura, presenza di frutti) e senza tenere conto dell'effettiva presenza di parassiti o del rischio reale di sviluppo delle malattie.

Questa metodologia presenta numerosi svantaggi:

- fenomeni di resistenza degli organismi dannosi ai principi attivi;
- eliminazione di insetti utili al contenimento naturale delle popolazioni di insetti dannosi;
- effetti negativi sugli insetti impollinatori;
- eccessiva esposizione dell'operatore agricolo alle sostanze tossiche con grave danno per la sua salute;
- rischi di carattere igienico-sanitario per la salute pubblica e inquinamento ambientale;
- aumento dei costi aziendali per la difesa fitosanitaria

## 2.2 Lotta guidata

Al fine di razionalizzare l'uso delle sostanze chimiche nella difesa delle colture, è stato introdotto il concetto di soglia di intervento o soglia economica, secondo il quale il trattamento va eseguito solo quando le avversità raggiungono una pericolosità tale che le eventuali perdite da esse determinate equivalgono il costo da sostenere per un eventuale trattamento di controllo. Per i parassiti animali (insetti, acari) la soglia d'intervento viene accertata con periodici campionamenti in campo che permettono di definire l'epoca della comparsa e la reale densità di popolazione. A tale fine si ricorre a controlli visivi sugli organi vegetali o a sistemi di monitoraggio con l'ausilio di trappole (a feromoni, colorate, alimentari). Per le malattie crittogamiche il rischio di comparsa di infezioni viene valutato preventivamente sulla base delle condizioni climatiche e colturali favorevoli al loro sviluppo, utilizzando modelli epidemiologici, campi spia, capta spore, capannine agrometeorologiche, ecc. Per salvaguardare l'attività degli organismi utili (insetti impollinatori, insetti antagonisti delle specie dannose) e quindi mantenere l'equilibrio naturale dell'ecosistema agrario, è necessario scegliere prodotti fitosanitari selettivi, che, grazie al loro meccanismo di azione, mirano ad eliminare soltanto gli organismi dannosi. L'adozione delle tecniche di lotta guidata consente:

- risparmio economico;
- maggiore salvaguardia dell'ambiente;
- migliore qualità dei prodotti;
- minore esposizione dell'agricoltore alle sostanze tossiche.

## 2.3 Lotta biologica

La lotta biologica consiste nell'uso di antagonisti naturali per contenere le popolazioni degli organismi dannosi. I primi importanti successi di lotta biologica si ebbero nel secolo scorso, contro insetti esotici importati da altri ambienti. Prelevando e trasferendo sulle colture infestate gli entomofagi (insetti predatori e parassiti di insetti nocivi) più attivi nell'area d'origine, si possono ottenere risultati interessanti di lotta biologica soprattutto in ambiente protetto. Entomofagi come *Chrysoperla carnea*, *Diglyphus isaea*, *Phytoseiulus persimilis*, *Encarsia formosa*, allevati e moltiplicati in laboratorio (biofabbriche) vengono immessi nelle colture con lanci periodici. Gli insetti dannosi possono anche essere controllati impiegando

microrganismi patogeni (funghi, virus, batteri, protozoi). Da qualche tempo vengono impiegati con successo formulati a base di *Bacillus thuringiensis*, batterio in grado di provocare la morte degli insetti che ne ingeriscono le tossine. Più recentemente, a livello sperimentale, sono stati impiegati funghi entomoparassiti (*Beauveria bassiana*, *Verticillium lecanii*, *Metarhizium anisopliae*, ecc.) e nematodi (*Steinernemaspp.*, *Heterorhabditisspp.*)

## 2.4 Lotta integrata

Può essere considerata come un'evoluzione della lotta guidata poiché ne condivide le finalità prendendo in considerazione alcuni fattori aggiuntivi. Consiste, infatti, nell'uso razionale di tutti i mezzi di difesa disponibili (biologici, biotecnologici, agronomici e chimici), per mantenere i parassiti delle piante al di sotto della soglia di intervento. Si ricorre ai prodotti chimici, preferibilmente selettivi, solo nel caso in cui non si sia riusciti a contenere il parassita. Questa metodologia si fonda nel creare e mantenere le condizioni ottimali di sviluppo delle piante, riducendo in questo modo la loro suscettibilità alle avversità e, di conseguenza la necessità di ricorrere all'uso degli antiparassitari.

L'applicazione della lotta integrata presuppone quanto segue:

- monitoraggio dei parassiti delle piante e conoscenza dei loro cicli vitali al fine di effettuare i trattamenti nei momenti di loro maggiore vulnerabilità;
- monitoraggio degli organismi utili presenti sulla coltura;
- verifica della soglia d'intervento di ogni parassita;
- scelta dei principi attivi in funzione della loro efficacia, della ridotta tossicità e della selettività nei confronti degli organismi dannosi;
- conoscenza degli aspetti ambientali e colturali influenti sullo sviluppo dei parassiti.

Le tecniche di difesa alle quali si ricorre sono le seguenti:

- agronomiche, che comprendono la scelta colturale, le potature, le lavorazioni del terreno, le irrigazioni, le consociazioni, le rotazioni, le concimazioni;
- fisiche, consistenti nell'utilizzo del calore (secco e umido, fuoco) per la sterilizzazione o pastorizzazione di terricci e terreni di coltivazione (solarizzazione), la distruzione dei focolai di infezione, nonché l'uso di pannelli colorati (trappole cromotropiche);
- meccaniche, quali l'uccisione diretta dei parassiti con uncini, le spazzolature, lo scortecciamento, l'utilizzo di barriere meccaniche;

biologiche, che prevedono l'uso di organismi viventi o di prodotti di derivazione biologica;

- biotecnologiche, basate sull'uso di portinnesti e varietà che presentano maggiore resistenza alle diverse fitopatie, uso di trappole a feromoni (utilizzate per il monitoraggio degli insetti dannosi o per la loro cattura di massa) o di questi ultimi da soli applicati in piani di difesa quali la confusione o distrazione sessuale;

- chimiche, da effettuare solo quando è strettamente necessario e utilizzando prodotti selettivi a più basso impatto sugli agroecosistemi.

Si definisce *produzione integrata* il metodo di gestione dell'agricoltura che, senza rinunciare alla produttività, mira all'ottenimento di produzioni di qualità nel rispetto dell'ambiente e della salute umana. Per raggiungere questo obiettivo bisogna tenere in considerazione ed integrare tutte le variabili che influenzano la produzione (lavorazioni, rotazioni colturali, concimazioni, controllo delle infestanti, potatura, irrigazione) le scelte di impianto (varietà, epoca di semina, sesto di impianto) e la difesa fitosanitaria.

## I prodotti fitosanitari

### 3.1 Cosa sono i prodotti fitosanitari

Il decreto del Presidente della Repubblica n. 290/01, a conferma di quanto stabilito dal decreto legislativo n° 194/95, precisa che il termine "prodotti fitosanitari" sostituisce i termini "presidi sanitari", "fitofarmaci", "antiparassitari", utilizzati nella normativa precedente, o altri di uso comune anche se impropri, come, ad esempio "pesticidi". Nei prodotti fitosanitari sono compresi sia gli ex "presidi sanitari" destinati alle colture agrarie che i "presidi medico-chirurgici", i cosiddetti P.P.O (prodotti fitosanitari per piante ornamentali), destinati al trattamento di piante ornamentali, fiori da balcone, da appartamento e da giardino domestico. In base all'art. 28 del D.P.R.290/01 questi ultimi rimangono di libera vendita.

Per "*prodotti fitosanitari*" si devono intendere le sostanze attive ed i preparati (contenenti una o più sostanze attive), nella forma in cui vengono forniti all'utilizzatore, destinati a:

1. proteggere i vegetali o i prodotti vegetali da tutti gli organismi nocivi o a prevenirne gli effetti(*antiparassitari*);
2. favorire o regolare i processi vitali dei vegetali, con esclusione dei fertilizzanti(*fitoregolatori*);
3. conservare i prodotti vegetali, (es. anti germoglianti della patata e della carota) con l'esclusione dei conservanti disciplinati da particolari disposizioni;
4. eliminare le piante indesiderate(*diserbanti*)

Un prodotto fitosanitario è composto normalmente da tre elementi:

*Principio attivo, Coadiuvante e Coformulante*

*Il principio attivo* o sostanza attiva è la frazione più importante di un prodotto fitosanitario, che agisce nei confronti del parassita che si vuole controllare. *I coadiuvanti* sono sostanze che influiscono positivamente sull'efficacia delle sostanze attive e ne migliorano la distribuzione. Si tratta di solventi, sospensivanti, emulsionanti, bagnanti, adesivanti, antideriva, antievaporanti e antischiuma. *Icoformulanti*, infine, servono a ridurre la concentrazione della sostanza attiva (sostanze inerti e diluenti).

## 3.2 Classificazione dei prodotti fitosanitari in base all'attività

I prodotti fitosanitari si suddividono, in base all'attività svolta, in:

antiparassitari, diserbanti, fitoregolatori, fisiofarmaci, repellenti, biotecnologici.

### Antiparassitari

Secondo la loro specializzazione si suddividono in:

Insetticidi: prodotti impiegati per la lotta contro gli insetti dannosi (mosche, tignole, afidi, cocciniglie, ecc.).

Acaricidi: prodotti impiegati per la lotta contro gli acari (ragnetto rosso, giallo, ecc.).

Fungicidi o anticrittogamici: prodotti idonei per combattere le malattie delle piante causate da funghi o crittogame (peronospora, oidio, botrite, ecc.).

Nematocidi: prodotti impiegati per combattere i nematodi o anguillule ("patatedda" delle ortive).

Limacidi o molluschicidi: prodotti idonei per la lotta contro le limacce (senza guscio) e le chiocchie (con guscio).

Rodenticidi: prodotti impiegati per la lotta contro i roditori (topi, ratti).

### Diserbanti o Erbicidi

Comprendono i preparati idonei al contenimento delle erbe infestanti.

### Fitoregolatori

Sono prodotti di sintesi, non nutritivi, che promuovono, inibiscono o comunque modificano determinati processi naturali delle piante. Si suddividono in:

alleganti, che favoriscono l'allegagione dei frutti;

nanizzanti, che limitano la crescita della pianta;

anticascola, che impediscono la caduta dei frutti;

diradanti, che favoriscono il diradamento dei frutti.

### Fisiofarmaci

Sono prodotti in grado di prevenire o curare le fisiopatie (carezza o eccessiva disponibilità di elementi nutritivi, ristagni idrici ecc.).

### Repellenti

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

### Biotecnologici



Sono prodotti derivanti dall'utilizzazione integrata di biochimica, microbiologia e ingegneria (bioinsetticidi, bioacaricidi, biofungicidi, feromoni, regolatori di sviluppo)

### **3.3 Formulazioni dei prodotti fitosanitari**

I prodotti per la difesa delle piante sono commercializzati in diversi tipi di formulazioni: per trattamenti a secco, per trattamenti liquidi, per trattamenti gassosi, per esche.

#### **3.3.1 Formulazioni per trattamenti a secco**

I trattamenti a secco vengono effettuati con prodotti fitosanitari che non hanno bisogno di acqua per essere trasportati sulla vegetazione da proteggere. I formulati utilizzabili si distinguono in:

*granulari*- si presentano sotto forma di granuli e vengono utilizzati per la disinfestazione del terreno.

*polveri secche*- se impiegate su colture, necessitano di attrezzature specifiche per la loro distribuzione (es. impolveratrici per la distribuzione dello zolfo) o di recipienti rotanti se sono utilizzate per conciare le sementi.

#### **3.3.2 Formulazioni per trattamenti liquidi**

I trattamenti liquidi vengono effettuati con prodotti fitosanitari diluiti in acqua al momento dell'applicazione in campo. Le principali formulazioni per questo tipo di trattamenti si distinguono in:

*polveri bagnabili (PB; WP)*: la sostanza attiva è finemente macinata in presenza di bagnanti, disperdenti, inerti, ecc., in modo da ottenere un prodotto che mescolato in acqua forma una sospensione;

*polveri solubili (PS; WS)*: formulazione polverulenta come la precedente che, mescolata in acqua, forma una soluzione diluita stabile.

Le formulazioni in polvere presentano inconvenienti per l'operatore legati alla difficoltà di calcolare esattamente il dosaggio ed al rischio di una loro inalazione durante le operazioni di preparazione della miscela. Tali svantaggi possono essere ridotti con l'uso di sacchetti idrosolubili.

Queste confezioni sono caratterizzate da contenitori che si sciolgono a contatto con l'acqua e che tutelano maggiormente l'operatore nel corso della preparazione della sospensione poiché non producono polvere durante tale operazione; inoltre eliminano il problema rappresentato dall'utilizzo parziale di confezioni, nonché quello dei rifiuti costituiti dai contenitori vuoti dei prodotti fitosanitari utilizzati;

*emulsioni in acqua (EW)*: la sostanza attiva viene emulsionata in acqua in presenza di tensioattivi, disperdenti o altri stabilizzanti in modo da formare una emulsione stabile per almeno due anni;

*granuli disperdibili*: queste formulazioni micro granulari sono facilmente dosabili, non generano polvere, non impregnano gli indumenti, si disperdono facilmente e rapidamente nell'acqua e non formano residui sul fondo del serbatoio;

*sospensioni di microcapsule (CS)*: la sostanza attiva viene emulsionata finemente in acqua e ricoperta di un sottile film polimerico (microcapsule). Questa formulazione possiede ottima stabilità, libera la sostanza attiva gradualmente e consente di ottenere una notevole diminuzione della tossicità acuta.

### **3.3.3 Formulazioni per esche**

Sono caratterizzate dal fatto che la sostanza attiva è mescolata ad una sostanza appetita dalla specie da combattere. Le esche possono essere commercializzate pronte all'uso oppure possono essere preparate alla bisogna utilizzando materiale alimentare (crusca, risina, melasso, zucchero) aggiunto di insetticida. Rappresentano un efficace mezzo di lotta contro insetti terricoli masticatori, lumache, roditori, ecc.

### **3.3.4 Formulazioni per iniezioni ai tronchi (endoterapia)**

Per la difesa fitosanitaria, possono anche essere impiegati antiparassitari (fungicidi e insetticidi) e coadiuvanti appositamente formulati per essere iniettati lungo i vasi in cui scorre la linfa e quindi diffondersi agevolmente in tutte le parti della pianta. Ovviamente, i trattamenti endoterapici non possono essere effettuati con gli stessi preparati utilizzati per i trattamenti alla chioma, perché occorrono prodotti appositamente formulati e registrati per questo specifico campo di impiego. 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 effettuare i trattamenti ad anni alterni;

una riduzione delle dosi di applicazione;

- una minore dispersione nell'ambiente, quindi un

minore impatto sugli ecosistemi.

E' tuttavia un metodo poco pratico.

### **3.3.5 Formulazioni per trattamenti gassosi**

I trattamenti gassosi, detti anche fumigazioni, agiscono sui parassiti delle piante sotto forma di gas o di vapore e sono utilizzati prevalentemente per disinfettare o disinfestare i terreni e le derrate alimentari nei magazzini. Le formulazioni impiegate per questi trattamenti possono essere solide, liquide o gassose. I prodotti utilizzati per le fumigazioni sono i classici formulati a largo spettro d'azione che agiscono nei confronti di insetti, nematodi, funghi, batteri e semi di piante infestanti.

### **3.3.6 Formulazioni per trattamenti con mezzo aereo**

Questi trattamenti possono essere effettuati solo con prodotti appositamente autorizzati che oltre al principio attivo, contengono sostanze dette "antideriva" allo scopo di impedire che la soluzione distribuita si disperda in ambienti diversi da quelli interessati al trattamento.

## **3.4 Come agiscono i prodotti fitosanitari**

I prodotti fitosanitari, in relazione ai rapporti che si stabiliscono con la pianta e il prodotto fitosanitario, si classificano in:

- di copertura: il prodotto si deposita sulla superficie del vegetale e non è in grado di penetrare al suo interno, pertanto non è in grado di proteggere la vegetazione sviluppata dopo l'esecuzione del trattamento;
- citotropici: penetrano superficialmente nei tessuti vegetali con i quali vengono in contatto;
- translaminari: penetrano più profondamente nei tessuti e nelle foglie riuscendo a raggiungere la lamina fogliare opposta a quella di penetrazione;
- sistemici: assorbiti dalla pianta si muovono in essa attraverso il sistema linfatico ascendente e/o discendente.

### 3.4.1 Modalità di azione

#### Fungicidi e battericidi

Questi prodotti possono avere diverse modalità d'azione:

- azione preventiva*: essi prevengono l'attacco parassitario (fungino e/o batterico) impedendo la germinazione di spore e conidi; in generale questo tipo di attività è caratteristica soprattutto dei prodotti di copertura;
- azione curativa*: consente di combattere la malattia durante il periodo di incubazione della stessa (essenzialmente nei primi giorni), arrestandone il processo di sviluppo ed evitando la comparsa dei sintomi. Possiedono prevalentemente questa caratteristica i prodotti citotropici e i prodotti sistemici;
- azione eradicante*: blocca la malattia fungina in uno stadio anche avanzato. In questo caso il prodotto deve possedere una certa capacità di penetrazione nella pianta.

#### Insetticidi, acaricidi, molluschi, rodenticidi

Questi prodotti possono agire in diversi modi:

- azione per contatto*: si esplica sia per contatto diretto sui fitofagi (parassiti animali delle piante) al momento del trattamento, sia per contatto fra la superficie vegetale trattata e il corpo dei medesimi. I prodotti che agiscono in questo modo sono relativamente selettivi nei confronti degli organismi utili
- azione per ingestione*: causa la morte dei fitofagi per ingestione di parti di vegetali contenenti una sufficiente quantità di prodotto distribuito con il trattamento. Nella maggior parte dei casi sono selettivi nei confronti degli organismi utili;
- azione per asfissia*: provoca la morte dei fitofagi che assumono attraverso le vie respiratorie una quantità sufficiente di prodotto fitosanitario allo stato gas-soso. Non sono selettivi nei confronti degli organismi utili.

#### Diserbanti

In base alla loro azione, possono essere così suddivisi:

- di contatto*, quando agiscono prevalentemente disseccando le parti verdi delle piante infestanti irrorate;
- di traslocazione*, quando svolgono la loro azione all'interno della pianta entrando nel circolo linfatico. L'assorbimento può avvenire attraverso le foglie o le radici.

• *residuale o antigerminello*, quando applicati al terreno (solitamente in presemina o pretrapianto) si distribuiscono nello strato superficiale dove persistono per un tempo più o meno lungo. L'azione diserbante viene svolta per assorbimento della sostanza chimica da parte dei semi in germinazione e dalle radici delle giovani plantule. Per il loro più o meno lungo effetto "residuale" possono causare danni alle colture successive

### **3.4.2 Meccanismi d'azione**

#### **Fungicidi**

Le sostanze attive utilizzate contro i funghi svolgono la loro azione interferendo sui processi vitali per lo sviluppo del parassita. In particolare, a secondo del processo vitale interessato, i fungicidi possono essere così classificati:

- 1) Sostanze che interferiscono sulla respirazione;
- 2) Sostanze che interferiscono sull'attività enzimatica;
- 3) Sostanze che interferiscono a livello della struttura delle cellule;
- 4) Sostanze che interferiscono a livello della sintesi delle proteine

#### **Insetticidi e Acaricidi**

Le sostanze classificate in questo gruppo di prodotti possono essere suddivise in diversi gruppi a seconda della particolare attività nei confronti dei parassiti:

- 1) Azione caustica e asfittica:
  - Occlusione delle aperture tracheali;
  - Azione sulla consistenza della chitina dello scheletro
- 2) Azione neurotossica (sul sistema nervoso)
- 3) Azione ormonale
  - Induzione di infertilità nelle femmine
  - Sterilità dei maschi
  - Attrazione sessuale
  - Interferenze sulla metamorfosi e sullo sviluppo
  - Inibizione della sintesi della chitina
- 5) Azione fago deterrente (inibitrice della nutrizione)
- 6) Azione repellente
- 7) Induzione di malattie