

APPENDICE
alla Guida per il corretto
impiego
dei prodotti fitosanitari



Prima parte

**LE AVVERSITÀ DELLE
PIANTE**

Progetto

informa.fito.

**Aggiornamento di strumenti di supporto per la diffusione delle informazioni
sull'uso sostenibile dei prodotti fitosanitari**

(LR 28/98 Det. n° 16819 del 31/12/2008 – II tranche)

Referenti

Rosanna Guardigni – DINAMICA (responsabile tecnico scientifico)

Floriano Mazzini – Regione Emilia-Romagna Servizio Fitosanitario (comitato tecnico)

Donatella Manzali - Regione Emilia-Romagna Servizio Fitosanitario (comitato tecnico)

Luciana Finessi – Regione Emilia-Romagna Servizio Sviluppo del Sistema Agroalimentare

Testo e immagini

Alessandra Barani – Consorzio Fitosanitario Provinciale Reggio Emilia

Andrea Franchi - Consorzio Fitosanitario Provinciale Reggio Emilia

Impostazione grafica e layout dei testi

Rosanna Guardigni – DINAMICA

Silvia Bernardini - DINAMICA

Edizione

Febbraio 2011

Indice

Premessa	Pag.	4
Introduzione	"	4
1. Malattie infettive e principali agenti	"	5
1.1. I funghi (Eumiceti)	"	7
1.2. I batteri	"	9
1.3. I virus	"	10
1.4. I fitoplasmi	"	11
2. Agenti di danno	"	11
2.1. Gli insetti	"	11
2.1.1. Morfologia	"	12
2.1.2. Anatomia	"	14
2.1.3. Riproduzione	"	16
2.1.4. Sviluppo, accrescimento e metamorfosi	"	17
2.1.5. I danni causati alle piante	"	18
2.2. Gli acari	"	20
2.3. I Nematodi	"	21
2.4. I Molluschi	"	22
2.5. I roditori	"	22
2.6. Gli uccelli	"	22
3. Malerbe	"	24
Bibliografia	"	24

Premessa

La presente appendice è stata realizzata nell'ambito del progetto Informa.Fito. "Aggiornamento di strumenti di supporto per la diffusione delle informazioni sull'uso sostenibile dei prodotti fitosanitari" approvato a DINAMICA dalla Regione Emilia-Romagna D.G. Agricoltura (LR 28/98 Det. n° 16819 del 31/12/2008).

I contenuti qui esposti costituiscono un'integrazione ai contenuti della Guida IL CORRETTO IMPIEGO DEI PRODOTTI FITOSANITARI, realizzata, quale materiale didattico, nell'ambito del progetto: "Modellizzazione dei percorsi formativi per l'uso dei presidi fitosanitari" Rif. PA 2006-518/Rer.

L'appendice è suddivisa in tre parti:

1. nella **prima parte** vengono trattate le avversità delle piante;
2. nella **seconda parte** vengono presi in considerazione i principali prodotti per la difesa;
3. nella **terza parte** vengono esaminate le attrezzature per la distribuzione dei prodotti.

I contenuti dell'appendice **non sono oggetto dei corsi** per il rilascio e il rinnovo dell'autorizzazione all'acquisto e all'uso dei prodotti fitosanitari, ma costituiscono **un utile approfondimento** per:

- ✓ conoscere le malattie infettive e gli agenti di danno contro i quali si va ad agire per difendere le colture;
- ✓ conoscere più nel dettaglio le caratteristiche (famiglie chimiche, meccanismo d'azione) dei principali prodotti fitosanitari utilizzati;
- ✓ conoscere le attrezzature per gli interventi fitosanitari, la cui efficienza è fondamentale per la buona riuscita di un trattamento antiparassitario.

Introduzione

In questa prima parte dell'appendice vengono prese in considerazione le principali avversità delle piante suddivise nelle categorie:

- ✓ malattie infettive
- ✓ agenti di danno
- ✓ malerbe

La conoscenza degli organismi nocivi e delle loro caratteristiche morfologiche/biologiche costituisce uno strumento basilare per la corretta gestione della difesa delle piante.

Questa appendice nasce con lo scopo di fornire agli agricoltori degli elementi conoscitivi generali sulle principali caratteristiche delle avversità delle colture. In tal modo ci si propone di supportare gli operatori nella comprensione dei problemi fitopatologici e di stimolare la curiosità degli stessi, incoraggiandoli ad approfondire tali nozioni di base.

1. Malattie infettive

Le principali malattie infettive delle piante sono causate da funghi, batteri, virus e fitoplasmii; si tratta di agenti patogeni che instaurano delle interazioni con la pianta (detta ospite) a scapito di quest'ultima. Lo sviluppo e la diffusione di un'infezione passano attraverso quattro fasi principali: contaminazione, inoculazione, incubazione, comparsa dei sintomi ed evasione - vediamoli nel dettaglio.

Contaminazione

Prima che si verifichi un'infezione il patogeno deve giungere a contatto con la pianta ospite. Questo processo può avvenire per via **diretta** o **indiretta**.

Contaminazione diretta: l'agente di malattia si trova già all'interno dell'organo di propagazione della pianta o sulla sua superficie (es. nel seme o nel tubero, *Foto 1*) e l'infezione si scatena contemporaneamente allo sviluppo della pianta. Un esempio classico di questo tipo di contaminazione è fornito da alcune batteriosi di piante orticole o ornamentali che rimangono nel seme trasmettendo così la malattia alle piantine che nasceranno. Anche il materiale di propagazione vegetativa infetto (es. talee, innesti, ecc.) può trasmettere alle nuove piante diverse malattie causate soprattutto da funghi, virus e fitoplasmii.

Contaminazione indiretta: il patogeno raggiunge la pianta attraverso fattori esterni come l'acqua, il vento, gli insetti ed alcune pratiche agronomiche, come ad esempio la potatura (*Foto 2*).

Alcuni patogeni sono poi in grado di contaminare la pianta attraverso entrambe le vie.

Inoculazione

Una volta giunto a contatto con la pianta ospite, il patogeno comincia ad interagire con essa secondo un processo di tipo **ectofita** o **endofita**.

L'agente infettivo ectofita (es. alcuni funghi o batteri) si trova sulla superficie esterna degli organi vegetali della pianta; alcuni funghi, ad es. gli Oidi (*Foto 3*, *Foto 4*), inviano all'interno della cellule dell'ospite delle particolari strutture dette austori capaci di assorbire sostanze nutritive. Sostanzialmente il patogeno instaura dei rapporti nutrizionali a scapito dell'ospite restando all'esterno.

L'agente infettivo endofita (es. alcuni funghi, batteri, virus e fitoplasmii, "*Foto 5*") si localizza invece all'interno dei tessuti della pianta ospite; la penetrazione può avvenire in **modo attivo** (alcuni tipi di funghi) o **passivo** (virus, fitoplasmii, batteri e alcuni tipi di funghi).

1. Con la penetrazione attiva il patogeno forza la cuticola grazie a particolari strutture che la perforano meccanicamente o tramite la produzione



Foto 1 - Esempio di contaminazione diretta per mezzo di materiale di propagazione (es. tuberi seme).



Foto 2 - Le operazioni di potatura possono essere fonte di contaminazione indiretta.



Foto 3 - Agenti infettivi ectofiti: es. oidio della vite

di sostanze enzimatiche che ne provocano la degradazione.

- Con la penetrazione passiva il patogeno entra invece nei tessuti dell'ospite attraverso aperture naturali come ad esempio gli stomi (es. Peronospora della vite) o le lenticelle (alcuni agenti di cancri del legno). L'agente infettivo può anche sfruttare aperture accidentali dovute a ferite di origine meccanica o parassitaria (lesioni causate da precedenti attacchi di parassiti, punture o erosioni da insetti, pratiche colturali, grandine, gelo, ecc.). Esistono diversi patogeni che sono in grado di penetrare nell'ospite sia attivamente che passivamente (es. Botrite, Foto 6).



Foto 4 - Agenti infettivi ectofiti: es. oidio della zucca.



Foto 5- Agente infettivo endofita: es. fitoplasmi che causano i giallumi della vite



Foto 6 - *Botrytis cinerea*: patogeno in grado di penetrare nell'ospite sia passivamente che attivamente.

Incubazione

Il periodo che intercorre tra il processo d'inoculazione e la comparsa dei sintomi della malattia prende il nome di incubazione. Durante questa fase il patogeno ectofita continua ad interagire con l'ospite restando sulla sua superficie; l'endofita si può invece sviluppare tra una cellula e l'altra e/o all'interno delle cellule dell'ospite.

Comparsa dei sintomi ed evasione

Le alterazioni dei tessuti e/o le anomalie fisiologiche della pianta, che si verificano con l'instaurarsi di un processo infettivo, danno luogo ai sintomi della malattia. In alcuni casi il sintomo si può evidenziare in una porzione di pianta diversa da quella direttamente interessata dall'infezione. Ad esempio, certe malattie dell'apparato radicale o del sistema vascolare (come il mal dell'esca della vite, Foto 7) determinano la comparsa di ingiallimenti, avvizzimenti o disseccamenti a carico della chioma, dovuti alla minor funzionalità delle foglie.



Foto 7 - I funghi agenti del mal dell'esca della vite colpiscono il sistema vascolare. I sintomi si evidenziano a carico della chioma.

A volte sulla superficie dei tessuti della pianta ospite compaiono gli organi di diffusione e di conservazione del patogeno; in questo caso, si ha l'evasione della malattia (Foto 8). Questa fase è molto frequente sia nei funghi, che producono le spore per dare origine ad altre infezioni, sia nei batteri.

Questi ultimi, in presenza di forte umidità, fuoriescono dalle ferite, da essi causate nei tessuti della pianta, sottoforma di sostanza mucillaginosa (essudato).

In altri casi gli organi di diffusione e di conservazione rimangono all'interno dell'ospite oppure si differenziano all'interno dei tessuti dell'ospite in degenerazione.

Di seguito vengono descritte le caratteristiche salienti dei principali agenti infettivi.



Foto 8 - Fase di evasione della peronospora (sporulazione).

1.1 I funghi (Eumiceti)

I funghi sono organismi pluricellulari (a parte poche eccezioni), il cui corpo (**micelio**) è costituito da ammassi di filamenti intrecciati detti **ife** (Foto 9). Il micelio costituisce la parte vegetativa del fungo.

La conservazione e la diffusione dei funghi avviene attraverso dei propaguli che prendono il nome di **spore**. Le spore si possono originare da riproduzione **sessuata** o **asessuata**.

Nella riproduzione sessuata la spora si origina attraverso diverse modalità:

- unione di due cellule sessuali, dette gameti, da cui si forma uno zigote che si trasforma in una spora duratura;
- unione di due strutture, dette gametangi, contenenti i gameti;
- unione di ife appartenenti a due individui sessualmente opposti.



Foto 9 - Iife conidiofere di botrite

Nella riproduzione asessuata la spora prende il nome di **conidio** o **conidiospora**. Essa si origina per:

- divisione trasversale della cellula terminale di un'ifa specializzata detta ifa conidiofora;
- per frammentazione di ife.

Le ife conidiofere possono essere libere o riunite in particolari strutture, di diversa forma, dette corpi fruttiferi.

Superato un periodo di quiescenza più o meno lungo (in taluni casi anche assente), la spora assorbe acqua e consuma sostanze di riserva. Questo processo determina la rottura della parete cellulare e l'emissione di un piccolo filamento chiamato **premicelio** o **tubo germinativo**. Il premicelio inizia il processo di crescita allungandosi e ramificandosi fino ad originare il micelio. Nel corso del suo ciclo vitale il fungo si riproduce più volte.

In generale la riproduzione asessuata si verifica per tutto il periodo vegetativo ed ha la funzione di diffondere la specie.

La riproduzione sessuata si verifica, nella maggior parte dei casi, quando le condizioni ambientali sono sfavorevoli. In questa situazione il fungo differenzia gli organi di conservazione che rimangono inattivi fino a quando non si ripristinano le condizioni idonee al suo ciclo vitale.

Frequentemente si verifica un'alternanza tra riproduzione sessuata (durante il periodo invernale) e asessuata (durante il periodo primaverile-estivo).

In base alle loro caratteristiche morfologiche e biologiche i funghi vengono così suddivisi:

- **Ficomiceti** (*Mastigomycotina*)

Questo primo gruppo si contraddistingue per la formazione di spore (dette zoospore) estremamente mobili grazie alla presenza di flagelli. Per il loro movimento le zoospore necessitano della presenza di un velo liquido sulla vegetazione.

La riproduzione è sia di tipo sessuato che asessuato.

Dalla fase sessuata, per unione di due gameti o di due gametangi, si origina uno zigote, deputato allo svernamento del fungo, che funziona come una spora duratura.

Dalla riproduzione asessuata, che si verifica nel periodo primaverile-estivo, si forma una struttura, che prende il nome di zoosporangio, contenente le zoospore. Le zoospore, e in alcuni casi lo zoosporangio stesso, germinano e provocano le infezioni.

A questa sottodivisione appartengono ad esempio le Peronospore (Foto 10).



Foto 10 - Le peronospore sono funghi appartenenti al gruppo dei *Mastigomycotina*

- **Ascomiceti** (*Ascomycotina*)

Gli ascomiceti sono una categoria di funghi estremamente vasta ed eterogenea che comprende sia specie utili all'uomo (es. lieviti e tartufi), sia specie dannose alle coltivazioni.

Anche in questo caso la riproduzione è sia sessuata che asessuata.

Nel primo caso lo zigote si trasforma in una struttura chiamata asco che contiene le spore (ascospore). A loro volta, gli aschi sono contenuti in corpi fruttiferi che prendono il nome di: apotecio (a forma di coppa aperta), peritecio (a forma di fiasco), cleistotecio (a forma di sfera) o pseudotecio. In alcuni funghi (es. Bolla del pesco) gli aschi sono liberi e si inseriscono direttamente sul micelio.

La riproduzione asessuata avviene solitamente per conidi che si formano a seguito della divisione di ife specializzate.

Tra gli ascomycotina possiamo trovare l'agente della Bolla del pesco e le forme svernanti dei miceti che provocano le Ticchiolature (svernano come pseudoteci) e gli Oidi (svernano come cleistoteci).

- **Basidiomiceti** (*Basidiomycotina*)

I funghi a cappello sono i più importanti rappresentanti di questa sottodivisione; sono tuttavia numerose anche le forme patogene. I basidiomiceti si riproducono per via sessuata (tramite unione di due miceli a polarità sessuale diversa) e asessuata (tramite basidiospore).

Fanno parte di questa sottodivisione le Ruggini (Foto 11), i Carboni e molti degli agenti responsabili delle Carie del legno.

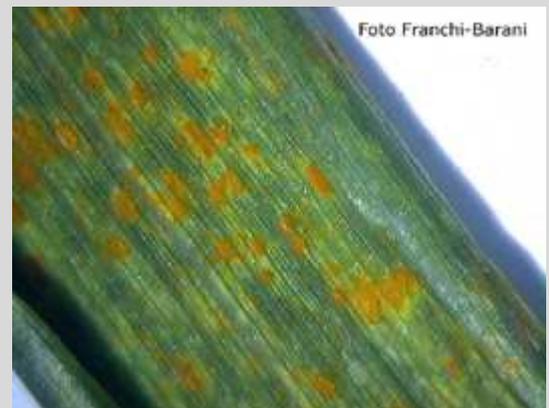


Foto 11 - La ruggine del frumento appartiene al gruppo dei *Basidiomycotina*.

- **Deuteromiceti** (*Deuteromycotina*)

Molti deuteromiceti rientrano nella alternanza della forma sessuata e asessuata di una patologia. I deuteromiceti, infatti, risultano spesso responsabili della diffusione di una malattia (forma asessuata) il cui svernamento è attuato da altri funghi (forma sessuata), creando così l'alternanza tra due forme fungine, entrambe responsabili della manifestazione della malattia. Ciò si verifica ad esempio per la Ticchiolatura (Foto 12), gli Oidi, la Maculatura bruna (Foto 13) e per tante altre malattie.

La ticchiolatura del melo può spiegare questo complesso rapporto tra forme fungine. Infatti, l'agente responsabile della ticchiolatura del melo è il fungo ascomicete *Venturia inaequalis* che

sverna nelle foglie infette, cadute a terra nel periodo autunnale. In primavera, dagli pseudotecii vengono liberate progressivamente le ascospore (grazie ad eventi piovosi). Da esse si originano le prime infezioni che possono protrarsi fino all'inizio dell'estate o comunque finché non si esaurisce la carica di ascospore. A causa di queste infezioni, sulla vegetazione infetta si differenzia una muffa (micelio) che appartiene ad un fungo deuteromicete chiamato *Fusicladium dendriticum*.



Foto 12 - Forma asessuata di ticchiolatura del melo (*Deuteromycotina*).



Foto 13 - La forma asessuata della maculatura bruna è il fungo *Stemphylium vesicarium*

Dai conidi del *F. dendriticum* hanno luogo ulteriori infezioni, che possono verificarsi per tutta la stagione. In sostanza la stessa malattia è provocata da due funghi di cui uno si occupa dello svernamento (forma sessuata) e l'altro della diffusione delle infezioni (forma asessuata).

Ai deuteromiceti appartengono anche funghi di cui non è conosciuta la forma sessuata, come ad esempio la *Septoria* del frumento (Foto 14).

I deuteromiceti si riproducono per conidi che si originano dalle ife conidiofore. Queste ife possono essere libere o riunite nei seguenti corpi fruttiferi: coremio (ife riunite a mazzo), acervulo (ife parallele tra loro inserite su una base ispessita) e picnidio (globo all'interno del quale sono presenti le ife conidiofore).



Foto 14 - Fruttificazioni di *septoria* del frumento: esempio di deuteromicete di cui non è nota la forma sessuata.

1.2 I batteri

I batteri sono organismi unicellulari non visibili ad occhio nudo, di dimensioni comprese tra 0,5 e 3 micron. Possono vivere in colonie o possono essere isolati.

Oltre a diverse specie utili all'uomo, esistono sia batteri pericolosi per l'uomo e per gli animali che per le piante. Le specie conosciute, dannose alle piante, sono circa 200. In base alla loro forma i batteri possono essere suddivisi in: bacilli, cocchi, vibrioni e spirilli. Gli agenti fitopatogeni sono generalmente dei bacilli.

La riproduzione dei batteri è di tipo asessuato ed avviene principalmente per scissione, cioè per divisione della cellula. La cellula batterica può essere avvolta da uno strato gelatinoso (capsula batterica) che ha funzione di protezione, soprattutto dalla disidratazione. I batteri possono essere dotati di uno o più flagelli che conferiscono alla cellula una notevole motilità.

In base agli organi colpiti, le malattie batteriche possono essere così classificate:

- **batteriosi parenchimatiche:** i batteri si diffondono tra una cellula e l'altra attaccando i tessuti parenchimatici. I sintomi della malattia sono rappresentati da marciumi molli o da necrosi localizzate; in presenza di elevata umidità è possibile vedere l'essudato batterico sulle aree necrotizzate. I sintomi tipici di marciume molle sono evidenti nelle batteriosi riconducibili ad esempio ad *Erwinia carotovora* o ad *Erwinia amilovora*, quest'ultima agente del Colpo di fuoco delle pomacee (Foto 15);
- **batteriosi vascolari:** i batteri si diffondono nel sistema vascolare xilematico e l'infezione si diffonde attraverso la linfa grezza. I tessuti della pianta tendono a collassare e le manifestazioni appaiono accentuate quando, a seguito dell'attacco batterico, si accompagna la produzione di sostanze tossiche. Ad es. batteriosi vascolari sono causate da *Pseudomonas solanacearum*, *Clavibacter michiganensis* p.v. *michiganensis* (Foto 16);
- **batteriosi miste:** sono sia parenchimatiche che vascolari;
- **batteriosi iperplastiche:** sono quelle che derivano principalmente da ferite attraverso cui avviene la penetrazione del batterio; in seguito all'instaurarsi dell'infezione, la pianta reagisce con una anomala produzione di tessuti e la conseguente formazione di tumori le cui dimensioni possono essere estremamente variabili. A questo gruppo appartiene *Agrobacterium tumefaciens*.



Foto 15 - *Erwinia amilovora* agente del colpo di fuoco delle pomacee: batteriosi di tipo parenchimatico.



Foto 16 - *Clavibacter michiganensis* p.v. *michiganensis*: batteriosi vascolare del pomodoro.

1.3 I virus

I virus sono costituiti da un acido nucleico (DNA o RNA) avvolto in una capsula proteica detta capside. Dal punto di vista riproduttivo questi agenti di malattia necessitano di una cellula vivente in cui moltiplicarsi.

I virus si comportano sempre come parassiti obbligati imponendo alla cellula vegetale di replicare altre entità virali. In base alle caratteristiche morfologiche possono essere così suddivisi: sferici, bastoncellari (rigidi o flessuosi) o ellissoidali.

Essi vengono trasmessi alle piante attraverso dei vettori generalmente rappresentati da insetti con apparato boccale pungente-succhiante, come ad esempio afidi e tripidi. Questi pungono i tessuti delle piante per nutrirsi e, se la pianta è infetta, assumono il virus.

Spostandosi successivamente su una pianta sana possono trasmettere l'agente infettivo tramite nuove punture.

I virus che colpiscono i vegetali sono estremamente numerosi. Le infezioni provocano nella pianta ospite, alterazioni del metabolismo e di suoi processi fisiologici.

I sintomi tipici delle virosi possono essere generalizzati su tutta la pianta o localizzati in alcuni organi.

Quando si manifestano in maniera generalizzata sull'intera pianta danno origine a fenomeni di **nanismo** o **gigantismo**.

Quando le virosi colpiscono i vegetali in maniera localizzata è possibile distinguere:

- **sintomi a carico delle foglie:** ad es. arricciamento, accartocciamento, bollosità, prezzemolatura, mosaicatura, alterazioni del colore, bronzatura, variegature, necrosi;
- **sintomi a carico dei rami:** ad es. scopazzi, necrosi, appiattimento dei rami;
- **sintomi a carico di frutti e fiori:** ad es. consistenza vitrea dei frutti, bronzatura, gibbosità.

1.4 I fitoplasmi

I fitoplasmi sono microrganismi unicellulari procarioti simili ai batteri, ma più piccoli e privi di parete cellulare. Sono patogeni obbligati e come i virus sono trasmessi da insetti vettori con apparato boccale pungente-succhiante (es. cicaline e altri Rincoti) che si alimentano del sistema vascolare floematico (floemomizi) all'interno del quale vivono i fitoplasmi; la loro riproduzione non è del tutto conosciuta. Tra le malattie da fitoplasmi più importanti ricordiamo i Giallumi della vite (la Flavescenza dorata, trasmessa da *Scafoideus titanus* (Foto 17), e il Legno nero trasmesso da *Hyalesthes obsoletus*), la Moria del pero, Stolbur del pomodoro, ecc.. I sintomi sono estremamente vari ma le caratteristiche più salienti sono l'alterazione del metabolismo della pianta, alterazioni morfologiche e di sviluppo vegetativo, ecc..



Foto 17 - *Scafoideus titanus* insetto vettore del fitoplasma della flavescenza dorata della vite.

2. Agenti di danno

Sono dei parassiti animali che arrecano danni alle coltivazioni per svolgere, nella maggior parte dei casi, la loro attività nutritiva o riproduttiva. Le piante subiscono un attacco senza nessuna possibilità di reazione. Gli agenti di danno più importanti sono:

- insetti
- acari
- nematodi
- molluschi
- vertebrati (roditori e uccelli)

2.1 Gli insetti

Sono tra i più importanti parassiti animali delle coltivazioni anche se sono note numerose specie utili alle piante e di conseguenza all'uomo. Tra queste ultime specie rivestono una grande importanza gli insetti impollinatori (pronubi Foto 18), nonché gli insetti predatori (Foto 19) e parassitoidi che limitano lo sviluppo degli insetti dannosi. I predatori e i parassitoidi vengono largamente sfruttati nella lotta biologica.



Foto 18 - Gli insetti impollinatori (pronubi) sono estremamente importanti per le coltivazioni e per le piante.



Foto 19 - Predazione operata da una larva di coccinella che si nutre di afidi.

Gli insetti sono una classe del regno animale che conta più di 750 mila specie conosciute. Sono suddivisi in 30 ordini raggruppati a loro volta in due categorie principali a seconda che possiedano o meno le ali.

Il corpo degli insetti è racchiuso in una capsula rigida (**tegumento**) che costituisce un sostegno per gli organi interni, permette il movimento e garantisce il controllo dell'evapotraspirazione. Il tegumento rappresenta inoltre una protezione nei confronti dei microrganismi patogeni. A livello delle aperture boccale, anale, degli orifizi genitali e delle trachee, questa capsula presenta delle inflessioni atte alla comunicazione con l'ambiente esterno.

Il **tegumento** è costituito da tre strati:

1. **cuticola (o esoscheletro)**: è il rivestimento più esterno che ha funzione di protezione, impermeabilizzazione, sostegno e mobilità (grazie alla sua plasticità); un suo componente fondamentale è la chitina;
2. **epidermide**: è lo strato intermedio del tegumento che ha la funzione di produrre la cuticola e di regolare le varie fasi dell'accrescimento. È molto importante ai fini della muta;
3. **membrana basale**: è uno strato estremamente sottile che isola la cavità interna del corpo dall'epidermide.

2.1.1 Morfologia

Per quanto riguarda la **morfologia**, il corpo degli insetti è suddiviso in tre regioni:

- 1) il **capo**, in cui si ritrovano gli organi visivi, sensoriali (soprattutto collocati a livello delle antenne) e l'apparato boccale. Quest'ultimo riveste una fondamentale importanza ed è estremamente diversificato tra le diverse famiglie di insetti.

L'apparato boccale può essere di tipo:

- **masticatore**: permettere di prendere cibo e di tritularlo (tipico delle cavallette, degli adulti di alcuni coleotteri come ad esempio la Dorifora della patata (*Foto 20*), e di molte larve appartenenti a diverse specie di lepidotteri, coleotteri, ecc.);
- **masticatore-lambente**: è tipico degli imenotteri vespoidei nei quali l'apparato boccale è di tipo masticatore modificato nelle larve. Negli adulti è masticatore lambente;
- **masticatore - lambente - succhiante**: è caratteristico delle api. Le larve hanno apparato masticatore. Negli adulti è lambente succhiante grazie alla struttura simile ad un tubicino che funziona come una pompa aspirante atta alla suzione del nettare all'interno dei fiori (*Foto 21*);
- **succhiatore non perforante**: sono dotati di questo apparato boccale, con funzione succhiante, gli adulti dei lepidotteri come ad esempio la *Carpocapsa* delle pomacee (*Foto 22*);
- **succhiatore perforante** - è caratteristico dei rincoti (es. afidi *Foto 23*).



Foto 20 - Esempio di adulto di coleottero (dorifora della patata) dotato di apparato boccale masticatore.



Foto 21 - L'apparato boccale masticatore-lambente-succhiante è caratteristico degli adulti delle api.

L'apparato boccale ha la stessa struttura nelle forme giovanili e negli adulti. L'insetto perfora il tessuto vegetale, emette saliva, che ha funzione predigerente, e aspira la linfa. La saliva può contenere sostanze tossiche che provocano irritazioni o deformazioni nel punto di perforazione del tessuto vegetale.



Foto 22 - L'apparato boccale succhiatore non perforante è caratteristico degli adulti dei lepidotteri come la carpocapsa delle pomacee.



Foto 23 - L'apparato boccale succhiatore perforante è caratteristico degli afidi.

Esistono altri tipi di apparati boccali come ad esempio il pungente-succhiante-lambente (tafani) e il lambente-succhiante (alcuni ditteri).

- 2) il **torace**, che è la regione mediana del corpo sui cui si inseriscono le zampe (tipicamente sei) che possono essere diversificate in base alle esigenze funzionali (saltatorie come nelle cavallette *Foto 24*, natatorie, ecc.); le zampe sono quasi sempre presenti negli adulti mentre nelle larve possono subire variazioni di numero e di forma (in alcuni casi possono anche essere assenti come nella Vespa cinese del castagno *Foto 25*). Sul torace, laddove presenti, si inseriscono anche le ali (*Foto 26*).



Foto 24 - Zampe saltatorie tipiche delle cavallette.



Foto 25 - Larva di vespa cinese del castagno (*Dryocosmus kuriphylus*) tipicamente apode (senza zampe).

- 3) l'**addome**, che è la porzione terminale del corpo, contiene l'apparato digerente e genitale (*Foto 27*). L'addome di alcune femmine porta un ovopositore che serve per deporre le uova nel terreno, all'interno dei tessuti vegetali, nel legno o negli animali.

Sull'addome sono spesso presenti altre appendici che hanno funzione sensoriale, deambulatoria, di ancoraggio, ecc..



Foto 26 - Sul torace, laddove presenti, si inseriscono anche le ali.



Foto 27 - Porzione terminale dell'addome di una larva di torricide.

2.1.2 Anatomia

Dal punto di vista **anatomico**, l'insetto è provvisto dei seguenti apparati:

Sistema muscolare

I muscoli sono attaccati all'esoscheletro e presiedono al movimento degli insetti. I muscoli più importanti sono quelli delle ali, della deambulazione, dell'apparato boccale e dell'addome. I muscoli delle ali si muovono con estrema rapidità; altri muscoli sono molto lenti e sono in grado di contrarsi con gran potenza in modo da far sopportare all'insetto dei carichi molto grandi rispetto alle sue dimensioni (es. formiche che trasportano cibo).

Altri muscoli fanno invece parte delle pareti del corpo e del canale alimentare (muscoli del sistema digerente, del sistema circolatorio e dell'apparato riproduttivo).

Sistema nervoso

Risulta particolarmente sviluppato e serve per la ricezione e la trasmissione di numerosi impulsi.

Apparato digerente

E' costituito dall'apparato boccale e dal canale alimentare che termina con l'apertura anale. Il diverso regime alimentare delle numerose specie di insetti ha determinato dei significativi adattamenti alle diverse situazioni che si sono tradotti in modificazioni strutturali del sistema digerente.

La digestione normalmente avviene nel canale alimentare ma in molte categorie di insetti si svolge all'esterno del corpo grazie all'emissione di enzimi digestivi durante l'assunzione del cibo.

A seconda del regime dietetico, gli insetti possono essere così raggruppati:

- **eterofagi** – si nutrono sia di sostanze vegetali che animali;
- **fitofagi** – si nutrono di vegetali. Molti insetti fitofagi sono dannosi per le coltivazioni. Spesso vengono attaccate più parti della pianta come foglie, frutti e fiori. In altri casi c'è specializzazione nei confronti degli organi attaccati. Ad esempio gli antofagi si nutrono di fiori, i carpofagi attaccano i frutti, i fillofagi si nutrono di foglie, i rizofagi di radici, gli xilofagi di legno e i glicifagi di liquidi zuccherini).
I fitofagi possono essere anche specializzati nei confronti di una sola specie vegetale, nei confronti di poche specie o di svariate specie.
- **zoofagi** – si nutrono di animali morti o vivi. Alcuni insetti appartenenti a quest'ultima categoria sono importanti per l'attività di predazione nei confronti di insetti dannosi .

Altri insetti si possono nutrire di stoffe, carta, pellami, farine, pasta, caffè ecc.. Ci sono anche diverse specie utili per la degradazione dei resti animali e delle piante nel terreno.

Apparato respiratorio

L'apparato respiratorio è formato da un insieme di tubuli (trachee) che trasportano l'ossigeno all'interno del corpo. Le trachee si aprono all'esterno grazie a delle inflessioni del tegumento. E' inoltre presente un sistema di chiusura delle aperture, comandato da particolari muscoli, che è in grado di isolare l'insetto dall'ambiente esterno. All'interno del corpo le trachee si diramano in piccole tracheole che portano l'ossigeno agli organi interni. Gli insetti possiedono inoltre dei sacchi aerei che costituiscono una riserva d'aria. A seconda dell'ambiente in cui vivono le diverse specie, l'apparato respiratorio può subire delle modificazioni (insetti acquatici, insetti parassitoidi, ecc.).

Apparato circolatorio

Il sistema circolatorio è formato dai vasi sanguigni e da una cavità entro cui scorre liberamente il sangue (emolinfa). L'emolinfa svolge diverse funzioni tra cui:

- trasporto di sostanze nutritive utili all'organismo e di altre sostanze metaboliche che devono invece essere eliminate (cataboliti);
- trasporto di ormoni;
- funzione di difesa da microrganismi;
- funzione meccanica per la muta;
- la funzione respiratoria (trasporto di ossigeno), contrariamente agli altri animali, è svolta prevalentemente dalle trachee.

Apparato escretore

Ha la funzione di portare all'esterno le sostanze nocive prodotte durante il metabolismo. Anche il tegumento partecipa alla eliminazione di tali sostanze.

Sistema endocrino

Il sistema endocrino regola tutti i processi di accrescimento, sviluppo, riproduzione, cicli biologici e le attività metaboliche in generale dell'insetto, lavorando a stretto contatto col sistema nervoso.

Questo apparato è costituito da ghiandole che svolgono le seguenti attività:

- secrezione dell'ormone cerebrale (regola tutto il sistema endocrino);
- secrezione dell'ormone della giovinezza (neotenia). Nell'emolinfa la neotenia ha la funzione di mantenere giovane l'insetto. Fino a quando è presente questo ormone, l'insetto non può diventare adulto. La neotenia fa sì che in occasione della muta l'insetto subisca solo una crescita lineare mantenendo la morfologia dello stadio giovanile;
- secrezione dell'ormone che determina la maturazione delle cellule sessuali;
- secrezione dell'ormone della muta (ecdisona). Quando si riduce la produzione di neotenia, aumenta quella di ecdisona che determina la metamorfosi dell'insetto fino allo sviluppo dell'adulto.

Dall'equilibrio tra neotenia ed ecdisona dipende lo sviluppo dell'insetto. Il primo ormone favorisce l'aumento in volume del corpo dell'insetto, il secondo fa mutare le strutture. La neotenia scompare quando l'insetto diviene adulto.

Questa singolare modalità di accrescimento, regolata da vari ormoni, viene sfruttata in fitoiatria. Diversi insetticidi, chiamati regolatori di crescita (IGR), interferiscono infatti sulla formazione della chitina (componente dell'esoscheletro) bloccando lo sviluppo dell'insetto durante la muta. Altri insetticidi (MAC) agiscono accelerando la muta dell'insetto; inducono cioè una muta prematura simulando l'azione dell'ormone responsabile di questo processo (ecdisona).

Sistema esocrino

È costituito da un insieme di ghiandole che riversano all'esterno il loro contenuto. Le sostanze emesse sono importanti per la vita di relazione con gli altri insetti e con l'ambiente.

Oltre alle ghiandole che emettono sostanze di protezione delle uova, sostanze urticanti a funzione difensiva, lacche protettive, saliva per digestione extracorporea, ecc., hanno particolare importanza le ghiandole che emettono feromoni.

I feromoni sono sostanze che servono per mandare messaggi chimici ad altri insetti appartenenti alla stessa specie; trasmettono cioè dei segnali favorendo la comunicazione tra gli insetti. I feromoni possono avere le seguenti funzioni:

- **aggregazione** - gli insetti che lo ricevono hanno lo stimolo di avvicinarsi alla fonte che lo produce, o di seguire una pista per cercare cibo o di aggredire un invasore;
- **dispersione** - i riceventi hanno lo stimolo di allontanarsi dalla fonte che lo produce, o di non deporre le uova o di non fecondare;
- **sessuali** - determinano lo stimolo di avvicinarsi ed accoppiarsi; tali sostanze sono trasmesse dalle femmine che devono attrarre i maschi per accoppiarsi. Questi feromoni sono stati anche riprodotti in laboratorio per la messa a punto delle trappole sessuali sfruttate in lotta integrata (Foto 28).



Foto 28 - Trappola a base di feromoni per la cattura dei maschi di *Tuta absoluta* del pomodoro.

I feromoni sessuali di sintesi trovano possibilità applicative per il controllo di diversi insetti dannosi alle colture. Nei diversi contesti produttivi vengono impiegati per:

- il **monitoraggio**, nel tempo, delle popolazioni delle specie dannose (curve di volo). Al momento dello sfarfallamento vengono catturati gli individui maschi in apposite trappole a fondo coloso innescate con feromone. In questo modo è possibile determinare la densità della popolazione e il conseguente rischio di danno, in accordo con i principi di lotta integrata. Le soglie sono variabili da specie a specie;
- la **cattura massale** che si prefigge il controllo diretto delle specie nocive mediante l'intrappolamento, su substrati colosi o liquidi, del maggior numero possibile di individui, con lo scopo di ridurre il potenziale riproduttivo della specie nociva. La tecnica trova impiego in serra, in magazzino, ecc.;
- a tecnica della **confusione** o **disorientamento sessuale** che ha lo scopo di impedire l'incontro degli individui di sesso opposto e conseguentemente i relativi accoppiamenti, mediante il rilascio di feromone nell'ambiente.

Apparato riproduttore

Normalmente gli insetti sono rappresentati da individui a sessi separati. L'ermafroditismo (due sessi sullo stesso individuo) è molto raro (es. *Icerya purchasi* Foto 29). Il sistema riproduttore è posto nell'addome.



Foto 29 - *Icerya purchasi* (cocciniglia cotonosa degli agrumi) è una specie ermafrodita.

2.1.3 Riproduzione

La riproduzione avviene quando gli individui hanno raggiunto la maturità sessuale (normalmente nella fase adulta). In molti ordini di insetti entrambi i sessi partecipano all'ottenimento delle generazioni successive.

La **fecondazione** si può verificare con o senza accoppiamento a seconda delle specie. La fase di avvicinamento è determinata dalla produzione di feromoni di attrazione ma in molti casi anche da suoni, luci, vibrazioni. Generalmente i segnali sono lanciati dalle femmine. I preliminari dell'accoppiamento comprendono una serie di comportamenti estremamente diversificati che vanno dalla produzione di feromoni afrodisiaci, a canti, a voli prenuziali. La copula può avvenire sia da fermi che in movimento e può essere singola o ripetuta. In alcuni casi il maschio muore dopo aver compiuto l'atto sessuale. In alcuni ordini, la riproduzione può avvenire anche per **partenogenesi** e cioè le femmine, senza essere state fecondate, danno origine ad una progenie (ad es. Afidi). A seconda dei casi, con la partenogenesi si possono generare solo maschi, o solo femmine, o individui di entrambi i sessi.

La **deposizione delle uova** può avvenire nel terreno, nell'acqua, sulle piante (in superficie o all'interno dei tessuti), nel corpo di animali, nei cadaveri e negli escrementi ecc..

In altri casi le uova possono essere contenute nelle ooteche ("astucci" costruiti con diversi materiali), in ovisacchi (sacchi cerosi) o in veri e propri nidi.

Le uova, caratterizzate da forme e colorazioni diverse a seconda delle specie, possono essere deposte singolarmente o in gruppi (ovature), come ad nel caso della Dorifora della patata (*Foto 30*).



Foto 30 - Ovature di dorifora della patata.



Foto 31 - Gli afidi sono un esempio di insetti eterometaboli.

2.1.4 Sviluppo, accrescimento e metamorfosi

Dall'uovo fuoriesce la larva, o comunque la forma giovanile, dalla quale, attraverso diversi processi di crescita si originerà l'adulto. Sostanzialmente ci sono delle particolari tappe di sviluppo (**mute**) grazie alle quali la cuticola si rinnova e l'insetto aumenta le sue dimensioni. Le trasformazioni che si verificano nel corso delle mute costituiscono la metamorfosi. Questo processo è regolato e determinato dagli ormoni cerebrali, dalla neotenina e dall'ecdisione (vedi sistema endocrino). Il numero delle mute varia a seconda delle specie; tuttavia, per raggiungere lo stadio di adulto occorrono generalmente 4-5 mute.

In funzione della **metamorfosi**, gli insetti possono a grandi linee essere suddivisi in **eterometaboli** ed **olometaboli**.

Negli insetti **eterometaboli**, l'aspetto delle forme giovanili è molto simile a quello degli adulti. Sono esempi di eterometaboli gli Ortotteri (cavallette, grilli, ecc.), i Tisanotteri (es. tripidi), gli Aleurodidi (es. mosca bianca), i Coccidi (es. cocciniglie) e gli Afidi (*Foto 31*).

Gli stadi di sviluppo sono: **uova - neanide - ninfa - adulto**.

Se l'adulto è alato, fra neanide (forma giovanile) e adulto si interpone lo stadio di ninfa durante il quale si ha la formazione delle ali.

Negli **olometaboli**, l'aspetto è completamente diverso nelle fasi giovanili rispetto agli adulti (Coleotteri, Lepidotteri, *Foto 32 - 33 - 34 - 35*, Ditteri, ecc.).



Foto 32 - Esempio di insetto olometabolo (uovo)



Foto 33 - Esempio di insetto olometabolo (larva).



Foto 34 - Esempio di insetto olometabolo (pupa).



Foto 35 - Esempio di insetto olometabolo (adulto).

Gli stadi di sviluppo sono: **uova - larva - pupa - adulto**. La larva (forma giovanile) compie un diverso numero di mute senza subire sostanziali modificazioni. Al termine della sua vita si trasforma in uno stadio particolare detto pupa che si caratterizza per l'immobilità e l'assenza di nutrizione. Dalla pupa si originerà l'adulto. Nei lepidotteri la pupa è chiamata anche crisalide.

2.1.5 I danni causati alle piante

Come già accennato relativamente ai regimi dietetici, molte specie di insetti (fitofagi) si nutrono di organi vegetali arrecando danni alle coltivazioni. Gli insetti dannosi alle colture, a seconda del tipo di apparato boccale, possono succhiare la linfa (fitomizi) come nel caso della Psilla del pero (*Foto 36*) o asportare i tessuti vegetali.

In quest'ultimo caso possiamo avere insetti minatori che scavano delle gallerie all'interno dei tessuti (es. Cameraria dell'ippocastano *Foto 37*) e insetti defogliatori che si nutrono restando all'esterno dei tessuti come ad esempio la Fitodecta dell'erba medica (*Foto 38*).



Foto 36 - La psilla del pero è un insetto fitomizo che si nutre di linfa.



Foto 37 - La cameraria dell'ippocastano è un fitofago minatore fogliare.



Foto 38 - La fitodecta dell'erba medica è un insetto fitofago defogliatore.

Sono particolarmente dannosi gli insetti che asportando tessuti dai frutti (carpofagi) come ad esempio la Carpocapsa delle pomacee *Foto 39*).

È importante ricordare che molti insetti sono dannosi alle coltivazioni solo in alcuni stadi del loro ciclo biologico; ad esempio i lepidotteri sono defogliatori, carpofagi ecc., quando si trovano nella fase di larva (es. *Hyphantria cunea Foto 40*). L'adulto ha un regime alimentare differente, nutrendosi prevalentemente di nettare o di altri liquidi zuccherini.



Foto 39 - La carpocapsa delle pomacee è un insetto carpofago poiché si nutre dei frutti.



Foto 40 - *Hyphantria cunea* è il tipico esempio di insetto (lepidottero) dannoso ai vegetali solo nello stadio di larva.

A proposito dei fitomizi, le punture di nutrizione da loro effettuate, o in alcuni casi le punture di ovideposizione, possono provocare delle reazioni nella pianta come la formazione di galle (es. Cinipidi della quercia *Foto 41*).

In altri casi i fitomizi sono importanti vettori di malattie. Diversi virus e fitoplasmi passano da una pianta ammalata ad una pianta sana mediante le ferite provocate dall'apparato boccale o mediante la saliva dell'insetto.

Molti fitomizi, risultano oltremodo dannosi poiché producono una sostanza zuccherina, chiamata melata, che rappresenta una fonte di nutrizione per insetti glicifagi e un substrato per lo sviluppo di funghi saprofiti che causano fumaggini. Queste ultime deturpano l'estetica dei frutti o delle piante, oltre a causare danni funzionali (es. Psilla del pero, Afidi, Cocciniglie e Metcalfa *Foto 42*).



Foto 41 - Le galle provocate dai cinipidi della quercia sono dovute a punture di ovideposizione.



Foto 42 - Melata prodotta da fitomizi come metcalfa e cocciniglie.

2.2 Gli acari

Gli acari sono dei parassiti animali appartenenti alla classe degli aracnidi; comprendono alcune migliaia di specie di cui molte danneggiano le piante.

Generalmente hanno una forma globosa (*Foto 43*) ma se ne trovano anche di forma allungata, quasi vermiforme (es. Eriofidi).

Quelli d'interesse agrario, in genere sono di dimensioni molto piccole. Il loro corpo è avvolto dal tegumento che ha la funzione di esoscheletro e può essere sia colorato che rivestito di setole. Il corpo è suddiviso in due parti:

- **una anteriore** che porta l'apparato boccale, le zampe e gli occhi.

L'apparato boccale è specializzato a seconda del tipo di regime dietetico. Negli acari predatori ha la forma di una pinza che serve per afferrare la preda.

Negli acari fitofagi presenta degli stiletti atti a pungere i tessuti vegetali ed un cono che aspira i succhi cellulari.

Le zampe sono solitamente quattro paia negli adulti, ma in alcune specie (eriofidi) sono ridotte a due paia; servono per il movimento ma possono anche essere utilizzate per trattenere la preda e per altre funzioni.

Gli occhi sono di tipo semplice.

- **una posteriore** che è priva di arti.

Dal punto di vista anatomico gli acari possiedono:

- apparato digerente
- apparato circolatorio
- apparato respiratorio
- apparato escretore
- sistema nervoso
- apparato riproduttore

Riproduzione, sviluppo e accrescimento

Gli acari hanno, nella maggior parte dei casi, sessi distinti. In casi particolari si riproducono per partenogenesi. L'accrescimento avviene tramite le mute. Dall'uovo fuoriesce la larva che possiede tre paia di zampe a cui seguono due stadi di ninfa a otto zampe e successivamente l'adulto.

I danni causati alle piante

Gli acari fitofagi (soprattutto i Tetranychidi) si nutrono di succhi cellulari, di foglie e frutti.

La pianta reagisce con evidenti ingiallimenti (es. Ragnetto rosso comune, su soia *Foto 44*).

Le foglie manifestano sfumature bronzee, argentature (es. Ragnetto rosso dei fruttiferi; Eriofide delle drupacee) ed altre alterazioni cromatiche (es. Ragnetto giallo della vite *Foto 45*).

Molti acari eriofidi iniettano delle sostanze che provocano delle ipertrofie cioè la formazioni di piccole galle o escrescenze (Eriofide del pero *Foto 46*).



Foto 43 - Ragnetto giallo della vite.



Foto 44 - Attacco di ragnetto rosso su soia.



Foto 45 - Alterazione cromatica causata dal ragnetto giallo della vite.



Foto 46 - Sintomo causato da eriofide vescicoloso del pero.

Ricordiamo che esistono anche acari utili che, nutrendosi ad esempio di acari dannosi, hanno una grossa importanza ai fini del contenimento biologico (es. acari fitoseidi).

2.3 I Nematodi

Sono organismi invertebrati che presentano corpo vermiforme (sono detti anguillule) con assenza di ciglia o flagelli. I Nematodi parassiti di piante sono molto piccoli e normalmente non superano il millimetro di lunghezza.

Solo le femmine, in certi casi, si presentano a forma di sacco per lo sviluppo abnorme delle ovaie. La parte esterna del corpo è rivestita di cuticola che funge da esoscheletro poiché ad essa si attaccano i muscoli. Nei nematodi sono presenti l'apparato boccale, in cui è ben riconoscibile uno stiletto per la perforazione dei tessuti vegetali, l'apparato digerente, l'apparato escretore e riproduttore. La circolazione è affidata al movimento dei liquidi nella cavità del corpo, la respirazione avviene attraverso il tegumento.

Riproduzione e sviluppo

La riproduzione dei nematodi avviene normalmente grazie alla presenza di sessi separati, ma in alcuni casi esistono forme ermafrodite. In certi nematodi si può verificare anche la partenogenesi. Le uova delle specie parassite delle piante vengono deposte dentro i tessuti del vegetale o nel terreno. Normalmente la fase di adulto passa attraverso quattro stadi larvali distinte l'una dall'altra da altrettante mute. L'accrescimento della larva avviene durante e tra le mute.

I danni causati alle piante

I nematodi sono in grado di muoversi nell'ambiente quando vi è la presenza di un velo d'acqua in cui nuotare. I nematodi parassiti delle piante vivono nel terreno e cercano le radici. A seconda del comportamento nutrizionale si possono distinguere in:

- parassiti che entrano completamente nelle radici;
- parassiti che entrano nelle radici solo con l'apparato boccale;
- parassiti che rimangono all'esterno della radice.

I danni arrecati alle coltivazioni in genere sono di grande importanza economica. Normalmente queste "anguillule" colpiscono gli organi sotterranei, ma in alcuni casi sono in grado di attaccare anche le parti aeree. In generale si osservano necrosi radicali, con emissione disordinata di radichette o formazione di galle cui possono seguire infezioni virali, batteriche e fungine che si introducono nella pianta attraverso le ferite determinate dall'apparato boccale. Il danno alla chioma può essere a carico delle foglie o degli steli.

Esiste anche una categoria di nematodi utili (entomoparassiti) che sono parassitoidi di insetti

dannosi. Essi penetrano nel corpo degli insetti uccidendoli direttamente o liberando batteri che provocano infezioni nell'insetto. Questo tipo di controllo dei fitofagi è una tecnica di lotta biologica sfruttata anche nell'ambito della difesa integrata e convenzionale (es. *Steinernema feltiae* e *Steinernema carposapsae* utilizzati per il controllo della Carpocapsa delle pomacee durante il periodo con applicazioni autunno-invernali).

2.4 I Molluschi

I molluschi appartengono alla classe dei Gasteropodi e le specie più comuni appartengono alle famiglie dei:

- *Limacidi* e *Arionidi* con il corpo nudo e allungato (lumache o limacce, *Foto 47*)
- *Elicidi* con conchiglia spiralata (chiocciola, *Foto 48*).

I danni causati da questi organismi (frequentemente limacce) sono dovuti alle abrasioni, alle erosioni ed alle bave che lasciano sulle foglie. Spesso i limacidi hanno abitudini notturne, crepuscolari e prediligono luoghi umidi.



Foto 47 - Limaccia.



Foto 48 - Chiocciola.

2.5 I Roditori

Sono animali dannosi sia in campo che nelle derrate immagazzinate. In campo sono dannosi i topi selvatici, le arvicole e le talpe. Il danno è determinato sia dalle gallerie scavate, sia dall'attività trofica a carico di prodotti vegetali e di parti di pianta. I roditori si nutrono di granella, di tuberi, di radici, di bulbi, di frutti e della scorza delle piante. Alcuni roditori possono scorticare le piante soprattutto in prossimità del colletto.

2.6 Gli uccelli

I danni si verificano quando le popolazioni di uccelli sono particolarmente elevate (es. storni, gazze, ecc.). Questa problematica si è acuita negli ultimi anni. Gli uccelli si possono nutrire di sementi o di frutti (*Foto 49*). In alcuni casi la loro attività può avere anche una notevole importanza per il contenimento degli insetti dannosi (ad es. cavallette). Molti uccelli sono infatti predatori di larve fitofaghe. È il caso del picchio che si nutre delle larve della Saperda del pioppo.



Foto 49 - Danni su frutti di pere causati da uccelli.

3. Malerbe

Le erbe infestanti sono piante che crescono spontaneamente o accidentalmente in determinate coltivazioni; in queste situazioni agronomiche arrecano un danno alla coltura perché provocano una diminuzione delle rese produttive.

Le malerbe hanno una azione di tipo competitivo che può essere:

- **diretta**– competono per elementi nutritivi, luce, acqua e spazio vitale;
- **indiretta**: rilasciano nel terreno delle sostanze che inibiscono la germinazione dei semi delle specie coltivate, facilitano il proliferare di agenti patogeni o di parassiti animali, ostacolano alcune operazioni meccaniche e inquinano il seme alla raccolta.

A livello ambientale le infestanti svolgono invece un'azione positiva perchè sono piante ospiti per insetti predatori e parassitoidi (costituiscono il luogo in cui si riproducono e si spostano) e sono un'importante fonte di nutrimento per gli insetti pronubi (*Foto 50*).

Per quanto riguarda il suolo e il sottosuolo, mantengono elevata la quantità di sostanza organica, riducono l'erosione e il dilavamento degli elementi nutritivi, soprattutto dell'azoto. Ecco perché, per una corretta gestione dell'agroecosistema, gli interventi di diserbo richiedono l'adozione di strategie razionali con un controllo equilibrato delle infestanti.

L'obiettivo è quello di ridurre al minimo gli effetti negativi delle malerbe e di rendere massimi gli effetti positivi.

In relazione alla durata del loro ciclo, possono essere così classificate:

- **annuali** – il loro ciclo vegetativo e riproduttivo si conclude in una stagione, solitamente dalla primavera all'autunno. Si conservano nel tempo grazie alla produzione di semi;
- **biennali** – necessitano di due anni per concludere il loro ciclo vegetativo e riproduttivo. Generalmente il primo anno producono una rosetta di foglie e ingrossano le strutture sotterranee (radici), il secondo fioriscono e producono i semi;
- **poliennali o perenni** – si propagano sia per seme che per via vegetativa. Possono fruttificare più volte durante il loro ciclo vitale.

Dal punto di vista botanico le piante infestanti possono essere distinte in:

- **erbacee**
 - **dicotiledoni** (infestanti a foglia larga come il cencio molle (*Foto 51*), la camomilla, lo stoppione, il vilucchio, ecc.);
 - **monocotiledoni** (infestanti a foglia stretta come il giavone, la gramigna, l'avena ecc.);
- **arbustive ed arboree** (edera, rovo, sorbo, (*Foto 52*), viburno, sambuco, vitalba, ecc.).

Il controllo delle malerbe non è affidato solo ai diserbicidi chimici, ma prevede tutta una serie di interventi agronomici, meccanici, fisici e biologici.

La conoscenza delle infestanti e il riconoscimento delle stesse nelle differenti fasi del loro sviluppo, sono requisiti fondamentali per l'impostazione corretta delle strategie di diserbo; per tale scopo è infatti fondamentale una attenta valutazione della effettiva presenza delle malerbe, del danno concreto che possono provocare e della previsione degli interventi per le colture successive.



Foto 50 - Le infestanti sono importanti per il mantenimento dei predatori e dei parassitoidi.



Foto 51 - Cencio molle infestante dicotiledone.



Foto 52 - Il sorbo può essere considerato un'infestante arbustiva-arborea.

Bibliografia

- Barani A., Mazzini F., Solmi P., Franchi A., 2004. Le malattie delle piante (malattie infettive, agenti di danno e malerbe); i principali prodotti fitosanitari per la difesa delle piante (fungicidi e insetticidi). Appendice del "Manuale del commerciante di prodotti fitosanitari" realizzata dalla Federazione Nazionale Commercianti Prodotti per l'Agricoltura (COMPAG), pp. 63-84 a cura di Vittorio Ticchiati.
- Ferrari M., Marcon E., Menta A. 1998. Fitopatologia Entomologia e Biologia Applicata; 3° edizione. Edagricole, Bologna.
- Goidanich G. 1983. Manuale dei Patologia Vegetale; Vol. I; Edagricole, Bologna.
- Goidanich G. 1983. Manuale dei Patologia Vegetale; Vol. II; Edagricole, Bologna.
- Grandi G. 1968. Un mondo occulto di dominatori: gli insetti. Edizioni Calderini, Bologna.