

# Entomologia

# ENTOMOLOGIA

## GLI INSETTI

La classe degli insetti appartiene al *phylum* degli artropodi. Tale phylum presenta delle caratteristiche comuni:

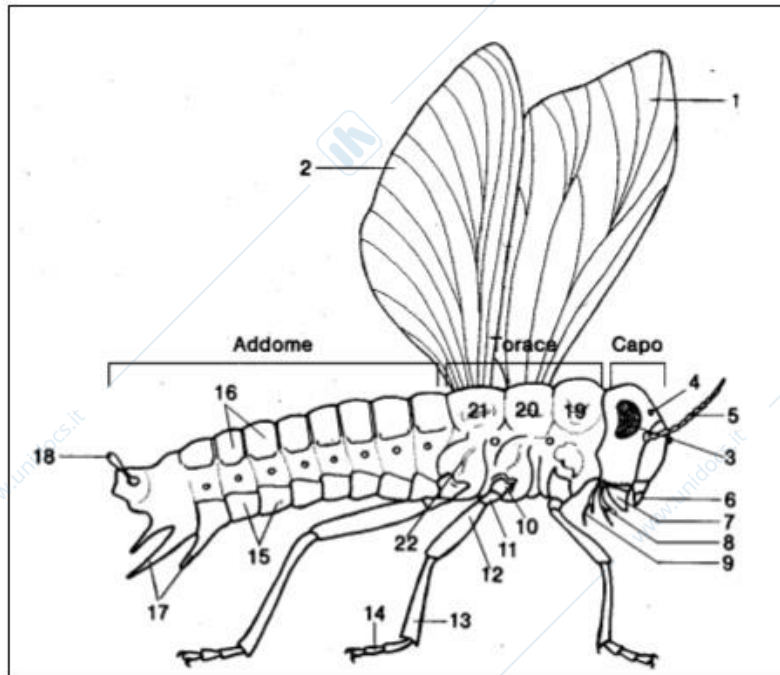
- ❑ **SIMMETRIA:** sono animali a simmetria bilaterale, quindi con il corpo diviso in due porzioni simmetriche da un piano longitudinale;
- ❑ **RIPRODUZIONE:** la riproduzione è sessuale. Esistono pertanto due sessi che si riproducono con la fusione dei gameti, anche se si possono riscontrare alcune eccezioni;
- ❑ **CORPO:** è formato da metameri (o somiti), segmenti identici raggruppati a formare regioni distinte. Con l'evoluzione essi si sono specializzati e sono difficilmente riconoscibili. Sono raggruppati in alcune regioni distinte: capo, torace, addome in alcuni insetti, cefalo-torace e addome in altri;
- ❑ **ESOSCHELETRO:** il corpo è ricoperto da strutture crinose di origine esodermica per la protezione meccanica e altre funzioni;
- ❑ **APPENDICI:** dal nome artro-poda si deduce che questo phylum presenta appendici articolate, che permettono un movimento libero;
- ❑ **DOPPIA CORDA NERVOSA VENTRALE;**
- ❑ **SISTEMA CIRCOLATORIO APERTO:** è in parte costituito da vasi e in parte è libero nei tessuti. Non scorre sangue ma una sostanza equivalente all'insieme di sangue e linfa tissutale: l'emolinfa.

Gli artropodi presentano diverse classi: CROSTACEI, ARACNIDI, CHILOPODI, DIPLOPODI, INSETTI.

Classi	Antenne	Zampe
CROSTACEI	2 PAIA	1 PAIO PER METAMERO
ARACNIDI	NO	4 PAIA
CHILOPODI	1 PAIO PER METAMERO	1 PAIO PER METAMERO
DIPLOPODI	1 PAIO PER METAMERO	1 O 2 PAIA PER METAMERO
<u>INSETTI</u>	<u>1 PAIO PER METAMERO</u>	<u>3 PAIA (più 2 paia di ali)</u>

Gli INSETTI presentano inoltre alcune caratteristiche:

- ❑ **CAPO, TORACE, ADDOME** e non presentano né cefalotorace né corpo cilindrico;
- ❑ **MANDIBOLA, MASCELLA, LABBRO INFERIORE** (appendici boccali);
- ❑ **RESPIRAZIONE:** presentano trachea che portano ossigeno direttamente ai tessuti, senza usare l'emolinfa come mezzo;
- ❑ **GENITALI:** presentano un'apertura alla fine dell'addome;
- ❑ **SVILUPPO:** conducono una crescita del tipo UOVO-STADIO GIOVANILE-ADULTO;
- ❑ **HABITAT:** principalmente terrestre, con alcune specie di acqua dolce e una minoranza di acqua salata.
- ❑ **ALI:** presentano delle ali che sono estroflessioni dei tegumenti, quindi non sacrificano in primo paio di zampe come gli uccelli o i pipistrelli.



Morfologia di un insetto alato (femmina)

1. Ala anteriore
2. Ala posteriore
3. Oocchio
4. Ocello
5. Antenne
6. Labbro superiore
7. Mandibola
8. Mascella
9. Labbro inferiore
10. Coxa
11. Troncatore
12. Femore
13. Tibia
14. Tarso
15. Urosterno
16. Urotergo
17. Gonapofisi
18. Cerci
19. Protorace
20. Mesotorace
21. Metatorace
22. pleura

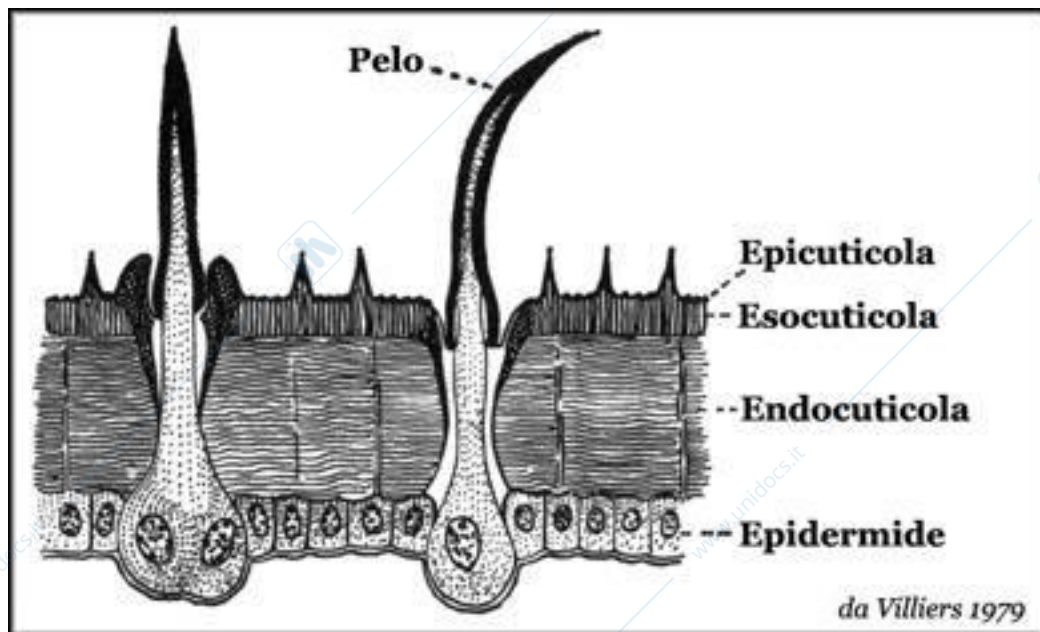
# MORFOLOGIA

## IL TEGUMENTO (ESOSCHELETRO)

Il tegumento è un tessuto di origine esodermica formato principalmente da chitina polimerizzata in sclerotina, sostanza dura e rigida. Questa è a sua volta rivestita da cere che ne determinano la cuticularizzazione. Internamente si trova invece un'epidermide costituita da un unico strato cellulare; ancora più sotto vi è la membrana basale, uno strato molto sottile.

Il tegumento riveste esternamente l'insetto e presenta alcune importanti funzioni:

- ➔ Come Barriera contro gli agenti esterni
- ☐ RESISTENZA MECCANICA
- ☐ RESISTENZA IDRICA: esso determina impermeabilità permettendo all'insetto di ridurre le perdite idriche: l'alto rapporto sup/vol determinerebbe infatti una forte evaporazione in assenza di tegumento.
- ☐ PUNTO DI INSERZIONE DEI MUSCOLI
- ☐ SOSTEGNO PER GLI ORGANI INTERNI



L'ESOSCHELETRO E' FORMATO DA :

- ➔ EPICUTICOLA
- ➔ PROCUTICOLA
- ➔ EPIDERMIDE
- ➔ MEMBRANA BASALE

La cuticola è inerte, tipicamente rigida e pluristratificata, composta da 3 strati:

**Epicuticola:** molto sottile da 3/100 di micron a 5 micron ma è a sua volta pluristratificata e riveste fondamentale importanza per la vita dell'insetto, assicurando da sola buona parte della resistenza dell'animale e quindi alla traspirazione dell'acqua, alla penetrazione di acqua, di patogeni, di sostanze chimiche tossiche quali insetticidi.

Formato da : cemento → strato lipoproteico esterno

Uno strato ceroso → idropellente ed impermeabile

Uno strato cuticolinico → costituito da lipoproteine originariamente molli (cuticolina), indurite e plasticizzate per tannizzazione (sclerotizzate in sclerotina)

Esocuticola ed Endocuticola formano assieme la **Procuticola**.

L'**Esocuticola** è lo strato più densamente colorato, responsabile della durezza del tegumento. Essa è composta da una scarsa quantità di chitina (acetato di glucosamina, polisaccaride di tipo celluloso) e consta soprattutto di proteine tannizzate come nello strato cuticolino dell'epicuticola (cuticolina indurita a sclerotina). L'**Endocuticola** è uno strato più spesso, ma è incolore, molle e lamellare, attraversato da dotti ghiandolari, elementi nervosi e da moltissimi canalicoli (pori canali) che si arrestano al trasporto di materiali di accrescimento del tegumento.

L'Endocuticola si compone di microfibrille di chitina immerse in una matrice di proteine non tannizzate e quindi non indurite, dotate pertanto di flessibilità.

Al di sotto di essa vi è la membrana basale che riveste la cavità interna della capsula tegumentale e che è di natura connettivale o subconnettivale.

Un processo base di colorazione e indurimento è la tannizzazione (formazione di catene di proteine con la contemporanea formazione di chinoni, a loro volta derivanti dall'ossidazione enzimatica di sostanze fenoliche).

## L'ENDOSCHELETRO

L'endoscheletro è un'introflessione del tegumento con due principali funzioni:

- SOSTEGNO DEGLI ORGANI
- ATTACCO DEI MUSCOLI, specie in capo e torace per via della presenza dei muscoli più sviluppati del corpo.

## IL CAPO E LE SUE APPENDICI

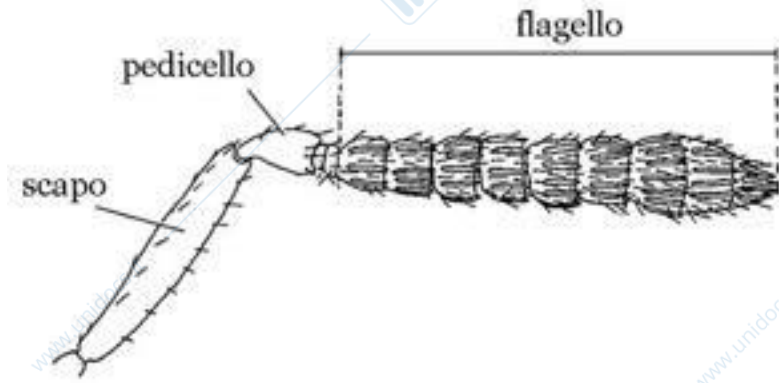
Il capo è la porzione del corpo destinata alla raccolta di informazioni sensoriali dall'esterno. Il capo è una capsula derivante dalla fusione di vari segmenti o somiti (sei) ed è munita di due fori (apertura boccale e foro occipitale). Presenta un'apertura orale, con i muscoli più potenti di tutto il corpo, che presentano supporti rigidi e duri.

→ Nel capo si possono spesso distinguere delle precise delimitazioni in regioni. Anche in mancanza di linee delimitanti (suture) si possono più o meno chiaramente distinguere, nella parte anteriore il labbro superiore ed il clipeo che coprono in parte le appendici boccali. Il capo può essere portato con una inclinazione che spesso è conseguenza di un adattamento all'ambiente ed al modo di vita e che si manifesta soprattutto nella posizione delle appendici boccali. Esso porta inoltre appendici sensoriali mobili (antenne), appendici boccali (mandibola, mascella, labbro inferiore), occhi composti e ocelli.

## LE ANTENNE

Le antenne sono appendici sensoriali mobili articolate, formate da antennumeri: si articola entro una fossetta detta torulo che si articola a sua volta al capo (SCAPO), segue un PEDICELLO che articola lo scapo ad un FLAGELLO. Se gli ultimi articoli di questo sono ingrossati a formare una specie di clava allora tutti quelli del flagello che precedono quest'ultima costituiscono il cosiddetto Funicolo.

Le appendici si muovono grazie alla presenza di muscoli alla base dello scapo.



## LE APPENDICI BOCCALI

Le appendici che servono al prelievo del cibo sono pezzi soggetti ad una radicale trasformazione da un ordine all'altro. Lo schema di partenza, diffuso in vari ordini appartenenti quasi tutti al raggruppamento più primitivo è quello definito "apparato boccale masticatore". Le appendici boccali includono un paio di MANDIBOLE, un paio di MASCELLE e LABBRO INFERIORE. Il labbro superiore non è un'appendice, ma serve soltanto per coprire la cavità orale.

I tre elementi sono molto differenziati per via della funzione che devono svolgere (ricordiamo che gli insetti non hanno denti, quindi le appendici devono lacerare, strappare e tritare il cibo in modo sufficiente da poterlo introdurre nella cavità orale).

- **MANDIBOLE:** sono due pezzi unici con la funzione di incisivi (sono corte, spesse, robuste e servono per tagliare il cibo negli insetti masticatori).
- **MASCELLE:** sono appendici molto complesse con la funzione di rimescolamento e deglutizione. Portano dei palpi, strutture che hanno funzione sensoriale esterna: essi rivelano se un cibo è velenoso o non commestibile ancora prima della sua introduzione nella cavità orale.

➤ **LABBRO INFERIORE:** il labbro inferiore si presenta come un'appendice segmentata che chiude posteriormente l'apertura boccale. L'affinità strutturale con le mascelle fa ipotizzare che derivi dalla fusione di un secondo paio di mascelle. In molti crostacei le due porzioni non sono fuse ma ancora separate. In particolare si compone di pezzi impati corrispondenti a quelli delle mascelle del primo paio e denominati: postmento e premento, munito di due palpi labiali e di 4 lobi (2+2). I due lobi interni possono fondersi e costituire la ligula. I 4 lobi separati sono anche indicati come paraglosse (gli esterni) e glosse (gli interni).

-Nell'interno della cavità boccale sporge un pezzo impari, spesso carnoso, definito lingua. L'apparato boccale masticatore, pur rimanendo una struttura di base dell'intera classe degli insetti, subisce frequenti trasformazioni in tipi diversi, per effetto della specializzazione alimentare. Uno dei più importanti adattamenti è quello in perforante o succhiatore-pungente.

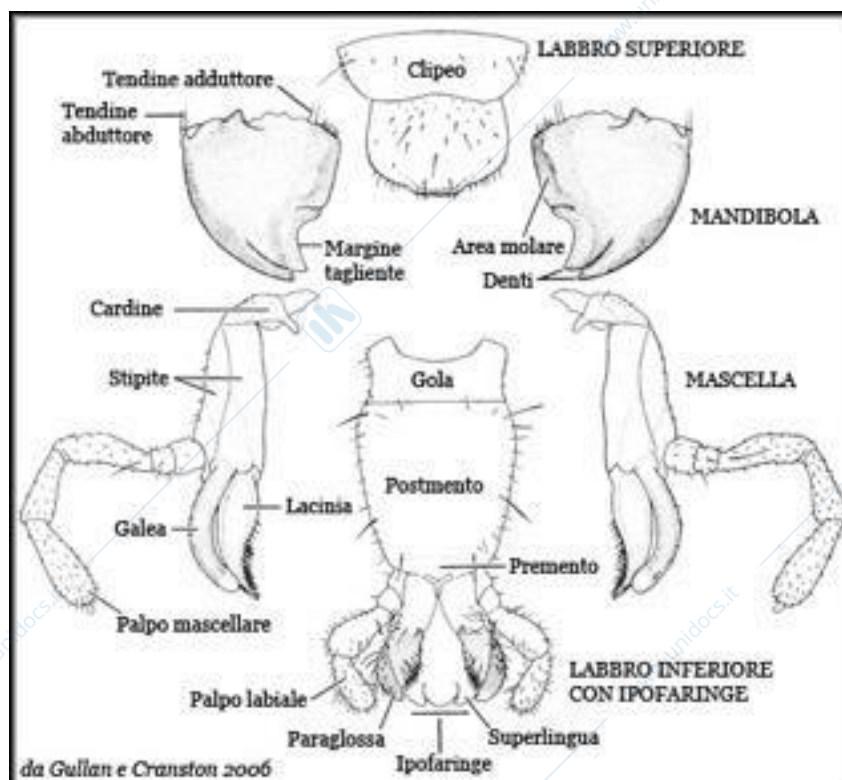
-I pungenti presentano una funzione differente delle appendici boccali: una mandibola avanza e perfora la preda; segue l'altra mandibola, generando una cavità in cui avanzano le mascelle. Queste operano la suzione del liquido: sono cave come aghi ipodermici e la depressione creata dai muscoli della faringe permette di aspirare il nutrimento. Alcune afidi possono trasmettere virus o iniettare fitoplasmi dannosi per la pianta: quando lo stiletto penetra, esso viene ricoperto da una speciale saliva viscosa che lo protegge dalla rottura. Questa saliva può contenere patogeni poco favorevoli. Nelle farfalle è presente un'aspirotromba retrattile che si estende per la suzione del polline. Alla fine del processo essa si riavvolgere e viene protetta dal capo.

→Tra i casi più semplici di adattamento, si assiste ad una trasformazione in stiletti delle mandibole e delle mascelle e nello sviluppo di una doccia(cilindro carnoso solcato o rostro) non partecipante alla puntura e fungente da "contenitore" degli stiletti stessi.

Quest'ultima si sviluppa da una trasformazione della lingua, che si allunga e viene perforata dal canale salivare. In rapporto ad essa si differenzia in alcuni gruppi (es. Rincoti) anche una pompetta salivare che serve a iniettare la saliva nei tessuti punti.

→Un altro tipo di adattamento conduce all'apparato boccale definito succhiatore non pungente o lambente; in questi casi si osserva un forte sviluppo in "proboscite" della coppia dei lobi esterni delle mascelle del primo paio o della coppia dei lobi interni del labbro inferiore.

→Un terzo tipo di apparato succhiatore lambente è quello dei Muscidi e affini in cui si sono ridotte quasi tutte le appendici boccali e rimane solo il labbro inferiore carnoso e adatto all'aspirazione dei liquidi.



## IL TORACE E LE SUE APPENDICI

Il torace è formato da tre somiti, ognuno dei quali presenta un dorso (TERGO), un ventre (STERNO) e due parti laterali (PLEURE):

- PROTORACE (1°)
- MESOTORACE (2°)
- METATORACE (3°)

Meso e metatorace presentano ognuno un paio di estroflessioni: le ali.

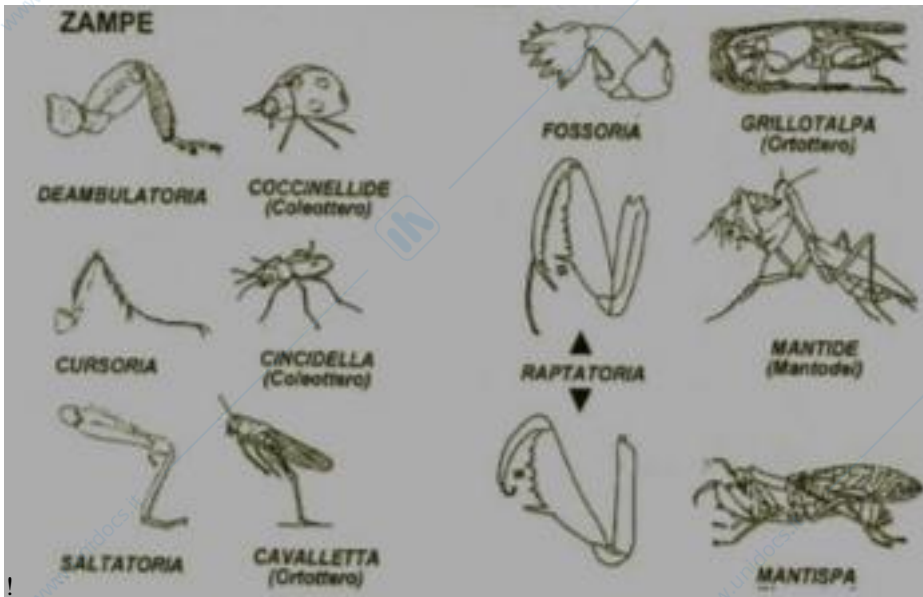
### LE ZAMPE

Ogni insetto presenta 3 paia di zampe, anche se in alcuni queste possono essere assenti per via delle perdite evolutive. Le zampe sono inserite tra le pleure e lo sterno e sono articolate, in modo da consentire il libero movimento. Sono formate da sei porzioni:

1. **ANCA O COXA:** è la parte che si articola al corpo. È voluminosa e corta per via dei potenti muscoli che deve supportare;
2. **TROCANTERE:** piccola parte che articola coxa e femore;
3. **FEMORE:** componente lunga e voluminosa;
4. **TIBIA:** è allungata e sottile, ma presenta delle spine che le conferiscono più robustezza;
5. **TARSO:** parte terminale pluriarticolata, con un numero compreso tra uno e cinque tarsomeri. L'ultimo tarsomero (**PRETARSO**) porta delle unghie che possono essere singole o raggruppate in un **AROLIO**. Esse servono per fare presa su superfici scabre e scaricare l'energia dei muscoli. Sulle superfici lisce invece l'insetto utilizza microsetole.

### TIPI DI LOCOMOZIONE:

- DEAMBULATORIA:** la locomozione è lenta; le porzioni delle zampe non sono molto sviluppate per via della ridotta massa muscolare;
- CURSORIA:** i muscoli sono possenti. Coxa, tibia e femore sono lunghi e ingrossati;
- SALTATORIA:** molta energia viene scaricata in un istante, quindi i femori sono estremamente ingrossati;
- NATATORIA:** le zampe sono larghe e appiattite, simili a remi. Nel movimento di ritorno esse sono posizionate di taglio;
- FOSSORIA:** le zampe sono molto grosse e molto corte per ridurre la forza esercitata su di esse durante lo scavo. Le zampe portano anche unghie molto robuste;
- RAPTATORIA:** le zampe servono per afferrare. Sono tipiche di insetti che cacciano all'agguato e sono molto lunghe, sottili e ricoperte di spine. La zampa viene allungata, ripiegata per afferrare la preda e portata alla bocca per l'ingestione.



## LE ALI

Sono estroflessioni del tegumento delle pleure. Sono due paia, sono espanse e molto sottili. Servono per il volo, quindi devono essere estremamente leggere ma anche molto resistenti, per evitare che si deformino: per questo motivo sono membranose, ma sono anche sostenute dalle ramificazioni del tegumento.

-Le ali sono organi vivi nei quali, entro appositi condotti definiti nervature, scorre l'emolinfa e corrono trachee e nervi. Le nervature contribuiscono a dare un'impalcatura alle lamine alari e ricevono nomi diversi a seconda della loro posizione sull'ala. Di particolare importanza è il pterostigma, sito lungo il margine anteriore delle ali di molti insetti. Esso svolge un ruolo importante nella distribuzione delle forze durante il volo.

## VARIAZIONI:

1. Alcuni parassiti hanno perso le ali durante l'evoluzione per inutilità delle stesse;
2. In altri casi le ali hanno assunto nuove funzioni: il primo e il secondo paio sono agganciati in modo diverso da quello tipico, e questo può essere utile per alcuni scopi:
  - a. **PROTEZIONE MECCANICA:** un paio di ali è piccolo e rigido e serve per proteggere l'altro. Queste speciali ali ispessite prendono il nome di èlire, emielitre o tègmine a seconda dell'insetto e della tipologia. Es. false cimici, coleotteri, coccinelle.
  - b. **EQUILIBRIO:** alcuni insetti, come le mosche, hanno 4 paia di ali ma sembrano abbiano 2. Questo perché un paio si è modificato in una struttura a doppia clava che stabilizza il volo del dittero.

## L'ADDOME

L'addome svolge principalmente una funzione viscerale. Può, in alcuni rari casi, presentare organi di senso, ma non è utile alla locomozione. È formato da 11 somiti dell'addome, chiamati URITI, che possono essere fusi in gruppi di 2-3-4.

L'addome presenta una cuticola spessa ma non molto robusta, infatti essa è flessibile: questo anche perché tergo e sterno sono sclerotizzati, ma le pleure no (sono membranose).

Le appendici primitive sono generalmente assenti, salvo in stadio larvale o di pupa (pseudopodi). In alcuni casi si possono trovare appendici sull' ottavo e sul nono urite:

Questi servono al maschio come organo copulatore e alla femmina come oopositore. In altri insetti è presente un aculeo.

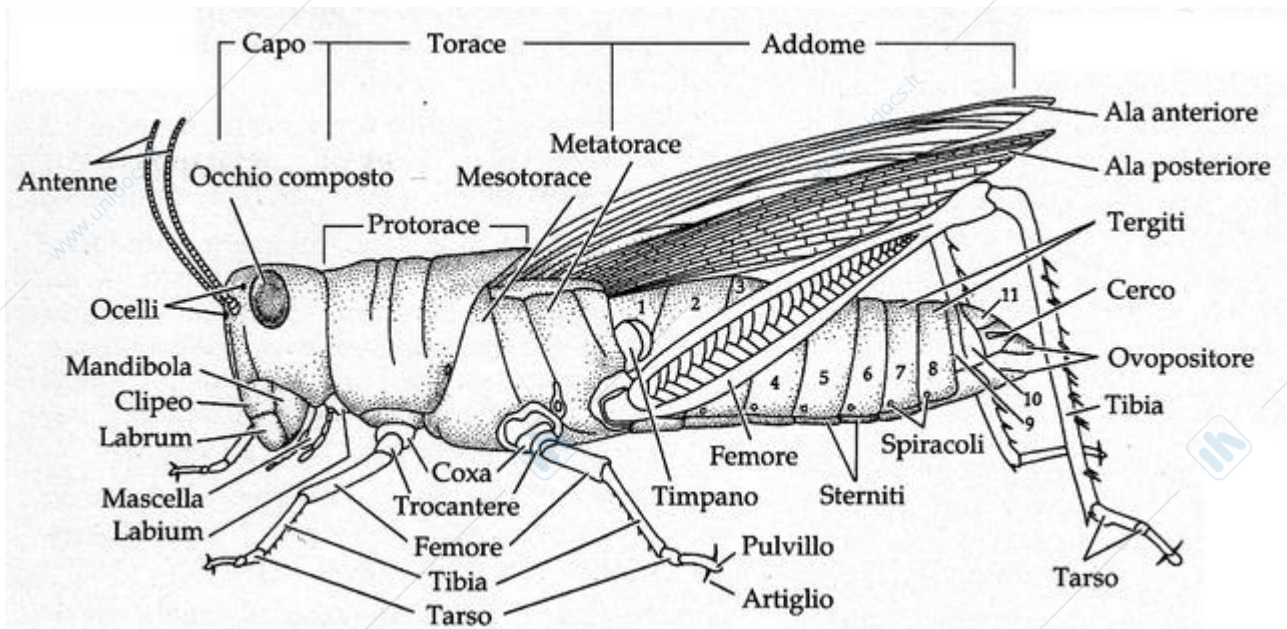
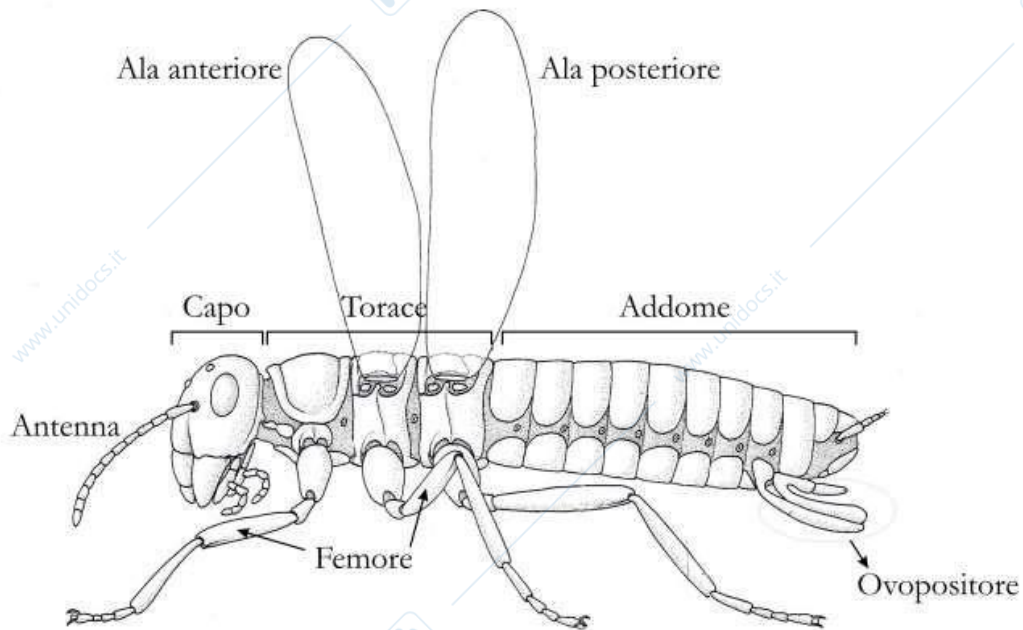
## I colori degli insetti

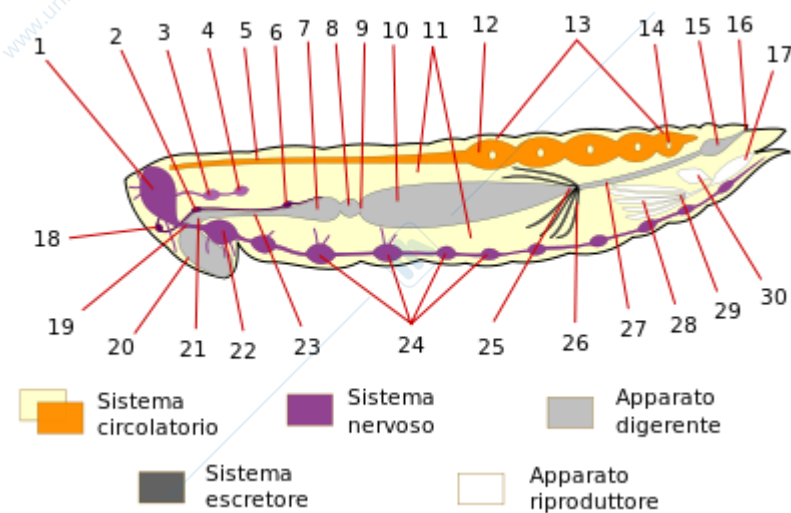
I colori degli insetti possono essere di natura fisica o chimica. I colori fisici, detti anche strutturali, sono effetto di giochi di diffrazione o interflescenza entro particolari strutture cuticolari e sono stabili (blu o verde metallico, dorato,rameico etc). i colori chimici, detti anche pigmentari , sono dovuti a presenza di sostanze chimiche (pigmenti) distribuite entro laa cuticola (es.melanine, di color nero) o nelle cellule dell'epidermide (clorofille,carotenoidi,xantofille per i colori verdi,gialli,rossi etc.). I pigmenti cuticolari vengono ovviamente perdute con le mute e ricostituiti. Tutti i colori pigmentari sono facilmente degradabili e si alterano dopo la morte.

Le colorazioni degli insetti possono essere con estrema semplificazione, inquadrare nelle 3 categorie: c.premonitrici (sono comuni tra specie dotate di mezzi di offesa o difesa), c. foberiche(sono quelle di molte grosse specie,dotate di macchie spesso a forma di occhi o di un altro disegno destinato ad avere effetto terrifico) , e c.mimetiche (di due tipi mimetisco pseudosematico e quello criptico).

# I SISTEMI BIOLOGICI

## Anatomia





## Sistema muscolare

I muscoli degli Insetti sono quasi tutti del tipo striato composti di fibre contrattili, ciascuna contenente miofibrille longitudinali, responsabili a loro volta della ben nota striatura trasversale delle fibre stesse; si attaccano alla cuticola dell'esoscheletro o dell'endoscheletro per mezzo di fibrille non contrattili (*tonofibrille*), assimilabili ai tendini dei Vertebrati. Il loro numero è elevato, dell'ordine di migliaia. Si distinguono in *scheletrici* e *viscerali*: i primi hanno denominazioni derivate dal loro percorso o dalla loro funzione e sono generalmente pari e simmetrici. Sono responsabili dei movimenti delle appendici e delle regioni morfologiche del corpo, perciò sono detti anche *somatici*. La muscolatura viscerale è associata agli organi interni ed è solo in parte costituita da fibre muscolari lisce.

## IL SISTEMA DIGERENTE

Il sistema digerente è il principale responsabile della crescita, poiché deve garantire il sostentamento dei processi metabolici. Esso si occupa di trattare gli alimenti assorbendo e assimilando le componenti nutrienti e scartando ciò che non è utilizzabile.

Il canale alimentare è costituito da:

- STOMODEO: faringe, esofago, ingluvie, ventriglio;
  - CARDIAS: permette passaggio unidirezionale verso il mesentero;
- MESENTERO: ciechi gastrici;
  - PILORO: permette passaggio unidirezionale verso il proctodeo;
- PROCTODEO: ileo, colon, retto con ampolla e papille rettali.

Stomodeo e proctodeo sono di derivazione ectodermica, quindi sono invaginazioni del tegumento e ne presentano la struttura:

- INTIMA: è la cuticola, la parte più esterna del tegumento, che nel tubo digerente è quella più interna;
- EPITELIO: corrisponde all'epidermide;
- TUNICA PROPRIA: corrisponde alla membrana basale.

I tre strati sono avvolti dal peritoneo e da muscoli che permettono il funzionamento del sistema.

Il mesentero è invece di derivazione endodermica, quindi ritroviamo una struttura analoga alle precedenti, ma priva dell'intima. Questa è sostituita da una membrana peritrofica.

### LO STOMODEO

Lo stomodeo riveste alcune funzioni:

- INGESTIONE E TRASPORTO DEL CIBO
- ACCUMULO E TRITURAZIONE
- EVENTUALE INIZIO DELLA DIGESTIONE con gli enzimi della saliva. Non fa mai assorbimento.

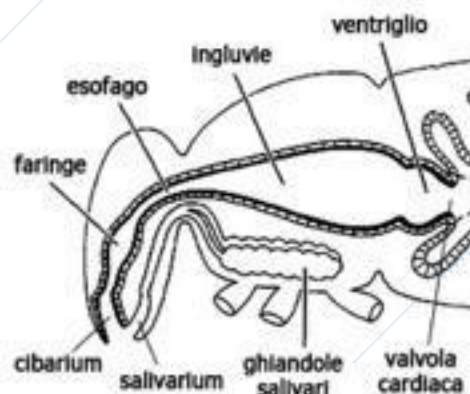
Ogni funzione è svolta da una sottosezione:

-**FARINGE**: ingerisce il cibo;

-**ESOFAGO**: convoglia il cibo all'interno del tubo digerente;

-**INGLUVIE**: è spesso presente ed è una dilatazione in cui il bolo può sostare e accumularsi prima della digestione o del rigurgito;

-**VENTRIGLIO**: non è sempre presente. È un rigonfiamento coriaceo e muscoloso che presenta un'intima molto spessa e dura. I muscoli si contraggono a intervalli, smuovendo il bolo che viene triturato dall'intima.



## IL MESENTERO

Il mesentero è impiegato per:

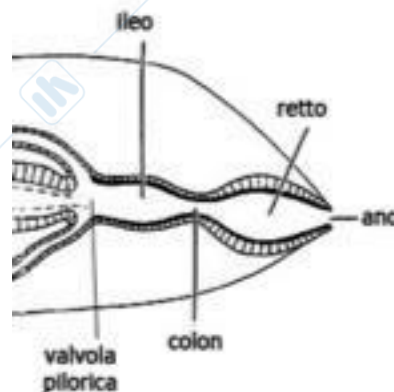
- DIGESTIONE
- ASSIMILAZIONE

Lo strato di epitelio a contatto con il lume presenta delle invaginazioni digitiformi che presentano un alto rapporto superficie/volume e sono funzionali all'assorbimento. Poiché il lume presenta condizioni poco favorevoli alla vita, queste cellule epiteliali vivono poco, e lo strato si rigenera di continuo. Come protezione, l'epitelio dell'insetto produce una membrana peritrofica attorno al bolo, in modo da proteggere il tubo digerente da corpi estranei.

Il mesentero presenta anche dei ciechi gastrici in cui il bolo sosta e viene digerito e assimilato completamente. Il piloro è invece la valvola che consente il passaggio degli scarti nel proctodeo.

## IL PROCTODEO

Il proctodeo ha la stessa struttura dello stomodeo. Qui arrivano le feci dal mesentero e le urine dai tubi del Malpighi (che costituiscono il SISTEMA ESCRETTORE). Proprio per evitare la perdita di acqua, il liquido delle urine viene recuperato nell'ampolla rettale: questo avviene con il pompaggio di sali nella cavità corporea, che per osmosi, vengono seguiti dal liquido. Infine avviene l'espulsione.



**N.B.** In molti Rincoti che si nutrono di linfa elaborata, è presente anche una CAMERA FILTRANTE: poiché la linfa è molto ricca di zuccheri rispetto ad altri nutrienti essa deve essere filtrata. La porzione finale del mesentero è ripiegata attorno alla parte iniziale: l'eccesso di zuccheri passa dall'a prima all'ultima porzione dell'intestino medio in maniera tale che gli zuccheri non vengano assimilati. Questo scarto, quando viene espulso, prende il nome di melata: essa viene utilizzata come nutrimento da insetti come le api e da alcuni funghi.

La fisiologia del sistema digerente degli insetti è in dipendenza del tipo di alimentazione, che può essere svariatissimo. Si è affermato che gli insetti possono attaccare ogni sorta di composto organico, dal legno, alle stoffe, dalla linfa delle piante, al sangue dei vertebrati, dai tessuti vegetali a quelli animali, viventi e non pertanto in base alla digestione vengono prodotti enzimi piuttosto che altri. Pertanto :

In analogia con i processi digestivi di altri animali, anche negli Insetti si distingue una digestione enzimatica e una microbica: la prima utilizza enzimi litici prodotti dallo stesso insetto, la seconda utilizza invece enzimi litici prodotti da microrganismi simbiotici (Batteri, Funghi, Protozoi); in quest'ultimo caso l'insetto utilizza i prodotti di

scarto dei microrganismi o, più semplicemente, si nutre a spese dei microrganismi stessi.

La digestione enzimatica dipende fundamentalmente dalla dieta dell'insetto e da caratteristiche morfologiche, anatomiche ed etologiche intrinseche alla specie. In particolare, la dotazione di enzimi è strettamente associata alla specificità della dieta:

- nelle specie onnivore, l'apparato digerente dispone della generalità di enzimi litici in grado di digerire la maggior parte dei principi nutritivi: proteasi, lipasi, saccarasi, amilasi, ecc.;
- nelle specie fitofaghe, dispone in particolare di una vasta gamma di enzimi che digeriscono i glucidi (saccarasi, amilasi, invertasi, maltasi, ecc.);
- nelle specie zoofaghe, dispone in particolare di enzimi che digeriscono i lipidi e le proteine (lipasi e proteasi).

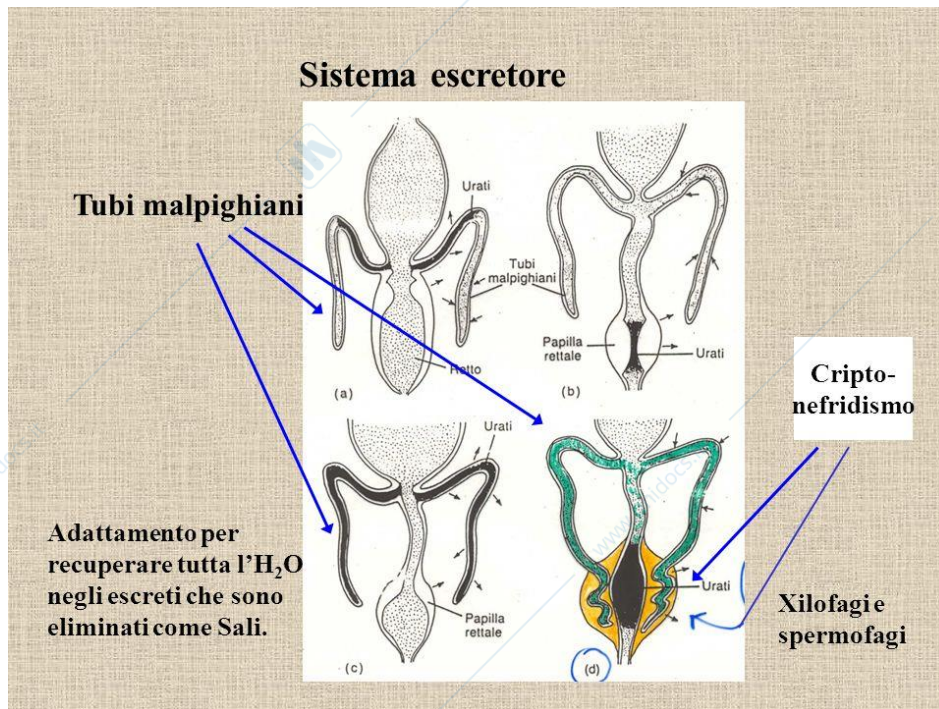
La localizzazione della digestione enzimatica è alquanto eterogenea: in generale la digestione si svolge nel mesentero, ma alcuni processi possono iniziare già nello stomodeo, ad opera di enzimi prodotti dalle ghiandole salivari oppure nell'emolinfa. In alcuni insetti ha luogo nel proctodeo e si ritiene che i prodotti della digestione ritornino nel mesentero per poter essere assorbite .

L'elemento differenziale di maggiore rilievo è tuttavia la digestione extracorporea, che si attua prima dell'assunzione dell'alimento mediante l'introduzione di succhi digestivi nel vegetale o nell'animale attaccato. Questo comportamento riguarda in particolare i fitomizi dell'ordine dei Rincoti e alcuni artropofagi che hanno un apparato boccale adatto a succhiare l'alimento in forma liquida:

- I fitomizi iniettano con il loro apparato boccale pungente-succhiante una saliva contenente enzimi litici che alterano i componenti della linfa o provocano alterazioni istologiche dei tessuti vegetali (neoplasie, galle, arricciamenti, ecc.).
- Alcuni predatori o parassitoidi iniettano nel corpo della vittima enzimi litici che trasformano i tessuti in una massa fluida che viene aspirata con l'apparato boccale (es. Rincoti Eterotteri predatori e larve di Imenotteri parassitoidi). In alcuni casi l'apparato boccale è di tipo masticatore modificato, con mandibole e/o mascelle adattate a perforare, iniettare e succhiare e apertura boccale chiusa (Coleotteri Ditiscidi e larve di Neurotteri Planipenni).

La digestione microbica interessa invece gli insetti fitofagi in senso lato e gli insetti xilofagi. In questi casi la dieta è ricca di componenti nutritivi che la digestione enzimatica, da sola, non è in grado di attaccare (cellulosa, lignina) oppure ha una composizione squilibrata, povera in alcuni principi nutritivi. In quest'ultimo caso la digestione microbica ha lo scopo biologico di riequilibrare la composizione chimico-nutritiva di una dieta a basso valore nutritivo, in modo analogo a quanto avviene nei Mammiferi erbivori.

## L'apparato escretore



L'apparato escretore negli Insetti, deputato all'eliminazione delle sostanze di rifiuto (cataboliti), si compone di due sistemi, uno localizzato, l'altro diffuso. Il primo si identifica in organi localizzati, i *tubi malpighiani*, presenti in quasi tutti gli Insetti, il secondo si identifica con un insieme di strutture unicellulari o pluricellulari presenti in diverse parti del corpo. Altri organi, pur non facendo parte dell'apparato escretore vero e proprio, svolgono anche una funzione escretoria coadiuvante: si tratta del tessuto adiposo, comprendente elementi cellulari che accumulano al loro interno cataboliti e derivati dell'acido urico, del tegumento e dell'intestino.

### I TUBI MALPIGHIANI

I *tubi malpighiani* sono organi assimilabili ai reni dei Vertebrati e localizzati nella cavità addominale. Sono presenti nella generalità degli Insetti, ma in alcuni gruppi sistematici sono del tutto assenti (es. Afidi).

Si presentano, in generale, come tubuli sottili a fondo cieco, confluenti nel proctodeo subito dopo la valvola pilorica. Il loro numero è estremamente variabile. A tal proposito gli Insetti si distinguono in due categorie:

- Specie *polinefriche*. Sono provviste di un numero elevato di tubi malpighiani, dell'ordine di decine, in qualche caso anche superiore a 200 <sup>[1]</sup>.
- Specie *oligonefriche*. Sono provviste di un numero limitato di tubi malpighiani, dell'ordine di poche unità.

In genere l'intero corpo dei tubi malpighiani fluttua nell'emocele, agendo come organi filtranti. In alcuni insetti, in generale xilofaghe e facenti parte degli ordini dei Coleotteri o, limitatamente allo stadio di larva, dei Lepidotteri, hanno i tubi malpighiani aderenti al proctodeo per mezzo di una membrana comune che avvolge l'intera struttura. Queste specie sono dette *criptonefriche*. La funzione dei tubi malpighiani

nelle specie criptonefriche è il riassorbimento dell'acqua dal contenuto del proctodeo prima dell'emissione delle feci.

La funzione principale dei tubi malpighiani è quella di filtrare (per secrezione) l'emolinfa, i prodotti del metabolismo proteico (ammoniaca, urea, acido urico) e regolare gli equilibri salini. Nelle specie *criptonefriche*, tipicamente a regime dietetico xilofago, i tubi malpighiani assolvono alla funzione di riassorbimento dell'acqua dalle feci. Oltre all'escrezione, i tubi malpighiani possono assolvere anche ad altre funzioni secondarie. In questi casi possono ospitare microrganismi simbiotici, secernere seta, ecc.

Istologicamente un tubo malpighiano è costituito da un epitelio semplice. Le cellule dell'epitelio hanno la parte terminale, rivolta verso il lume interno, disseminata di microvilli. L'epitelio poggia su una tunica peritoneale percorsa da tracheole. Nella maggior parte degli Insetti, la tunica peritoneale è provvista anche di una muscolatura, la cui funzione è quella di mescolare il contenuto del lume del tubo malpighiano e aumentare il contatto del tubulo con l'emolinfa. Questa muscolatura manca nei Tisanuri, nei Dermatteri e nei Tisanotteri.

## ALTRI ORGANI

I *nefrociti* sono reni rudimentali costituiti da gruppi sparsi di cellule, a volte isolate, associati allo stomodeo e alle ghiandole salivari e, soprattutto, al vaso dorsale (*nefrociti pericardiali*). La loro funzione è quella di regolare il pH dell'emolinfa, neutralizzando le basi e di agire come organi escretori intermedi, trasformando i cataboliti in una forma che saranno poi eliminate attraverso i tubi malpighiani.

La funzione di escrezione è inoltre attribuita anche ad altri organi o tessuti in grado di accumulare sostanze di scarto sottraendole all'organismo. Fra questi rientrano le cellule dell'epidermide dell'esoscheletro e alcuni elementi cellulari del tessuto adiposo.

## IL SISTEMA RESPIRATORIO

Negli insetti non avviene un passaggio di ossigeno dall'aria al sangue: esso viene condotto direttamente ai tessuti con un sistema di tubi. La respirazione avviene con l'inspirazione e l'espiazione grazie alla contrazione addominale, anche se alcune volte l'aria diffonde spontaneamente.

L'apparato respiratorio degli insetti è costituito dall'insieme dei tubuli (trachee e tracheole) che trasportano l'ossigeno, all'interno del corpo, permettendo lo scambio diretto del gas tra l'atmosfera e cellule; gli scambi gassosi avvengono senza l'intermediazione di legami chimici del tipo ossigeno-emoglobina del sangue (negli insetti non troviamo quasi mai pigmenti respiratori: l'ossigeno viene portato agli organi interni per capillarità e per diffusione). Anche l'anidride carbonica, prodotta dal metabolismo, viene scambiata con l'atmosfera, seguendo lo stesso percorso in senso inverso. L'analisi anatomica dell'apparato respiratorio mette in evidenza una fitta rete di tubuli che raggiunge ogni organo e tessuto del corpo dell'insetto;

Il sistema è costituito da:

- **STIGMI**: sono aperture del tegumento (origine ectodermica), il cui numero e la cui dimensione dipendono dall'insetto (originariamente ve ne erano un paio per segmento post-cefalico). Presentano dei peli che fungono da filtri; sono seguiti da un atrio che porta l'aria alle trachee. Tra atrio e trachea vi è un meccanismo di apertura e chiusura che funziona grazie ad alcuni muscoli.

*Gli stigmi sono le aperture esterne delle trachee e corrispondono ai pori di inflessione del tegumento; generalmente occupano la zona pleurale dei segmenti toraci e addominali, in numero di due per segmento. Tuttavia il loro numero varia secondo gli ordini. Alcuni insetti non hanno stigmi aperti e funzionanti per cui l'assunzione di ossigeno avviene per osmosi attraverso il tegumento. Lo scambio osmotico può avvenire su tutto il tegumento o solamente in alcune parti di esso. Lo stigma presenta un'apertura generalmente ovale e circondata da cercine sclerificato detto peritrema; quest'ultimo manca in alcuni insetti primitivi. Procedendo verso l'interno troviamo, subito sotto lo stigma, la camera stigmatica o atrio; questa è una dilatazione del tubulo attrezzata da formazioni cuticolari, di vario sviluppo, atte a formare un apparato filtrante che trattiene i corpi estranei presenti in atmosfera. Nell'atrio inoltre può essere presente un apparato di chiusura con lo scopo di impedire ogni scambio gassoso, isolando l'insetto dall'ambiente atmosferico; questo apparato è costituito generalmente da membrane o pezzi sclerificati della cuticola, azionati da muscoli. Il sistema di chiusura è stagno e permette all'insetto di vivere in ambiente atmosferico sfavorevole, anche per giorni, in virtù sia della presenza di sacchi aerei, con funzione di riserva gassosa, sia per la natura eteroterma (l'insetto non consuma ossigeno per la termoregolazione). E' molto importante tenere presente questa capacità di resistere in ambiente atmosferico sfavorevole nella pratica attuazione di lotte con insetticidi gassosi*

- **TRACHEE:** sono invaginazioni del tegumento che partono dagli stigmi. Successivamente si diramano per raggiungere tutti i tessuti. Hanno una struttura cuticolatizzata che permette loro di non collassare, tuttavia devono anche essere flessibili, e per questo presentano una struttura ondulata con parti sottili intervallate a porzioni ispessite. In alcuni insetti acquatici (quelli che respirano sott'acqua) sono presenti delle **TRACHEO-BRANCHE** che permettono lo scambio di ossigeno con l'acqua.

*Le trachee sono tubi originati per introflessione ectodermica, esse si diramano all'interno del corpo dell'insetto a formare un albero tracheale. L'albero tracheale può essere molto semplice, come negli insetti Atterigoti in cui ogni trachea ha la sua diramazione e non è in comunicazione con le altre; negli insetti più evoluti il sistema diviene più complesso e le trachee principali sono uniche da trachee trasverse. Le trachee presentano di norma una sezione circolare e sono tenute baenti da una serie di formazioni anulari (chiuso, aperte o spirali) chiamate tenidi. Le pareti di tutto l'albero tracheale sono permeabili ai gas e presentano una struttura stratificata simile al tegumento, pertanto avremo:*

- endotrachea o intima cuticolare
- epitelio
- ectotrachea

- **TRACHEOLE:** sono di origine endodermica; sono piccole, flessibili e permeabili. Per evitare un dispendio energetico, quando il muscolo è a riposo, esso secerne del liquido all'interno delle tracheole, impedendo gli scambi gassosi; se esso si deve attivare, il liquido viene spinto all'esterno e la respirazione riprende.

*Le tracheole sono la risultante dell'estrema diramazione dell'albero tracheale; sono esilissime avendo un diametro non superiore al micron. La parete, costituita da una cellula stellata, è permeabile, oltre che ai gas, anche ai liquidi. Le tracheole globalmente, o il loro tratto terminale, sono piene di un riassorbimento da parte delle loro pareti, quando gli organi in cui esse si trovano hanno bisogno di ossigeno e quindi di aria. Le tracheole costituiscono una rete capillare che circonda e penetra tutti gli organi interni portandovi ossigeno.*

- **SACCHI AEREI:** non sono sempre presenti. Sono sacchi comprimibili molto ampi, in modo da rendere lo scambio molto veloce, infatti sono presenti in insetti con un grande dispendio energetico (es. insetti volanti).

*I sacchi aerei sono delle dilatazioni delle trachee; rivestono particolare importanza nella respirazione, permettendo una migliore ventilazione dell'albero tracheale costituendo una riserva d'aria. Sono presenti in maggior numero e con maggiori dimensioni negli insetti volatori, dove svolgono anche una funzione regolatrice del volo (diminuiscono il peso specifico) e negli insetti acquatici dove costituiscono una essenziale riserva di ossigeno.*

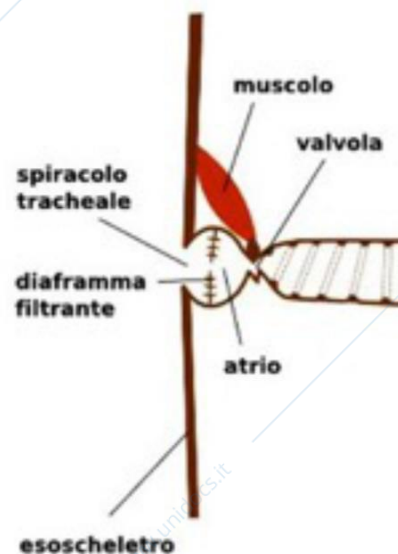
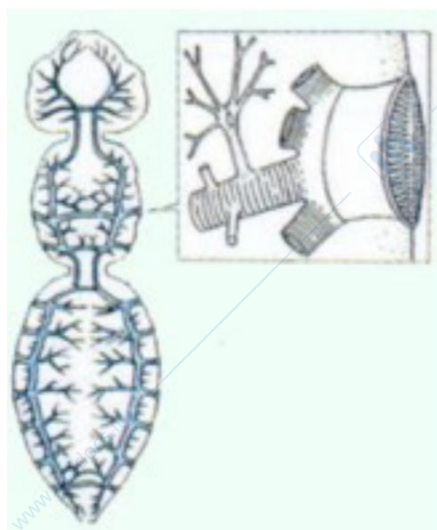
## Insetti Acquatici

Negli insetti acquatici il sistema respiratorio è fornito di organi in grado di utilizzare l'ossigeno disciolto nell'acqua; questi organi sono essenzialmente delle estroflessioni del tegumento con parete molto sottile che consente il passaggio dell'ossigeno dall'acqua alle trachee. A seconda del tipo di formazione che le distinguono possiamo avere:

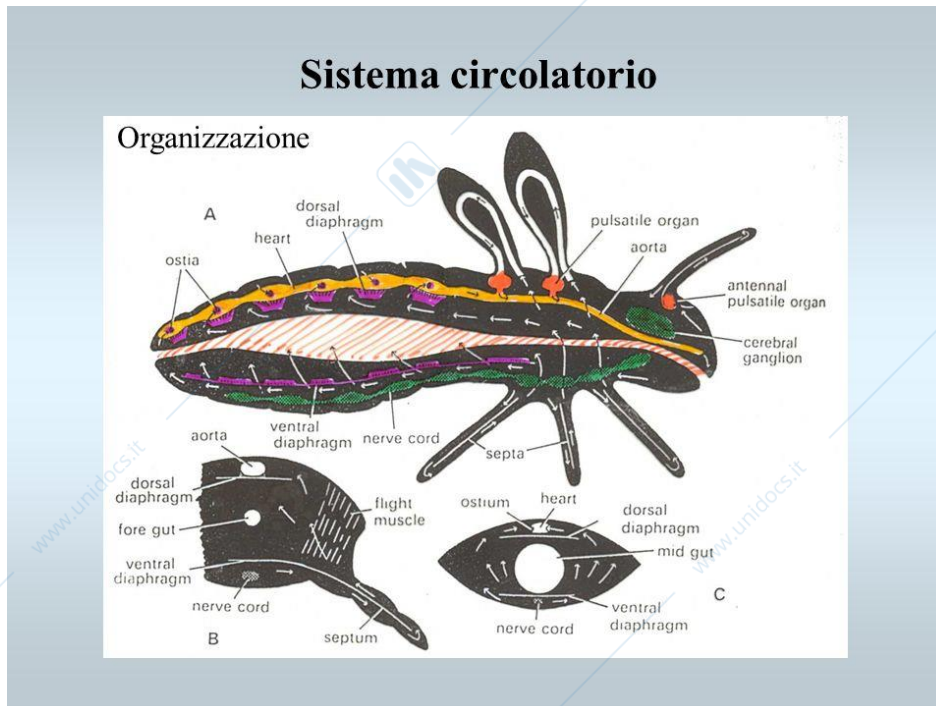
- Branchie tracheali (permettono lo scambio di ossigeno)
- Branchie sanguigne (non contenenti branchie ma emolinfa)
- Branchie cuticolari (derivante da evaginazione degli stigmi)
- Branchie fisiche (Conteng. delle bolle d'aria che vengono consumate in H<sub>2</sub>O)

Negli insetti acquatici troviamo le pseudobranchie

La respirazione degli insetti non è vincolata ad un ritmo respiratorio specifico ma risente dell'attività svolta dall'insetto stesso. Quando l'insetto è a riposo il consumo di ossigeno è molto basso, in questo caso è sufficiente la diffusione dei gas che avviene all'interno delle branche senza movimenti respiratori. Negli insetti in attività il consumo di ossigeno è molto elevato e pertanto occorre una ventilazione più cospicua, attiva e determinata da movimenti respiratori. Il movimento attivo, cioè determinato dalla contrazione muscolare è quello della espirazione; l'inspirazione è passiva ed è conseguente al rilassamento delle muscolature che richiamano aria all'interno delle trachee. Normalmente dopo l'inspirazione vengono chiusi gli stigmi che si riapriranno al momento dell'espirazione, questi atti respiratori dipendono dal consumo di ossigeno. Lo scambio di ossigeno, tra l'ambiente atmosferico del lume delle tracheole e le cellule, avviene in ossequio ai fenomeni fisici della pressione osmotica e della tensione superficiale. L'insetto in debito di ossigeno libera nell'emolinfa dei cataboliti che fanno aumentare la pressione osmotica dei liquidi che circondano la tracheola, determinando il richiamo all'esterno del liquido contenuto nelle tracheole; la parte distale delle tracheole liberatasi del liquido si riempie di aria che può così arrivare in profondità ai tessuti per diffusione diretta.



## IL SISTEMA CIRCOLATORIO



L'apparato circolatorio degli insetti è costituito dall'insieme dei vasi sanguigni e della cavità (emocele) entro cui scorre il sangue (emolinfa); le sue funzioni sono di natura trofica e meccanica, svolge inoltre la funzione di veicolo ormonale e fagocitaria.

La funzione respiratoria è svolta, quasi totalmente, dall'apparato tracheale e non grava sul sistema circolatorio che, pertanto, è molto semplice e consta essenzialmente di un apparato vascolare ed un sistema di lacune (interstizi tra i vari organi) che costituisce la cavità interna del corpo (emocele). Quest'ultima parte di gran lunga più importante e pertanto il sistema nel suo complesso viene definito lacunare.

L'emolinfa è un fluido costituito da:

- **LIQUIDO, COMPONENTI SOLUTI E COMPONENTI SOSPESI**, che insieme formano il PLASMA;
- **PARTE CELLULARE**, che include cellule leucocitarie (emociti), enociti e nefrociti.

Le sue funzioni sono:

1. PROTEZIONE DA PATOGENI (grazie agli emociti);
2. TRASPORTO DI SCARTI, NUTRIENTI E ORMONI;
3. SOLUZIONE TAMPONE;  
MANTENIMENTO DELL'OSMOSI;
4. SCHELETRO IDROSTATICO;
5. RISERVA DI ACQUA
6. COAGULAZIONE IN CASO DI GRAVI FERITE;
7. IN RARISSIMI CASI TRASPORTO DI OSSIGENO (Chironomidi).

La circolazione dell'emolinfa avviene sotto la spinta del tubo VASO DORSALE. L'emolinfa scorre nei vasi e permea i tessuti, perché il sistema circolatorio degli insetti è aperto. Il vaso dorsale è diviso in due porzioni:

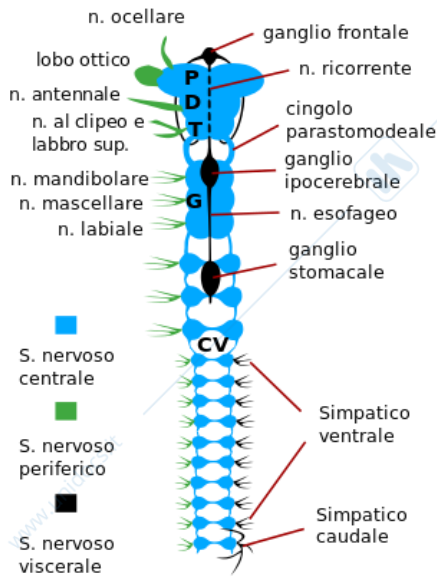
- **POSTERIORE:** questa porzione funge da pompa, perché presenta strutture simili a ventricoli formate da cellule muscolari: sono i VENTRICOLITI. Essi hanno aperture laterali chiamati OSTIOLI che permettono l'ingresso dell'emolinfa, la quale viene pompata fuori con la sistole dalla parte anteriore.
- **ANTERIORE:** il sangue che arriva dai ventricoliti passa nell'aorta, che porta il fluido al capo. Il ciclo si completa grazie a due diaframmi posti in posizione dorsale e ventrale rispetto al tubo digerente, che si contraggono generando un flusso di emolinfa dal sangue verso l'addome. Nelle porzioni più strette del corpo, come le zampe, ci sono piccoli ventricoliti per consentire comunque un buon flusso.

*L'apparato vascolare è costituito dal vaso dorsale e dai vasi o organi pulsatili accessori. Le pareti di questi vasi sono costituite da una tunica muscolare, con muscoli longitudinali e circolari, e da una tunica avventizia.*

*Il vaso dorsale si presenta come un tubo che percorre in senso longitudinale tutto il corpo; è chiuso posteriormente mentre è aperto, nel capo in corrispondenza del cervello. Nel vaso dorsale si distinguono due parti:*

- ➔ *La parte posteriore addominale o cuore rappresenta la parte più pulsatile e di maggiore dimensione ; presenta delle invaginature della parete che lo suddividono in camere, chiamate ventricoliti, ognuna delle quali possiede due ostioli. Questi sono delle aperture che consentono al sangue di diffondere nellemocele (alcuni ostioli posteriori o efferenti), ma soprattutto dall'emocele (la maggior parte degli ostioli detti, in questo caso , afferenti);*
- ➔ *La parte anteriore o aorta è situata nella regione toracica e nel capo; si presenta di minore dimensione, poco pulsatile e molto spesso divisa in due o più rami chiamati aorte cefaliche che si aprono sotto il cervello. I vasi pulsatili accessori si presentano di varia forma (ampolle, tubuli, sacchi) e sono normalmente posti alla base o dentro alle appendici del corpo (ali, zampe e antenne). La loro funzione è di coadiuvare il movimento della emolinfa dentro le appendici.*

## IL SISTEMA NERVOSO



Il sistema nervoso degli insetti consta di cellule nervose (neuroni) specializzate nella ricezione e trasmissione di impulsi consistenti in:

- corpo cellulare nucleato
- dendriti (ramificazioni riceventi)
- assone o neurite (ramificazione trasmittente)

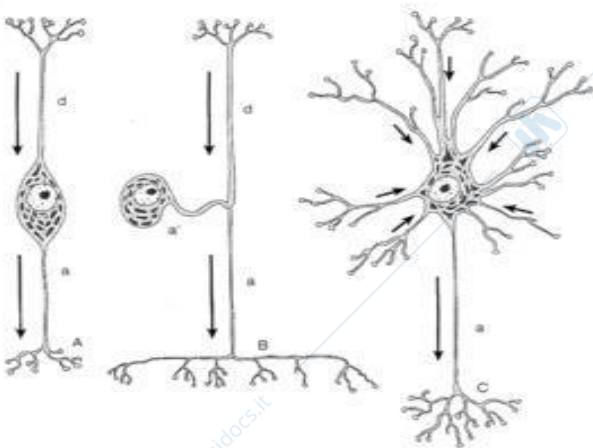
Negli insetti si riconoscono 3 tipi di neuroni:

- sensoriali (bipolari e centripeti)
- associativi (multipolari)
- motori (unipolari e centrifughi)

Il sistema nervoso consente all'individuo di relazionarsi con il mondo che lo circonda: esso riceve informazioni dall'interno e dall'esterno, le elabora e produce una risposta. Le componenti cellulari del sistema nervoso sono i **NEURONI**, cellule nervose allungate formate da un corpo cellulare, uno o più assoni e dei dendriti:

- **NEURONI MONOPOLARI:** producono l'impulso e lo trasmettono, quindi hanno un corpo cellulare e un assone;
- **NEURONI BIPOLARI:** fanno passare l'impulso, quindi il corpo cellulare presenta due assoni;
- **NEURONI MULTIPOLARI:** ricevono un impulso e lo trasmettono in molte direzioni, quindi ricevono da un solo assone e smistano su più assoni.

Nell'immagine si osservano, da destra a sinistra, un assone bipolare, uno monopolare e uno multipolare.



L'impulso nervoso è di due tipologie e può essere quindi trasferito in due modi:

- **ENTRO LA CELLULA**: l'impulso segue una via elettrochimica, con un trasferimento di ioni che genera una differenza di potenziale elettrochimico;
- **TRA NEURONI o TRA NEURONE E MUSCOLO**: i neuroni sono tra di loro a contatto ma presentano delle interruzioni chiamate sinapsi. Il trasporto attraverso le sinapsi avviene ad opera di alcuni neurotrasmettitori come l'ACETILCOLINA.

La colina viene attivata, con un gruppo acetile, da un enzima specifico all'arrivo dell'impulso in prossimità della sinapsi. Essa si trova nei vacuoli all'estremità del neurone trasmittente. Quando arriva il segnale, questi vacuoli si fondono portandosi verso la membrana del neurone: l'acetilcolina esce dal trasmittente e si porta sui siti specifici di legame del ricevente, dove sono presenti dei recettori che instaurano interazioni reversibili con il neurotrasmettitore. Questo consente l'apertura dei canali del sodio e fa ripartire l'impulso. Il legame si rompe e l'acetilcolina viene scissa in acetato e colina dall'acetilcolina esterasi (questo avviene per evitare che il neurotrasmettitore porti falsi segnali).

Alcuni insetticidi bloccano il segnale oppure producono falsi stimoli. Altri ancora impediscono l'esterasi dell'acetilcolina.

I neuroni sono associati in gangli (2 gangli per ogni somite, spesso fusi in un solo ganglio. Frequentemente si osserva anche una fusione dei gangli intermetamerici). Il sistema nervoso, che non è centralizzato, si divide in:

- **SNC o SISTEMA NERVOSO CENTRALE**: è il diretto responsabile delle attività volontarie. È formato da una doppia catena ventrale di gangli, dallo gnatocerebro e dal cerebro:
  - **CEREBRO**: si trova sopra il tubo digerente ed è composto da 3 masse gangliari:
    - Protocerebro: riceve i segnali dagli organi visivi e li elabora;
    - Deutocerebro: riceve segnali di tipo olfattivo dalle antenne;
    - Tritocerebro: è poco sviluppato e innerva il labbro superiore. Dal tritocerebro parte il SNV.
  - **GNATOCEREBRO**: innerva le appendici boccali e il labbro superiore. Controlla anche le ghiandole salivari;
  - **CATENA GANGLIARE VENTRALE**: è costituita, almeno originariamente, da 3 + 11 coppie di gangli.

Il sistema nervoso centrale ha il compito di coordinare e produrre una risposta a tutti gli stimoli che provengono all'insetto sia dall'esterno, sia dall'interno; esso è formato da ammassi di cellule nervose detti gangli. I gangli sono organizzati a formare una coppia per segmento unita mediante commessure trasverse; le coppie sono collegate longitudinalmente insieme a formare una catena. Da ogni ganglio prendono origine i nervi che vanno ad innervare gli organi interni e le varie appendici del corpo. (ali, zampe etc). Molto spesso i gangli non sono tra loro distinguibili perché tendono a fondersi in un unico ammasso di cellule che può essere formato anche da più coppie fuse insieme. Nel complesso del sistema nervoso centrale si distinguono tre zone: il cervello o cerebro, il gnatocerebro e la catena ganglionare ventrale.

Il cerebro è costituito dalla fusione delle prime tre coppie di gangli ed è situato generalmente nel cranio, dorsalmente allo stomodeo; a volte può essere posto più

verso la parte caudale e occupare parte del torace. Esso innerva gli organi della vista, le antenne ed il labbro superiore.

Il cervello è il complesso più voluminoso del sistema e si divide in tre parti:

- 1) Il protocerebro è la parte più voluminosa del cervello ed è costituita dai lobi protocerebrali da cui si dipartono i due lobi ottici che innervano gli occhi composti; i lobi ottici che innervano gli occhi composti; i lobi protocerebrali comprendono inoltre i corpi ocellari che innervano gli ocelli, i due corpi peduncolari e gruppi di cellule nervose dette cellule neuricrine. I corpi peduncolati, molto sviluppati negli Insetti sociali, secernono sostanze ormonali e funzionano da centri associativi. Le cellule neuricrine sono cellule neurosecretrici, in grado cioè di secernere ormoni.

Il cervello è suddiviso in tre parti denominate, in ordine antero-posteriore, *protocerebro*, *deutocerebro* e *tritocerebro*. Ad essi è affidata l'innervazione degli organi cefalici dorsali (gli occhi composti, gli ocelli, le antenne, il clipeo e il labbro superiore); nel protocerebro sono presenti due formazioni, i *corpi peduncolati*, che sarebbero centri di funzioni psichiche nelle operaie degli Insetti sociali <sup>[1]</sup>. Dal tritocerebro parte inoltre il sistema nervoso viscerale che innerva l'intestino anteriore.

Lo gnatocerebro innerva le appendici dell'apparato boccale. Da esso parte la doppia catena gangliare, detta *catena gangliare ventrale*. La catena gangliare ventrale si estende nel torace e nell'addome. Essa mantiene in genere, come carattere primitivo, la separazione delle coppie gangliari. Si distinguono perciò, primitivamente, tre coppie toraciche e undici coppie addominali, ma non mancano, tuttavia casi, di fusione dei gangli in due masse, una toracica e una addominale, o, addirittura, in un'unica massa. A prescindere dall'organizzazione strutturale, ad ogni coppia di gangli compete l'innervazione del segmento corrispondente e delle appendici eventualmente associate (zampe, ali, gonapofisi, cerci, ecc.)

- **SNV o SISTEMA NERVOSO VISCERALE**: consta di nervi e gangli dotati di autonomia funzionale in rapporto a organi interni, quindi regola le attività involontarie. Si distingue in:
  - **DORSALE**: regola la peristalsi esofagea. Una sua porzione (CARDIOAORTICO) secerne ecdisone (ormone della muta) e neotenina (ormone giovanile) quando stimolato dall'ormone cerebrale;
  - **VENTRALE**: regola l'attività digestiva;
  - **CAUDALE**: innerva principalmente il sistema riproduttore.

Il sistema nervoso viscerale mantiene una propria autonomia da quello centrale, pur essendovi collegato. Ad esso competono le funzioni neurovegetative, con l'innervazione di organi interni. È composto da tre distinti sistemi: il *simpatico dorsale*, il *caudale*, il *ventrale*.

Il **simpatico dorsale**, detto anche *stomatogastrico*, è un sistema impari, connesso al tritocerebro, che innerva lo stomodeo. In ordine antero-posteriore è composto dal *ganglio frontale*, dal *ganglio ipocerebrale* e da uno o due *gangli stomacali*, connessi fra loro da un *nervo ricorrente*. Il sistema si localizza nella parte dorsale dello stomodeo, con i primi due gangli ubicati nella regione cefalica, rispettivamente davanti e sotto il cervello.

Il **simpatico ventrale** ha un'organizzazione prettamente metamerica: parte dallo gnatocerebro e dalla catena gangliare ventrale e innerva le trachee e gli stigmi.

Il **simpatico caudale**, infine, parte dall'ultimo ganglio della catena ventrale e innerva il proctodeo e gli organi genitali.

- **SNP o SISTEMA NERVOSO PERIFERICO**: è composto da neuroni in rapporto con la periferia del corpo (tegumento, muscoli, organi di senso, ecc.). E' anche costituito da organi di senso tegumentari (cellule epidermiche non nervose) che ricevono stimoli meccanici, chimici e fisici.

Un esempio è:

**SENSILLO TRICOIDEO**: il movimento viene trasmesso al neurone perché nel punto di inserzione del sensillo, la cuticola non è sclerotizzata, ma è membranosa. Sono queste modificazioni del tegumento a rendere possibile la ricezione di stimoli. Un secondo esempio è quello dell'occhio.

Il sistema nervoso periferico comprende gli assoni dei neuroni motori, che innervano la muscolatura striata, e l'insieme dei neuroni sensoriali associati ai recettori. Si sviluppa in tutte le parti del corpo ed è associato ai gangli del sistema nervoso centrale.

## L'OCCHIO

L'occhio è un organo di senso associato al sistema nervoso periferico. Esso acquisisce informazioni da elaborare per produrre un'azione. È composto da cellule nervose e porzioni tegumentarie che sono modificazioni della cuticola, dell'epidermide e della membrana basale.

Un occhio composto è formato da molte unità chiamate **OMMATIDI**: ogni ommatidio è formato da:

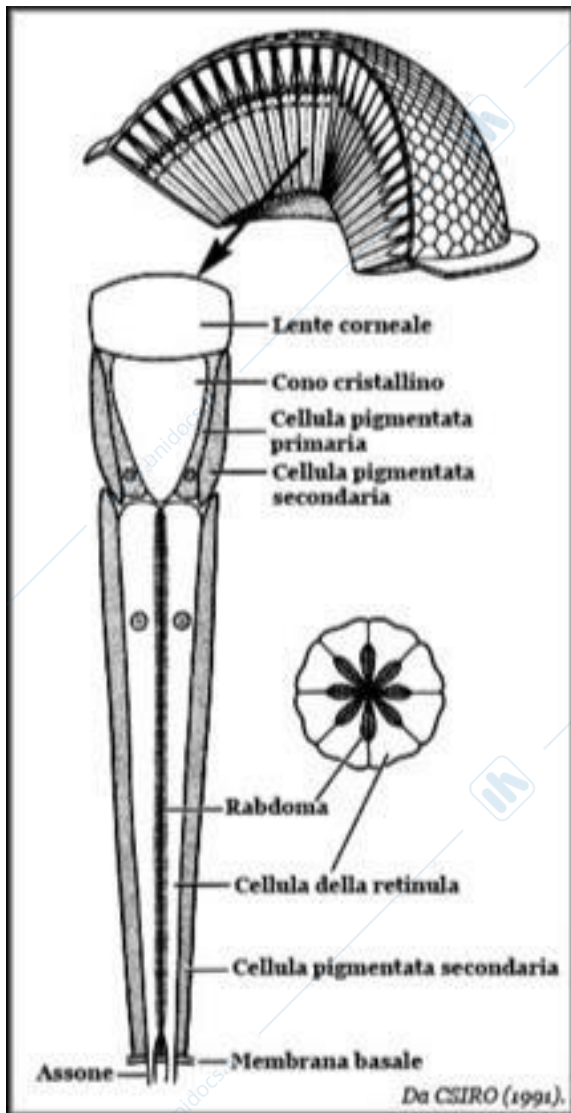
- CORNEA**: è la parte cuticolare, che è diventata trasparente e convessa;
- CRISTALLINO**: di derivazione epidermica, è anch'esso diventato trasparente;
- RETINA**: è la parte neuronale che cattura i fotoni con dei pigmenti

Ogni ommatidio vede soltanto ciò che è in linea con il suo asse, in modo che le immagini catturate vengano inviate al protocerebro che le assembla (non sovrapponendole, altrimenti la vista sarebbe sfuocata, ma mettendole vicine come un mosaico). Più ommatidi sono presenti e più la vista sarà ampia e nitida.

Negli insetti notturni aumenta l'angolo di visuale degli ommatidi: i pigmenti della retina si spostano in maniera da far entrare anche la luce obliqua. In questo modo l'insetto riesce a vedere un'immagine (non molto nitida) anche al buio.

Le larve presentano invece occhi simili a **OCELLI**: anch'essi presentano cornea, cristallino e retina, ma sono singoli (non formano occhi composti).

Un altro vantaggio degli insetti è quello di avere ommatidi in tutte le direzioni e di avere gli occhi posti lateralmente: in questo modo riescono a vedere sia cosa hanno frontalmente (in 3D, come l'uomo) sia ciò che hanno lateralmente (in 2D, come gli erbivori). Frontalmente vedono in tre dimensioni perché hanno un doppio punto di osservazione: gli ommatidi dell'occhio destro e quelli dell'occhio sinistro.



## I SISTEMI ENDOCRINO ED ESOCRINO

Sono due sistemi biologici particolari, diversi da tutti gli altri:

L'apparato secretore degli insetti è costituito dagli insiemi degli organi (ghiandole) che producono sostanze di varia natura, la cui funzione può essere di regolazione fisiologica e biologica oppure di regolazione fisiologica e biologica oppure di regolazione della vita di relazione dell'insetto. Per quanto riguarda il primo aspetto si tratta di sostanze con funzione ormonale che vengono riversate nell'emolinfa e prodotte da ghiandole a secrezione interna (ghiandole endocrine). Per quanto riguarda la vita di relazione dell'insetto le sostanze prodotte svolgono funzione di protezione, difesa, aggressione, comunicazione e sono secrete da ghiandole a secrezione esterna (ghiandole esocrine e ghiandole a feromoni) . possiamo quindi suddividere il sistema secretore in due grandi comparti:

- ➔ Sistema endocrino e
- ➔ sistema esocrino

- **IL SISTEMA ENDOCRINO** presenta unità funzionale ma non strutturale. Le ghiandole endocrine riversano principalmente ormoni all'interno del corpo. Gli ormoni sono composti chimici analoghi agli enzimi, con la differenza che non regolano una sola reazione ma interi processi fisiologici. Essi lavorano spesso a coppie:

**Es. ORMONI IPERGLICEMICO/IPOGLICEMICO**

**ORMONI ADIPOCINETICO/IPOLIPEMICO**

**ORMONI DIURETICO/ANTIDIURETICO**

eliminazione di acqua)

} regolano l'accumulo di metaboliti e sostanze di riserva  
regolano l'attività dei tubuli del Malpighi (assorbimento/

- **SISTEMA ESOCRINO** non presenta né unità strutturale né unità funzionale. Le ghiandole esocrine riversano secreti di varia origine all'esterno del corpo. Oltre alle normali ghiandole esocrine sono presenti speciali ghiandole che secernono sostanze per i segnali inter e intraspecifici.

## LE GHIANDOLE ESOCRINE

Ogni ghiandola è formata da una o più cellule che producono il secreto in una sacca e da dei muscoli che comprimono tale sacca per espellere la sostanza. Sono presenti diversi tipi di ghiandole esocrine:

- **SALIVARI:** lubrificano l'inizio del tratto digerente e in alcuni casi permettono l'inizio della digestione;
- **COLLETERICHE:** producono sostanze utili alla riproduzione;
- **DELLA MUTA:** secernono lubrificanti per consentire all'insetto di uscire dal vecchio tegumento durante l'ecdisi;
- **CERIPARE:** secernono cere;
- **URTICANTI:** secernono sostanze irritanti come mezzo difensivo;
- **VELENIFERE:** servono da difesa;
- **LACCIPARE:** producono lacca per la difesa dal freddo o dagli insetticidi;
- **SERICIPARE:** secernono seta.

## LE GHIANDOLE ESOCRINE SPECIALI

I secreti di questi particolari organi servono per la trasmissione, volontaria o non, di informazioni e segnali. Si tratta di sostanze che possono essere volatili (come quelle per il richiamo sessuale) o molto adesive (come quelle lasciate dalle formiche per permettere alle colonie di seguire la traccia); tutte quante trasmettono informazioni vitali: presenza di cibo, presenza di un rifugio, riproduzione, ecc.

Il gruppo di sostanze più importanti è quello dei **SEGNALI SEMIOCHIMICI**, che possono essere intraspecifici o interspecifici.

- **SEGNALI SEMIOCHIMICI INTRASPECIFICI: I FEROMONI**

Sono sostanze che vengono rilasciate da una certa specie con l'intento di farle percepire da individui della stessa specie. Esistono alcune categorie importanti:

- **FEROMONI SESSUALI:** vengono rilasciati dalla femmina, che lascia una scia molto forte, la quale, se individuata dal maschio, consente l'incontro e l'accoppiamento dei due individui.
- **FEROMONI DI AGGREGAZIONE:** sono utilizzati dall'insetto, quando, in presenza di fonti vitali (come un rifugio o del cibo), è necessaria la presenza di molti individui (ad esempio per colonizzare una pianta). In

realità possono avere i più svariati obiettivi, come i FEROMONI DI MARCATURA, segnali prodotti dalle uova deposte: la femmina pronta a deporre le proprie uova viene informata che in quel luogo è già avvenuta una deposizione, e deve andare altrove. Questo feromone può essere utilizzato nella difesa, perché spinge le femmine a cercare altri luoghi dove far nascere la prole. Un altro tipo di feromoni di aggregazione sono i FEROMONI TRACCIA: le formiche, mentre camminano, strofinano l'addome a terra a intervalli regolari, lasciando una sostanza molto appiccicosa. Questa serve da sentiero per le altre formiche. In presenza di una grande necessità di aiuto la traccia sarà molto marcata, altrimenti essa sarà più lieve. Un'altra categoria sono i FEROMONI DI ALLARME (esempio delle api).

#### □ SEGNALI SEMIOCHIMICI INTERSPECIFICI

La differenza con i feromoni (intraspecifici) è che queste sostanze vengono prodotte dall'insetto senza alcun fine specifico: l'individuo non vuole trasmettere alcun segnale, tuttavia questi secreti vengono riconosciuti da individui di altre specie.

Esistono tre tipi di secreti classificati in base agli effetti che generano:

- **ALLOMONI**: portano uno svantaggio per il recettore e un vantaggio per il produttore. Esempi di allomoni sono l'acido formico delle formiche o le sostanze repellenti secrete dalle cimici a scopo di difesa.
- **SINOMONI**: sono sostanze chimiche che comunicano segnali favorevoli sia all'organismo che li riceve, sia a quello che li emana. Gli odori e i colori dei fiori e dei frutti sono sinomoni: l'insetto o l'animale ne traggono nutrimento, la pianta permette ai suoi semi o al suo polline di essere portati altrove.

**N.B.** Le colorazioni appaiono soltanto quando il polline o il seme sono pronti.

Un altro esempio è quello delle cocciniglie, che producono molta melata (la quale può essere intercettata come traccia dai predatori). Essa attira le formiche, che si nutrono della melata cancellando le tracce e proteggendo le cocciniglie.

- **CAIROMONI**: sono sostanze chimiche che comunicano segnali favorevoli a chi li riceve e sfavoriscono il produttore. Un esempio è quello degli ormoni sessuali, che possono essere intercettati da individui di specie predatrici: in questo caso il recettore segue la traccia, ma quando arriva dalla femmina, invece di accoppiarsi, si nutre.

## IL SISTEMA RIPRODUTTORE

I compiti di questo apparato sono:

- **PRODUZIONE DI GAMETI NELLE GONADI** (ovari o testicoli) tramite meiosi. Nei maschi i 4 gameti sopravvivono tutti; nelle femmine solo un gamete diventa la cellula uovo, una diventa la cellula compagna e le altre due muoiono. Le gonadi dei maschi sono formate da TESTICOLITI, quelle delle femmine da OVARIÒLE.
- **DEPOSIZIONE DEI GAMETI**. Essi passano dalle gonadi nei GONODOTTI (uno per gonade), che si uniscono poi nel GONODOTTO IMPARI. Da qui i gameti vengono portati alle appendici genitali (8° e 9° urite), dove ghiandole SPERMOFILE e SPERMATICHE conservano e dosano il materiale riproduttivo per ottenere un numero quanto più possibile di fecondazioni.

Normalmente la maggior parte degli insetti si riproduce anfigonicamente (con la riproduzione sessuale). Esistono delle eccezioni in cui le sole femmine si riproducono per partenogenesi, come api, bombi, fillossera.

Spesso i due tipi di riproduzione sono alternati: nella fillossera, ad esempio, i gameti vengono prodotti in autunno, con la deposizione delle uova resistenti. Durante il resto dell'anno l'insetto fa partenogenesi.

### LA PARTENOGENESI

È un tipo di riproduzione sessuale caratterizzato dal fatto che la cellula-uovo si sviluppa senza essere stata fecondata. Un particolare tipo di partenogenesi, in cui il secondo globulo polare si fonde nuovamente con l'uovo che l'ha emesso, si chiama partenogamia. Così ha inizio lo sviluppo e si ripristina il numero diploide dei cromosomi. Può essere:

- **ACCIDENTALE**, quando uova di specie anfigoniche si sviluppano, in via eccezionale, senza fecondazione (il baco da seta e varie altre farfalle);
- **FACOLTATIVA**, quando l'uovo è capace di svilupparsi con o senza fecondazione (l'ape);
- **COSTANTE**, quando tutte le uova si sviluppano partenogeneticamente, pur essendo potenzialmente possibile l'anfigonia (popolazioni di insetti in cui mancano i maschi);
- **OBBLIGATORIA**, quando le uova di una specie non possono essere fecondate, per cui lo sviluppo per partenogenesi è obbligato.

Dal punto di vista CITOLOGICO, si distinguono tre tipi principali di partenogenesi:

- **PARTENOGENESI APOMITTICA O AMEIOTICA**, in cui i processi fondamentali della meiosi (riduzione del numero cromosomico da diploide ad aploide) sono assenti; generalmente l'uovo subisce una sola divisione equazionale. I discendenti sono identici alla madre e nuovi genotipi possono originarsi soltanto attraverso mutazioni;
- **PARTENOGENESI AUTOMITTICA O MEIOTICA**, in cui i primi stadi della meiosi sono normali e la diploidia viene restaurata con meccanismi diversi, come la fusione del nucleo dell'uovo con la cellula compagna;
- **PARTENOGENESI APLOIDE O GENERATIVA**, in cui la meiosi è normale e l'individuo che si sviluppa partenogeneticamente rimane aploide.

**N.B.** L'ovideposizione da parte della femmina può avvenire sulla superficie del substrato oppure all'interno del substrato. Le uova possono inoltre essere deposte:

- ISOLATE
- A GRUPPI, ad esempio in ooteche.

## IL CICLO BIOLOGICO

Alcune importanti definizioni:

- **MUTA:** produzione di nuova cuticola con demolizione della vecchia. L'unico scopo è l'accrescimento volumetrico;
- **METAMORFOSI:** speciale muta che consente anche un cambiamento anatomico, oltre che un ingrossamento. Permette il passaggio dallo stadio giovanile allo stato adulto. In base al tipo di metamorfosi esistono due gruppi di insetti:
  - **Metamorfosi completa:** la larva e l'adulto sono morfologicamente e anatomicamente differenti e la maggior trasformazione avviene tra gli stadi di larva e pupa;
  - **Metamorfosi incompleta:** la morfologia della larva assomiglia molto a quella dell'adulto (cambiamento minimo) e la trasformazione è diluita lungo tutti gli stadi.
- **STADIO:** è un periodo vitale in cui l'insetto manifesta una particolare struttura e una particolare anatomia. Esistono due sequenze di stadi:
  - Metamorfosi completa: **UOVO-schiusa-LARVA-varie mute-PUPA-metamorfosi-ADULTO**. Un esempio è la farfalla (che però non presenta la pupa ma la crisalide);
  - Metamorfosi incompleta: **UOVO-schiusa-NEANIDE-varie mute-NINFA-metamorfosi-ADULTO**. Un esempio sono la cavalletta e la fillossera.

In base al cambiamento tra le fasi giovanili e quelle adulte si distinguono alcuni tipi di insetti:

- **ETEROMETABOLI:** il cambiamento morfo-anatomico è graduale;
  - **NEOMETABOLI:** la ninfa ha uno stato dormiente e la trasformazione morfologica successiva è molto rapida;
  - **CATAMETABOLI:** l'adulto è molto simile alla larva e presenta la perdita di alcune parti del corpo rispetto agli stadi giovanili;
  - **OLOMETABOLI:** sussistono grandi diversità morfo-anatomiche tra l'adulto e i primi stadi vitali.
- **ETÀ:** è quella tappa, tipica della larva o della neanide, che si interpone tra una muta e quella successiva. Dopo la prima muta avremo quindi la larva di prima età, dopo la seconda avremo una larva di seconda età e così via.

Dalle uova nascono individui allo stadio giovanile, in cui il tegumento limita la crescita volumetrica. Esso è intervallato da zone membranose che man mano si distendono fino alla dimensione massima. A questo punto deve avvenire il cambio della cuticola (che avviene solo nella fase giovanile), che avviene con la muta: l'aumento di peso è quindi costante, mentre la crescita volumetrica è intervallata. La muta avviene con alcune fasi:

- L'epidermide emette enzimi che digeriscono solo lo strato più interno della vecchia cuticola (endocuticola);

- I monomeri ottenuti vengono impiegati, assieme a materiale neoformato, per la produzione di una nuova cuticola di dimensioni maggiori. Questo processo avviene tramite canali del tegumento;
- Quando la formazione della nuova cuticola è completata avviene l'ecdisi: la vecchia cuticola si spacca longitudinalmente e l'insetto riesce a uscire. La nuova cuticola, prima dell'ecdisi, è contenuta in quella vecchia pur essendo di maggiori dimensioni: questo è possibile perché le sue porzioni membranose non sono ancora distese e perché la nuova cuticola non è ancora sclerotizzata;
- Dopo l'ecdisi avviene la polimerizzazione della chitina con la conseguente sclerotizzazione del tegumento.

	ACCRESCEMENT MUTE O	FINE DELLA FASE GIOVANILE	METAMORFOSI	STADIO ADULTO (MATURAZIONE SESSUALE)
NEOTENIN A	+	+	-	0
ECDISONE	0	-	+	0

Per capire in quale momento l'individuo deve fare la muta, la regolazione ormonale manda alcuni segnali: quando i tessuti interni sono completamente ingrossati, dei sensilli interni (PROPRIOSENSILLI) ricevono il segnale di distensione e inviano uno stimolo al PROTOCEREBRO. Questo secerne l'ormone cerebrale nell'emolinfa, che lo trasporta al SN VISCERALE, il quale a sua volta produce ECDISONE (l'ormone della muta). Questo innesca il processo sopra descritto.

L'ecdisione lavora quasi sempre associato alla NEOTENINA (ormone giovanile):

- La **NEOTENINA** è sempre presente nell'organismo in fase giovanile; essa presenta un calo quando l'insetto è quasi adulto (fase della metamorfosi). In stadio adulto essa è ancora presente come regolatore della maturazione sessuale;
- **L'ECDISONE** viene prodotto soltanto quando è necessaria una muta, e successivamente viene demolito. Dopo la metamorfosi (passaggio allo stadio adulto) esso scompare per sempre.

## I TIPI DI LARVE

Esistono diversi tipi di larva:

- **POLIPODE**: oltre alle vere zampe (6) sul torace, sono presenti pseudozampe sull'addome. Queste sono utili alla deambulazione negli stadi giovanili. Tre tipologie:
  - **Geometridi**: hanno le pseudozampe alla fine dell'addome, in posizione simmetrica alle zampe;
  - **Sfingidi**: hanno due spazi metamerici tra le zampe e le pseudozampe;
  - **Diprionidi**: hanno un solo spazio metamerico tra zampe e pseudozampe.
- **OLIGOPODE**: nei casi più comuni sono presenti soltanto le sei zampe. Due tipologie:

- Osmilidi e Carabidi: sono PROGNOTATI, quindi con il capo e le mandibole protese in avanti (sono predatori);
  - Scarabeidi: capo e appendici boccali sono rivolti verso il basso.
- **APODE**: sono le larve di vespe, api, bombi. Vivono protette in involucri e non hanno zampe. I rappresentanti di questa categoria sono:
- Scolitidi: fanno solo piccoli movimenti;
  - Calliforidi: sono larve striscianti (come quelle delle mosche). Il capo è ritratto nei metameri prossimali;
  - Vespidi.

## TIPI DI PUPE

I due principali tipi di pupe sono:

- **EXARATA**: sono pupe in cui le varie porzioni del corpo sono distinguibili e in cui si possono identificare le differenze dall'adulto. Le appendici sono libere;
- **OBTECTA**: le appendici sono avvolte da una membrana e possono essere articolate (DECTICA) o non articolate (ADECTICA).

## IL MIMETISMO

Il mimetismo è una tecnica che migliora la condizione dell'insetto. In alcuni casi può essere l'imitazione dell'ambiente o di altre specie, in altri può consistere nel nascondersi per sfuggire ai predatori.

Esistono due tipologie di mimetismo, in cui l'adattamento può essere di tipo omomorfico o omocromico:

- **CRIPTICO**: la specie si confonde con l'ambiente;
- **FANERICO**: la specie ne imita un'altra oppure assume colorazioni particolari:
  - Batesiano: specie inermi imitano specie protette per non essere attaccate (come le sirfidi che imitano le api);
  - Mülleriano: due o più specie tutte inappetibili, si imitano a vicenda e perciò condividono la stessa colorazione aposematica. Questo avvantaggia tutte le specie interessate (dato che i predatori devono imparare un unico segnale di avvertimento) e di conseguenza il numero di individui di ogni specie sacrificati per consentire questo apprendimento diminuisce.
  - Colorazioni foberiche: l'insetto assume colorazioni che generano paura e spavento negli aggressori. È la strategia tipica di alcune farfalle.

# L'ECOLOGIA DEGLI INSETTI

Nell'ecologia e nel rapporto insetto-pianta, non si può parlare di danno da parte del singolo insetto, ma di danno arrecato da una popolazione di individui.

La sopravvivenza di una determinata specie in un certo ambiente dipende dalla capacità della stessa di riprodursi e propagarsi. È il concetto fondamentale di

**POTENZIALE BIOTICO**, che dipende da tre fattori:

- ❑ **NUMERO DI UOVA** per deposizione, che varia in genere dalle 30-40 alle 5000-6000;
- ❑ **NUMERO DI GENERAZIONI**: gli insetti possono crescere di più generazioni in un anno. Alcune afidi, come la fillossera, arrivano a 10-14 generazioni/anno.
- ❑ **SEX RATIO**: rapporto tra i numeri di individui maschi e femmine.

Con il numero di uova (discendenti) e quello di generazioni, possiamo ricavare il numero totale di individui che discendono da una singola deposizione in un anno: basta elevare il numero di discendenti al numero di generazioni. Si tratta di numeri estremamente elevati: se in agricoltura non si incrementa il tasso di mortalità delle specie potenzialmente dannose, queste comporteranno una perdita economica al produttore.

Il tasso di mortalità può aumentare per svariati motivi, detti **FATTORI LIMITANTI**:

- ❑ **LIMITI DI SPAZIO**
- ❑ **LIMITI DI RISORSE ALIMENTARI**
- ❑ **FATTORI FISICI**
- ❑ **FATTORI BIOTICI**

I primi tre fattori sono abiotici, e possono includere: assenza di spazi adatti alla riproduzione, assenza di nutrimento sufficiente, alte temperature, basse temperature, umidità, vento, ecc. . i fattori biotici possono invece essere intrinseci o estrinseci e includono ad esempio la presenza di insetti predatori della specie in esame (in agricoltura questi predatori vanno salvaguardati per aumentare la mortalità delle specie dannose).

## ESEMPIO DI FATTORE LIMITANTE ABIOTICO: LA TEMPERATURA

L'insetto presenta un intervallo ottimo di temperatura in cui riesce a vivere al massimo delle proprie possibilità. Al di sotto di tale intervallo vi sono due soglie:

- Soglia di temperatura inferiore: al di sotto di tale soglia il metabolismo dell'individuo entra in blocco, per via delle difficoltà ambientali;
- Soglia letale inferiore: soglia al di sotto della quale l'insetto non è in grado di sopravvivere.

Al di sopra dell'intervallo ottimo invece vi sono altre due soglie:

- Soglia di temperatura superiore, oltre la quale l'insetto fatica a completare le proprie attività;
- Soglia letale superiore, al di sopra della quale l'individuo muore.

Il tasso di mortalità degli insetti è in natura altissimo (99,5%), ma sufficiente a mantenere un andamento stabile della popolazione. Se questo tasso diminuisse anche

solo dello 0,5%, il numero di insetti raddoppierebbe. È quindi importante, nella difesa, mantenere questo livello il più alto possibile.

Per mantenere stabile la popolazione, gli insetti ricorrono ad alcune strategie.

**L'OPPOSIZIONE AI FATTORI LIMITANTI** avviene con:

- **QUIESCENZA:** è un tipo di adattamento indotto da condizioni climatiche sfavorevoli **ACCIDENTALI** e **TRANSITORIE**. Prevede un blocco metabolico non appena l'organismo entra in difficoltà, e in genere non dura molto. La fase quiescente viene superata con il ripristino delle condizioni favorevoli;
- **DIAPAUSA:** è l'adattamento fisiologico che viene indotto **PRIMA** dell'arrivo di una condizione sfavorevole **CICLICA** (come l'inverno). La modificazione richiede tempo, quindi il segnale d'induzione avviene con un buon anticipo. I segnali sicuri attraverso cui l'insetto capisce che deve iniziare la diapausa sono generalmente il fotoperiodo (quando le giornate si accorciano), la temperatura (quando si abbassa) e la disponibilità di nutrienti. Per la ripresa delle attività regolari sono necessarie tutte le condizioni opposte di quelle citate: giornate più lunghe, temperature miti e buona qualità del cibo.

**N.B.** L'informazione data dal fotoperiodo per l'induzione può essere modulata se le temperature e le condizioni dei nutrienti sono ancora favorevoli (la diapausa viene posticipata). Prima di riprendersi, l'organismo deve aver accumulato sufficienti ore di freddo e di caldo.

- **MIGRAZIONE:** il fattore scatenante è in genere la temperatura. Gli insetti riescono a percorrere molti chilometri e prediligono percorsi aerei al di sopra della terraferma. È la strategia tipica di molte farfalle.

## IL RAPPORTO CON GLI ALTRI ORGANISMI

Gli animali possono subire danni dagli insetti in alcuni modi:

- INGESTIONE DI INSETTI VIVI O MORTI;
- CONTATTO CON TOSSINE;
- DISTURBI ALLERGICI E NON;
- PARASSITISMO;
- MALATTIE TRASMESSE

Le piante invece reagiscono alla presenza di insetti in diversi modi in base alla tipologia di insetto:

	Rapporto favorevole per l'insetto	Rapporto sfavorevole per l'insetto
Rapporto favorevole per la pianta	TOLLERANZA	RESISTENZA
Rapporto sfavorevole per la pianta	SENSIBILITA'	INTOLLERANZA

La pianta ha due principali strategie di resistenza:

- **ANTIXENOSI:** la pianta cerca di tenere lontano l'insetto con mezzi chimici (sostanze volatili sgradevoli o tossiche) e con mezzi meccanici (spine, peli);
- **ANTIBIOSI:** una volta che l'insetto ha attaccato, la pianta cerca di eliminarlo con veleni, falsi ormoni, enzimi antidigestivi, antimetaboliti.

Una volta attaccata la pianta però, il patogeno può farla ammalare trasmettendovi delle malattie. Molti insetti trasmettono fitoplasmi, funghi, batteri e virus (le cicaline sono responsabili della fitoplasmosi nella vite). Si tratta in genere di insetti che succhiano la linfa della pianta e iniettano delle sostanze: TISANOTTERI, RINCOTI, AFIDI, COCCINIGLIE, CICALINE. Gli SCOLITIDI invece non iniettano le sostanze nella pianta ma portano funghi in superficie.

Esistono due modalità di trasmissione delle malattie:

- **TRASMISSIONE NON PERSISTENTE:** il patogeno non entra all'interno del vettore.

Nel caso del nostro insetto, esso resta all'esterno dello stiletto e viene perso assieme al tegumento durante la muta;



**TRASMISSIONE PERSISTENTE:** l'insetto ha assunto il virus e lo rilascia dopo pochi giorni su piante ospiti. Ne esistono tre tipologie:

- **Circolativa:** l'entità virale entra nel corpo del vettore e arriva alle ghiandole salivari, da cui viene inoculata nell'ospite;
- **Propagativa:** l'entità entra nel vettore e si propaga prima di essere trasmessa;
- **Transovarica:** il patogeno viene trasmesso dal genitore alla prole.

## GLI ACARI

Gli acari sono animali appartenenti al phylum degli artropodi. Sono chelicerati della classe degli aracnidi. Essi presentano una struttura interna simile a quella vista per gli insetti, ma la morfologia esterna è diversa.

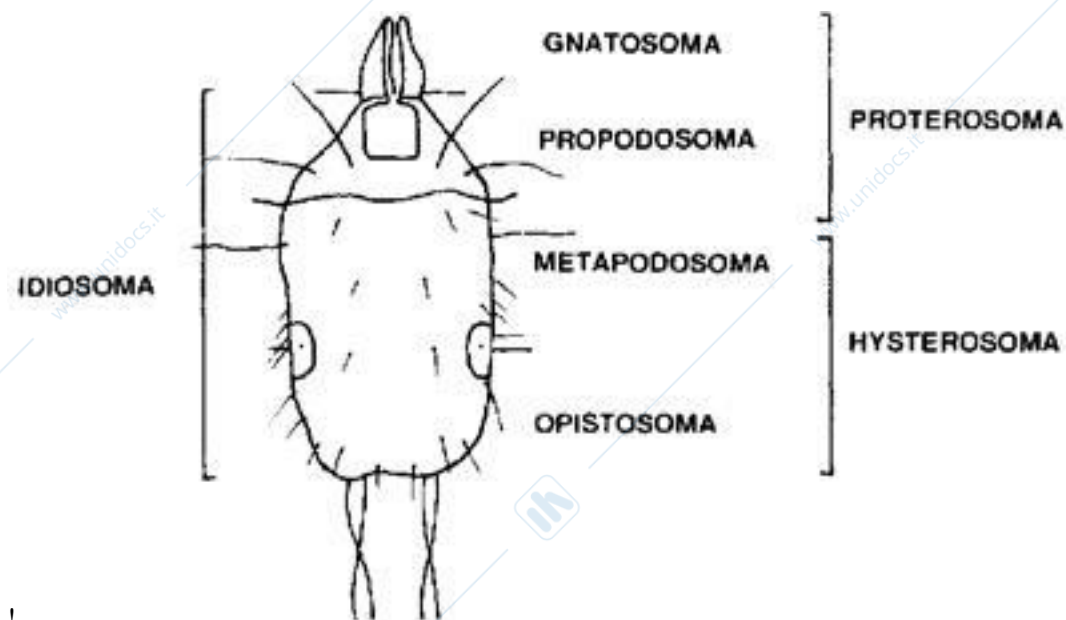
### CARATTERI GENERALI

- Hanno 4 paia di zampe
- Non hanno ali
- Non hanno antenne
- Non hanno regioni del corpo ben distinte
- Le appendici boccali sono cheliceri e pedipalpi
- Habitat prevalentemente terrestre
- Fanno la muta

### MORFOLOGIA

Presentano un corpo a sacchetto che non mostra metameria (i somiti si sono fusi ma non si sono differenziati). Il corpo è diviso in due sezioni principali:

- GNATOSOMA: parte anteriore, che comprende le appendici boccali;
- IDIOSOMA: parte posteriore alla zona delle appendici boccali. Si divide in PROPODOSOMA (parte con le zampe) e OPISTOSOMA (parte dietro alle zampe).



### APPENDICI BOCCALI

Gli acari presentano solo due paia di appendici boccali:

- CHELICERI (struttura interna)

sono delle strutture a pinza con tre segmenti: uno muscolare, uno fisso e uno articolato, in modo da potersi aprire e chiudere. Sono utili per afferrare ed eventualmente tritare il cibo. Nei predatori i cheliceri si sono evoluti con estremità acuminata e parti interne dentate; nei fitofagi è più frequente una struttura a stiletto (i cheliceri si sono evoluti in questo modo), per pungere e succhiare i primi strati cellulari dei tessuti.

□ **PEDIPALPI** (struttura esterna)

Hanno funzione sensoriale, infatti sono ricoperti di sensilli (tattili, chemiorecettori, ecc.). presentano una struttura simile alle zampe degli insetti (infatti i pedipalpi derivano da zampe): trocantere-femore-genua-tibia-tarso.

**N.B.** Alcuni acari sono EMATOFAGI, come le zecche. Essi si nutrono di notte, quando la preda dorme: affondano i cheliceri dentati (simili a stiletto) grazie a dei muscoli e succhiano il sangue.

## ZAMPE

In genere sono presenti quattro paia di zampe. Hanno la stessa struttura generale delle zampe degli insetti, ma presentano una variante: COXA-TROCANTERE-FEMORE-GENUA-TIBIA-TARSO-UNGHIE. Le unghie possono anche essersi evolute come ventose, che servono al maschio per attaccarsi saldamente alla femmina durante l'accoppiamento.

## ANATOMIA

- **TEGUMENTO**: presenta una struttura molto simile a quella degli insetti, con un'epicuticola composta da cere, un'esocuticola sclerotizzata e un'endocuticola con chitina non polimerizzata. Al di sotto della cuticola è presente l'epidermide. Alcuni acari hanno una cuticola più spessa e dura; altri, specialmente quelli che vivono in luoghi ad altissima umidità (come gli ASTIGMATI), hanno una cuticola molle e non sclerotizzata: questo serve per scambiare acqua e aria.

Sulla cuticola possono essere presenti spine, peli (senza particolari funzioni) e sensilli (SETOLE TATTILI, SOLENIDI e altri).

- **APPARATI**: gli apparati sono analoghi a quelli della classe *Insecta*. Spesso è assente l'apparato circolatorio (la circolazione avviene con il movimento). I sistemi sono:
- **DIGERENTE/ESCRETORE**: è analogo in funzioni e struttura a quello degli insetti. Il mesentero è il tratto più sviluppato. Nel tubo digerente sfociano i tubuli del Malpighi.
  - **RIPRODUTTORE**: gli acari fanno riproduzione gamica, pertanto questo apparato è sempre presente. La struttura è identica a quella degli insetti.
  - **NERVOSO**: presenta un ammasso ganglioso in corrispondenza della parte anteriore del corpo. Esso serve per l'elaborazione delle informazioni e per la trasmissione di impulsi. Gli occhi sono simili a ocelli.
  - **ESOCRINO/ENDOCRINO**: le informazioni sugli ormoni degli acari sono poche e poco attendibili.

- **RESPIRATORIO:** presenta la stessa struttura di quello degli insetti, con stigmi, trachee e tracheole. È importante perché a seconda della presenza, della posizione e del numero di stigmi, molti autori operano la classificazione degli acari:
  - Astigmati
  - Prostigmati (fitofagi)
  - Mesostigmati (molti predatori di fitofagi)
  - Metastigmati (come le zecche)
  - Criptostigmati (animali che degradano sostanza organica).

## CICLO DI SVILUPPO

Gli acari fanno le mute come gli insetti. Le fasi giovanili sono spesso simili, a livello morfo-anatomico, agli adulti.

In generale il ciclo è il seguente:

UOVO          LARVA          PROTONINFA          DEUTONINFA          TRITONINFA          ADULTO
---

Tuttavia gli astigmati presentano una variazione: la deutoninfa è assente in condizioni favorevoli. Quando invece l'ambiente (temperatura, umidità, nutrienti, ecc.) è avverso, la deutoninfa è sostituita dall' IPOPIO, una particolare forma di resistenza. Si tratta di uno stadio con appendici boccali atrofizzate (non si nutre) e zampe ridotte e molto poco funzionali. Le zampe servono per attaccarsi ad altri animali e farsi trasportare in luoghi più favorevoli.

## ECOLOGIA

In origine gli acari erano animali predatori. L'evoluzione ha portato ad avere acari:

- Predatori
- Parassiti
- Fitofagi
- Saprofagi (si nutrono di sostanza organica in decomposizione)

Anche gli acari sono soggetti allo stress ambientale, e mettono in atto meccanismi di difesa come la diapausa (non migrano perché troppo piccoli).

La **temperatura** è importante perché influisce sulla durata del ciclo e sulla longevità dell'acaro.

*Esempio di due acari dannosi per la vite:*

- PANONYCHUS ULMI: soglia inferiore = 5°C, soglia superiore = 41°C, ottimo = 25-28°C
- TETRANYCHUS URTICAE: soglia inferiore = 9°C, soglia superiore = 44°C, ottimo = 13-35°C

Questi organismi attaccano la vite durante periodi in cui essa subisce stress termico (durante il germogliamento o in piena estate).

Per quanto riguarda il **cibo** è importante dire che ogni alimento offre un apporto diverso in base alla specie che lo assume

## I NEMATODI

Sono animali molto primitivi con un aspetto vermiforme cilindrico (da 0,2 mm a 8 m). Il loro corpo è formato da un unico somite, quindi non hanno una morfologia complessa. Ne esistono migliaia di specie tutte note.

### CARATTERI

- Simmetria bilaterale
- Riproduzione sessuale
- Non metameria
- Assenza di appendici
- Presenza di esoscheletro
- Assenza di apparato respiratorio e circolatorio

I nematodi più piccoli sono in genere fitoparassiti, mentre quelli più grandi sono parassiti di animali.

Hanno un habitat molto vasto: acque dolci e salate, terra, animali, vegetali.

La vite può essere colpita da molti nematodi; quelli dannosi sono quelli che trasmettono virus (arricciamento e accartocciamento fogliare), come le cocciniglie per gli insetti.

### TEGUMENTO

Il tegumento dei nematodi è un esoscheletro di proteine simili al collagene, e non presenta chitina. Le sue funzioni sono:

- CONFERIMENTO DELLA FORMA AL CORPO: i fluidi all'interno del corpo sono in sovrappressione rispetto a quelli esterni, pertanto permettono un effetto "pneumatico" che tiene l'esoscheletro gonfio impedendo che esso collassi;
- BARRIERA DA AGENTI ESTERNI;
- PUNTO DI INSERZIONE DI MUSCOLI;
- SCAMBIO DI ACQUA E GAS CON L'AMBIENTE.

Come negli insetti, il tegumento esterno è prodotto dall'epidermide, un sincizio di cellule responsabile della sintesi proteica per la formazione dell'esoscheletro. Lo strato più esterno è comunque resistente (ma permette comunque gli scambi) e può presentare organi di senso collegati al sistema nervoso.

### PSEUDOCELOMA

All'interno del corpo dei nematodi, una cavità ricolma di fluidi svolge la funzione di contenimento degli organi: essa prende il nome di pseudoceloma. Le sue funzioni sono:

- TRASPORTO DI NUTRIENTI E CATABOLITI
- REGOLAZIONE OSMOTICA
- SISTEMA TAMPONE
- SCAMBI CON L'ESTERNO
- RISERVA NUTRITIVA

Tra lo pseudoceloma ed il tegumento si estendono quattro fasci che dividono longitudinalmente il corpo in quattro campi, a loro volta contenenti i muscoli somatici (per il movimento).

## SISTEMA DIGERENTE

Gran parte dei nematodi sono fitofagi, e presentano uno stiletto (tegumento) che viene protratto con la contrazione muscolare ed è utile nella perforazione e nella suzione. L'apparato boccale presenta sei labbra e alcune strutture gustative che servono per il riconoscimento dei cibi. Sono presenti anche ghiandole salivari. Quindi l'apparato boccale presenta:

- STILETTO
- LABBRA
- STRUTTURE SENSORIALI
- MUSCOLI ASSOCIATI

Attraverso lo stiletto, alcuni nematodi possono trasmettere virus.

Il sistema digerente continua con un esofago, alla cui base sono presenti dei muscoli che servono per il risucchio dell'alimento, e con un intestino.

## SISTEMA NERVOSO

Il sistema nervoso presenta un anello di neuroni (CINGOLO NERVOSO) nella zona cefalica: da questo partono i nervi connessi con le strutture sensoriali (tattili, gustative, ecc.). I nervi del corpo sono concentrati nelle CORDE che corrono longitudinalmente. Attorno all'apertura anale sono presenti delle strutture sensoriali che servono per l'accoppiamento.

## SISTEMA ESCRETORE

Nelle corde sono presenti anche due canali che filtrano i cataboliti e li inviano verso la parte anteriore del corpo.

## SISTEMA RIPRODUTTORE

L'apparato genitale dei nematodi è completo, perché essi si riproducono con modalità gamica. Esso è costituito da:

- GONADI
- GONODOTTI
- APPENDICI GENITALI

Il maschio presenta delle strutture per rimanere ancorato alla femmina durante la riproduzione.

Gli spermatozoi dei nematodi sono unici nel regno animale poiché sono privi di flagello. All'interno del tratto riproduttivo della femmina lo spermatozoo diventa ameboide e si muove con movimenti pseudopodiali. La maggior parte dei nematodi possiede sessi quasi sempre separati, con il maschio di solito più piccolo della femmina; la fecondazione è interna e le uova possono essere tenute nell'utero oppure essere deposte subito. Nelle uova si genera una larva di prima età: la schiusa avviene solo se essa riceve i segnali adeguati per fare la muta e diventare larva di seconda età. Da questo stadio inizia lo sviluppo, non per moltiplicazione cellulare ma per distensione longitudinale.

La muta è molto simile a quella degli insetti, con rottura della vecchia cuticola e formazione di quella nuova.

## RAPPORTI CON L'AMBIENTE

Rapporti con i fattori **ABIOTICI**:

- **Temperatura e umidità** influiscono molto poco;
- **Caratteristiche del suolo** (come struttura, tessitura e ritenzione idrica) sono molto importanti. La composizione deve essere equilibrata per evitare carenze o eccessi idrici. Il pH del suolo non è influente; la sostanza organica sfavorisce i nematodi perché implica abbondanza di microfauna.

I nematodi si muovono in maniera anguilliforme con spostamenti passivi (diffusione passiva), trasportati dall'acqua o dalla terra che noi stessi spostiamo.

## RAPPORTI CON LE PIANTE

Le radici delle piante rilasciano essudati radicali che diffondono nel terreno e richiamano i nematodi, che seguono la traccia con movimenti molto limitati. Gli essudati sono, in alcuni casi, tossici per l'animale: essi rappresentano un metodo di difesa della pianta.

Quando il nematode punge una cellula vegetale, ne succhia il plasma, uccidendola: se l'individuo è colonizzato da molti n., esso rischia la morte. Questi animali possono anche iniettare:

- **SOSTANZE CHE INTERFERISCONO CON GLI ORMONI**
- **VIRUS E BATTERI**, che senza vettore non riuscirebbero ad entrare
- **FUNGHI**

## PREDATORI E RESISTENZA

I principali predatori dei nematodi sono:

- ACARI**
- INSETTI**
- FUNGHI PREDATORI**: essi presentano delle ife circolari che si possono richiudere e bloccare il nematode.

Il nematode può ricevere, in alcuni casi, dei segnali indicatori della condizione sfavorevole:

- **SCARSITA' DI CIBO**
- **SCARSITA' DI ACQUA**

In risposta esso può attuare due strategie:

- **QUIESCENZA**: il metabolismo rallenta e il nematode utilizza le proprie riserve;
- **CRIPTOBIOSI**: consiste in un vero e proprio blocco metabolico. Il nematode diventa estremamente resistente al freddo e alla siccità, per molto tempo.

## LOTTA

La lotta ai nematodi si effettua con alcuni mezzi:

- **METODI COLTURALI**
- **DISINFESTAZIONE**
- **VARIETA' RESISTENTI**

### - LOTTA CHIMICA CON NEMATOCIDI

La miglior difesa contro i danni dei nematodi rimane comunque la prevenzione, con l'utilizzo di materiale certificato (non affetto da virus).

## DIFESA DELLA VITE

### CLASSIFICAZIONE DEI FITOFAGI

I fitofagi sono classificati a seconda della presenza e del danno che arrecano:

- 1) **FITOFAGI CHIAVE**: sono quegli organismi perennemente sopra la soglia di danno. La difesa contro questi organismi deve sempre essere attiva (es. fillossera);
- 2) **FITOFAGI SECONDARI**: spesso possono superare la soglia di danno e vanno monitorati costantemente;
- 3) **FITOFAGI OCCASIONALI**: queste popolazioni in genere non creano danni, ma una loro crescita (ad esempio dovuta ad un aumento di mortalità dei predatori) si può rivelare problematica;
- 4) **FITOFAGI ACCIDENTALI**: sono specie non tipicamente coinvolte in un dato agro-ecosistema, ma possono accidentalmente infestarlo e creare danni economici;
- 5) **FITOFAGI INDOTTI**: sono popolazioni non dannose che possono diventare problematiche a seguito di errate pratiche di difesa.

### LA LOTTA

La lotta nasce con lo scopo di evitare che le piante si ammalinino, andando ad arrecare danni economici al produttore.

Nel corso dell'800 si verificarono tre crisi in viticoltura:

- PERONOSPORA**
- OIDIO**
- FILLOSSERA**

Dalla fine della II Guerra Mondiale alcuni insetticidi e pesticidi molto tossici si diffusero su larga scala: si tratta di **ESTERI FOSFORICI** e **INSETTICIDI CLORORGANICI**, come il DDT. L'utilizzo di queste molecole veniva condotto con metodi poco sicuri per l'ambiente e per gli operatori, a causa dell'ignoranza generale riguardo la tossicità delle sostanze.

Le principali strategie erano due:

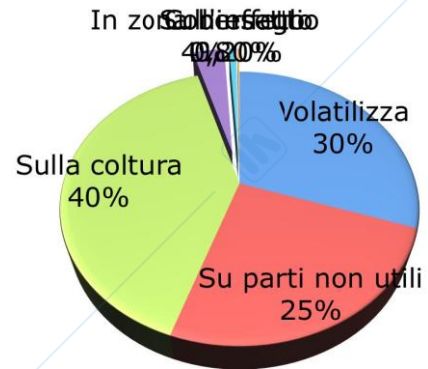
- **LOTTA CHIMICA CIECA**: si trattava la coltura sintomatica fino alla raccolta, ad intervalli regolari a seconda della durata dell'antiparassitario. Era un metodo a largo spettro senza discriminazione;
- **LOTTA CHIMICA CONSIGLIATA**: un metodo comunque troppo invasivo e dannoso.

Con il tempo ci si rese conto che tali pratiche comportavano delle conseguenze enormi sull'economia, sull'ecosistema, sulla salute.

Quando si opera un trattamento si distribuisce una certa quantità indicata:

- Il 30% volatilizza (per questo si sconsiglia di trattare in presenza di vento);
- Il 25% finisce su parti non utili, per evaporazione, gocciolamento, ecc.;
- Un 40% finisce sulla coltura, ma non va a colpire il bersaglio;

- Il 4% arriva nella zona dove è presente l'insetto;
- Meno dell'1% colpisce in effetti l'insetto;
- Solo una piccola frazione di tale 1% ha effetto sull'animale.



#### □ PROBLEMI TOSSICOLOGICI

Le sostanze di sintesi sono molto tossiche. Esse possono provocare TOSSICITA' ACUTA (morte con una sola somministrazione) o TOSSICITA' CRONICA (morte dopo lunga esposizione a dosi accettabili). Altri effetti gravi sono TERATOGENICITA', CANCEROGENICITA', MUTAGENICITA'.

Tossicità acuta e cronica si misurano con la **DL50** (dose letale 50, ossia quella dose che uccide il 50% dei soggetti cui è stata somministrata). Essa si esprime in p.p.m. (mg di sostanza per kg di peso corporeo), quindi se il valore di DL50 è basso, la sostanza è molto tossica.

#### Esempi:

- DL50 ADICARB: 1 p.p.m. Tale sostanza è estremamente tossica per l'uomo, perché agisce su un recettore uguale sia per l'insetto che per l'essere umano;
- DL50 IDROPRENE: 34000-50000 p.p.m.

Come riferimento si tenga conto che il cloruro di sodio ha una DL50 di 2500 p.p.m.

#### □ PROBLEMI DI BIOACCUMULO

DDT e sostanze simili non sono biodegradabili: esse si accumulano per vie fisiologiche all'interno degli organismi fino ad arrivare a concentrazioni altissime. Questo avviene perché non esistono enzimi in grado di degradare tali composti. Quando una di queste sostanze viene utilizzata, essa ruscella verso i corsi d'acqua fino al mare. Qui il plancton le ingerisce e le concentra da  $1/10^9$  fino a  $250/10^9$ . Salendo nella catena alimentare (pesci piccoli, pesci grandi, uomo) i livelli si alzano sempre più, fino ad arrivare a concentrazioni di tossicità acuta o cronica. Dagli anni '70 il DDT è proibito in gran parte del mondo, ma alcuni studi ne hanno trovato tracce nel corpo di persone che non hanno mai subito esposizione diretta.

#### □ PROBLEMI ECOLOGICI

I problemi di tipo ecologico derivanti dall'utilizzo di sostanze di sintesi sono:

- Scomparsa di antagonisti e aumento dei fitofagi: la molecola uccide l'insetto, ma anche il suo predatore. Gli insetti però si riprendono con una

crescita molto rapida, mentre il predatore no; questo porta ad un' incredibile diminuzione del numero di predatori e ad un aumento del fitofago, che non è controllato;

- Nuove specie fitofaghe: specie di per sé innocue possono diventare dannose proprio perché vengono a mancare i loro predatori. Il principio è quello appena descritto;

#### □ **RESISTENZA**

La resistenza è la capacità di tollerare una data dose di insetticida. Essa varia da individuo a individuo, poiché dipende dagli enzimi presenti, quindi dal genoma. In sostanza il trattamento opera una pressione selettiva molto forte e ottiene individui più resistenti. In questo modo si è costretti ad aumentare l'intensità dei trattamenti, utilizzando dosi massicce o molecole più tossiche. Per via di queste tecniche errate, tra il 1960 e il 1990 le specie resistenti sono diventate più di mille. Una strategia per evitare che questo accada nuovamente è quella di variare i prodotti impiegati.

Per via di tali conseguenze, si è stati costretti a ricercare una nuova tecnica: si tratta della **LOTTA GUIDATA**.

Il concetto di LOTTA GUIDATA nasce e si sviluppa come primo momento di un'evoluzione culturale che fonda i suoi presupposti non più nel concepire la difesa fitosanitaria come distribuzione degli agenti dannosi, ma come controllo degli stessi. La lotta guidata non ripudia totalmente l'uso dei prodotti chimici di sintesi, ma ne teorizza l'impiego con minore impatto ambientale possibile. Avvalendosi delle più sofisticate tecniche di riconoscimento biologico (perfetta conoscenza dei cicli biologici dei parassiti e delle piante coltivate) e di monitoraggio delle popolazioni fitofaghe presenti nell'ambiente agrario, la lotta guidata, è in grado di riportare la popolazione del parassita entro limiti accettabili (controllo) quando vi è l'effettiva necessità di tale intervento; pertanto è l'intervento giusto al posto giusto. La lotta guidata opera un trattamento soltanto al bisogno, ossia quando il parassita raggiunge una **SOGLIA DI DANNO ECONOMICO** (quando si riproduce entro un certo limite). È quindi una forma di controllo e non più un tipo di lotta

cieca. In particolare si distinguono le seguenti soglie:

- **SOGLIA DI INTERVENTO ESTETICO**: la produzione rimane alta ma si possono verificare dei danni estetici a carico del prodotto. Si interviene in quei casi in cui l'aspetto del prodotto è al primo posto;
- **SOGLIA DI TOLLERANZA**: la produzione è alta, ma oltre questa soglia il danno inizia ad essere consistente;
- **SOGLIA DI INTERVENTO**: è appena successiva alla soglia di tolleranza ed è bene intervenire per evitare una perdita economica;
- **SOGLIA DI DANNO**: oltre questa soglia vi è un grosso danno.

Le soglie si possono determinare in base ad alcuni criteri:

- *Costo delle misure di controllo;*
- *Valore della produzione;*
- *Azione del fitofago (in base al suo stadio);*

- *Presenza di predatori;*
- *Azione di compensazione della pianta;*
- *Organo interessato.*

## IL MONITORAGGIO

Il monitoraggio serve per localizzare e quantificare la popolazione di fitofagi. I metodi per questo tipo di individuazione sono:

- **METODI VISUALI:** consistono in conteggi diretti delle uova, degli individui o nell'osservazione dei danni. Prima si fa un dimensionamento del campione, poi si procede alla conta: il risultato si ottiene alla fine;
- **CAMPIONAMENTI SEQUENZIALI:** invece di definire prima la dimensione del campione, si utilizza una CURVA DELLE DENSITA', ottenuta con metodi matematici. Da qui, passo per passo, si inserisce il numero di individui (asse x) per ogni foglia (asse y): l'intersezione con la curva mi restituisce il valore x/y, ossia la densità, che va confrontata con le soglie. In viticoltura è un metodo poco utilizzato.
- **METODI CON TRAPPOLE:** consistono nel posizionare delle trappole di diversa natura (a feromoni, luminose, alimentari, ecc.) per ottenere degli indizi. Con i campionamenti e con delle analisi statistiche si può effettuare una stima del numero di individui presenti. Ogni trappola presenta:

- Apparato di richiamo ○

Apparato di cattura ○ Apparato protettivo

Le trappole a feromoni catturano maschi adulti, ma per molti insetti, come le tignole, lo stadio dannoso è quello di larva. Può inoltre non esservi correlazione tra il numero di insetti catturati e la densità del vigneto. In effetti, le vere informazioni fornite da questo metodo sono:

- Presenza;
- Verifica del funzionamento delle tecniche: in alcuni casi le trappole a feromoni vengono impiegate per la confusione sessuale, impedendo al maschio di trovare la femmina. Se la trappola è vuota il metodo funziona; se essa è piena, è possibile che altri maschi abbiano trovato le femmine;
- Fenologia: questa informazione è offerta dalla **curva di volo** (numero di individui nel tempo). Il maschio adulto che viene catturato offre un'informazione importante, perché il suo compito è la riproduzione. In tal modo si capisce non tanto quanti individui, uova o larve sono presenti, ma quando si schiederanno e potranno creare problemi.

Ogni trappola presenta delle condizioni di utilizzo:

- **MESSA IN OPERA:** deve avvenire prima della comparsa dell'insetto, sulla base della pericolosità di una generazione o di uno stadio rispetto a un altro;
- **DENSITA':** 1-4/ha (meno trappole per campi uniformi, fino a 4 se eterogenei);
- **POSIZIONAMENTO:** altezza variabile in funzione della specie;
- **MANUTENZIONE:** cambio dell'erogatore a feromoni (30-45 gg) o attrattore, e dei fondi con vischio;
- **CONTROLLO:** ogni 3 giorni nelle fasi critiche della curva di volo. Anche una volta a settimana invece se non c'è rilevamento della presenza.

# LA LOTTA INTEGRATA

La lotta integrata è un sistema di regolazione che prevede l'utilizzo di tutte le tecniche a disposizione compatibilmente con il problema, limitando al massimo i trattamenti chimici. Include la parte teorica della lotta guidata, ossia il concetto di soglie, ma la sostanza tossica è l'ultimo mezzo utilizzabile, perché i principali mezzi sono preventivi: la lotta integrata infatti ricerca e affronta le cause del problema; i trattamenti invece tendono solo a mantenere il problema sotto la soglia di danno.

A questo punto però, non posso conoscere solo il fitofago, ma tutto l'AGROECOSISTEMA. La coltura è infatti circondata e abitata da specie erbacee (nel vigneto), specie arboree (nei dintorni), predatori, ecc.

La lotta integrata include:

➤ **MEZZI FISICI**

➤ **PIANTE RESISTENTI**

➤ **LOTTA AGRONOMICA:**

include: ○ Lavorazioni

- Concimazioni (mai eccedere, per evitare di favorire fitofagi o competitori) ○
- Irrigazioni
- Rotazioni
- Cultivar tolleranti
- Potatura (asportazione delle parti infette in inverno, modificazione della permeabilità alla luce d'estate)
- Innesti

Se tali mezzi non sono sufficienti, si possono attuare piccoli trattamenti chimici moderati.

➤ **LOTTA BIOLOGICA:**

la **lotta biologica classica** prevede l'impiego di organismi viventi, tra cui predatori, parassiti e parassitoidi (parassiti solo nello stadio di larva). Si possono anche utilizzare microrganismi, che possono essere distribuiti con diversi metodi e diverse conseguenze.

***I PREDATORI*** sono animali predatori che hanno un rapporto trofico diretto con la preda. Essi possono essere di pulizia (quando il patogeno inizia a crescere, iniziano anche loro con un leggero ritardo, e aumentano fino ad eliminare la preda) o di protezione (sono sempre presenti in maggior densità della preda, perché sono polifagi. Essi limitano la crescita del fitofago).

***I PARASSITI*** sono microrganismi o animali primitivi che uccidono l'ospite. ***I PARASSITOIDI*** sono generalmente insetti (anche evoluti come ditteri e imenotteri) che vivono da parassiti negli stadi larvali e hanno vita libera da adulti. Essi entrano nel corpo dell'ospite e iniziano a cibarsi delle riserve di grasso. Quando sono quasi adulti attaccano gli organi e uccidono l'ospite. Sono interessanti le specie che uccidono l'ospite prima della riproduzione.

- **METODI TEMPORANEI:** con il metodo **inondativo**, il microrganismo viene idratato e spruzzato come se fosse un insetticida. È un metodo che non dura nel tempo.

AGENTE	MODALITA' D'AZIONE	RAPIDITA'	SENSIBILITA'
<b>Virus</b>	Ingestione	2-5 giorni	Stabili
<b>Batteri</b>	Ingestione	30'-1 giorno	Sensibili UV
<b>Funghi</b>	Penetrazione diretta	2-10 giorni	Sensibili UV, stabili nel terreno
<b>Protozoi</b>	Ingestione	Malattie croniche	

I batteri sono i più utilizzati e in particolare lo è *Bacillus thuringiensis* (sporigeno): lo sporangio infatti contiene, entro all'endospora, una deltaendotossina (cristallo).

Il cristallo è costituito da monomeri (protossine) che con la digestione nel mesentero (pH basico) vengono liberati dalle proteasi. Se essi trovano i recettori specifici dell'epitelio del mesentero e se l'insetto è sensibile, si verificano alcune disfunzioni:

- 5-10 min ✍ l'insetto smette di alimentarsi;
- 30-60 min ✍ inizia il distacco dell'epitelio enterico;
- 5 h ✍ paralisi;
- 1-3 g ✍ morte.

Di per sé la specie non è specifica ma i vari ceppi lo sono. Un tempo si impiegavano ceppi produttori di una betaendotossina, tossica per i vertebrati (oggi non si usano più). Due ceppi utilizzati sono *kurstaki* e *aizawy* (per lepidotteri) e *tenebrionis* (per i coleotteri). I vantaggi sono la specificità, la non tossicità per il resto dell'agroecosistema e l'assenza di residuo. Gli svantaggi sono invece le resistenze indotte, la difficoltà di applicazione (tempistiche) e la non efficacia su specie endofite (larve di tignole). La scarsa persistenza è sia un vantaggio che uno svantaggio.

○ **METODI DEFINITIVI:**

- **Propagativo:** si usa con l'arrivo di nuovi fitofagi tropicali. Si cerca un predatore naturale del fitofago, lo si testa e lo si diffonde;
- **Inoculativo:** se il predatore non si insedia, si ripete la propagazione ad intervalli costanti;
- **Protettivo:** esalta il ruolo dei nemici già presenti, favorendone la diffusione.

La **lotta biologica moderna** invece impiega prodotti di organismi e microrganismi, come i feromoni. Queste sostanze si possono impiegare con metodiche dirette (uccisione immediata) o indirette (strategie di confusione come i feromoni).

Metodi a feromoni:

- METODO ATTRATTICIDA:** dei pannelli su cui sono applicate gocce di feromone e sostanze vischiose o tossiche vengono posizionate in vigneto. L'insetto viene attratto dal feromone e rimane bloccato. La sostanza tossica può uccidere o sterilizzare il fitofago. Le sostanze possono anche essere applicate direttamente sulla pianta. questo metodo non è molto utilizzato per la difficoltà nelle tempistiche (il trattamento va ripetuto per via della scarsa persistenza);
- CATTURA MASSALE:** delle trappole in grado di trattenere e uccidere migliaia di individui vengono posizionate. Per il richiamo sono ovviamente

presenti erogatori di feromone. Questi sistemi devono puntare ad uccidere almeno il 90% dei maschi sessualmente maturi per evitare che avvenga riproduzione. Anche qui le tempistiche di intervento sono abbastanza delicate, quindi il metodo è poco diffuso.

- **METODO CONFUSIONALE:** è il metodo più diffuso in viticoltura per via della sua efficacia. Il principio è quello di confondere sessualmente il maschio per impedire l'accoppiamento. Le tattiche sono due:
  - **Confusione:** è il metodo più utilizzato e prevede la saturazione dell'ambiente di feromoni per impedire al maschio di intercettare una scia femminile. Si utilizzano erogatori molto potenti e con una buona densità (500-700/ha). Essi durano una stagione intera 150-180 giorni (se ben impiegati). E vanno posizionati prima degli accoppiamenti.

#### VANTAGGI:

- Selettività
- Basso impatto ambientale
- Non induce resistenza
- Non prevede trattamenti
- Induce una progressiva riduzione della popolazione.

#### SVANTAGGI:

- Vanno posizionati all'ombra o la durata degli erogatori diminuisce
- I pendii e il vento sono dannosi
- Se la popolazione è ad alta densità il maschio può trovare la femmina anche senza scia (meglio effettuare un trattamento prima di posizionare gli erogatori)
- Se il vigneto vicino non ha lo stesso trattamento le femmine che vi si accoppiano possono deporre nel mio. È meglio aumentare la densità di erogatori ai limiti del vigneto
- Metodo oneroso
- **Disorientamento:** è meno utilizzata e si divide a sua volta in due metodi:
  - **False tracce:** gli erogatori sono saturano l'ambiente di feromoni, ma creano delle potenti scie andando a sovrastare il richiamo della femmina. Si prevede l'impiego di erogatori che durano 40-60 giorni e con una concentrazione di prodotto inferiori rispetto alla confusione (ne servono 1000-2000/ha). Essendo più rischiosa e onerosa della confusione, è meno impiegata.
  - **Autoconfusione:** su delle trappole viene posizionata polvere elettrostatica contenente feromone. Il maschio arriva e si impregna di prodotto, diventando esso stesso un erogatore. Questo porta all'confusione sessuale di sé stesso e degli altri individui.

### L'INERBIMENTO

Importante è il discorso dell'inerbimento, che può essere spontaneo o gestito. L'obiettivo è quello di posizionare specie che attirino i predatori dei fitofagi.

Esempio:

*Heterospilus prosopidis* e *Pimpla turionellae* sono due nemici delle tignole. L'influenza delle erbacee su di essi vede la seguente situazione:

PIANTA	NETTARE	ATTRATTIVITA'	VALENZA
<i>Origano</i>	SI	SI	MOLTO ALTA
<i>Achillea</i>	NO	NO	NULLA
<i>Trifoglio pratense</i>	SI	NO	ALTA
<i>Trifolium repens</i>	NO	SI	BASSA

Una pianta può anche produrre nettare per diversi predatori, ma la condizione perché ciò avvenga è che essa vada a fiore. Lo sfalcio del vigneto, spesso impedisce il verificarsi di questa condizione, pertanto si possono praticare degli **SFALCI ALTERNATI**, che lasciano un filare inerbito e uno no. Ciò permette di avere sempre la presenza di fiori. Per sfalciare esistono inoltre diversi strumenti:

- LAME ORIZZONTALI**: tagliano alla base, lasciando sopravvivere gli insetti nemici dei fitofagi (bassa mortalità);
- LAME ROTANTI**: tagliano e trascinano, creando danni agli insetti;
- MULCHING**: tagliano e triturano, non lasciando scampo ai predatori (alta mortalità).

Per sfalciare correttamente è quindi opportuno scegliere sia i mezzi che i metodi adeguati.

## GLI ANTIPARASSITARI

Le caratteristiche degli antiparassitari sono:

- **TOSSICITA'**: verso bersagli e non;
- **FITOTOSSICITA'**: oltre certe dosi, con usi impropri;
- **SELETTIVITA'**: primaria e secondaria;
- **PERSISTENZA**: sono molecole generalmente degradabili nel tempo. I livelli di residuo devono stare, alla raccolta, sotto una certa soglia;
- **MODALITA' DI PENETRAZIONE**: ingestione, contatto, inalazione;
- **MECCANISMO D'AZIONE**: come agisce sull'organismo dannoso;
- **PRONTEZZA D'AZIONE**: in quanto tempo ha effetto;
- **CITOTROPICITA'**: capacità di penetrare nei primi strati cellulari dei tessuti vegetali (utile per la tignola, la cui larva è nell'acino);
- **SISTEMICITA'**: capacità di diffondere tramite floema nella pianta.

## I REGOLATORI DI CRESCITA

Sono sostanze utilizzate nella difesa:

- ECDISOIDI**: esempi sono Metossifenozone e Tubufenozide. Queste sostanze vengono scambiate dall'insetto per ecdisone, accelerando in tal modo la muta. Di norma

infatti l'eccidione è presente solo alla muta, poi viene demolito: queste sostanze invece no, quindi la muta continua fino alla morte dell'insetto.

- JUVENOIDI: es. Piriproxifen. È una sostanza che viene scambiata dall'insetto per neotenina. Poiché tale ormone è sempre presente tranne che alla metamorfosi, bisognerà trattare proprio in questo periodo, bloccando il processo. Tali insetticidi hanno anche funzione ovicida.
- INIBITORI DELLA SINTESI DI CHITINA: Tiadiazine, Benzoiluree. Inibiscono la sintesi di chitina, quindi l'esoscheletro non sclerotizza.
- INIBITORI DELLA RESPIRAZIONE CELLULARE (Pirazoli e Pirazinoni);
- ALTRI MECCANISMI VARI (asfissia, effetto caustico, ecc.).

## I PIRETROIDI

I piretroidi sono una classe di antiparassitari e insetticidi derivanti dal piretro naturale, una miscela di sei esteri poco resistente (sensibile a esterasi, luce, temperatura). Includono tutti i derivati del piretro e l'idoxacarb.

Sono molecole a bassa persistenza (24-48h) e a bassa selettività, che agiscono per contatto (solo su cuticole poco chitinose) ma possono agire anche se entrano nell'emolinfa e arrivano al sistema nervoso.

Perché siano più persistenti, i piretroidi vengono arricchiti con PIPERONIL BUTOSSIDO, un antiossidante che blocca gli enzimi responsabili della degradazione della molecola.

I piretroidi svolgono un'azione di blocco della trasmissione nervosa INTRACELLULARE, lasciando aperti i canali del sodio e causando paralisi.

Poiché sono molecole non selettive, è bene che non siano troppo persistenti, altrimenti rischierebbero di uccidere nemici naturali.

## I NICOTINOIDI

Sono sostanze derivanti dalla nicotina che agiscono sul passaggio dell'impulso nervoso TRA DUE NEURONI. Essi legano il recettore dell'acetilcolina (la imitano) bloccando il segnale. Se il legame è stabile si ha la paralisi dell'insetto; se esso viene scisso ci possono essere nuovi legami con la trasmissione di falsi impulsi, quindi un movimento scoordinato del fitofago.

## SPINOSINE

Sono insetticidi che si legano a recettori diversi dai nicotinoidi ma il risultato è sempre quello di trasmettere falsi impulsi.

## INSETTICIDI FOSFORGANICI

Essi bloccano non tanto lo stimolo nervoso, ma inibiscono l'acetilcolina-esterasi: in questo modo, una volta trasmesso lo stimolo, l'acetilcolina non può più essere degradata. Ciò determina un primo impulso vero e i seguenti tutti falsi, con conseguenti movimenti scoordinati.

## SAPONI

Si tratta di saponi potassici con effetto caustico che vengono spruzzati ad alta pressione. Sono molto utilizzati per la lotta a *Metcalfa pruinosa*.

## ZOLFO

A contatto con l'acqua avviene la formazione di acido solforico (corrosivo). Anche qui c'è il rischio di ustioni. Gli insetticidi solforati agiscono prevalentemente per contatto ma alcuni possono anche asfissiare.

## **OLII**

Sono olii di petrolio che formano un velo sulla pianta occludendo gli stigmi degli insetti (asfissia). Le controindicazioni più gravi sono le possibili ustioni sui tessuti vegetali quando fa molto caldo.

# GLI INSETTI DANNOSI PER LA VITE

## I LEPIDOTTERI

NOME	ORGANO COLPITO
Tignola	Fiori e acini
Tignoletta	Fiori e acini
Eulia	Fiori e acini
Piralide	Gemme e germogli
Zigèna	Gemme e germogli
Boarmia	Geme e germogli
Ifantria	Foglie
Nottue	Gemme e germogli

## LA TIGNOLA

La tignola è diffusa in tutta Europa, specialmente nelle zone fresche, poiché non si adatta bene al caldo (sopra i 32°C muoiono sia le uova che i giovani). Non si è evoluta sulla vite, infatti è polifaga per i frutti a bacca, ma vi si è adattata, diventando un problema specialmente nel Nord-Italia.

L'adulto ha una sagoma triangolare con un paio di ali bruno chiaro (color Isabella) con un fascio scuro trasversale. L'apertura alare è di 10-12 mm e il corpo è lungo circa la metà (5-6mm).

**UOVO:** l'uovo della tignola è isolato, piatto, di 0,6-0,8mm. Appena deposto è trasparente, prima di schiudersi presenta una macchia scura al centro (capo dell'embrione).

**LARVA:** può avere varie colorazioni. Nella tignola il capo è nerastro, ben distinguibile. È lunga 1mm da appena nata, 10-12mm quando matura (come l'apertura alare dell'adulto).

**PUPA:** è di 4-6mm ed è tipica dei lepidotteri.

**BOZZOLO:** sverna nella corteccia alla base della pianta.

## IL CICLO

In Italia la tignola fa in media due generazioni e quella più abbondante è la prima. Dopo l'inverno, le crisalidi si preparano, nella prima decade di aprile, a sfarfallare: con il primo volo inizia la ricerca del partner per la riproduzione. Al tramonto si alza il maschio e poco dopo anche la femmina: se la scia di feromoni viene intercettata e avviene la riproduzione, si avrà deposizione di uova dopo due giorni. La tignola depone da 10 a 30 uova singolarmente sui grappolini in pre-fioritura.

L'uovo impiega 10-14 giorni a schiudere: la prima generazione nasce a metà maggio. Quando la larva cresce, si alimenta grazie alla pianta e avvolge i fiori con della seta (forma un glomerulo) in modo da passare da una bacca all'altra in modo agevole.

Quando la larva passa ad adulto si può riprodurre, deponendo le uova nell'acino. I frutti continuano lo sviluppo fino ad invaiare; verso fine agosto le larve carpofaghe di seconda generazione, che avranno mangiato dai 4 ai 6 acini, scendono lungo il fusto per svernare.

## Approfondimento:

### Identificazione e danno

La Clysia è la seconda Tignola della Vite è diffusa negli areali dell'Italia settentrionale dove effettua due generazioni all'anno che spesso coincidono con quelle della Lobesia, per cui il controllo è spesso abbinato. A volte la seconda generazione della Clysia è più lenta, rispetto a quella di Lobesia, coincidendo con la terza di quest'ultima. L'insetto adulto è una farfalla di medio-piccole dimensioni (10-15 mm di apertura alare); il colore delle ali anteriori è giallastro con una striscia trasversale bruno-nerastra, posta nella parte mediana. Le ali posteriori sono di colore grigio-giallastro uniforme. La larva di prima età è molto chiara; successivamente il colore diviene più intenso assumendo un tono variabile dal verdastro, al violaceo, al bruno-rossastro (lunghe 10-12 mm).

Il danno si verifica sia sul grappolo florale (la prima generazione), sia sugli acini in fase di ingrossamento ed invaiatura (seconda generazione), determinando gli stessi effetti negativi della Lobesia.

### Ciclo biologico

L'insetto sverna come crisalide, sotto la scorza della pianta o in altri anfratti del vigneto (pali di legno, vecchi ceppi, ecc.).

In primavera gli adulti compaiono ad aprile-maggio e le femmine ovidepongono sui grappolini fiorali; inizia, pertanto, la prima generazione di larve che sono antofaghe. Queste larve si incrisalidano nel grappolino fiorale ed i nuovi adulti compaiono fra giugno e luglio. Questi adulti ovidepongono su grappolini già formati, originando la seconda generazione di larve che sono carpofaghe. Le larve di seconda generazione hanno un ritmo di accrescimento più lento, rispetto a Lobesia, tanto che, a volte, si protrae fino ad ottobre. Le larve di seconda generazione originano le crisalidi che sverneranno.

L'insetto compie, pertanto, due generazioni all'anno; molto raramente, nei paesi più caldi, si può avere una 3a generazione a fine estate che spesso però è parziale ed incompleta.



Larva di Tignola della vite - *Eupoecilia* (= *Clysia*) *ambiguella* Hb.



Adulto di Tignola della vite - *Eupoecilia* (= *Clysia*) *ambiguella* Hb.

## Lotta

La lotta contro la *Clysia ambiguella* ricalca i criteri già espressi per la lotta contro la *Lobesia botrana*, soprattutto perché i momenti degli interventi coincidono; le soglie di intervento, ottenute o per monitoraggio o per campionamento, sono cumulative del danno e del volo delle due Tignole. Se si vuole considerare la sola *C. ambiguella* i criteri di campionamento e di valutazione delle soglie di intervento sono gli stessi visti per la *L. botrana*; cambiano solamente i ferormoni, le trappole sessuali e il numero di catture per determinare la soglia di intervento. Le trappole vanno collocate a metà aprile e la soglia di intervento, per alcuni tipi di trappole (es.: traptest), è indicativamente di circa 10 maschi catturati per trappola per settimana.

Qui di seguito riporteremo le varie tecniche, per il campionamento è preso ad esempio quella della tignoletta, ma come spiegato prima le generazioni coincidono, anche se con alcune piccole varianti.

### **Tecnica del campionamento**

Il campionamento si esegue controllando i grappoli (circa 100 ogni ettaro di vigneto), scelti casualmente sul tralcio, su un certo numero di ceppi randomizzati sul campo.

I campionamenti devono essere eseguiti in tre epoche prestabilite che corrispondono più o meno alle tre generazioni; in particolare alla fioritura (la generazione), dalla mignolatura alla prechiusura del grappolo (2a generazione) e dalla invaiatura alla prima metà di settembre (3a generazione). Con il campionamento le soglie di intervento sono:

- 1° generazione: 35-50% di grappoli infestati;
- 2° generazione: si può intervenire ai primi attacchi sugli acini, nelle zone a rischio; oppure con una soglia del 5% di grappoli infestati da larve oppure in presenza di uova o con fori di penetrazione;
- 3° generazione: si interviene ad una soglia del 5% di grappoli infestati.

### **Uso di trappole sessuali**

La determinazione della soglia di intervento può essere eseguita anche mediante l'uso di trappole sessuali per monitoraggio. Queste vanno installate (1 o 2 per ettaro o per azienda) ad inizio aprile; occorre cambiare la capsula ormonale, ed eventualmente anche il fondo, circa 10 giorni prima del previsto volo della generazione successiva.

Generalmente le catture della prima generazione sono solamente indicative della popolazione esistente (non conviene trattare).

Per le altre generazioni la soglia indicativa proposta in alcuni ambienti è di 10 maschi catturati per trappola per settimana (es.: traptest).

Se non si vuole considerare la soglia di intervento, si può trattare circa 10-12 giorni dopo le prime catture, nel caso sia sufficiente un solo trattamento; oppure si può trattare a 9-13 giorni, con un successivo intervento dopo 7 giorni, dal momento in cui la fase di cattura dei maschi è crescente. L'intervento viene attivato anche al superamento della soglia dei grappoli infestati, o ai primi danni sugli acini.

La lotta guidata si può effettuare anche con prodotti biotecnologici, infatti si possono utilizzare dei formulati biologici a base di *Bacillus thuringiensis ssp. kurstaki*.

Questo insetticida biologico, in considerazione delle sue caratteristiche, va distribuito prima che le larve siano entrate negli acini; esso si impiega con buoni risultati contro le larve della seconda generazione, distribuendolo due volte (la prima a 7-9 giorni e la seconda a 15-16 giorni dall'inizio della fase crescente delle catture) oppure 1 sola volta tra il 19° ed il 13° giorno dall'inizio della fase crescente delle catture. Contro la terza generazione (della tignoletta), si applica a 2 e 3 settimane dall'inizio delle catture dei maschi. In questi interventi è opportuno, per migliorare l'effetto del trattamento, aggiungere circa 500-1000 g di zucchero per ettolitro di acqua.

Inoltre sono in sperimentazione dei preparati a base di virus e di funghi (lotta microbiologica), che sembrano dotati di attività contro alcuni Tortricidi fra cui anche la Lobesia, e tecniche di confusione sessuale.

Infine sono da ricordare, tra gli entomofagi, alcuni Imenotteri (Calcidoidei e Icneumonidi) parassitoidi, i Ditteri Tachinidi e i Crisopidi, questi ultimi buoni predatori ausiliari di uova.

## LA TIGNOLETTA

La tignoletta ha una distribuzione più meridionale, che meglio si sovrappone a quella della vite. Si adatta bene al caldo, mentre negli areali più freschi fa qualche generazione in meno (2-3 invece di 4-5). È morfologicamente molto simile alla tignola ma presenta una colorazione mimetica, di un bruno con macchie sparse.

UOVO: vedi tignola.

LARVA: il capo è bruno e leggermente più scuro del corpo. Questo consente di distinguerla dalla tignola. Le dimensioni sono simili. BOZZOLO: sverna nella corteccia alla base della pianta.

## IL CICLO

La tignoletta vive in zone più mediterranee, dove sfrutta il calore. se in FRA, SUI, fa due generazioni, in zone come il Libano arriva anche a 4-5. Il ciclo ripete quello della tignola ma lo sfarfallamento è nella prima metà di aprile, il che anticipa tutto il ciclo.

Se la prima generazione, come per la tignola, è antofaga, la seconda e la terza sono carpofaghe (una per acini verdi, una per frutto invaiato).

Tra la seconda e la terza generazione, verso fine luglio (giorno di 16 ore), avviene l'induzione alla diapausa, e ci sono due possibilità:

- Se l'uovo schiude prima di questo momento, l'individuo si riprodurrà;
- Se esso schiude dopo questo momento, l'individuo si preparerà a svernare sul ceppo (senza originare un'altra generazione).

In sostanza se fa più caldo ci saranno più generazioni.

La tignoletta depone 40-50 uova per volta.

## I DANNI DI TIGNOLA E TIGNOLETTA

La curva che relaziona i danni con la % di grappoli infestati evidenzia che il tasso di questi ultimi può raggiungere valori discreti senza che ci siano grosse perdite.

Calcoliamo i danni di 30 larve/100 grappoli:

- 1^ GENERAZIONE: è antofaga (mangia 50 fiori) e la perdita è quasi nulla perché la pianta compensa l'attacco, determinando la colatura dei fiori che sono stati

colpiti. Soltanto se il vigneto ha un tasso d'infestazione maggiore il danno diventa consistente.

- 2<sup>a</sup> GENERAZIONE (E 3<sup>a</sup> PER LA TIGNOLETTA): 30 larve/100 grappoli possono portare una perdita dell'1,5%. Anche in seconda generazione, infatti, le perdite sono compensate: gli zuccheri vengono spinti negli acini sani, mentre quelli danneggiati sono meno nutriti. Questo funziona comunque con infestazione moderata.

### **DANNI INDIRECTI**

I grappoli aggrediti possono marcire se colpiti da:

- BOTRITE (colpisce anche l'acino sano)
- MARCIUME ACIDO (colpisce solo acini danneggiati)

Le conseguenze sono variabili:

- In prima generazione non accade nulla.
- Con la seconda generazione l'acino secca e cade (la seconda generazione mangia completamente l'acino), quindi non ci sono danni;
- La terza generazione l'acino viene danneggiato ma non consumato completamente: possono formarsi muffe.

La diffusione è favorita in zone umide e piovose. Inoltre, più l'uva sta in pianta, maggiore è il rischio.

### **PREDATORI**

- RAGNI: impatto su 1<sup>a</sup> generazione (che sta all'esterno);
- ACARI
- INSETTI: crisopidi, sirfidi, ecc. che sono esposti, quindi catturano solo la prima generazione.

Questi predatori possono ridurre la popolazione di uno 0-26%.

### **PARASSITOIDI**

- OOFAGI: sono ad esempio gli imenotteri, che depongono il loro uovo nell'uovo della tignola. Quando esso si schiude, la larva mangia l'embrione del fitofago. In questo caso l'uovo di tignola/etta appare completamente nero, per via degli escrementi dell'imenottero.
- LARVALI/PUPALI: tachinidi (0-7%), icteumonoidei (6-48%), calcidoidei (0-20%). Questi insetti attaccano prima le riserve di grasso e prima di completare lo sviluppo uccidono l'ospite. Vanno dai 3mm al cm e hanno un impatto massimo sulle generazioni svernanti.
- MICROORGANISMI: funghi, protozoi, virus riducono la popolazione del 1-40%. Vivono bene con fresco umido e agiscono principalmente sulle generazioni svernanti.

### **IL MONITORAGGIO**

Esso avviene con campionamenti:

- VISIVI: si cerca l'uovo o la larva sul grappolo. Si devono controllare numeri adeguati di grappoli e lo scopo è quello di vedere se si è al di sopra o al di sotto della soglia di intervento (100% per la prima generazione, 3-10 larve per grappolo per la seconda).
- TRAPPOLE A FEROMONI: offrono informazioni fenologiche e sono utilissime per costruire la curva di volo e capire quando fare i trattamenti.
- MODELLI PREVISIONALI

## LA LOTTA

- **CONFUSIONE SESSUALE:** viene condotta spesso con il metodo della saturazione, che è selettivo e ha un impatto minimo. I difetti sono i costi e il fatto che il trattamento sia preventivo, e va effettuato prima del volo;
- **REGOLATORI DI CRESCITA:** sono innocui per i vertebrati, a basso impatto e quasi selettivi. Tuttavia sono preventivi e vanno usati sulle uova;
- *Bacillus thuringiensis:* è quasi selettivo, a basso impatto ma preventivo. Agisce sulle larve neonate, che lo devono ingerire;
- **COPRENTI:** sono insetticidi che vengono spruzzati sulla superficie dell'acino (es. idoxcarb) che sono comunque preventivi;
- **TRANSLAMINARI CITOTROPICI:** sono selettivi e a basso impatto, ma preventivi.
- **ESTERI FOSFORICI CITOTROPICI:** hanno un basso costo e sono curativi. Non sono selettivi e per nulla rispettosi dell'ambiente.

**N.B.** I trattamenti vanno eseguiti sui grappoli con getti ad alta pressione.

## Approfondimento



Questo lepidottero tortricide è ritenuto il fitofago chiave per la coltura della vite in Toscana e nell'Italia centro meridionale in genere.

### *Sintomatologia e Danni*

I sintomi e i relativi danni legati alla presenza della *Lobesia botrana* e della sua attività trofica si differenziano (in relazione sia all'entità sia alle parti colpite) in base alla generazione dell'insetto in questione. Le larve della prima generazione (antofaga) riuniscono con fili sericei gruppi di bottoni fiorali e formano dei glomeruli all'interno dei quali si sviluppano, distruggendo i fiori e successivamente i piccoli acini appena allegati.

Le larve della seconda e terza generazione (carpofaghe) penetrano negli acini in accrescimento e in quelli in via di maturazione svuotandoli in parte. Gli acini danneggiati imbruniscono e disseccano. Le ferite possono essere colonizzate da infezioni successive di *Botrytis cinerea* e/o marciume acido. La *L. botrana* è essa stessa in grado di trasportare

i propaguli della muffa grigia sia internamente (li disperde poi con le feci) che esternamente. Alla luce di quanto detto si possono distinguere due tipologie principali di danni causati dalla tignoletta della Vite:

- Danni diretti derivati dalla distruzione degli acini, quindi con perdita di prodotto, e dei bottoni fiorali.
- Danni indiretti legati alla diffusione di muffa grigia (botrite) o di marciume acido, con conseguente perdite sia dal punto di vista quantitativo sia dal punto di vista qualitativo del prodotto.

I danni della prima generazione sono da considerarsi economicamente limitati, dal momento che l'eliminazione di parte dei boccioli fiorali viene compensata generalmente da un accrescimento ponderale più elevato degli acini circostanti rimasti indenni. Di conseguenza, i danni principali sono causati dalle larve della seconda generazione e soprattutto della terza generazione, in quanto penetrano negli acini in via di accrescimento o prossimi alla maturazione, determinandone il parziale svuotamento. Gli acini attaccati progressivamente disseccano. I danni in questo caso possono essere più incisivi e determinare notevoli perdite in peso degli acini e quindi di prodotto finale.

#### *Metodi di campionamento e previsione degli attacchi*

Per controllare l'andamento dei voli delle tre generazioni dell'insetto, vengono normalmente utilizzate trappole a feromoni sessuali che, diffondendo il feromone femminile, richiamano i maschi catturandoli. Controlli settimanali permettono di seguire lo sviluppo dei voli dall'inizio delle catture al picco massimo di sfarfallamento e la decrescita fino all'azzeramento delle catture. Questo dato consente di posizionare l'eventuale trattamento nel momento in cui il numero massimo di individui ha raggiunto lo stadio di sviluppo nel quale è maggiormente sensibile al meccanismo di azione del prodotto scelto. Per valutare l'andamento dell'infestazione è indispensabile eseguire dei campionamenti sui grappoli per verificare la presenza di uova, di nidi larvali, di larve o di acini danneggiati a seconda del momento di campionamento e della sua finalità. Se si intende valutare il raggiungimento della soglia di intervento per le generazioni carpofaghe finalizzata alla esecuzione di trattamenti con insetticidi microbiologici, chitino-inibitori, regolatori di crescita o acceleratori della muta, sarà necessario valutare la percentuale di ovodeposizioni e lo stato di maturazione delle uova (stadio di "testa nera") su 100 grappoli scelti a caso per ciascuna unità colturale. Se invece si intende valutare la soglia

di intervento per le generazioni carpofaghe finalizzata alla esecuzione di trattamenti con insetticidi tradizionali, si dovrà valutare il numero di larve presenti su 100 grappoli scelti a caso per ciascuna unità colturale. Infine, se si intende valutare l'esito di una infestazione, basterà verificare la percentuale di acini danneggiati. La soglia economica di intervento è un parametro numerico determinato preventivamente in base a una serie di previsioni, variabile di anno in anno e da zona a zona, permette di stabilire quando l'entità del danno stimato supera il costo dell'intervento chimico.

### *Strategie di difesa*

Nei confronti delle larve della prima generazione nella maggior parte dei casi non si prendono in considerazione interventi con agrofarmaci. Quest'ultimi possono essere utilizzati, eventualmente nella fase dei bottoni fiorali separati, con infestazioni medie del 30-35% per le varietà da vino con grappolo spargolo e del 50% per le varietà con grappolo serrato. L'intervento chiave per combattere questo fitofago rimane quello sulla seconda generazione. Le soglie di intervento, per le generazioni carpofaghe, oscillano tra il 5% e il 10%. Si ricorda che è buona norma utilizzare soglie di intervento più alte in vigneti occasionalmente danneggiati dal fitofago e più basse in quelli normalmente attaccati. Le varietà più suscettibili sono quelle a grappoli serrati.

Nella scelta dei prodotti chimici da utilizzare è buona norma orientarsi sempre verso quelli con minori ripercussioni ambientali, di minore tossicità per l'uomo e a maggiore selettività nei confronti dei pronubi, dei parassiti e predatori degli insetti dannosi. La diffusione di tecniche di campionamento più precise e facilmente applicabili consente la razionalizzazione dell'intervento che ha come obiettivo le larve neonate, limitandone i danni con buoni risultati. Il trattamento dovrà essere eseguito solo a seguito della constatazione del superamento delle soglie di intervento. Di conseguenza per stabilire se effettuare o meno un intervento con agrofarmaci, occorre campionare i grappoli in vigneto. Le epoche in cui effettuare i campionamenti sono in funzione della fase fenologica della vite, del ciclo biologico dell'insetto patogeno (ovideposizione, nascita larvale ecc.), ma anche del tipo di trattamento da effettuare (larvicida, ovidica ecc.). Infatti, con insetticidi tradizionali si può intervenire mediamente 7- 8 giorni dopo il picco massimo dei voli rilevato con trappole a feromoni sulle larve in fase di penetrazione. Con insetticidi chitinoinibitori (ICI), regolatori di crescita (IGR) e acceleratori della muta (MAC) sarà necessario anticipare il momento di intervento; infatti, questi formulati esplicano la loro migliore efficacia sulle larve neonate e, in alcuni casi (ICI e IGR), sulle uova. Pertanto

il trattamento dovrà essere eseguito a partire dalla fase di ovideposizione che mediamente inizia 12-14 giorni dopo l'inizio delle catture dei maschi nelle trappole a feromoni. La precocità di questo intervento non consente tuttavia di valutare l'effettiva consistenza delle popolazioni e il superamento della soglia di intervento, pertanto si consiglia di riservare questi formulati a vigneti in cui la presenza di tignoletta è particolarmente elevata tutti gli anni. Tra le sostanze attive che si possono utilizzare, ricordiamo: Spinosad, Indoxacarb, Flufenoxuron, Tebufenozide, Metossifenozone ecc. È importante bagnare solo la zona dei grappoli per non danneggiare eventuali organismi utili presenti sul resto della vegetazione. L'unico prodotto biologico attualmente utilizzabile è il *Bacillus thuringiensis* var. *Kurstaki* che agisce per ingestione. Anche per la corretta applicazione di questo insetticida microbiologico è opportuno individuare con precisione il momento della nascita delle larve, in quanto questo prodotto ha una maggiore efficacia all'inizio della loro attività trofica. L'intervento dovrà essere effettuato 12-14 giorni dall'inizio delle catture con le trappole a feromoni, quando la maggior parte delle uova deposte ha raggiunto la cosiddetta fase di "testa nera". Il trattamento va ripetuto dopo 7-8 giorni o a seguito di piogge, a causa della scarsa persistenza del *Bacillus thuringiensis*, garantendo una adeguata copertura del grappolo.

## EULIA

Eulia è un lepidottero con comportamento simile alla tignola, ma è meno dannosa. Presenta un'apertura alare che può arrivare a 12 mm e ha una colorazione grigio-argentea con tre bande brune. È un insetto che predilige le piante arboree, ma non la vite, anche se ci possono essere ceppi particolarmente ampelofili.

**UOVO:** ha una forma a disco appiattito, è incolore e viene deposto in gruppi di diverse centinaia.

**LARVA:** sono lunghe 15-18 mm, sono verdastre e hanno un capo più chiaro del tegumento. Lo stadio larvale dura di più rispetto a quello della tignola.

## CICLO

Il ciclo è simile a quello della tignoletta, con una media di 3 generazioni in Italia Settentrionale. Lo sfarfallamento degli adulti comincia a Marzo e le generazioni successive sono:

- PRIMA GENERAZIONE (primaverile) ✎ antofaga;
- SECONDA GENERAZIONE (estiva) ✎ carpofaga;
- TERZA GENERAZIONE (estiva) ✎ carpofaga.

## DANNI

La prima generazione tende a tessere fili di seta sulle infiorescenze. La seconda e la terza generazione si nutrono della bacca dall'esterno, senza mai entrarvi.

## LOTTA

Si impiegano gli stessi prodotti visti per la tignola e la tignoletta; in Italia non c'è possibilità di confusione sessuale.

## Approfondimento

Classe: Insetti  
Ordine: Lepidotteri  
Sottordine: Eteroneuri  
Famiglia: Tortricidi  
Genere: *Argyrotaenia*  
Specie: *A. pulchellana* Haw.  
Sinonimi: *Argyrotaenia ljugiana* (Thunberg) - *Eulia pulchellana* (Haworth)

## Identificazione e danno

L'*Eulia* è una piccola farfalla di circa 15 mm di apertura alare; le ali anteriori sono di colore ocraceo chiaro con ampie bande trasversali brunastre. Le larve, che sono verdi con capo giallastro, hanno una lunghezza di circa

15-18 mm. Il danno sulle Pomacee si manifesta come per gli altri ricamatori, al cui gruppo si associa, danneggiando i germogli, i mazzetti fiorali ed i frutti.

Il danno sulla Vite è molto simile a quello delle Tignole; generalmente è determinato dalle ultime due generazioni e consiste in attacchi agli acini che vengono danneggiati superficialmente, creando anche le condizioni per un attacco fungino (marciumi).

A volte l'*Eulia* può provocare piccole erosioni alle foglie, senza peraltro creare gravi danni.

## Ciclo biologico

L'*Eulia* supera l'inverno nel terreno, riparata dalla vegetazione dell'anno, come crisalide. In primavera gli adulti compaiono generalmente ad aprile; le larve di 1ª generazione sono attive tra aprile e fine maggio. Gli adulti di 2° volo sfarfallano dalla prima decade di giugno fino a luglio; le larve di 2ª generazione sono presenti da giugno fino ai primi giorni di agosto. Gli adulti del 3° volo sfarfallano da agosto a settembre ed originano le larve di 3ª generazione le cui crisalidi sverneranno. Nel Meridione si può avere una 4ª generazione incompleta.



## TORTRICE (PIRALIDE DELLA VITE)

È un lepidottero con palpi molto sviluppati, il cui adulto può arrivare a 2-2,5 cm. Presenta una colorazione bruno-ocra con tre bande scure più evidenti nel maschio e ha un areale di diffusione che comprende l'Europa centrale, il Mediterraneo e il Nord Africa, anche se in Italia è molto rara. È una specie polifaga che ha una buona preferenza per la vite, soprattutto oltre le Alpi.

**UOVA:** sono a forma di lente, discoidali e vengono deposte a grandi gruppi sulle foglie. Appena deposte sono verdi, poi virano al giallo e scuriscono.

**LARVA:** ha un colore verde carico e va dai 2 ai 2,5 cm.

### CICLO

Ha un ciclo unico: passa l'inverno sul legno di alcuni anni come larva, al germogliamento raggiunge gli apici e si nutre dei tessuti verdi (per uno o due mesi). A primavera inoltrata compaiono le prime crisalidi e a inizio estate avviene lo sfarfallamento, seguito dall'accoppiamento e dalla deposizione. Quando la larva nasce essa non si alimenta e va a rifugiarsi nel legno.

### DANNO

Il danno si ha solo a inizio primavera, quando il lepidottero si nutre dei tessuti.

### LOTTA

Si utilizzano i classici prodotti, come regolatori di crescita e insetticidi fosfororganici; solitamente i nemici naturali sono sufficienti.



## ZIGENA DELLA VITE

La zigena è una falena con corpo blu notte, ali brune con riflessi metallici. Le antenne sono molto sviluppate e ben visibili; nei maschi esse sono bipettinate. Ha dimensioni variabili da 1,5 a 2,5 cm ed è una specie ampelofaga obbligata. Il suo areale include Mediterraneo (Europa e Africa) e vicino Oriente.

**UOVA:** hanno una forma cilindrica con una dimensione di mezzo millimetro, sono di colore giallo chiaro e vengono deposte in gruppi (centinaia) sulle foglie. Alla schiusa la larva neonata consuma i tessuti della foglia, ma i danni sono nulli.

**LARVA:** alla schiusa sono bianche, mentre in seguito diventano grigie e pelose (lunghezza di circa 1,5 cm). Si trovano spesso in gruppetti perché crescendo diventano meno mobili.

### CICLO

La forma svernante è la larva di seconda età, che si rifugia nel midollo degli speroni. In primavera l'insetto si sposta verso le gemme e si nutre dei tessuti verdi. Da fine maggio si trovano le pupe, da giugno a luglio gli adulti.

### DANNI

Come per la tortrice, più precoce è l'attacco, maggiori sono i danni. Si è visto che le piogge forti in primavera fanno cadere le larve a terra, senza possibilità di risalire: questo ha determinato una forte limitazione dei danni.

**SOGGIE:** con 6-7 larve per pianta al germogliamento è meglio intervenire. Questa soglia è stata calcolata su basi specifiche ed è difficilmente estendibile a tutte le cultivar.

### LOTTA

Esteri fosforici, *Bacillus thuringiensis*, più semplicemente getti d'acqua ad alta pressione.



## BOARMIA



È una falena appartenente alla famiglia delle geometridi. Si riconosce perché a riposo tiene le ali aperte, e queste sono di una colorazione mimetica. I maschi hanno antenne pettinate, mentre le femmine filiformi. L'insetto può arrivare a 3-5 cm.

**UOVA:** sono ovoidali, dapprima verdi, poi virano al rosa.

**LARVA:** hanno una colorazione mimetica e possono arrivare anche a 4 cm.

### CICLO

La boarmia ha un areale che comprende l'intera Europa, in cui può fare una, due, tre e anche quattro generazioni. L'unico pericolo è costituito dalle larve presenti al germogliamento, specialmente se queste sono già sviluppate (si nutrono di più). È una specie boschiva, quindi colpisce prevalentemente vigneti vicini a queste zone. Tende a compiere delle gradazioni, infatti potremo avere per alcuni anni pochissimi individui e per alcuni anni moltissimi.

In inverno muoiono molti individui, quindi al germogliamento non avremo una grande densità; se però l'inverno è mite avremo danni maggiori in primavera.

### LOTTA

In natura sono presenti antagonisti naturali; se essi non sono sufficienti si può trattare con regolatori di crescita o con *Bacillus thuringiensis*.

## LE NOTTUE

Includono diverse specie con colorazioni mimetiche, corpo tozzo e peloso, antenne filiformi. Il secondo paio di ali ha colorazioni molto vive, con due bande scure ai lati. L'apertura alare è di 4-5 cm.

### DANNI

Derivano dalle larve, che di giorno stanno nel terreno e di notte risalgono la pianta per cibarsi. Esse si nutrono dei germogli e, a seconda della varietà, i danni possono essere più o meno cospicui. Essendo specie polifaghe, è consigliabile operare inerbimenti e lasciare eventuali specie erbacee.

### LOTTA

I nemici naturali non sono attivi e la lotta è difficile per via della presenza di larve sia nel terreno che sulla pianta. Si possono applicare dei dischi di plastica sulla pianta per impedire la risalita del fitofago.

## IFANTRIA AMERICANA

È una falena che si nutre di foglie, con un potenziale biotico molto alto (1000 uova per femmina). È polifaga, con preferenza per le piante arboree

LARVA: presenta colorazioni giallastre con dei punti neri. Quando crescono sviluppano molti peli e a maturità si lasciano cadere per fare il bozzolo.

Il ciclo prevede due generazioni nelle nostre zone, con la seconda molto più feconda della prima.

La larva tesse seta fino a ricoprire interi rami. Gli attacchi sono rari, ma nel caso conviene trattare con *B. thuringiensis*.

## I RINCOTI

NOME	TIPO DI DANNO
Scafoideo	Trasmissione del fitoplasma della FD
laleste	Trasmissione fitoplasma del LN
Cicaline verde, africana	Filloptosi
Cicalina gialla	Calo fotosintesi
Metcalfa	Melata, ustioni
Cicalina bufalo	
Fillossera	Distruzione delle radici
Cocciniglie	Vettori di virus, deperimento

## SCAFOIDEO



*titanus* è una delle specie più preoccupanti nel Nord Italia. Si tratta di una cicalina ampelofila che trasmette la Flavescenza Dorata, giallume dell'olmo (sintomo: ingiallimento dorato delle foglie). Ha origini americane (USA e Canada), da zone subartiche al Golfo del Messico (tutte le longitudini). È arrivato in Europa (FRA) tra gli anni '50 e gli anni '60, quando la malattia (europea) era già presente ma non veniva trasmessa: il risultato è stato un andamento epidemico. Le piante malate sensibili (Pinot Noir, Chardonnay) non producono più; la misura classica per il controllo è il trattamento obbligatorio. In Europa la malattia è rimasta confinata alle latitudini intorno al 45° parallelo: Est Europa, Italia, Francia, Svizzera, Germania, Nord della Spagna.

In Italia il vettore viene trovato per la prima volta in Liguria nel 1963, e presto si diffonde al nord, fino alla Toscana. Se al nord e nell'isola di Ischia sono presenti sia il vettore che la malattia, al centro-sud la presenza di *titanus* è sporadica.

**UOVO:** forma allungata e ricurva con una protuberanza apicale. Viene deposto nelle zona corticale del legno e ha una dimensione di 1 mm.

### NEANIDI:

- Prima età: 1,5-2,5 mm, corpo incolore;
- Seconda età: color ocra;

Il riconoscimento è possibile grazie alla presenza di due macchie nere sull'ultimo urite.

**NINFA:** l'insetto ha dimensioni maggiori (4,5 mm) ed è più scuro. Nella 4<sup>a</sup> e nella 5<sup>a</sup> età presenta macchie scure sul torace e sull'addome.

**ADULTO:** 5-6 mm con bande e chiazze scure. Le ali sono ben sviluppate.

### **CICLO**

Questo rincote ha un ciclo unico. Esso sverna nel legno di due o più anni come uovo, che schiude generalmente a metà maggio.

I giovani si possono trovare sul ceppo o sui polloni, e dopo essere risaliti, pungono il floema della foglia per nutrirsi di linfa elaborata. Dopo aver superato le varie età degli stadi giovanili, a giugno-luglio compare l'adulto. Esso si alimenta per una settimana, sfarfalla e si accoppia. Dopo alcuni giorni avviene la deposizione (fine luglio-agosto). Gli adulti restano in vigneto fino a fine ottobre. I periodi e gli stadi sono:

- Inizio giugno ✍ neanidi
- Fine giugno ✍ ninfe di 4<sup>a</sup> età
- Prima decade di luglio ✍ ninfe di 5<sup>a</sup> età
- Fine luglio ✍ adulti

### **TRASMISSIONE**

Adulti e ninfe di 5<sup>a</sup> età sono gli unici stadi infettivi. Questo avviene perché:

- La trasmissione non è transovarica (neonati sani);
- Le neanidi di 1<sup>a</sup> e 2<sup>a</sup> età pungono le nervature esili, in cui il patogeno non è presente;

- A giugno il fitoplasma non è ancora arrivato alla chioma;
- La fase di latenza è di 3-4 settimane.

In ogni caso quando la cicalina ingerisce il fitoplasma da una pianta infetta, esso attraversa l'epitelio del mesentero e si moltiplica. Tramite l'emolinfa esso arriva alle ghiandole salivari e può essere trasmesso. La cicalina infetta manifesta un calo del potenziale biotico (meno uova ✍️ meno generazioni). I sintomi della malattia sono:

- Mancato germogliamento
- Internodi corti e a zig-zag
- Disseccamento del grappolo
- Mancato agostamento
- Accartocciamento, ingiallimento, arrossamento delle foglie

## MONITORAGGIO

- OSSERVAZIONE DEI SINTOMI
- VERIFICA DELLA PRESENZA DEGLI STADI GIOVANILI (controllo visivo a inizio stagione)
- TRAPPOLE CROMOTROPICHE GIALLE vicino alla chioma per la cattura di adulti. Non si usano trappole a feromoni perché il richiamo dell'accoppiamento avviene con il canto del maschio (la femmina risponde).

## LOTTA

Dall'inizio del secolo c'è lotta obbligatoria in Italia. Il Decreto Ministeriale divide il territorio in tre zone:

- ZONE DI INSEDIAMENTO: la malattia è diffusa e abbondante (2 trattamenti)
- ZONE FOCOLAIO: la malattia è presente ma localizzata (1 trattamento)
- ZONE INDENNI: la malattia non è presente

La profilassi prevede invece l'impiego di materiale certificato, l'espianto delle piante infette e la distruzione o il trattamento di vigneti incolti.

I trattamenti devono considerare che la prima forma dannosa si presenta a giugno. Essi vanno operati il più tardi possibile in modo da colpire il maggior numero di individui infettivi:

- 1° TRATTAMENTO: 10-15 giugno. Si può anticipare o posticipare in base al principio attivo. I regolatori di crescita devono essere applicati prima, gli esteri fosforici attorno al 15-17 giugno;
- 2° TRATTAMENTO: inizio luglio. In questa fase sono presenti gli adulti, quindi vanno usati esteri fosforici.

A volte il problema non si risolve per via di fonti esterne: *titanus* si sposta attivamente e passivamente anche per diversi chilometri. Pertanto, dopo l'ultimo trattamento, è bene impiegare trappole cromotropiche per verificare la presenza di adulti. Nel caso, ci sarà un terzo trattamento.

Le aziende BIO utilizzano il piretro, ma per la sua bassa persistenza devono effettuare 3 trattamenti come base.

## IALESTE



Ialeste è un rincote polifago responsabile della trasmissione del fitoplasma del legno nero, un vero giallume della vite. Ialeste non fa il suo ciclo sulla vite, ma ci va solo da adulto (infatti la malattia non è epidemica).

L'individuo adulto presenta ali trasparenti e grandi occhi rossi con un contorno avorio; le dimensioni sono di 4-5 mm.

Esso sverna come ninfa di terza età sulle radici di ortiche (fonte fitoplasma tipo 1) e convolvolo (fonte fitoplasma tipo 2), e a luglio compaiono gli adulti, che saranno presenti fino a fine estate. Le uova vengono deposte nel terreno. La trasmissione della malattia è analoga alla flavescenza dorata, ma non c'è trasmissione da vite a vite.

## LE CICALINE gialla, verde e africana



cicalina verde

Cicalina gialla, verde e africana non trasmettono malattie. Hanno un adulto di 3 mm e un ovopositore per deporre nelle nervature (singolarmente o a coppie).

La colorazione dell'insetto si intensifica con la crescita e se le fasi giovanili sono simili, quelle adulte sono diverse. Esse prediligono:

- CICALINA GIALLA: climi caldo-temperati, come Italia centro-sud;
- CICALINA VERDE: climi freschi e umidi;
- CICALINA AFRICANA: climi caldi e aridi.

### CICLO

Questi rincoti fanno tre generazioni, sono polifagi e svernano fuori dal vigneto su piante rifugio sempreverdi (conifere per la verde che è la più diffusa in Italia, rovo per la gialla). In primavera le femmine (che svernano) si alzano in volo e vanno su piante a germogliamento precoce, dove si riproducono. Al germogliamento della vite vi si trasferiscono: in questa fase esse sono molto disperse sulle varie piante, quindi la prima generazione non è molto consistente. A inizio estate si sviluppa la seconda generazione, mentre la terza arriva a fine agosto-inizio settembre. Gli adulti si sposteranno infine sulle piante rifugio.

**N.B.** La cicalina africana fa anche 4 generazioni. la prima è generalmente innocua, la seconda è pericolosa, la terza punge il floema ma la maturazione è già avvenuta.

Cicalina Africana e cicalina verde sono floemomize (si nutrono dal floema), mentre la cicalina gialla si nutre del succo cellulare delle cellule della lamina fogliare (è meno dannosa). Esse tendono a localizzarsi su foglie ben sviluppate e distese.

## SINTOMI

**Le cicaline verde e africana**, con un attacco massiccio, possono ostacolare la circolazione della linfa elaborata compromettendo seriamente il flusso di zuccheri alla bacca (danno sistemico). Sintomi:

- CAMBIAMENTI CROMATICI FOGLIE (ingiallimenti e arrossamenti)
- DISSECCAMENTO DEI MARGINI FOGLIARI, che prosegue sulle nervature principali

In base all'entità dell'attacco avremo singoli individui malati, chiazze o interi comprensori.

**La cicalina gialla** si nutre invece dei succhi cellulari della foglia, quindi non compromette la circolazione (danno localizzato). Il principale sintomo è:

- LAMINA FOGLIARE INGIALLITA, CON PUNTI ARGENTATI che possono diventare macchie.

## MONITORAGGIO

- Controllo visuale sulle foglie (in vigneto o in laboratorio) delle forme giovanili;
- Trappole cromotropiche di colore giallo. Questo metodo cattura le forme adulte, quindi poco interessante.

## LOTTA

La cicalina verde non è mai stata dannosa fino al 2000. Lo è diventata in Europa e California perché le zone completamente vitate, senza vegetazione spontanea, non avevano nemici naturali.

I principali antagonisti sono piccoli imenotteri che parassitizzano le uova fino al 95-99%. Sono insetti quasi invisibili il cui uovo sverna all'interno di quello della cicalina su piante come le rosacee. In primavera seguono le cicaline su altri ospiti e sulla vite.

**N.B.** Potature verdi eccessive sono dannose: se la cicalina colpisce, la pianta non può più emettere foglie (i germogli sono stati potati).

## SOGLIE DI DANNO:

- Africana: 0,5-1 individuo/foglia
- Verde: 1,5-2 individui/foglia
- Gialla: 5 individui/foglia

I principi attivi impiegati sono:

- Regolatori di crescita
- Indoxacarb
- Fosfororganici (che però uccidono anche i nemici)
- Nicotinoidi (Thiamethaxan)
- Piretrine (BIO)

Non si usano piretroidi fotostabili per via della bassa selettività e della lunga permanenza in vigneto.

## METCALFA



*Metcalfa pruinosa* è un insetto polifago di origine americana, arrivato in Italia nel 1970 e diffusosi molto rapidamente negli anni seguenti. Il corpo di 7-8 mm, grigio cenere (presenza di pruina), con una forma a testa d'ascia e ali quasi rettangolari.

**UOVO:** forma allungata, 0,5x1 mm, viene deposto nelle zone corticali del legno delle piante arboree (a volte su vite).

**FORME GIOVANILI:** sono biancho-giallastri, tozzi e coperti di cere. La neanide non ha abbozzi alari, la ninfa sì. Siamo sulle dimensioni dei 1-2 mm.

### CICLO

Assomiglia al ciclo dello scafoideo: sverna come uovo nella corteccia, da inizio luglio compaiono gli adulti, abbastanza longevi. Sulla vite predilige il grappolo o comunque zone poco esposte. Si riconosce per l'abbondante presenza di cera.

### DANNI

La metcalfa succhia la linfa della pianta e produce molta melata, che finendo sui grappoli e sulle foglie può facilitare lo sviluppo di funghi. Il danno è rilevante solo con attacchi massicci. Essendo una specie polifaga, i danni in vigneto sono solitamente limitati ai bordi della coltivazione.

### LOTTA

Tra i nemici naturali è importante segnalare un imenottero (vespetta) che parassitizza le forme giovanili, deponendo uova al loro interno: si vede un bubbone sporgere dal corpo della metcalfa. La larva, quando è matura, uccide l'ospite e si impupa in un bozzolo. Delle gabbie contenenti pupe di questi imenotteri vengono posizionate nella vegetazione spontanea.

I trattamenti sono condotti con saponi potassici con effetto caustico: se usati ad alta pressione essi dilavano anche la melata e fanno cadere a terra i fitofagi.

## CICALINA BUFALO

Insetto di origine americana che causa sintomi molto visibili ma innocui. Gli adulti hanno il tergo del torace estremamente sviluppato (da cui il nome bufalo). Le ali sono trasparenti e il corpo verde acceso è lungo 1 mm.

Gli adulti vivono solitamente su piante arboree, i giovani su piante erbacee. Le uova vengono deposte a cerchio (2 mezzelune) nei rametti. Perché ciò avvenga l'insetto deve creare una ferita nel tessuto: se essa è molto grande il ramo si può spezzare (solitamente nel melo).

Su vite l'adulto punge il germoglio: la parte ferita secca e si rigonfia (può anche diventare violacea). Nonostante la visibilità del sintomo non ci sono conseguenze pratiche.

## Classificazione e piante ospiti

Classe: Insetti

Ordine: Rincoti

Sottordine: Omoteri

Famiglia: Membracidi

Genere: Stictocephala

Specie: *S. bisonia* Kopp e Yonke

## Identificazione e danno

La Cicadella bufalo è un insetto di origine diffuso in Italia soprattutto nelle regioni settentrionali; il nome comune deriva dalla singolare forma del corpo e del torace degli adulti, il cui pronoto è rilevato e di forma triangolare con la parte basale espansa verso il capo (i due apici sembrano corna) tanto da farla assomigliare ad un bufalo.

Gli adulti, le cui dimensioni sono di circa 8-9 mm, hanno un colore verdastro-ocraceo.

Il danno, nella Vite, è determinato dalle punture di nutrizione generalmente fatte sui rametti erbacei; queste punture sono effettuate tutt'intorno, ad anello, determinando una caratteristica strozzatura dei tralci che, a volte, per reazione dei tessuti che si rigonfiano tipicamente, diviene un ingrossamento ipertrofico. In questi casi, soprattutto nella Vite, nella parte distale del rametto, le foglie subiscono marcate alterazioni cromatiche (giallo-rossastre) ed accartocciamenti dei margini verso il basso.

Il danno, inoltre, può essere provocato anche in fase di ovideposizione; infatti, la Cicadella (dotata di un robusto ovopositore morfologico), infiggendo le uova nei giovani rametti dei fruttiferi, all'interno dello strato corticale, provoca la formazione di piccoli cancri sui rametti, oppure determina deformazioni che ostacolano il normale svolgimento delle funzioni fisiologiche. Questi danni, che si verificano con più frequenza sui fruttiferi, possono divenire sede di patogeni fungini, agenti di cancri e di carie.

## Ciclo biologico

L'insetto sverna allo stadio di uovo, all'interno dei tessuti corticali dei rametti; in primavera gli stadi giovanili evolvono nutrendosi di piante erbacee, soprattutto Leguminose da foraggio, e completano il loro sviluppo a metà estate. Successivamente gli adulti (circa nel mese di luglio) si portano sulla Vite e sui fruttiferi, sui quali si accoppiano ed ovidepongono. La Cicadella bufalo effettua una sola generazione all'anno.

Cicadella bufalo - *Stictocephala bisonia* Kopp e Yonke

## Lotta

La lotta contro questo insetto si avvale di pratiche agronomiche, quali l'eliminazione dei rametti con le ovideposizioni, e cercando di evitare Leguminose nei tappeti erbosi sottochioma e nelle vicinanze dei frutteti, perché a loro carico evolvono gli stadi giovanili. La lotta chimica non è quasi mai giustificata, per il relativo danno effettuato sulle piante. La Cicadella bufalo è controllata da un nemico naturale: il *Polynema striaticorne*. Questo insetto è un Imenottero Mimaride, parassitoide oofago; è possibile introdurlo nei frutteti, praticando lotta biologica inoculativa, utilizzando i rametti con uova parassitizzate.

## FILLOSSERA

*Daktulosphaira vitifoliae* è un afide originario del continente americano, che con l'arrivo in Europa (assieme a oidio e peronospora) ha contribuito al miglioramento della lotta moderna.

È in natura un afide galligeno, che iniettando sostanze che interferiscono con l'equilibrio ormonale della pianta (auxine, gibberelline, falsi ormoni) fa produrre delle galle.

Il ciclo è diviso in due fasi, con forme gallecole (parte aerea) e forme radicolole (apparato radicale).

La vite europea non risponde agli ormoni nella parte della chioma (non emette galle) ma è estremamente sensibile nelle radici.

- Forme radicolole 1 mm
- Forme anfigoniche 0,3-0,4 mm
- Forme gallecole 1,2 mm
- Adulto alato 1,5 mm

## CICLO AMERICANO

L'insetto sverna nella forma di uovo resistente. In primavera le uova si schiudono e compare la femmina fondatrice (gallecola attera=senza ali), che va sulla foglia, punge formando una galla in cui depone, partenogenicamente, le uova. Dopo la schiusa, quando la neanide neogallecola è matura, essa esce e si porta verso l'apice, dove le foglie sono ancora in via di sviluppo. In zone fresche fa 1-2 generazioni; in zone calde arriva a 7. Man mano che il ciclo prosegue, alcuni individui si lasciano cadere a terra iniziando la fase radicolole. Questi diventano adulti alati, che si accoppieranno a fine estate per dare vita alle uova resistenti, deposte nel ritidoma alla base del ceppo.

## CICLO EUROPEO

In Europa sono presenti soltanto le forme radicolose, e sono presenti tutto l'anno. La pianta è sempre molto sensibile e in genere muore in 3-4 anni. Esistono alcune zone indenni:

- Zone sabbiose: l'insetto non riesce a muoversi in questo tipo di terreno;
- Zone argillose: i ristagni idrici uccidono la fillossera per asfissia.

I danni includono lesioni profonde (tuberosità) alle radici di conduzione. Se la vite americana reagisce all'attacco, la vite europea e *Vitis labrusca* non possono attuare alcun meccanismo di difesa. La soluzione nella lotta è il portinnesto. Il problema sussiste però nei vivai, dove si possono impiegare prodotti sistemici come i nicotinoidi e i neonicotinoidi.

Approfondimento

## Classificazione e piante ospiti

Classe: Insetti  
 Ordine: Rincoti  
 Sottordine: Omotteri  
 Famiglia: Fillosseridi  
 Genere: *Viteus*  
 Specie: *V. vitifoliae* Fitch.

## Identificazione e danno

La Fillossera è un insetto, di origine americana, arrivato in Europa alla metà del secolo scorso diffondendosi rapidamente in tutti i vigneti. Il danno, che è determinato dalle punture di questo Afide, si riscontra:

- sulle radici, dove provoca la formazione di galle nodose, anche di notevoli dimensioni, e perdita di capacità assorbente;
- sulle foglie, dove compaiono galle tondeggianti e rugose che erompono verso la pagina inferiore, originando una superficie nodosa ed irregolare.

All'interno delle galle completano lo sviluppo gli stadi giovanili.

Il danno si differenzia a seconda della Vite attaccata:

- se si tratta di Vite Americana, il danno radicale è limitato perché le radici di questa vite sono poco sensibili e reattive alle punture della Fillossera, mentre sono molto reattive le foglie che producono una grande quantità di galle;
- se si tratta di Vite Europea, il danno è sicuramente più rilevante in quanto le radici di queste viti sono particolarmente sensibili e producono galle vistose se punte dall'insetto. Queste galle degenerano e provocano una disorganizzazione grave dei tessuti radicali compromettendo la funzione assorbente. Le foglie, invece, non reagiscono alle punture, per cui la formazione delle galle è poco significativa o completamente assente.

## Ciclo biologico

Il ciclo biologico della Fillossera, essendo un insetto monoico ed eterotopo, si sviluppa interamente sulla vite americana, mentre sulla vite europea compie un anolociclo con sole generazioni radicolose.

### Ciclo completo sulla vite americana

L'afide sverna allo stadio di uovo, sui tralci e sui fusti; in primavera (aprile-maggio) nascono femmine partenogenetiche (FONDATRICI) che pungono le giovani foglie, provocando la formazione di galle; all'interno di queste galle si svilupperanno nuove femmine partenogenetiche che continuano il loro ciclo sulle foglie, producendo nuove galle (gallecole).

Da queste galle escono sempre femmine partenogenetiche, di queste:

- alcune, con il rostro più corto, saranno destinate a continuare le generazioni fogliari (da 6 a 8);
- altre, con il rostro più lungo, lasciano le foglie e si portano sull'apparato radicale, dove iniziano le generazioni (8-10) di RADICICOLE.

Queste generazioni si svolgono contemporaneamente a quelle delle gallecole; ogni generazione di gallecole, successiva alla seconda, origina delle FONDATRIGENIE a rostro lungo che migrano sulle radici.

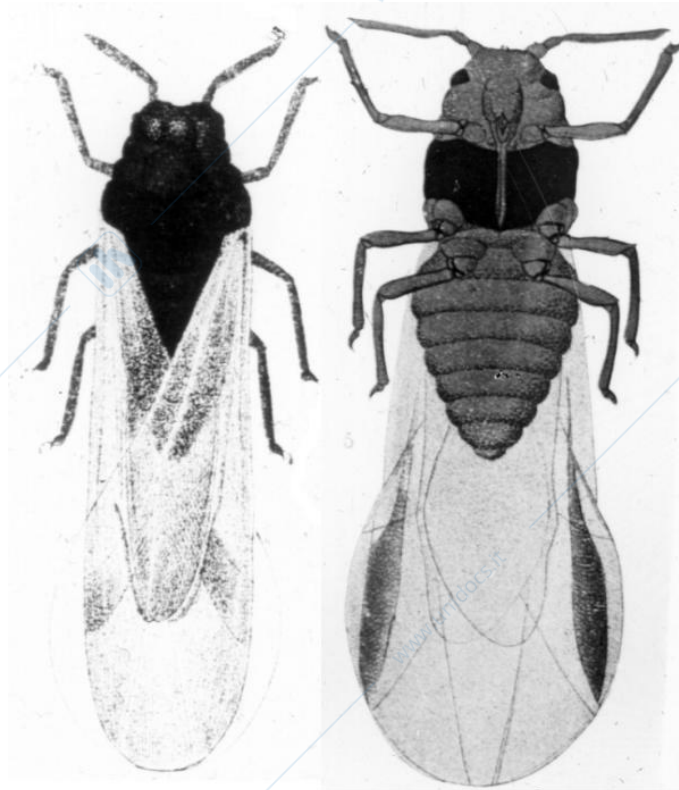
Alla fine dell'estate l'ultima generazione di radicecole origina femmine SESSUPARE alate che migrano verso l'apparato aereo, dove origineranno gli ANFIGONICI; questi si accoppiano e producono l'uovo svernante.

### Ciclo sulla vite europea

Sulla vite europea, le cui foglie non formano le galle sufficienti per permettere alle fondatrigenie gallecole di completare il loro sviluppo, la Fillossera si stabilisce quasi esclusivamente a livello radicale, con anolocicli o paracicli di radicecole.



Galle di Fillossera della vite - *Viteus vitifoliae* Fitch.



Parte dorsale e ventrale di Fillossera della vite

## Lotta

La lotta alla Fillossera è, da anni, effettuata mediante una pratica di propagazione: l'innesto di viti europee su portainnesto di vite americana.

Questo metodo di lotta si basa su due presupposti:

- la caratteristica delle foglie di vite europea di non formare le galle per le fondatrigenie;
- la caratteristica delle radici della vite americana di essere resistenti alle generazioni di radicecole.

Tuttavia negli ultimi anni si è registrata la comparsa di sintomatologia fogliari (gallecole) su alcune viti europee (Cabernet, Pinot, Merlot, Verduzzo ed altre) in zone viticole del Nord Italia (Veneto e Friuli). Questo "ritorno" dell'insetto sembra sia dovuto al completamento del ciclo dell'afide, con generazioni di gallecole e di radicecole, rispettivamente su piante europee e sul piede americano.

Questa evoluzione deve essere controllata per evitare sviluppi infausti per la viticoltura. La lotta chimica diretta, contro l'insetto, può essere presa in considerazione solo per gli impianti di tipo vivaistico, dove si allevano le piante madri dei portainnesti americani.

## COCCINIGLIE

Le cocciniglie sono insetti di dimensioni ridotte con grande dimorfismo sessuale, polifagi, preferiscono climi caldi e umidi ma non la luce diretta e prosperano in vigneti con fitta vegetazione (scarsa ventilazione, ristagni di umidità).

**FEMMINE:** corpo "semplificato", senza ali, con antenne ridotte e spesso anche senza zampe (coccidi, diaspididi) - coperte da uno scudetto o da secrezioni cerosi;

- **MASCHI:** molto piccoli e simili a piccoli moscerini, in genere alati (un solo paio di ali) corpo allungato con un lungo "stilo" terminale, apparato boccale atrofizzato;
- **GIOVANI:** neonati mobili, microscopici, diffondono la specie principalmente per trasporto passivo e le età successive si fissano al substrato, producendo anche uno scudo protettivo.

### **PSEUDOCOCCIDI (cocciniglie farinose o cotonose)**

La femmina (3 mm) è sessile e coperta di cere bianche, mentre il maschio (1 mm) è unialato con un corpo rossastro. Queste cocciniglie preferiscono i climi caldi (dove fanno da 3 a 6 generazioni) ma restano in zone non esposte al sole. Ogni femmina può deporre anche 600 uova. Le forme svernanti sono quelle giovanili (neanide II), che resistono, insinuandosi nelle parti alte del ceppo, grazie alla condizione di diapausa. Quando la vite riprende il ciclo, esse si spostano verso i germogli. Esse succhiano la linfa e producono molta melata.

### **Esempio: COCCINIGLIE PULVINARIE**

Sono rincoti con un corpo a scudetto bruno e ovoidale. Le femmine producono un ovisacco ceroso di colore biancastro al di sotto del proprio corpo, che si solleva. Opera delle punture trofiche sugli organi colpiti e produce melata. Sverna allo stadio giovanile sui tralci o sul fusto; a fine estate, dall'ovisacco nascono le neanidi che si portano sulle foglie e presto sui rami dove svernano. Fa un ciclo all'anno.

### **COCCIDI (cocciniglia nera)**

È una cocciniglia presente in tutta Italia, con origine mediterranea. Femmina di circa 2 mm, maschio di dimensioni inferiori al mm. Sverna sotto la corteccia del legno vecchio come femmina adulta e nelle nostre zone fa solo una generazione. Ogni femmina depone 100-200 neanidi (è vivipara) verso aprile-maggio; da luglio compaiono gli adulti e nei mesi seguenti avviene l'accoppiamento.

La specie è sensibile ad alte temperature e bassa umidità. Il follicolo è grigio-nerastro, sericeo, (femminile ovale, maschile allungato). La femmina è gialla e diviene rosso-vinosa dopo l'accoppiamento. La cocciniglia nera non produce melata.

### **DANNI**

	<b>COCCIDI</b>	<b>PSEUDOCOCCIDI</b>
<b>VIRUS DELL'ACCARTOCCIAMENTO</b>	-	X
<b>SOTTRAZIONE DI LINFA</b>	X	X
<b>FILLOPTOSI</b>	-	X
<b>RITARDO NELLO SVILUPPO DEL GRAPPOLO</b>	X	X
<b>MELATA</b>	-	X

**FUMAGGINI**

X

X

**LOTTA**

Anche con un tasso di mortalità del 99% (PIOGGIA, PREDATORI, PARASSITI) la crescita è molto intensa: è importantissimo rispettare i nemici naturali per evitare una crescita incontrollata.

- PREDATORI: coccinelle, calcidoidei (parassitoidi)
- PRATICHE AGRONOMICHE: potature, sfogliature, pratiche che consentano l'arieggiamento e l'insolazione
- EVITARE LA CONCIMAZIONE AZOTATA, ulteriore fonte nutritiva per il fitofago
- TRAPPOLE A FEROMONI
- REOLATORI DI CRESCITA
- NEONICOTINOIDI
- INSETTICIDI FOSFORGANICI

Per quanto concerne i trattamenti, è importante ricordare che lo stadio più sensibile è quello di neanide neonata.

**GLI ACARI**

Gli acari dannosi per vite sono specie solitamente al di sotto della soglia di danno, che possono diventare problematiche a causa di trattamenti errati. Ne esistono due famiglie:

**ERIOFIDI****ACARO DELL'ERINOSI (*Colmerus vitis*)**

È un acaro con solo due paia di zampe, che produce sintomi molto vistosi sui grappoli e sulle foglie. È l'acaro dell'erinosi, che punge i tessuti fogliari con un meccanismo analogo alla fillossera, producendo galle: la foglia scurisce, si arriccia, il tomento sulla pagina inferiore aumenta molto.

Questo aracnide si trova solo su vite e in particolare sui tessuti giovani della pianta, altrimenti la regolazione ormonale non è attiva.

*Colmerus vitis* non è in alcun modo dannoso alla produzione.

**CICLO:** nelle nostre zone fa anche 6-8 generazioni. Sverna come femmina nelle perule delle gemme. Al germogliamento si alimenta e depone le uova, mentre dopo la schiusa le larve andranno a pungere la 1<sup>a</sup> e la 2<sup>a</sup> foglia. Allo stadio adulto salgono verso gli apici per ripetere il ciclo, mentre a fine estate le femmine scendono verso le gemme basali.

**ACARO DELL'ACAROSI (*Calepitrimerus vitis*)**

È un acaro di dimensioni inferiori al millimetro, spesso non visibile ma potenzialmente molto dannoso. Esso sverna come femmina nelle perule o nel legno. Al germogliamento risale la pianta e si nutre dei tessuti verdi: esso non è galligeno ma uccide le cellule che punge. Il suo ciclo richiede più tempo (3-4 generazioni all'anno); a fine estate le femmine scendono nelle zone più prossimali.

**CAUSE E SINTOMI**

- PUNTURE AI MERISTEMI (1<sup>a</sup> gen.): causano morte cellulare, con conseguente gemma accecata o che emette germogli rachitici;
- PUNTURE SU CELLULE IN DISTENSIONE:

- Sulle foglie: morte cellulare, con tessuti circostanti che continuano a crescere causando deformazioni fogliari
- Sul germoglio: internodi corti e a zig zag
- Sul grappolo: acinellature
- **PUNTURE SUI TESSUTI ADULTI:**
  - Sulla foglia: colorazioni scure
  - Sulla bacca: lacerazioni
  - Sulle gemme: danni alle perule (danno per l'annata successiva)

### **SOGLIE**

A fine inverno si effettua un controllo visuale o al microscopio di 20 gemme prelevate da 10 piante. Le soglie variano in funzione dell'età del vigneto (più giovane = più sensibile) e della zona. Si va dalle 1-2 femmine/gemma (Svizzera) alle 20-25 femmine/gemma (Portogallo).

### **LOTTA AGLI ERIOFIDI**

Solitamente i predatori (FITOSEIDI E STIGMEIDI) sono attivi e operano una buona riduzione delle popolazioni. In caso contrario si possono fare trattamenti con zolfo in polvere (magari già utilizzato per l'oidio) o con acaricidi.

## **TETRANICHIDI**

### **RAGNETTO ROSSO (*Panonychus ulmi*)**

È di un rosso acceso con zampe, setole e punti di inserzione di queste ultime di colore bianco. È di qualche millimetro e si distingue molto bene sulla foglia. È presente in tutta Europa e in tutto il mondo.

### **RAGNETTO GIALLO (*Eotetranychus carpini*)**

Acaro giallo o verdastro con due occhi rossi. Si trova nel Nord Italia, in Svizzera e nel Sud della Francia.

### **CICLI**

Ragnetto rosso (10 generazioni) sverna come uovo, mentre ragnetto giallo (6-8 generazioni) come femmina. Essi riprendono la loro attività al germogliamento e sono attivi anche sotto o sopra le due soglie di temperatura della vite, quindi possono arrecare gravi danni. Si localizzano sulle foglie e in estate 2 settimane sono sufficienti per compiere un nuovo ciclo. A fine estate le femmine scendono lungo la pianta: le femmine di ulmi per svernare, le femmine di carpini per deporre (10-20-30 uova nel legno).

### **RAGNETTO TESSITORE (*Tetranychus urticae*)**

A differenza dei primi due preferisce piante erbacee, su cui può arrivare a produrre molta seta. Esso sverna come femmina, di colore bronzo-verdastro, nella corteccia. A primavera essa inizia il ciclo e può dare origine a 10 generazioni. È una specie polifaga, quindi se gli inerbimenti in vigneto vengono meno, essa può danneggiare la chioma di vite, operando come i TETRANICHIDI visti precedentemente.

**N.B.** Tutti i Tetranychidi hanno una distribuzione tipica nel tempo sulla pianta: se al germogliamento la maggior presenza si ha sui germogli più prossimali e meno su quelli distali, in agosto avviene l'opposto. Questi acari preferiscono inoltre le foglie in via di sviluppo a patto che esse siano già ben formate.

## DANNI DEI TETRANICHIDI

Anche questi acari pungono il mesofillo uccedendo le cellule con salive tossiche (possono anche danneggiare gli stomi). I sintomi sono:

- RAGNETTO ROSSO: bronzatura
- RAGNETTO GIALLO: arrossamenti

Gli effetti al germogliamento invece sono:

- Minor capacità fotosintetica, quindi meno riserve (danno nell'anno successivo)
- Minor accumulo di zuccheri
- Difficoltà nella maturazione
- Aborto di gemme se gli attacchi sono precoci (danno nell'anno successivo)
- Difficoltà di agostamento con attacchi massivi

Se invece l'attacco avviene in estate avremo un aumento della traspirazione dovuto alle ferite fogliari: ciò causa stress idrico e disseccamento delle lamelle mediane.

## LOTTA AI TETRANICHIDI

È importante effettuare campionamenti (50-100 foglie) visuali o al microscopio a inizio stagione.

Le soglie riportate dagli anni 90 sono variabili ma quelle più utilizzate sono:

- R.ROSSO E R.TESSITORE: 10-20 individui/foglia
- R.GIALLO: 6-10 individui/foglia

I nemici naturali includono molte specie. I gruppi principali sono ACARI STIGMEIDI e FITOSEIDI, INSETTI (coccinelle, rincoti, neurotteri). I fitoseidi sono i predatori più importanti perché sono predatori polifagi (di protezione), quindi mantengono sempre la popolazione sotto controllo. Essi, oltre al vigneto, sono presenti nelle aree selvatiche circostanti, il che consente uno scambio continuo di individui, con un rinnovo utile ad impedire la pullulazione degli acari dannosi.

Nel caso in cui i nemici non bastassero si può intervenire con acaricidi.

# INSETTI MINORI

## COLEOTTERI

### ALTICA

È una specie ampelofaga stretta che vive in tutta Europa. Presenta una colorazione verde-blu e di 4-5 mm e depone 150-200 uova in ovature sulle foglie. In Italia fa 2-3 generazioni, sverna nel terreno e riprende l'attività al germogliamento, nutrendosi di tessuti verdi forando completamente la foglia (adulto) o consumando la pagina inferiore (larva). Possono danneggiare anche germogli e grappolini. A fine estate si lasciano cadere e si impupano. La lotta include lavorazioni del terreno (se non c'è inerbimento), regolatori di crescita e esteri fosforici.

### ANOMALE

Sono scarabeidi polifagi con areale Europeo-mediterraneo che hanno colori diversi in base alla specie. Gli adulti si nutrono di foglie, le larve di radici. Vivono in terreni umidi in modo da consentire alle uova di assorbire l'acqua necessaria allo sviluppo. Impiegano un anno o due per completare un solo ciclo. Svernano nel terreno come larve e in primavera si nutrono per sfarfallare: gli adulti volano verso specie arboree, dove consumano le lamine fogliari e possono ingerire fino a 50 volte il loro peso. Negli ultimi anni si sta diffondendo un'altra specie orientale: *Popillia japonica*. La lotta è difficile per l'imprevedibilità degli attacchi.

### BOSTRICHI

Sono insetti di 6mm che si nutrono di legno (allo stadio di larva). Svernano come adulti impupati nel legno; al germogliamento essi riprendono l'attività e depongono nei tralci deperiti, scavando ad anello. A estate inoltrata compaiono gli adulti della nuova generazione che scavano i germogli: la linfa che esce si aggrega in ammassi vistosi, che sono i sintomi dell'attacco di tali insetti. La lotta prevede la rimozione dei sarmenti, che è bene raggruppare in vigneto in fasciesca.

### OZIORRINCO

Insetto polifago dannoso per specie erbacee. Misura 1 cm, sono presenti solo le femmine e conta al massimo una generazione all'anno. Esso sverna come larva nel terreno, vicino alle radici; durante la ripresa può avvenire l'erosione del colletto della pianta.

### VESPERO

Insetto con areale mediterraneo, larve terricole e polifaghe che attaccano piante erbacee e arboree. Le femmine sono lunghe anche 4 cm e sono rigonfie di uova. Un ciclo necessita di 3-4 anni per completare: la larva nel terreno si nutre, in primavera e autunno, di radici; in seguito si impupa e dopo un lungo periodo avviene lo sfarfallamento dell'adulto (afago). I trattamenti sono difficili per via della profondità cui devono essere effettuati.

## SIGARAIO

Insetto che provoca sintomi vistosi ma del tutto innocuo. La femmina incide la foglia e depone le sue uova all'interno della lamina. La foglia si arriccia chiudendosi a sigaro: essa funge da protezione per le uova e da nutrimento per le larve neonate.

## DITTERI

### CECIDOMA DELLA VITE

Specie ampelofila di 1,5 mm on areale europeo e mediterraneo. È un insetto galligeno in cui la larva (forma svernante), dopo essersi nutrita e aver generato galle, si lascia cadere a terra e si impupa; in seguito l'adulto sfarfalla e le uova vengono deposte sulla chioma. Questo dittero fa da 1 a 3 generazioni l'anno e diventa dannoso solo oltre le 100 galle/foglia.

### Classificazione e piante ospiti

Classe: Insetti  
 Ordine: Ditteri  
 Sottordine: Nematoceri  
 Famiglia: Cecidomidi  
 Genere: Dichelomyia  
 Specie: *D. oenophila* V. Haimhoff.

#### Riferimento bibliografico:

*"Fitopatologia, entomologia agraria e biologia applicata"* – **M.Ferrari, E.Marcon, A.Menta;**  
 Edagricole scolastico - RCS Libri spa

Piante ospiti: Vite

### Identificazione e danno

La Cecidomia della Vite è un insetto più frequente nelle regioni settentrionali; gli adulti, le cui dimensioni sono di circa 1-2 mm, hanno colore grigio-rossastro; le femmine ovidepongono nella pagina fogliare inferiore, mediante un ovopositore stiliforme.

Le larve, apode e di colore giallastro, provocano la formazione di una caratteristica galla fogliare che si presenta convessa su entrambe le pagine fogliari; tuttavia sulla pagina superiore la superficie è liscia, mentre su quella inferiore vi è peluria ed un vistoso foro centrale più scuro quando l'adulto è sfarfallato.

Occorre prestare molta attenzione perché la galla può essere confusa con quella provocata dalla Fillossera.

La galla, dopo l'uscita della larva, imbrunisce e secca.

Il danno è costituito dalla diminuzione del tessuto fotosintetizzante delle foglie; inoltre, se le galle sono sulle nervature fogliari, si può verificare anche la deformazione della foglia stessa.



Foglia con galle da Cecidomyia della vite

## MOSCIERINO DELL'ACETO

Insetto di 2-3 mm che colpisce le ferite della frutta matura, deponendovi le uova. La larva si nutre dei lieviti tipici del marciume acido, che vengono depositi dalla femmina assieme alle uova. Fa molte generazioni in un anno e i danni sono posteriori all'invasatura; la lotta consiste in metodi preventivi per evitare danni alla frutta.

## Classificazione e piante ospiti

Classe: Insetti  
 Ordine: Ditteri  
 Sottordine: Brachiceri  
 Famiglia: Drosophilidi  
 Genere: Drosophila  
 Specie: *D. melanogaster* Meigen

La *Drosophila melanogaster* (Moscerino della frutta o dell'aceto) è un insetto lungo circa 3 mm, facilmente visibile intorno alla frutta in fermentazione. Usata da quasi un secolo come organismo modello per la ricerca scientifica, la *Drosophila* ha rivelato numerosi segreti nel campo della genetica e, più recentemente, nell'ambito della biologia dell'evoluzione.

## Ciclo biologico

Le femmine possono deporre fino a 600 uova (embrioni) all'interno di frutta o altri materiali organici. Le uova, il cui diametro è di circa 0,5 millimetri, si schiudono dopo 24 ore dalla deposizione. Le larve risultanti crescono per 5 giorni, in cui usano microorganismi che decompongono la frutta e gli zuccheri della frutta stessa per nutrirsi. Poi la larva si trasforma in pupa, passando altri 5 giorni consumando il cibo accumulato per effettuare una metamorfosi, alla fine della quale emerge l'insetto adulto. Le femmine si accoppiano dopo circa 12 ore dalla metamorfosi, accumulando lo sperma in alcune sacche, utilizzandolo a posteriori per fecondare le uova.

La durata del ciclo è di qualche settimana e varia in funzione della temperatura ambientale.



## I NEMATODI

### *Xiphinema*

È un genere che include individui abbastanza grandi (3 mm), molto polifagi e con cicli estremamente lunghi. Questi nematodi trasmettono virus in modalità non persistente. Le varie specie si riproducono per la maggior parte partenogenicamente, quindi i maschi sono molto rari. Gli individui possono arrivare anche al metro di profondità e questo rende la lotta difficilissima.

Essi creano danni trascurabili agli apici radicali, ma il vero problema è la trasmissione del GFLV (virus dell'arricciamento fogliare), con ingiallimenti, mosaici, acinellature, ecc.

Per la lotta agli *Xiphinema* si possono usare geodisinfestanti (dopo lavorazioni del terreno) che penetrano nei primi 30-35 cm di suolo.

Il modo migliore per evitare i danni dei nematodi è però la prevenzione, con l'utilizzo di materiale certificato e l'espianto dei vigneti malati seguito da un periodo di riposo (2-3 anni) prima di un nuovo impianto.

### Approfondimento

**Nome comune:** *Xiphinema index*

**Nome scientifico:** *Xiphinema index* Thorne & Allen, 1950

**Nome inglese:** Dagger nematode

**Tassonomia:** Classe: Adenophorea, Ordine: Dorylaimida, Famiglia: Longidoridae

### **Descrizione:**

*Xiphinema index* è un nematode filiforme lungo circa 3 mm., vive nel terreno a contatto con le radici delle piante di cui si nutre, ed è il vettore del virus dell'Arricciamento fogliare della vite (GFLV = Grapevine fanleaf virus), agente del complesso della degenerazione infettiva della vite. Se anticamente la sua area di origine è stata il Medio Oriente, in particolare la Mesopotamia, oggi è presente praticamente nelle aree vitate di tutto il mondo.

Descritto per la prima volta nel 1950 in California, è stato anche il primo nematode a essere riconosciuto come vettore di virus, in una prova sperimentale sempre in California, nel 1958.

Oltre alla vite predilige come piante ospiti il fico, il gelso, la rosa e altre piante arboree.

Predilige terreni sabbiosi, si addensa maggiormente nella zona del capillizio radicale, quindi a profondità di 30-60 cm., e ha la sua maggiore espansione con temperature attorno ai 25-26° e un

certo grado di umidità del terreno. La riproduzione avviene generalmente per via partenogenetica in quanto i maschi sono rari, il ciclo biologico con quattro stadi larvali ha una durata variabile da 1-3 mesi ad un anno o più in relazione alla situazione pedoclimatica.

Il nematode per nutrirsi punge le radici con lo stiletto (una vera e propria piccola lancia), inietta saliva e succhia contenuto cellulare, se la pianta è virosata incamera anche particelle virali che si localizzano negli organi boccali e che verranno iniettate di nuovo con la saliva su altre cellule radicali, veicolando e diffondendo così la malattia. Il nematode adulto una volta acquisito il virus rimane infetto tutta la vita, mentre le larve ad ogni muta, rimpiazzando lo stiletto, perdono anche la loro capacità infettiva. Il virus non viene trasmesso alle uova.

### **Descrizione dei sintomi:**

Durante la nutrizione il nematode punge in profondità la radice con lo stiletto, danneggiando vari strati di cellule e provocando lesioni e ipertrofie apicali, favorendo quindi necrosi radicali e proliferazione di radichette, e inducendo uno scarso sviluppo vegetativo alla pianta nel suo insieme. Oltre a provocare questo tipo di danno diretto, lo *Xiphinema index* è temuto per la sua capacità di trasmettere il virus dell'Arricciamento fogliare della vite (GFLV, nepovirus europeo).

Il virus possiede ceppi deformanti e ceppi cromogeni. I ceppi deformanti provocano malformazioni degli organi aerei e mosaicature; i ceppi cromogeni sono agenti del giallume infettivo.

La diffusione del virus può avvenire anche con l'uso di materiale di moltiplicazione infetto.

Per questo motivo è prevista dalla normativa la certificazione dei terreni destinati ad ospitare materiale di base. Per ogni impianto viene prelevato un campione di terreno su cui si effettuano le analisi nematologiche per certificare l'esenzione da *Xiphinema index*. Il prelievo di terreno viene eseguito da personale del Servizio fitosanitario e chimico nei periodi che vanno da aprile a giugno e da settembre a novembre, escludendo quindi i mesi in cui il terreno è gelato o troppo secco, infatti in questi casi, ma anche nel caso di un eccesso di umidità, i nematodi si approfondiscono nel terreno alla ricerca di un ambiente più favorevole.

### **Indicazioni per la lotta:**

Come intervenire per prevenire la diffusione di GFLV, il virus dell'arricciamento fogliare e scongiurare la contaminazione di nuovi vigneti? Le strategie di difesa contro l'infezione da GFLV riguardano essenzialmente la lotta al suo vettore.

Lo *Xiphinema index* è in grado di sopravvivere per più di quattro anni in assenza di piante ospiti, può raggiungere profondità anche oltre i 2 metri, si sposta molto lentamente, ma con le lavorazioni meccaniche (terra aderente alle macchine di lavorazione del suolo) o con l'erosione può essere casualmente trasportato in terreni indenni, inoltre da una singola larva si può sviluppare un'intera popolazione. In condizioni ambientali avverse (siccità, freddo, eccesso di acqua), i nematodi possono entrare in uno stato di quiescenza (anabiosi) rallentando tutte le loro funzioni, e riattivandole al ritorno di condizioni ambientali favorevoli.

La lotta contro lo *Xiphinema index* quindi non è di immediata soluzione ma richiede tempi lunghi e opportuni interventi.

Nel caso di estirpo di vecchi vigneti per reimpianti, è importante che prima dell'estirpo le piante siano disseccate con un diserbante sistemico da impiegare a fine estate, e che l'estirpo venga effettuato nella primavera successiva. Questa pratica permette di evitare che le radici più profonde della vite che difficilmente verrebbero estirpate, rimangano vitali permettendo ai nematodi di continuare a nutrirsi per anni e di essere veicolo di nuove infezioni.

Con questa operazione la popolazione di nematodi regredisce fortemente, ma, vista la capacità dello *Xiphinema index* di sopravvivere e di ritenere il virus anche in assenza di piante ospiti, questa pratica è utile ma non sufficiente.

I trattamenti nematocidi, abbattano fortemente le popolazioni, ma non sono in grado di garantire l'eliminazione totale dei nematodi e dovrebbero essere abbinati alla pratica della rotazione o riposo del terreno.

Il risanamento di un sito infetto sarà molto lungo anche con il ricorso alla rotazione, la riduzione delle popolazioni sarà netta nei primi anni, per poi gradualmente allungarsi negli anni, per avere una eradicazione pressoché totale gli anni di riposo/rotazione del terreno devono arrivare almeno a dieci.