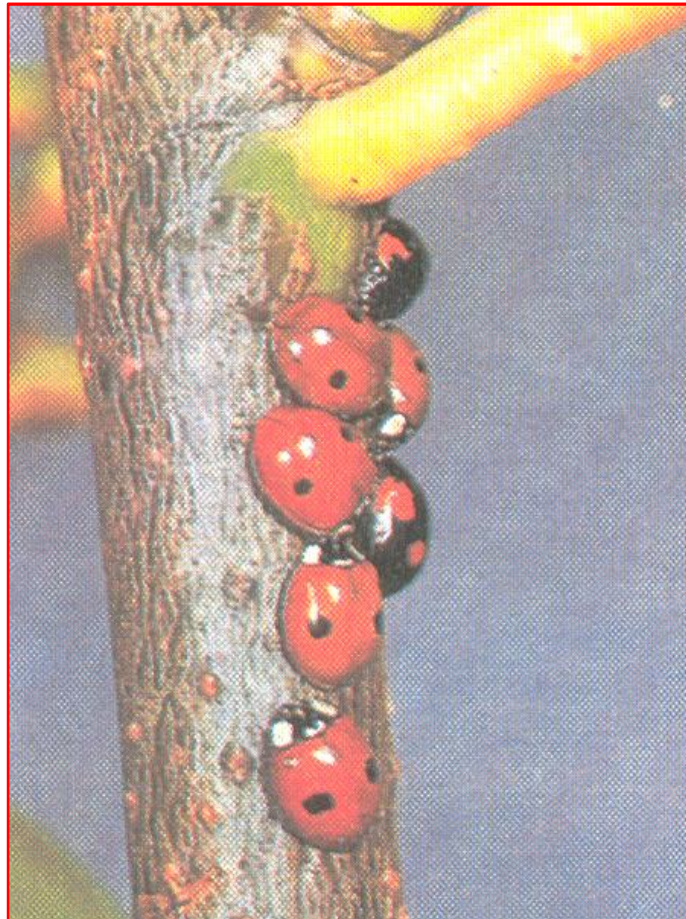


Istituto Statale d' Istruzione Superiore "F. Cucuzza"
Sezione: Istituto Tecnico Agrario - Caltagirone

LOTTA BIOLOGICA



A cura del
prof. Michele Iannizzotto

LOTTA BIOLOGICA

Il concetto di regolazione naturale di una popolazione deriva dall'osservazione che gli organismi viventi (**fitofagi**) hanno nemici naturali (**gli entomofagi**) e che questi, in determinate circostanze di spazio e di tempo, sono in grado di tenere a freno la densità delle loro popolazioni entro livelli non dannosi.

- **Lotta biologica:** consiste nella conservazione e nell'uso degli antagonisti esistenti nell'ambiente naturale, con finalità di controllare la densità delle popolazioni fitofaghe e fitoparassite e mantenerle entro limiti considerati al di sotto delle soglie economiche.
- Secondo le definizioni tradizionali la **lotta biologica** si limitava a favorire l'azione dei parassitoidi, dei predatori e dei patogeni per frenare le pullulazioni degli insetti.
- In tempi recenti il concetto si è notevolmente ampliato come si rileva dalla definizione fatta propria dalla O.I.L.B. (Organizzazione Internazionale per la Lotta Biologica e Integrata): **«la lotta biologica consiste nell'uso degli organismi viventi e dei loro prodotti allo scopo di prevenire o ridurre le perdite o i danni causati dagli organismi dannosi».**

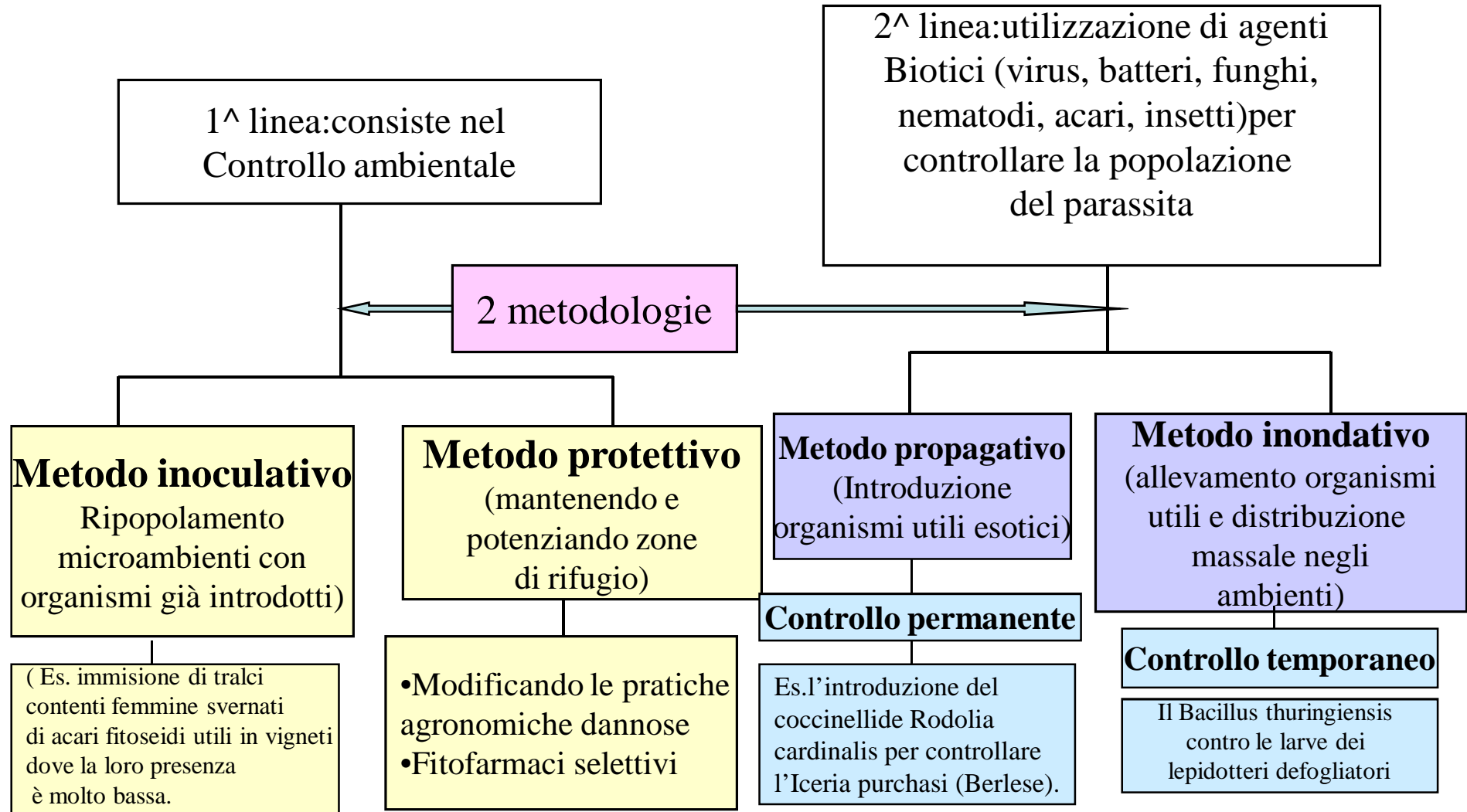
LOTTA BIOLOGICA

- Essa comprende quindi anche l'impiego di sostanze prodotte dagli organismi viventi (es. feromoni, ormoni).
- Secondo taluni è considerato mezzo biologico anche l'uso di prodotti che agiscono su alcuni comportamenti degli insetti (nutrizione, riproduzione) come i **fagostimolanti** ed i **chemiosterilizzanti** ed anche la sterilizzazione con radiazioni (**lotta autocida**).
- **Lotta biologica classica:**
 - impiego di nemici naturali(entomofagi)
 - resistenza delle piante ai fitofagi.
- **Lotta biologica moderna:**
 - impiego di ferormoni ed ormoni
 - metodi autocidi o genetici

METODOLOGIA DI LOTTA BIOLOGICA

Due linee di azione fondamentali e sinergiche tra loro:

- protezione e potenziamento degli antagonismi presenti in natura
- uso degli antagonismi presenti in natura



Tecniche di prevenzione

Tecniche di prevenzione

Le tecniche di prevenzione sono numerose e spetta all'agricoltore valutare ciò

che è utilizzabile a seconda della propria realtà aziendale:

A - utilizzare materiale sano;

B - evitare l'apporto d'inoculo;

C - ridurre l'inoculo;

D - rimuovere l'inoculo;

E - utilizzare varietà resistenti;

F - spostare il periodo di coltivazione;

G - favorire l'aerazione della coltura;

H - razionalizzare la nutrizione;

I - utilizzare reti antiafidiche;

L - favorire gli organismi utili;

M - altre pratiche agronomiche (rotazioni, solarizzazione, lavorazioni del terreno).

A - UTILIZZARE MATERIALE SANO

A - Utilizzare materiale sano

- Nell'attuare un nuovo impianto, non solo arboreo, si deve sempre preferire materiale certificato a garanzia che sia stato prodotto da piante esenti da virus e con la massima cura nella prevenzione di nuove infezioni.
- **Per le colture arboree ciò è importante perché la pianta deve permanere in campo per diversi anni con scarse possibilità di cura.**
- Per le colture ortive le piante infette costituiscono focolai d'infezione che si estenderebbero con facilità a tutto il campo dovendo, in agricoltura biologica, convivere con la presenza di insetti vettori quali afidi, tripidi e cicadellidi.
- Quando non si dispone di materiale certificato bisogna necessariamente verificarne la sanità al fine di rilevare e scartare quegli organi infetti da patogeni e parassiti. Tale fase deve prevedere un campionamento ed analisi fitopatologiche da effettuarsi a campione. Quando non si ha tale possibilità, una selezione basata sulla sintomatologia va eseguita durante la preparazione del materiale (patate da seme, bulbi, marze, barbatelle, ecc.).

A - UTILIZZARE MATERIALE SANO

- In agricoltura biologica, per la concia si utilizzano soprattutto batteri e funghi antagonisti dei patogeni del terreno, non modificati geneticamente. La loro azione si esplica **invadendo prima l'ambiente di sviluppo dell'organismo dannoso** (a volte l'antagonista è solo un ceppo, non virulento, del fungo dannoso) o **producendo metaboliti ad esso tossici**.
- Alcuni esempi di antagonisti già utilizzabili sono:
 - il batterio ***Agrobacterium radiobacter*** che previene la formazione dei cancri radicali dell'*Agrobacterium tumefaciens*.
 - Il fungo ***Trichoderma harzianum*** utilizzato su semi e piantine per proteggerle dall'attacco di alcuni funghi del terreno (***Sclerotinia spp.*, *Pythium spp.*, *Fusarium spp.*, *Verticillium spp.*, *Rhizoctonia solani*, *Phytophthora spp.***)

B - EVITARE L'APPORTO D'INOCULO

B - Evitare l'apporto d'inoculo

- **Nella prevenzione è più semplice evitare l'immissione d'inoculo in campo piuttosto che rimuoverlo.**
- **Si possono involontariamente apportare patogeni con la fertilizzazione utilizzando *letame e compost non sufficientemente maturi*.**
- **Spesso sono alcuni scarti di produzione, deposti a bordo campo, che rappresentano i primi focolai (es. *patate infestate da tignola*).**

D - RIMUOVERE L'INOCULO

- L'allontanamento dell'inoculo dal campo è spesso considerato a priori economicamente non attuabile ma è sufficiente riportare alcuni esempi per dimostrare che alcune pratiche sono attuate normalmente e molte altre possono scaturire dalle diverse realtà aziendali.
- **L'asportazione delle radici del vecchio impianto** arboreo, effettuata durante l'aratura, riduce la presenza e sopravvivenza di funghi come **l'armillaria e gli agenti del mal dell'esca**.
- **La raccolta totale del prodotto** e cernita in magazzino possono essere attuate per la patata utilizzando gli scarti per l'alimentazione animale, mentre lasciando in campo i tuberi non commerciabili si favorisce lo sviluppo di elateridi e tignole della patata. Inoltre i **tuberi residui daranno nuove piante, infestanti, nella coltura successiva che limiteranno gli effetti della rotazione a vantaggio di insetti come la dorifora**.

D - RIMUOVERE L'INOCULO

- **L'eliminazione di piante virosate all'inizio del ciclo colturale riduce i focolai d'infezione** rendendo più lento il diffondersi della malattia da parte degli insetti vettori.
- **L'allontanamento delle piante ortive con marciumi al colletto riduce la propagazione e la persistenza dei funghi del terreno.**
- La rimozione dei rami con sintomi di escoriosi e cancri, mediante potatura, l'asportazione dei tubercoli di rogna dell'olivo e la spazzolatura delle branche con croste di cocciniglie, elimina parte dell'inoculo direttamente dalla pianta.
- **Ma i residui di potatura delle piante infette devono essere allontanate e bruciate** pur rappresentando ciò una perdita di sostanza organica.
- **Il ricorso all'irrigazione a pioggia** su alcune ortive consente una costante riduzione della presenza di alcuni fitofagi (**afidi delle patate, tignole delle crucifere**). Tale risultato è dovuto all'azione battente dell'acqua che provoca la loro caduta.

E - UTILIZZARE VARIETÀ RESISTENTI

- Il modo più semplice di prevenire le malattie è quello di poter disporre di piante resistenti. Ma in agricoltura biologica l'utilizzo di tali piante è limitato a quelle non ottenute tramite tecniche di ingegneria genetica.
- Nell'ambito della specie coltivata e rispetto ad un dato agente dannoso esistono diversi livelli di **tolleranza che tolleranti alla *Frankliniella occidentalis*, ortive resistenti a fusariosi, verticillosi e virosi, cereali resistenti alla ruggine e all'oidio.**
- Spetta all'agricoltore, nella scelta della varietà, non prescindere dalle esigenze commerciali e di adattabilità ambientale e dare il giusto valore al fattore resistenza contro i patogeni. Tale problematica si riduce per l'utilizzo di **portinnesti resistenti (alla fillossera, ai nematodi, ecc.)**

F - SPOSTARE IL PERIODO DI COLTIVAZIONE

- I parassiti presentano il massimo di dannosità quando vengono soddisfatte le loro esigenze climatiche in concomitanza con alcune fasi fenologiche della coltura.
- L'agricoltore può limitare il periodo in cui si verificano queste condizioni spostando il periodo di coltivazione.
- Sebbene siano le esigenze di mercato ad imporre i tempi di coltivazione, rinunciare a colture anticipate può essere la risposta vincente contro lepidotteri ed afidi delle crucifere.

G - FAVORIRE L'AERAZIONE DELLA COLTURA

- I ristagni d'umidità favoriscono lo sviluppo dei patogeni. Difatti nella gestione delle colture protette è buona norma garantire una buona aerazione dell'ambiente. Anche in pieno campo l'aerazione deve essere favorita adottando densità di semina adeguate allo sviluppo delle future piante.
- Le operazioni sulla pianta, come **la potatura secca e verde**, la **sfogliatura** e la **scacchiatura** favoriscono l'aerazione all'interno della chioma e l'ingresso dei raggi solari (fattore sfavorevole per alcuni funghi).

H - RAZIONALIZZARE LA NUTRIZIONE

- Tramite la gestione agronomica ed in particolare con la fertilizzazione e l'irrigazione l'agricoltore deve soddisfare le esigenze nutritive della coltura ma può influenzare i meccanismi di resistenza delle piante, rendendole a volte più resistenti ma altre volte maggiormente preferite dai fitofagi.
- Con la fertilizzazione è soprattutto l'eccesso di azoto che favorisce lo sviluppo dei fitofagi succhiatori (afidi, acari, cocciniglie e tripidi). Mentre in alcuni casi il buon posizionamento dell'intervento irriguo può servire per limitare lo sviluppo di fitofagi.
- Ad esempio nell'oliveto ciò si ottiene sospendendo le irrigazioni in concomitanza della nascita delle neanidi di cocciniglia al fine di rendergli difficoltosa la suzione di linfa (fenomeno noto come resistenza indotta);
- contro la mosca delle olive, la riduzione dei volumi irrigui nei periodi di ovideposizione rende le olive meno suscettibili.

I - UTILIZZARE RETI ANTIAFIDICHE

- In alcuni casi è possibile impedire il contatto tra insetti e pianta utilizzando **reti a maglie strette**.
- Tale tipo di prevenzione è possibile installando le reti presso le aperture delle serre o creare strutture apposite. Ciò è indispensabile per la protezione delle piantine in semenzaio dagli insetti vettori di virus.
- In pieno campo, a seconda delle realtà aziendali, lo stesso fine potrebbe essere raggiunto coprendo le piante ortive durante l'accrescimento con materiale molto leggero noto come ***tessuto-non tessuto***.



Rete antinsetto

L - FAVORIRE GLI ORGANISMI UTILI

- Nella prevenzione degli attacchi dei fitofagi le azioni devono essere dirette soprattutto nel **favorire lo sviluppo degli antagonisti naturali** incrementando quelle strutture ecologiche di supporto (**siepi, aree rifugio, ecc.**) in quanto fonte di alimento e prede alternative.
- Quindi bisogna cercare di mettere in atto tutte quelle azioni interne all'azienda che favoriscano lo sviluppo degli organismi utili.

L - FAVORIRE GLI ORGANISMI UTILI

Di seguito si riportano alcuni esempi:

- Utilizzare i mezzi tecnici solo quando necessario e alle dosi indicate (anche se trattasi di prodotti ammessi per l'agricoltura biologica).
- Quando possibile preferire il controllo biologico.
- Impiantare siepi utilizzando specie locali nettariifere, che producono frutti carnosì, che siano infestate da insetti ad esse dannose ma utilizzate da insetti utili come prede alternative.
- Preservare i muretti a secco, i vecchi alberi, le capezzagne, gli alberi ad alto fusto.
- Lavorare il terreno lasciando zone temporaneamente inerbite (es. in prossimità degli alberi).
- Quando possibile preferire l'inerbimento, anche se limitato alla fila, rispetto alle lavorazioni del terreno.
- Mantenere gli impianti arborei inerbiti d'inverno.
- Installare nidi artificiali.
- Limitare l'ampiezza degli appezzamenti, compatibilmente con le esigenze di meccanizzazione.

ROTAZIONI

- La rotazione appropriata delle colture è una pratica da privilegiare per i molteplici effetti positivi sulla sanità a lungo termine dei terreni.
- La mancanza di alimento, dato dall'assenza della stessa coltura per lunghi periodi (3-4 anni), riduce la popolazione di patogeni specifici.
- Ciò è la causa più nota degli effetti positivi della rotazione ma altri benefici sono spesso sottovalutati. Esempi sono le azioni di inibizione su qualche parassita esercitate da alcune piante ed inserite come coltura intercalare. Si ricorda l'effetto di alcune crucifere e del tagete sulla riduzione di popolazioni di determinati nematodi.
- La rotazione ben impostata deve mirare anche a sfruttare gli aspetti agronomici delle colture. Ad esempio rotazioni che prevedono il terreno nudo in estate consentono l'applicazione della solarizzazione senza sacrificare un ciclo colturale.
- Mentre rotazioni sbagliate con ritorno della stessa coltura troppo frequentemente può accentuare sia i problemi naturali inibenti lo sviluppo delle piante) che predispongono le piante agli attacchi fungini. Questi ultimi aspetti sono ancora più importanti nel reimpianto di colture arboree.

LAVORAZIONI DEL TERRENO

- Le lavorazioni del terreno alterano momentaneamente l'ambiente-suolo influenzando lo sviluppo di parassiti terricoli.
- Ciò avviene con **l'aratura profonda estiva** e con le ripetute lavorazioni superficiali che espongono alla **disidratazione nematodi e funghi e all'azione degli uccelli insettivori le larve.**
- Tale pratica ha il grande svantaggio di distruggere la sostanza organica del suolo.

SOLARIZZAZIONE

- Gli effetti **dell'alta temperatura** sono sempre stati sfruttati per sterilizzare piccoli quantitativi di terreno (**per usi vivaistici e per serre**) ma le metodologie e i costi di gestione ne limitavano l'impiego in pieno campo.
- Con il **metodo della solarizzazione** si è riusciti a trasferire in pieno campo l'effetto sterilizzante delle alte temperatura.
- La tecnica consiste nel coprire, nel periodo estivo, il terreno con film plastici trasparenti e sfruttare l'effetto serra che si crea per raggiungere temperature letali agli organismi dannosi, ad alcune loro forme di resistenza e alle infestanti in germinazione.
- Per avere il massimo risultato il terreno deve possedere un giusto grado di umidità (è sufficiente una modesta irrigazione a pioggia) ed essere ben amminutato, quindi la tecnica è facilmente gestibile nei terreni sabbiosi.
- L'effetto sterilizzante non è totale ma si ha solo una riduzione d'inoculo in funzione delle temperature raggiunte. Questa è massima in superficie con valori tra 44°C e 60°C a 5 centimetri di profondità e tra 36°C e 45°C a 20 centimetri di profondità, quindi oltre tale profondità l'effetto sterilizzante è quasi nullo.
- Con questa tecnica si riesce a limitare la dannosità di molti funghi dei marciumi di piante orticole (**es. sclerotinie e verticillosi**) e a contenere le infestanti nel prima fase di crescita della coltura.

Solarizzazione



INSETTI ENTOMOFAGI: *PREDATORI E PARASSITOIDI*

PREDATORE

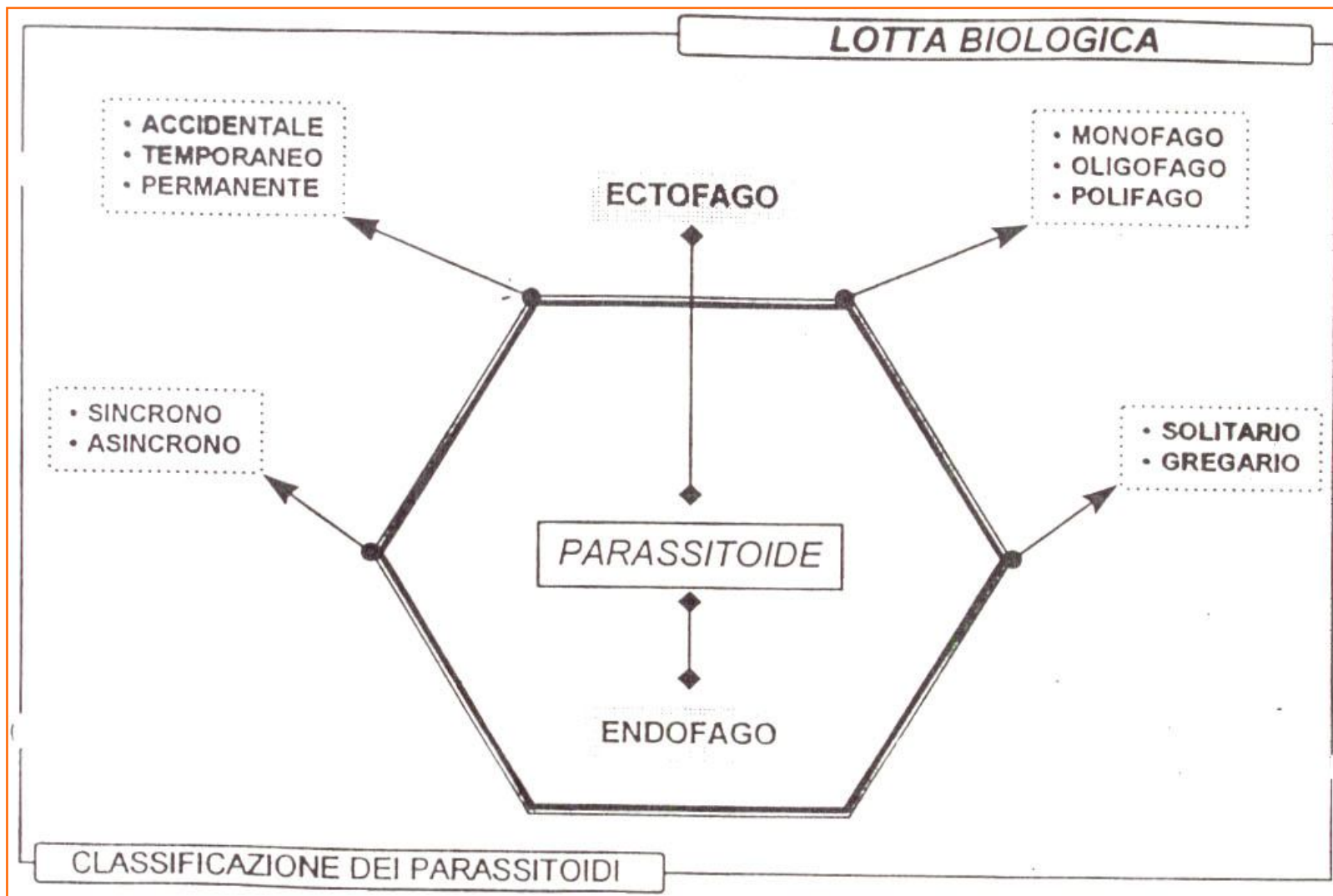
Organismo animale che in un qualunque stadio della sua vita (larva/adulto, ninfa.) si alimenta predando la vittima.

PARASSITA: gli antichi greci definivano Paràsitos chi era sempre presso le granaglie o il cibo degli altri (parà=sitos); Attualmente per parassita intende chi vive a spese di un altro organismo senza portarlo a morte.

PARASSITOIDE vive a spese di un'altra specie fino a condurla alla morte; cioè in un certo periodo della sua vita il parassitoide vive e si evolve nel corpo della vittima e la porta a morte.

Depone le uova all'interno o sopra il corpo di una vittima: le larve ne derivano respirano all'interno, ne divorano i tessuti, ne sfruttano la produzione di neotenina ed ecdsone (x cui il parassitoide li sintetizza in quantità inferiore) e raggiunta la maturità larvale escono dalla vittima provocandone la morte

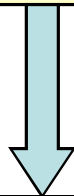
IPERPARASSITOIDE= vive a spese di un parassitoide.



ORGANISMI CHE SI NUTRONO DI INSETTI

PREDATORE

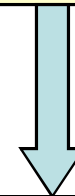
Si nutre allo stadio
larvale e/o di adulto
di più esemplari preda



La larva possiede
organi locomotori
sviluppati

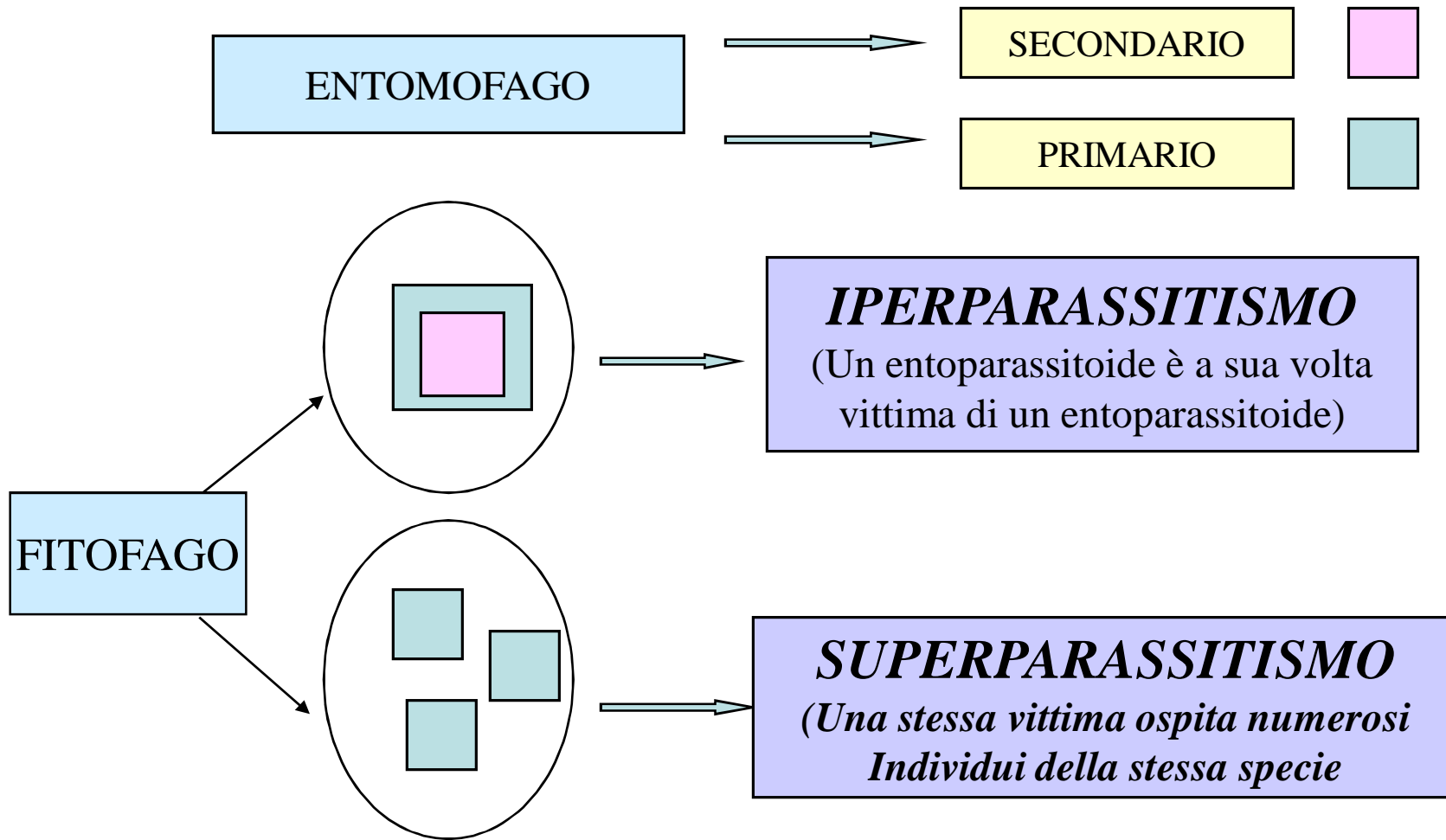
PARASSITOIDE

Si nutre allo stadio
larvale a spese di uno solo
esemplare ospite

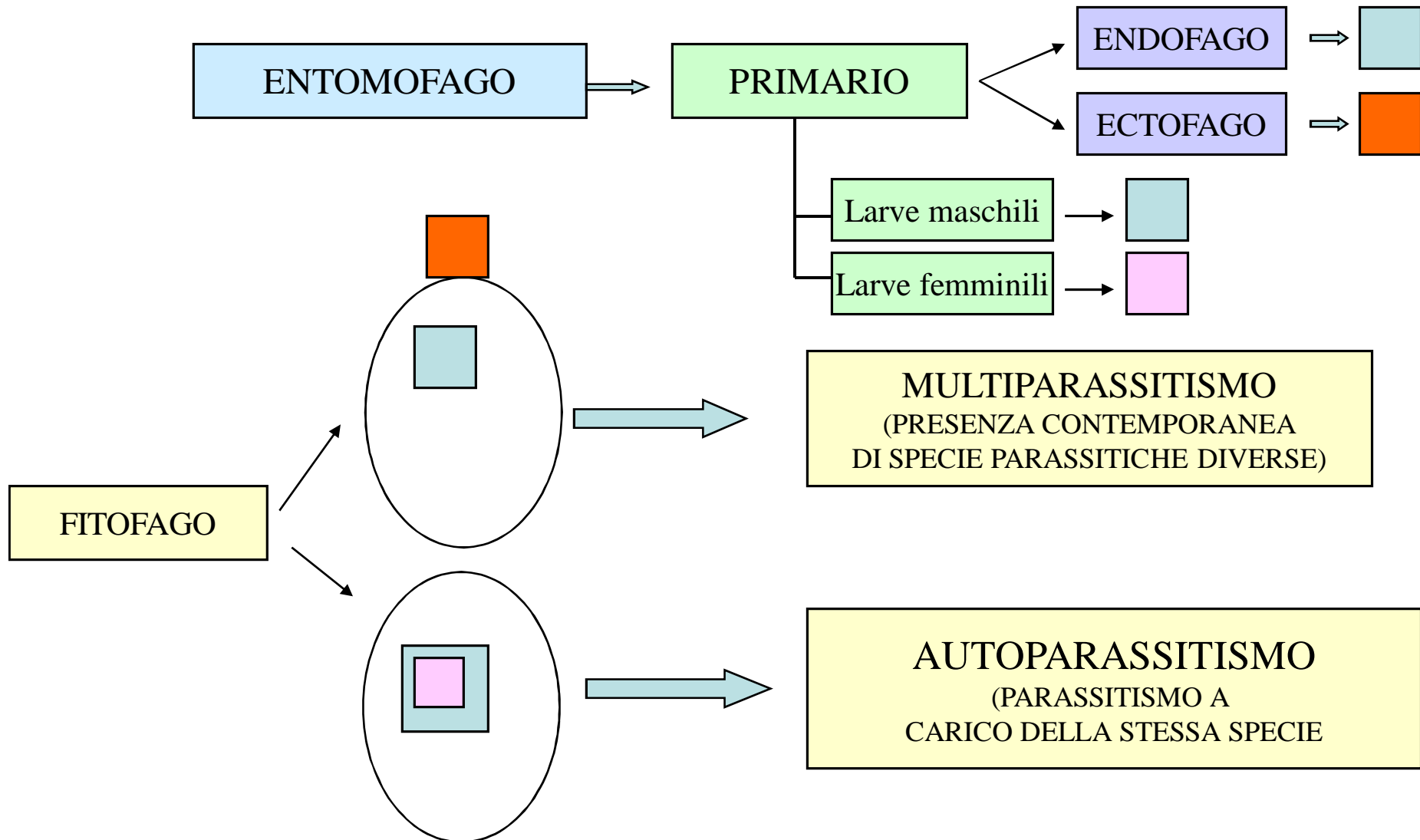


La larva è priva
di organi locomotori e
ha uno stretto rapporto
Biotico con la vittima

CLASSIFICAZIONE DEI PARASSITOIDI

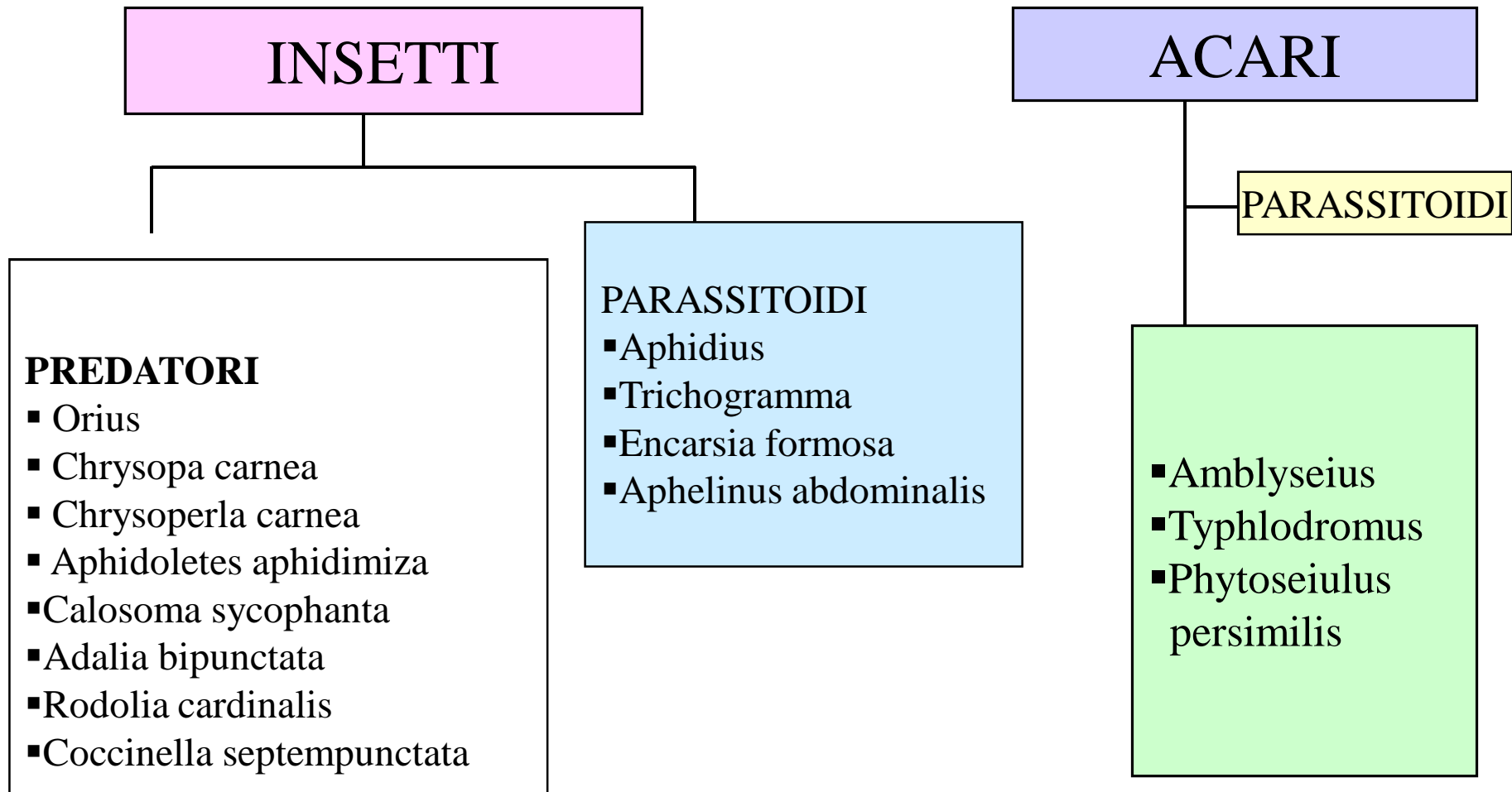


CLASSIFICAZIONE PARASSITOIDI

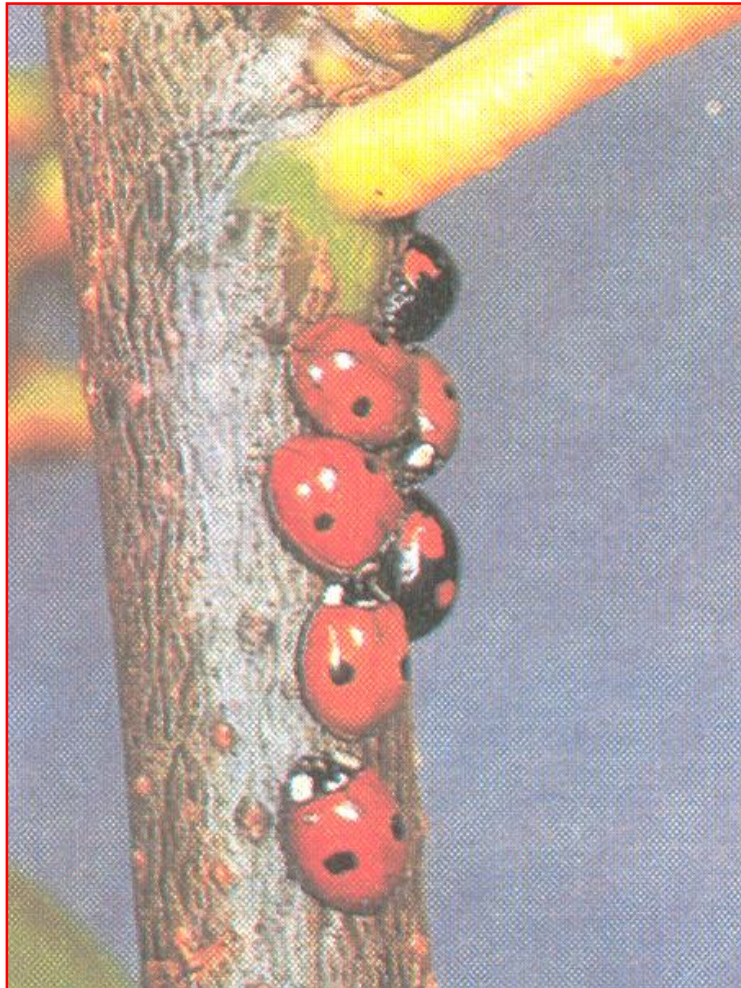


ARTROPODI

Le prime applicazioni di artropodi utili per la difesa delle colture risalgono al 1926, anno in cui venne identificata formalmente *L'encarsia formosa* (parassitoide degli stadi giovanili degli aleurodidi cioè delle mosche bianche delle serre) da parte M.R. Speyer, il quale 1935 mise a punto un sistema di produzione massale dell'insetto.



Adalia bipunctata



Ordine: *coleotteri*

Famiglia: *coccinellidi*

Specie predate: *afidi*

Stadio del predatore: *larva e adulto*

MORFOLOGIA

Adulto: può presentarsi con due livree diverse: una scura e una rosso-aranciata; In entrambi i casi è presente una macchia al centro di ogni elitra (bipunctata) .
Le forme con la livrea nera possono presentare sulle elitre 2 o 4 macchie rosse (varietà quadrimaculata).

Uova: vengono deposte sulle foglie, in ovature nei pressi delle colonie di Afidi. Hanno forma ellittica e colore giallastro.

Larve: hanno colore grigio scuro e raggiungono a maturità la lunghezza di circa 8mm.

Ciclo biologico

Compie una generazione all'anno e sverna come adulto nelle anfrattuosità della corteccia degli alberi.

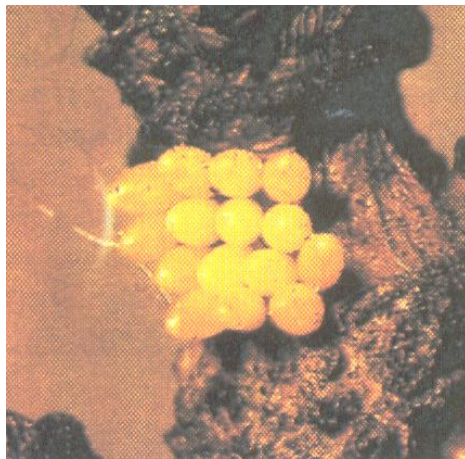
Coccinella septempunctata

MORFOLOGIA

Adulto: presenta la caratteristica livrea rosso-arancio con sette macchie nere sulle elitre. In questo stadio può predare anche cento Afidi al giorno.

Uova: hanno colore giallo e vengono deposte in prossimità delle colonie di Afidi.

Larve: sono di colore grigio scuro e hanno corpo slanciato; in questo stadio possono predare anche diverse centinaia di Afidi al giorno.



U
O
V
A



Pupa coccinella septempunctata



Adulto di coccinella septempunctata

Ordine: *coleotteri*

Famiglia: *coccinellidi*

Specie predate: *afidi*

Stadio del predatore: *larva e adulto*



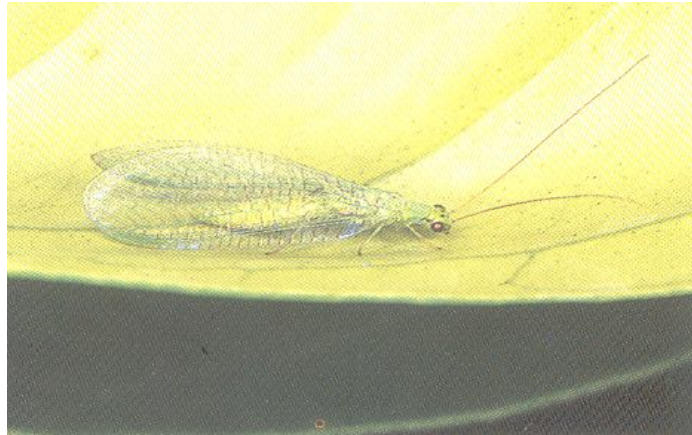
Larva di coccinella

Ordine: *neurotteri*

Famiglia: *crisopidi*

Specie predate: *afidi,*
aleurodidi, cocciniglie

Stadio del predatore: *larva*



Adulto di neurottero



Uova

Chrysoperla carnea



Larva di neurottero crisopide:

è provvista di un apparato boccale succhiatore –perforante, chiamato forcipe, che ha la funzione di afferrare, trattenerne e perforare la preda

Ordine: Ditteri
Famiglia: sirfidi
Specie predate: *afidi*
Stadio del predatore: *larva*

Syrphus Spp



Larva



Adulto

Ordine: *ditteri*
Famiglia: *cecidomidi*
Specie predate: *afidi*
Stadio del predatore: *larva*

Aphidoletes
aphidimyza



Ordine: *Rincoti*

Famiglia: *Anticoridi*

Specie predate: *afidi, tripidi, lepidotteri e altri*

Stadio del predatore: *neanide , ninfa e adulto*

Orius spp.

Orius spp. È un predatore di tripidi, in particolare di *Frankliniella occidentalis*



Adulto *Frankliniella occidentalis*



Orius adulto mentre preda un tripide

Ordine: *Acari*

Famiglia: *Fitoseidi*

Specie predate acar: *tutti gli stadi di Tetranychus urticae (ragnetto rosso)*

Stadio del predatore: *ninfa e adulto*

Phytoseiulus persimilis viene commercializzato normalmente in flaconi contenenti gli stadi mobili del fitoseide, mescolati a materiale disperdente (vermiculite inumidita). Il "prodotto" può essere stoccato per 3-4 giorni a 10 °C, l'efficienza del predatore è inversamente proporzionale alla durata della conservazione subita. In condizioni normali le quantità di fitoseide da lanciare variano da 2 a 6 individui/pianta

Calcolo della dose ottimale di *P.persimilis*

ACARI

Amblyseius
spp.



$$N = \left(\frac{A}{X} - B \right) * C$$

N = Numero di fitoseidi da lanciare per m²
A = Numero di Acari per foglia
B = Numero di fitoseidi selvatici per foglia
C = Numero di foglie per m² di coltura
X = Rapporto preda/predatore desiderato

PARASSITOIDI

Aphidius
spp.

Ordine: Imenotteri
Famiglia: *Afididi*
Specie parassitizzati: *afidi*



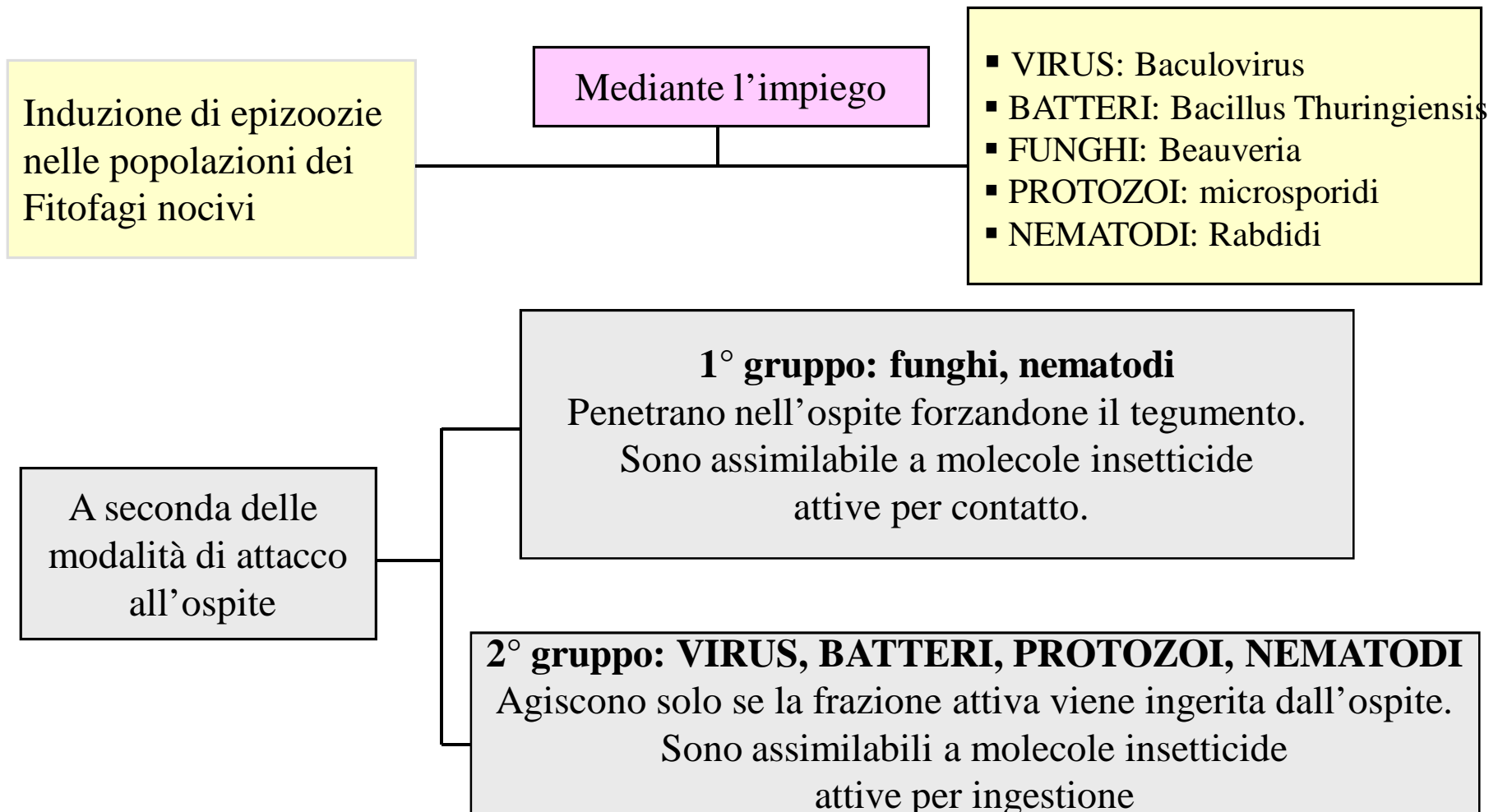
Ordine: Imenotteri
Famiglia: *Braconidi*
Specie parassitizzati: *afidi*
di ditteri tripetidi

La larva di *O. concolor* permane nell'ospite fino a che questi hanno raggiunto lo stadio di pupa. Tra gli insetti parassitizzati abbiamo: la mosca della frutta (*Ceratitis capitata*) e la mosca delle olive (*dacus oleae*)

Opius concolor



Lotta microbiologica



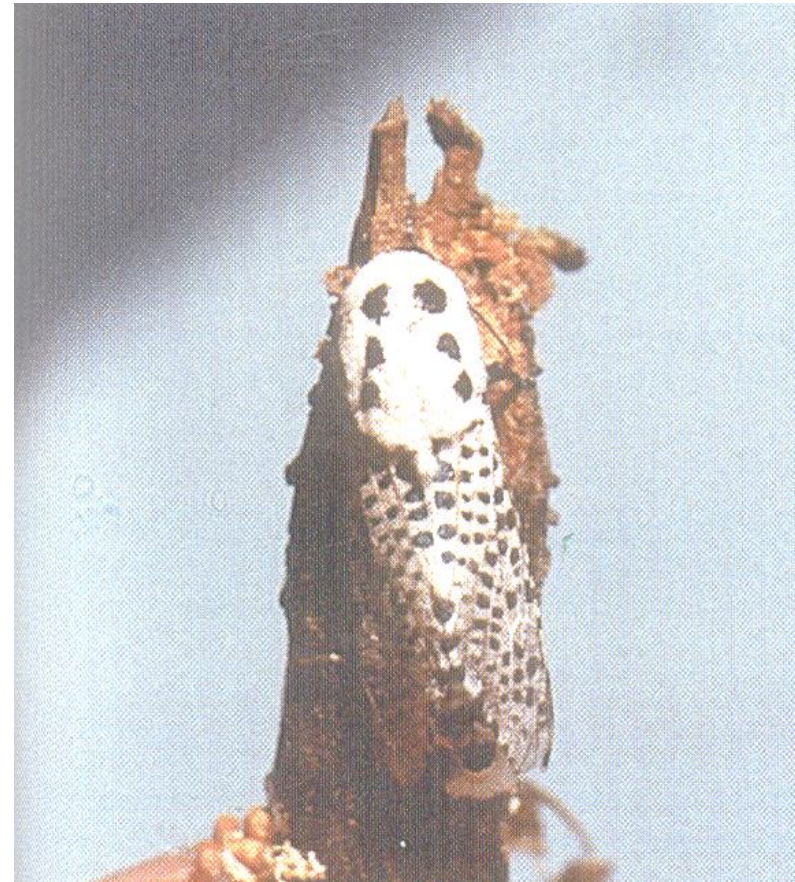
NEMATODI

I Nematodi entomoparassiti sono organismi superiori, Metazoi pluricellulari, diffusissimi in natura. Delle 15.000 specie conosciute, ve ne sono alcune di grande interesse fitoiatrico.

Si tratta di quelli appartenenti ai generi:

- *Steinernema* (Neoaplectana)
- *Heterorhabditis* : piccoli vermi non segmentati

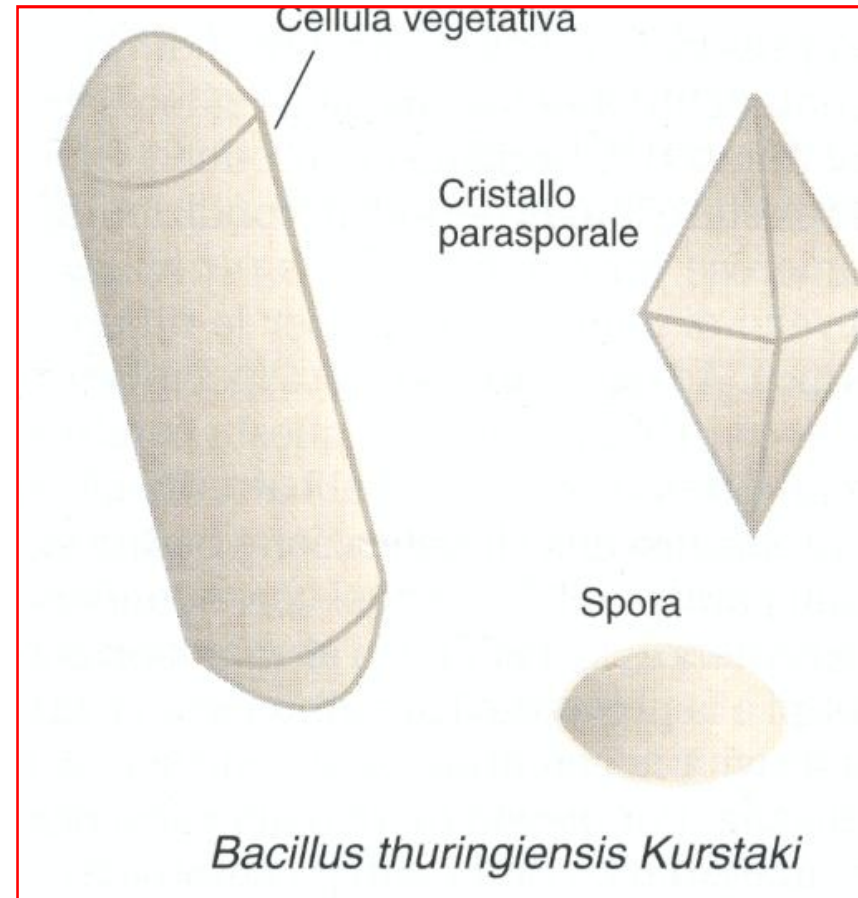
Heterorhabditis è particolarmente indicato per il controllo biologico degli **oziorrinchi** su varie piante ornamentali.



Adulto di *Zeuzera Pyrina* (Rodilegno giallo), principale bersaglio di *Heterorhabditis*

DERIVATI BATTERICI

- I batteri sono microrganismi appartenenti al Regno delle Monere (classificazione Secondo Whittaker) sono organismi a struttura semplice con cellula procariote, cioè priva di molti organuli cellulari e di membrana nucleare.
- Sono unicellulari e, nel caso specifico dei batteri entomopatogeni, eterotrofi parassiti.
- La riproduzione è asessuata.
- I batteri, in base in alla possibilità di produrre spore, si suddividono in due categorie, per cui avremo:
 - **batteri sporigeni:** in grado di produrre spore che consentono al batterio di superare ambienti e momenti sfavorevoli e quindi conservarsi nel tempo e nello spazio;
 - **batteri non sporigeni:** non producono spore o altre forme di conservazione.



Nome scientifico: ***Bacillus thuringiensis* Berliner.**

Inquadramento tassonomico:

phylum = **Firmicutes**

Classe = **Bacilli**

Ordine = **Bacillales**

Famiglia = **Bacillaceae**

- Attualmente il batterio più importante, ai fini della lotta microbiologica, è il *Bacillus thuringiensis* ; scoperto sul Baco da seta in Giappone (Ishiwata,1901), venne chiamato *Bacillus* sotto; successivamente venne descritto da Berliner (1911) che lo isolò da larve infette di tignola della farina (*Ephestia kuhniella* Zell). Il Berliner, trovandosi in Turingia (Germania), volle dare a questa sua scoperta il nome della regione, da cui *Bacillus thuringiensis*.
- Solo agli inizi degli anni '60, comunque, con la scoperta della subspecie *kurstaki* e successivamente del ceppo HD1 , data la sua efficacia insetticida e con la messa a punto da parte dell'industria fitofarmaceutica di preparati idonei, si iniziò l'effettivo utilizzo e sfruttamento commerciale di tale batterio in agricoltura.
- Il *Bacillus thuringiensis* Berliner, analogamente alle altre specie del suo genere, è un microrganismo unicellulare a forma di bastoncino, che si moltiplica per scissione semplice, il quale risulta reperibile nei terreni ed in diversi ambienti ed esplica attività insetticida contro diversi fitofagi.
- La caratteristica fondamentale di questo batterio è quella formare al momento della sporulazione, oltre alla spora anche un cristallo proteico, detto "**corpo parasporale**", di forma bipiramidale, formato da una tossina (**endotossina**) che risulta essere mortale per alcuni insetti, mentre è innocua per i vertebrati.
- Gli insetti che, nutrendosi di foglie (**defogliatori e minatori**), ingeriscono tale tossina, muoiono in un arco di tempo che vada meno di un'ora ad alcuni giorni.

A tutt'oggi sono individuate più di ottanta subspecie (varietà) di *Bacillus thuringiensis*.

Fra queste :

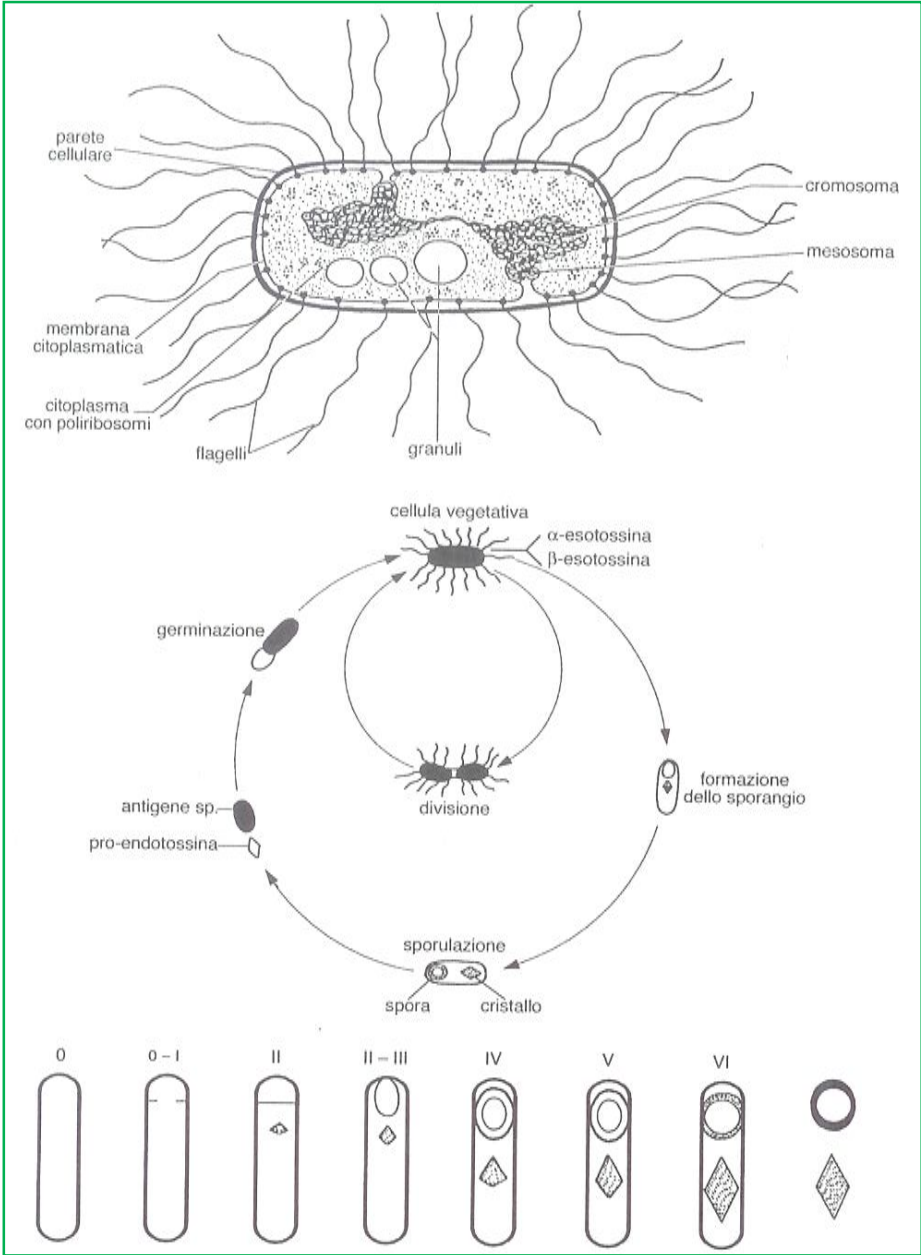
- ***la subspecie kurstaki*** (sierotipo 3a, 3b) per la lotta essenzialmente contro le larve di lepidotteri su numerose colture;
- ***la subspecie israelensis*** (sierotipo H 14) per il controllo del larve di zanzare nelle zone acquitrinose e negli specchi d'acqua naturali o artificiali;
- ***la subspecie tenebrionis*** (sierotipo 8a, 8b) per combattere le larve di coleotteri in orticoltura;
- ***la subspecie aizawai*** (sierotipo H 7) particolarmente indicata contro le larve di lepidotteri nottuidi su numerose colture.

BACILLUS THURINGIENSIS MECCANISMO D'AZIONE

- Il cristallo si scioglie rapidamente in ambiente alcalino (p H 9,5-12) e, a contatto con i succhi digestivi dell'ospite, libera una sostanza tossica di natura proteica, la ***delta-endotossina***, che paralizza i muscoli dell'apparato digerente, interrompendo la nutrizione.
- Inoltre l'azione patogena del *B. thuringiensis* si esplica anche per la germinazione delle spore che invadono la larva provocando setticemia letale, anche per azione di altri microrganismi.

MECCANISMO D'AZIONE

- I batteri entomopatogeni come il *B. t.* agiscono sulle larve degli insetti sensibili per **ingestione**, senza bisogno di riprodursi all'interno, dell'organismo ospite, ma come **un vero e proprio "veleno"**.
- Una volta giunto nella parte intermedia dell'intestino (**mesentero**) della larva dell'insetto sensibile, il *B.t.* viene sottoposto ai normali processi digestivi. Non appena il cristallo parasporale viene liberato nell'intestino si verifica una paralisi intestinale, accompagnata spesso da un'interruzione dell'attività trofica, che avviene entro circa mezz'ora dall'ingestione.
- Nella classe degli insetti, il pH alcalino (compreso fra 9,5 e 12) è diffuso tra le larve dei Lepidotteri e di pochi altri gruppi; pertanto l'azione più rapida e mirata della tossina del *B. thuringiensis* si esplica solo nei loro confronti.
- Negli insetti con pH intestinale compreso fra 8 e 9,5 la morte è provocata in tempi più lunghi e grazie anche alla setticemia indotta dalla germinazione delle spore e da batteri secondari.



Derivati vitali

- I Virus vengono definiti, assieme ai Viroidi, come "**sistemi che non hanno né l'organizzazione dei procarioti né le reazioni metaboliche degli eucarioti, ma hanno la capacità di riprodursi in maniera identica a se stessi**". Infatti sono costituiti solamente da proteine, composti polisaccaridici e da un solo tipo di acidi nucleici (DNA nel caso dei DNA-Virus e RNA nel caso degli RNA-Virus).
- I Virus sono parassiti cellulari senza alcuna reazione catabolitica propria, ma si moltiplicano e si propagano sfruttando le risorse delle cellule ospiti.
- Appartengono al gruppo degli RNA-Virus i Virus parassiti delle piante (ad es. il **Virus del Mosaico del Tabacco, della Tristeza degli agrumi**, etc).
- Tra i DNA-Virus figurano anche numerosi gruppi di Virus responsabili di malattie degli artropodi in generale e degli insetti in particolare, tra i quali la famiglia più rappresentata è quella dei **Baculovirus**.
-

L'azione del virus, entro la cellula dell'ospite, distingue due categorie:

- virus con corpi di inclusione proteica detti anche di occlusione (***virus occlusi***);
- virus senza corpi di inclusione proteica (***virus nudi***).

Nella lotta biologica sono utilizzati generalmente virus con corpi di inclusione proteica quali, formando una **capsula protettiva che include le particelle virali**, permangono più a lungo nell'ambiente.

Tra questi distinguiamo:

- **virus della Granulosi;**
- **virus della Poliedrosi.**

I primi formano dei corpi d'inclusione proteici **a forma di granulo** abbastanza regolare generalmente a livello del citoplasma delle cellule ospiti e contengono una sola particella virale, mentre i secondi formano dei **corpi d'inclusione poliedrici** molto irregolari, sia nel citoplasma sia nel nucleo delle cellule ospiti (definiti rispettivamente **CPV e NPV**) e contengono un numero elevato di particelle virali.

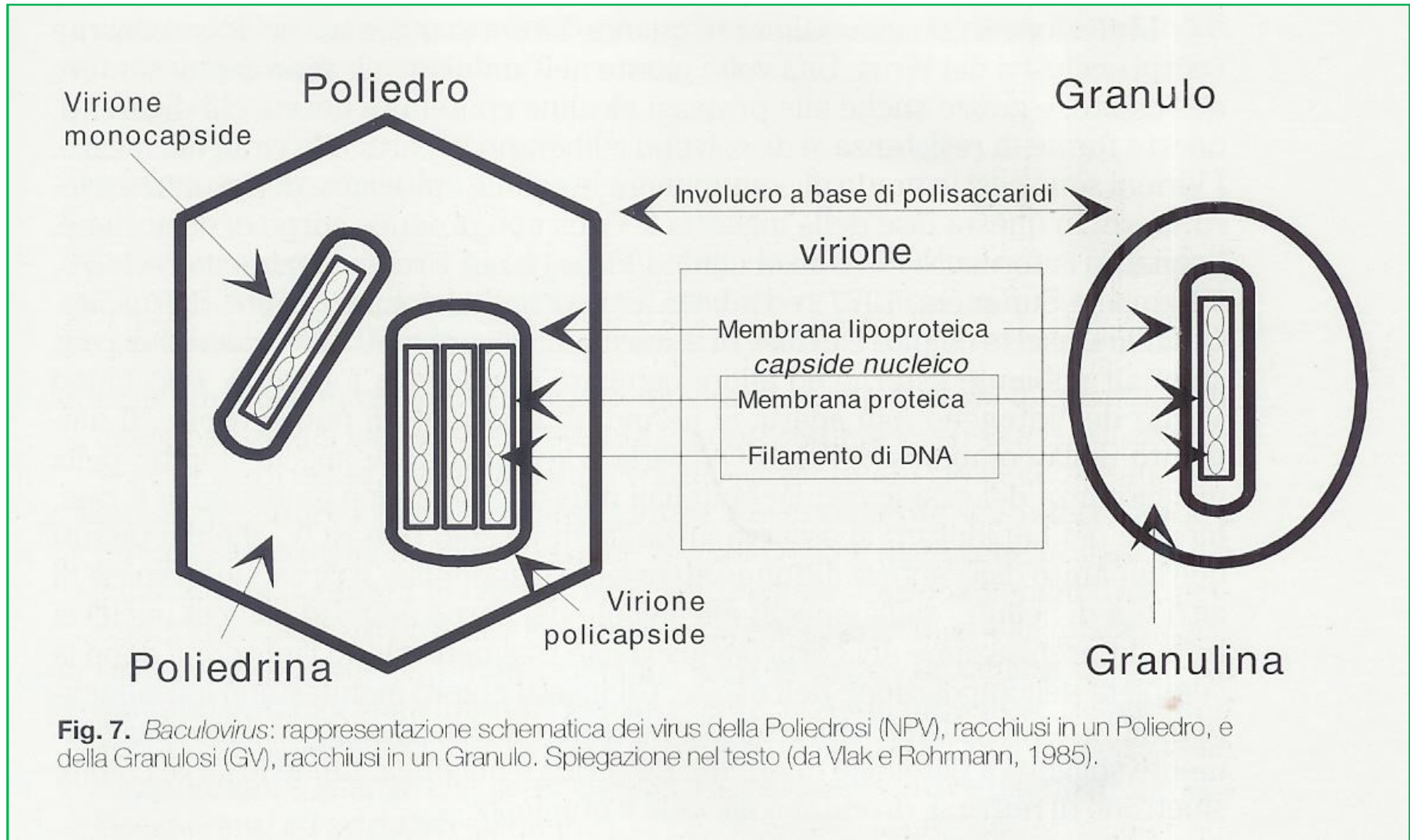


Fig. 7. *Baculovirus*: rappresentazione schematica dei virus della Poliedrosi (NPV), racchiusi in un Poliedro, e della Granulosi (GV), racchiusi in un Granulo. Spiegazione nel testo (da Vlcek e Rohmann, 1985).

virus

- Normalmente ***i preparati a base di virus si ottengono manipolando larve morte per infezione***, allo scopo di ottenere una sospensione miscibile con acqua da distribuire con i normali diffusori.
- I virus vengono identificati aggiungendo al nome della specie ospite la sigla ***GV (virus della Granulosa), NPV (virus della Poliedrosi nucleare), CPV (virus della Poliedrosi citoplasmatica)***: ad esempio il virus della Poliedrosi nucleare che colpisce la *Lymantria dispar* viene chiamato ***Lymantria dispar NPV***. Esistono alcuni virus non inclusi (o non occlusi) siglati NOV che colpiscono alcuni insetti, soprattutto Coleotteri Scarabeidi, con una sintomatologia simile a quella degli altri Baculovirus.
- I virus vengono poi classificati in base al loro tipo di acido nucleico:
 - virus a DNA (es. *Baculoviridae*): *NPV; GV; NOV*;
 - virus a RNA (es. *Reoviridae*): *CPV*.

virus

- Nella maggior parte dei casi ***i virus infettano gli insetti allo stadio larvale e per ingestione;***
- nel loro canale digerente vengono sciolte le strutture proteiche dei corpi di inclusione, quindi si liberano le particelle virali che si diffondono ed infettano le cellule epiteliali del canale alimentare.
- L'esito finale dello stato morboso è in genere la morte dell'insetto (***da 3 fino a 8-10 giorni dall'infezione***), con conseguente disfacimento acquoso dei tessuti addominali con successiva lesione dell' esoscheletro e liberazione di un liquido lattiginoso biancastro, contenente milioni di particelle virali che possono diffondere l'epizoozia. Le larve morte da infezione virale spesso assumono una ***tipica posizione a candela o a V rovesciata.***
- È attualmente in commercio un prodotto a base virale che viene utilizzato per il controllo di *Cydia pomonella* (***Cydia pomonella granulovirus***).

Funghi

- L'azione patogenetica dei funghi entopatogeni (quasi tutti **Deuteromiceti**) si caratterizza come segue: la morte dell'insetto può essere provocata sia dal **micelio che invade i tessuti**, sia dalle **tossine** che il fungo entomopatogeno produce.
- I sintomi indotti da un'infezione fungina non sono sempre standardizzabili: in genere gli insetti colpiti presentano il corpo rigido e mummificato, spesso rivestito da una tipica efflorescenza fungina rappresentata dal micelio e dalla fase di evasione conidica e quindi riproduttiva dell' entomopatogeno.
- Si ricordano alcune esperienze:
 - è stato utilizzato il fungo *Metarhizium anisopliae* (Bals.) Vuill. contro ***Hyphantria cunea*** con buoni risultati (Consorzio Fitosanitario di Reggio Emilia 1986);
 - è stata utilizzata ***Beauveria bassiana*** (Bals.) Vuill. contro la *Dorifora della patata* (Russia);