

DESARROLLO Y METAMORFOSIS DE INSECTOS

METAMORFOSIS

Cambios de forma o transformaciones que sufre un insecto desde que nace hasta llegar al estado adulto.

Los insectos pueden clasificarse en **ametábolos** y **metábolos**. Los ametábolos presentan muy pocos cambios, principalmente de tamaño y desarrollo de genitalia externa. Este tipo de metamorfosis se encuentra en insectos primitivos sin interés agrícola, que por carecer de alas, se los llama también **apterigotos**. se puede mencionar como ejemplo a *Lepisma saccharina* (Orden Thysanura) conocido vulgarmente como "pescadito de plata".

La gran mayoría de los insectos, son metábolos, es decir presentan cambios externos más o menos pronunciados durante su desarrollo, y como poseen alas (o las han perdido secundariamente) se los denomina **pterigotos**.

TIPOS DE METAMORFOSIS

Incompleta o Simple

Cuando el estado que emerge del huevo es parecido al adulto, difiriendo de aquel en tamaño, coloración, carencia de alas y genitalia. Estas formas juveniles parecidas a adultos se denominan **Ninfas**, en ellas se puede observar un **desarrollo gradual externo de alas y genitalia**. Un Insecto de Metamorfosis incompleta pasa por los siguientes **estados de desarrollo: Huevo – Ninfa – Adulto**

En la metamorfosis incompleta se distinguen:

a) **Paurometabolia**: Es propia de insectos de metamorfosis incompleta cuyas ninfas (terrestres) viven y se alimentan en los mismos sitios que el adulto. Presentan paurometabolia insectos del **Orden Orthoptera** (tucura, grillos, langostas, grillo topo), **Orden Hemiptera Suborden Heteroptera** (chinchas, vinchucas), **Suborden Auchenorrhyncha** (chicharritas), **Suborden Sternorrhyncha** (pulgonas, hembras de cochinillas) **Orden Mantodea** (mamboreta)



b) **Hemimetabolia:** Propia de insectos de metamorfosis incompleta cuyas formas juveniles viven en el agua y respiran por branquias, mientras que el adulto es de vida aérea o epigea. La forma juvenil se denomina **Náyade** (ninfa acuática). En algunos casos se observa un labio inferior muy modificado que usan para atrapar a sus presas. Presentan Hemimetabolia los insectos del **Orden Odonata** (libélulas y alguaciles).



NAYADE



ADULTO

Fotografía

http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/7/7b/Dragonfly_larva.jpg/240px-Dragonfly_larva.jpg?uselang=es

c) **Hipometabolia:** Propia de insectos de metamorfosis incompleta cuyas ninfas son de vida subterránea (hipogea) mientras que sus adultos son de vida epigea. Presentan este tipo de metamorfosis los insectos de la **Fli. Cicadidae** (chicharras), pertenecientes al **Orden Hemiptera, Suborden Auchenorrhyncha**



Fotografía: Lucy L. Hyche, Auburn University, Bugwood.org



Fotografía: Pennsylvania Department of Conservation and Natural Resources - Forestry Archive, Bugwood.org



Fotografía: John H. Ghent, USDA Forest Service, Bugwood.org

HUEVO

NINFA HIPOGEA

ADULTO

Intermedia: Si bien es parecido a la paurometabolía, se caracteriza por presentar uno o más periodos de quietud previo al estado adulto.

Un insecto de metamorfosis intermedia, pasa por los estados de desarrollo de **Huevo – Ninfa – Pseudopupa – Adulto**.

Presentan metamorfosis intermedia los insectos del **Orden Thysanoptera** (trips), y **algunos Hemiptera Sternorrhyncha de la flia Aleiroididae** (moscas blancas) y los **machos de cochinillas de la superfliá Coccoideae**.



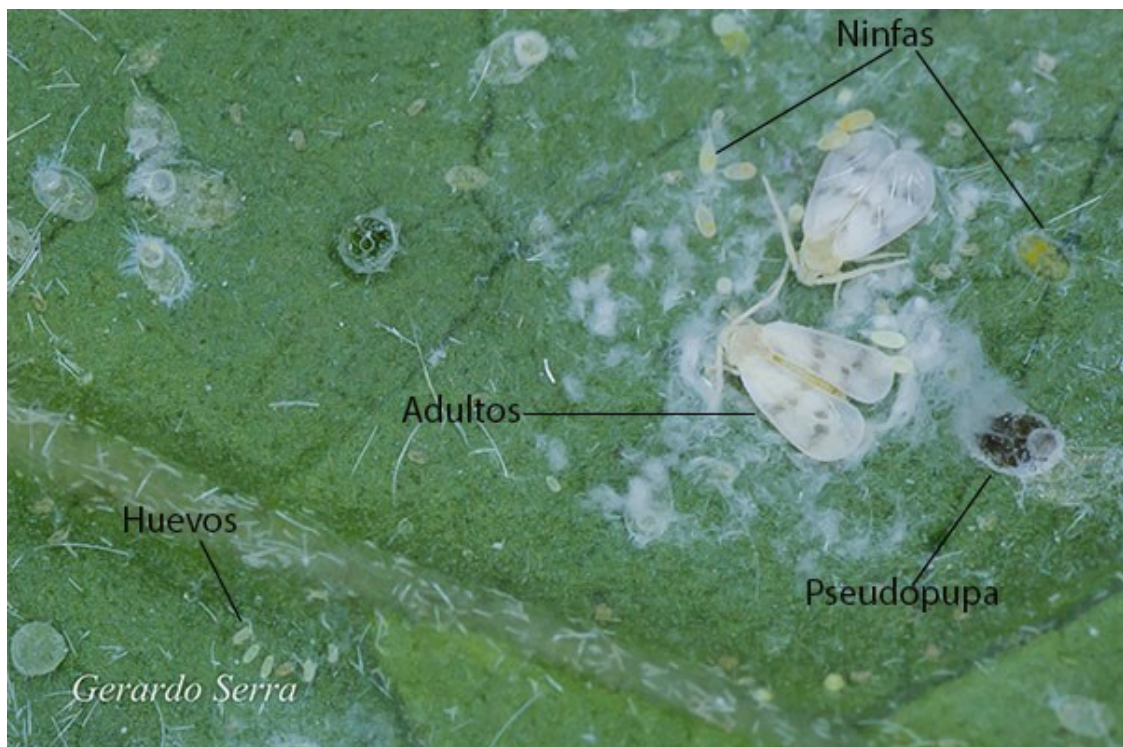
HUEVO

A: NINFAS

B: PSEUDOPUPA

C: ADULTO

Fotografía: Department of Plant Pathology Archive, North Carolina State University, Bugwood.org

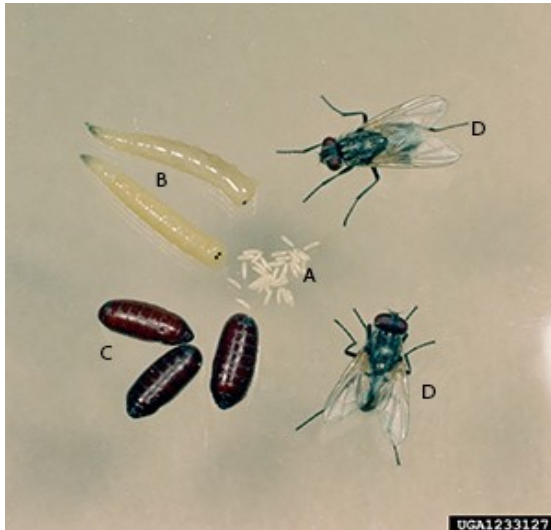


Ciclo de vida de Moscas blancas

Completa: Cuando el estado que emerge del huevo es muy diferente al adulto, no solo en tamaño y forma, sino que muchas veces en hábitat y comportamiento. A la forma juvenil se la denomina **Larva**. Un insecto de metamorfosis completa pasa por los estados de desarrollo de **Huevo – Larva – Pupa – Adulto**.

En la metamorfosis completa se distingue:

a) **Holometabolía:** Propia de insectos de metamorfosis completa en el que las larvas presentan cierta similitud morfológica en todos sus estadios. Presentan holometabolía los insectos del **Orden Lepidoptera** (polillas y mariposas) la mayoría de los **Ordenes Coleoptera** (Escarabajos, Juanitas, Vaquitas, cascarudos), **Diptera** (moscas, mosquitos), **Hymenoptera** (Abejas, Avispas, hormigas), dentro del Orden Neuroptera, los insectos de la **Filia. Chrysopidae** (crisopa)



A: Huevo

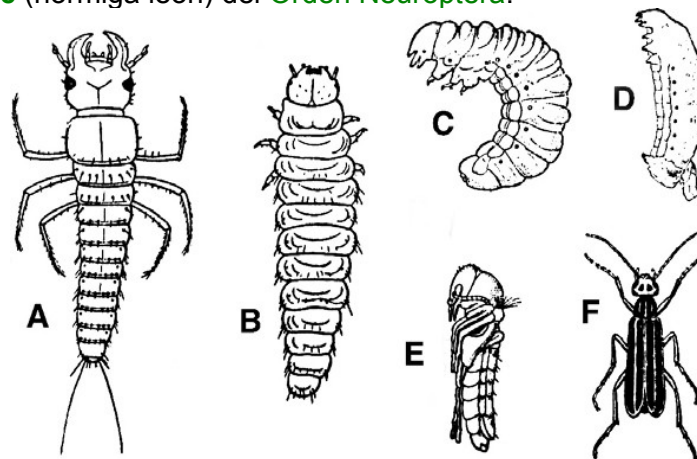
B: Larva

C: Pupa

D: Adulto

Fotografía: Clemson University - USDA Cooperative Extension Slide Series, Bugwood.org

b) **Hipermetabolía:** El primer estadio larval difiere notablemente de los siguientes. Es típica de insectos de las **flias. Meloidae** (bicho moro) y **Bruchidae** (brucho del poroto) del Orden Coleoptera, y de las **flias Mantispidae** (mantispa) y **Myrmeleontidae** (hormiga león) del Orden Neuroptera.



Hipermetabolía. A: Triungulino, B: 1º Fase carabeiforme, C: 2º Fase escarabeiforme, D: Pseudopupa (larva en estado de quietud), E: Pupa, F: Adulto

[Figura: J. W. Folsom, 1906, *Entomology: With Special Reference to Its Biological and Economic Aspects*, Blakiston.]

ESTADO DE HUEVO

El huevo típico de los insectos está cubierto por un corion o capa externa, que puede presentar una variedad de ornamentos. El corion es segregado por el epitelio folicular y puede estar formado por varias capas, una cerosa de muy poco espesor que reduce la

pérdida de agua y otras que contienen proteínas, pero no quitina. Debajo del corion se encuentra la membrana vitelina que es producida por el mismo huevo; otras capas interiores pueden depositarse después de la fecundación y durante el desarrollo embrionario. Los huevos de los insectos contienen generalmente una gran cantidad de vitelo nutritivo rodeado por una capa periférica de citoplasma.

En el corion se hallan una serie de poros o micrópilos que son los canales a través de los cuáles se difunde el oxígeno en el huevo.

Conocer la modalidad con que los insectos depositan sus huevos en el sustrato, como también su aspecto puede ser de gran utilidad en el reconocimiento y en el manejo de plagas. Por ejemplo algunos lepidópteros plaga, que tienen huevos hemiesféricos los colocan solitarios en las hojas (oruga medidora, oruga de las leguminosas) mientras que otros los ponen en masas de hasta 150 huevos (oruga militar tardía). Para un adecuado manejo del barrenador de la caña del maíz, es necesario reconocer sus huevos, ya que el muestreo y la toma de decisiones se hace sobre este estado.



Podisus sp



Nezara viridula



Piezodorus guildinii



Moscas Blancas



Coccinelidae



Lepidoptera: Noctuidae



Spodoptera frugiperda



Diatraea saccharalis



Helicoverpa zea

ESTADO DE LARVA

Durante este estado el insecto se alimenta para crecer y acumular reservas para la vida adulta y la reproducción. Por lo tanto es durante esta fase en que la mayoría de los insectos fitófagos provocan graves daños a la agricultura, consumiendo hojas, raíces frutos, semillas, etc. según sea su régimen alimentario.

Las larvas presentan **aparato bucal masticador**, carecen de ojos compuestos, estando reemplazados por unidades visuales llamadas **stemmata**, las

antenas son cortas o rudimentarias, y **nunca presentan desarrollo gradual externo de genitalia ni esbozos alares**. Toda la información necesaria para el desarrollo de los órganos definitivos del adulto está contenida en grupos de células blásticas, llamados **discos imaginales**.

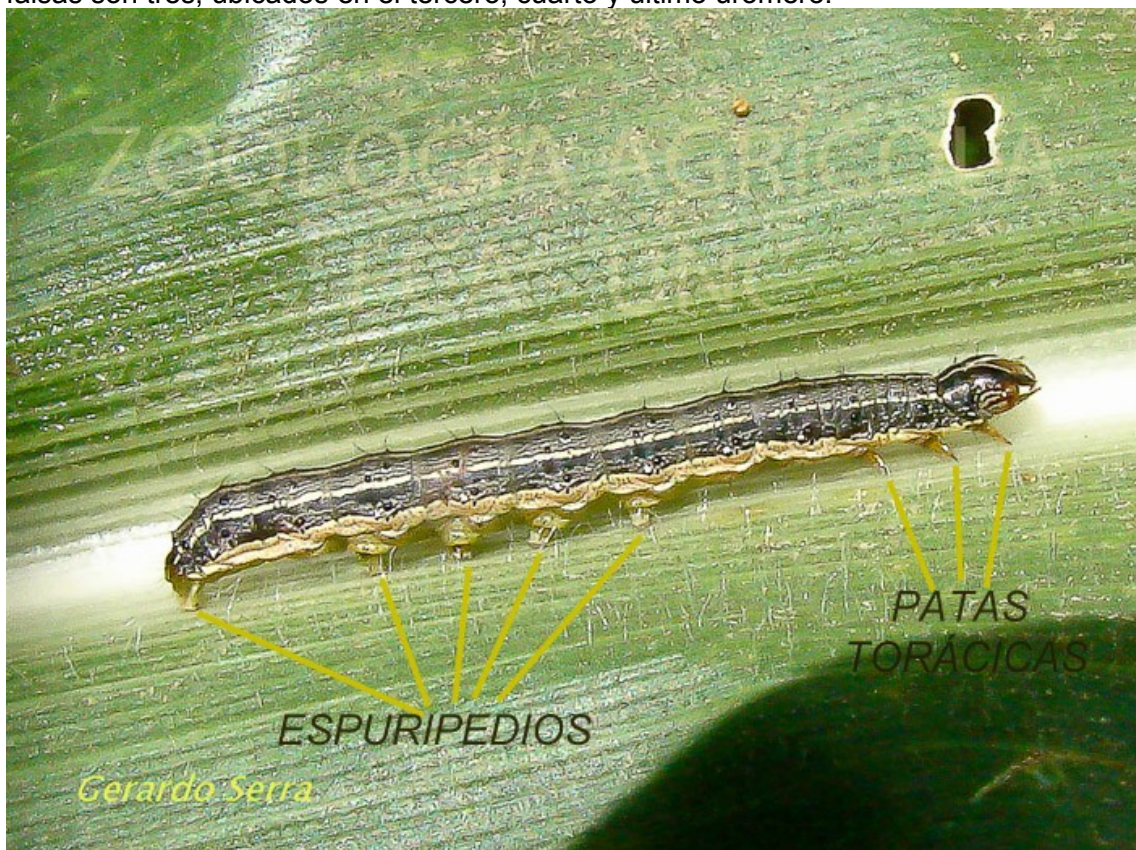
CLASIFICACIÓN DE LAS LARVAS

Las formas juveniles (larvas) de los grupos de insectos que poseen metamorfosis completa pueden presentar una gran variedad de formas.

Protopodas: son larvas cuyo nacimiento es fisiológicamente muy precoz, encontrándose el embrión en su fase protopoide de segmentación, es decir, con la zona abdominal aún sin diferenciar. La supervivencia de estas larvas depende exclusivamente de los líquidos nutricios que le proporciona el hospedador. Como ejemplo podemos mencionar las larvas de unos pocos **Hymenoptera y Diptera endoparásitos**.

Polipodas: larvas con **patas torácicas** (verdaderas) y varios pares de **patas abdominales** llamadas falsas o **espuripedios**. Las larvas polípodas se pueden clasificar en

Eruciformes: Poseen tres pares de patas verdaderas y **hasta cinco pares de espuripedios**, ubicados en el tercero, cuarto, quinto sexto y último segmento abdominal. Características de los **Lepidoptera** Hay familias de Lepidoptera cuyas larvas poseen menos de cinco pares de espuripedios como los **Geometridae** y algunos **Noctuidae**, como los de la *subfamilia Plusinae*. En estos casos los pares de patas falsas son tres, ubicados en el tercero, cuarto y último urómero.





Limaciformes: son larvas que poseen **más de cinco espuripedios** y deben su nombre a la semejanza que tienen con una babosa del género *Limax*. Ejemplo: *Eriocampoides limacina* “babosita del peral” del orden **Hymenoptera**, familia **Tenthredinidae**



Fotografía: Lacy L. Hyche, Auburn University, Bugwood.org

Oligópodos: larvas con tres pares de patas verdaderas, **careciendo de espuripedios**. Pueden clasificarse en:

Escarabeiformes: son larvas de cuerpo voluminoso, doblado en herradura, patas desarrolladas y antenas cortas. Son los llamados “**gusanos blancos**”, que viven bajo la superficie del suelo, en general de cuerpo blanco, salvo la cabeza y el extremo caudal que es oscuro debido a la acumulación de tierra (materia orgánica) que ingieren, ya que su alimentación es geofitófaga. Son larvas típicas de la familia **Escarabeidae (Coleoptera)**.



Elateriformes: son larvas cilíndricas, alargadas, color ocre o caoba, algo deprimida dorso- ventralmente. Con patas cortas y antenas poco visibles. En el extremo abdominal hay un apéndice bífido fuertemente esclerosado. Características de *Coleoptera*, familia *Elateridae*, conocidos como ‘gusanos alambre’.



Cerambiciformes: son larvas cilíndricas, poco aplanadas, de color blanco cremoso, con **patas pequeñas**. En la región torácica presentan dorsal y ventralmente una serie de **mamelones** que le sirven para desplazarse dentro de las ramas o troncos que taladran. El tórax es de mayor diámetro que el resto del cuerpo, dando el aspecto de una larva ‘cabezona’. Las antenas son muy cortas, mandíbulas fuertes y visibles fácilmente. Son larvas características de *Coleoptera*, familia *Cerambicidae*, *Buprestidae*, *Prionidae*.



Fotografía: Gyorgy Csoka, Hungary Forest Research Institute, Bugwood.org



Fotografía: Jerry A. Payne, USDA Agricultural Research Service, Bugwood.org

Tisanuriformes o campodeiformes: Son larvas aplanadas dorso - ventralmente, **con patas largas**, antenas visibles y **extremo caudal aguzado**. Son de movimientos rápidos, típicas de insectos predadores. Se hallan en los **Coleoptera Coccinelidae** (a) (conocidos vulgarmente como “vaquitas” cuando adultos) y en los **Neuroptera Chrysopidae** (b) (“crisopas”)



Coccinelidae



Chrysopidae

Abrojitos: Larvas de aspecto similar a las tisanuriformes, pero de patas mas cortas y con numerosos procesos tegumentarios dorsales en forma de espinas o pelos que le dan un **aspecto similar a la semilla de abrojo**, de donde deriva su nombre. Es típica de **Coccinelidos fitófagos** como la vaquita de los melones, también se pueden encontrar larvas similares en la sub flia **Casidinae** (Coleoptera: **Chrysomelidae**).



Coccinellidae (fitófago)



Casidinae

Caraboides o carabiformes: de cuerpo moderadamente alargado y achatado dorso-ventralmente. Cabeza prognata, con mandíbulas bien desarrolladas, antenas cortas y abdomen de lados paralelos no aguzado. Características de *Coleoptera*, familia *Carabidae* ("juanitas").



Fotografías: Gyorgy Csoka, Hungary Forest Research Institute, Bugwood.org

También encontramos un tipo de larva similar pero con la cabeza hipognata y patas mas cortas (no corredoras) en varias especies de la familia *Crhysomelidae*, *Meloidae* y *Dascytidae*.

Apodas: Estas larvas **carecen de patas**. Derivan probablemente de una oligópoda que por su adaptación a condiciones de vida especiales han perdido los órganos locomotores.

Curculioniformes: de color blanco cremoso, con la **cara ventral aplanada**, adquiriendo la forma de un "botecito", ya que generalmente se encuentran encorvadas. Con mandíbulas desarrolladas y antenas vestigiales. Se hallan en *Coleoptera*, familia *Curculionidae* (gorgojos) y *Bruchidae*.



Fotografía: Gerald J. Lenhard, Louisiana State University, Bugwood.org

Vermiformes: helmintoides o muscoides: son larvas **tronco- cónicas** y llevan los ganchos bucales en el extremo aguzado. Poseen este tipo de larva los *Diptera Muscoidea* (moscas) y algunos *micro- Hymenoptera parasitoides*.



Fotografía: Jim Baker, North Carolina State University, Bugwood.org

Larva vermiforme saprófaga



Larva vermiforme depredadora

Apoidiformes: Similares a las curculioniformes, pero no encorvadas y de sección transversal circular, su cara inferior no es aplanada. Se encuentran en Hymenoptera: **Apidae, Vespidae, Formicidae y ciertos micro-Hymenoptera parasitoides.**



Fotografía: Gerald J. Lenhard, Louisiana State University, Bugwood.org



Fotografía: Howard Ensign Evans, Colorado State University, Bugwood.org

ESTADO DE PUPA

Los insectos con metamorfosis completa antes de alcanzar el estado adulto, pasan por un estado posterior al de larva, llamado **pupa**. En este estado el insecto no se alimenta y los procesos vitales se hallan limitados. Durante este período ocurren dos procesos conocidos como **histólisis** e **histogénesis** que permiten la transformación de la larva en el individuo adulto, propio de su especie. Así, una oruga defoliadora, con aparato bucal masticador, se transformará en una delicada mariposa, que libará néctar y jugos azucarados con su aparato bucal chupador en espiritrompa.

Durante el proceso denominado histólisis algunos tejidos y órganos se lizan para reorganizarse y formar nuevas estructuras. Sólo el sistema nervioso, el vaso dorsal y algunas porciones del aparato digestivo permanecen inalterables. La

histogénesis consiste en la construcción de tejidos mediante la reorganización de los elementos proporcionados por el proceso histolítico o bien se forman tejidos nuevos a partir de tejidos embrionarios ya existentes, los **histoblastos** (o discos imaginales), cuyo desarrollo había permanecido latente durante el estado larval. En este momento, se organizan el aparato bucal, los apéndices (patas, alas, antenas), órganos genitales, etc.

En la mayoría de los casos, la pupa es relativamente inmóvil, aunque en algunos insectos, como por ejemplo en mosquitos, la pupa es un estado activo.

Tipos de Pupas

Las pupas pueden ser clasificadas por sus características morfológicas.

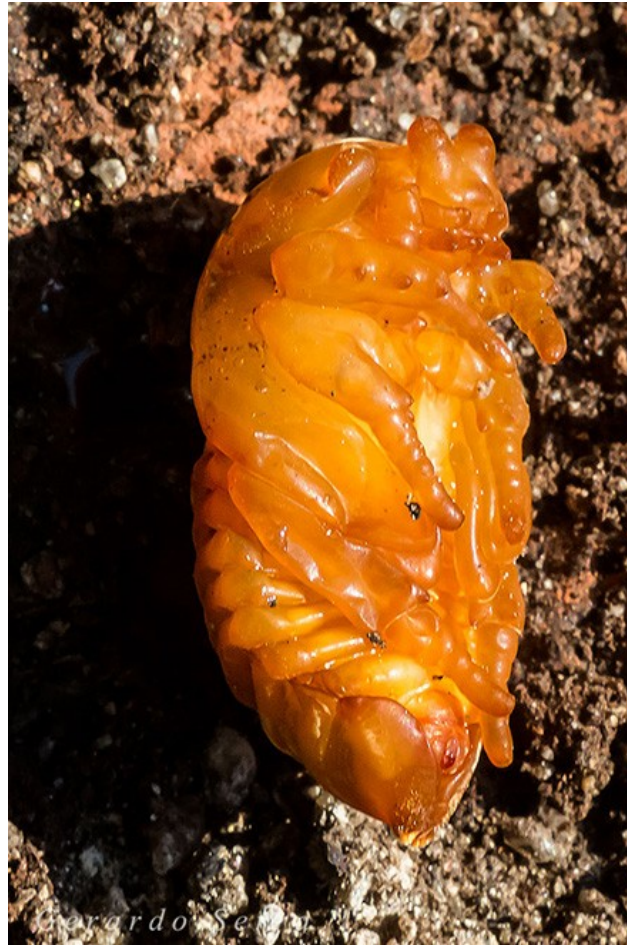
Pupas décticas: Poseen mandíbulas articuladas, relativamente fuertes que el adulto usa para escapar del capullo o celda pupal. Este es un tipo primitivo de pupa y pueden ser libres, o sea, los apéndices no se hallan soldados al resto del cuerpo y pueden ser empleados para la locomoción o bien pueden ser obtectas, con los apéndices soldados al eje del cuerpo. Se hallan pupas de este tipo en algunos Neuroptera e Hymenoptera.

Pupas adécticas: las pupas de este tipo no tienen mandíbulas articuladas, a menudo están reducidas y son infuncionales. Las pupas adécticas (Fig. 4.) pueden ser:

A) **Obsecta o Crisálida:** en ellas los apéndices se hallan fuertemente adosados contra el cuerpo y soldados a él mediante una secreción producida en la última muda larvaria. Los Ordenes que presentan este tipo de pupa son los **Lepidoptera** superiores (son las más conocidas), Diptera Nematoceros, en algunos Coleoptera y en algunos Hymenoptera.



B) **Exarata o Libre:** en este tipo de pupa los apéndices no están adheridos al cuerpo pupal. Pueden observarse en la mayoría de los **Coleoptera e Hymenoptera y Neuroptera.**



C) **Coarctata u Ocultas:** propia de **Diptera braquíceros**. Es una pupa libre pero encerrada en la última exuvia larval que permanece formando un pupario que oculta a la verdadera pupa.



Fotografía Scott Bauer, USDA Agricultural Research Service, Bugwood.org

La **Pseudopupa** es un estado de desarrollo típico de insectos con metamorfosis intermedia, que se caracteriza por ser inmóvil y no alimentarse. A diferencia del estado de pupa en la pseudopupa predomina el proceso de **histogénesis**, desarrollándose principalmente las alas y la genitalia propia del adulto.

ESTADO ADULTO

Al concluir el estado pupal de una metamorfosis completa, la pupa se abre por las líneas de ruptura que posee y aparece el **imago**. En una metamorfosis incompleta el **imago** aparecerá luego del último estadio ninfal. Se inician entonces procesos que llevan al encuentro de los sexos.

En muchos insectos la reproducción es **sexual** depende de la copulación entre los adultos de sexos opuestos. La hembra deposita huevos, de cada uno de los cuáles sale un solo insecto inmaduro, después de un período de incubación más o menos largo. No son raras las excepciones a esta regla general.

Existen casos donde no ocurre tal fecundación y se había entonces de reproducción **partenogenética** que presenta varias modalidades.

Partenogénesis telitóquica obligada: Los machos no existen o son extremadamente raros. Los huevos se forman a menudo sin meiosis, o cuando esta existe, se produce una duplicación del número de cromosomas, se da en algunos **Coleóptera Curculionidae**, en **Lepidoptera Psychidae**, etc.

Partenogénesis telitóquica facultativa: el ejemplo más conocido es el de una raza de **Coccus hesperidum**, los huevos fecundados producen tanto machos como hembras. Los núcleos de los huevos no fecundados se fusionan con el segundo corpúsculo polar teniendo el huevo una constitución diploide y dan sólo hembras.

Partenogénesis arrenotótica facultativa: Las hembras ponen huevos fecundados (diploides) que dan lugar a hembras y huevos no fecundados (haploides) que se desarrollan partenogenéticamente en machos. Característica de los **Hymenoptera**, en los cuáles los machos son poco frecuentes, también **algunos Aleirodidos, Coccoideos**, y algunos **Tisanópteros**.

Partenogénesis cíclica: Hay una alternancia de reproducción partenogénica y sexual bajo la influencia de diversos factores. En **Aphidoidea** hay normalmente varias generaciones partenogenéticas con telitoquia obligada, pero hacia el otoño e influenciada por el fotoperíodo se produce la generación sexúpara que procede a la bisexual y consta de un tipo de hembras que dan lugar tanto a machos como a hembras por partenogénesis o puede darse el caso como en **Phylloxera** que haya dos tipos de hembras que producen respectivamente machos y hembras por partenogénesis. Estos individuos sexuales darán lugar al huevo de invierno, que es la forma de resistencia.

Además de la reproducción sexual y asexual que hemos mencionado antes, podemos citar un tercer tipo, el **hermafroditismo**, en la cochinilla **Icerya purchasi** se encontró que además de los machos normales (poco frecuentes) hay formas que son similares a hembras de especies afines, pero en realidad son hermafroditas funcionales, estando ausentes las verdaderas hembras.

MODALIDAD DE REPRODUCCIÓN.

La mayoría de los insectos son **ovíparos**, es decir que colocan huevos que son posteriormente incubados. Sin embargo, hay excepciones a esta regla.

Viviparidad: Son vivíparas las especies cuyo desarrollo embrionario se completa dentro del cuerpo del progenitor femenino y que por lo tanto, producen larvas o ninfas en vez de poner huevos. Tal viviparidad puede ser poco más que una pequeña retención en la vagina de huevecillos; normales y con alimento suficiente hasta que el joven insecto aviva y sale al exterior, en la mosca "tse-tse" (Glosina) y en los díptera Pupíparos tales como **Malophagus**, la larva permanece en la vagina ensanchada de la madre, donde se alimenta y crece hasta que es depositada como larva madura dispuesta ya para pupar.

Viviparidad suedoplacentaria: En otros casos (por ej: **pulgones**) los huevos no poseen corion y están prácticamente desprovistos de vitelo nutritivo, cada embrión se alimenta en una estructura especial semejante a una placenta, las hembras depositan ninfas sobre el sustrato.



Hembra pariendo ninfas

Fotografía: Jeffrey W. Lotz, Florida Department of Agriculture and Consumer Services, Bugwood.org

Ovoviviparidad: En este caso, los huevos contienen adecuada cantidad de vitelo para nutrir los embriones en desarrollo, que son liberados por la madre inmediatamente después de la eclosión. Por lo tanto, no ha evolucionado ninguna estructura nutricional especial, aunque el corion puede ser muy delgado. Este tipo se encuentra en varios representantes de los **Tisanópteros**, **Blattidae**, **Muscidae**, **Tachinidae**, **Coelópteros**, etc.

Paidogénesis: Unos pocos insectos inmaduros poseen ovariolas funcionales, cuyos huevos se desarrollan partenogénicamente, de modo que la reproducción se efectúa por el organismo inmaduro. Ocurre en algunos **Cecidomidae**, de los cuáles los mejores conocidos son **Miastor**, **Heteropeza** y **Micophila**.

Poliembrionía: Se denomina con este término a la producción de dos o más (frecuentemente muchísimos) embriones a partir de un solo huevo. Se encuentra en varios **Encyrtidae** (**Copidosoma**, **Litomastix**), en **Platygaster**, en algunos **Bracónidos**.

CICLO ESTACIONAL DE INSECTOS

El ciclo de vida es la cadena de eventos biológicos que ocurren durante la vida de un insecto. Usualmente se considera que el ciclo de vida comienza con la postura de huevo y termina cuando la hembra adulta proveniente de dichos huevos deposita sus propios huevos. Es decir el ciclo de vida involucra a una única generación. Por razones didácticas, para su mejor comprensión y estudio en general consideramos que el ciclo de vida de los insectos se puede dividir en tres fases: a) **reproducción y desarrollo embrional**, b) **crecimiento y desarrollo postembrional** y c) **madurez o la vida del adulto**

Un aspecto muy relacionado con el ciclo de vida es el **ciclo estacional**. El ciclo estacional de una especie de insecto es la secuencia de ciclos de vida que ocurren en el período de un año. De su estudio se puede tener una buena comprensión de cómo una especie de insecto vive a lo largo del año y cómo puede sobrevivir a las condiciones adversas del ambiente.

Para un adecuado manejo integrado de una plaga es necesario conocer tanto el ciclo de vida como el ciclo estacional de la misma. Esto nos permitirá predecir en qué momento una especie en particular se está alimentando, reproduciendo, poniendo huevos; en qué hábitats es más probable que esto suceda y nos dará información de cuáles son los puntos más vulnerables, de manera tal que nos permita desarrollar soluciones perdurables en el tiempo.

El ciclo estacional es muy importante para la supervivencia de los insectos debido a que la mayoría de los ambientes donde los insectos están presentes están sujetos a ciclos anuales. Por lo tanto los insectos tienen que ajustar su comportamiento y fisiología para poder tomar ventajas cuando ese ambiente le resulta favorable y también para evitar las condiciones desfavorables extremas que ese ambiente le puede presentar (inviernos, sequías, etc.). El conocimiento de tales patrones estacionales y el momento en que ocurren eventos biológicos importantes para la supervivencia de un insecto, (por ejemplo: diapausa, quiescencia, migración, crecimiento y desarrollo, reproducción), es fundamental para un adecuado manejo de plagas.

Los ciclos estacionales se pueden clasificar de acuerdo al número de generaciones que ocurren en un año. Este número recibe el nombre de **voltinismo**.

Ciclos Univoltinos

Son especies univoltinas aquellas que cumplen una sola generación por año. En este tipo de ciclo estacional las generaciones son fáciles de distinguir en la naturaleza, ya que el único momento en que hay alguna superposición entre generaciones es cuando los adultos de una generación colocan los huevos de la siguiente. Cuando uno observa sus poblaciones en el campo en cualquier época del año la mayoría se encuentra en el mismo estado de crecimiento.

Ejemplos: Tucuras de ciclo largo, grillo subterráneo, complejo de gorgojos de la alfalfa, bicho torito, bicho moro, algunas orugas cortadoras.



Esquema mostrando la relación entre un ciclo de vida (cv) univoltino y el ciclo estacional (CE).

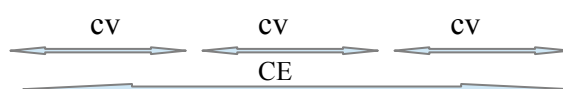
Un caso práctico de aplicación de estos conocimientos: orugas cortadoras de una generación anual, *Agrotis malefida* y *Feltia gypaetina* (ex *Porosagrotis gypaetina*)

| | | | | | | | | | | | |
|------------------------|-------|-------|-------|--------|--------|--------------|-------|------|------|----------------|------|
| Enero | Febr. | Marzo | Abril | Mayo | Junio | Julio | Agos. | Set. | Oct. | Nov. | Dic. |
| | | | | Adulto | | | | | | | |
| L. en diapausa estival | | | Pupa | | Huevos | Larva activa | | | | L. en Diapausa | |

En otoño vuelan los adultos de hábitos nocturnos que pueden ser capturados con trampas de luz, esto nos da un aviso de riesgo de ataque de varios meses previos a la siembra. En invierno las larvas pequeñas se alimentan y refugian en malezas de hoja ancha, por lo que un adecuado manejo de las mismas va a disminuir mucho su supervivencia. En la época de siembra temprana de cultivos estivales, están como larvas grandes y estas son las que se comportan como cortadoras. Por lo tanto si en trampas de luz en el otoño hubo muchas capturas, es muy importante hacer un muestreo previo a la siembra de cada lote. En aquellos lotes en que la densidad de plaga lo justifique, se debe proceder a tomar medidas adecuadas de control.

Ciclos multivoltinos

Los insectos que tienen más de una generación por año son multivoltinos. El número de generaciones puede ir de 2, 3, 4, 5, 6 o incluso más, dependiendo esto de la especie y de las condiciones ambientales. Cuanto más se incrementa el número de generaciones de un insecto, mayor es la superposición de generaciones, sobre todo a medida que progresa la estación favorable. Ejemplos: Pulgones, mosca de los frutos, isoca de la alfalfa, barrenador del tallo del maíz, etc.



Esquema mostrando la relación entre un ciclo de vida (cv) multivoltino y el ciclo estacional (CE).

A su vez los ciclos estacionales multivoltinos pueden presentar dos patrones o tipos:

a) **Multivoltinos con repetición de generaciones**, es el patrón más simple, los sucesivos ciclos de vida que ocurren son básicamente similares: cada generación tiene una morfología similar, los mismos hábitos alimenticios y un comportamiento reproductivo similar. La generación que pasa la época desfavorable (invierno en nuestra zona), es de mayor duración y presenta adaptaciones fisiológicas y de comportamiento para sobrevivir (Diapausa), pero estas diferencias no cambian en esencia el patrón base del ciclo de vida. Ejemplos: barrenador del tallo del maíz, mosca de los frutos, trips, chinches, etc.

Un caso práctico de aplicación, el barrenador del tallo (*Diatraea saccharalis*) plaga oligofitófaga (maíz, sorgos, caña de azúcar) que posee 3

generaciones por año, cada generación es mas numerosa que la anterior, de tal modo que los maíces expuestos a la 3ra. generación pueden sufrir importantes daños. El invierno lo pasan en diapausa como larva ya desarrollada en la base de los tallos, por lo que permanecen en los tocones luego de la cosecha.

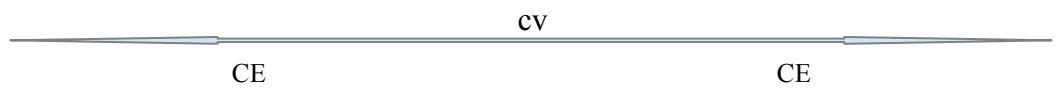
| | | | | | | | | | | | |
|-------------------|-------|------|------|------|-------|------|-------|-----------|-------|-------|------------|
| Junio | Julio | Agos | Set. | Oct. | Nov. | Dic. | Enero | Febr. | Marzo | Abril | Mayo |
| Larva en diapausa | | | Pupa | Ad-H | Larva | P | Ad-H | Larva - P | Ad-H | Larva | L en Diap. |

En base a estos conocimientos, se puede planificar un manejo que contemple siembras tempranas para escapar a la 3ra. generación, destrucción del rastrojo para eliminar las formas invernantes, y si esto no es factible por que se practica labranza conservacionista (siembra directa) la rotación de cultivos es una alternativa.

b) **Multivoltinos con alternancia de generaciones**, los sucesivos ciclos de vida que ocurren en un año pueden variar en el modo de reproducción o en morfología. El mejor ejemplo es el de los pulgones. El invierno lo pasan como huevo; en primavera todos los individuos que nacen de estos huevos van a ser hembras ápteras que se reproducirán de modo partenogenético y por viviparidad, dando lugar a otra generación de hembras partenogenéticas vivíparas ápteras. Al inicio del verano, aparece una generación de hembras partenogenéticas aladas que se dispersaran para comenzar nuevas poblaciones y cumplir varias generaciones (partenogenéticas y vivíparas) durante la época favorable. En otoño (influenciado por el fotoperíodo) se producen machos alados y hembras ápteras que copularán (generación sexual) y colocarán los huevos de invierno.

Ciclos voltinos demorados

En un reducido número de especies el ciclo de vida dura más de un año. En estos casos, el insecto pasa por más de un ciclo estacional para completar una generación. Ejemplos: gusanos alambre cuyos adultos son los tucos, varias especies de escarabajos cuyas larvas son gusanos blancos y en el caso de las cigarras, sus ciclos de vida dependiendo de las especies pueden durar de 2 hasta 17 años. En estos casos, todos los años encontramos adultos, por lo que resulta evidente la superposición de generaciones.



Esquema mostrando la relación entre un ciclo de vida (cv) voltino demorado y el ciclo estacional (CE).

Principales adaptaciones estacionales

Durante un ciclo estacional ocurren distintos tipos de adversidades ambientales que los insectos deben sortear para tener éxito. Muchas de estas adversidades pueden ser impredecibles tales como temperaturas extremas, escasez de alimentos, humedad elevada, lluvias fuertes, etc.; tales adversidades suelen ser locales y temporarias. Los insectos pueden responder a estos factores de manera rápida entrando en **quiescencia** o bien moviéndose fuera del área adversa. En cambio, otras condiciones adversas ocurren de manera más regular y predecible, por ejemplo el frío invernal en las regiones templadas, la temporada de lluvias en los trópicos o la época de sequía en regiones desérticas. La mayoría de los insectos han conseguido evitar estas condiciones estacionales desfavorables, mediante oportunas modificaciones en su fisiología y alteraciones en su comportamiento. Tales alteraciones ayudan a caracterizar el ciclo estacional de los insectos. Las principales adaptaciones que desarrollaron los insectos para sortear la estación desfavorable son la **diapausa** y la **migración**.

BASES FISIOLÓGICAS DE LA METAMORFOSIS

El tegumento más o menos rígido no puede adaptarse al tamaño creciente de un insecto en desarrollo (larva o ninfa), por lo que se pierde y renueva periódicamente. A este fenómeno de mudar o cambiar la vieja cutícula se lo llama **"muda" o "écdisis"**, y es el proceso fisiológico que consiste en la secreción de una nueva cutícula, el aprovechamiento en parte de la vieja, y la eliminación de los restos de la misma.

Una vez formada la nueva cutícula, para liberarse de la vieja el insecto contrae el abdomen forzando a la hemolinfa a penetrar en el tórax y obligándolo a arquearse hasta que la cutícula se rompe a lo largo de una línea media frágil, que se extiende a lo largo del dorso del tórax. Para ayudarse en este proceso el insecto puede tragar aire, si es terrestre, o agua en los acuáticos.

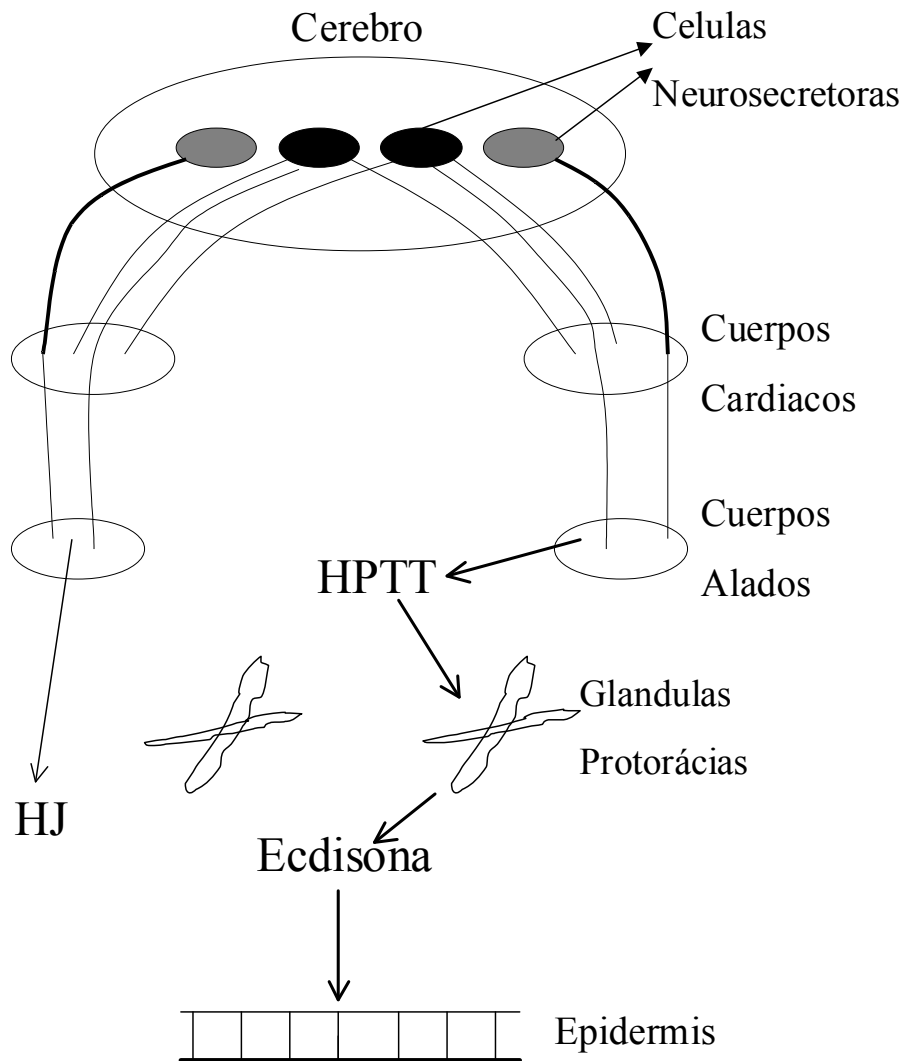
Cuando el tegumento se ha hendido el insecto gradualmente lo abandona, sacando sus miembros de las cubiertas y también desechando la cutícula de tráqueas y de intestinos anterior y posterior, que forman parte de la exuvia. El insecto que acaba de mudar es blando, flexible y poco pigmentado. Finalmente la cutícula se llena de pigmento y se endurece, aunque continúa aumentando de espesor durante un considerable espacio de tiempo. Los intervalos entre una muda y otra se llaman **"estadios"**.

La muda comienza con el cese de alimentación por parte del insecto y la eliminación de los contenidos intestinales. El proceso está regulado por un equilibrado sistema de hormonas producidas por glándulas endocrinas.

Hay tres órganos principales involucrados en la regulación de la metamorfosis en los diferentes insectos:

- a) **Células neurosecretoras**, ubicadas en el cerebro.
- b) **Cuerpos alados**, órganos accesorios del cerebro, de naturaleza glandular.
- c) **Glándulas protorácicas**, ubicadas en el tórax.

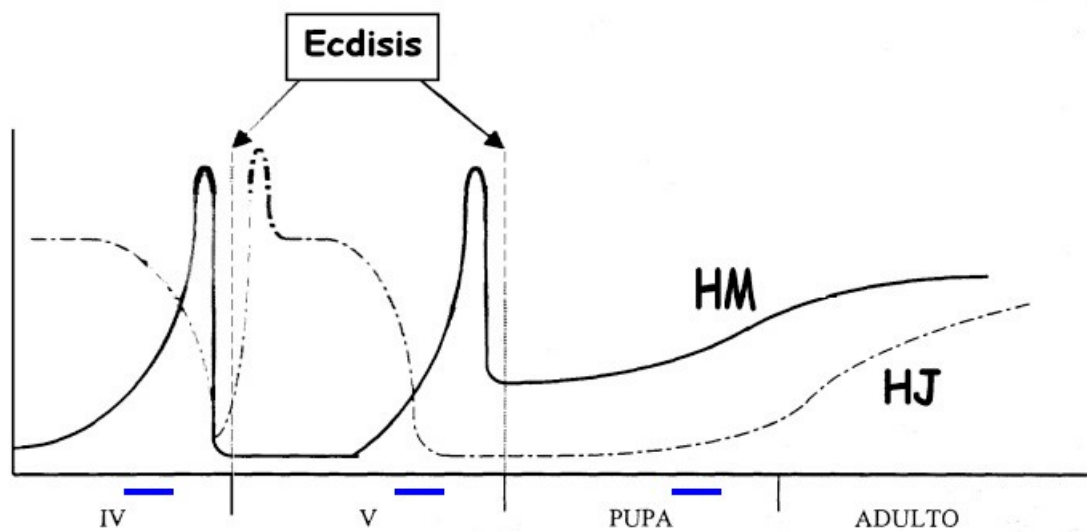
Las células neurosecretoras del cerebro en respuesta a estímulos internos y del medio externo producen la **Hormona Pro Torácico Trópica (HPTT)** la cuál es almacenada en los cuerpos alados. Esta hormona es liberada de los cuerpos alados a la hemolinfa. Uno de los "blancos" de la HPTT es la glándula protorácica, la cuál segrega la **ECDISONA u Hormona de la Muda (HM)** ya que estimula a las células epidérmicas a iniciar el proceso de muda. El otro "blanco" de la HPTT son los mismos CUERPOS ALADOS que segregan la **NEOTENINA u Hormona Juvenil (HJ)**.



Mientras las **concentraciones** de **ecdisona** determinan si se producirá o no la muda, las **concentraciones** de **neotenina** determinan si los estados juveniles mudarán hacia otro juvenil o proseguirá con el desarrollo de los caracteres del adulto (Fig. siguiente) . La presencia de elevadas concentraciones de neotenina en la hemolinfa suprime la expresión de los caracteres del adulto, mientras que su ausencia permite el desarrollo de tales características.

Los principales “**blancos**” de la neotenina son los **histoblastos o discos imaginales**. Estos corresponden a células que poseen el potencial de crecimiento y diferenciación hacia los estados adultos. La neotenina u hormona juvenil inhibe el crecimiento de estos discos imaginales. Cuando la hormona se halla en bajas concentraciones, los discos imaginales se activan dando lugar al desarrollo de las estructuras propias del adulto.

El conocimiento sobre control hormonal de la metamorfosis, ha dado lugar al desarrollo de hormonas sintéticas que son usadas como insecticidas hormonales, llamados insecticidas de la tercera generación.



Niveles de JH y Ec durante el desarrollo La reducción de JH previo a la muda durante el 5° estadio es necesaria para que la larva se transforme en pupa, por otro lado el aumento de Ec antes de cada muda demuestra su acción detonadora de las mudas. En adultos se puede observar un posterior aumento tanto de JH como de Ec, pues estas hormonas son producidas en las glándulas sexuales para la diferenciación de estructuras

BIBLIOGRAFIA

- Brewer, M. M.; N. V de Arguello. 1980.** Guía ilustrada de Insectos comunes de la Argentina. Miscelánea N° 67. Fundación Miguel Lillo, 131 pp.
- Capinera, J. L. 2008.** Enciclopedia of Entomology. 2da Ed. Springer. 4346 pp.
- Davies, R. G. 1991.** Introducción a la Entomología. Ed. Mundi Prensa. Madrid. 401 pp.
- Gullan, P.J.; P.S. Cranston. 1994.** The insects: an outline of entomology. Chapman & Hall (1° Edición).490 pp.
- Howell V. Daly; J. Doyen; A. Purcell. 1998.** Introduction to Insect Biology and Diversity. Oxford, University Press.674 pp.
- Mazuferi, V.; S. Avalos. 1997.** Metamorfosis de Insectos. SERIE DIDACTICA. CUADERNILLO 2. Cátedra Zoología Agrícola. Fac. de Cs. Agrop. U.N.C.
- Pedigo, L.P.; M. E. Rice.2006.** Entomology and Pest Management.Pearson Prentice Hall, Upper Saddle River, New Jersey. Cplumbus, Ohio. 5ta Ed. 749 pp.