

Metamorfosis:

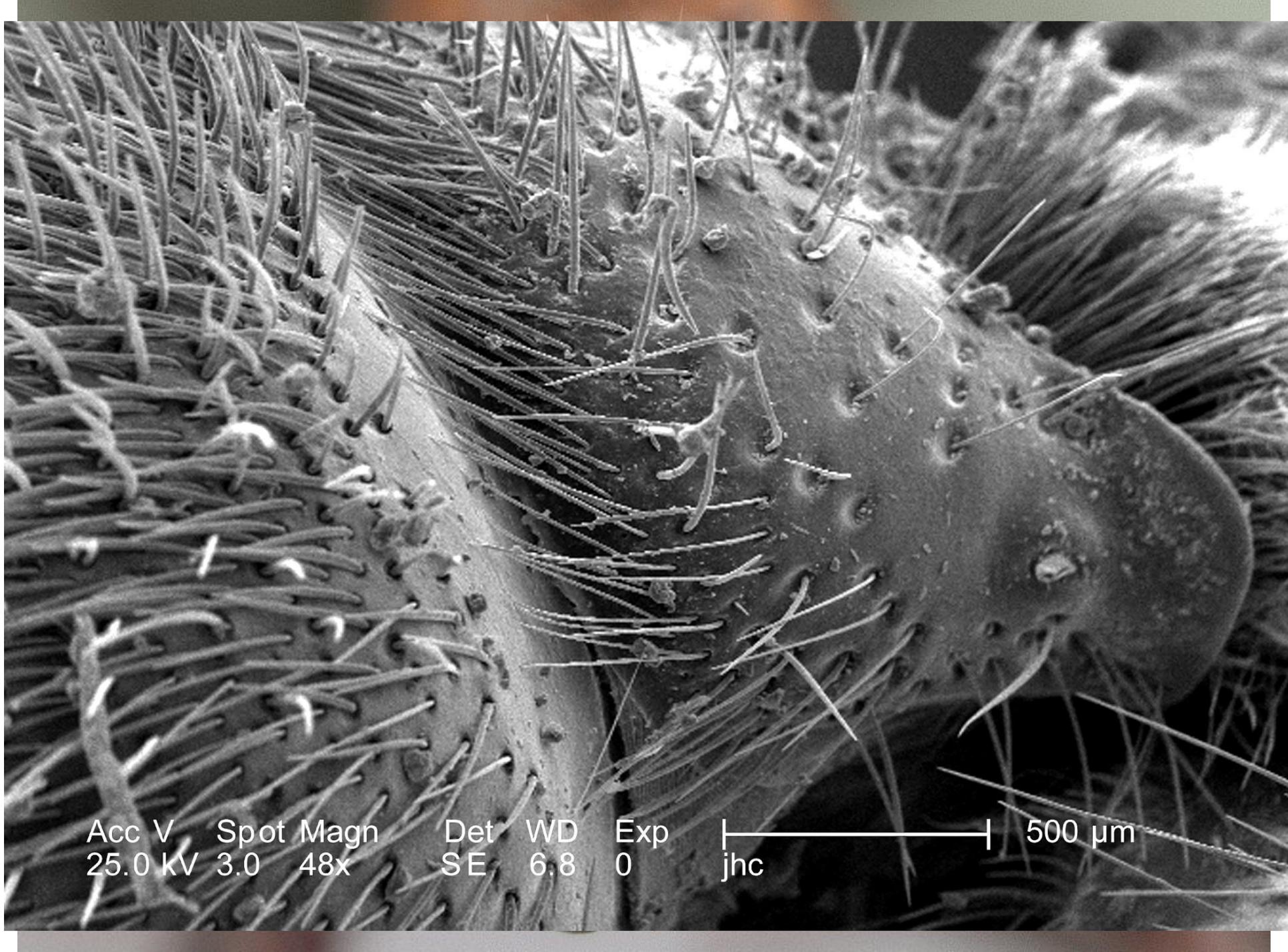
Principales modalidades de los desarrollos postembrionarios de insectos.

Características de los estados preimaginales.

Las formas inmaduras y los ecosistemas.

Líneas de investigación.



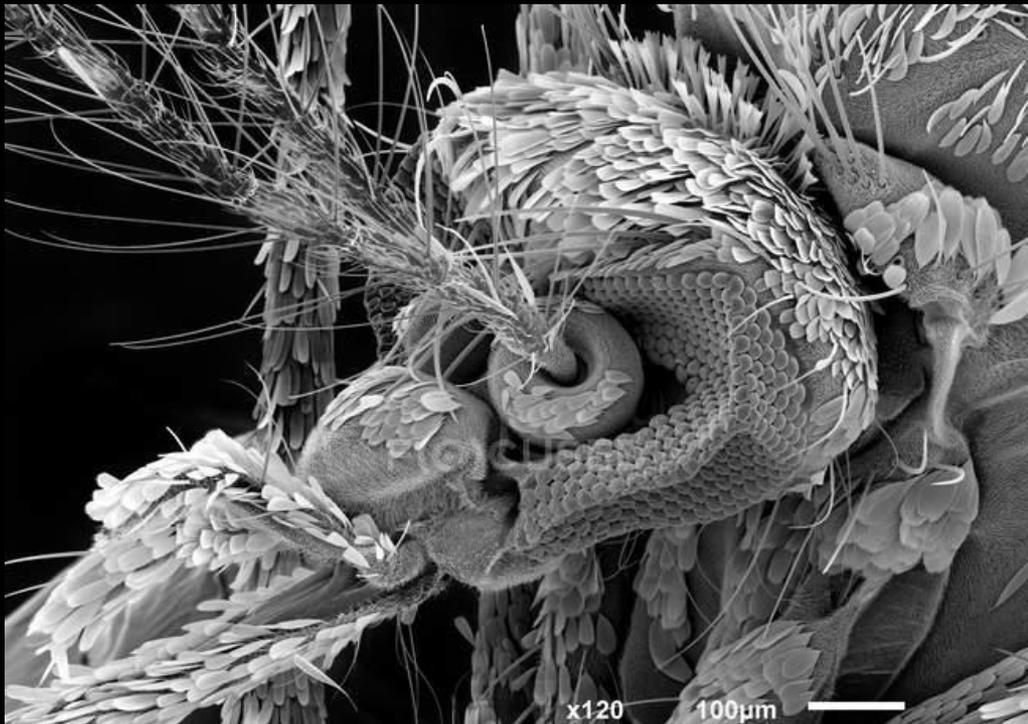


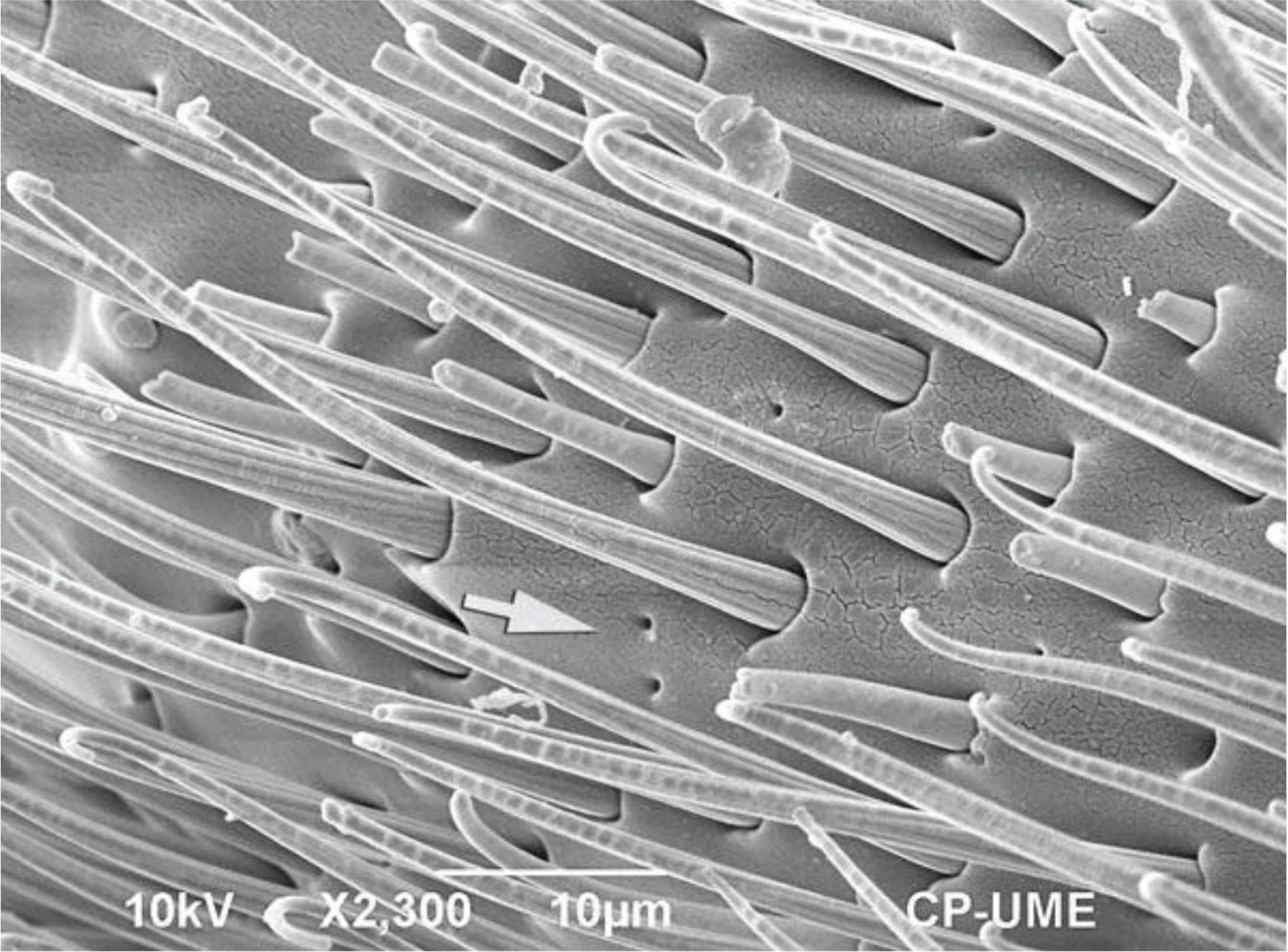
Acc V Spot Magn
25.0 kV 3.0 48x

Det WD Exp
SE 6.8 0

|-----|
jhc

500 μ m





10kV

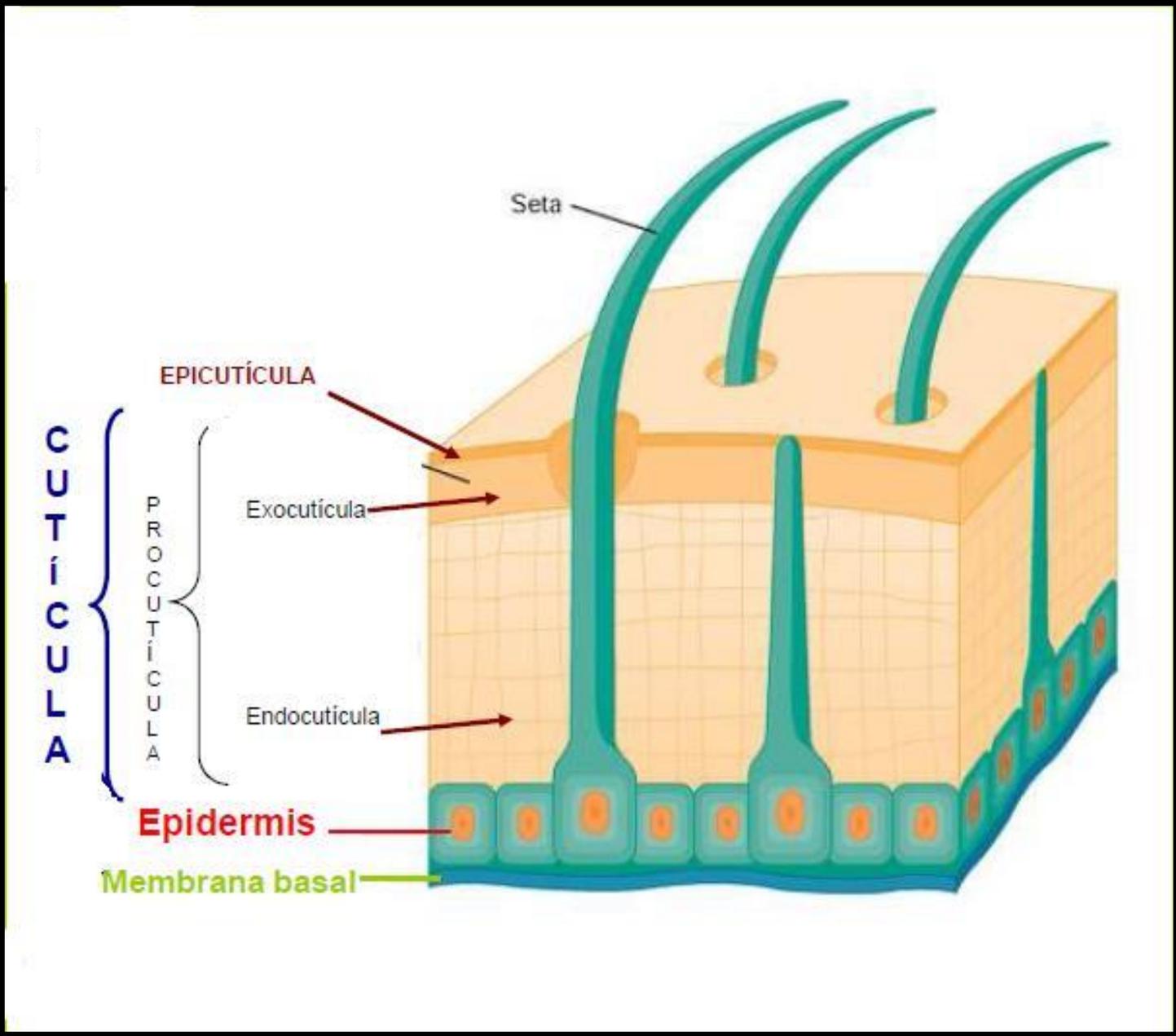
X2,300

10µm

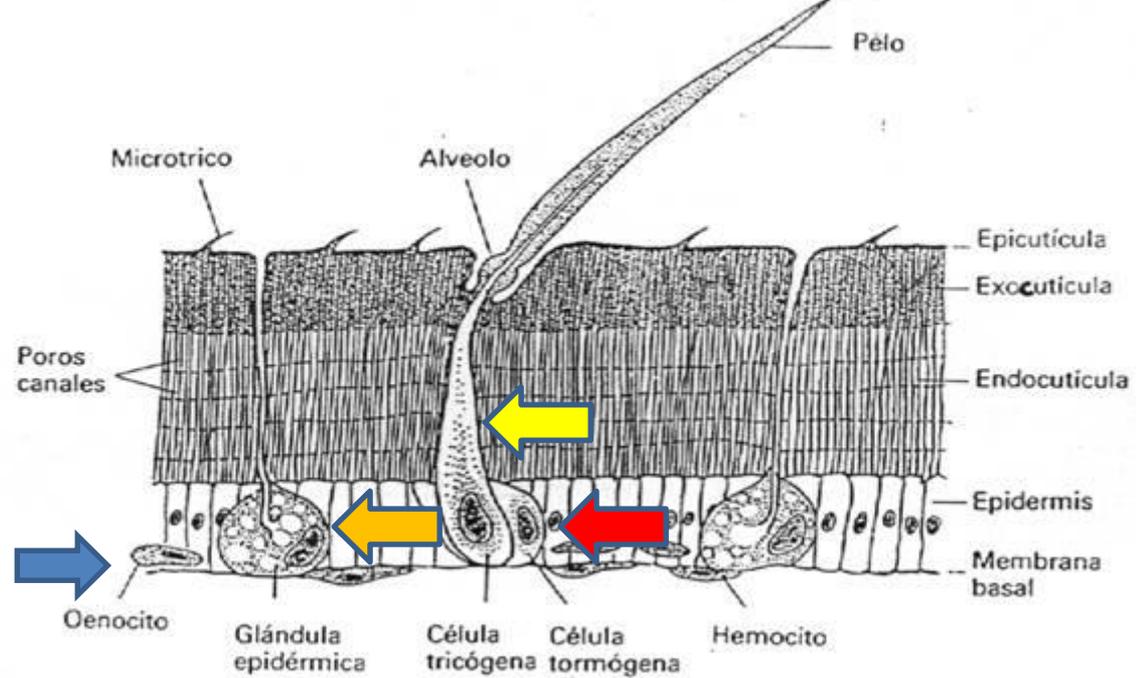
CP-UME







Epidermis: no es parte de la cuti
capa monoestratifica
capa de células sobr



Células epiteliales:

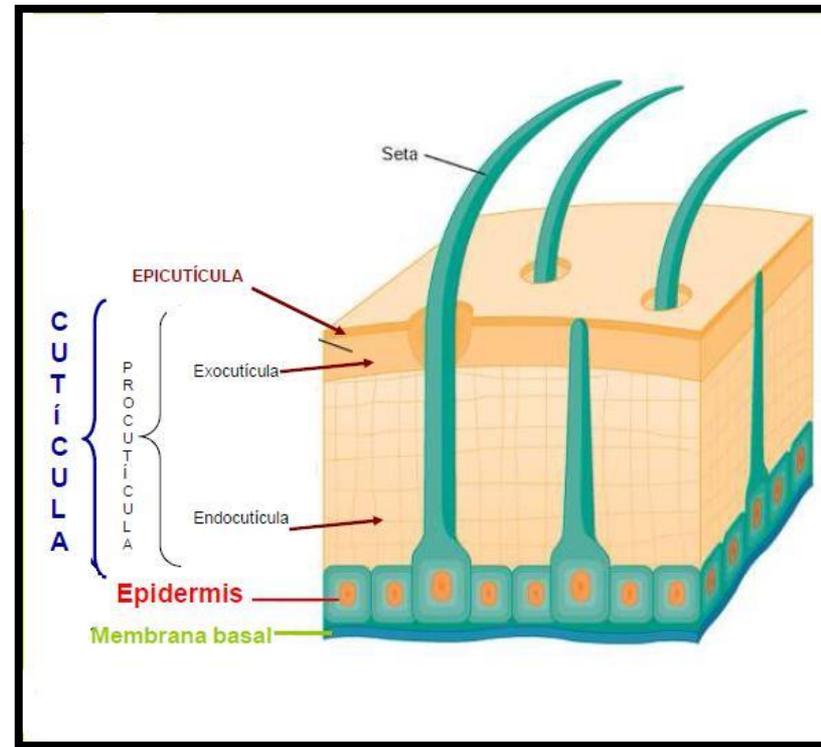
- ✓ Células tricógenas (productoras de sensilias)
- ✓ Células tormógenas: envuelven a las anteriores
- ✓ Células glandulares: secretan a través de poros
- ✓ Oenocitos: solo en insectos (relacionados a la secreción de lípidos)

Cutícula: estructura rígida, compleja:
epicutícula+procutícula

Forma el revestimiento externo del cuerpo, los
apéndices y algunas estructuras internas

apodemas

En crustáceos y diplópodos: calcificada





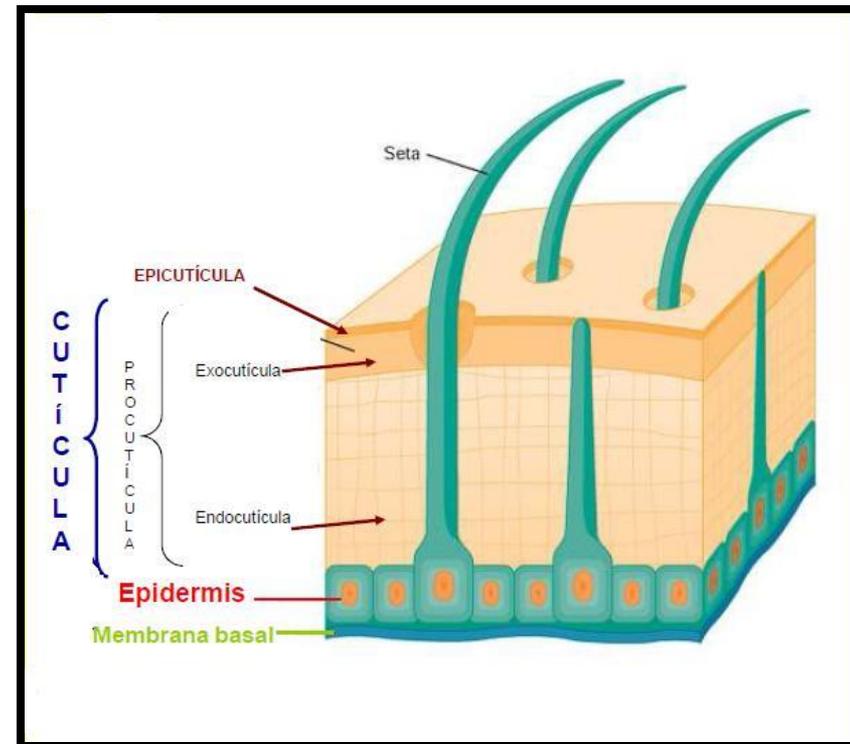
Procutícula: forma el 95% del espesor de la cutícula

Responsable de la rigidez (esclerotina, artropodina, resilina)

Formada por dos capas:

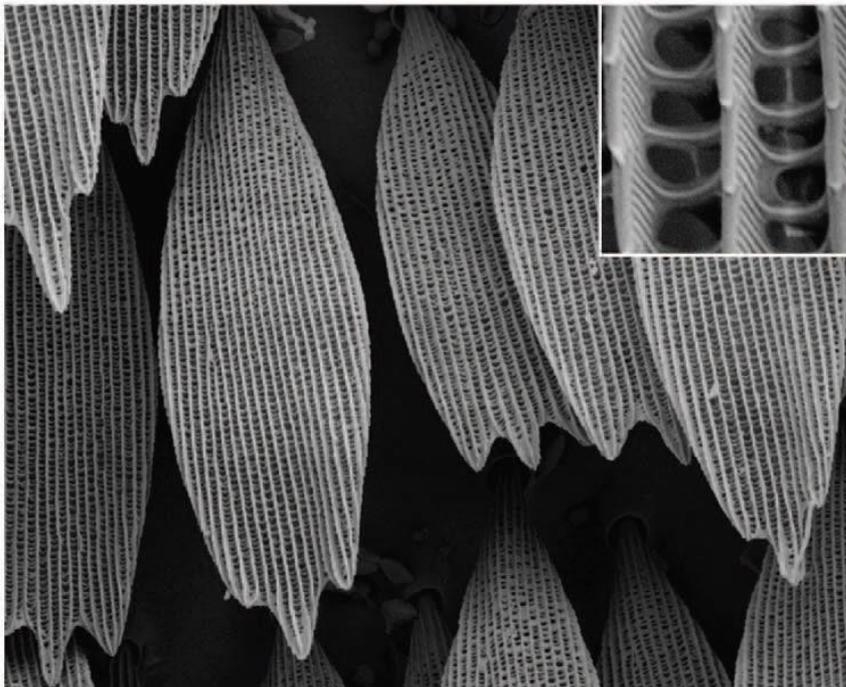
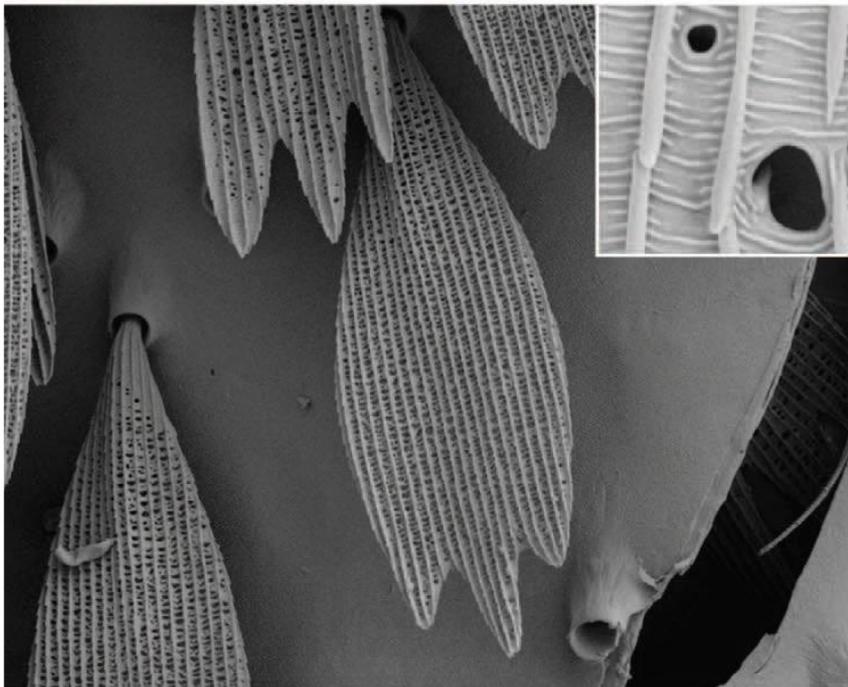
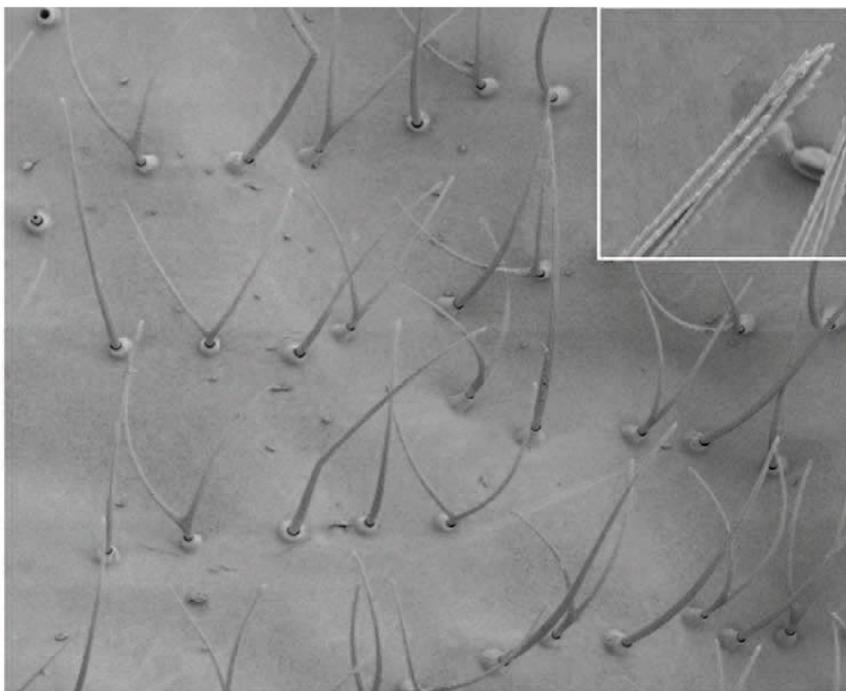
✓ **Exocutícula:** capa superior, pigmentada

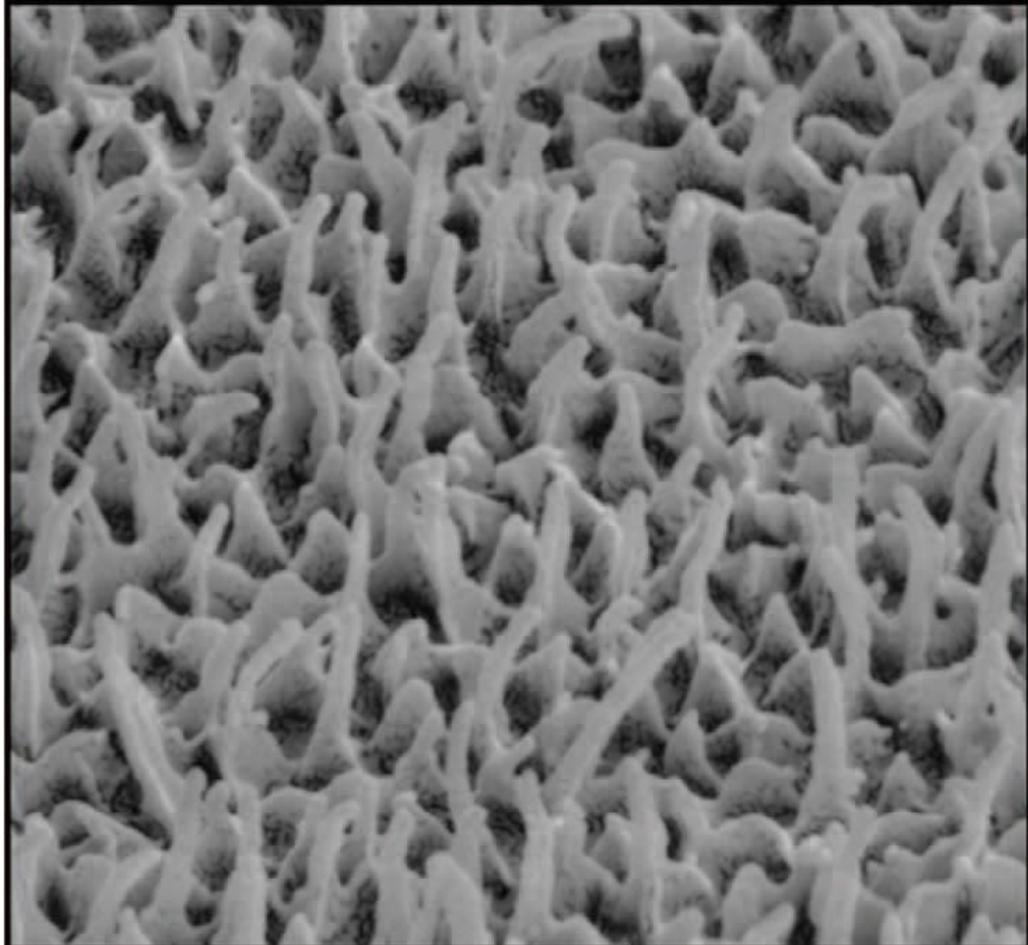
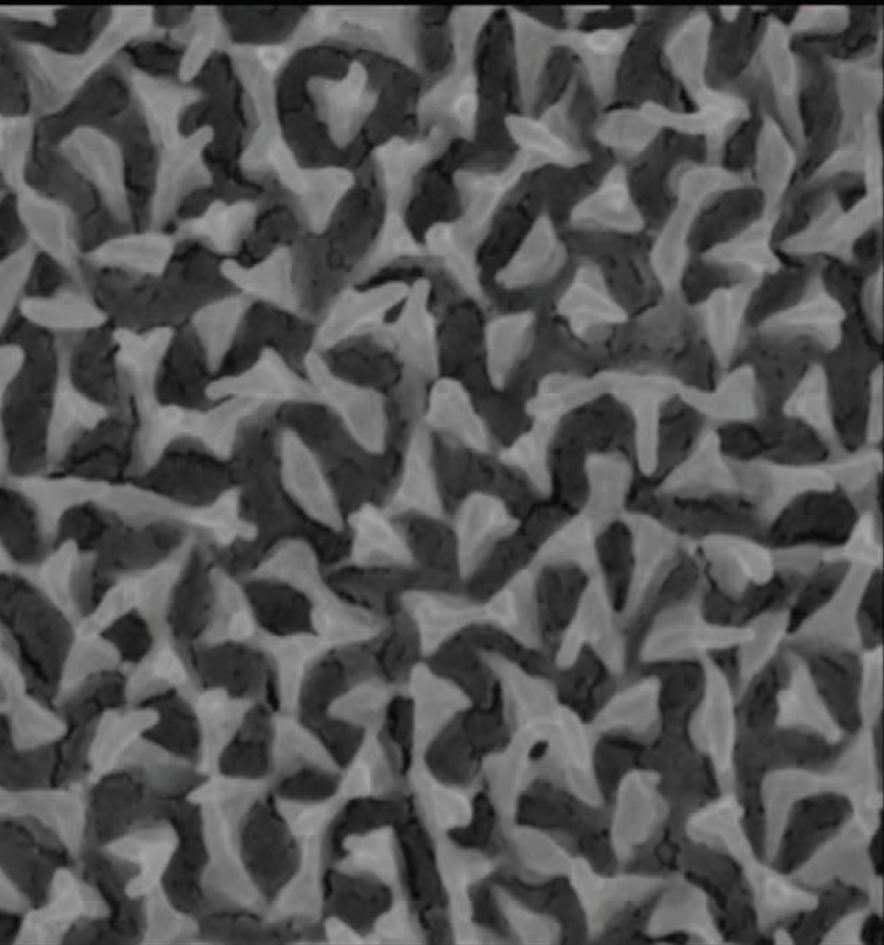
✓ **Endocutícula:** capa interna, de mayor espesor, con alta proporción de quitina y artropodina





relevant. The reflectance, however, depends on polarization when the angle of incidence is **Figure 7a,b** show how the reflectance for 500 nm depends on the angle of incidence for different heights, that is for TM (s-) polarized and TE polarized light, respectively. The nipples were treated by etching paraboloids (cf. Figure 6a), to gain insight into the angle dependence of the reflectance. The results indicate that the predictions by the Fresnel equations for a flat surface. The reflectance for TM waves decreases monotonically with nipple height at all angles of

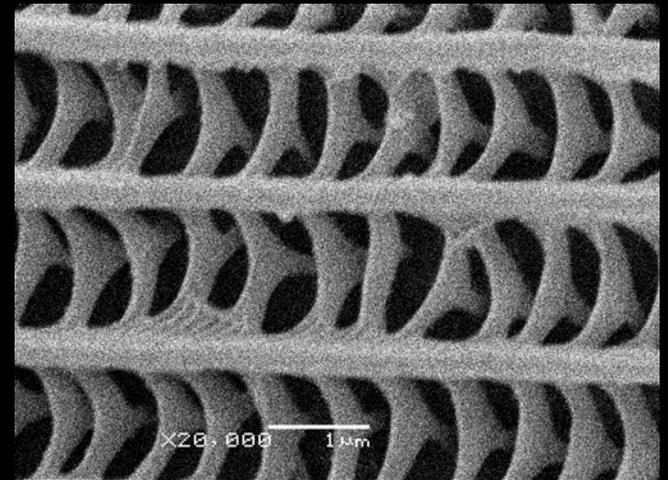
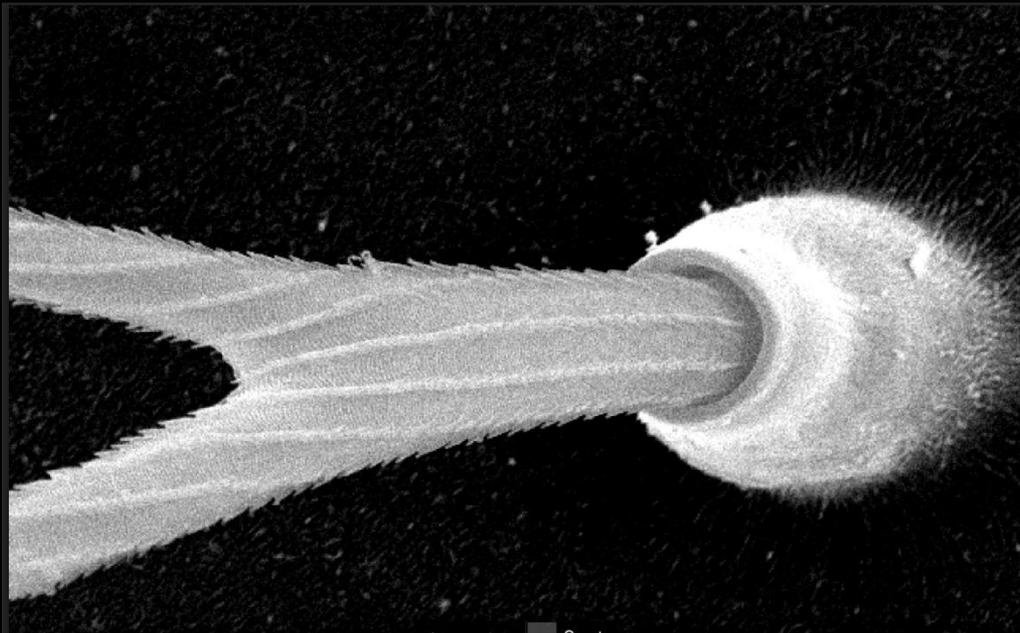
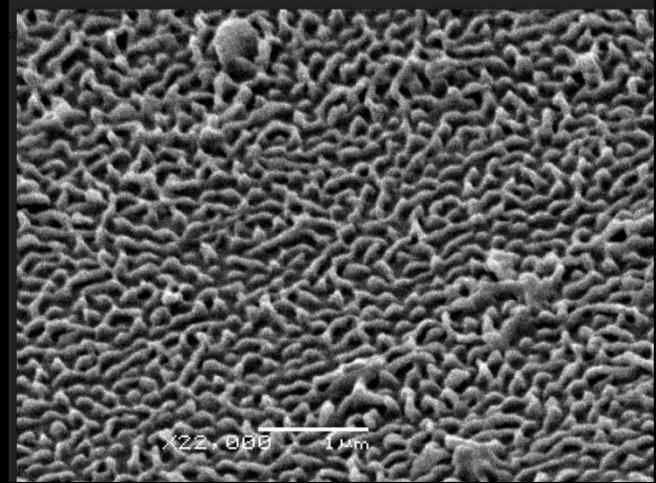
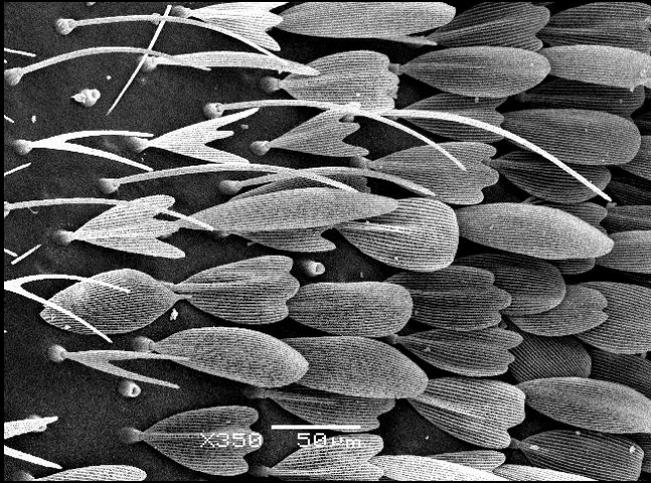






Episcada hymenaea (Pritwiz, 1865) (Lepidoptera, Nymphalidae: Ithomiinae)

© copyright SERGIO MURILO CARVALHO





La muda





Collembola
Zygentoma









En orugas el crecimiento discontinuo se restringe a la cabeza, mandíbulas y patas torácicas.





La muda y la metamorfosis están reguladas por dos hormonas:

La 20-hidroecdisona (ecdisona)

La hormona juvenil (jH)

La ecdisona inicia y coordina cada muda y regula los cambios en la expresión de los genes que ocurren durante la metamorfosis.

La hormona juvenil impide que los estados juveniles se desarrollen antes de tiempo, permitiendo las mudas necesarias para el crecimiento.



El proceso de muda se inicia en el cerebro, donde las células neurosecretoras liberan la **hormona protorácica** (PTTH) en respuesta a señales neuronales, hormonales y ambientales.

La PTTH se almacena temporalmente en los cuerpos alados o en los cuerpos cardiacos antes de ser descargada en la hemolinfa para regular los niveles de ecdisona.

Una vez que se produce la **ecdisona** se deja de liberar PTTH.



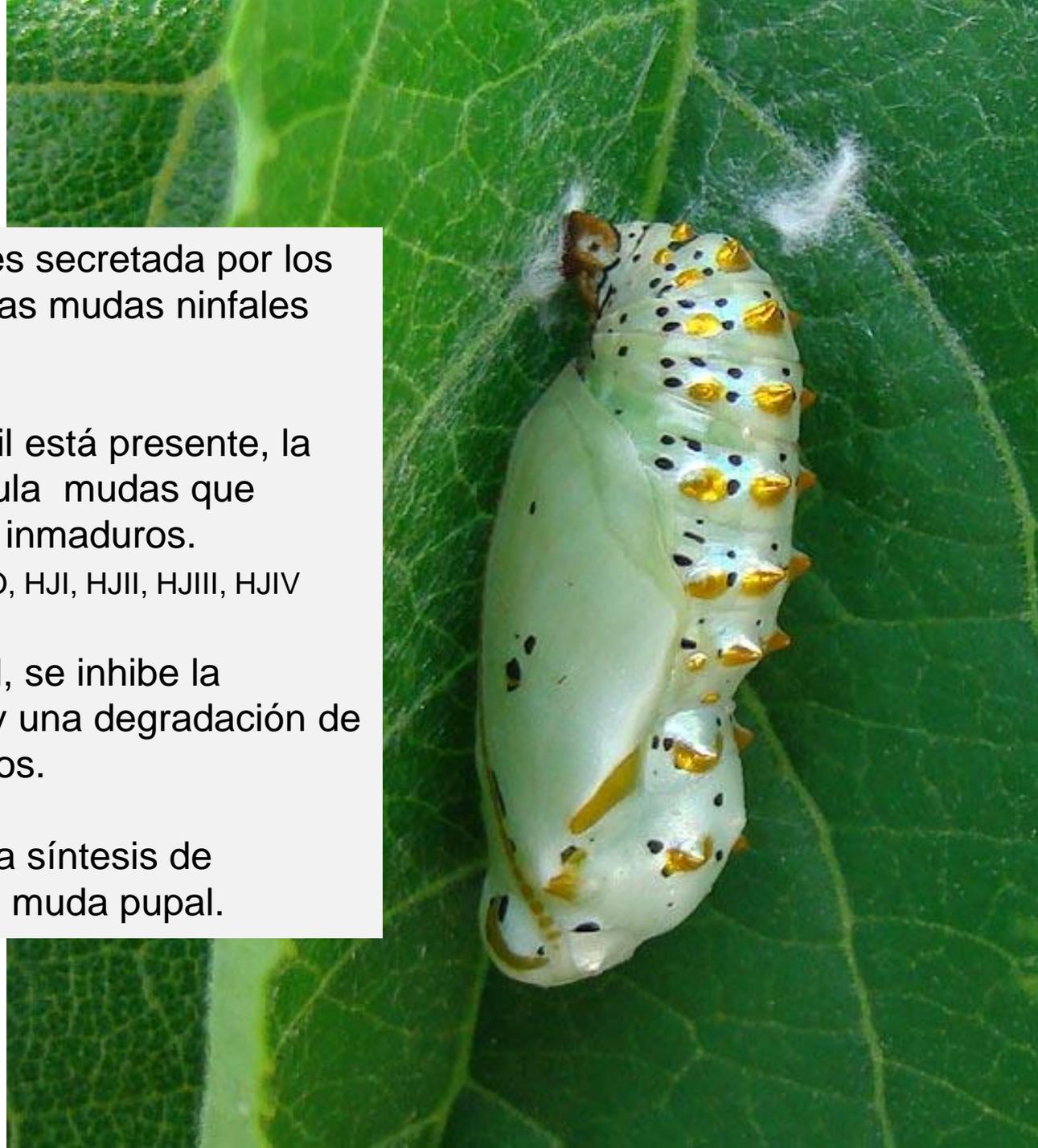
La hormona juvenil (JH) es secretada por los cuerpos alados, durante las mudas ninfales solamente.

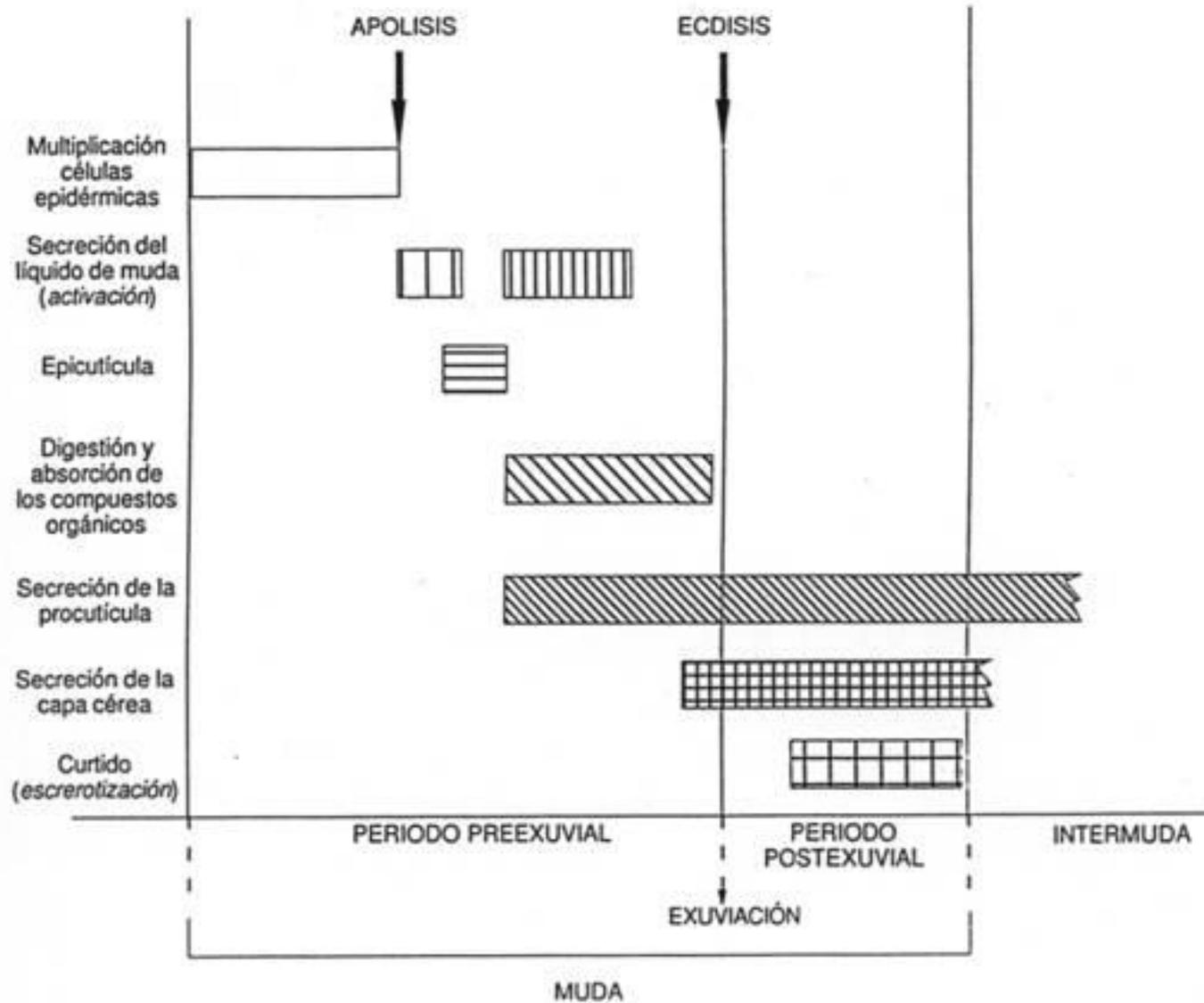
cuando la hormona juvenil está presente, la 20-hidroxiecdisona estimula mudas que generan nuevos estadios inmaduros.

Se reconocen 5 tipos: HJO, HJI, HJII, HJIII, HJIV

En el último estadio larval, se inhibe la producción de la JH y hay una degradación de esta hormona en los tejidos.

Esta respuesta estimula la síntesis de ecdisona, que induce a la muda pupal.





APOLISIS:

- división mitótica
- incremento del número de células por unidad de superficie
- incremento del volumen
- dilatación del tegumento
- separación de la cutícula vieja



Las orugas se vuelven menos activas o experimentan cambios en la coloración



La epidermis secreta los componentes de la cutícula constituyendo la primera estructura cuticular del nuevo tegumento.

Los componentes de la endocutícula digerida son reabsorbidos por la epidermis y utilizados en la formación del nuevo tegumento.

Valores aún superiores al 90% de la cutícula se digieren y reaborben.



Una delgada membrana ecdisial se sitúa por encima del nuevo tegumento y representan los restos esclerosados de la vieja procutícula.

A medida que la vieja cutícula se torna más delgada por la digestión y reabsorción de sus componentes, la procutícula nueva aparece por debajo de la epicutícula y aumenta de espesor por la incorporación de sucesivas nuevas capas de endocutícula que se van formando en contacto con la epidermis.



Roberto Colino
Roberto Colino

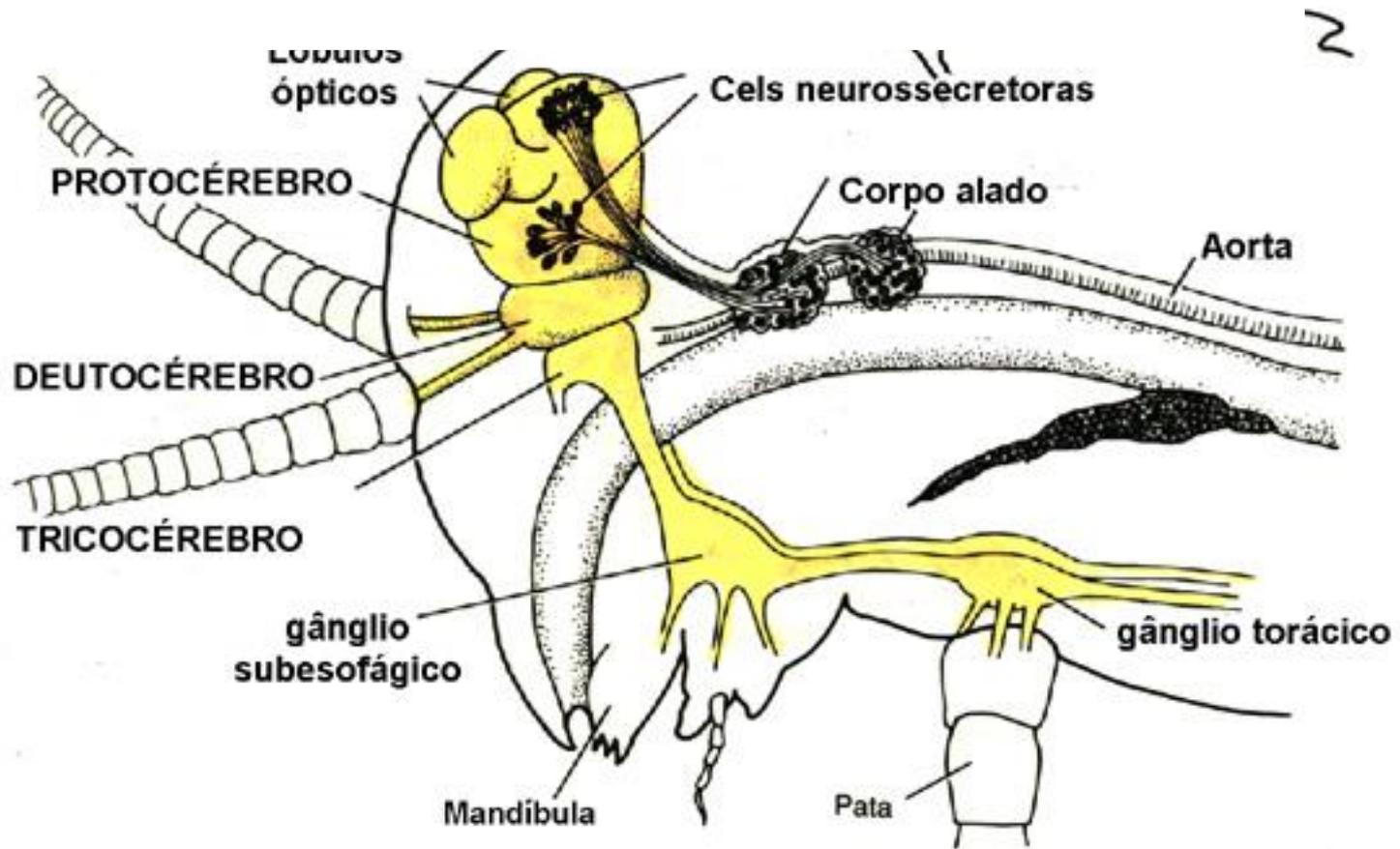
Entre la
apólis y
la ecdisis
el insecto
se
encuentra
el estado
farado



Una vez estructurada la cutícula nueva, los restos del viejo tegumento se desprende: **ecdisis**



La ecdisis tiene una duración corta

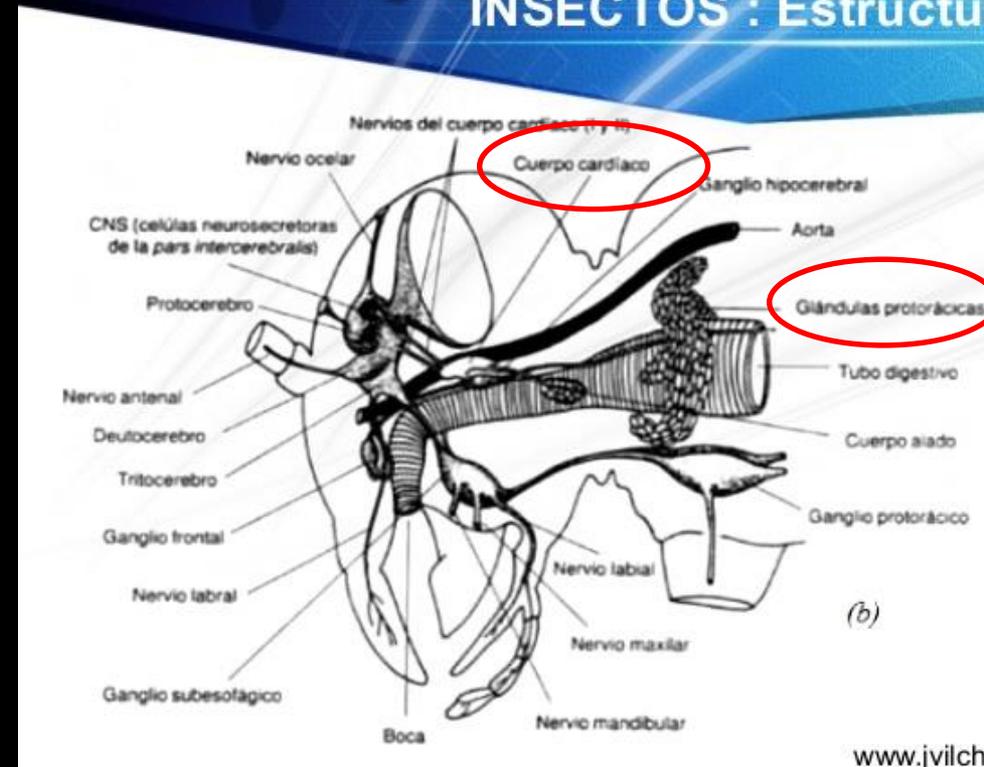


Cuerpos cardíacos:

- íntima asociación con la aorta
- órganos neurohemales
- almacenan y liberan hormonas a la hemolinfa

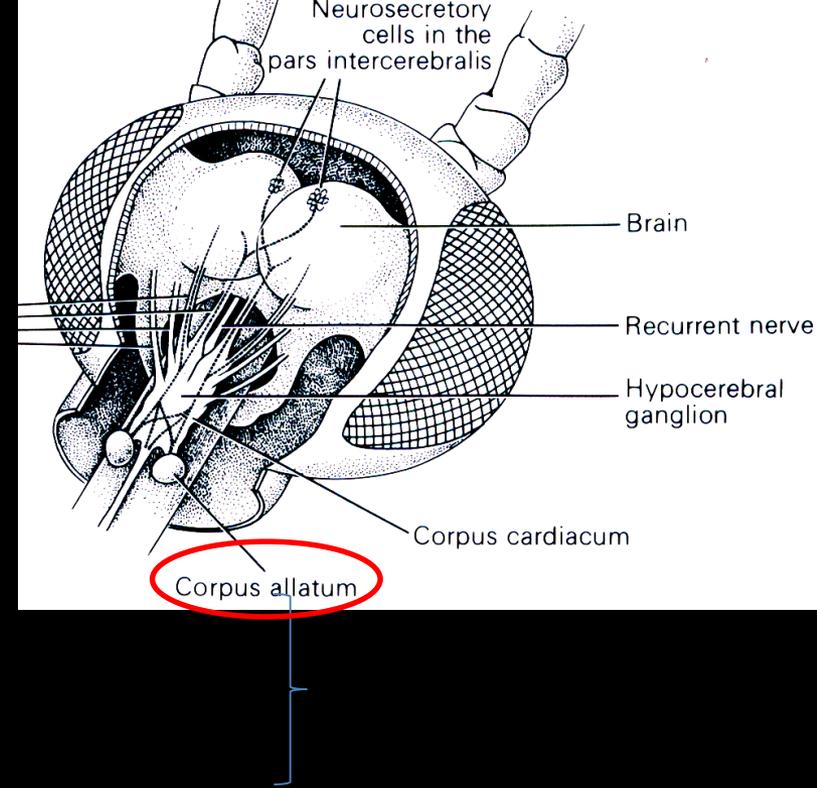
Gls. Protorácicas:

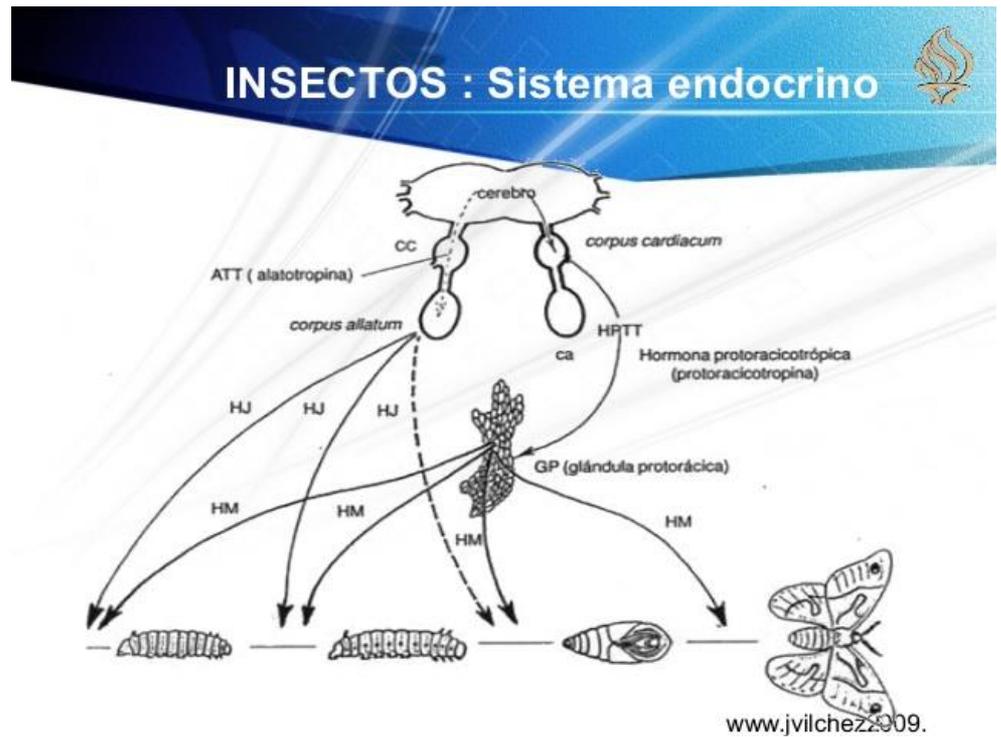
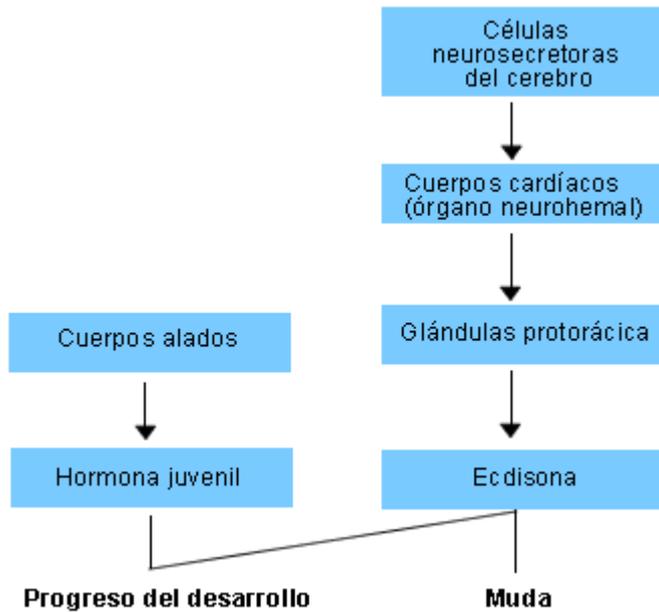
- región cefálica o torácica anterior
- sólo se conservan en aquellos que siguen mudando
- inician en la epidermis los fenómenos de la muda
- formación de nueva cutícula
- estimulan crecimiento de discos imaginales
- hormonas: α ecdisona (hidroxilación)= ecdisona



Cuerpos alados:

- glándulas endócrinas laterales
- presentes en todos los insectos
- sus secreciones inhiben la aparición de caracteres imaginales
- Hormonas juveniles o Gonadotropa
- En la última intermuda ninfal, los cuerpos alados se vuelven inactivos produciéndose la metamorfosis.

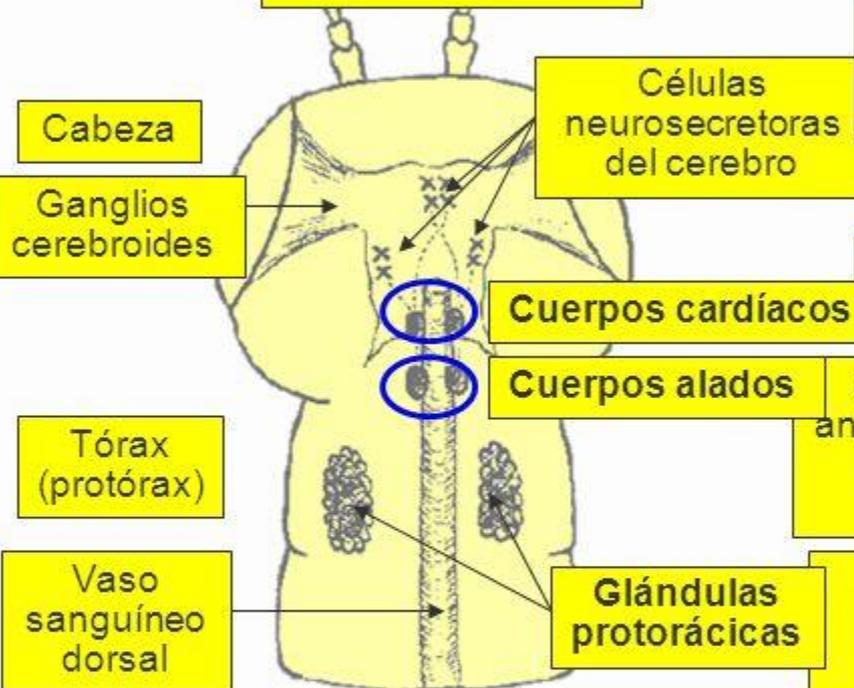




Coordinación hormonal

La regulación hormonal de la metamorfosis y la muda en insectos

Vista dorsal insecto inmaduro



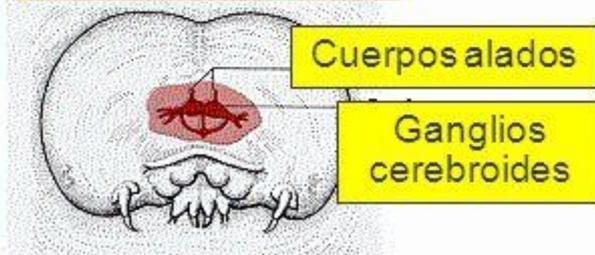
Regulan la actividad de los **cuerpos alados**, estimulando en ellos la producción de **hormona juvenil (HJ)** durante la vida larvaria, inhibiendo su producción durante el tránsito pupa a adulto y reactivando su actividad una vez formado el imago, para convertirlo en sexualmente maduro

Producen **hormona cerebral o protorácicotropa (PTTH)** (peptídica) por estímulo de las células neurosecretoras

Producen **HJ** durante toda la vida larvaria (oruga o ninfa), antes de cada muda y en concentraciones decrecientes con el tiempo. En el último estado larval se atrofian y dejan de producir **HJ**

Producen **ecdisona** (esteroide parecido a la testosterona) al ser estimuladas por la **PTTH** y cuando disminuye la secreción de **HJ** por los cuerpos alados

Vista frontal larva



La **ecdisona (hormona de la muda)** estimula la síntesis de quitina y proteínas en las células epidérmicas y las reacciones que conducen a la **muda**

Cuando un insecto alcanza el estado adulto (imago), las glándulas protorácicas se atrofian y no hay más mudas

Ciertos niveles de HJ reaparecen en la hemolinfa y perduran hasta la pupación, de este modo se previene la posible manifestación de caracteres imaginales.







La hormona de la eclosión controla el despredimiento de la exuvia y la esclerotización del tegumento de la pupa.

Aparece por un breve periodo de tiempo antes de cada muda.





Apoptosis: muerte celular predeterminada. Las células muertas son fagocitadas por células vecinas o por fagocitos.

Otras células se remodelan (algunas fibras musculares).

Formación de estructuras a partir de discos imaginales (primordios celulares).

Alas, patas, piezas bucales, ojos y antenas se originan a partir de discos imaginales situados en sitios específicos del cuerpo.



Existe una casi completa eliminación de los músculos larvarios y su sustitución por los músculos imaginales para el vuelo.

Otros músculos son reconstruidos o sufren un proceso de histólisis, desapareciendo.

Otros músculos, son eliminados después de emerger el adulto.



El tubo digestivo experimenta cambios radicales.

El intestino anterior y posterior se transforman en dos tubos estrechos en el momento que larva inicia la construcción del capullo.

Durante la transformación pupa/imago, se forma el buche en la porción posterior del intestino anterior.

La remodelación del mesenteron consiste en muerte programada de células y proliferación y diferenciación de nuevas células que forman el nuevo epitelio.

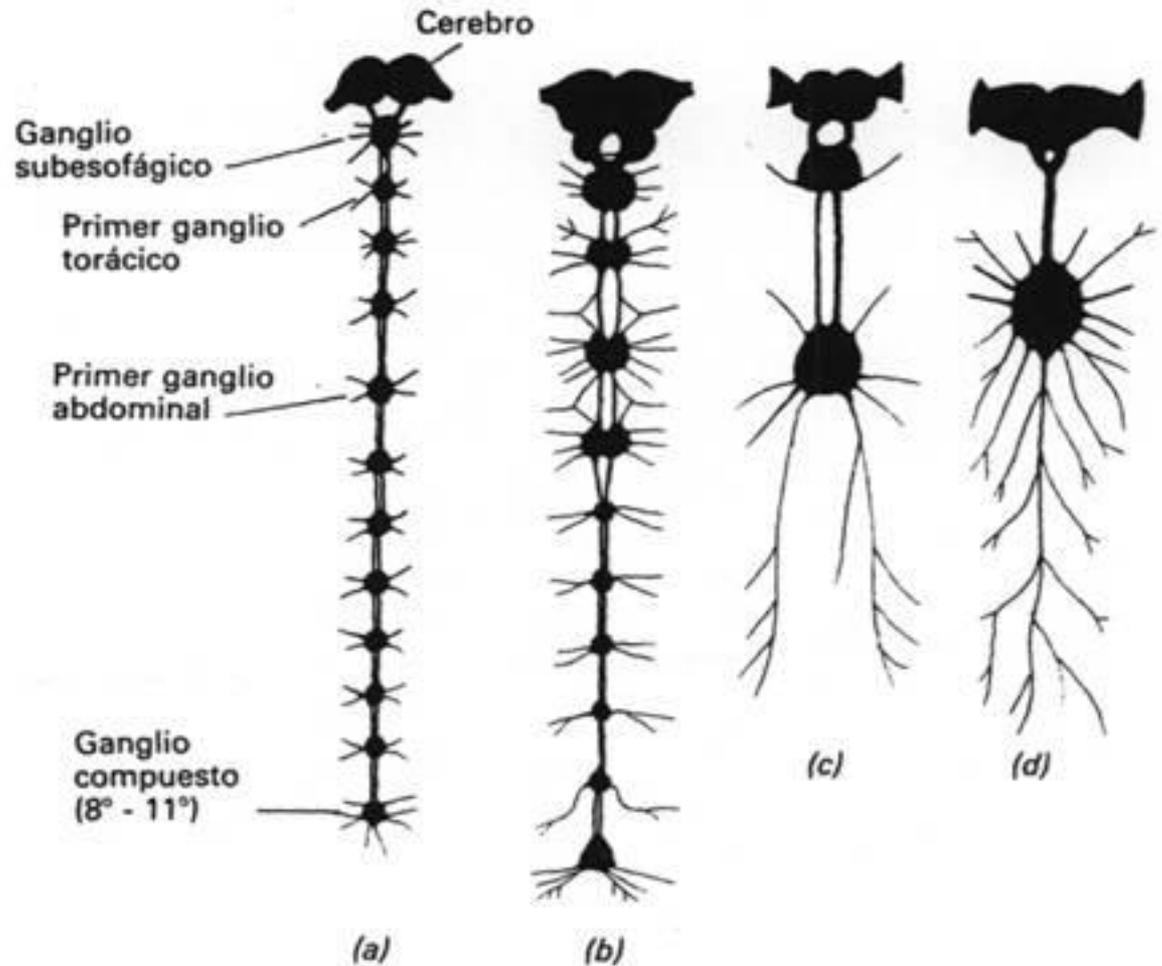




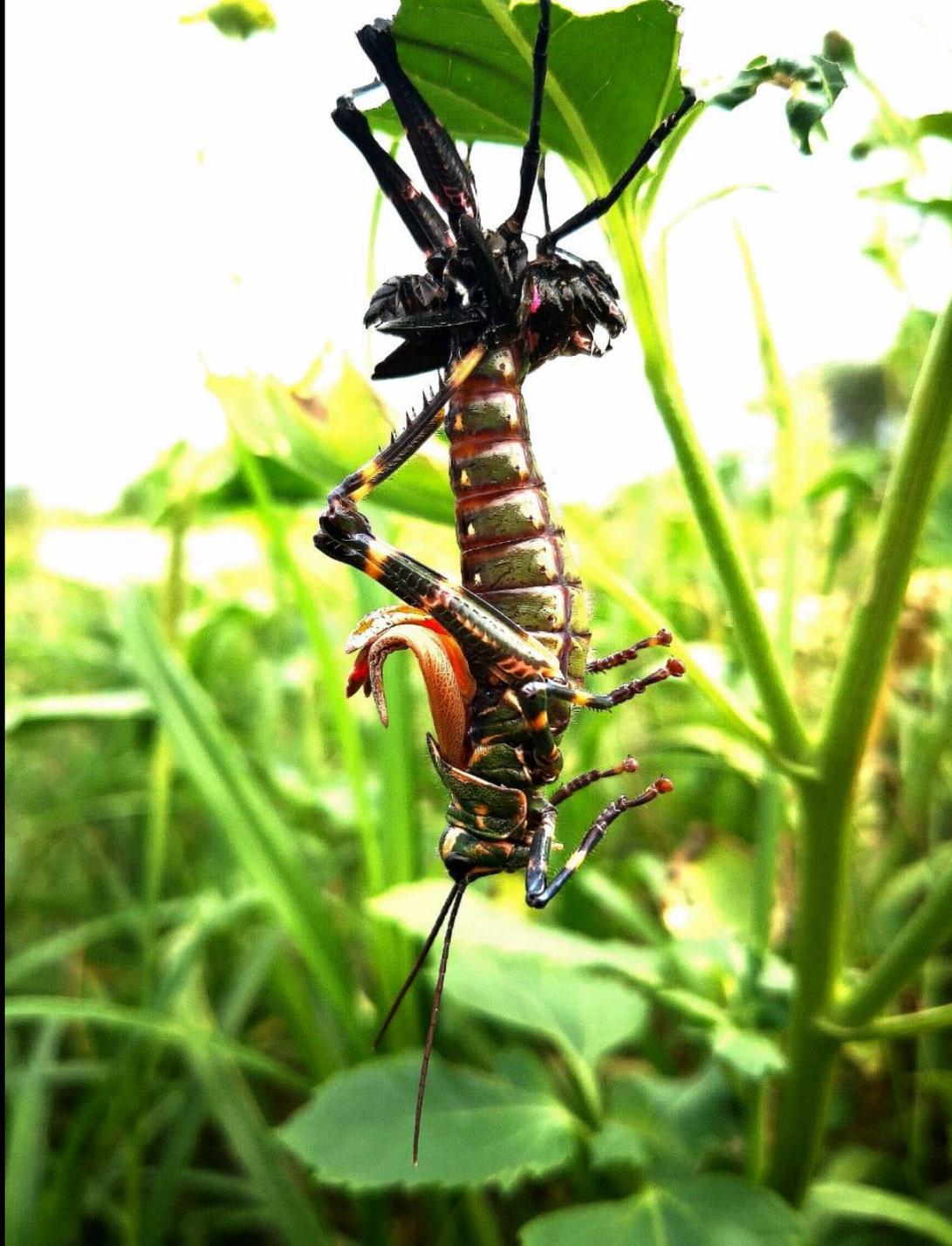
Cuando el adulto emerge, el epitelio intestinal pupal se transforma en epitelio del adulto. Los elementos útiles del epitelio viejo son reabsorbidos y el resto expulsado con el meconium. Los cuerpos grasos sufren modificaciones severas.



Durante la pupación, el deutocerebro crece, el ganglio subesofágico se fusiona con el tritocerebro y la cuerda nerviosa se reorganiza, concentrando los ganglios.









Fotografía:
Elio Daniel Rodríguez



Temperatura
Humedad relativa
Luz
Viento
Alimento disponible

 [maidokhom.com](http://www.maidokhom.com)



Modelos de desarrollo posembriionario



Desarrollo **Protomorfo**: Collembola

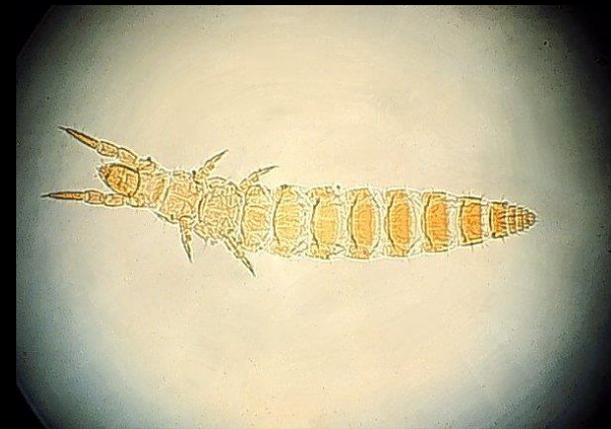
9 segmentos postcefálicos desde los estados embrionarios



Desarrollo **Anamorfo**: Proturo

El nº de segmentos abdominales se desarrollan durante el periodo juvenil.

Muda imaginal



Desarrollo **Epimorfo**:

El nº de segmentos queda fijo en los estados larvales y en el adulto.

Podemos generalizar dos formas de desarrollo postembrionario:
ametabolia y ***metabolia***.



hexápodos ametábolos

Se corresponde con el grupo de los apterigotas. Durante su desarrollo postembrionario se aprecian pocos cambios.



- desarrollo progresivo de sus órganos reproductores, realizándose en el imago la diferenciación funcional de sus células sexuales.
- aumento de su biomasa.
- ligeras variaciones en las proporciones relativas de sus partes.



hexápodos metábolos

Son los hexápodos pterigotos que sufren cambios más o menos profundos en su forma durante su desarrollo postembrionario, pudiendo presentar distintas formas en diferentes estados a lo largo de su ciclo biológico. Una vez alcanzado el estado de imago, el insecto no sufre más mudas.

A estos cambios se le llama **metamorfosis**, pudiendo distinguir dos grupos:

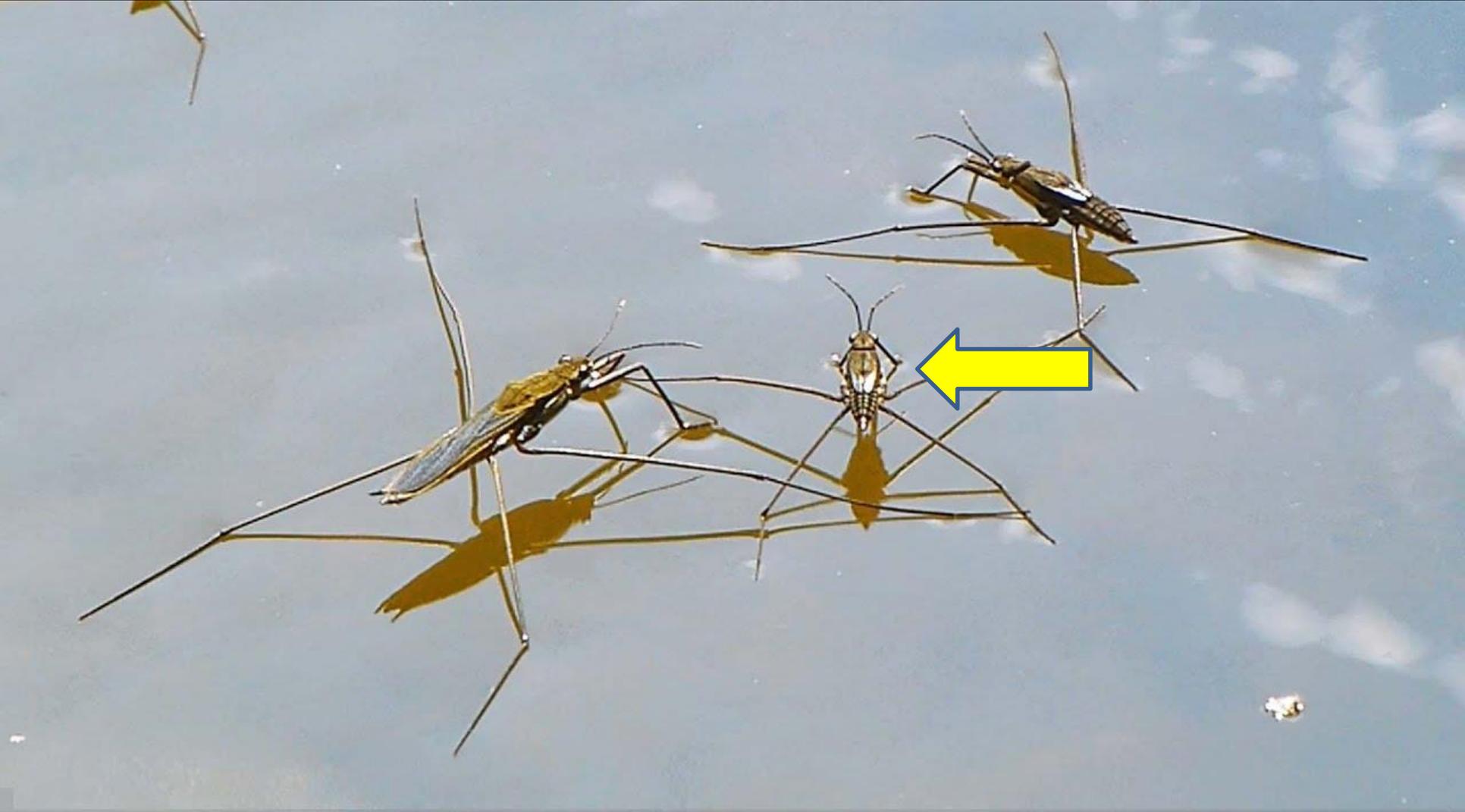
heterometábolos

holometábolos.





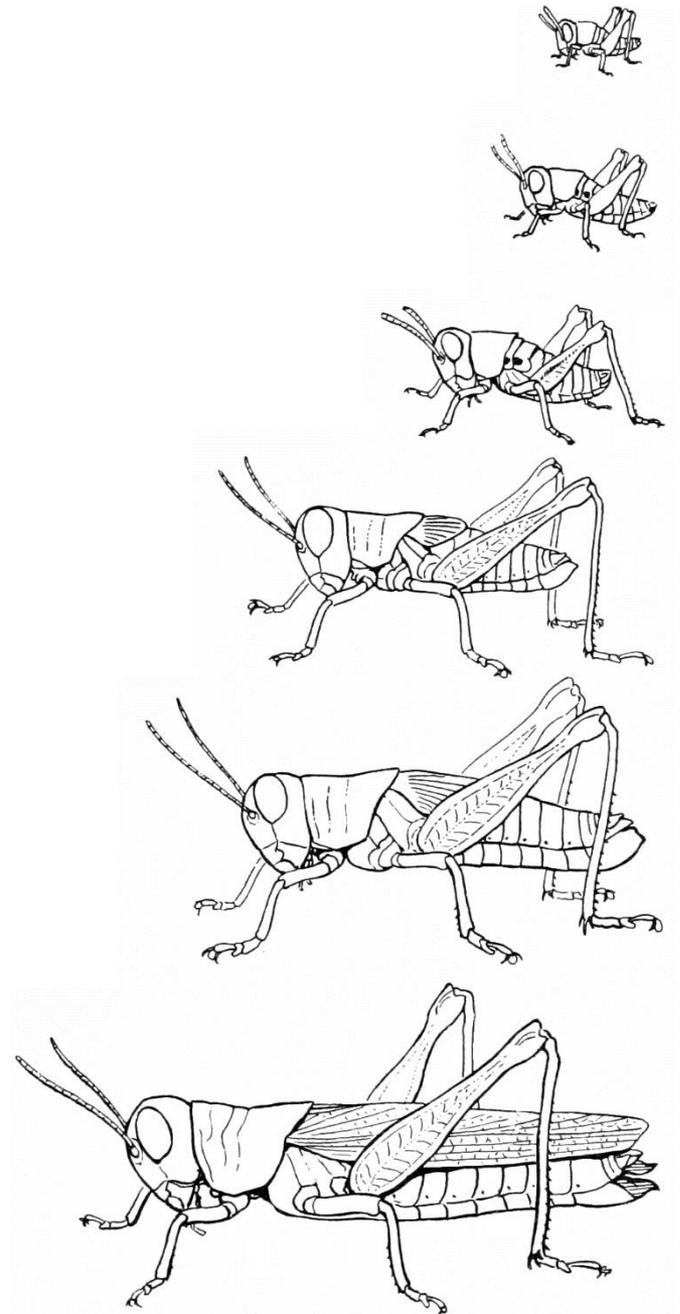




Dentro de los **Heterometábolos**, podemos distinguir:

paurometábolos

- el único cambio externo importante es la aparición de las alas (pterotecas)
- ej. ortópteros, dictiópteros, dermápteros, psocópteros y heterópteros.

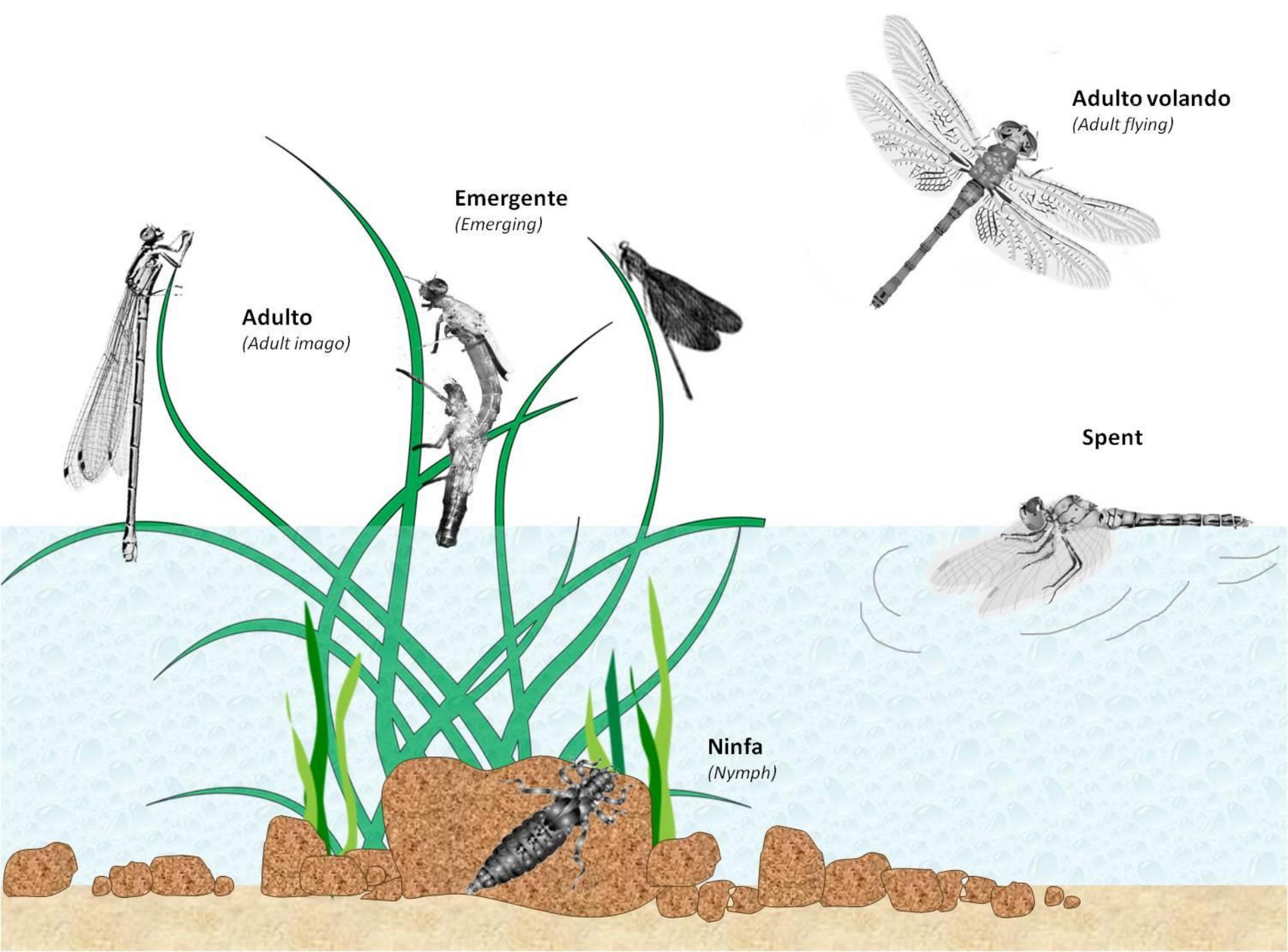












Adulto volando
(Adult flying)

Emergente
(Emerging)

Adulto
(Adult imago)

Spent

Ninfa
(Nymph)





Heterometabolía

neometábolos

- presentan estados de reposo a lo largo de su desarrollo
- pueden faltar las pterotecas durante los primeros estados.
- ej. tisanópteros,
homópteros.



HOLOMETÁBOLOS

- se distinguen tres estados : larva, pupa e imago
- ej. dípteros, coleópteros, lepidópteros, himenópteros



Hipermetamorfosis = Polimetabolía

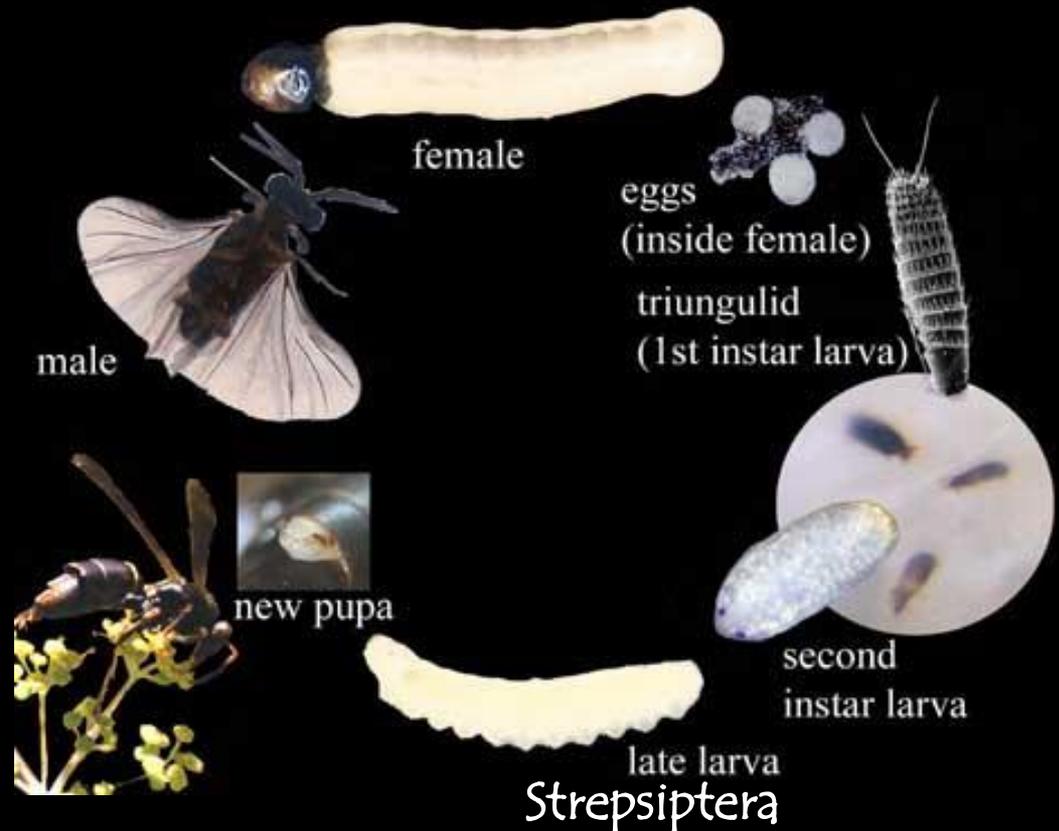
Varias formas larvales con modos de vida diferentes

larva I: triungulino

larvas: caraboidea, melolontoide

pseudopupa

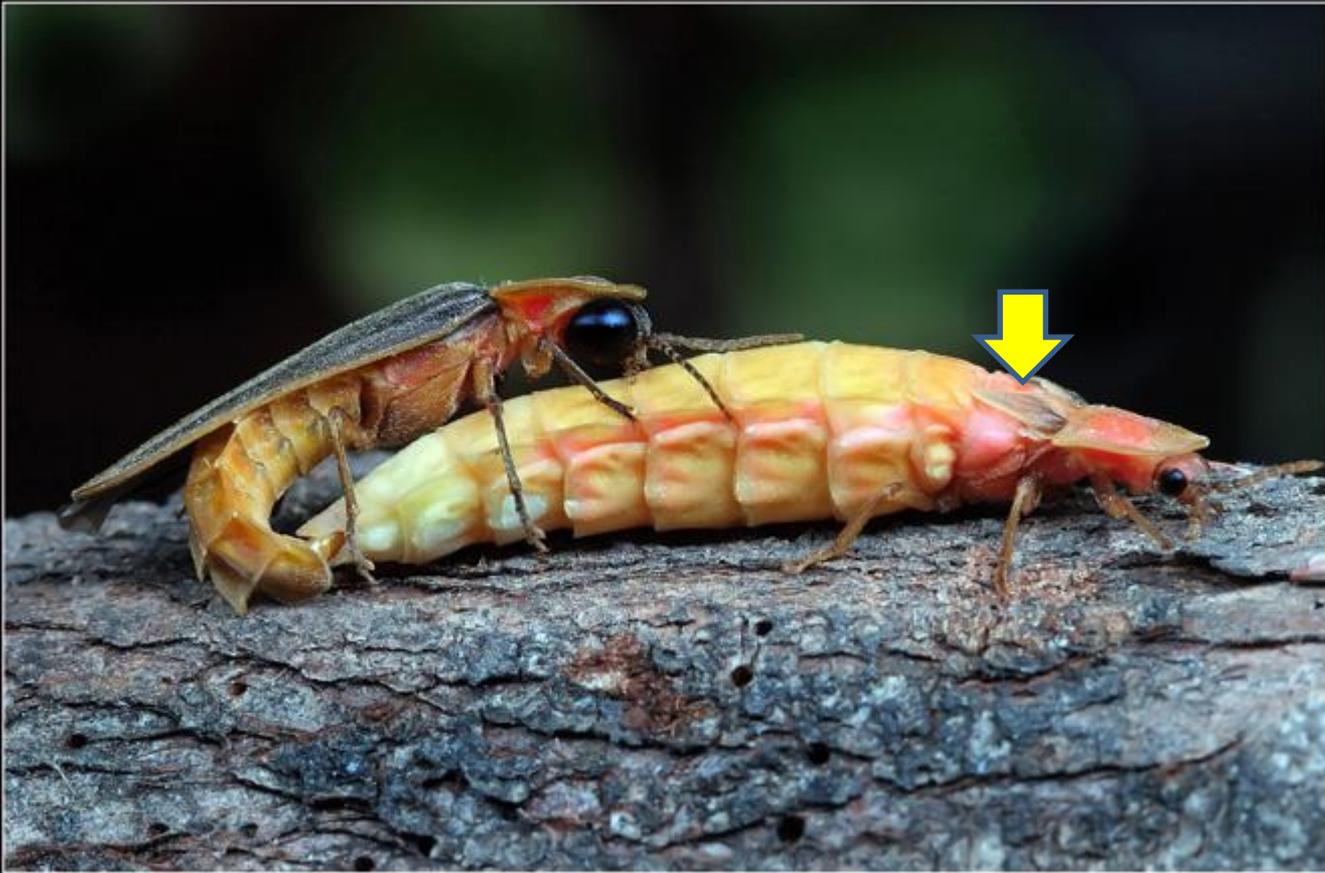
pupa (móvil)



Problema de los imagos neoténicos



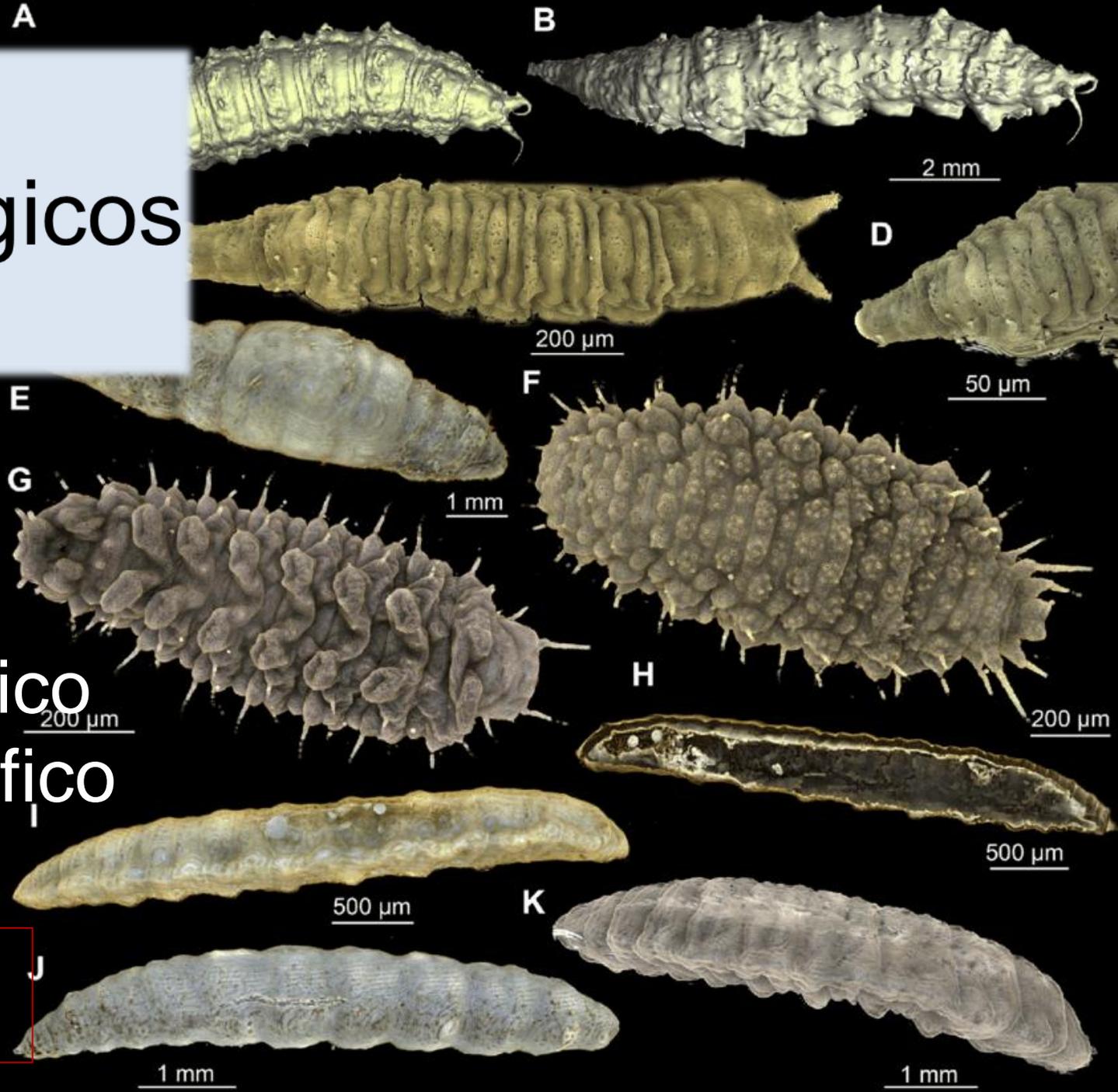




© JoaquinMZ 06

Tipos morfológicos larvales

órdenes
monomórfico
heteromórfico



**CONTINÚA EN
PARTE 2...**