

INTRODUCCIÓN

La Zoología Agrícola abarca el estudio de los organismos animales tanto **benéficos como perjudiciales para la agricultura**, nos da herramientas necesarias para realizar un diagnóstico correcto. Estos organismos pueden ser insectos, ácaros, nemátodos, moluscos, crustáceos, entre otros (Fig.1).

La Catedra de Zoología Agrícola sustenta el manejo de las plagas, teniendo como pilar al **Manejo Integrado de Plagas (MIP)**, el cual considera numerosas variables como, la correcta identificación de los organismos, el estudio de su biología y comportamiento, el análisis y evaluación de sus dinámicas poblacionales, que nos servirán de base para la elección de una estrategia de manejo, que nos permitan mantener sus densidades poblacionales a niveles que no causen un daño económico, con el menor impacto sobre los controladores naturales y del medio ambiente.

De los organismos citados **los insectos ocupan un lugar de mayor importancia**, tanto por el número de especies involucradas como por la abundancia que alcanzan sus poblaciones, por lo cual la mayor parte de la materia abarca el estudio de estos organismos.

Se comenzará con el desarrollo de tres temas de conocimientos básicos: morfología externa, regímenes alimentarios y metamorfosis, que darán las herramientas para caracterizar a los diferentes órdenes de insectos.

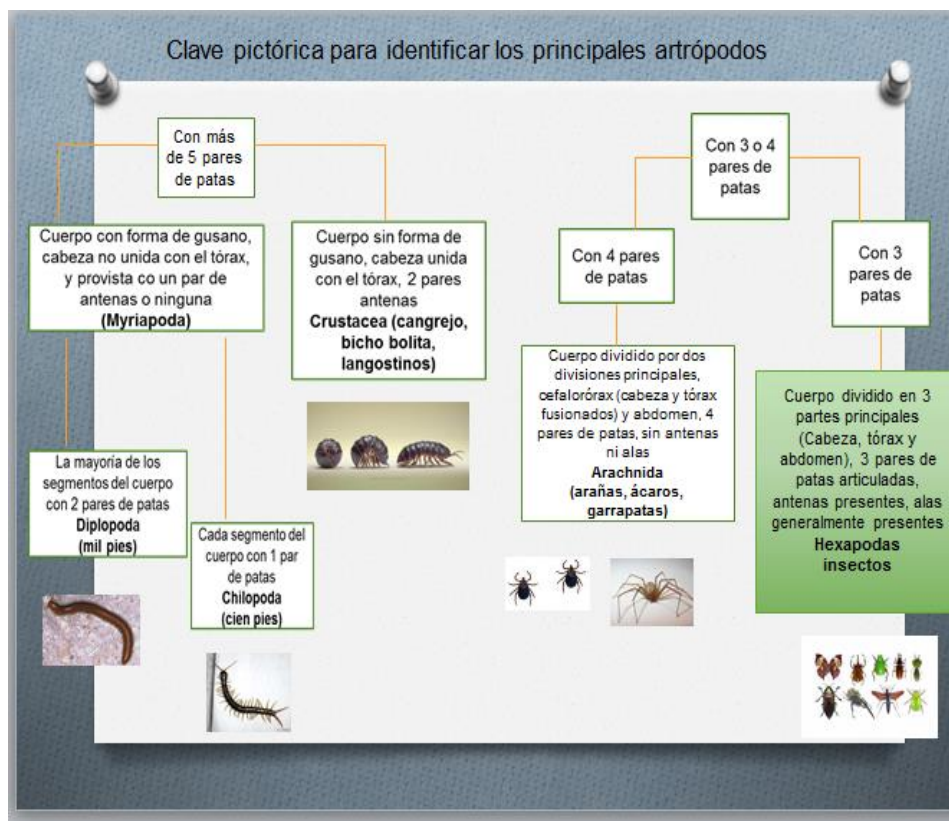


Fig. 1 Clave para identificar principales artrópodos. Tomado de Frana (2009).

MORFOLOGÍA EXTERNA

El estudio de la morfología de los insectos es de fundamental importancia en el ámbito de Entomología Agrícola y particularmente en el manejo de plagas para una correcta identificación de los insectos. Es necesario reconocer las principales estructuras y sus funciones. Esto nos permite agrupar a los insectos en grandes grupos (órdenes, familias, géneros y especies). Así mismo, la morfología externa de los insectos puede brindarnos información importante sobre su ecología, comportamiento, biología, evolución, etc.

El cuerpo del insecto

Los insectos son invertebrados con una simetría bilateral. El cuerpo de los insectos está formado por 20 o 21 segmentos primitivos, agrupados en tres regiones bien definidas o **tagmas**: **cabeza – tórax – abdomen**.

La segmentación del cuerpo en anillos dispuestos uno a continuación del otro es uno de los caracteres más notables de los insectos. Cada anillo o segmento típico está dividido en cuatro regiones principales (Fig. 2):

- **Una dorsal (noto)**
- **Ventral (esterno)**
- **Dos laterales (pleuras)**

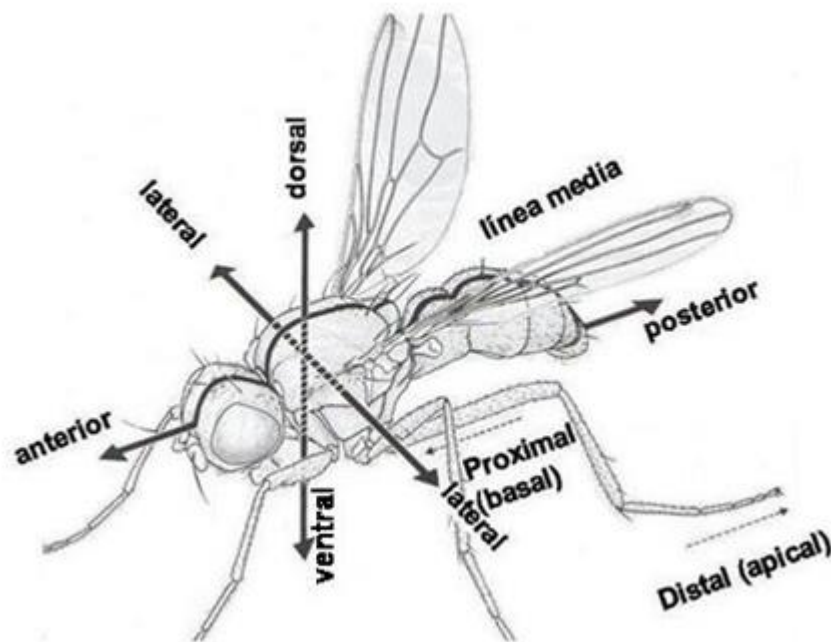


Fig. 2. Principales ejes del cuerpo y relaciones entre las partes de los apéndices y el cuerpo. Tomado de Gullan and Craston (2005).

Para apéndices como patas o alas, **proximal o basal** hace referencia a las partes cercanas al cuerpo. Mientras que **distal o apical** significa distante del cuerpo. En la superficie corporal pueden reconocerse cuatro regiones: una **dorsal o tergo**, una **ventral o esterno** y dos **laterales o pleuras** que separan la superficie dorsal de la ventral. La esclerotización que tiene lugar en áreas

definidas da lugar a placas llamadas **escleritos**. Según sea la superficie donde un esclerito de encuentre, tergo, esterno o pleura, su denominación será tergito, esternito o pleurito, respectivamente.

En ninfas y adultos una de las características externas más sobresalientes es la unión de segmentos en unidades funcionales. Este proceso, conocido como tagmosis, da lugar a tres grandes regiones o tagmas bien diferenciados: **cabeza, tórax y abdomen**. El número original de segmentos presentes en el cuerpo de un insecto es de 20, correspondiendo 6 a la cabeza, 3 al tórax y 11 al abdomen aunque hay un grado variable de fusión de estos segmentos por lo que raramente pueden visualizarse en su totalidad.

Estas estructuras de los insectos (escleritos) se forman a partir de la pared del cuerpo llamada **cutícula** a cual suministra un sistema de soporte conocido como **exoesqueleto**. Este exoesqueleto provee una base rígida para el cuerpo aunque flexible, no se estira, excepto en determinados momentos durante el desarrollo (razón por la cual deben cambiarlo, lo que hacen mediante la llamada **muda**). Además de su función de soporte sirve como cubierta la protección de órganos internos, tales como tubos traqueales, conductos glandulares y el estomodeo y proctodeo del sistema digestivo. La cutícula puede variar desde muy rígida, como una armadura, en la mayoría de los coleópteros, a delgada y flexible, como en la mayoría de las larvas. Otra función de la cutícula es prevenir la **deshidratación** lo que es vital para los insectos terrestres, particularmente por su tamaño reducido. También actúa como una **cubierta protectora** contra choques o acciones químicas, impidiendo la entrada de agua y microorganismos al interior del cuerpo.

La cutícula es una capa no celular secretada por una capa celular, la epidermis. Juntas, la **cutícula** con la **epidermis** forman el **tegumento** que recubre todo el cuerpo del insecto (Fig. 3). El límite interno de este tegumento es una fina membrana denominada **membrana basal**. La epidermis segrega la mayor parte de la cutícula y su función es disolver y absorber casi la totalidad de la cutícula vieja cuando el insecto muda y también reparar heridas. Cuando la cutícula se diferencia, determina la forma y aspecto de la superficie del cuerpo del insecto. Está compuesta por tres capas: la **epicutícula**, la más externa y muy delgada, la **exocutícula**, una media más gruesa y la **endocutícula**, una interna y mucho más gruesa aún.

La **epicutícula** está compuesta por varias capas: la **cuticulina**, que es una capa interna lipoproteica, es importante en el proceso de desarrollo, ya que es permeable a químicos y nutrientes necesarios para el crecimiento e impermeable a las enzimas que degradan la vieja cutícula durante la muda. Una capa media compuesta de lípidos, generalmente cera y una capa externa, compuesta por **cemento**, material semejante a laca, que contribuye a evitar la pérdida de agua.

La **exocutícula** le da a la cutícula su característica **resistencia** y **elasticidad**. Está formada principalmente por quitina, polisacárido nitrogenado unido a una matriz proteica. Sin embargo la dureza no la da la quitina sino una modificación de la matriz proteica la que es impregnada por compuestos fenólicos (quinonas), lo que da como resultado un material duro, pardo, llamado **esclerotina**. Este proceso de endurecimiento y oscurecimiento, conocido como **esclerotización**, da lugar a la formación de los escleritos. Algunas quinonas, derivadas de la sangre, son incorporadas directamente en la cutícula; algunas polimerizadas para formar pigmentos negros o marrones oscuros conocidos como **melanina**.

La **endocutícula** también contiene quitina y proteínas, pero no está endurecida y se conserva blanda y flexible. Entre esas placas el tegumento es membranoso o blando (membrana intersegmental) lo que permite el movimiento y expansión del cuerpo durante la alimentación y desarrollo de los huevos. Otros tipos de conexiones membranosas están presentes en el cuerpo y apéndices de los insectos (uniones de apéndices, segmentos anillados telescópicos). La exocutícula falta o está reducida en las zonas más flexibles del tegumento y en las formas juveniles del desarrollo (ninfas y larvas).

En la **epidermis** encontramos glándulas epidérmicas. Consisten en una o más células modificadas especialmente para la secreción de diversas materias, como laca y cera y también para la producción de las llamadas **feromonas**, muy importante biológicamente y de gran influencia en el comportamiento y/o en el desarrollo de miembros de la misma especie. Estas glándulas se comunican con el exterior a través de un conducto o canal glandular que se abre en la superficie cuticular a través de un **poro**.

Externamente, el tegumento puede presentar los que se denominan procesos tegumentales: espinas, aguijones, espolones, cuernos, escamas, setas o pelos. Internamente presenta invaginaciones muy endurecidas, formando proyecciones rígidas a las que se unen las terminaciones musculares y a veces los soportes de ciertos órganos. Estas proyecciones internas que funcionan como un endoesqueleto se denominan **apodemas o apófisis**.

Los diversos colores de los insectos son producidos por la interacción de la luz con la cutícula y/o células o fluidos subyacentes a través de dos mecanismos diferentes. Los colores físicos (estructurales) resultan de la dispersión, interferencia y difracción de la luz, mientras que los colores pigmentarios son debido a la absorción de la luz visible por una serie de químicos. Generalmente ambos procesos ocurren simultáneamente.

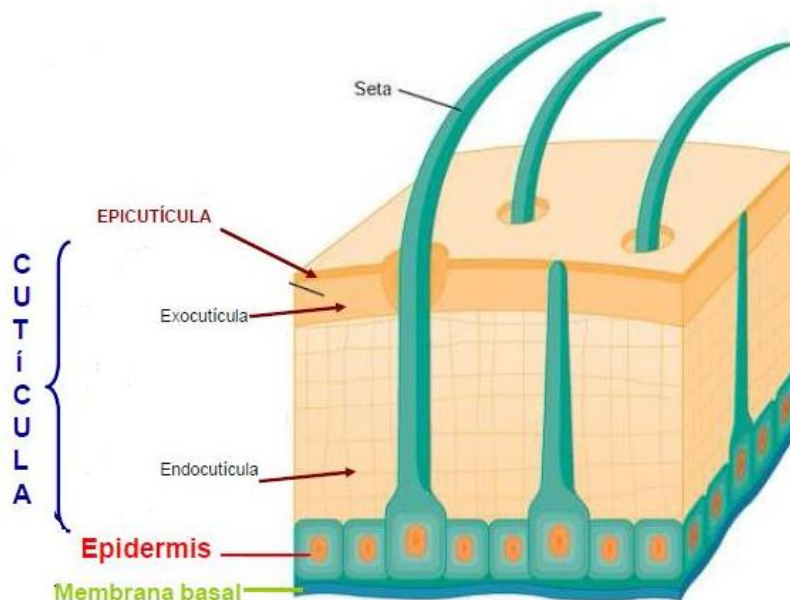


Fig. 3. Estructura general del tegumento de los insectos.

Regiones del cuerpo

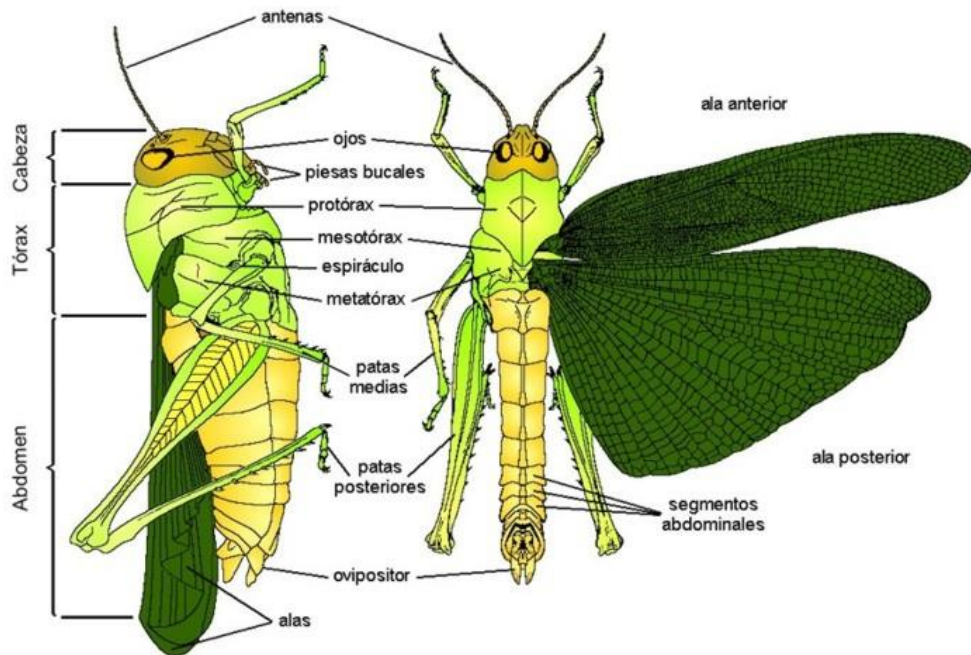


Fig. 4. Rasgos generales del cuerpo de un insecto mostrando la tagmosis y las principales características morfológicas.

Cabeza

La cabeza de los insectos es una estructura especializada para la **recolección de alimento y para percibir información sobre el ambiente**. Es el estuche protector del cerebro, la parte más importante del sistema nervioso. Está compuesta por el cráneo, que porta las piezas bucales, antenas y ojos.

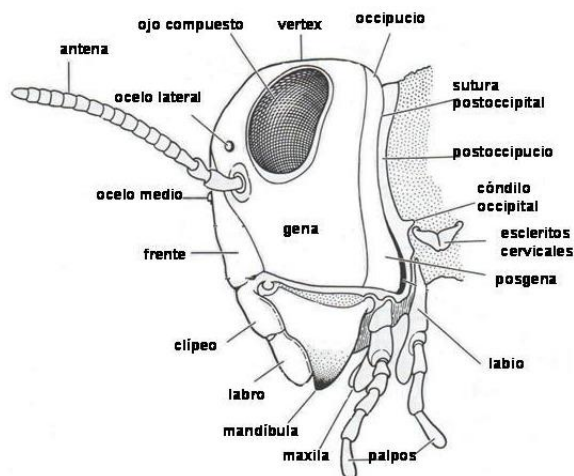


Fig. 5. Vista lateral de la cabeza de un insecto. Tomado de Gullan and Cranston (2005)

La capsula cefálica es una caja dura y compacta con abertura a la boca y unión al tórax. Se une al tórax por medio de un cuello corto o cérvix. De acuerdo a la posición que ocupan las piezas bucales con respecto al eje del cuerpo, se pueden distinguir tres tipos de cabezas (Fig.5):

•**Hipognato (a)**: con las piezas bucales dirigidas hacia abajo formando un ángulo recto con el eje del cuerpo. Ej: tucuras – langostas.

•**Prognata (b)**: las piezas bucales se encuentran apuntando hacia delante formando un ángulo obtuso con el eje del cuerpo. Ej: la juanita.

•**Opistognato (c)**: las piezas bucales están dirigidas hacia atrás, formando un ángulo agudo con respecto al eje del cuerpo. Ej: las chinches.

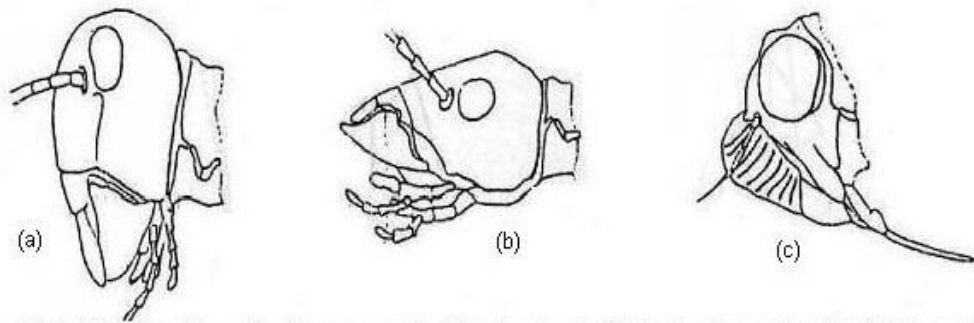


Fig. 6. Diferentes tipos de cabezas, en relación a la orientación de las piezas bucales.

•**Ojos**: En la cabeza de los insectos hay dos tipos de órganos fotorreceptores: ojos compuestos y los ojos simples u ocelos. Típicamente los dos tipos de ojos se encuentran en el mismo insecto, pero pueden faltar unos u otros.

•**Ocelos**: está formado por una lente corneal, este tipo de ojo es incapaz de formar cualquier tipo de imagen, pero probablemente perciben cambios en la intensidad luminosa. En general se encuentran en número de tres, formando un triángulo entre los ojos compuestos. Son como pequeños puntos brillantes de variados colores, circulares o elipsoidales.

•**Ojos compuestos**: Están formado por un conjunto de lentes corneales. En general perciben algo de formas, movimientos y localización espacial de los objetos externos, y detectan algunas diferencias en las intensidades de luz y color. La formación de imagen se justifica por la teoría de la visión en mosaico.

Existe una diferencia en el tipo de órganos ópticos en las formas juveniles de los insectos (ninfas o larvas). Las ninfas presentan ojos compuestos y ocelos mientras que las larvas sólo **stemmata**. Los **stemmata** a diferencia de los ocelos, pueden formar imágenes de bajo poder resolutivo.

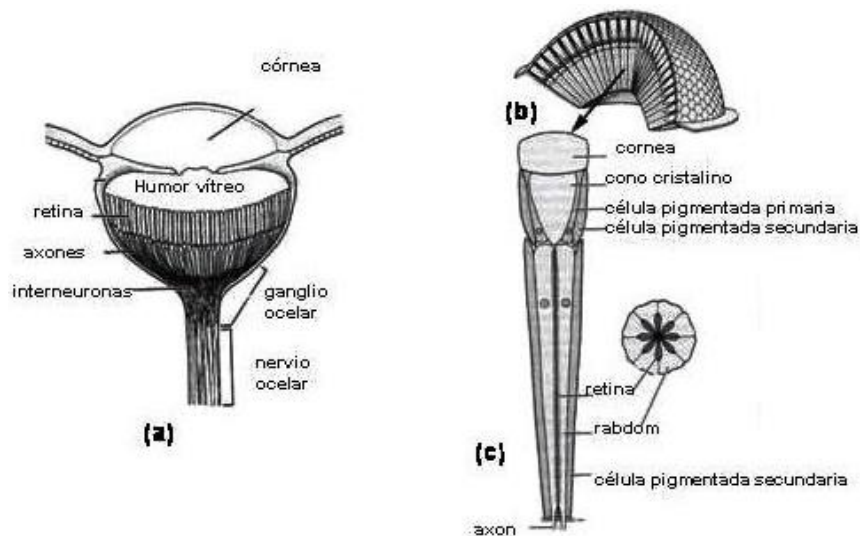


Fig.8: Detalles de los ojos de un insecto (a) ocelo; b y c ojo compuesto; (b) corte mostrando la distribución de los omatidios y las facetas; (c) un omatidio individual con una sección transversal agrandada. Tomado de Gullan and Cranston (2005).

Apéndices de la cabeza

a) **Antenas:** Son apéndices móviles, segmentados, ubicadas en la frente, entre los ojos compuestos. Cumplen funciones: táctiles, olfativas y auditivas (esta última característica la posee al estar presentes en ellas los órganos de Johnston).

Están formadas por unidades llamadas **artejos, antenitos**. En general el primer antenito se denomina **escapo**, el segundo **pedicelo** y el resto de la antena recibe la denominación de **flagelo**. Hay diferentes tipos de antenas y de acuerdo a su forma reciben distintas denominaciones (Fig. 7).

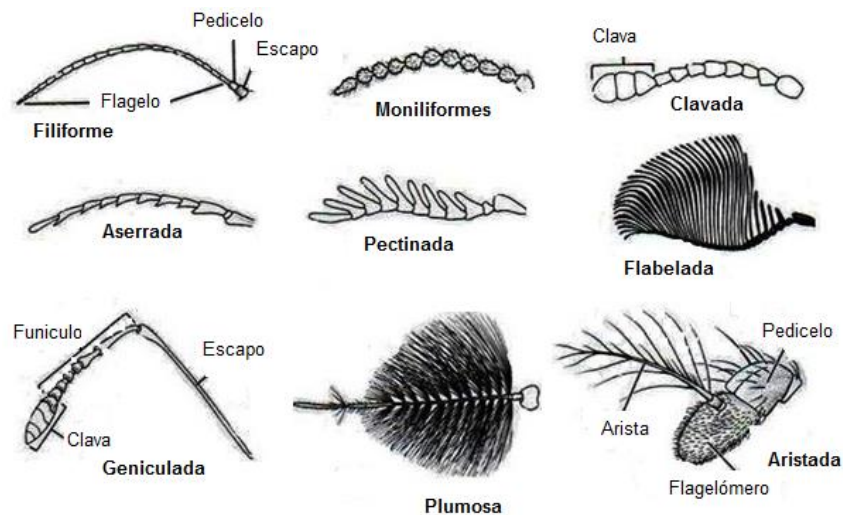


Fig.7: Algunos tipos de antenas de insectos. Tomada de Gullan and Cranston (2005).

Tórax

El tórax es la región del cuerpo ubicado entre la cabeza y el abdomen. Está formado por tres segmentos: Pro, Meso y Metatórax. El tergo torácico se

denomina noto, así se distinguen las siguientes partes pronoto, mesonoto y metanoto, respectivamente.

En general los insectos poseen tres pares de patas, ubicados en cada uno de los segmentos del tórax. En la mayoría de los adultos tienen 2 pares de alas que se encuentran en las regiones del meso y metatórax. Por estas características se considera a este segmento el tagma locomotor.

Otras estructuras que pueden observarse en el tagma torácico son los espiráculos ubicados en el segundo y tercer segmento.

Apéndices del Tórax

•**PATAS:** Una pata consta de las siguientes partes: Coxa, Trocànter, Fèmur, Tibia, Tarso y un Pretarso Terminal (Fig.9) La coxa es el primer segmento de la pata, articulándose al cuerpo a través de la cavidad coxal. El tarso está compuesto de varios subsegmentos denominados tarsómeros, terminando en pretarso. En este último segmento pueden observarse estructuras como uñas, pulvillos, almohadillas, que le permiten al insecto adherirse a diferentes superficies.

Las patas son primariamente apéndices para correr o caminar, no obstante presentan un amplio espectro de modificaciones adaptativas en diferentes familias.

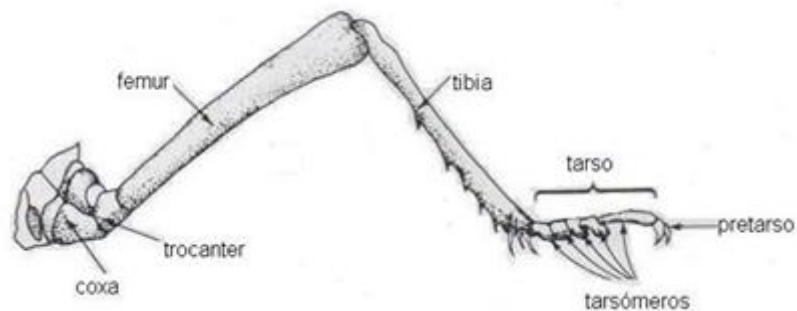


Fig. 9: Pata de un insecto mostrando los segmentos. Tomado y adaptado de Pedigo and Rice,(2006).

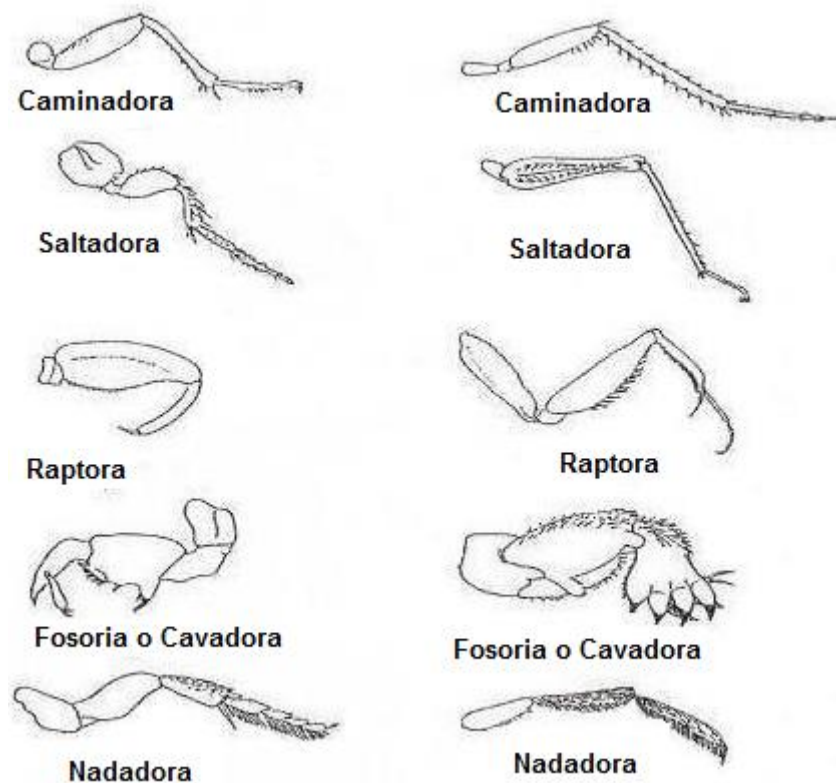


Fig.10: Diferentes tipos de patas de los insectos. Adaptado de Higley *et al.*, (1998)

•**ALAS:** son evaginaciones laterales de los meso y metatergos. En la superficie del ala pueden encontrarse unas venaciones denominadas nervaduras. Las nervaduras se las puede utilizar para la clasificación sistemática de muchos órdenes.

Los insectos adultos se caracterizan por poseer dos pares de alas. Sin embargo hay insectos sin alas a los que se denominan ápteros, como algunas hormigas, pulgones, cochinillas, etc. Otros poseen sólo un par, como las moscas, estos presentan rudimentos del par faltante que son utilizados para balancear el vuelo y se denominan balancines o halterios.

Teniendo en cuenta la consistencia de las alas podemos encontrar diferentes tipos:

Membranosas: son las más comunes y constituyen el segundo par de la mayoría de los insectos tetrápteros y el único en dípteros. También puede ser el primer par de alas como en el caso de Hymenoptera (abejas, avispas), Neuroptera (crisopas), Odonata (libelulas), Hemiptera Auchenorrhyncha y Sternorrhyncha (chicharras, moscas blancas, pulgones, macho de cochinillas).

Membranosas con escamas: cuando la superficie de ambos pares de alas membranosas se hallan cubiertas de escamas, como en los lepidopteros (mariposas, polillas).

Membranosas con flecos: cuando la superficie de las alas membranosas poseen flecos, como en el orden Thysanoptera (trips).

Tégmenes: este tipo de alas se encuentran uniformemente endurecidas, presentando una consistencia apergaminada, es el caso del primer par de ala de langostas, tucuras, mantispidos.

Élitros: esta ala constituye una cubierta dura a manera de estuche, siendo en muchos casos poco funcionales, son típicas de los coleopteros (cascarudos, juanita, vaquitas, etc.).

Hemiélitros: la parte basal de un hemiélitro es de consistencia dura y resistente (coriácea) y el extremo es membranoso, son las alas que caracterizan al orden Hemiptera suborden Heteroptera (chinchas, vinchucas).

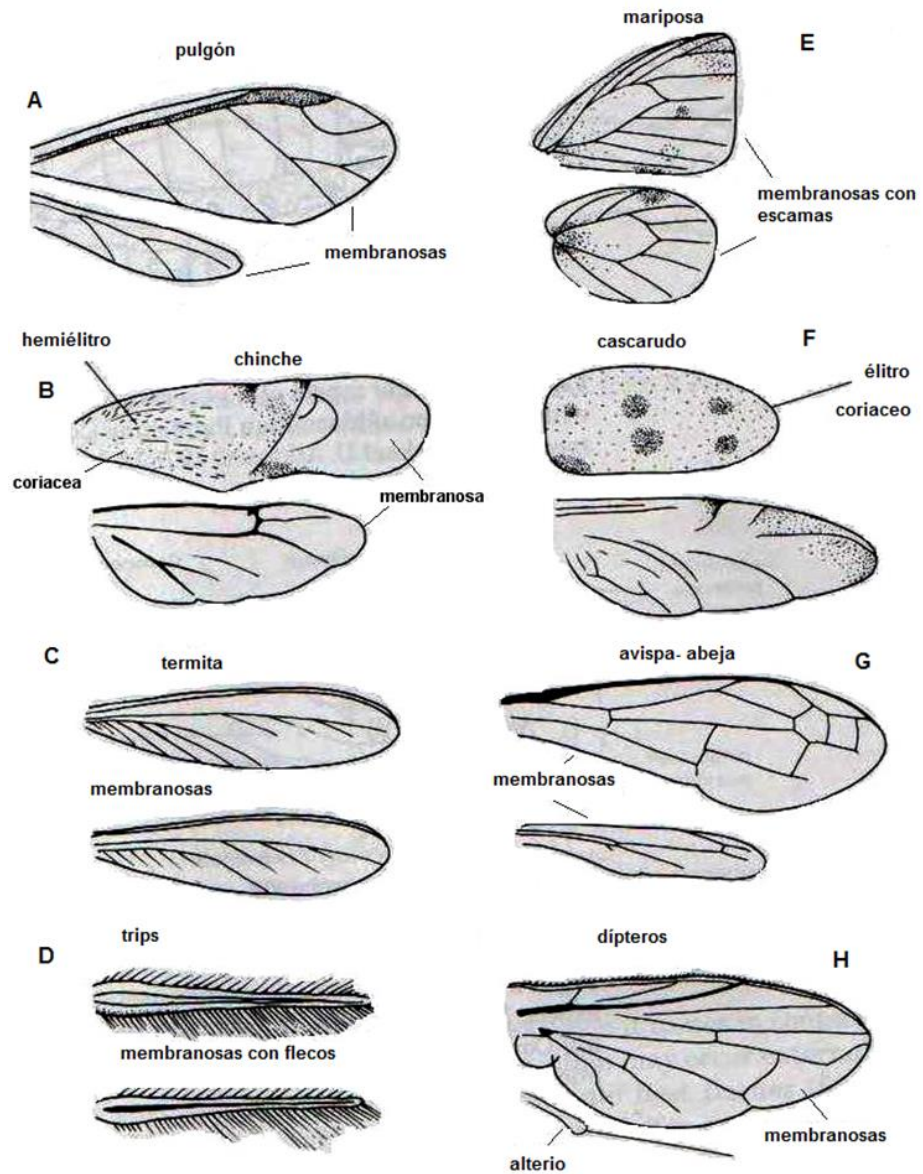


Fig. 11: Principales tipos de alas encontradas en insectos (anteriores y posteriores). A y B Hemiptera, C Isopera, D, Thysanoptera, E Lepidoptera, F Coleoptera, G Hymenoptera, H Diptera. Tomado y adaptado de Pedigo and Rice, (2006).

Abdomen

El abdomen es la última región del cuerpo de los insectos y es relativamente simple en su estructura. Contiene los órganos viscerales, incluyendo componentes de los sistemas digestivos, excretor y reproductivo. Está formado por lo general en 10 a 11 anillos o segmentos, llamados urómeros.

El abdomen puede unirse al tórax de distinta manera. Cuando la unión es en todo el perímetro, el abdomen se denomina **sésil o sentado** y la articulación puede considerarse nula o presentar un estrechamiento de dimensiones variables llamado **pedunculado o pedicelado**, como presentan ciertos Himenópteros.

Generalmente en los segmentos 1 a 7 o al 8 se encuentran estigmas o **espiráculos**, que son aberturas externas del aparato respiratorio. En algunos insectos como por ejemplo en langostas y tucuras, en cigarras y algunas polillas y coleópteros se observa la placa timpánica en el primer segmento.

Apéndices del abdomen

En los adultos de Pterigota pueden observarse los cercos del segmento 11, que presentan amplia diversidad de formas. Son apéndices sensoriales pero en algunos casos están modificados como **apéndices de defensa**, con forma de pinzas o tenazas, como en tijeretas (Dermaptera) o pueden estar especializados como órganos copuladores como en langostas chillonas. Los pulgones presentan un par de apéndices dorsales denominados **sifones o cornículos**.

Entre los insectos Pterigotas inmaduros se han considerado verdaderos apéndices abdominales, como por ejemplo en las larvas de lepidópteros (mariposas) llamados **espuripedios o patas falsas**.

La estructuras de los genitales, se asocia al conjunto de escleritos abdominales, desde el octavo urómero en adelante.

La **genitalia masculina** está constituida por órganos involucrados en la cópula y transferencia de esperma (almacenado en la espermateca) a la hembra. Los segmentos modificados son a partir del 9 que forman el órgano copulador conocido como **edeago** que se extiende entre un par de estructuras laterales, los parámetros (Fig. 12 c y d). Las genitalia de los machos presentan un amplio margen de variación y se usa para separar géneros y especies de muchos grupos de insectos.

La **genitalia femenina**, está involucrada con la deposición de huevos, a través del ovopositor, sobre o dentro de un substrato adecuado. Consta típicamente de tres pares de valvas, provenientes de modificaciones de los segmentos 8 y 9, que colectivamente forman el **ovipositor u órgano ponedor de huevos** (Fig. 12 a y b). En algunos himenópteros el ovipositor está modificado en un aguijón que inyecta veneno y los huevos son eyectados en la base del aguijón.

A menudo los segmentos terminales están retraídos dentro del cuerpo y sólo pueden visualizarse por medio de disección.

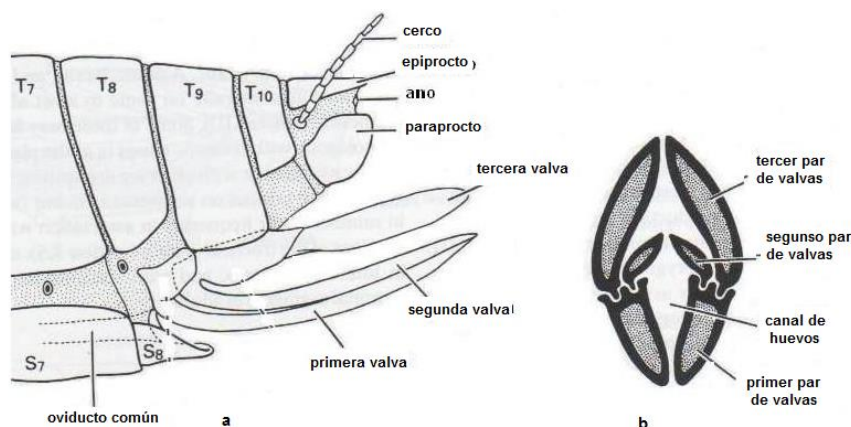


Fig 12: Genitalia de un insecto: hembra, vista lateral (a) y corte transversal (b); macho, vista lateral (c y d).

Bibliografía

Brewer, M.; N. V. Arguello. 1980. Guía ilustrada de Insectos Comunes de la Argentina. Fundación Miguel Lillo. Miscelánea 67. Tucumán Argentina.

Gullan, P. J.; P. S. Cranston. 2005. The Insects, an outline of Entomology. Blackwell Publishing, UK.

Higley, L.G.; L. L. Karr; L. P. Pedigo. 1989. Manual of Entomology and Pest Management. Macmillan Publishing Company, New Cork; Collier Macmillan Publishers, London.

La Porta, N.; V. Mazzuferi; D. Avalos; G. Serra. 2006. Guía de actividades Prácticas y Complementos teórico- Prácticos. Cátedra de Zoología Agrícola. FCA, UNC.

Pedigo, L. P.; M. E. Rice. 2006. Entomology and Pest Management. Pearson Education, Inc. USA.

Triplehorn, C. A; N. F. Johnson. 2005. Borror and Delong's Introduction to the Study of Insects. 864 pp.

Las Imágenes tomadas de google, son solamente con fines didácticos.

Figura 3: tomada de: <http://www.bioscripts.net/zoowiki/temas/31C/cutcula.jpg>

Figura 4: tomada de:

http://www.miucr.ucr.ac.cr/IMAGENES/QUE%20ES%20UN%20INSECTO/CARACTERISTICAS/part_cuorp.jpg