

ENTOMOLOGÍA MORFOLOGÍA Y FISIOLOGÍA DE LOS INSECTOS

JAIME DE LA CRUZ LOZANO

UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA
SEDE PALMIRA

ENTOMOLOGÍA:
MORFOLOGÍA Y FISIOLOGÍA
DE LOS INSECTOS

JAIME DE LA CRUZ LOZANO
INGENIERO AGRÓNOMO

PROFESOR ASOCIADO

PALMIRA
UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
2005

©JAIME DE LA CRUZ LOZANO

ISBN 978-958-701-731-1
20 OCTUBRE 2006

DIBUJOS

JAIME DE LA CRUZ LOZANO
ANA MILENA DE LA CRUZ REBOLLEDO

ASESORÍA EDITORIAL

DISEÑO E IMPRESIÓN

EL AUTOR

JAIME DE LA CRUZ LOZANO

Ingeniero agrónomo, trabajo de grado. Polinización del cacao (*Theobroma cacao* L.) por *Forcipomya* spp. (Díptera; *Ceratopogonidae*) en Palmira. Especialización en control integrado en el CIAT; estudios realizados por mi inclinación a la entomología.

Realice toda la carrera docente en la universidad nacional sede Palmira hasta llegar a profesor asociado, dicte los cursos de entomología general, entomología económica como profesor asistente y electivas.

Fui presidente de treinta y ocho (38) trabajos de grado de estudiantes sobre entomología y control.

Participo en eventos internacionales y nacionales sobre temas de agricultura. Socio numérico de la sociedad colombiana de entomología socolen. Al grupo de estudios sobre macro proyectos de estrategia para la explotación agrícola del chontaduro (*Bactris gasipaes* H.B.K.): en la zona del pacífico, también sobre los cultivos de cacao y musáceas.

Curador de la colección de insectos de la universidad nacional sede Palmira, miembro de la comisión de asuntos disciplinarios del personal docente y administrativo de la sede, representante del consejo superior al consejo directivo de la sede de Palmira, director de la oficina de admisiones y registro.

Reconocimientos y galardones de parte de la universidad nacional, de socolen y alcaldía de Palmira (valle).

A la memoria de mi padre

Manuel santos De La Cruz

A mi madre

Natividad Lozano de De La Cruz

A mi esposa Yolanda por su amor y apoyo

Innegable en mis estudios.

A mis hijos Jaime Hernán y Ana Milena,

Punto de mi meta en la vida.

A mis hermanos y hermanas, por su

ayuda para el estudio

A mis profesores y compañeros de

trabajo

JAIME

AGRADECIMIENTO

El autor deja consignado su agradecimiento a la universidad nacional sede Palmira quien me dio el conocimiento sobre la agricultura, en especial a mis profesores y compañeros de trabajo, entre ellos los doctores Adalberto Figueroa P., Alvaro Figueroa y Mario Calderón quienes fueron mis maestros en la entomología, a Heimar Quintero por la revisión y corrección del libro.

A mis hijos Jaime Hernán y Ana Milena por su valiosa colaboración en la computación y en la elaboración de los dibujos. A mi esposa Yolanda por su abnegada paciencia para soportar mi dedicación al estudio.

CONTENIDO

	Pag.
PRESENTACIÓN.....	14
INTRODUCCIÓN.....	15
ETIMOLOGÍA.....	16
ENTOMOLOGÍA AGRÍCOLA EN COLOMBIA.....	17
ORIGEN DE LOS INSECTOS.....	19
IMPORTANCIA Y RELACIÓN DE LA ENTOMOLOGÍA CON OTRAS CIENCIAS.....	24
INSECTOS BENÉFICOS Y DAÑINOS.....	28
RAREZAS DEL MUNDO DE LOS INSECTOS.....	33
DIFERENCIANDO LOS INSECTOS.....	37
DIFERENCIA ENTRE VERTEBRADOS E INVERTEBRADOS.....	37
ÉXITOS DE LOS INSECTOS COMO GRUPO.....	38
MORFOLOGÍA DEL INSECTO.....	41
EXOESQUELETO.....	41
CUTÍCULA.....	43
CLASIFICACIÓN DE LOS INVERTEBRADOS.....	48
CARACTERÍSTICAS DE LOS INSECTOS.....	68
DESCRIPCIÓN DE UN INSECTO.....	72
COMPOSICIÓN DE LA PARTE SUPERIOR DE LA CABEZA.....	77
COMPOSICIÓN DE LA PARTE INFERIOR DE LA CABEZA.....	81
ANTENAS.....	85

TIPOS DE ANTENAS.....	88
APARATO BUCAL.....	93
TIPOS DE APARATOS BUCALES.....	95
CERVIZ O CUELLO.....	110
TÓRAX.....	111
PATAS.....	117
EVOLUCIÓN DE LAS PATAS.....	119
TIPOS DE PATAS.....	124
ALAS.....	127
NOMENCLATURA DE LAS VENAS.....	130
TIPOS DE ALAS.....	136
MECANISMOS ACOPLADORES DE LAS ALAS.....	138
ABDOMEN.....	139
GENTALIA DE LA HEMBRA.....	145
GENTALIA DEL MACHO.....	146
ANATOMÍA INTERNA Y FISIOLÓGÍA.....	148
INTRODUCCIÓN.....	148
ORGANIZACIÓN INTERNA DE UN INSECTO.....	150
SISTEMA CIRCULATORIO.....	151
SISTEMA RESPIRATORIO.....	156
SISTEMA DIGESTIVO Y DIGESTIÓN.....	164

SISTEMA NERVIOSO.....	178
SISTEMA REPRODUCTIVO.....	183
SISTEMA VISUAL.....	191
SISTEMA MUSCULAR.....	197
GLOSARIO.....	199
..	
BIBLIOGRAFÍA.....	213
..	

ILUSTRACIONES

FIG. 1	CAMBIO HIPOTÉTICO DEL GRUPO PRIMITIVO HASTA LA CLASE INSECTA	23
FIG. 2	CONFIGURACIÓN DEL EXOESQUELETO DE UN INSECTO	44
FIG. 3	ESTRUCTURA DE UNA CUTÍCULA DE INSECTO (A)	45
FIG. 3	ESTRUCTURA DE UNA CUTÍCULA VIEJA O EPIDERMIS (B)	46
FIG. 4	CLASE ONYCHOFORA	56
FIG. 5	CLASE PENTASTOMIDA	56
FIG. 6	CLASE TARDIGRADA	57
FIG. 7	ARBOL GENEALÓGICO SUPUESTO DE LAS CLASES MAS IMPORTANTE DEL PHYLLUM ARTROPODO.	58
FIG. 8	CLASE TRILOBITA	59
FIG. 9	CLASE ARÁCNIDA	60
FIG. 10	CLASE MEROSTOMATA	61
FIG. 11	CLASE PYCNOGONIDA	61
FIG. 12	CLASE CRUSTACEA	63
FIG. 13	CLASE DIPLOPODA	64
FIG. 14	CLASE QUILOPODA	65

FIG. 15	CLASE SYMPHYLA	65
FIG. 16	CLASE PAUROPODA	66
FIG. 17	CLASE INSECTA O HEXAPODA	67
FIG. 18	CARACTERÍSTICAS EXTERNAS DE LOS INSECTOS	69
FIG. 19	ANATOMIA INTERNA	70
FIG. 20	DESCRIPCIÓN DE UN INSECTO	74
FIG. 21	CABEZA HIPOGNATA	75
FIG. 22	CABEZA PROGNATA	76
FIG. 23	CABEZA OPISTOGNATA	76
FIG. 24	MORFOLOGÍA EXTERNA DE LA CABEZA DE UN INSECTO	83
FIG. 25	TRABECULO (CABEZA DE UN PIOJO)	84
FIG. 26	TENTORIOS	85
FIG. 27	COMPOSICIÓN DE UNA ANTENA	88
FIG. 28	ANTENA FILIFORME	85
FIG. 29	ANTENA CLAVADA	85
FIG. 30	ANTENA SETIFORME	90
FIG. 31	ANTENA ARISTADA	90
FIG. 32	ANTENA CAPITADA	90
FIG. 33	ANTENA LAMELADA	91
FIG. 34	ANTENA GANICULADA	91
FIG. 35	ANTENA PECTINADA Y BIPECTINADA	91
FIG. 36	ANTENA PLUMOSA	92
FIG. 37	ANTENA SERRADA	92

FIG. 38	ANTENA MONILIFORME	92
FIG. 39	ANTENA FLABELADA	93
FIG. 40	APARATO BUCAL MASTICADOR	101
FIG. 41	APARATO BUCAL PICADOR –CHUPADOR	102
FIG. 42	APARATO BUCAL SIFÓN	104
FIG. 43	APARATO BUCAL ESPONJA	105
FIG. 44	APARATO BUCAL MASTICADOR LAMEDOR	106
FIG. 45	APARATO BUCAL CORTADOR SUCCIONADOR	107
FIG. 46	APARATO BUCAL RASPADOR CHUPADOR	108
FIG. 47	ESQUEMA DE LA CERVIZ	110
FIG. 48	TORAX	113
FIG. 49	DETALLES GENERALIZADOS DE UN SEGMENTO ALAR	116
FIG. 50	CORTE TRANSVERSAL DE UN SEGMENTO ALAR	117
FIG. 51	REPRESENTACIÓN ESQUEMATICA LOCOMOCION DEL CUCARRON	118
FIG. 52	COMPOSICIÓN DE LA PATA DE UN INSECTO	123
FIG. 53	DIFERENTES TIPOS DE PRETARSO	123
FIG. 54	CONFORMACIÓN DEL ALA EN LOS INSECTOS	128
FIG. 55	VENAS LONGITUDINALES DEL ALA DE UN INSECTO	131
FIG. 56	VENAS TRANSVERSAS O SECUNDARIAS DEL ALA DE UN INSECTO	133
FIG. 57	MARGENES Y TRIANGULOS DE LAS ALAS DE UN INSECTO	134
FIG. 58	ABDOMEN DE UN INSECTO	141
FIG. 59	CONEXIÓN DEL TORAX Y EL ABDOMEN	142
FIG.60	APENDICES ABDOMINALES (A)	143

FIG. 61	APENDICES ABDOMINALES (B)	144
FIG. 62	GENITALIA DE LA HEMBRA DE UN INSECTO	146
FIG. 63	GENITALIA DEL MACHO DE UN INSECTO	147
FIG. 64	CORTE TRANSVERSAL DEL CUERPO DE UN INSECTO	150
FIG. 65	SISTEMA CIRCULATORIO DE UN INSECTO	151
FIG. 66	DIFERENTES FORMAS DE CELULAS QUE COMPONEN LA HEMOLINFA	155
FIG. 67	SISTEMA RESPIRATORIO DE UN INSECTO	157
FIG. 68	ESQUEMA DE UNA TRAQUEA ABIERTA	158
FIG. 69	ESQUEMA DE LA RESPIRACIÓN CUTÁNEA DE UN INSECTO ACUATICO	163
FIG. 70	SISTEMA DIGESTIVO DE UN INSECTO (EMBRIONARIO)	166
FIG. 71	SISTEMA DIGESTIVO DE UN INSECTO (ADULTO)	168
FIG. 72	SISTEMA NERVIOSO CENTRAL DE UN INSECTO	178
FIG. 73	ESQUEMA DE UNA NEURONA DE UN INSECTO	179
FIG. 74	ESQUEMA DEL SISTEMA REPRODUCTOR MASCULINO DE UN INSECTO	185
FIG. 75	ESQUEMA DEL SISTEMA REPRODUCTOR FEMENINO DE UN INSECTO	187
FIG. 76	ESQUEMA DE UN OJO SIMPLE (OCELO) DE UN INSECTO	192
FIG. 77	ESQUEMA DE UN OMATIDIO Y CORTES TRANSVERSALES	195

PRESENTACIÓN

Desde hace ya muchos años, hemos reconocido la necesidad de ofrecer a los estudiantes de la ingeniería agronómica un texto que sirva de orientación didáctica y que a la vez, sea una fuente de consulta para los profesionales de la agricultura.

El autor de ésta obra, el Ingeniero Agrónomo Jaime de la Cruz Lozano, profesor asociado de ésta sede de la Universidad Nacional de Colombia, decidió dedicar su conocimiento entomológico, agronómico y didáctico, para producir ésta obra científica, de un valor incalculable, para que estudiantes y colegas de la agronomía lo utilicen como obra de consulta en el ejercicio de la profesión.

Agradecemos sinceramente al autor su aporte científico-didáctico en beneficio de la agricultura colombiana.

MARIO A. CALDERON C.

Ing. Agr. PhD. Posdoctoral fellow

INTRODUCCIÓN

Cuando la curiosidad nos lleva a inspeccionar las plantas, descubrimos trepados en ellas, posados en el sitio de sus órganos o caminando en su alrededor lombrices (Anélidos), caracoles (Moluscos), cien-pies, arañas, insectos (Artrópodos), reptiles, aves y mamíferos (Cordados). Así se despierta la curiosidad por conocer su comportamiento, su nombre y sus hábitos; en ocasiones el interés se debe a que a ellos se atribuyen las grandes pérdidas en la agricultura, sin saber que muchos de ellos son benéficos para la humanidad.

Los insectos están íntimamente relacionados con el mundo viviente; constituyen el grupo dominante entre los animales terrestres (más o menos a los dos tercios del total de especies de animales); se encuentran en todas partes del planeta, con excepción de los casquetes polares y de los volcanes en actividad; han existido en la tierra desde tiempos muy remotos (fósiles de Collembola datan del período geológico Devónico, es decir de unos 350 millones de años).

La capacidad de reproducción es enorme en un ciclo biológico tan corto. Por ejemplo, el Entomólogo inglés Glenn W. Herrick estimó que una hembra del áfido del repollo oviposita cuarenta y uno (41) y originaría dieciséis (16) generaciones en ocho meses si todos vivieran, los descendientes de una sola hembra sumarían 1.560×10^{20} . Pero no todas las especies son tan prolíficas. Algunas solamente tienen una familia por año y otras demoran años para ir de huevo hasta adulto, como es el caso de la "Chicharra periódica" de Norteamérica que completa su ciclo de vida en diecisiete (17) años. Por razones de antigüedad y capacidad de reproducción, se puede pensar que la naturaleza ha perfeccionado a los insectos, para hacerlos capaces de sobrevivir en condiciones adversas.

La rama de la biología que investiga los insectos (lat. insectum = cortado en) es la Entomología, (gr. Entomon = insecto; logos = tratado) hace parte de la zoología y se dedica al estudio de los insectos. Nos enseña la importancia que tiene el estudio de los insectos desde el punto de vista del hombre, lo cual hace que unos sean benéficos a él, otros sean perjudiciales, y por último un grupo que carece de importancia para él. Debido a estas diferencias, es importante adquirir conocimientos básicos sobre estos animales, con el objeto de que la lucha del hombre contra los perjudiciales, se conduzca en forma eficiente.

Por lo tanto debemos conocerla en forma general (taxonomía, morfología, fisiología, ecología, etiología, etc.), o aplicada (estudia los insectos perjudiciales al hombre, a las plantas y animales).

ETIMOLOGIA: Entomología en griego quiere decir: Entomón = insecto, logos = tratado, estudio. Insecto en latín insectum significa cortada en, término perfecto en los insectos, porque su cuerpo está bien diferenciado en varios segmentos.

A los insectos se hace alusión en la Biblia, en algunos escritos los cronistas egipcios en el tiempo de Ramses II (1.400 a. C.) se compadecen de los campesinos porque el gusano y las langostas destruyen el trigo. Pero la entomología sólo empezó a desarrollarse en los siglos XVI y XVII, cuando aparecen investigaciones de Malpighi (1668) sobre anatomía del gusano de seda..

Después vinieron las investigaciones de Redy (1667), para disentir sobre la generación espontánea; John Ray (Siglo XVIII) trabajó sobre nomenclatura binaria y estableció un concepto de especie de los organismos vivientes.

En el siglo XVIII en Europa, alcanzó un alto nivel en el estudio de las ciencias biológicas, en especial la entomología. Lyonet (Holandés) describe la anatomía de las larvas de las mariposas del sauce (1750), Roesel (Alemania), Reamur (Francia) y DeGeer (Sueco)

describieron ciclos biológicos, hábitos y características de muchos insectos, el naturalista Linneo (1707 - 1778), quien clasificó muchas plantas y animales publicados en su libro *Systema Naturae* (1758), usando el sistema binario (conocido como sistema linneano).

La entomología norteamericana parte a mediados del siglo XIX, pues en 1867 se enseñó en las escuelas como parte de la biología. Mudge B.F. (1866), enseñó el curso "Insectos dañinos a la vegetación" en Kansas State Agricultural College; Cook A.J. (1867) dictó el curso de entomología en Michigan Agricultural College; Hagen (1870), en Harvard; Fernald C.H.J. (1872) en Maine State College; Comstock (1873) en Cornell University; Herbert O. (1879), en Iowa State College of Agriculture.

Entomología agrícola en Colombia.

El doctor Germán Valenzuela comenta que la Entomología Económica en Colombia comenzó en 1913 con los trabajos realizados por los Dres. Federico Lleras Acosta y Luis Zea Uribe para el combate de la langosta con el *Coccobacillus acridiorum* (Bacillus). De aquí en adelante se va enriqueciendo, Lyus María Murillo escribió "Treinta años de Sanidad Vegetal, Historia de una Vida". Pero la mejor secuencia de los acontecimientos que desarrollaron la Entomología en Colombia es seguir las investigaciones de nuestros investigadores sobre este tema.

En 1964 la Universidad Nacional de Colombia y el Instituto Colombiano Agropecuario (ICA), firmaron un contrato para promover la enseñanza de la Entomología en las Universidades para graduados en las Ciencias Agropecuarias.

En 1970 inicia una revolución en materia de Control de Plagas. En 1971 los Dres. Hernán Alcaraz y Germán Valenzuela tuvieron la idea de formar la Sociedad Colombiana de Entomología "SOCOLEN" la cual perdura hasta la fecha.

El documento presenta algunos conceptos sobre ciertas fases y comportamientos de los insectos. El autor recopiló y asoció conceptos propuestos por algunos autores y los complementó con sus experiencias y conocimientos. Las ilustraciones se han adoptado a partir de algunas de las obras citadas.

ORIGEN DE LOS INSECTOS

Las teorías sobre el origen de los insectos son muy discutidas. Coronado y Marquez (1972) interpretan las teorías, desde los puntos de vista Cronológico, Geográfico y Ancestral.

ORIGEN CRONOLOGICO:

Los insectos existían desde antes de la aparición del hombre en el planeta, lo comprueban los fósiles o huellas geológicas. (Cuadro 1).

Cuadro 1. **FOSILES O HUELLAS GEOLOGICAS DE INSECTOS.**

PERIODO GEOLOGICO	MILLONES DE AÑOS	ORDENES
Devoniano	350	Collembola
Carbonífera superior	250	Orthoptera (cucarachas)
Pérmico	215	Plecoptera, Thysanoptera Coleoptero, Odonata Ephemeroptera, Psocoptera Hemiptero, Mecoptera, Neuroptero
Triásico	190	Orthoptera
Jurásico	155	Díptera, Hymenoptera, Dermaptera, Tisanuro Tricoptera
Terciario	70	Stresiptera, Lepidoptera, Siphonaptera, Embioptera, Isoptera, Diplura.
Cuaternario	1	Anopluro

ORIGEN GEOGRAFICO.

Los insectos se originaron en algún lugar del mundo, se distribuyeron a las diferentes zonas, y si las condiciones lo permiten emigran a otras áreas, llegando a ser cosmopolitas. Por tal razón, se habla de insectos autóctonos, los que son originarios de una región y exóticos, los que por alguna causa llegan de otras regiones, Ejemplos: *Anthonomus grandis* Boheman (Coleópt. Curculionidae) y *Anastrepha* spp (Dípt. Tephretidae) originarios de México; *Pectinophora gossypiella* (Saunders) (Lep. Gelechiidae) originaria de Egipto; *Aleurocanthus woglumi* Ashby (Homopt. Aleyrodidae) originario de la India; *Icerya purchasi* Maskell originaria de Australia.

ORIGEN ANCESTRAL

En la actualidad la teoría más aceptada es que los insectos se originaron de un verdadero artrópodo y no de un onicóforo. Algunos opinan que el ancestro es marino, otros que terrestre y sus antepasados habían vivido en el mar. Ejemplos: según Hansen y Crampton las primeras emigraciones de crustáceos a la tierra dieron origen a insectos ápteros primitivos; otros autores consideran remota la relación entre crustáceos e insectos por las diferencias en apéndices y en la embriología. Verlluys y Demoll piensan que el ancestro de los artrópodos terrestres fue un miriápodo hipotético que originó a un Onicóforo marino, que al evolucionar originaron los quilópodos, de los cuales descienden los insectos, los crustáceos y los trilobitas. Según Tillayard los insectos y miriápodos provienen de un ancestro (Protáptera) el cual lo dividió en dos ramas según la posición del Gonóporo o apertura genital: en la parte anterior del abdomen (Progoneados) de donde aparecieron los Symphyla, Pauropoda y Diplopoda, o en los segmentos posteriores del abdomen (Opistgoneados) de donde aparecieron los Schizotarzas, Chilopodas y los insectos.

Snodgrass teniendo en cuenta el cuerpo alargado, segmentado y algo redondeado plantea que los artrópodos se originaron a partir de un organismo en forma de gusano, similar a los

anélidos o gusanos segmentados. Cuyo cuerpo constaba de una serie de segmentos uniformes en forma de discos, desprovistos de apéndices; la cabeza era una estructura simple provista de pelos sensoriales. La boca estaba situada en la parte ventral entre la cabeza propiamente dicha y el primer anillo corporal. En la parte final se encontraba la abertura anal. Por su posición delantera y por que contiene el aparato bucal esta parte toma el nombre de Próstoma (Fig. 1A).

El primer paso en el cambio del gusano primitivo: fue la formación de un par de apéndices o patas ventrales rígidas en cada segmento del cuerpo; con excepción del Próstoma y del último segmento ó Periprocto en donde se encontraba la abertura anal. En esta fase se perfeccionaron los órganos sensoriales de la cabeza, los ojos y las antenas (Fig. 1B).

Para representar esta fase de desarrollo tenemos en el Filum Oncópedo y las clases: Onicófora que presentan algunas características propias de los anélidos, pero también algunas partes morfológicas de los artrópodos. Pentastómidos de estructura muy simple, en forma de gusano, con cuatro (4) pares de patas, con gran apariencia a los ácaros, parásito de muchos vertebrados. Tardígrados: También de estructura muy simple, diminuto (1mm) viven en el musgo, en el agua dulce y salada, con cuatro (4) pares de patas en forma de muñones con uñas, carecían de piezas bucales.

En el segundo paso se formaron articulaciones en las patas (Figs.1C–1D), un par de apéndices nuevos localizados cerca a la boca los cuales le sirvieron para llevar el alimento a la boca. Se unió el primer segmento con el Próstoma, se desarrollaron ojos y antenas. Hasta el momento no se conoce artrópodo viviente que represente este estado.

En los insectos (Fig.1E) fue la utilización de los apéndices de los segmentos 2, 3 y 4 que se habían unido a la cabeza y que formaron los órganos accesorios del aparato bucal.

Los cambios se efectuaron de la siguiente manera:

El primer (1) segmento corporal y sus apéndices se fusionaron a la cabeza ó se atrofiaron.

El segundo (2) segmento corporal y sus apéndices se transformaron en mandíbulas.

El tercer (3) segmento corporal y sus apéndices se transformaron en el primer par de maxilas.

El cuarto (4) segmento corporal y sus apéndices se transformaron en el segundo par de maxilas las cuales se fusionaron por la margen interna para formar el Labium ó labio inferior (Fig. 1F).

La unión de estos segmentos y de los apéndices al Prostoma, formó la cabeza, tal como se encuentra en el grupo de los miriápodos, insectos y afines; en ciertos crustáceos no están unidos estos segmentos.

Otros cambios que se efectuaron en el desarrollo de éste proceso fueron los siguientes: el quinto (5), sexto (6) y séptimo (7) segmentos aumentaron de tamaño y conservaron los apéndices, estos segmentos formaron el tórax y las patas de los insectos, el resto de los segmentos perdieron sus apéndices o evolucionaron con excepción del último par que permaneció y formaron los apéndices externos del órgano copulador (Clásperes, Cercus y Filamentos. El cuerpo de los insectos se dividió en tres segmentos = tagmas = somitos, cada uno de ellos compuestos de la siguiente manera:

1. La cabeza con sus apéndices bucales, ojos y antenas.
2. El tórax donde se centralizó la función motriz: alas y patas.
3. El abdomen que contiene la mayor parte de los órganos internos

Los últimos segmentos se modificaron y se adaptaron para funciones de copulación o de ovoposición (Fig.1F).

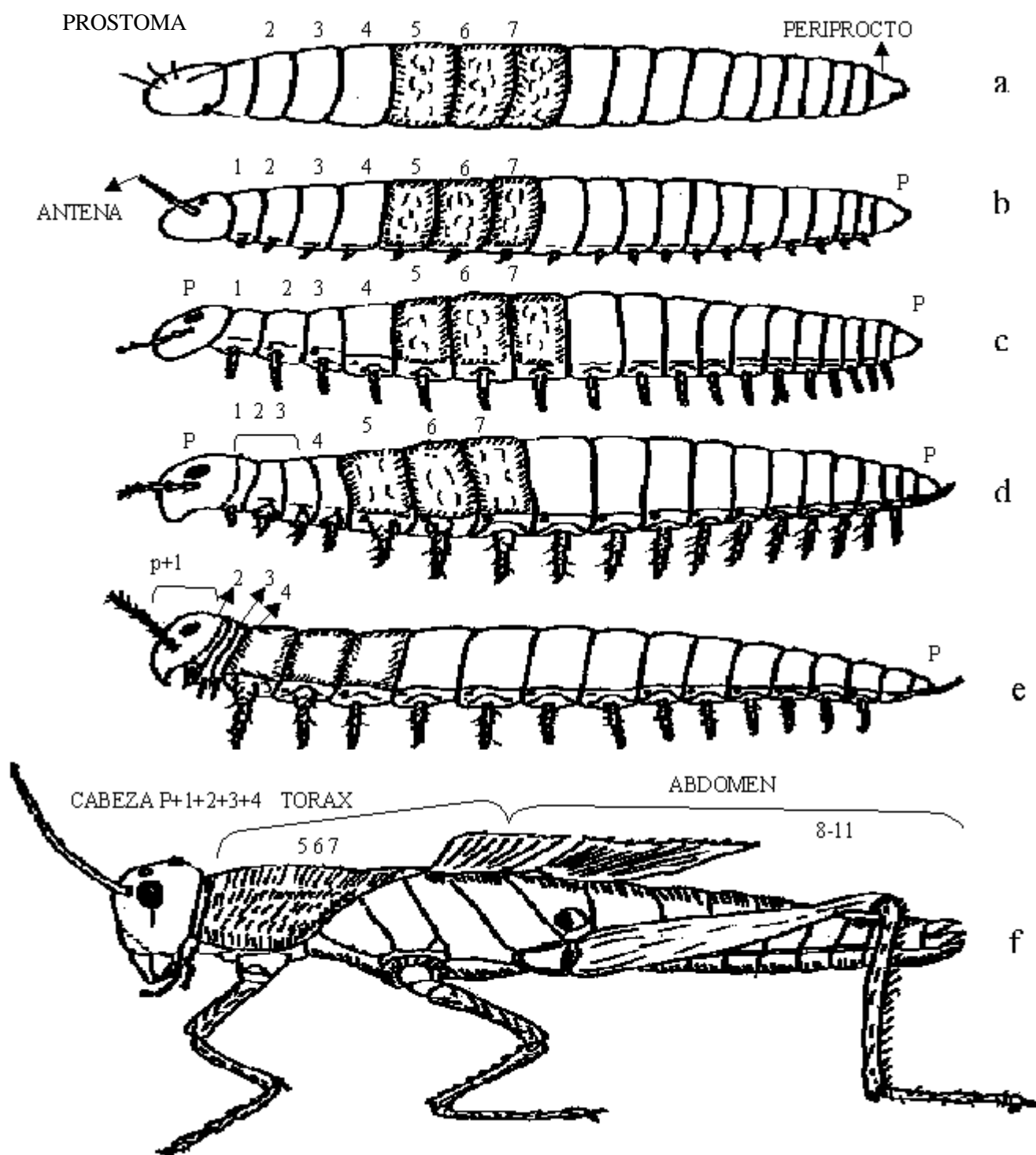


Figura. 1: Cambios hipotéticos del grupo primitivo hasta la clase insecta

IMPORTANCIA Y RELACION DE LA ENTOMOLOGIA CON OTRAS CIENCIAS.

Como los insectos se encuentran en todas partes del universo formando unas masas colosales de seres vivos, y se relacionan con otras ciencias, los hacen sujetos favoritos de los hombres de laboratorio.

En genética.

Las células de los insectos se caracterizan por ser grandes, razón por la cual son utilizados para estudios citológicos y genéticos. Anteriormente las experimentaciones genéticas las hacían con conejillos de indias, hasta que se demostró la conveniencia de utilizar la "mosca de la fruta" *Drosophila* spp, en este tipo de trabajo.

Esta pequeña mosca está sujeta a variaciones tremendas en sus caracteres externos visibles, las células contienen cuatro pares de cromosomas y sus glándulas salivales son de gran tamaño como para que los genes se puedan ver al microscopio. Completa una generación en diez días y los genetistas pueden hacer cruzamientos diferentes, gran parte del conocimiento genético se debe al estudio de esta pequeña mosca.

En Ecología.

La ecología se relaciona con los insectos en la naturaleza, principalmente en los bosques, las praderas y sobre todo en los campos cultivados. Se ha tenido muy en cuenta para la mayoría de las investigaciones de éste siglo, ya que este fenómeno no se ha estudiado suficientemente, pero hoy en día se ha llegado a la Ecología Moderna basada en el sistema Cibernético.

Los insectos al alimentarse de sustancias vegetales y animales en descomposición ayudan a eliminar de la superficie de la tierra todo aquello que constituiría una amenaza para la salud y lo convierten en sustancias simples que las plantas pueden utilizar para su alimentación.

En suelos.

Los insectos, contribuyen en la construcción de la productividad del suelo, ayudan a romper las partículas de roca, a mezclarlas en sus diferentes estratos y exponerlas a la acción de los factores climáticos, la formación de túneles facilita la circulación del aire, esencial para la respiración de otros seres, de las mismas plantas y el movimiento capilar del agua. Los barrenadores del suelo actúan hasta tres metros de profundidad como sucede con algunas especies de ninfas de cigarras (chicharras)

Igualmente los insectos agregan humus o materia orgánica al suelo, los cuerpos muertos de estos se acumulan en la superficie del suelo y constituyen un elemento fertilizante. Sus excrementos son ricos químicamente y superan en cantidad total a los animales superiores.

Gran cantidad y variedad de insectos se encuentran en el suelo, los más abundantes son: Himenópteros (hormigas, abejas, abejorros, avispas, etc.); Dípteros (moscas); Coleópteros (cucarrones, escarabajos); Homópteros (cigarra, chicharra); Ortópteros (grillos); Collembolos (colas de resorte).

En la Agricultura.

La mayoría de los cultivos plantas ornamentales y hortalizas necesitan de los insectos para la polinización. Se puede decir que sin el trabajo valioso realizado por los insectos en la polinización de las flores, tendríamos rendimientos muy bajos de productos utilizados por la humanidad y porque no decirlo de muchos otros seres que viven en nuestro mundo.

Otra relación de los insectos con la agricultura es aquella en que actúan como seres benéficos depredando o parasitando a otros insectos dañinos a las plantas, el hombre probablemente nunca sería capaz de lograr tanto en el combate de los insectos plagas por otros medios sin que se rompiera el equilibrio ecológico. Por último no podemos dejar de mencionar la acción de los insectos dañinos a las plantas, estos son capaces de causar grandes perjuicios en forma directa o indirecta.

En la Industria.

Otro de los beneficios importantes es en la formación de algunos productos primarios que se utilizan para elaborar otros subproductos como:

Seda: El gusano de seda *Bombyx mori* (Lep: Bombycidae) es una polilla que se cría domésticamente desde años atrás, para producir un cocón (pupa) de hilo continuo del cual sale la seda.

Miel de abeja: Las abejas *Apis* spp. (Hym: Apidae), nos proporcionan la miel, y la cera que se utiliza en la manufactura de productos de arte y cosméticos.

Laca: Dentro del Orden Homóptera, se encuentra una pequeña escama *Laccifer lacca* (Kerri), lacciféridae, asociada con otras plagas de algunas plantas que producen una sustancia de la cual se saca la laca, éste producto se utiliza para la fabricación de pulimentos y barnices.

En la medicina.

Con respecto a la relación de algunos insectos con la medicina, podemos citar las larvas de ciertas moscas que depositadas alrededor de una herida actúan después como limpiadoras de las infecciones de la herida, como la osteomielitis, la intervención del insecto fue mejor

que el tratamiento quirúrgico, como lo descubrió en la primera guerra mundial el Dr. W.S. Baer. El Dr. William Robinsón aisló la alantoína de las secreciones de las larvas que tiene las mismas propiedades. Un cucarrón *Palembus dermestoides*, (Orden: Coleóptero, Familia: Dermestidae) que ataca el maní (*Arachis sp*) al hervirlo en agua, se puede tomar para curar el asma.

OTRAS CIENCIAS.

Insectos como alimento: Algunas culturas humanas consumen cantidades considerables de insectos lo mismo que para alimentar animales, por su alto contenido de proteínas sirven de alimento, ejemplos: las larvas de moscas comunes *Musca spp.* (Dipt. : Muscidae) para alimentar aves, la hormiga arriera en Colombia (*Atta laevigata* (F. Smith) (Hymenopt. : Formicidae) que se consumen fritas, en México ciertos chinches acuáticos, en Jamaica grillos. También en muchos países se utilizan para engordar animales domésticos y se ha dicho que más o menos las 2/3 partes sirven de alimento a aves silvestres y las 2/5 partes a los peces, por eso se utilizan como carnada para pescar.

Insectos con valor estético: El valor estético de los insectos compite con el de pájaros, y el de las flores. Los artistas, las modistas y decoradores utilizan ampliamente los insectos como adornos.

Insectos con valor científico: Los insectos le han enseñado al hombre a resolver fenómenos naturales de difícil solución. Gracias al conocimiento de la fisiología, sicología y sociología. Por ejemplo, algunos insectos se pueden utilizar como indicadores de la contaminación de las aguas y de los recursos naturales.

INSECTOS: BENEFICOS Y DAÑINOS.

Muchos de los escritos sobre los insectos hablan de su acción dañina, sin embargo no necesitamos estudiarlos profundamente para distinguir que existen otros que son amigos del hombre, hasta hace poco tiempo los agricultores no sabían que muchos de los insectos que permanecían en sus cultivos, no sólo eran inofensivos, sino que estaban dedicados a controlar a los dañinos. Esto nos lleva a deducir la falta de conocimiento de los insectos benéficos que viven a expensas de otras especies. Hoy en día el hombre maneja gran número de especies que reportan beneficios generales, a los vegetales, animales y aún al hombre.

Acciones benéficas de los insectos.

Productos útiles elaborados por los insectos:

El que más se conoce por muchos siglos es la producción de seda, insectos muy poco conocidos, pero sí por su producción del hilo (secreción) de seda con el cual los fabricantes producen telas muy finas y apreciadas por la gente. Esto fundamenta la cría de este insecto *Bombys mori* (Linn) (Lep: Bombycidae) en Japón, China y países de Europa, en Colombia es muy incipiente.

Otro producto esencial en la vida humana es la producción de miel y cera por la abeja, *Apis mellifera* (Linne), (Hym: Apidae), una abeja debe realizar un promedio de 120 viajes a visitar muchas flores para lograr un kilogramo de miel.

La goma laca o "shellac" secretada por el insecto *Laccifer (Tachardia) lacca* (Kerr.) (Hom: Coccidae), que se encuentra en los árboles de la India, otras especies se encuentran en el Brasil. Este producto se utiliza para la fabricación de barnices, tintas litográficas, lacas y otros objetos como discos fonográficos y juguetes. Además, las cochinillas de los cactus, *Dactylopius coccus* (Hom: Pseudococcidae) producen colorantes utilizado para

cosméticos, coloración de bebidas, pasteles, dulces y en medicina; este colorante ha sido reemplazado hoy en día por sintéticos.

Por la acción de los polinizadores se fertilizan las flores, sin la cual no sería posible la formación del fruto y de la semilla para obtener abundante producción agrícola. Los insectos reconocen las flores por sus colores, su olor y su corola, el polen y el dulce líquido que producen las flores, les sirven de alimento a muchos de ellos.

El higo (breva) de Esmirna en el Asia, tiene forma cónica llena de diminutas flores y solo tiene una pequeña abertura por donde penetra el diminuto himenóptero *Blasthophaga psenes* (Linn), sin esta polinización el higo no formaría semilla, ni la parte carnosa que envuelve a estas y su sabor sería poco agradable.

Otros beneficios de los insectos son:

El *Palembus* sp. (Col: Dermestidae), plaga del maní *Arachis* sp. utilizado en efusión para curar el asma, el cuerno de algunos escarabajos en efusión mitiga los dolores y convulsiones, algunos coccinélidos se utilizan contra los cólicos y el sarampión. Ciertos escarabajos o coleopteros que contienen cantaradina, sustancia volátil y que se encuentra en los órganos genitales de estos insectos en una forma concentrada a veces llega al 2.5% del peso seco del escarabajo, es de sabor ácido, utilizado como diurético o afrodisíaco en cantidades pequeñas, en grandes cantidades se puede utilizar como subeficiente. Este producto se obtiene comercialmente de la "mosca española" *Lytta* sp (sinónimo = *Contharis*) *vesicatoria* (Col: Cantharidae). La cantaradina bebida en dosis tóxicas da lugar a una grave irritación gastrointestinal con náuseas, vómitos, diarrea, calambres y ocasionalmente colapsos.

Aquellos insectos que producen agallas en ciertas plantas, que son valiosos en el comercio por la cantidad de ácido tánico, el cual sirve para curtiembre de pieles.

Hay insectos que viven en el suelo y constituyen en valiosos elementos para cambiar la textura del suelo. También existen insectos que ayudan a eliminar malas hierbas, de este caso se puede dar un ejemplo de buen éxito que sucedió en Australia en el control de la maleza *Opuntia* sp. , por *Cactoblastis cactorum* (Lep: Phycitidae).

Finalmente se encuentran los insectos que por su acción depredadora y parasitoide constituyen un valioso elemento para mantener el balance en las poblaciones de insecto, principalmente en la agricultura, sin su ayuda al hombre sería incapaz de poder controlar los problemas producidos por ellos, es un complemento principal en el llamado control integrado, su acción es muy espectacular, y en ocasiones pasa desapercibida.

Se conocen como Depredadores, aquellos que capturan y devoran a otros insectos, son más grandes que sus presas, y para cumplir su ciclo vida necesita varias presas; por ejemplo, las "mariquitas" o coccinélidos, chrysopas, algunos chinches, avispa, syrphidos, etc..

Los parasitoides se alimentan dentro del cuerpo o sobre el hospedero y solo necesita de uno para desarrollar todo su ciclo de vida, generalmente el parasitoide es más pequeño que éste, también se encuentran muchos ejemplos como tachinidos (Díp.), braconidos (Hym.), etc.

Acciones dañinas de los insectos

Los insectos atacan toda clase de plantas, animales y al hombre, debido a que el progreso del hombre se ha basado en la modificación del medio ambiente y al mal manejo de las plantas que ha contribuido a la diseminación y reproducción de los insectos plagas.

DAÑOS A LAS PLANTAS:

Por el intento de proveerse de alimento, los insectos se constituyen en los principales rivales del hombre. Las pérdidas producidas por los insectos en la agricultura son apreciables. Los daños puede realizarlos arrancando, triturando y masticando el follaje, tallos, cortezas, raíz y frutos, los insectos tienen esta modalidad de daño se dice que son masticadores, entre ellos tenemos: las larvas de muchos lepidópteros como *Spodoptera* spp. (Lep: Noctuidae), chapules como *Conocephalus* sp. (Orth. Tettigonidae), Chrysomélicos como *Diabrotica* spp. (Col: Chrysomelidae), etc.

Pueden también hacer daño chupando la savia de las plantas, es el segundo grupo en importancia, ya que se alimentan de las partes tiernas de las plantas en crecimiento, chupando la savia de las células, estos insectos se les llama picadores-chupadores, también pueden atacar todas las partes de la planta, tenemos como ejemplos: pulgones como *Aphis* spp. (Hom: Aphididae), chicharras como la *Quesada* sp, (Hom: Cicadidae), los chinches de las plantas, como el *Antiteuchus* spp (Hem: Pentatomidae), etc.

Otro daño que causan es taladrando o abriendo galerías en los troncos, ramas, frutos, hojas y raíces, estos insectos se consideran las peores plagas, pues se alimentan dentro del tejido de la planta durante todo o parte de su ciclo, el hueco que hacen para introducirse en el interior de la parte atacada siempre es pequeño, con frecuencia invisible, generalmente un agujero grande en el fruto, semilla o tronco indica por donde el insecto ha salido. Según la forma de ataque se pueden distinguir los siguientes grupos: barrenadores, los que hacen galerías en la parte atacadas. Ejemplos: barrenadores de la caña de azúcar, *Diatraea* sp (Lep: Pyralidae), barrenador de la uva, *Anphicerus* sp. (Col: Bostrichidae) etc.; minadores que hacen galerías superficiales en las partes atacadas y se conocen como serpentina, dibujantes, Ejemplos: minador de la soya *Liriomyza* spp (Dip: Agromyzidae), etc.; los pasadores de los frutos, los cuales atacan sus interiores destrozando toda la pulpa de la fruta, Ejemplos: pasador de la guayaba o del mango *Anastrepha* spp (Dip: Tephritidae), el pasador del frijol *Zabrotes* sp, (Col: Bruchidae), etc.

Los que atacan raíces o tallos subterráneos pueden ser masticadores, chupadores y barrenadores, pueden pasar todo el ciclo de vida en el suelo o por lo menos un estado de la vida del insecto que no es subterránea, es el caso del gusano alambre *Conoderus* sp. (Col: Elateridae), que ataca la semilla del maíz y algodón, cuando están en el suelo, otros ejemplos de los casos anteriores y que ataca la raíz de la mayoría de cultivos semestrales es el *Agrothis* sp. (Lep: Noctuidae), lo mismo sucede con el picador del tubérculo de la yuca, *Cyrtomemus* sp. (Hem: Cydnidae), etc.

Entre las formas de ovoposición, algunos colocan los huevos en cualquier parte externa de la planta, y otros introducen sus huevos dentro de la parte atacada, con el fin de estar en un sitio confortable y tener inmediatamente el estado inmaduro el albergue y la abundancia de alimento que requiere, se puede decir que los insectos saben donde colocar los huevos, para que continúe la progenie, sin ningún impedimento.

Hay otros que utilizan parte de la planta para fabricar sus nidos o para su alimentación, como la hormiga arriera *Atta* sp. (Hym: Formicidae), en casos que no puedan buscarlo por el cambio de los factores abióticos.

Por último tenemos los insectos que llevan organismos causantes de enfermedades (hongos, virus, bacterias y protozoarios) y su acción es infectándolos en los tejidos vegetales por su acción picadora o también por las heridas hechas a través de las cuales pueden penetrar los patógenos, hay casos de insectos que depositan hongos en la parte externa de la planta por la forma de mutualismo que existen en algunos de ellos.

DAÑOS CAUSADOS AL HOMBRE Y A OTROS ANIMALES.

Los insectos atacan todas las formas de vida animal, desde los protozoarios hasta el hombre, con algunas excepciones como los equinodermos (estrella de mar, etc.).

Algunos viven en el cuerpo como parásitos externos o internos, en forma de adultos o de huevos, actúan también volando o caminando sobre ellos, entrando a los ojos, oídos, al tubo digestivo y a la nariz, muchos de estos insectos pueden llevar otros parásitos como gérmenes patógenos (virus), infectando al hombre o animales domésticos, además de propagar estas enfermedades, pueden también hacerlo dejando sus secreciones sobre los alimentos, o en los utensilios de mesa o cocina; también pueden ser perjudiciales, por su acción ponzoñosa que algunos insectos tienen, principalmente en los himenópteros del grupo aculeata; otros lo hacen por medio de sus pelos urticantes, con el aparato bucal, aplicando a la piel sustancias cáusticas o corrosivas.

Hay insectos que también destruyen, o deprecian los productos almacenados, y otros materiales que el hombre posee, incluyendo ropa, muebles, toda clase de maderas, cables telefónicos, colecciones de diversas índoles, drogas, etc. Esto conlleva al aumento de pérdidas económicas y se catalogan en el tercer grupo que más daño hace al hombre.

RAREZAS DEL MUNDO DE LOS INSECTOS.

Todas las rarezas de los insectos, no son más que adaptaciones, morfológicas para poder perpetuar su especie.

Los insectos tienen gran variabilidad de tamaño, los más grandes se encuentran en el orden Lepidoptera, como *Coscinoscera hercules* (Noctuidae), encontrada en Australia que mide 0.25 m²; *Thisania agripina* (Noctuidae), cuyo hábitat se encuentra en el Amazona (S.A), y tiene una envergadura hasta de 35 cm, el macho del coleoptero *Megasoma* sp.

(Scarabaeidae) mide 12 cm, se encuentra desde Centro América hasta la Amazonía Colombiana, en la zona de Anchicayá (Valle, Colombia) se encuentran algunos coleopteros de 13 cm de longitud; los más diminutos los podemos encontrar en el Orden Homoptera en las familias Aphididae (Afidos) de 2.5 mm en las escamas Diaspididae de 500 micras y algunos coleópteros como el *Ptilus* sp de 0.25 = 250 micras. Folsom para indicar la variabilidad en el tamaño de los insectos dijo: "Algunos insectos son más pequeños que los protozoarios más grandes y más grandes que los vertebrados más pequeños".

Hay insectos que el tamaño tan pequeño les permite acciones de fuerza y agilidad, ejemplo: las patas de la pulga, miden aproximadamente 1.27 mm, y salta horizontalmente cerca de 33.02 cm y verticalmente 19.7 cm, si la longitud de las patas fuera el único factor involucrado para saltar, se esperaría que el hombre con piernas más o menos de un metro saltaría horizontalmente cerca de 213.5 m y verticalmente por lo menos 137.25 m.

Hay cucarrones de la familia Lucanidae, que pueden arrastrar en una distancia corta un peso equivalente a 120 veces el de su cuerpo y colgado de sus pretarsos, soportaría un peso de 83 veces mayor que el suyo, el hombre igualaría estas acciones, si se tuviera un peso de 72.6 Kg., arrastraría 9.6 toneladas y colgado de las manos y pies, soportaría un peso de 13.3 ton.

Un cucarrón, conocido con el nombre vulgar de "grajo*" el *Calosoma granulatus* (Col: Carabidae), se defiende expeliendo un olor repugnante, que se impregna en las manos o en la ropa.

Cuando Alfred Wallace, llegó a las islas del archipiélago malayo en 1857, a recolectar ejemplares de la naturaleza en los bosques de estas islas, sentía el aire embalsamado por un gran aroma, cosa que se le atribuyó al néctar de las flores, pero finalmente comprobó que ese aroma no salía de las flores del bosque sino de una especie de cucarrón de color

verde, púrpura y amarillo de nombre *Therates labiatus* (Col.), que vive en los pantanos de zonas tropical húmeda y se alimenta de insectos que visitan flores, el olor producido por éste cucarrón atraía más insectos a la zona para ser devorados.

Muchos mantidos (rezanderas) utilizan sus colores para obtener su alimento, también tienen la característica de mimetizarse tomando las formas de hojas o flores y sus colores pueden atraer los insectos polinizadores y ser capturados con su primer par de patas que son del tipo depredadoras.

Existe en Colombia (Valle) una plaga en caña conocida con el nombre vulgar de la "cabrita de la caña", *Caligo ilioneus* (Lep: Brassolidae), cuyo adulto tiene unos ojos en las alas posteriores por la parte interna, esta característica la utiliza para defenderse de sus enemigos, se posa en la planta patas arriba dando la apariencia de un búho, con sus ojos bien abiertos.

Los conocidos "maría palito" o insectos palos, cuya defensa consiste en semejarse a una rama seca, es decir se tornan inconspicuos, se hace mayor, cuando se encuentra en una planta con ramas secas y de escasas hojas.

En el grupo de los membracidos, que por su forma del cuerpo y vuelo son llamados vulgarmente espinitas o helicópteros, en este grupo tenemos el *Umbonia* sp. (Hom.: Membracidae) que se encuentra mucho en las ramas del "carbonero" (*Calliandra* sp.) ó del "guamo" (*Inga* sp.).

La mariposa "gritona", *Ageronia feronia* Linn (Lep.: Nymphalidae) cuyo hábitat en el estado adulto es las ramas y troncos gruesos de los árboles de mango, saman y principalmente en los que tienen corteza rugosa y de color pardo, o sea el mismo color del cuerpo del insecto, por eso pasan desapercibidas a los ojos de sus enemigos, otra

característica que tienen estas mariposas es que golpean rápidamente con sus alas el tronco produciendo un ruido, de ahí el nombre de "gritona".

Ciertas larvas que por su aspecto corporal y sus colores toman la forma de una serpiente especialmente la cabeza, constituyéndose una forma de defensa para alejar a sus enemigos, hay otros tipos de larvas que construyen sobre el cuerpo estuches o canastas que le sirven de protección física al ataque de otros animales, pero hay insectos que algunas aves por su sabor desagradable no pueden comérselos, pero otras si lo hacen prontamente.

Otro factor importante que llama la atención de los insectos es su variabilidad de hábitat, en los Andes se han encontrado insectos a 4.500 metros de altura; en el Himalaya se han encontrado mantidos (rezanderas) a mucho más altura.

Las ninfas de los "miones" o "salivitas" del orden Homoptera y de la familia Cercopidae (Tomaspididae), están cubiertas por una sustancia espumosa para favorecer su cuerpo de la desecación por el calor y el aire, la espuma es la savia que chupan de la planta donde habitan.

La mosca del nuche (Dip.: Cuterebridae) no coloca directamente los huevos sobre el animal que va a parasitar, sino que busca un intermediario que puede ser un mosquito el cual captura y le deposita los huevos a los lados del abdomen, donde pasa el tiempo de incubación, cuando el mosquito pasa cerca de un animal de sangre caliente como: los perros, vacunos, el hombre, etc., los huevos de la mosca son estimulados por el calor del cuerpo de estos animales, entonces las larvitas del nuche eclosionan del huevo que se encuentra en los zancudos, y caen sobre la piel donde van a vivir ocultos, toda la fase larval, después se dejan caer al suelo donde se forma la fase pupal y de la cual emerge otro adulto.

También pueden vivir en cavernas muy oscuras, en aguas saladas, algunas larvas pasan algunos días en charcos de petróleo, respirando por un tubo muy delgado que saca a la

superficie para tomar el aire, hay otros que viven en barro caliente de algunas fuentes termales que pueden tener temperaturas de 37°C.

DIFERENCIANDO LOS INSECTOS.

En el reino animal los invertebrados ocupan el 80% de los animales conocidos, no tienen esqueleto, pero han formado un caparazón externo denominado EXOESQUELETO. Los insectos (cucarrones, mariposas, avispas, abejas, hormigas, escamas, piojos, etc.), representan el 74% y aquellos que no lo son (alacranes, cangrejos, langostinos, arañas, ácaros, caracoles, lombrices, babosas, etc.) el 6%.

Los insectos los podemos distinguir por ciertas características de forma y fisiología. Tienen el cuerpo dividido en tres partes (cabeza, tórax y abdomen). Los insectos adultos tienen tres pares de patas, uno o dos pares de alas, en algunos primitivos carecen de estas, otros que viven en sociedad pierden también estos apéndices. En esta forma hay muchas diferencias entre los insectos y aquellos animales que se le asemejan.

DIFERENCIAS ENTRE VERTEBRADOS E INVERTEBRADOS.

Vertebrados.

1. Presencia del notocordio (sustituida en el estado adulto por la columna vertebral)
2. Proceso de cefalización
3. Cuerpo dividido en segmentos (cabeza, tronco y cola).
4. Tegumento o piel con diferenciaciones córneas de varios tipos
5. El esqueleto puede ser óseo o cartilaginoso y a veces encontramos formaciones esqueléticas cutáneas (dermoesqueleto)
6. Reproducción sexual, excepto los mamíferos que son vivíparos.
7. No presentan metamorfosis

8. Presentan circulación cerrada
9. Respiración por pulmones ó branquias
10. Número bajo en el Reino Animal el 20%

Invertebrados.

1. Ausencia del notocordio o columna vertebral y de un esqueleto óseo interno.
2. Ausencia de cordón dorsal nervioso hueco
3. Cuerpo dividido en segmentos (cabeza, tórax y abdomen)..
4. En los artrópodos encontramos una cubierta quitinosa y a veces calcificada
5. Poseen exoesqueleto.
6. Su reproducción puede ser agamética por fisión, gemación o fragmentación y gamética.
7. Presentan metamorfosis
8. Presentan circulación abierta
9. Respiración por las branquias y espiráculos
10. Número alto en el Reino animal el 80%

EXITOS DE LOS INSECTOS COMO GRUPO.

Tamaño: Podemos decir que es imposible indicar el tamaño de los insectos, debido a la gran variabilidad de tamaños que existen en la tierra, desde las más diminutas especies hasta aquellas de gran tamaño.

Alta fecundidad: Pueden reproducirse muy rápidamente por el número de huevos que depositan, generalmente varían desde 500 a 5.000 dependiendo de la especie de insecto. Algunos ejemplos: la mosca doméstica (Dipt: Muscidae), la hembra coloca 500 huevos, de estos el 50% son hembras, y cada una de estas colocan en promedio 500 huevos lo que nos da un total de 125.000 individuos entre machos y hembras. Pero en la realidad no sucede esto por los diferentes factores que influyen en su mortalidad, esto puede suceder en todos

los insectos. El número de huevos que ponga una hembra de una especie de insecto nos indica la fecundidad.

Adaptabilidad. Se adaptan muy fácilmente a los cambios que suceden en el lugar donde habitan: ciertos insectos se comportan muy bien a 25°C, esto quiere decir que esa condición es la óptima para su supervivencia, pero si se reduce a 17°C, comienza a disminuir la población y puede llegar hasta el 95% de los individuos. El 5% restante se puede adaptar a ésta nueva temperatura, como también su nueva progenie. Esto le puede pasar a todos los insectos en su hábitat que tienen, como en el agua salada, dulce, caliente (37°C), en plantas, suelo, etc..

Capacidad de desplazamiento: Esta característica le permite a los insectos salir a buscar grandes distancias el alimento, de dos maneras: en forma directa, utilizando los apéndices de locomoción (alas y patas), o indirecta, en un medio de transporte hecho por intermedio del hombre, los animales vertebrados e invertebrados, el viento y el agua.

Régimen alimenticio. La mayoría de los insectos se alimentan de plantas directa o indirectamente, cada especie necesita una cantidad de alimento determinado para completar su ciclo biológico, según este régimen los insectos pueden ser: fitófagos (Herbívoros), los cuales alcanzan el 48.2% del total, los entomófagos o carnívoros, los que se alimentan de otros animales y ocupan el 28% de los insectos, estos están divididos en dos grupos: depredadores (16%) y parasitoides (12%); los ectoparasitoides que atacan a sus hospedante externamente y son el 2.4%; los saprofágos, que se alimentan de materia orgánica muerta y ocupan el 17.3%, fuera de estos se encuentran otros como los coprófagos, endoparasitoides, etc., que ocupan el 4.1% del grupo de insectos.

Ciclo biológico. Es el período o etapa definidas de crecimiento, transformación gradual y continua de un individuo, desde la condición de huevo hasta adulto, por lo general es corta, dependiendo de los factores bióticos y abióticos que lo rodean, es así como algunos

insectos tienen una generación al año otros no llegan a completar una generación en el mismo año.

Según el insecto puede pasar por alguna de las tres formas de metamorfosis generales que existen: la completa (holometabólica-indirecta-endopterigota), cuyas fases son huevo, larva, prepupa, pupa y adulto, la incompleta (hemimetabólica=directa=exopterigota) cuyas fases son: huevo, ninfa y adulto; por último tenemos los insectos que no tienen metamorfosis y se conoce como insectos ametabolos, estos solamente mudan para cambiar de tamaño.

Diapausa. Al no encontrar el medio ambiente apropiado, el insecto en cualquier fase de su vida entra en estado de letargo, desde el punto de vista bioquímico, la diapausa se efectúa por la no-producción de la hormona de crecimiento en la glándula protorácica.

MORFOLOGIA DEL INSECTO.

EXOESQUELETO (Fig. 2). Los insectos y demás animales invertebrados el esqueleto es externo, duro, flexible y toma el nombre de exoesqueleto = integumento = ectoesqueleto. Está conformado por tres capas: cutícula, que es una capa no celular, secretada en gran parte por la hipodermis; la hipodermis, epitelio simple de células hipodérmicas que dan origen a la cutícula y producen el líquido de muda; y la membrana basal muy delgada, de naturaleza no celular, la más interna donde se insertan los músculos.

El exoesqueleto también presenta proyecciones hacia el interior. Estas invaginaciones toman el nombre de Apodemas y proporcionan áreas de inserción a los músculos internos, cada una corresponde a la superficie externa a la formación de suturas cuando es de forma lineal, o fosas si son puntos de depresión.

La parte externa del exoesqueleto también tiene coloración, que se puede agrupar en tres clases:

Químicos o pigmentarios, por la presencia de carotina y melanina, que tienen la propiedad de absorber algunas ondas de luz y reflejar otras, estos pigmentos producen casi todos los colores no metálicos y algunos metálicos. Los colores se clasifican según su localización: cuticulares, generalmente se encuentran en la exocutícula, los más comunes son amarillos, pardos y negros, los cuales son permanentes; los hipodérmicos, localizados en las células de la hipodermis, en forma de gránulos o gotas de grasa, pueden ser amarillos, rojos, verdes o anaranjados y los subhipodérmicos, localizados en la sangre o cuerpo graso.

Los estructurales. Son producidos por cambios físicos de la cutícula (que tienen las formas de láminas muy diminutas y delicadas) por arrugamientos, hinchamientos, producidos por los líquidos que se encuentran en la superficie de la cutícula, que descomponen la luz en diversas longitudes de onda, por reflexión e interferencia, este caso se puede ver en

muchos escarabajos de colores metálicos, pero el ejemplo más común, es el de las mariposas, las cuales tienen cubiertas las alas con escamas de diferentes formas y composiciones.

Se pueden considerar cuatro tipos de coloraciones estructurales: a) Blanco producido por refracción y reflexión de partículas microscópicas, comparadas con la longitud de onda de la luz, que es generalmente transparente, b) Azul de Tyndall, es menos común y se debe a la dispersión de las ondas cortas por partículas del mismo tamaño de la longitud de onda lumínica, generalmente se encuentra en odonatos (Libélulas). c), Colores de interferencia es uno de los tipos más comunes de coloración física, y se produce por la interferencia óptica entre las reflexiones de las laminillas (costillas) superpuestas que componen las escamas (sedas modificadas). En la mariposa *Morpho* sp. (Lep: Morphoidae), las costillas de estructura simple producen colores no metálicos y los de mayor complejidad colores iridiscentes, d), Color por difracción, lo forman las estrías estrechamente espaciadas (de 1 a 2 micras) de la cutícula (Mason 1926-/27; Anderson y Richards, 1962)

Colores de combinación; se producen por las modificaciones estructurales en conjunción con una capa de pigmento, son los más comunes, En los coleópteros de la subfamilia Casidinae, la iridiscencia se produce por una capa de humedad que se encuentra por debajo de la superficie de la cutícula. Estos insectos pierden el color cuando su cuerpo se seca, pero lo recupera cuando se vuelve a humedecer, con tal de que el tiempo de secamiento no sea prolongado.

El exoesqueleto no recubre todo el cuerpo del insecto. Se encuentran algunas regiones membranosas o blandas entre ciertos escleritos y anillos, que permiten el movimiento; lo mismo sucede en los apéndices, y en las uniones al cuerpo por los orificios de inserción para mover los apéndices y anillos, tienen que aplicar las fuerzas producidas por los músculos en piezas de agarre por eso se forman invaginaciones internas del exoesqueleto.

LA CUTÍCULA. Es más ligera que el hueso, pero notablemente resistente a factores abióticos (temperatura, humedad, sequedad, etc.), y bióticos (depredadores, parasitoides, el hombre, etc.). Otra función importante de la cutícula es la de proteger los órganos internos, dar adherencia a los mismos y evitar la evaporación del agua, tiene resistencia a los químicos ordinarios como agua, solventes agrícolas, ácidos fuertes, álcalis y los líquidos digestivos de los animales, aún el hidróxido de potasio hirviendo, el cual disuelve la carne y el hueso de los vertebrados, no destruye ni cambia de apariencia la cutícula de los insectos, puede suceder que la afecta si se continua el tratamiento con el producto por largo tiempo, tiene un índice de refracción de 1.55 y una densidad 1.4 está conformada de 20-60% por dos principales sustancias: la quitina (Polisacárido nitrogenado) de estructura parecida a la celulosa y la proteína, asociadas con la anterior en forma compleja, algunos dicen que se combinan químicamente para formar una glicoproteína, la quitina al hidrolizarse puede convertirse en ácido acético y glucosamina, conocida como un polisacárido nitrogenado o un polímero de residuos de anhídrido-acetil- glucosamina de alto poder molecular, que están unidos por enlaces betaglicosídicos.

Las placas endurecidas de la cutícula de los insectos (Fig. 2) se denominan escleritos, entre éstos se encuentran unas líneas impresas o surcos, los cuales son de constitución blanda y flexible que se reconocen con el nombre de suturas (conjuntiva) encontradas en todo el cuerpo, las localizadas entre los segmentos de las patas y que permiten movimientos fuertes como bisagras, son llamadas articulaciones.

Los escleritos generalmente se pueden mover libremente por la acción de los músculos que están adheridos a sus caras internas.

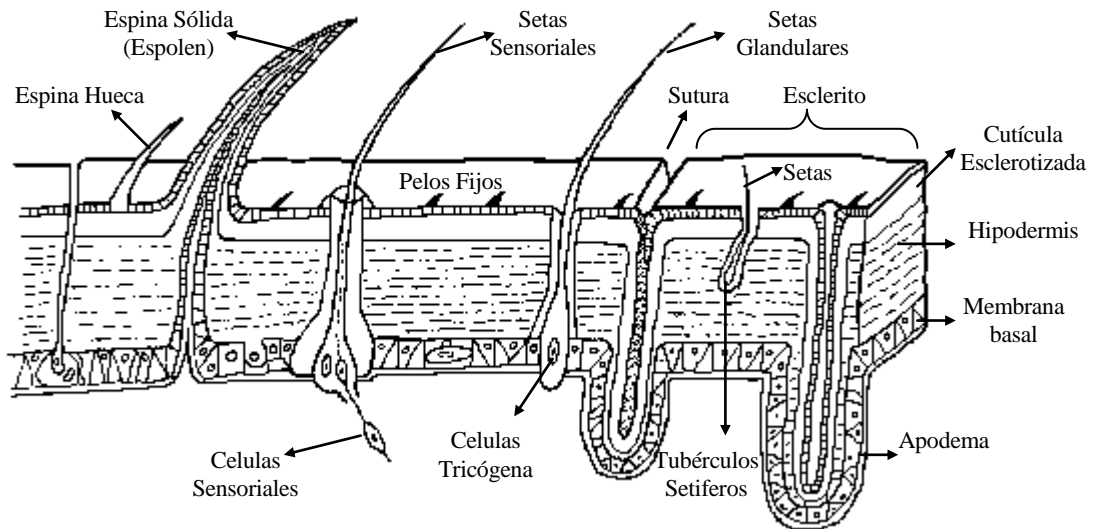


Figura 2: Configuración del exoesqueleto de un insecto

La cutícula (Fig. 3a), está conformada por tres capas bien definidas: la epicutícula que a su vez está compuesta por una capa externa muy delgada, formada por sustancias que protegen al insecto contra la desecación o la humedad alta, y contra la acción de patógenos, es de un espesor de cuatro (4) micras o menos, la quitina está ausente.

La epicutícula es de un espesor de cuatro micras o menos, la quitina está ausente. Según Wigglesworth, V. B. (1947-48), en el insecto *Tenebrio* sp. (Col.: Tenebrionidae) se encontró que la epicutícula comprende cuatro capas superpuestas, la más externa es de naturaleza lipoproteica, la que le sigue de moléculas de cera que les confiere impermeabilidad al agua (Beament, 1945), la tercera una capa polifenólica y la cuarta compuesta de cuticulina, conformada de lípidos de lipoproteínas elaboradas por los aenocitos y transportada a través de las células hipodérmicas.

Es una barrera para obstaculizar la entrada de sustancias polares (solventes) e impedir que el agua salga si se daña la epicutícula, los insecticidas más simples tienen efecto abrasivo sobre estos.

La epicutícula está compuesta de apéndices cuticulares (Fig. 2), salientes o protuberancias que están conectadas a ella por medio de suturas membranosas, éstas son setas y pelos que se forman por células de la epidermis (células tricógenas), las cuales proyectan hacia el exterior dichas prolongaciones, donde están insertadas se conocen con los nombres de tubérculos setíferos.

Las setas o pelos pueden tomar los siguientes nombres según su especialización: escamas, pelos modificados, setas (macrotiqias) conocidas como pelos, pelos de cubrimiento los cuales pueden ser plumosos o rígidos, setas sensoriales que están conectadas al sistema nervioso, setas glandulares que usan los insectos para darle salida a la secreción de glándulas hipodérmicas y espuelas que se encuentran en las patas de muchos insectos y son de origen multicelular, se parecen a espinas fuertes. Además de estos apéndices la epicutícula tiene procesos cuticulares salientes y están rígidamente conectados con la cutícula, estos son: las microtiqias (pelos fijos), bastante pequeñas, tienen ausencia de articulación basal y las espinas producidas por células hipodérmicas de origen multicelular. Existen además las uñas que son móviles, arrugas, y relieves ornamentales, todos ellos de gran utilidad para el estudio taxonómico de los insectos.

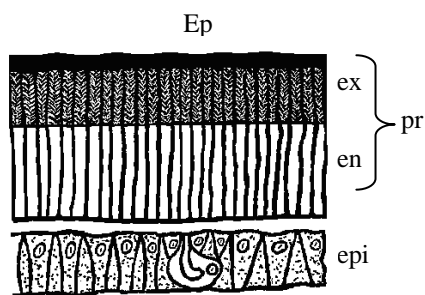


Figura 3a: Estructura de la cutícula de un insecto: ep: epicutícula, ex: exocutícula, en: endocutícula, epi: epidermis, pr: procutícula.

La pro-cutícula (Fig. 3a), ó capa interna está formada por dos capas, una externa y a menudo más oscura, llamada exocutícula dura y pigmentada la otra interna llamada endocutícula, ambas ricas en glicoproteínas y sustancias colorantes, producida por las células hipodérmicas, de estructura

transparente, pueden ser también gruesas y rígidas, la procutícula puede formar el 95% del espesor total la cutícula, con contenido alto de quitina. La rigidez de cierto tipo de

cutícula, se debe a una proteína denominada esclerotina, presente en la zona externa de la procutícula. La impermeabilidad de la cutícula se debe casi totalmente a la epicutícula.

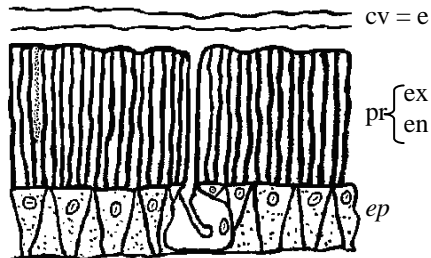


Figura 3b: Estructura de una cutícula nueva: cv = e: cutícula vieja o epidermis, pr: procutícula ex: exocutícula en: endocutícula, ep: epidermis.

El fenómeno de muda es conocido también como “ecdise” Figura 3b. Algunos autores dicen que es una necesidad del insecto de descartar una cutícula “vieja” por una nueva ya que la cutícula y el cuerpo se estiran, para otros sirve para dar una cubierta más amplia al insecto tan extensible como la anterior.

En la muda se puede observar en forma general los siguientes pasos: (Figura 3b).

Inicialmente ocurre una separación entre la cutícula vieja y la epidermis, las células de ésta crecen y se multiplican, lo mismo sucede con las células hipodérmicas, estas secretan enzimas y se inicia el proceso de “digestión” de la cutícula, los materiales resultantes son absorbidos por las células hepiteliales

Las células epidermales comienzan a producir la nueva cutícula las demás capas de la epicutícula van siendo depositadas a medida que se van formando las capas “quitinosas”. Cuando la nueva cutícula está completamente diferenciada, las glándulas dermales depositan sobre la cutícula sus sustancias formando una capa de cera.

Formada la nueva cutícula el insecto se libra de la vieja, esto sucede con la ruptura de la “línea ecdisial” que extiende por el dorso del tórax. Por algún tiempo la cutícula puede ser expandida mediante la ingestión de agua o por aumento en el volumen ayudado por la presión de la sangre, lo último que sucede es el oscurecimiento y endurecimiento de la

cutícula nueva. Durante la formación de la nueva cutícula el espacio entre las dos es ocupado por el “fluido de la ecdise” cuya función es la de disolver la capa más externa de la vieja cutícula..

CLASIFICACION DE LOS INVERTEBRADOS (Filas y Clases).

FILUM PROTOZOO. 30.000 especies, animales de estructura muy simple, hábitat generalmente acuático, pueden ser parásitos, se trasladan por medio de ciliac, flagelos y falsos pies.

Clase Mastigophora: Pueden ser los más primitivos de filum, son causantes de la sífilis, la enfermedad del sueño, mal de chagas; algunos pueden producir bioluminiscencia en los mares cálidos.

Clase Sarcodina: Son patógenos y productores de disentería, son conocidos como amebas, se pueden enquistar en una cápsula calcárea.

Clase Sporozoa: todos son parásitos, ejemplo: los glóbulos rojos de la sangre humana son parasitadas por el *Plasmodium*, causante de la fiebre palúdica.

Clase Ciliada: Son los más numerosos y de organización más elevada, tienen dos tipos de núcleos celular, uno regula las funciones vegetativas y el otro las reproductivas.

FILUM PORIFERA. 15.000 especies, se conocen con el nombre de esponjas son animales pluricelulares muy simples, hábitat piso marino; tienen cavidades internas comunicadas por una serie de canales y poros, se encuentran también en agua dulce, se alimentan de partículas de alimento que filtran del agua y que succionan por los poros; las esponjas madres producen larvas, que se adhieren a una superficie nueva y allí se desarrollan y se convierten en adulta.

Clase Heyactinellidae: Esponjas cuyo esqueleto está formado de espículas de material silicio o caliza.

Clase Demospongiae: Esponjas coloreadas, con espículas silíceas en número de ocho sin eje o axón, pero con soportes.

FILUM MESOZOA. 50 especies, parásitas de invertebrados marinos, se transportan con apéndices ciliados, son de talla pequeña y formas simples.

Clase Ortonectidos: Tallas pequeñas, cuerpo segmentado, tienen un orificio en la mitad del cuerpo por donde penetran los espermatozoides.

Clase Diciemidos: No segmentados, se encuentran en la orina de los pulpos, tienen larvas ciliadas, su reproducción puede ser sexual o por segmentación del cuerpo.

FILUM CNIDARIA (Coelenterata). 10.000 especies, poseen una cápsula urticante, llamada nematocistos; de hábitat marino, como las medusas, corales y anémonas, en agua dulce se encuentra la hidra, que tiene apéndices en forma de tentáculos.

Clase Hydrozoa: Es el grupo más sencillo, de formas filamentosas y muy flexibles, pueden reducirse hasta quedar en la forma de un pequeño punto, viven en ríos y lagos de aguas frías, forman colonias y están muy relacionadas con la vegetación acuática.

Clase Sciphozoa: En este grupo predominan las medusas (agua-mala) de formas anchas, largas y gelatinosas.

Clase Anthozoa: Los miembros de esta clase como las anémonas y los corales, no tienen estado medusoide; son pólipos complejos y marinos.

FILUM CTENOPHORA. 100 especies, algunos luminiscentes, (azul-verdosa), hábitat marino, flotando en la superficie, tienen una hilera de peines nadadores con los cuales se mueven, por esta razón se les nomina "peinetas de mar"

FILUM PLATYHELMINTHES. 9.000 especies, cuerpo complejo y completo en forma de cinta (gusanos planos), lo utilizan como: receptor y sensorial, tienen simetría bilateral, hábitat suelos húmedos, mar o ríos, parásitos de humanos y animales.

Clase Turbellaria: Las planarias se encuentran en agua dulce, son pequeños gusanos de 2 cm de largo, se encuentran unidas a troncos, piedras, rocas, raíces y sobre vegetales, son muy exigentes en luz.

Clases Trematoda (Duelas) y Cestoda (tenias): Son las fasciolas y solitarias, parásitos del hombre y animales domésticos. Mudan de piel o epidermis por una nueva, desarrollan ganchos y ventosas para adherirse al huésped, pueden parasitar partes externas y porciones internas del hospedante como el hígado. Las tenias viven exclusivamente en el intestino del hospedante.

FILUM RHYNCHOCOELA O NEMERTINA. 750 especies, animales multicelulares, nivel de desarrollo órgano - sistemático, cuerpo vermiforme y contráctil, no segmentado, tamaño de 5.000 a 2.000 mm de longitud, se mueven por medio de cilios, su hábitat es marino, se encuentran sobre anélidos muertos, en moluscos, crustáceos y peces, unos cuantos son predadores de anélidos.

FILUM NEMATELMINTOS (ASCHELMINTHES O NEMATODES). 12.008 especies, cuerpo vermiforme, no segmentado, carente de pared muscular definida.

Clase Rotífera: Submicroscópicos, acuáticos, vida libre, en la parte anterior con una corona de cilios.

Clase Gastrotricha: Casi microscópico, acuáticos, sin corona de cilios.

Clase Kinorhyncha: Pequeños nemaltemintos, marinos, no tienen cilios, con espinas.

Clase Priapulida: Marinos, con cuerpo dividido en dos partes, la anterior llamada proboscis y la posterior que es un tronco rígido.

Clase Nematoda: Ascaris, triquina, oxiuros. De vida libre o parásita, cuerpo circular, sin cilios, es la clase más numerosa en este filum, el grupo dañino ataca generalmente las raíces de las plantas formando nódulos y al hombre, hábitat agua dulce, salada y suelo húmedo.

Clase Nematomorpha: Largos y delgados gusanos, de hábitat marino, conocidos vulgarmente con el nombre de crines.

FILUM ENTOPROCTA. 60 especies, son animales pequeños hasta de 5 mm son muy delicados, se agrupan para formar colonias, dando la apariencia de musgos, apéndices en forma de tentáculos, más o menos treinta, con los cuales se desplazan en el agua dulce ó salada.

FILUM ACANTHOCEPHALA. 300 especies, gusanos multicelulares, parásitos del tracto digestivo de los vertebrados, de 600 a 650 mm, de largo, no tiene sistemas de circulación ni de respiración, el ciclo biológico es complejo, tiene alternancia de huéspedes.

FILUM ECTOPROCTA. 4.000 especies, animales musgos, no segmentados, generalmente coloniales, muy pequeños (0.5 mm de largo), cubiertos por una cápsula inerte, carece de sistemas excretor, respiratorio y circulatorio, son acuáticos en aguas marinas poco profundas, algunas especies viven en agua dulce.

FILUM PHORONIDA. 15 especies, no segmentados, tamaño de 0.5 a 300 mm, viven en un tubo que forman en el fango oceánico de poco fondo, con 60 a 300 tentáculos huecos y

ciliados, con sangre compuesta de corpúsculos que contienen hemoglobina, son marinos sedentarios.

FILUM BRACHIOPODA. 260 especies, animales marinos, tienen dos pares de tentáculos, se asemejan a los moluscos, grupos con formas fósiles importantes.

FILUM SIPHUNCULOIDEA. 250 especies, grupo de animales pequeños, habitan en la arena o en el barro de los mares de poca profundidad, en la parte anterior del cuerpo posee un fleco de tentáculos ciliados, las larvas son del tipo trocófora.

FILUM CHAETOGNATA. 50 especies, gusanos en forma de flecha, con cuerpos pequeños (30-100 mm), transparentes, presentan una o más aletas laterales dirigidas horizontalmente y una caudal, el cuerpo puede dividirse en tres segmentos: cabeza, tronco y región pos anal. Tiene ojos (ocelos) y cerdas sensitivas, son marinos y generalmente se encuentran en el plancton.

FILUM POGONOPHORA. 80 especies, vermiforme, sin tracto digestivo; el cuerpo se divide en tres segmentos, prosoma que lleva 200 tentáculos, el mesosoma y el gran tronco posterior; habitan en perforaciones en el mar, son sésiles en el fango.

FILUM ECHINODERMATA. 5.380 especies, llamados erizos y estrellas de mar, no son segmentadas, tamaños hasta 800 mm, cuerpo cubierto de placas calcáreas móviles o fijas y con espinas, con tentáculos para la locomoción, sin sistema excretor, viven en el mar.

Clase Crinoidea: Llamados lirios del mar, son de cuerpo simétrico, tentáculos ramificados tubulares y sin ventosas, cuerpo cubierto de espinas o pedicelos.

Clase Holothuroidea: De cuerpo alargado por eso se les llaman pepinos de mar, tienen esqueleto generalmente formado por placas microscópicas dispersas, se alimentan ingiriendo arena y lodo a medida que revuelven el fondo del mar.

Clase Echinoidea: Erizos del mar o galletas de mar, viven en medio de la arena, cuerpo en forma de disco, ovoide o en forma hemisférica, placas esqueléticas suturadas, tentáculos tubulares con ventosas en los erizos de mar.

Clase Asteroidea: Estrella de mar, cuerpo deprimido en forma de estrella con cinco o cincuenta brazos más o menos, esqueleto flexible, cubierto por espinas cortas, 15 mm de largo, viven en las profundidades del mar.

Clase Ophiuroidea: Estrellas frágiles, cuerpo con un pequeño disco redondeado con cinco brazos flexibles, tubulares en dos hileras, su hábitat es el mar.

FILUM HEMICHORDATA. 90 especies, los hemichordados tienen simetría bilateral, cuerpo vermiforme, dividido en tres partes: proboscis anterior, cuello medio y tronco posterior alargado; hábitat fondo marino, solitarios o coloniales.

Clase Enteropneusta: Gusanos bellota, vermiformes, solitarios, sin brazos tentaculares, de tamaños grandes, marinos, viven debajo de las rocas o en el lodo de aguas poco profundas.

Clase Pterobranchia: Viven en colonias dentro de tubos por ellos secretados, con brazos tentaculares.

FILUM CHORDATA. Cordados, simetría bilateral, segmentados o no, ampliamente diversos en cuanto al tamaño, la mayoría de hábitat acuático, a menudo sésiles, algunos son solitarios otros viven en colonias.

Clase Ascidiacea: Ascideas, sésiles, solitarios o coloniales, fijas al sustrato del mar.

Clase Thaliacea: Salpas, urocordados libres, son nadadores, solitarios o coloniales, principalmente se encuentran en mares tropicales y subtropicales.

Clase Larvacea: Urocordados especializados, los adultos conservan forma larval incluyendo cola, tamaños pequeños, de cuerpo segmentado, se encuentran en el plancton del mar.

FILUM MOLUSCO. 100.000 especies, llamados caracoles, calamares, ostras y pulpos, son de cuerpo blando, no segmentados, sin apéndices articulados, simetría bilateral, pero algunos tratan de ser asimétricos como los caracoles, algunos presentan el cuerpo cubierto con una concha, la mayoría son de hábito marino, pero algunos son terrestres (caracoles) y de agua dulce, se han encontrado numerosas formas fósiles.

Clase Bivalvia (Pelecypoda): Moluscos, (almejas, ostras, madres perlas), se conocen como bivalvos, tienen simetría bilateral, dos conchas, sin cabeza diferenciada, de hábitat acuático, se alimenta con partículas presentes en el agua.

Clase Monoplacophora: De cuerpo aplanado dorso-ventral, cabeza reducida, tiene evidencias de segmentación, se conocían por fósiles pero se encontraron algunos ejemplares vivos en 1952.

Clase Amphineura (Polyplacophora): Moluscos que tienen una concha formada por placas imbricadas, sin cabeza diferenciada, pata molusco y plana.

Clase Gastropoda: Caracoles con cabeza diferenciada concha en espiral de tipo calcárea, también se encuentra en esta clase las babosas, su hábitat es el agua salada, algunas viven en agua dulce, otras en tierra.

Clase Scaphopoda: Son de hábito marino, enterradas en la arena, con pie y concha en forma de tubo, es una clase relativamente pequeña.

Clase Cephalopoda: De hábito marino, sin conchas, cabeza bien diferenciada y desarrollada, con ojos, las patas modificadas en tentáculo con ventosas, son llamados calamares, pulpos, son los de mayor complejidad, son invertebrados de gran tamaño, son alimentos del hombre en algunas regiones del mundo.

FILUM ANÉLIDO. Su número es más o menos de 8.900 especies, se conocen con el nombre de lombrices de tierra, gusanos marinos y sanguijuelas, tienen simetría bilateral, con apéndices no articulados; son de hábitat marino, de agua dulce y terrestres, segmentos del cuerpo más o menos iguales.

Clase Polychaeta (Archiannelida): Muchos de éstos organismo se han adaptado a la vida terrestre y acuática, los apéndices están reducidos, se mueven por contracciones de los segmentos del cuerpo, son conocidos como lombrices.

Clase Hirudina: Son ectoparásitos, viven en agua dulce y en la tierra, no tienen apéndices de locomoción, se sujetan por medio de dos órganos que actúan como ventosas, se conocen con el nombre de sanguijuelas.

Clase Gephyrea: Su clasificación es dudosa, son formas degeneradas, se pueden encontrar a lo largo de las costas.

FILUM ONCOPODA. Cuyos ejemplares representan el primer gran paso de la formación de apéndices ventrales o patas, en cada uno de los segmentos del cuerpo del gusano primitivo y que les sirvió para su locomoción, esta fase de evolución fue la que originó el Filum Artrópodo. Los siguientes miembros actuales pueden representar esta fase de evolución, pero su parentesco todavía se discute.

Clase Onychophora (Peripatus) (Fig. 4). Muy parecidos a los anélidos, por esta razón algunas veces se encuentran clasificados entre ellos y los artrópodos, poseen una serie de pares de patas con una segmentación débil, en cada segmento del cuerpo, se dice que al principio eran marinos y después se volvieron terrestres, tienen respiración traqueal como los insectos, su cuerpo está dividido en cabeza y cuerpo (abdomen), contienen un par de antenas y no tienen alas.



Figura. 4: Clase Onychophora

Clase Pentastomida (Fig. 5). Se encuentran unas setenta especies, gusanos linguatulidos, cuerpo vermiforme, aplanado, anillado y no segmentado, de 20 a 130 mm, parásitos del tracto respiratorio de los vertebrados, con muchas patas, de hábitat terrestre.



Figura. 5: Clase Pentastomida

Clase Tardígrada (Fig. 6). 280 especies, animales diminutos, gusanos linguatulidos, de un milímetro de largo, cuatro pares de patas en forma de muñón y sus extremos con garfios, se desplazan muy lentamente, carecen de piezas bucales, su hábitat puede ser en el mar o en agua dulce, prendidos de los musgos o líquenes, (no tienen alas), se asemejan a los ácaros, poco conocidos.

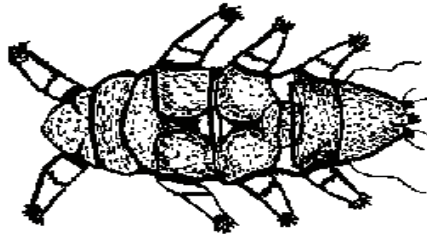


Figura 6: Clase Tardígrada.

CLASES DEL FILUM ARTRÓPODO.

Para reconocer la ubicación taxonómica de los insectos, debemos estudiar el Filum Artrópodo, es uno de los mas evolucionados y numeroso del reino animal, tiene el mayor número de especies descritas distribuidos en todo el mundo, son animales complejos, con exoesqueleto, cuerpo y apéndices articulados, segmentación bien desarrollada, cuerpo dividido en dos o tres segmentos, están unidas por medio de membranas articulares, tienen patas, respiración branquial, traqueal o modificaciones de éstas, viven en todos los medios, ocupan las 3/4 partes del reino animal.

En algunos artrópodos, las características no se hacen evidentes, sino mediante examen minucioso, Por ejemplo, en arañas y garrapatas la segmentación del cuerpo está oculta; en moscas, abejas, los apéndices (patas) pueden estar ausentes en los estados inmaduros. Un estudio de su evolución, se puede observar en la Fig. 7 en la cual muestra como fue aquel organismo en forma de gusano que dio origen al Arbol Genealógico hasta llegar a las Clases:

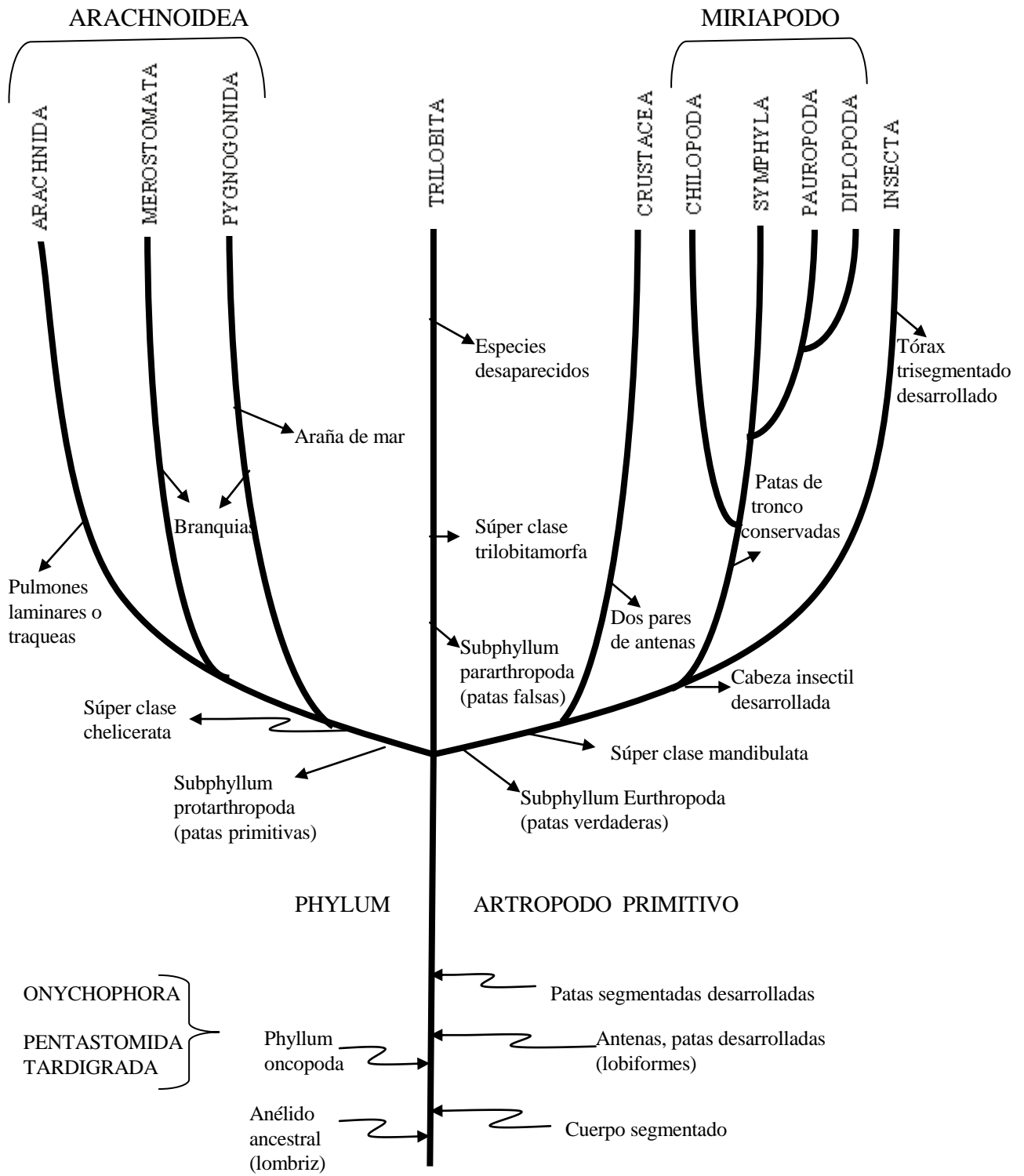


Figura 7: Árbol genealógico supuesto de las clases más importante del Phylum Artrópodo

Pararthropoda. De donde nace la Súper-clase Trilobitamorfa, que se caracteriza por tener falsas patas, de ésta rama se desprende la única clase:

Trilobita (Fig. 8). Especies desaparecidas, pertenecientes a la era paleozoica, se han encontrado fósiles, cuerpo cubierto por un caparazón que los volvían más o menos resistentes, formas y tamaños variables, por lo general eran muy pequeños (5-8 cm y 10 a 15 mm), algunos llegaban a tener 60 cm, fueron de hábitat acuático, se alimentaban de desperdicios. El cuerpo era anillado o segmentado, estaban compuestos de cabeza, tórax y pigidio, surcados longitudinalmente por dos líneas que dividían el cuerpo en tres lóbulos, tenían un par de patas rudimentarias en cada segmento, cierto número de apéndices birramosos, pero su último segmento carecía de estas estructuras. En la cabeza se encontraban: un par de ojos bien desarrollados, un par de antenas largas y segmentadas, no tenían alas, su respiración por medio de branquias.

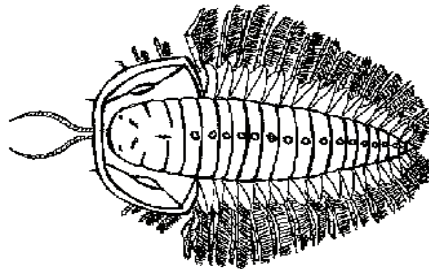


Figura. 8: Clase Trilobita

Protarthropoda: Tienen patas primitivas, aquí se encuentra la super-clase Chelicerata, que tiene el cuerpo constituido por dos partes: cabeza y cuerpo en algunos otros se pueden dividir en: cabeza, tórax y pigidio, las antenas son reemplazadas por cheliceros, de hábitat terrestre o acuáticos, respiración por tráqueas, pulmones laminares o branquias, la mayoría presenta aparato bucal. La superclase comprende varias clases:

Arácnido (Fig. 9). Constituye la clase más importante de la superase Chelicerata, comprende: las arañas, ácaros, garrapatas, alacranes, escorpiones, los pedipalpos, los uropigios y opilones; se calculan unas 30.000 especies en 10 órdenes. Algunos arácnidos son perjudiciales en la agricultura (ácaros), y en la ganadería (garrapatas), otras especies se consideran benéficas, pues depredan insectos y ácaros dañinos.

Los arácnidos son de hábitat terrestre, algunos viven en la superficie del agua, el cuerpo está dividido en dos partes, la anterior llamada prosoma (cefalotórax) y la posterior opistosoma (abdomen), sin antenas, tienen dos apéndices o cheliceros; la presencia de pelos sensoriales los diferencia de otros artrópodos, los pedipalpos también son algo chelicerados, tienen cuatro pares de patas, su respiración es pulmonar o traqueal, ojos compuestos, son peligrosos por las mordeduras que causan y pueden inyectar venenos, en esta clase tienen los órdenes: Scorpionida (escorpiones o alacranes), Araneida (Araneae) (las arañas), Acarina (ácaros y garrapatas)

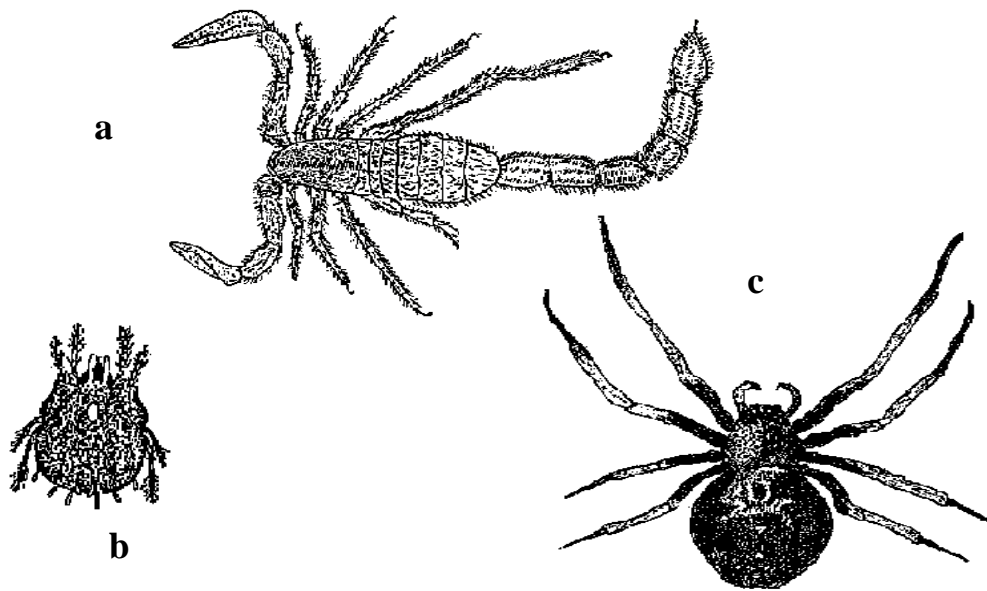


Figura. 9: Clase Arácnida: a: alacrán, b: ácaro y c: araña

Merostomata (Fig. 10). Tenían forma de herradura, cubiertos por un caparazón fuerte, cuerpo dividido en cefalotórax y abdomen, eran de hábitat acuático, su respiración la hacían por medio de branquias, algunas veces la utilizaban como órganos natatorios, para desplazarse con mayor facilidad desde el fondo hasta la superficie, carecía de antenas; tenían cinco pares de patas, las cuales contenían ciertos apéndices en forma de ganchos para sostenerse en el fondo del agua.

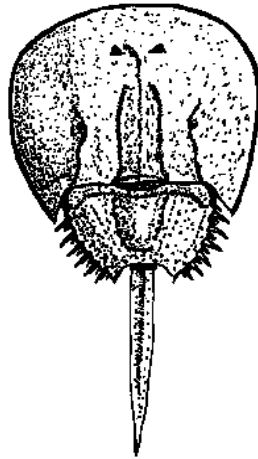


Figura. 10: Clase Merostomata

Pycnogonida (Fig. 11). Con 50 especies llamados pycnogonidos o arañas de mar, de tamaño muy pequeños, se encuentran generalmente sobre las medusas, son marinos, cuerpo dividido en cefalotórax y abdomen, no tienen antenas, boca succionadora y se encuentra al final de una proboscis, tiene muchos pares de patas, sin alas, respiran por branquias. Las tres clases anteriores forman el gran grupo de los Aracnoidea.



Figura.11: Clase Pycnogonida

Euarthropoda. Especímenes que se caracterizan por tener patas verdaderas, dentro de esta división tenemos la superclase Mandibulata (Antenado), los mandibulados casi todos son terrestres, conservan las antenas que pueden ser un par o dos, tienen bien desarrolladas las piezas bucales, su cuerpo está dividido en dos o tres partes, según a la clase que pertenecen, tiene además tres o más pares de patas caminadoras, dentro de esta superclase tenemos las siguientes clases:

Crustáceo (Fig. 12). Viene del latín Crusta que quiere decir Costra, por el endurecimiento del exoesqueleto que posee incrustaciones de sustancias calcáreas, a esta clase pertenece un sinnúmero de miembros que por su alta variabilidad resulta difícil discriminar sus características aplicables a estos individuos, pero podemos dar algunas más comunes como: su hábitat que es marino o de agua dulce, entre ellos se encuentran algunos anfibios (cangrejos, jaibas, langostas, langostinos, camarones y pulgas de agua), otros terrestres como los isópodos (cochinillas o armadillos), los cuales permanecen en lugares húmedos y su alimentación la consiguen en general por la noche, después de abandonar sus nidos.

El cuerpo de los crustáceos está formado por dos divisiones: cefalotórax y abdomen, en algunos individuos el cefalotórax está dividido en cabeza y tórax.

En la cabeza se encuentran dos pares de apéndices que constituyen las antenas. Otras especies tienen cuatro apéndices y les sirven como accesorios para la alimentación y que son un par de maxilas y un par de maxilípidos, tienen ojos compuestos.

El tórax es bastante segmentado, cada uno de ellos con un par de apéndices subdivididos en segmentos, carecen de alas.

El abdomen también se dividió en segmentos, en algunas especies en esta parte tienen apéndices, estos le sirven de patas y su cantidad es variable según la especie.

La respiración en los crustáceos se hace por tráqueas, agallas y a través del cuerpo, rivalizan con los insectos por su variedad de formas, tienen algo de común que es la de cambiar de forma, es decir, tienen metamorfosis en su ciclo vital. Ej. : el langostino que pasa por cuatro estados inmaduros totalmente distintos.

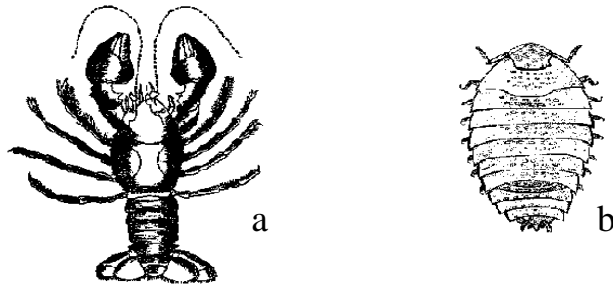


Fig. 12: Clase Crustáceo: a: cangrejo y b: cochinilla de la humedad o armadillos

Grupo Miriápodos. Parecidos a gusanos, se caracterizan por tener la cabeza bien diferenciada, lo mismo las antenas que son bastante desarrolladas la región del tronco alargado. Dentro de este grupo se encuentran las siguientes clases:

Diplopoda (Fig. 13). A esta clase pertenecen los animales que vulgarmente los llamamos milpiés o congorochos (*Parajulius* spp), está dividido en cabeza y cuerpo, éste es cilíndrico, formado de anillos, unidos uno al otro por una parte membranosa, dando la apariencia de estar fusionados con excepción de algunos de los extremos del cuerpo, su aparato bucal está formado por un par de mandíbulas y un apéndice en forma plancha (gnatoquilarario) que se cree está formado por la fusión de las maxilas.

El aparato genital se encuentra localizado en el segundo par de patas. Su hábitat es terrestre y se encuentran especialmente en los desperdicios vegetales y en las partes húmedas, salen a buscar su alimentación especialmente de noche, otras especies viven de plantas vivas y por lo tanto, son de mucho cuidado para ciertos cultivos, tienen un par de antenas bastantes pequeñas que se confunden con sus patas, la cantidad de patas es enorme, pues

estos animales tienen dos pares por cada segmento en que se divide su cuerpo, (carecen de alas), su respiración es traqueal, al ser molestados se enrollan en forma de espiral.

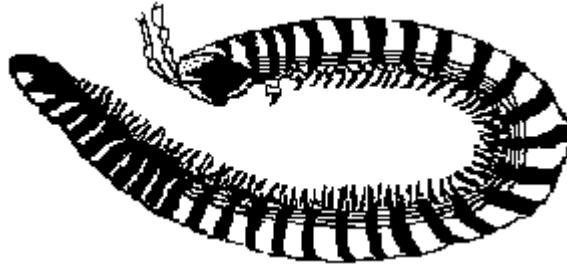


Fig. 13: Clase Diplopoda

Quilópodos (Chilópodos). (Fig. 14). En esta clase se encuentra un animal que llamamos comúnmente ciempiés o escolopendra, son muy parecidos a los diplópodos pero son más aplanados horizontalmente, más peligrosos por tener entre el primer par de patas y la cabeza, ciertos ganchos que pueden inyectar veneno, pero la mayoría son inofensivos, también se diferencian de los diplópodos en que tienen un par de patas por cada segmento en que se divide su cuerpo, el aparato genital se encuentra en el penúltimo segmento, de hábitat terrestre, nocturnos, en el día se mantienen ocultos entre la madera podrida o semihúmeda, se encuentran también en los desiertos, son generalmente depredadores, tienen un par de antenas bastantes largas, un par de ojos compuestos los cuales están formados de facetas simples, carecen de alas, su respiración la efectúan por tubos.

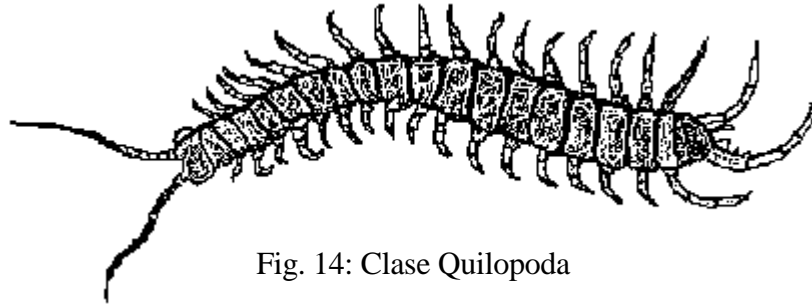


Fig. 14: Clase Quilopoda

Symphyla (Fig. 15). Son muy parecidos a los quilópodos, pero son más pequeños, están divididos en cabeza y cuerpo (abdomen), tienen muchos segmentos de los cuales algunos están fusionados, hábitat terrestre, se pueden encontrar en el humus, en las raíces y plantas en descomposición, algunos son perjudiciales para las plantas de jardinería (*Scolopendrella* sp.), tiene antenas bastante largas, un par de patas situadas en algunos de sus segmentos corporales en forma alterna, el órgano genital se encuentra en el cuarto segmento, carecen de alas, su respiración es por tubos (traqueal).

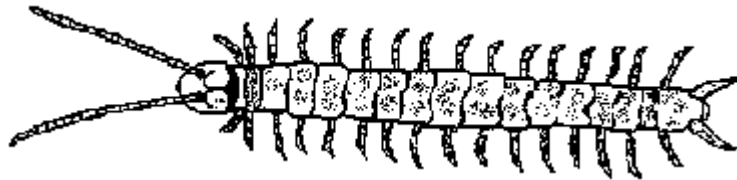


Figura 15: Clase Symphyla

Pauropoda (Fig. 16). En esta clase los ejemplares parecen también gusanos y son muy pequeños, están divididos en cabeza y cuerpo (abdomen), los segmentos que componen su cuerpo están fusionados en pares por la parte ventral, de hábitat terrestre, localizados en el humus, en la cabeza tienen ojos en forma de manchas, tienen antenas bifurcadas, solo en unos pocos segmentos se encuentra un par de patas, sin alas, su respiración es por tubos (traqueal). Además tienen una característica muy parecida a los diplomados y es que su aparato genital se encuentra en el tercer segmento del cuerpo (abdomen). En Estados

Unidos, se encuentra el **Pauropus sp.** Se puede decir en forma general que los Miriápodos han sido muy poco estudiados, a pesar de ser unos animales muy curiosos y diminutos en algunos casos.



Figura. 16: Clase Pauropoda

Insecta o Hexápodo (Fig. 17). Conocidos como insectos, su cuerpo está dividido en cabeza, tórax y abdomen, conocidos también como somitos, tagmas o metámeros, pueden ser segmentados o fusionados, iguales o desiguales, conserva la forma más o menos anular de su antepasado, respiración traqueal, en algunos casos branquial como en los insectos acuáticos.

Los insectos varían en forma y tamaño, algunos son más pequeños que los protozoarios y más grandes que los vertebrados más pequeños; viven en gran variedad de condiciones, en plantas, en agua salada y dulce, sobre animales y el hombre.

Son animales en cuya cabeza se encuentran: los ojos compuestos, ocelos (ojos simples), un par de antenas que varían de longitud y forma según la especie, un aparato bucal de dos tipos, masticador y picador chupador, y otras formas conocidas como sub-tipos.

El tórax es trisegmentado, en esta parte se encuentran localizados los apéndices de locomoción, las patas cuyo número es de tres pares (6 patas), las cuales son articuladas, es decir compuestas por partes y unidas por sus extremos, uno o dos pares de alas de diferentes tipos de estructura (Pterigotos), algunas órdenes carecen de estos apéndices (Ápteros), por ejemplo, Protura, Collembola, Diplura y Thysanura, otros

insectos pierden sus alas en estado adulto, ejemplos: hormigas (Himenóptera), Termitas (Isópteras).

El abdomen o tercer somito se encuentra dividido en segmentos, conocidos también como urómeros (Uritos), que varía entre nueve y once en forma general, pero existen algunos insectos que pueden tener cuatro como algunos Hymenópteros (Chrysididae), seis en los Collembolas y doce en los Proturas, los órganos reproductores se encuentran al final del abdomen.

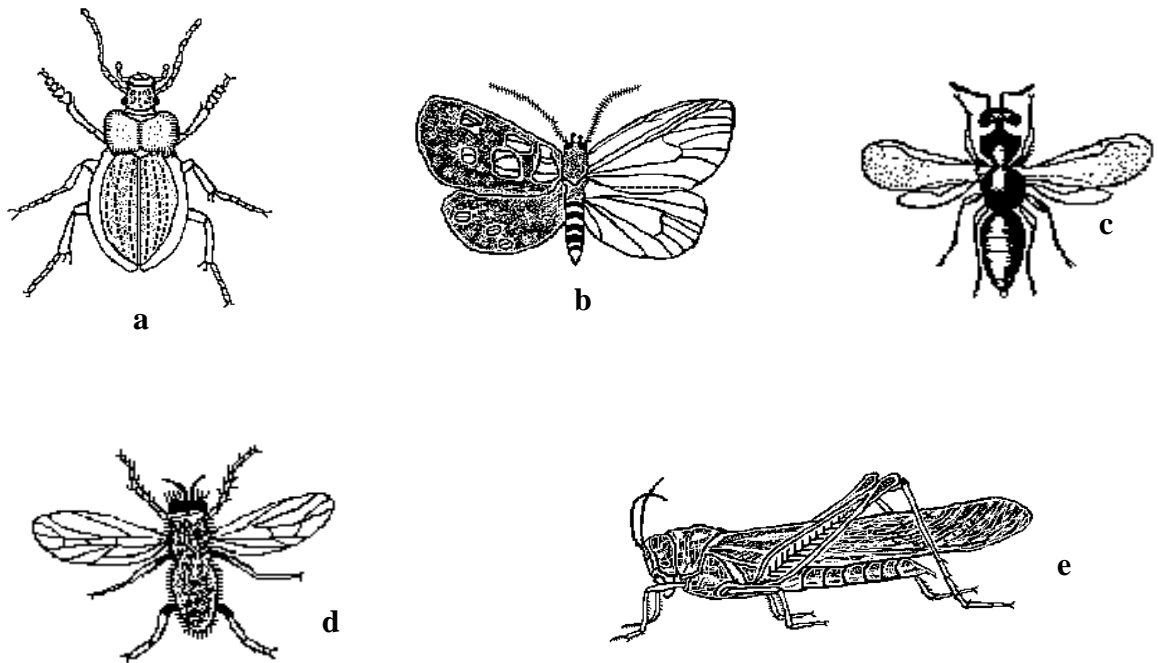


Figura. 17: Clase Insecta ó hexapoda: a: coleóptero, b: lepidóptero, c: himenóptero, d: díptero, e: ortóptero.

CARACTERÍSTICAS DE LOS INSECTOS

1. **PERTENECEN AL PHYLLUM ARTHROPODA.** Es decir, tienen apéndices articulados, son los más evolucionados del Reino Animal, debido a la diversidad de distribución ecológica y al número de especies.

2. **MORFOLOGÍA EXTERNA** (Estructural) (Fig. 18). Por pertenecer al grupo de los invertebrados tienen exoesqueleto quitinoso, formado por un polisacárido secretado por las células epiteliales de la epidermis, que brinda sostén externo y actúa como armadura protectora contra factores del ambiente, golpes, depredadores, parasitoides y agentes infecciosos.
 - 2.1 **Simetría bilateral.** Es decir, que si se traza un plano vertical que pasara por la mitad, las partes serían completamente iguales. Sin embargo, existen algunas especies asimétricas.

 - 2.2 **Cuerpo segmentado.** Constituido por cabeza, tórax y abdomen (partes llamadas tagmas, metámeros o somitos). En algunos grupos los segmentos son indistinguibles.

 - 2.3 **Tres pares de patas.** Por eso pertenecen a la clase hexápoda, son exclusivas del tórax, por medio de estos apéndices se distinguen donde comienza y termina el segundo tagma (tórax).

 - 2.4 **Un par de antenas.** Apéndices segmentados que se encuentran en casi todos los insectos con algunas excepciones, como los del el Orden Protura.

2.5 **Uno o dos pares de alas.** Situadas en el tórax, característica principal que los diferencia de otros invertebrados.

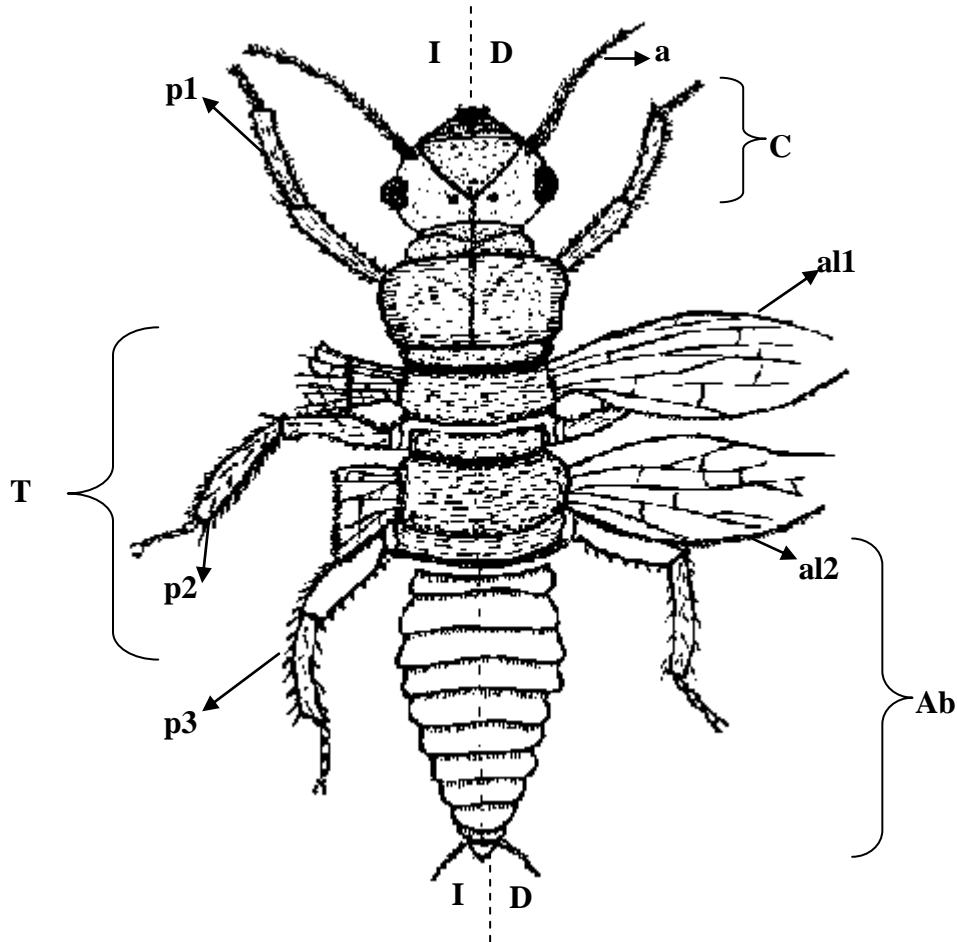


Fig.18: Características externas de los insectos: Simetría bilateral: I: Izquierdo, D: Derecho, C: Cabeza, T: Tórax, Ab: Abdomen, P1, P2, P3: Patas, AL1: Ala anterior y AL2: ala posterior

3. MORFOLOGÍA INTERNA O ANATOMÍA (Fig. 19).

3.1 **Sistema respiratorio:** funciona por medio de branquias, tráqueas (la más generalizada), o por sacos pulmonares.

3.2 **Sistema nervioso:** muy especializados los sentidos pueden encontrarse en los ojos o en las antenas.

- 3.3 **Sistema digestivo (ingestivo):** compuesto por una abertura bucal, divisiones complejas en el medio y terminan en la abertura anal.
- 3.4 **Sistema circulatorio:** puede ser abierto o lagunar, contiene hemolinfa, cuyo papel es el transporte de desechos a los puntos de excreción.
- 3.5 **Sistema excretor:** se encuentra entre el mesenterón y el protodeum, los tubos de Malpighi excretan los desechos intestinales o las glándulas coxales que desembocan al exterior.
- 3.6 **Sistema reproductivo:** en los insectos hay dos sexos, es frecuente el dimorfismo sexual, muchos tienen un apéndice especializado para la fecundación, pero existen algunos individuos hermafroditas. Los insectos son principalmente ovíparos, pero existen formas ovovivíparos y casos de partenogénesis, de poliembrionía y pedogénesis.

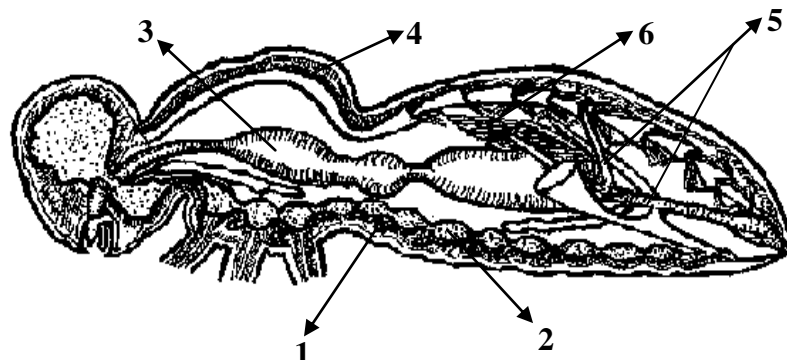


Figura19: **Anatomía Interna:**

1: Sistema respiratorio, 2: Sistema nervioso,
 3: Sistema digestivo, 4: Sistema circulatorio,
 5: Sistema excretor 6: Sistema reproductivo.

4. OTRAS CARACTERÍSTICAS DE LOS INSECTOS.

- 4.1 **Color.** Importante en la determinación de especies, los colores en algunos insectos son por la refracción de la luz, en los estados inmaduros, se debe a la acumulación de pigmentos en la cutícula, o en la hipodermis, en los adultos se deben a estímulos externos como la temperatura, la humedad y la luz. El color puede señalar el dimorfismo sexual.
- 4.2 **Mimetismo.** El insecto adopta una semejanza con otro animal, la coloración del medio o la forma del hospedero. Características que toma el insecto para pasar desapercibido o atacar a sus víctimas. El fenómeno ocurre tanto en los adultos como en los estados inmaduros, principalmente en larvas que toman formas que imitan la cabeza de serpientes.
- 4.3 **Tropismo.** Respuesta a la influencia del medio, puede ser negativa o positiva. Hay varias formas de tropismo: quimotropismo (respuesta a estímulos químicos), fototropismo o (reacción hacia la luz y el color) y el termotropismo (reacción a la temperatura).
- 4.4 **Tamaño.** Se pueden encontrar insectos como la mariposa australiana que cubre un área de 0.25m^2 hasta insectos del orden Coleóptero y Homoptera que miden menos de medio milímetro.

DESCRIPCION DE UN INSECTO

Terminología morfológica.

Para el estudio de la parte externa de un insecto se necesita algún vocabulario técnico que se utilizan en las llaves (claves) para la clasificación y la descripción de las diversas especies, (Fig. 20).

Apéndices. Estructuras añadidas a cualquier parte del cuerpo (antenas, patas, alas,seudópodos, etc.). Pueden estar subdivididos en segmentos.

Apice. Es la parte más extrema o alejada del lugar de inserción de un apéndice en el cuerpo o parte de un segmento más alejado del cuerpo.

Cefálico. Parte anterior, perteneciente a la cabeza porción dirigida hacia el extremo caudal

Dorso = Tergo = Noto (Este último término solo para el tórax). Porción superior del cuerpo o cualquiera de sus partes o apéndices orientados hacia el dorso, generalmente es la parte mayor.

Esclerito. Cada pieza del exoesqueleto, delimitada por suturas.

Esternón = Vientre. Porción inferior del cuerpo o cualquier apéndice dirigido hacia esa parte, el esternón son las placas esclerotizadas (escleritos) de cada segmento que existe en el vientre.

Línea Mesional = Mesón. Plano vertical que divide el cuerpo del insecto en dos partes iguales, derecha e izquierda.

Parte Apical. Es la parte orientada hacia el ápice de cualquier apéndice, pieza o área.

Parte Basal. Es la parte de inserción de un apéndice al cuerpo, o sea la parte más cercana a este.

Parte Distal. Es el extremo o parte libre más distante del punto de unión de un apéndice o pieza.

Porción Anterior. Parte delantera del cuerpo, donde se encuentra la cabeza y cualquier parte orientada hacia la misma.

Porción Caudal. Parte posterior del cuerpo o cualquier porción dirigida hacia el extremo caudal.

Porción Lateral = Pleural = Pleurón. Cada lado del cuerpo, la parte más membranosa, generalmente en este lugar se encuentran las aberturas (espiráculos) por donde respiran los insectos, puede estar subdivididas en varios escleritos.

Suturas. Línea de unión entre escleritos inmóviles, son muy membranosas.

Tagma = Somito = Metameros. Cada sección del cuerpo (cabeza, tórax, abdomen)

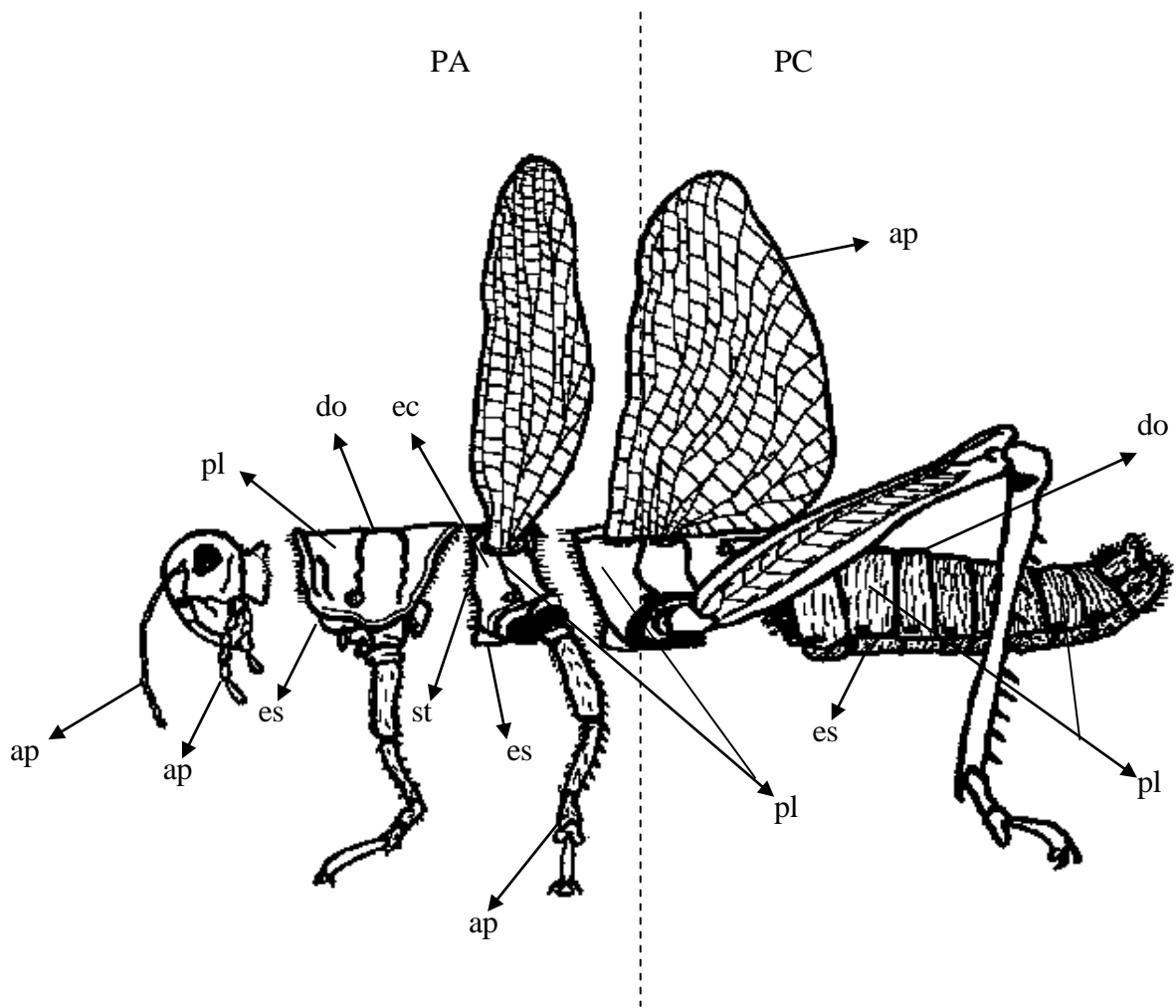


Figura 20: Descripción de un insecto: PA: Porción anterior, PC: Porción caudal, do: dorso, es: esternón, pl: pleura, ap: apéndices, ec: esclerito, st: sutura.

REGIONES DEL CUERPO

La segmentación del cuerpo de un insecto, se agrupa en tres regiones:

CABEZA. La posición de la cabeza y del aparato bucal con respecto al eje longitudinal del cuerpo, se puede dividir en tres formas:

- a. **Hipognata** (Fig. 21). Cuando la cabeza y el aparato bucal forman un ángulo casi recto con el eje longitudinal del cuerpo; es decir, las piezas bucales se dirigen hacia abajo y por debajo de la línea longitudinal.

Ejemplos. Larvas de Lepidoptera: Familia Brassolidae

Larvas de Himenoptera: Familia Vespidae

Adultos de Coleoptera. Familia Scarabaeidae

Adultos de Orthoptera. Familia Tettigonidae

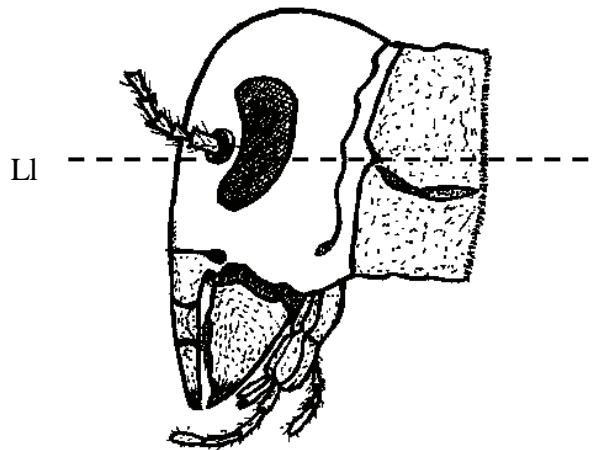


Fig. 21: Cabeza Hipognata: Ll: Línea longitudinal

b. **Prognata** (Fig. 22). La cabeza y el aparato bucal se proyectan hacia delante siguiendo el eje longitudinal del cuerpo.

Ejemplos. Larvas de Neuróptera. Familia Corydalidae

Larvas de Coleóptera. Familia Carabidae

Adultos de Coleóptera. Familia Histeridae

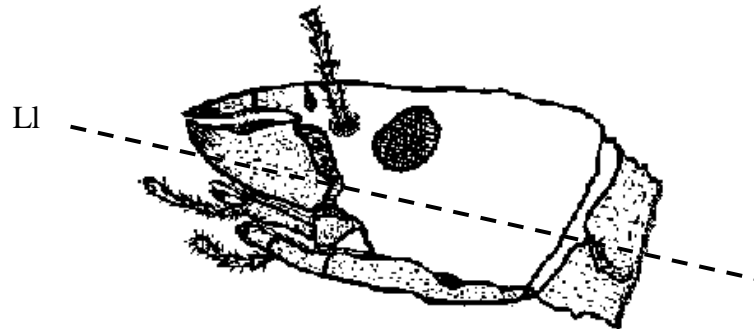


Figura. 22. Cabeza Prognata: Ll: Línea longitudinal

c. **Opistognata** (Fig. 23). La cabeza se proyecta hacia delante, la base del aparato bucal sigue la dirección de la línea longitudinal del cuerpo y la parte media y apical del mismo se dirigen hacia atrás por la parte ventral pasando por el medio del primer par de patas.

Ejemplos: Adultos y ninfas de las órdenes Hemíptera y Homóptera.

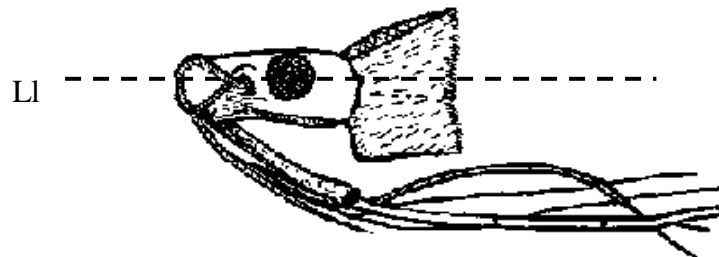


Figura. 23: Cabeza Opistognata: Ll: Línea

Para estudiar ésta parte del insecto, se escogió una cabeza tipo hipognata, por ser la más generalizada y más típica para describir este Tagma (Somito), la cabeza abarca la región

anterior o cefálica, tiene forma globosa de consistencia fuerte y esclerosada, de paredes bastantes duras. Se divide en dos partes: la superior, muy quitinizada, llamada "cápsula" o "cúpula", contiene en su interior el cerebro y en la parte externa los apéndices, órganos, suturas y escleritos; la parte inferior, algo membranosa en donde se encuentran: órganos, apéndices, escleritos y suturas, unidos para formar la abertura oral y el aparato bucal.

Origen. Se dice que el artrópodo primitivo, se originó de un animal de forma anélido, el cual constaba de una serie de segmentos uniformes, su cabeza era de una estructura muy simple y primitiva, situada antes de la boca, conocida con el nombre de Próstoma, que según investigaciones filogenéticas y embriológicas se formó por la unión de los cuatro primeros segmentos postorales, unión que se realizó también y que hoy en día no queda señal alguna en la cabeza de los insectos que nos indiquen el origen de ella.

Algunos investigadores plantean la hipótesis que el primer segmento postoral (segmento intercalar) carecía de apéndices y desapareció en la evolución, sin embargo en su formación embrionaria este segmento y los tres siguientes llevaban apéndices como mandíbulas, maxilas y el labio inferior respectivamente. Otros dicen que la cabeza de los insectos provino después de una evolución del próstoma, formada por seis segmentos, esto debido a que en la parte embrionaria existían apéndices y órganos en cada uno de los primeros seis segmentos de la división primarios de la cavidad del cuerpo. Hay quienes dicen que probablemente los insectos actuales, provienen de un ancestro, cuyos seis primeros segmentos eran diferentes, otros opinan que en estas zonas primitivas se formaron los restantes segmentos para formar por evolución el cuerpo de los artrópodos.

COMPOSICION DE LA PARTE SUPERIOR (CUPULA) DE LA CABEZA (Fig. 24).

AREAS (Escleritos).

Escleritos o áreas endurecidas del cuerpo del insecto, en la parte superior de la cabeza se encuentran las siguientes:

Vertex. Hace parte del epicráneo, se encuentra detrás de la frente y entre los ojos compuestos, limitada por detrás de la cabeza por la sutura del occipucio.

Occipucio. Zona que abarca la mayor porción de la parte trasera del epicráneo, colinda con la cerviz o cuello, consiste generalmente en una zona o área en forma de arco de herradura cuyas partes inferiores laterales reciben el nombre de "post-gena" en algunos grupos existe solamente una placa angosta en forma de estría o está obliterada (obstruidas), rodea la pequeña abertura posterior de la caja craneana, conocida con el nombre de postoccipucio, lleva los cóndilos occipitales, mediante el cual la cabeza se articula con los escleritos cervicales, y en medio de estos pasan los órganos internos que vienen del tórax, esta abertura se conoce con el nombre de foramen occipital o mágnum.

Frente (Front). Se encuentra en la cara anterior, por debajo de las prolongaciones de las suturas laterales (frontales) y la sutura epicraneal (ecdysial), ventralmente está limitada por la sutura epistomal.

Epicraneo. Constituido por las áreas, frontal, vertex y por detrás por la parte posterior de la cabeza terminando en el cuello.

Genas. Arreas que forman cada uno de los lados de la cabeza, es decir, por debajo y detrás de los ojos compuestos, se prolonga hacia la parte posterior de la cabeza, tomando el nombre de pos-gena y lleva las articulaciones de sostén de las mandíbulas (articulaciones condilares).

Sub-genas. Franja estrecha a lo largo de la parte inferior de la gena, realizada por una sutura.

SUTURAS.

Líneas membranosas entre cada esclerito (área) que proporcionan movimientos a éstas áreas, se consideran como desarrollos secundarios, que siguen las obliterancias de las suturas segmentarias originales, las principales en la parte superior de la cabeza son:

Epicraneal. Situada en el epicráneo, en forma de Y invertida, el brazo central toma el nombre de sutura coronaria (tallo epicraneal) o ecdysial, por donde el insecto inmaduro se abre cuando muda, comienza en la parte posterior de la cabeza, atraviesa el Vertex y se bifurca en la cara, donde da origen a los brazos laterales (epicraneales) ó suturas frontales, no son suturas fundamentales de la cabeza, sino líneas asociadas con el desgarramiento de la cápsula en el momento de la muda, estas suturas son más evidentes en los estados larvarios y en algunos adultos. Pueden cruzar regiones diferentes a la cabeza por falta de uniformidad morfológica en los grupos de insectos, son de gran utilidad como punto de referencia taxonómica dentro de un grupo.

Antenal. Donde se incrustan las antenas, hacia la parte inferior se encuentran las suturas sub-antennales.

Ocular. Rodean los ojos compuestos, hacia la parte inferior se encuentra la sutura sub-ocular.

Occipital. Limita el Vertex y las genas por la parte posterior, detrás de ésta se encuentra la sutura pos-occipital, la cual se encuentra en los insectos adultos, tiene forma circular, rodea el orificio conocido como Foramen magno (agujero occipital), por donde penetran los órganos internos que se encuentran en el abdomen, pasan por el tórax y van a la cabeza, sobre esta sutura se encuentran las depresiones (fosas) tentoriales posteriores (metatentorios), lo mismo que los cóndilos occipitales, mediante las cuales la cabeza se articula con los escleritos cervicales que se encuentran en el cuello (cerviz)

Epistomal (Fronto-clipeal). Une la base de la región cefálica con el clípeo y algunas veces se une con las suturas frontales, sobre ésta se encuentra las depresiones (fosas) tentoriales anteriores (pretentos).

Subgenales. Se encuentran en la parte basal de las genas, a cada lado de la sutura epistomal.

Clípeo-labral. Une los dos escleritos que componen el labio superior, el clípeo (epistoma) y el labro.

ORGANOS.

Ojos compuestos. Son órganos grandes y multifacetados, localizados a ambos lados de la cabeza, en la parte dorso-lateral de la cápsula, cada ojo está rodeado por un esclerito ocular en forma de anillo, que le sirve de sostén pues este es de formación dura, pueden presentar varias formas, ser partidos como en los girinidos (Coleóptera), pueden ser adecuados para ver dentro del agua o sobre la parte terrestre, en algunos pueden ser como turbantes (por su forma enroscada), en los machos de los efímeros, en otros pueden ser rotos en varias unidades como en algunas homópteros. El tamaño se puede usar para relacionarlo con el Dimorfismo sexual: en la mosca casera el macho tiene los ojos grandes (Holópticos) y las hembras pequeños (Dicópticos).

En ciertas larvas se pueden encontrar ojos reducidos o en facetas separadas llamados ocularios, pero se encuentran agrupados.

En los insectos adultos los ojos compuestos están conformados por un grupo de omatidios con gran número de facetas de forma hexagonal, algunos investigadores han encontrado en los ojos de las moscas domésticas hasta 4.000 facetas, en libélula 20.000 y en algunos escarabajos 25.000 ocelos. Son órganos visuales, son tres órganos de una sola faceta,

pueden encontrarse en estados inmaduros y adultos, en estos últimos pueden estar presentes en cantidades de uno a tres, situados entre los ojos compuestos, si existen tres están localizados de la siguiente manera: dos en la parte superior simétricamente a cada lado de la línea mesional (ocelos laterales), el tercero se encuentra en la parte inferior sobre la línea mesional (ocelo medio), generalmente dispuestos en triángulo en la región frontal, estos órganos pueden también presentarse sobre tubérculos sobresalientes en exopterigotas, con algunas excepciones en los cuales no se encuentran.

APENDICES.

Algunos son sensoriales y reciben muchos estímulos, como las Antenas. Apéndices que se encuentran unidos a la cabeza, entre los ojos compuestos (frente), es decir en la parte dorso lateral de la cápsula, son segmentados, movibles y articulados en las fosas antenales, tienen diferentes formas y número de segmentos, están presentes en todos los insectos tanto inmaduro como adultos, sin embargo, los insectos del Orden Protura carecen de antenas. Se distinguen dos tipos fundamentales: segmentado, en cada artejo hay musculatura intrínseca, y anillado, tiene los músculos intrínsecos restringidos al primer artejo.

COMPOSICION DE LA PARTE INFERIOR DE LA CABEZA (Fig. 24).

AREAS (Escleritos).

Clípeo. Area de la parte superior del labro, tiene forma de labio, se une a la zona del front, está limitada por el lado de arriba con la sutura fronto-clipeal, donde salen los músculos cibariales dilatadores, nunca se articula con la frente sino que se suelda sólidamente con ella parcial o totalmente, dividido por una sutura transversal en anticlípeo y postclípeo.

Labro (Labrum). Esclerito que cuelga por debajo del clípeo, es libre móvil, unido por la sutura clípeo-labral, cubre más o menos las mandíbulas y cierra la cavidad bucal por el

lado frontal del aparato bucal (masticador), le sirve además como apéndice para llevar el alimento a la boca, esta área es bastante esclerosada y para el oficio que desempeña debe tener gran movilidad, su cara interna forma el frente de la cavidad preoral y se denomina epifaringe (lóbulos), lleva además otros lóbulos erectos, agrupaciones de papilas y sedas sensoriales que los taxónomos utilizan para la identificación de algunas larvas. Por debajo se articula con el clípeo por medio de una conexión membranosa, el conjunto clípeo, labro, apéndices y suturas forma el labio superior.

APÉNDICES.

Palpos. Se encuentran en la parte inferior de la cabeza, salen de las maxilas y del labio inferior y las mandíbulas (1 par) que componen el aparato bucal masticador.

OTRAS ESTRUCTURAS DE LA CABEZA.

Abertura oral. Llamada también cavidad plural o atrio, es el espacio que se encuentra entre la parte superior interna del labio superior, las piezas bucales anteriores y el labio inferior, por esta abertura pasa el alimento que el insecto consume, el aparato bucal varía en tipos y sub-tipos.

Aparato bucal. Comprende dos partes en el tipo masticador: la cavidad pre-bucal y los apéndices bucales; partes compuestas de las siguientes estructuras: el labio superior, mandíbulas, maxilas y labio inferior, las piezas se modificaron, cambiaron o alinearon a través de la evolución y formaron tipos y sub-tipos de aparato bucal.

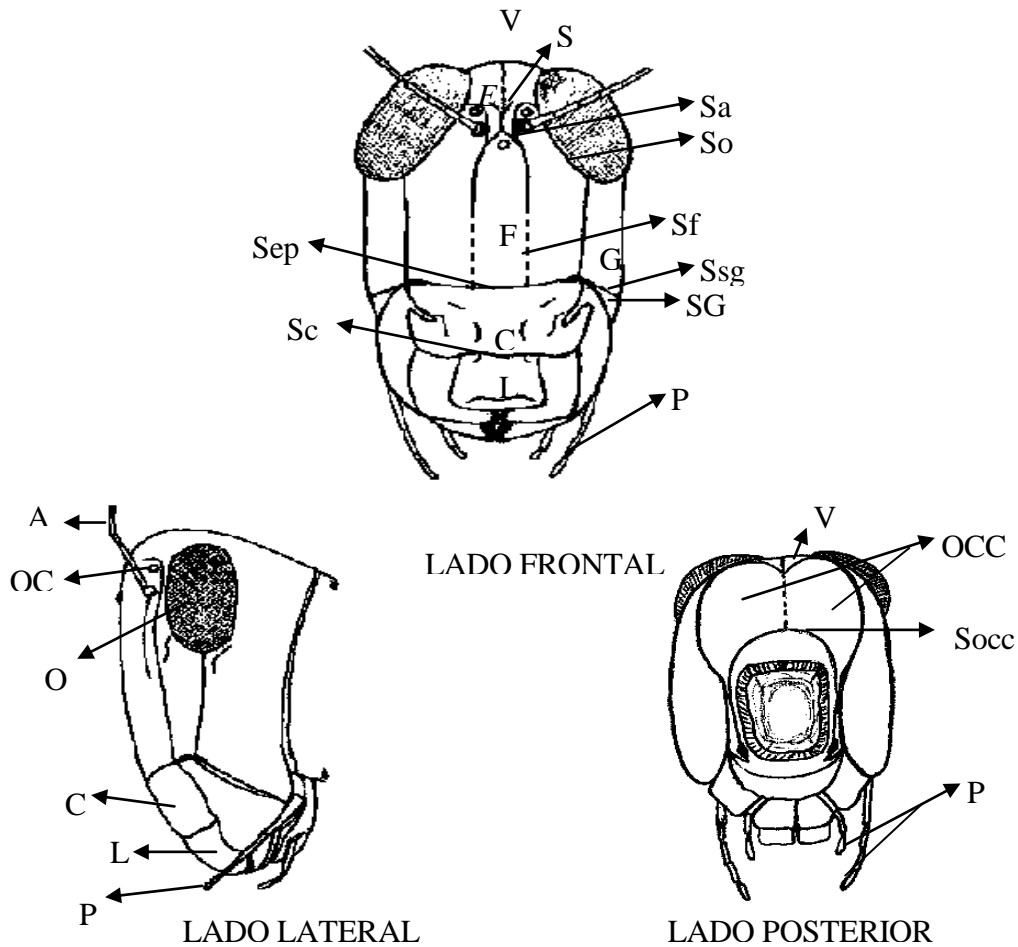


Figura. 24: Morfología externa de la cabeza de un insecto: A: antena, C: clípeo, E: epicraneo, F: frente, G: gena, L: labro, O: ojo compuesto, OC: ocelo: ojo simple, OCC: occipucio, P: Palpos, Sa: sutura antenal, Sc: sutura clipeo-labral, Se: sutura epicraneal, Sep: sutura epistomal (fronto-clipeal), Sf: sutura frontal, SG: subgenal, So: sutura ocular, Socc: sutura occipital, Ssg: sutura subgenal, V: vertex

Trabeculo (Fig. 25). Es una masa redondeada y lobular que protege el cerebro de los insectos y de donde provienen los troncos que sostienen las setas, apéndices externos y móviles, se conocen en conjunto como apodemas esclerosados. También puede ser envaginadores de la pared del cuerpo, situados en la base de las antenas de algunos insectos (Orden: Mallophaga), sirven para percibir estímulos externos.

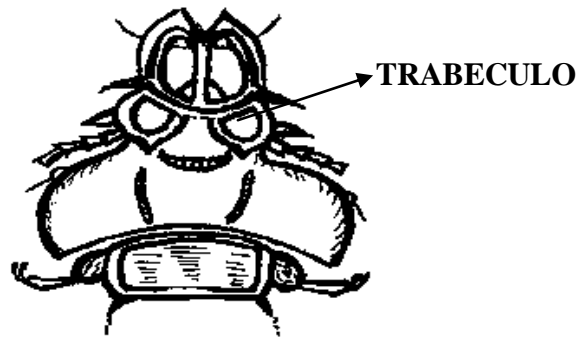


Figura. 25: Cabeza de un piojo (Mallophaga)

Tentorio. La cabeza está reforzada internamente por el tentorio, de formación compleja y proveniente del exoesqueleto. En los antecesores de los insectos apterigotos (sin alas), esta estructura se acrecentó, se fusionaron sus elementos para que hoy en día formen el fuerte endo-esqueleto de la cabeza de los insectos.

El tentorio, consiste en una depresión o estructura interna que refuerza internamente la cápsula cefálica, está formado por dos o tres pares de crecimientos o invaginaciones internas de la pared del cuerpo llamadas apodemas, de constitución bastante esclerosada que se unen para formar un cuerpo o esqueleto cutículas, el cual se arquea sobre el ganglio sub-esofágico, tomando como oficio principalmente el de soporte rígido y que permite la fijación de algunos músculos internos que mueven la cabeza, el aparato bucal, la faringe y el esófago.

El tentorio (Fig. 26). Está constituido por cuatro partes: un par de brazos anteriores, invaginaciones de las fosetas anteriores, las cuales externamente están bien marcadas como hoyuelos en cada extremo de la sutura epistomal (fronto-clipeal), justamente arriba de las articulaciones de las mandíbulas; un par de brazos posteriores, formados por las invaginaciones de las fosas posteriores, las cuales externamente están marcadas como hendiduras en las esquinas caudoventrales de la post-gena, en el extremo inferior de la

sutura pos-occipital que separa los segmentos cerámicos quinto y sexto, estas posiciones quedan en la parte posterior de la cabeza, las ramas (brazos) dorsales que abrazan el tentorio dorsalmente se considera excrecencias secundarias de los brazos anteriores, porque no existe ninguna faceta grande y persistente en la cápsula cefálica, pueden estar o no éstas ramas, si es el caso primero, sus puntos de origen están señalados por manchas o depresiones situadas un poco arriba de las bases de las antenas y cerca de los brazos de la sutura epicraneal, y el corporentorio o masa central que está representado por la proyección

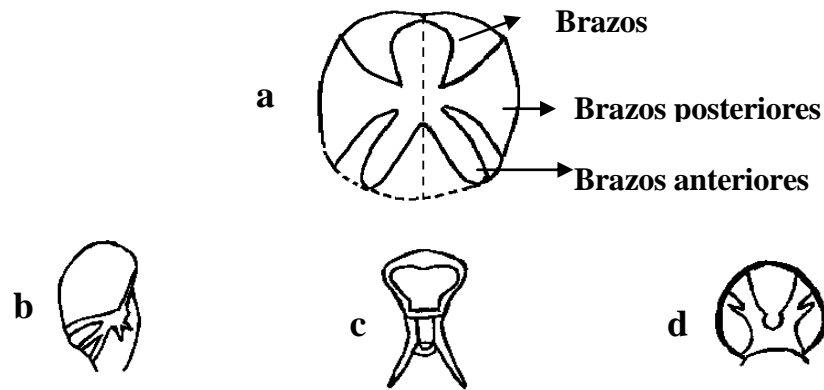


Figura. 26: Tentorios: cápsula cefálica de: a: ortóptera, b: díptera (perfil), c: mecóptera (lado posterior), d: larva de coleóptero (parte dorsal).

interna del exoesqueleto y la fusión de los brazos anteriores y posteriores para formar un esqueleto cuticular el cual se arquea sobre el ganglio sub-esofágico y sostiene la faringe y el esófago. El tamaño y la posición relativa de las piezas tentoriales son diferentes en los grupos de insectos, tanto en pterigotos como en los apterigotos, en los cien pies (Miriápodos) las invaginaciones (apodemas) del exoesqueleto tienen la forma de placas o varillas, a veces conectadas por puentes de músculos filamentosos.

ANTENAS.-

GENERALIDADES. Apéndices de gran importancia en los insectos, segmentados, movibles, se forman durante las divisiones embrionarias (Fig.27). En casos de metamorfosis incompleta, las ninfas las poseen, mientras que los de metamorfosis

completa, el estado larval las poseen muy pequeñas y rudimentarias, son de forma variadas en los órdenes superiores, igualmente su longitud, número de segmentos del flagelo y tamaño, características que se utilizan en la clasificación de los insectos. Son los únicos apéndices prebucales que salen de la cara, en algunas especies existe en estos apéndices dimorfismo sexual, en las antenas se distinguen dos clases: las segmentadas que se caracterizan por tener en cada segmento en que se dividen músculos intrínsecos (Collembola y Diplura) y los anillados típicos de los insectos ectótrafos (Ectognato = con las piezas bucales dispuestas externamente), los cuales tienen los músculos en el primer segmento antenal, el pedicelo provee movimiento al flagelo. Pueden ser extremadamente cortas, casi invisibles para el ojo humano, o más largas que el cuerpo. Las antenas no existen en los especímenes del Orden Protura.

Localización. En forma general las antenas se encuentran localizadas entre los ojos compuestos, en la parte dorso - lateral de la cabeza o en la superficie alta de la misma, llamada Vértex, se articulan en las fosas antenales, las cuales están a veces rodeadas por un estrecho esclerito antenal en forma de anillo.

FUNCIONES.

Apéndices importantes porque en ellos se realizan muchas funciones como:

Órganos sensoriales. Los insectos responden por estos apéndices al tacto, gusto, olfato, vista y oído, pero sus órganos que se encuentran en las antenas son más especializados y perciben estímulos que los animales superiores no los detectan.

Órgano olfatorio. Este carácter en las antenas de los insectos es muy complicado.

Órgano receptor. Como actividad mecánica de la audición, pues percibe vibraciones.

A continuación se explicaran algunas funciones que se han mencionado anteriormente.

Los estímulos de contacto directo (tacto) son tomados por los pelos táctiles, que están en contacto con células nerviosas bipolares, las cuales emiten el estímulo externo al centro nervioso más próximo. Los pelos se localizan en todo el cuerpo, siendo los más importantes los de las antenas, palpos, patas y al final del abdomen en los apéndices llamados cercus.

El olfato y el gusto responden a estímulos químicos, si tienen contacto con las partículas que generan el estímulo. Es más especializado el olfato, ya que las sustancias emanadas son captadas por órganos receptores que tienen unas glándulas que mantienen húmedo el órgano receptor. El gusto se localiza en los apéndices bucales y en la membrana que recubre la entrada del tubo digestivo.

En algunos artejos de las antenas se encuentran elevaciones que presentan aberturas en cuyo fondo se encuentra el órgano receptor de los olores; en otros casos son numerosos poros que se comunican del artejo al aparato receptor de la antena.

La función auditiva es mecánica se origina en los escolopóforos (sensorios o sensilios) o escolopales, que al reunirse forman los órganos cardotonaes, órganos de los sentidos y presentan células sensoriales muy profundas, cuyo proceso distal es prolongado, formando un bastoncillo para la percepción de sonidos, los órganos cardotonaes se pueden encontrar en las fibras ya que las terminales de estas se unen a regiones tegumentarias llamados “tímpanos”.

En el segundo artejo o pedicelo de las antenas se encuentra el órgano de Johnston llamado oído según Meyer, su actividad es la de percibir vibraciones y movimientos del resto de la antena para distinguirlos de las producidas por la corriente de aire.

COMPOSICION (Segmentos).

Escapo. Primer segmento basal, el cual lleva en el extremo inferior una pequeña protuberancia de unión con la cabeza del insecto llamado bulbo, el cual se une a la cabeza por la fosa y el esclerito antenal.

Pedicelo. Es la más pequeña de las tres divisiones, en algunos casos puede estar dividido.

Flagelo = Clavola. Es más largo que las anteriores, puede o no estar subdividida, en este último caso, puede tener funículo o parte alargada que puede soportar el fragmento terminal de las antenas (maza).

El último segmento determina los tipos de antenas según el número de subdivisiones, formas y tamaños que tome esta parte. En la superfamilia Chalcidoidea (Hymenoptera), el flagelo se divide en tres zonas: segmento anular, funículo y clava (Fig. 27).

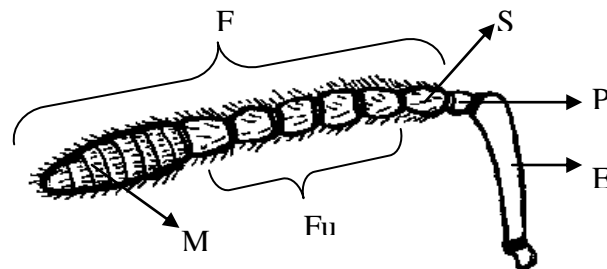


Figura. 27: Composición de una antena: E: escapo, F: flagelo, Fu: funículo, M: maza, P: pedicelo y S: segmento anular

TIPOS DE ANTENAS.

Filiforme (Fig. 28). En forma de hilo, segmentos (artejos) pocos o muchos, generalmente no presentan contracciones prominentes en la unión de cada artejo, son de diámetro casi uniforme en toda su longitud, con frecuencia son muy largas y las más comunes se

encuentran en los Ordenes Ortoptera, Lepidoptera, Isoptera, Homoptera, Hemiptera, Dermaptera, Anoplura, Trichoptera, Diplura, Plecoptera, Embioptera y Zoraptera.

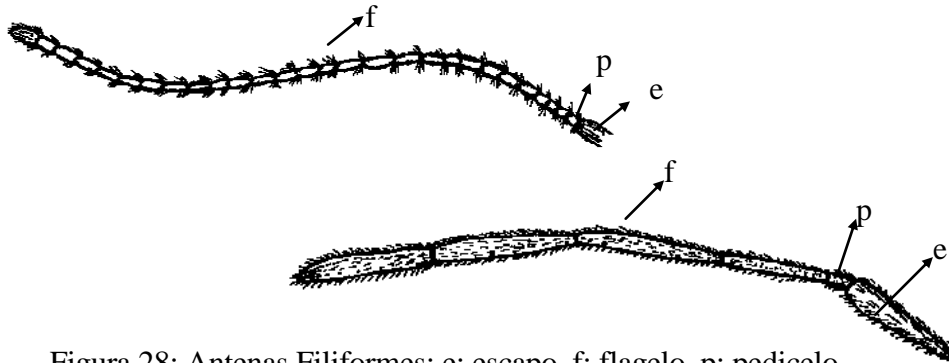


Figura 28: Antenas Filiformes: e: escapo, f: flagelo, p: pedicelo.

Clavada (Claviforme) (Fig. 29). Tiene la forma de una clava (masa) o basto, sus segmentos gradualmente van aumentando de diámetro hacia la parte apical. Se encuentran en los Ordenes Lepidoptera, Coleoptera, Hemiptera, Himenoptera y Neuroptera.

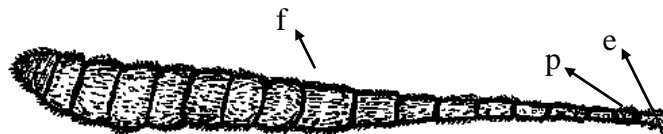


Figura 29: Antena Clavada (Claviforme) e: escapo, f: flagelo, p: pedicelo

Setiforme (Setácea) (Fig. 30). En forma de cerda o aguja, es decir se va reduciendo de diámetro hacia los segmentos apicales (aguzadas) formando punta, son generalmente cortas, también hay largas. Se encuentran en los Ordenes Homoptera, Odonata, Anoplura, Diptera, Ephemeroptera.

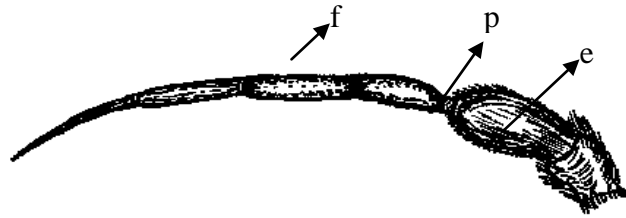


Figura 30: Antena Setiforme (Setácea) e: escapo, f: flagelo, p: pedicelo

Aristada (Fig. 31). Son antenas que tienen un solo segmento antenal en el flagelo, de buen tamaño, del cual se desprende una cerda (arista) que puede ser desnuda o cubierta de pelillos. Se encuentran en el Orden Diptera.

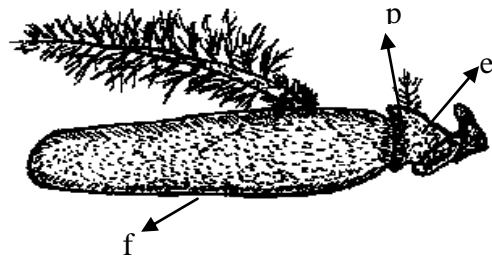


Figura. 31: Antena Aristada: e: escapo, f: flagelo, p: pedicelo.

Capitata (Fig. 32). Con sus últimos segmentos antenales engrosados, tomando la forma de cabeza, muy parecida a la clavada, pero su clava (mazo), termina truncado, es decir en forma de Capita. Se encuentran en los Ordenes Coleoptera Lepidoptera e Himenóptera

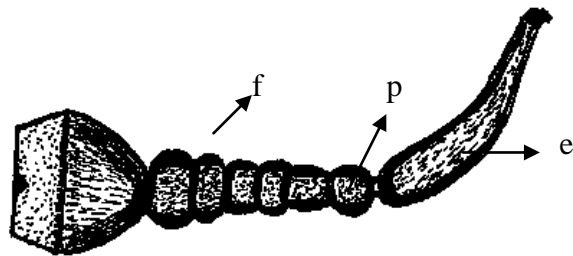


Figura. 32: Antena Capitata: e: escapo, f: flagelo, p: pedicelo

Lamelada (Fig. 33). Los tres últimos segmentos apicales tienen la forma de laminillas o placas móviles, dirigidas hacia un lado del eje mayor unidas o separadas, puede semejarse a

una antena tipo capitada. Se encuentra en ciertos Coleopteros del grupo Scarabaeoidea.

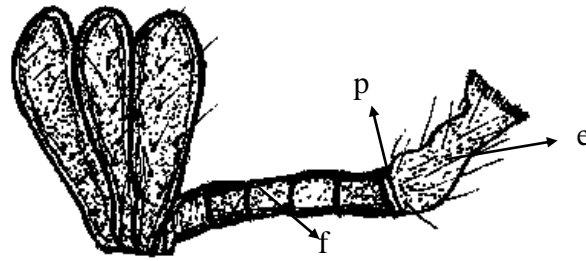


Figura. 33: Antena Lamelada: e: escapo, f: flagelo, p: pedicelo

Geniculada (Fig. 34). El pedicelo imita un codo con relación al flagelo y forma un ángulo bien definido en relación con el escapo, que es bastante alargado. El flagelo se subdivide en tres zonas: el segmento anular, tiene forma de anillo, hacia la base del flagelo; el funículo, compuesto de una serie de artejos y la clava, la parte más apical compuesta por una serie de artejos. Se encuentran en los Ordenes Himenoptera y Coleoptera.

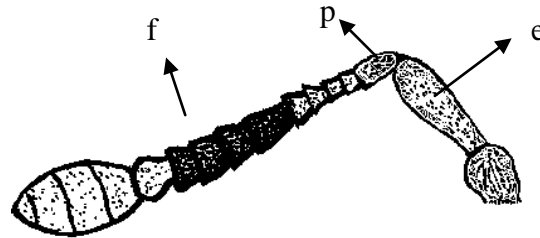


Figura. 34: Antena Geniculada: e: escapo, f: flagelo, p: pedicelo

Pectinada (Fig. 35a). Se asemeja a un peine (peineta), los dientes son medianamente largos. Cuando las proyecciones se forman a cada lado del artejo toma el nombre de bipectinada (Fig. 35b). Se encuentra en los Ordenes Neuroptera y Coleoptera.

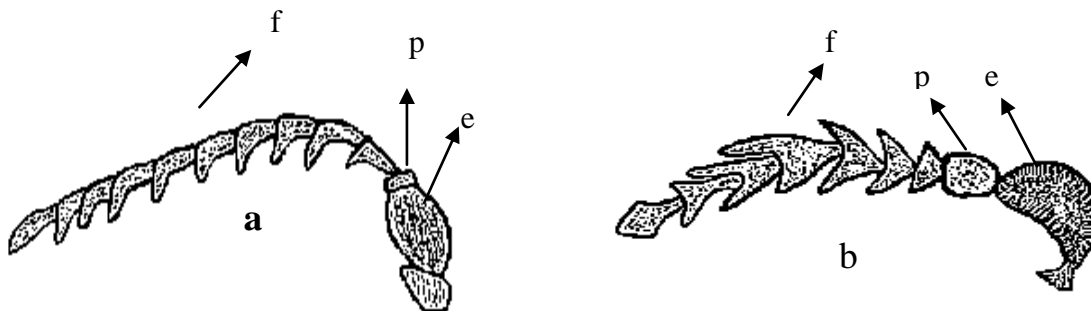


Figura. 35: Antenas a: pectinada, b: bipectinada: e: escapo, f: flagelo, p: pedicelo.

Plumosa (Fig. 36). Con finas y delgadas prolongaciones a cada lado de los segmentos antenales, en un ángulo de 45 grados y cubiertas de vellosidades. En los insectos con dimorfismo sexual, las antenas de los machos son más plumosas. Se encuentran en los Ordenes Lepidoptera, Díptera y Stresiptera.

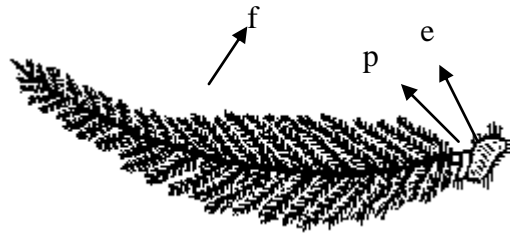


Figura. 36: Antena Plumosa: e: escapo, f: flagelo, p: pedicelo

Serrada (Fig. 37). Los segmentos presentan prolongaciones muy cortas hacia un lado del eje mayor, dando la apariencia de dientes de serrucho o sierra. Se encuentra en el Orden Coleoptera.

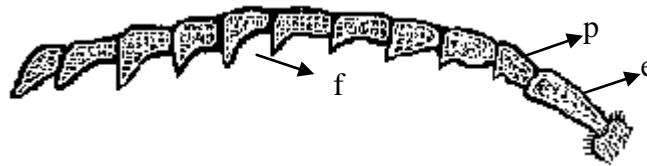


Figura. 37: Antena Serrada: e: escapo, f: flagelo, p: pedicelo

Moniliforme (Fig. 38). Los segmentos del flagelo más o menos esféricos u ovoides, similares a perlas, unidos por una constricción prominente, se dice que se parecen a una porción de camándula (rosario). Se encuentran en los Ordenes Coleoptera, Zoraptera e

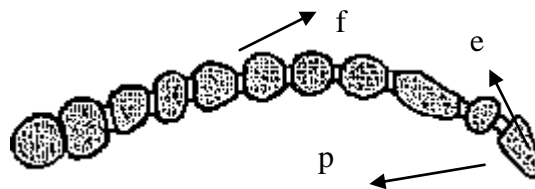


Figura. 38: Antena Moniliforme: e: escapo, f: flagelo, p: pedicelo

Isoptera.

Flabelada (Fig. 39). Las proyecciones de cada lado de los artejos son muy largas, pero se doblan hacia un lado del eje mayor, en conjunto forman un apéndice como abanico. Se encuentran en los Ordenes Lepidoptera y Coleoptera.

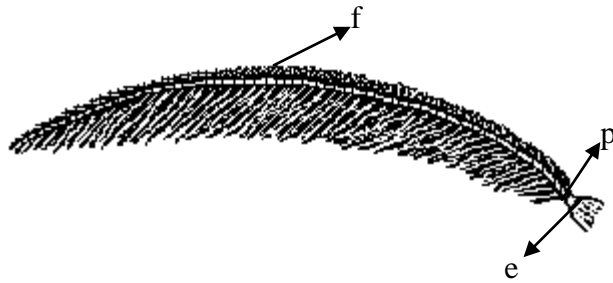


Figura. 39: Antena Flabelada: e: escapo, f: flagelo, p: pedicelo

APARATO BUCAL.

La cabeza está conformada por tres o seis segmentos. El primero se transformó en los ojos, el segundo en antenas, el tercero en un esclerito llamado labio superior (clipeo + labro), el cuarto corresponde a las mandíbulas o primer par de quijadas que están cubiertas por el labio superior, el quinto segmento corresponde a las maxilas o segundo par de quijadas, el sexto está constituido por el labio inferior.

Además, se encuentran algunas áreas especializadas como la epifaringe, en la pared dorsal inferior del labio superior, la hipofaringe, en la pared ventral superior del labio inferior.

La disposición típica de las partes con respecto a la abertura bucal, se indica en el siguiente diagrama:

PARTE DERECHA	CENTRO	PARTE IZQUIERDA
1. Ojo compuesto	Vertex	Ojo compuesto
2. Ocelo	Ocelo	Ocelo
3. Antena	Frente	Antena
4. Gena, subgena	Clipeo	Gena, subgena
5. Mandíbula	Labrum	Mandíbula
6. Maxila	Boca (Epifaringe)	Maxila
7. Postgena	Labium (Hipofaringe)	Postgena

PIEZAS BUCALES.

Las ocho partes que se llaman aparato bucal, varían en los tipos de insectos, todos estos apéndices se originaron a partir de una forma simple y generalizada. Los tres elementos esenciales de la boca son mandíbula, maxila y labio.

Los apéndices de los artrópodos están constituidos de la siguiente manera: el segmento basal o coxopodito, implantado lateralmente en la pared del cuerpo de cada segmento en que estaban formados los gusanos primitivos, el resto de segmentos que formaban la parte apical tomaba el nombre de telopodito.

Cada segmento tenía potencialidad para desarrollar procesos a ambos lados, los laterales o exitos y los mesiales o enditos. Una modificación primitiva y temprana es la de las patas de los trilobites, que el coxopodito tiene un exito en forma de branquia y un endito en forma de espolón, el telopodito es simple y sin protuberancias.

En éstas modificaciones el primer apéndice del segmento postoral del gusano, se transformó en segundas antenas y tomó el nombre de quelíceros, en crustáceos y arácnidos.

En los insectos de hoy no tienen estas estructuras que las representen, probablemente se perdieron en una fase temprana de la evolución.

Por su variabilidad en la forma y desarrollo de las piezas bucales, se pueden agrupar en tipos y subtipos.

TIPOS DE APARATOS BUCALES.

MASTICADOR (Fig. 40). Se considera como el más primitivo, es el más común, formado por ocho partes, rodeando una abertura bucal. De este tipo se han derivado los demás tipos y subtipos.

El tipo masticador tiene sus modificaciones básicas en las partes basales y se manifiestan dentro de los límites de un mismo tipo, de acuerdo con las diversas formas de alimento, así las libélulas (Odonatos) poseen mandíbulas muy aumentadas que le sirven para matar la presa y para su defensa propia, de la misma manera modifican las maxilas cambiando la forma básica primitiva, especialmente en el ápice de estas estructuras.

Estas transformaciones se realizan también en el labio, en ciertos insectos se unen la glosa y la paraglosa para formar un solo apéndice que algunas veces toman el nombre de alaglosas.

En forma general, el aparato bucal masticador está compuesto de las siguientes partes:

Labio Superior. Compuesto por dos escleritos, de forma y tamaño variable, el clipeo y el labro, unidos por la sutura clipeo-labral. El labro cierra la parte anterior de la cavidad bucal, protege las mandíbulas, lleva el alimento hacia la boca. En la cara interna del labro se encuentra la epifaringe, que produce saliva.

Mandíbula. Las mandíbulas o dientes son el primer par anterior de las verdaderas piezas bucales de los insectos, de forma y tamaño variable, fuertemente esclerosadas, no segmentadas, situadas detrás del labro y a cada lado de la abertura bucal, son las partes más importantes de ésta estructura. Son apéndices del segundo segmento postoral del gusano primitivo. Hacia el ápice poseen varias filas de pelos y dientes, algunos muy pequeños, los cuales trabajan contra los del lado opuesto formando un molino. En otros insectos las partes apicales de la mandíbula son romas. Se articulan a la cápsula cefálica por un par de cóndilos a la base del borde lateral y a la base de la margen mesial.

Cerca de cada una de estas articulaciones salen dos fuertes músculos, uno anterior y otro posterior, que se proyectan hacia el interior de la cabeza, uno de los cuales se utiliza como ligamento de sostén a la mandíbula y el otro como tendón, el cual sirve para dar movimiento lateral (horizontal). Estos apéndices se utilizan también para acarrear hojas o material alimenticio, para pelar, moldear cera y para defensa agresiva. Las mandíbulas de algunos crustáceos son más primitivas que la de los insectos.

Maxilas. Segundo par de apéndices, se encuentran detrás de cada mandíbula, no son articuladas, corresponden al tercer segmento postoral del gusano primitivo. La estructura es más complicada que la del primer par (mandíbulas), actúan de un lado a otro, y ayudan a la masticación de los alimentos.

Su conformación es la siguiente: un cuerpo central de dos o tres escleritos, el cardo que es un esclerito basal, tiene forma triangular y corto, está incrustado en la cápsula cefálica por la parte inferior de la pared posterior de la cabeza (la subgena) le sirve como gozne para el movimiento del resto de maxila, pues esta parte se une libremente a los músculos que salen del interior de la pared de la cabeza y de los tentorios. El estipe, segundo esclerito que compone la parte central de la maxila, tiene forma rectangular o alargada, siendo el segmento basal de las demás partes. De esta parte se desprende un apéndice articulado que tiene forma de antena, llamados palpos maxilares. Estos apéndices se desprenden de unos

escleritos, más o menos diferenciados, de la parte lateral del estipe y que toma el nombre de palpiger, portador de los palpos, conformados por uno a seis segmentos, se utilizan como órganos sensoriales, los cuales llevan pelos táctiles y probablemente también como órganos del olfato o el gusto, le sirven al insecto para examinar y palpar el alimento y conducirlo a la boca, regularmente son los más largos de los dos pares de palpos de los insectos con aparato bucal masticador.

Hacia la parte apical del estipe, se desprenden dos apéndices: la galea de forma muy variada, es un lóbulo de forma de almohadilla, con pelos táctiles, también se llama lóbulo superior o externo, puede ser mono o bisegmentado, en un insecto vivo este apéndice es esponjado, es decir voluminoso, lleno de saliva.

La lacinia presenta borde apical dentado e interno y se asemeja a una pequeña mandíbula, que sirve para cortar, masticar, sujetar, moler y conducir el alimento hacia el interior de la boca, puede tener también algunos pelos fuertes en la margen interna, en algunos Coleópteros funciona como garra. Los músculos siguieron una evolución parecida a los de mandíbulas.

Labio Inferior (Labium). Está constituido por la transformación del cuarto segmento postoral del gusano primitivo, formando el segundo par de maxilas, pero con el tiempo se fusionaron por la margen central formando el labio inferior (labium), el cual cierra la cavidad bucal por la parte posterior.

El labium es una estructura funcional de dos maxilas, partes que corresponden a las partes constitutivas de la homología de las dos maxilas. Es una de las partes más complicadas de todos los apéndices que componen el aparato bucal masticador, consta de un cuerpo central grande, más o menos formado por lóbulos o apéndices segmentados, los cuales tienen las siguientes denominaciones; palpos labiales, generalmente más cortos que los palpos maxilares, pueden tener de uno a cuatro segmentos, su función es similar a los

palpos maxilares post-labium, es la región basal del labio inferior, la cual se une por medio de músculos a la cabeza y se utiliza como gozne. Está compuesta de dos divisiones: el submentón, esclerito mayor que se une a la cabeza, y el mentón situado en la parte apical del labio inferior, se une al submentón por la sutura labial, es la parte flexible; prelabium parte apical del labium, en la cual se encuentran varios lóbulos y procesos. Su parte central es el prementón, es bien desarrollado y lleva los palpiger o áreas situadas cada lado, donde se insertan los palpos labiales.

La porción apical del pre-labium forma con frecuencia una lengua o lóbulo, llamado lígula, que comúnmente se divide en dos pares de apéndices lobulares: las glosas, par de lóbulos mesiales generalmente unidos y no segmentados; las paraglosas, par de lóbulos laterales usualmente paralelos a las glosas, no segmentados.

En el orden Hymenoptera, las glosas se unen para formar un solo apéndice lobular, la Alaglosa. En otros insectos se unen la glosa y paraglosa formando un solo lóbulo apical, la Totoglosa.

Todo el labio inferior (labium) se adhiere al cuerpo cefálico del insecto por los extremos inferiores del occipucio.

Se cree que la unión de dos maxilas formaron éste órgano, por consiguiente hay un cuadro de homología entre las partes correspondientes de las maxilas respecto al labium (labio inferior).

**HOMOLOGIA ENTRE LAS PARTES CORRESPONDIENTES DE LA MAXILA
Y EL LABIUM (LABIO INFERIOR).**

MAXILA			LABIUM
Cardo corresponde		a	Postlabium (submentón mentón)
Estipe	"	a	Prementón o estípulas
Palpos	"	a	Palpos
Lacinia	"	a	Glosas
Galea	"	a	Paraglosas

En algunas especies de insectos con aparato bucal masticador o de otro tipo, se encuentran otras estructuras visibles que son fundamentales en su composición como:

Epifaringe. Lóbulo impar, adherido a la cara interna del labro y continua hasta el cielo de la boca y de ahí al esófago. Se cree que es un área sensorial, que contiene los órganos externos del gusto. Esta estructura se puede observar en chapules y grillos del orden Ortoptera.

Hipofaringe. Estructura situada en el piso interno de la cavidad bucal, unida a la pared interna del labium (labio inferior), de tamaño y forma variable, es carnosa y blanda, generalmente está formada por un lóbulo saliente en forma de montículo.

En la mayoría de los insectos, se presenta la hipofaringe, la cual está tan estrechamente relacionada con la base del labium, que se puede considerar como parte del mismo. La hipofaringe es una excrescencia del cuerpo del labium, no es segmentada, lleva los

conductos salivales externos, algunas veces ciertos insectos la utilizan para picar en el momento de alimentarse.

Superlinguas. Son apéndices de forma de lóbulos simples que tienen algunos insectos primitivos, estrechamente asociados con las mandíbulas, pero en algunos embriones estos apéndices se unen más a la hipofaringe. Como ejemplos tenemos los tisanuros, efemerópteros, sinfilidos y algunos crustáceos.

Insectos que tienen aparato bucal masticador. En adultos e inmaduros de Thysanura (pescadita de plata), Collembola (Colembolos), Orthoptera (grillos, chapules, langostas, grillos-topos), Dictyoptera (cucarachas, pone-mesas o rezanderas), Phasmida (maría palito = insecto palo = mataganado), Himenópteros (hormigas, avispas), Dermaptera (tijeretas), Odonata (libélulas, caballitos del diablo), Coleoptera (cucarrones), Isóptera (termitas o comejenes), Mallophaga (piojos de las aves), Plecoptera, Psocoptera, Trichoptera, Mecoptera, como también en muchos estados inmaduros de algunos insectos como las mariposas, cucarrones y otros.

además de estas partes, contiene el labro, los palpos maxilares y el labello, que es un lóbulo situado en la parte distal de la proboscis.

Los insectos que tienen este tipo de aparato bucal se encuentran en los órdenes: Siphonaptera (pulgas, niguas), Anoplura (piojos humanos), Hemiptera (chinchas), Homoptera (escamas, chicharra, pulgones, etc.) y en algunos Dípteros (mosca de establo, tábano).

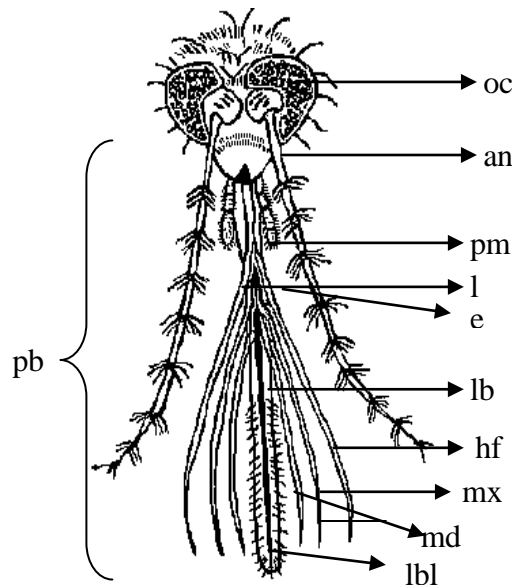


Figura. 41. Aparato bucal: Picador chupador: an: antena, hf: hipofaringe, lb: labio, lbl: labello, l: labro, e: epifaringe, md: mandíbula, mx: maxila, oc: ojo compuesto, pb: proboscis, pm: palpo maxilar.

SUB-TIPOS DE APARATOS BUCALES.

SIFONAMIENTO (Fig. 42). Es uno de los aparatos bucales más especializados. La proboscis es muy alargada, formando un sifón el cual se puede enrollar en espiral, algunas veces esta forma bucal es llamada chupador-succionador, por no tener agudeza, está conformado por la transformación de las galeas de cada maxila, que se agrandaron para después unirse, y de esta manera formar el canal por donde sube el alimento. Las mandíbulas y la hipofaringe generalmente están ausentes, el labro está bastante reducido

formando una placa transversal estrecha muy pequeña a través de la margen baja de la cara, los palpos maxilares, generalmente son muy reducidos o no están y los labiales son muy desarrollados, son los únicos apéndices que representan el labium (labio inferior), en su mayoría son peludos o escamosos, de tres segmentos, situados entre los ojos compuestos y la frente (front), las mandíbulas no existen.

El insecto que tiene el aparato bucal subtipo sifonamiento, solo chupan (sifonan) líquidos a través de la proboscis.

El aparato bucal sifonamiento está compuesto de innumerables músculos diminutos y cortos en forma de anillos y que se extienden de lado a lado de cada tubo de los que forman la proboscis, estos se utilizan para enrollar el par de tubos cuando están extendidos o enderezados hacia fuera, tomando el alimento líquido expuesto, principalmente el néctar de las flores, la acción contraria o sea desenrollar la proboscis, se produce por la presión de la hemolinfa introducida en los tubos que forman la proboscis desde la cavidad del cuerpo, en el estado de reposo del insecto, tiene enrollada la proboscis en forma de espiral en la parte inferior de la cabeza (Snodgrass 1935),

Este aparato bucal no daña la piel de los animales, ni en la epidermis de los vegetales, excepto en casos raros como la especie *Gonodonta* sp. de Norte América que perfora frutos con su proboscis. Como ejemplo de este subtipo tenemos todas las especies del Orden Lepidoptera (mariposas y polillas) en su estado adulto.

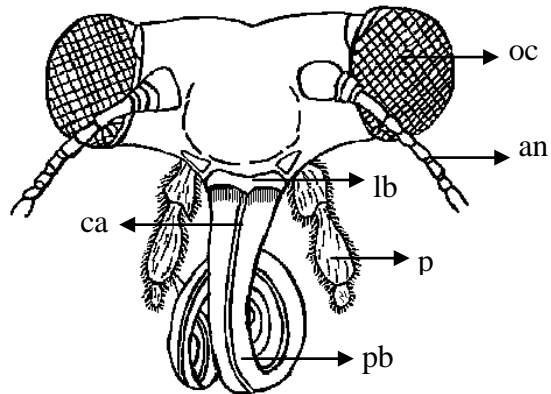


Figura. 42: Aparato bucal: Sifón: an: antenas, ca: conducto alimenticio, lb: labio, oc: ojo compuesto, pb: proboscis, pm: palpo maxilar,

ESPONJA (Enjugamiento) (Fig. 43). La estructura de este aparato bucal está formada por un apéndice central llamado proboscis que corresponde al Labium, de forma cónica, carnosa, la base se conoce con el nombre de Rostrum que contiene parte del clipeo, las placas basales maxilares y los palpos maxilares que se levantan al extremo de este apéndice. En el extremo distal se localizan los labelos (Labelum), par de lóbulos más o menos ovalados y suaves como esponja.

En la zona inferior se encuentra una serie de surcos abiertos, pseudotraqueas y transversas, las cuales se utilizan en el momento de la alimentación.

El segmento medio de la proboscis más cercano a la cabeza se denomina haustelhum (haustelo) y es donde se encuentra el labro y la hipofaringe, los cuales son apéndices delgados y forma los abultamientos presentes en esta parte del aparato bucal, el canal alimenticio - salival se encuentra entre el labro y la hipofaringe.

La proboscis que es retráctil es guardada en una cavidad que se encuentra en la parte inferior de la cabeza.

Los insectos con este aparato bucal se alimentan de sustancias líquidas expuestas o de aquellas sustancias que el insecto pueda disolver por las secreciones salivales que proyectan sobre el alimento (ejemplo los terrones de azúcar).

La mosca se alimenta succionando los alimentos por la pseudotraqueas, por atracción capilar, después pasa por el canal alimenticio hacia el interior del órgano digestivo.

Los insectos con este aparato bucal son incapaces de picar cualquier epidermis, están ausente las mandíbulas.

Ejemplos: en el orden Diptera en el grupo superior o en la División Cyclorrapha y en las familias Muscidae (mosca casera), Syrphidae (moscas benéficas), Tephritidae (mosca de las frutas), Drosophilidae (mosca del vinagre), Sarcophagidae (mosca carroña).

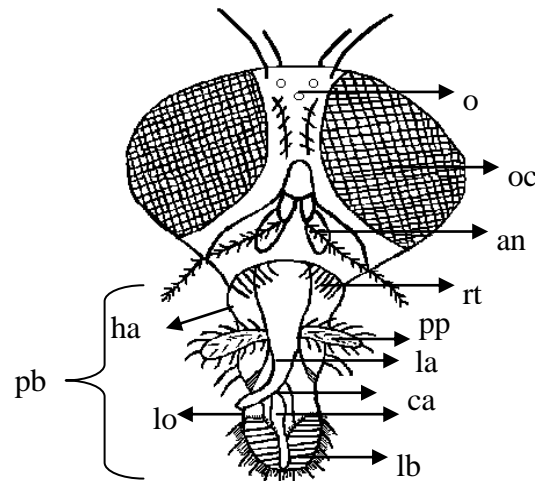


Figura. 43: Aparato bucal: Esponja: an: antena, ca: canal alimenticio, ha: haustelo, hf: hipofaringe, la: labro, lb: labelos, lo: labio, pb: probosis, pp: Palpos, rt: rostrum, o: ocelo, oc: ojo compuesto.

MASTICADOR-LAMEDOR (Fig. 44). Aparato bucal formado por combinaciones de otros tipos, el labro y las mandíbulas es similar a las del masticador, las maxilas y el labium tienen la forma de apéndices alargados y deprimidos que les facilitan tomar líquidos expuestos de alta densidad (ejemplo: chupar el néctar de las flores y secretar

saliva). Con las mandíbulas, que tienen forma de cuchara, y el labro pueden amasar el polen de las flores, para la formación de la cera. En tanto las maxilas como el labium están modificados, son alargados y articulados, estrechamente unidos para formar un complejo maxila-labial, y tiene forma de proboscis el cual es retráctil y se utiliza como lengua lamedora.

Los palpos están presentes, los labiales son largos y visibles, los maxilares son muy pequeños, el labio tiene en su ápice unas glosas alargadas que forman una especie de lengua la cual es peluda, flexible y que tiene la particularidad de alargarse o retraerse rápidamente en el proceso de alimentarse, no tiene lacinia.

Ejemplos: Orden Hymenoptera Apidae (abejas, abejorros, productores de miel y cera), Vespidae (avispas), etc.

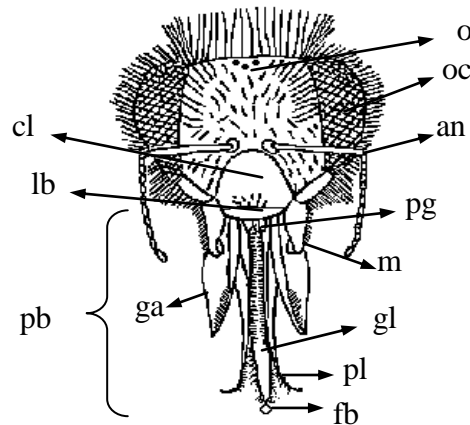


Figura: 44. Aparato bucal: Masticador lamedor de una abeja: an: antena, cl: clipeo, fb: flabella, ga: galea, gl: glosa, lb: labro, ma: mandíbula, o: ocelo, oc: ojo compuesto, pb: probosis, pl: palpo labial.

CORTADOR-SUCCIONADOR (Fig. 45). Generalmente se encuentra en insectos hematófagos, las mandíbulas toman la forma de laminas afiladas, como navajas, y las maxilas en forma de estiletos o agujas, la hipofaringe da lugar al conducto que transporta la sangre, su acción es la de cortar y rasgar la piel de los animales y hace brotar la sangre, la

cual recoge el labium que tiene la forma de esponja y se conduce a la hipofaringe para que se traslade después al esófago.

Ejemplo. Se encuentra en la familia Tabanidae del Orden Diptera.

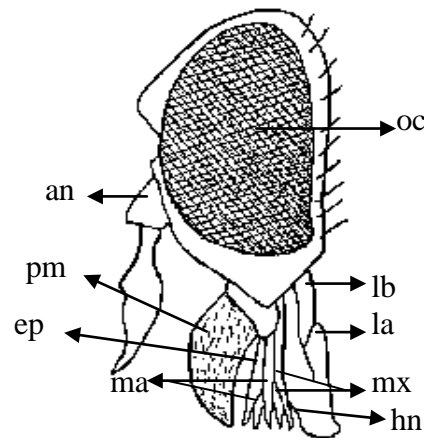


Figura 45: Aparato bucal: Cortador succionador: an: antena, ep: epifaringe, hp: hipofaringe, la: labello, lb: labio, ma: mandíbula, mx: maxila, oc: ojo compuesto, pm: palpo maxilar

RASPADOR-CHUPADOR (Fig. 46). Subtipo intermedio entre el picador-chupador y el masticador. La característica principal es la estructura de la boca hecha para raspar y chupar, por medio de las mandíbulas hiera la epidermis de las plantas de la cual brota la savia y el insecto chupa.

Los trips (insectos candela) tienen este tipo de aparato bucal, y está formado así: proboscis cónica, corta, fuerte y asimétrica, localizada ventralmente, en la parte posterior de la cabeza; las mandíbulas tienen la forma de estilete, usualmente la usan para raspar los tejidos, el labro forma el frente de la proboscis, la parte basal de las maxilas forma los lados y el labium forma la parte trasera. En este aparato bucal se encuentran tres estiletos, el mandibular izquierdo y dos maxilas que son alargadas como también la hipofaringe, la mandíbula derecha es bastante reducida, los palpos maxilares y los labiales están presentes pero son muy cortos, toda la estructura del aparato bucal está adaptada para moverse de adentro-afuera a través de una abertura circular situada al final de la cabeza coniforme del insecto.

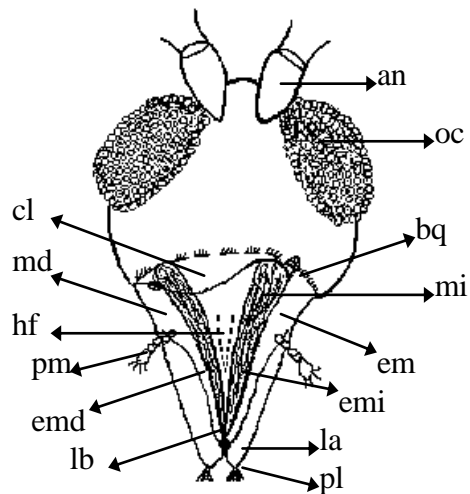


Figura 46: Aparato bucal: Raspador chupador: an: antena, bq: banda quitinosa, cl: clipeo, em: esclerito maxilar, emd: estilete maxilar derecho, emi: estilete maxilar izquierdo, hf: hipofarínge, la: labio, lb: labro, md: maxila derecha, mi: mandíbula izquierda, oc: ojos compuestos, pl: palpo labial, pm: palpo maxilar

Tipos Degenerados.

Las ninfas de algunos insectos tienen el aparato bucal similar al de los adultos, fundamentalmente las partes bucales en las larvas son de tipo masticador, sin que vaya a influir el tipo bucal que tengan sus progenitores, así tenemos:

En ciertos insectos del orden Hymenoptera (avispa, abejas, hormigas); Trichoptera y Lepidoptera (mariposas-polillas), las partes bucales son de tamaño reducido y faltan los palpos labiales.

El estado larval del orden Diptera (moscas) no tiene completo el aparato bucal, está constituido de invaginaciones de la cabeza, además no trabaja lateralmente. Se presentan ciertos órganos sensoriales especiales, los labios de la boca y la cavidad bucal es lo único desarrollado. La hipofarínge, el clipeo y ciertos escleritos forman un órgano esclerosado visible a través de la piel, rodeando en esta fase el canal alimenticio, el cual se conoce como esqueleto cefalofaríngeo

LISTA DE ÓRDENES CON SUS RESPECTIVOS TIPOS DE APARATO BUCAL.

ORDEN	APARATO BUCAL
Thysanura	Masticador
Protura	Cortador-succionador
Diplura	Masticador
Collembola	Masticador o chupador
Ephemeroptera (Plectoptera)	Masticador
Odonata	Masticador
Plecoptera	Masticador
Orthoptera	Masticador
Phasmida	Masticador
Dermaptera	Masticador
Dictyoptera	Masticador
Embioptera (Envidian)	Masticador
Isoptera	Masticador
Psocoptera (Corrodentia)	Masticador
Zoraptera	Masticador
Mallophaga	Masticador
Thysanoptera	Raspador-chupador
Hemiptera	Picador-chupador
Homoptera	Picador-chupador
Anoplura (Siphunculata)	Picador-chupador
Neuroptera	Masticador
Mecoptera	Masticador
Trichoptera	Son vestigiales
Lepidoptera	Sifonador
Diptera	Picador-chupador o esponja
Siphonaptera	Picador-chupador
Coleoptera	Picador-chupador
Stresiptera	Masticador
Hymenoptera	Masticador o masticador-lamedor

CERVIZ O CUELLO (Fig. 47).

Entre la cabeza y el tórax se encuentra una zona, que une y pone en contacto dos partes, usualmente pequeña y oculta, pero de mayor tamaño de lo que aparenta ser, algunas veces es alargado y descubierto; está constituido por una membrana envolvente del cuello por donde pasan todos los sistemas internos para darle la rigidez necesaria para que no limite las actividades de la cabeza, está surcada por dos escleritos a cada lado de la cerviz y en los extremos se articulan con la cabeza por medio del condilo occipital, situado en el postoccipucio, y posteriormente en el episternum protorácico. En los escleritos del cuello también se insertan músculos que permiten el movimiento hacia arriba o hacia debajo de la cabeza, algunos salen de la parte posterior de la cabeza, otros del pronotum. Algunos insectos tienen escleritos dorsales, laterales y ventrales, pero generalmente no tienen músculos unidos a ellos.

Algunos escritores consideran el cuello como un segmento reducido e independiente del cuerpo (microtórax). Otros lo consideran como la parte posterior del segmento labial y otros como la parte anterior del protorax.

La morfología de la cerviz incluye partes tanto de la región labial como de los segmentos protorácicos y que contienen la línea intersegmental primaria entre estos segmentos. (Smerezynski, 1932).

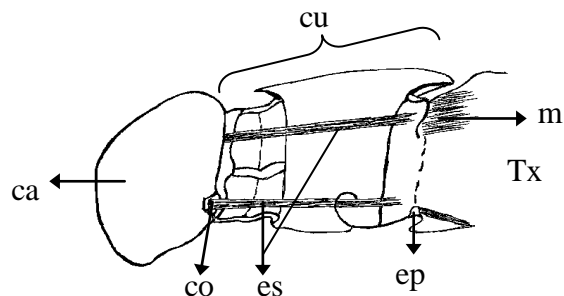


Figura. 47: Esquema de la Cerviz y las relaciones ínter segmentales entre la cabeza y el protórax: ca: cabeza, co: condilo occipital, cu: cuello, ep: episternum protorácico, es: escleritos, m: músculos, tx: tórax.

TORAX (Segundo Tagma = Metámero o Somito) (Fig. 48).

El tórax se originó del quinto, sexto y séptimo segmentos anulares del gusano primitivo que dio origen a los insectos (Snodgrass 1935). Como está muy cerca del centro de masa del cuerpo, lleva los apéndices de locomoción (alas y patas), concentra el sistema muscular necesario para la marcha y el vuelo (La forma más simple de un tórax la tienen los thysanuros: pescadita de plata o “polilla”) (Fig. 48a).

La formación del tórax aclara porque se divide en tres segmentos verticales, porque es trisegmentado: Protórax, Mesotórax y Metáforas (Fig. 48b).

El tórax que también tiene tres divisiones horizontales: la superior, bastante quitinizada, toma el nombre de Dorso = Tergo o Noto, la última expresión solamente se utiliza para el tórax; las dos primeras pueden referirse también a la parte superior del abdomen; la segunda división se llama Pleura, bastante membranosa y elástica, donde puede verse uno o dos pares de espiráculos (aberturas para respirar), y la tercera división, la ventral se conoce como Esternón, también es bastante quitinoso (Fig. 48c). Por lo tanto, el tórax se divide en nueve áreas: pro, meso y metatergito; pro, meso y metapleurita; pro, meso y metaesternito (Fig. 48d).

En los insectos que no desarrollaron alas (Apterigotos), los tres segmentos torácicos son iguales, la parte dorsal y ventral tienen la forma de placas y en la parte media son pequeñas o degeneradas. En los insectos que desarrollaron alas (Pterigotos), los tres segmentos torácicos son desiguales; el primero tiene las mismas partes que la condición básica, aunque los escleritos pueden recombinarse de tal manera que se dificulta la interpretación. Las divisiones segunda y tercera han sufrido gran transformación morfológica; toman el nombre de segmentos alares.

Los insectos alados (Pterigotos), llevan en forma general dos pares de alas, situadas en el mesotórax y metatórax; cuando llevan un solo par se sitúan en el mesotórax, en muy pocas excepciones van en el metatórax (orden Stresiptera). El par atrofiado tiene forma de raqueta y está constituido por el escabel o porción basal, el pedicelo o parte media, masa o parte terminal, esta modificación alar toma el nombre de Halterios o Halteros. Los insectos usan esta modificación alar como orientadores, reguladores o balancines en el vuelo (estabilizadores). La modificación del metatórax es exclusiva de los Ordenes Diptera (moscas) y Homopteras (coccidos y afidos).

Otras características fundamentales respecto a los apéndices alares son: que también puede haber insectos alados que en algún momento de su ciclo de vida pueden perder las alas, principalmente en aquellos que viven en sociedad y tienen castas; otros las pierden al eclosionar del huevo o carecer totalmente de apéndices alares desde su embrión, de éstos se dicen que son los más primitivos, se les denomina Apterigotos y como ejemplo tenemos los Ordenes Collembola, Protura, Diplura y Thisanura.

Las divisiones del tórax son independientes y las membranas o suturas de separación son muy susceptibles, mientras que en otros insectos, los tres segmentos torácicos están modificados.

Hay alados que vuelan principalmente con las alas metatorácicas (Coleopteros, Hemipteros y Orthopteros). Otros vuelan con las alas anteriores a las cuales se acoplan las posteriores (Lepidópteros e Hymenópteros) si tienen un solo par de alas es independiente (Dipteros).

Cada segmento torácico de los insectos apterigotos y pterigotos lleva un par de patas situadas en la parte lateral-ventral y unidas por las coxas a las cavidades coxales del tórax, cada par toma el nombre de la zona donde se desprenden, (Fig. 48e). ejemplos:

El primer par de patas se llama Protorácicas

El segundo par de patas se llama Mesotorácicas

Y el tercer par de patas se llama Metatorácicas

Los insectos exhiben un diseño básico del tórax, pero puede haber modificaciones dentro del mismo, principalmente en el mesotórax y metatórax los cuales han tomado una gran variabilidad.

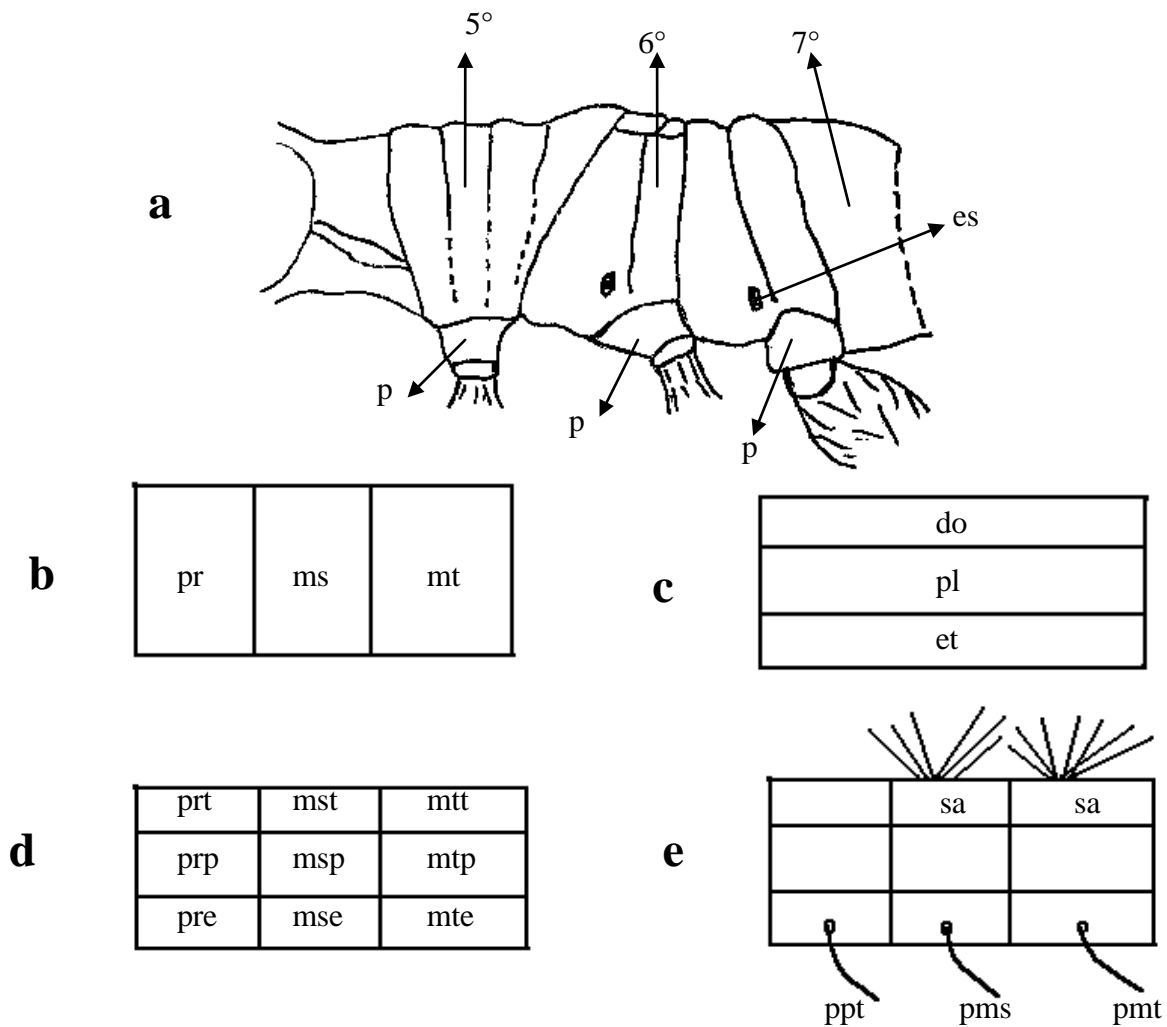


Fig. 48: El Tórax: 5°, 6° y 7° : segmentos anulares del genero primitivo, al: alas, do: dorso, es: espiráculos, et: esternón, ms: mesotórax, mse: mesoesternito, msh: mesopleurita, mst: mesotergito, mt: metatórax, mte: metaesternito, mtp: metapleurita, mtt: metatergito, pa: patas, pl: pleura, pms: patas mesotorácicas, pmt: patas metatorácicas, ppt: patas protorácicas, pr: protórax, pre: proesternito, prp: propleurita, prt: protergito, sa: segmentos alares.

DETALLE GENERALIZADO DE UN SEGMENTO ALADO.

La denominación de segmento alado se le puede dar al mesotórax ó al metatórax, si los insectos tienen dos pares de alas verdaderas o un solo par la zona pleural tiene rasgos externos que hacen parte de la conformación alada de los insectos.

Los segmentos alares (mesotórax y metatórax), se dividen longitudinalmente en tres secciones, nombrándolas de la parte dorsal a la ventral son las siguientes: (a los nombres se antepone el prefijo “Meso o Meta” y se agrega el diminutivo “ito”, según el segmento al cual pertenezca la división) Meso o metatergito, meso ó metapleurita y meso ó metaesternito. Las divisiones secundarias son las siguientes:

Meso ó Metatergito.- (meso ó metanoto), parte dorsal de los segmentos torácicos en los alados, está compuesta por dos escleritos principales: el Alinoto, de mayor tamaño y de posición anterior, se conecta directamente con el ala, lleva un apodema anterior (fragma) que se conecta con el segmento que lo antecede; y el Postnoto esclerito posterior y de menor tamaño, contiene también un fragma de unión al segmento que le sigue, por medio del esclerito llamado Epimerón de la pleura del siguiente segmento, forma un puente por detrás de la misma porción post-fragmal del postnoto que le sirve como parte fusional.

El alinoto se subdivide en tres escleritos, anterior (prescutum), medio (escutum) y final (escutelo: scutellum); el alinoto se encuentra en insectos alados.

Meso ó Metapleurita.-.Se encuentra entre el tergito y el esternito, es la parte más membranosa y extensible en los insectos apterigotos (no alados) y en los pterigotos (alados) es firme y muy poco extensible, está compuesta de unos escleritos en forma de placas laterales, mas ó menos agrandadas. En esta parte se encuentran algunas prominencias como las dorsales, donde se inserta ó articula el ala, y las ventrales, toman el nombre de prominencia coxal y es donde se articula la pata.

La zona pleural se divide en una porción anterior llamada **Episternito** (episterno), que en algunos insectos se subdivide en parte superior (anepisterno) e inferior (catepisterno), y otra posterior llamada Epimerón (efímero) que se subdivide en esclerito superior (anepimerón) e inferior (catepimeron). En medio de estas divisiones se encuentran los espiráculos del tórax. El episternito y el epimerón están unidos por la sutura pleural, mas ó menos de posición oblicua y que se extiende desde el proceso coxal hasta el proceso alar, en sus extremos presenta dos prominencias, la ventral, la cual se une a las coxas de las patas, y la dorsal, que se articula a la base del ala correspondiente; además la sutura pleural indica la línea de invaginación interna del apodema pleural ó pleurodema. La pleura se fusiona anteriormente y posteriormente con el esternito; las áreas de fusión forman puentes por delante y por detrás de las cavidades coxales. Generalmente hay uno ó dos escleritos adicionales pequeños llamados epipleuritas, situados en el área membranosa que se encuentra entre la pleura y la base del ala, estos escleritos son importantes para el movimiento de las alas porque ciertos músculos que las mueven están unidos a ellos.

Meso ó Meta-esternito,.Son mas ó menos similar al proto-esternito, es la porción inferior de los segmentos torácicos, de consistencia dura y quitinosa, conformados por placas, las cuales están unidas por la parte anterior y posterior a las pleuras por medio de unas bandas y de ésta manera queda formada la fosa donde se aloja la coxa o parte primaria de la pata; en ésta parte se encuentra una pequeña porción anterior o placa segmental (Eusternito), en algunos insectos tienen una hendidura que marca un apodema que se proyecta hacia el interior de la cavidad torácica, el cual se divide en dos ramas razón por la cual toma el nombre de Furca. También se da el nombre de Furca a un apéndice anal encontrado en el cuarto segmento abdominal de los insectos del Orden Collembola; también a un par de apéndices que cubren la base de la placa supra-anal en insectos del Orden Orthoptera y por último a un órgano genital de ciertos Lepidopteros.

Hacia la parte posterior del eusternito sobresale un pequeño esclerito intersegmental (Espinasternito), en su interior lleva un sencillo apodema (Espina). El espinasternito generalmente se encuentra unido con el segmento anterior en su lugar de origen (Fig. 49).

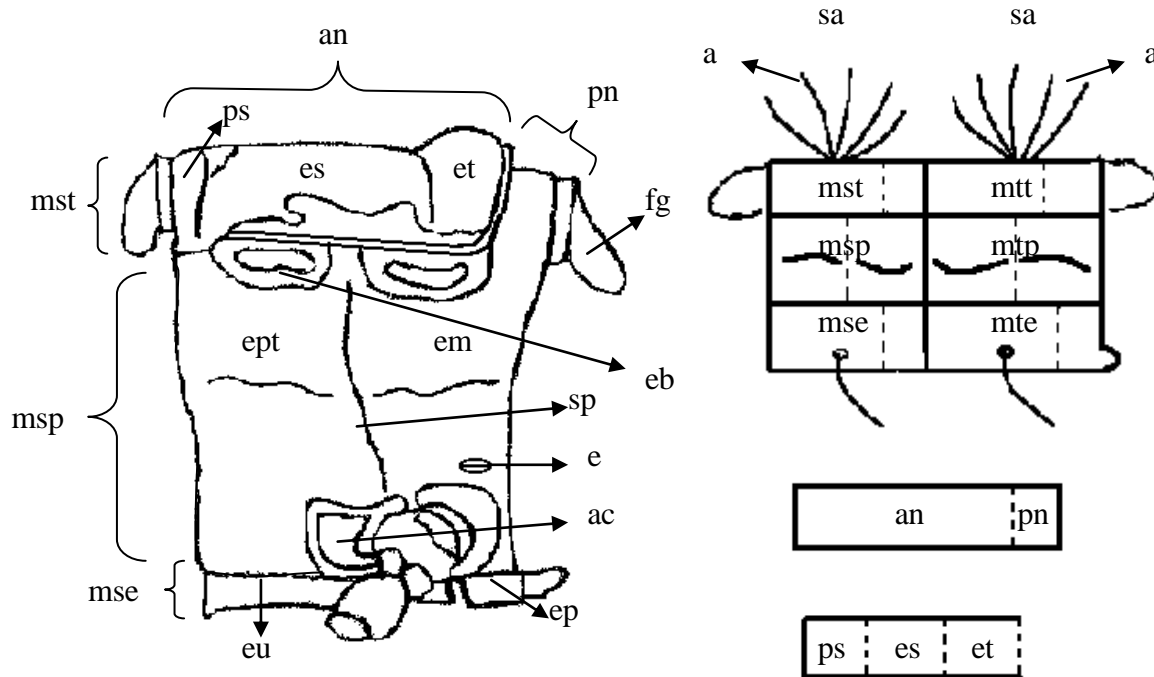


Fig. 49: Detalles generalizados de un segmento alado: a: ala, ac: articulaciones coxales, an: alinoto, e: espiráculo, eb: esclerito basal, em: epimeron, ep: espinasternito, ept: episternito es: escuton, et: escutelum, eu: eusterno, fg: fragma, mse: mesoesternito, msp: mesopleurita, mst: mesotergito, mte: metaesternito, mtp: metapleurita, mtt: metatergito, pn: posnoto, ps: prescuton, sa: segmento alado, sp: sutura pleural.

Hacia el interior del tórax se proyectan diversos apodemas para formar el esqueleto interno o endoesqueleto tegumentario. Sirven como área de inserción para muchos de los grandes músculos internos, como los músculos alares y los que mueven las patas. Los pleurodemas y la furca de un mismo segmento encajan tan perfectamente que forman una banda casi continua (Fig. 50). A cada lado del tórax, en la parte suave y membranosa (pleura), se encuentra un par de aberturas (Espiráculos) localizadas una entre el protórax y el

mesotórax y la otra entre el mesotórax y el metatórax. Por los espiráculos, el insecto toma el aire del exterior y lo pasa a un sistema de conductos internos (Traqueas).

En algunos insectos es difícil distinguir el tórax, sin embargo, los lugares de inserción de las patas nos indican la posición de este.

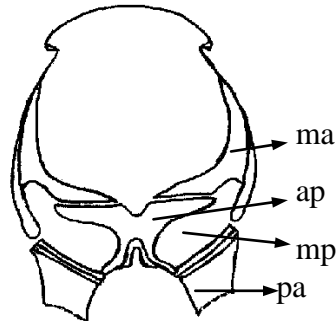


Fig. 50: Corte transversal de un segmento alar, mostrando un apodema torácico: ap: apodema, ma: músculos alares, mp: músculos de las

CARACTERÍSTICAS DEL TORAX EN ESTADO LARVAL.-

El tórax de la larva también se divide en tres partes y en cada una se localiza un par de patas, mas o menos carnosas. Los apéndices torácicos se diferencian de las Seudopatas, situadas en la parte posterior del abdomen y en el segmento anal. En los estados ninfales se distinguen tres pares de patas verdaderas.

PATAS.-

Son apéndices articulados se originaron en el Precámbrico, están siempre presentes en los insectos adultos en algunos inmaduros de los hemimetabolos y holometabolos se encuentran con estructuras muy simples. Ejemplo: las larvas de los Lepidópteros, tienen además de los tres pares de patas torácicas, de dos a ocho pares adicionales de falsas patas óseudopatas no articuladas, en forma de proyecciones carnosas en el abdomen, las cuales se utilizan también en la locomoción.

En otros insectos (Diptera y Coleoptero) el estado larval no posee patas (Apodas), sus movimientos son por contracciones del cuerpo. En las patas de algunos insectos llevan los oídos, como en los grillos (Orthopt. Gryllidae) que generalmente se encuentran en la tibia del primer par por la parte frontal.

Los insectos no mueven los tres pares de patas hacia cualquier lado juntos, ni mueven las dos del mismo par al unísono, sino que las mueven en forma de trípode, es decir: cuando la pata media de cualquier lado se lleva hacia adelante, al mismo tiempo éste movimiento es hecho por las patas delantera y trasera del otro lado, cuando están en este movimiento, las otras tres soporta el peso del cuerpo. Por ello la locomoción no es completamente rectilínea (Fig. 51). Se sabe que éstos tres puntos de apoyo, es el número más pequeño que da un equilibrio estable, por tal razón vemos que los insectos, al contrario de los animales de dos y cuatro patas, están en un estado de equilibrio estable, ya sea que estén detenidos o en movimiento. Por lo tanto los insectos gastan menos fuerza muscular en ésta acción y prácticamente eliminan ese periodo peligroso que tienen muchos animales cuando comienzan a caminar.

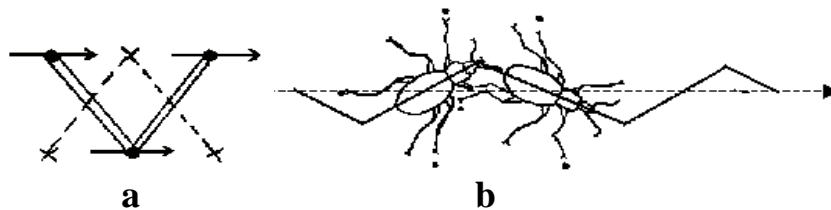


Figura 51: Representación esquemática de la locomoción del cucarrón: a: movimiento en forma de trípode, b: forma de desplazamiento de un cucarrón en dirección de la línea demarcada, indicando la pata con la cual reposa durante la fase considerada en la figura.

El crecimiento de las patas se debe al desarrollo que tiene la pleura en la unión con el esternón, éste sitio es donde se insertan las patas; en su interior llevan nervios especializados, traqueas, músculos los cuales son del tipo cordón, y espacios sanguíneos, en algunas especies de insectos son más grandes y fuertes

El primer segmento en que se divide las patas (coxa), está unido o articulado con la zona de la pleurita.

Las patas son movidas por músculos, que se encuentran insertados por un extremo a lugares próximos a la unión de la pata con el cuerpo y el otro extremo se inserta en el lugar más distal de la pata, que son los pretarsos.

EVOLUCION DE LAS PATAS.-

Las estructuras de los Miriápodos actuales nos muestran que estos segmentos evolucionaron a partir de un tipo simple y cada uno está compuesto de cinco elementos: a). - De una zona o parte esclerosada llamada tergo o placa dorsal, que se puede llamar también Noto, cuando pertenece al segmento torácico, b). - Otra zona ventral también esclerosada que puede llamarse Esternón, c). - Una región membranosa situada entre el tergo y el esternito, llamada pleura, d). - Un par de apéndices o patas segmentadas situadas una a cada lado de los segmentos torácicos, estos están unidos a la cavidad pleural por el segmento basal o coxopodito, éste se divide en una porción basal (sub-coxal) y una porción apical (coxa), la sub-coxa está dividida en tres escleritos, e). - En la zona membranosa se encuentran ciertas aberturas (Espiráculos) por la parte superior de donde se inserta cada pata.

Unos pocos grupos arcaicos de insectos, como también los de la clase Chilopoda, tienen ciertos tipos de segmentos que pueden representar el prototipo de estructura simple, sin que esto implique cambios en su conformación, es decir, subsistiendo el tergo ó noto y el esternito.

La forma de la sub-coxa está constituida por escleritos en media luna por tres zonas: una central llamada mesial y dos laterales a la coxa, las dos últimas parecen ser uniones entre la

coxa de la pata y el tergo. Los escleritos sub-coxales bastantes destacados en la región pleural, son los que originan los escleritos pleurales.

La coxa forma la supuesta articulación funcional de este apéndice torácico. Con el transcurso del desarrollo evolucionario, los escleritos sub-coxales se incrustaron fijamente en la pared segmental y de esta manera formaron una estructura basal bastante sólida en la cual se iba articular la coxa, parte fundamental del movimiento.

Los escleritos subcoxales mesiales se fueron fusionando en la parte ventral del segmento, para ir a hacer parte de lo que se llamó externito; lo mismo sucedió con los escleritos subcoxales laterales, los cuales formaron piezas costales adyacentes a la zona denominada pleura.

A partir de éstas transformaciones se desarrollaron los segmentos alares, bastantes especializados, los cuales se concentraron en el tórax; además, se conformaron los segmentos abdominales de estructura más simple. Esto se evidencia especialmente en los estados inmaduros de Plecópteros, Trichópteros y Sialidos.

ARTICULACIONES BASALES DE LAS PATAS.-

El primer segmento de las patas (Coxa), el que la pone en contacto con el tórax, y está articulada al segmento torácico por medio del proceso coxal y la pleura, algunas veces lo hace con el trocántin, pequeño pleurito-precoxal, que articula en su parte distal con la coxa, este esclerito no existe prácticamente en los insectos superiores, también se puede encontrar una articulación externa ventral.

El proceso coxal está situado en el extremo ventral de la sutura pleural, es decir en la parte de unión entre la pleura y el esternón. El trocántin es un esclerito articulado, de los más primitivos y se encuentra en la base de la coxa. Entre el trocántin (o la división de este) y el episternito, ó entre el trocántin y el puente precoxal se encuentra un esclerito anterior

llamado ante-coxal. Este pequeño esclerito basal en los diferentes insectos puede ser derivado de la sub-coxa original.

La sub-coxa es un segmento basal que se encuentra en la parte más proximal de la pata, es una de las partes más primitivas, pues se encuentra desde la aparición de estos apéndices, pero se fue reduciendo o modificando. Este segmento basal pocas veces está representado por un esclerito individual como en la especie *Machilis* sp. [Thysanura: Machilidae) y otros pocos apterigotos, en el grupo de los pterigotos (Hansen, 1930), el trocántin es solo un vestigio, pero está más generalizado su presencia en una pequeña parte de la sub-coxa.

Este pequeño esclerito probablemente es la primera parte de la pata que se incorporó a la pared torácica para formar los escleritos pleurales (Snogross 1935). Esto está comprobado en el grupo de los apterigotos y de algunos pterigotos inmaduros, así tenemos como ejemplo, la especie *Magiccada* sp. (Homoptera: Cicadidae), en la cual la sub-coxa, tiene la forma alargada, muestra las diferencias en los pleuritos rudimentarios y contiene una corta pieza basal o trocántin.

CONFORMACION DE LA PATA DE UN INSECTO.-

Las patas están constituidas por seis partes, móviles e independientes, siempre se presentan en el mismo orden.

La mayoría de estas partes se llaman segmentos y son de constitución simple, excepto el tarso que generalmente está constituido de uno a cinco segmentos tarsales, el último segmento tarsal está conformado por un par de uñas [Unguis], y algunos cojincillos, los cuales no se cuentan como segmentos del tarso, pero constituyen el pretarso. En otras especies el segundo segmento está dividido en dos partes, ejemplo: las avispas parásitas y los odonatos.

Los nombres de las partes de una pata, comenzando de la parte proximal a la distal, son las siguientes (fig. 52):

Coxa.- Es el segmento primario que pone en contacto la pata con el segmento torácico correspondiente entre la pleura y el esternón, en algunas especies se encuentra un esclerito (Ante-coxal). En otras especies de los ordenes Neuroptera, Mecoptera, Trichoptera, Diptera y Lepidoptera la coxa lleva un lóbulo posterior (Merón); en las especies del género *Machilis* del Orden Thysanura, la coxa tiene un pequeño apéndice en la mitad (púa).

Trocánter.- Es el segundo segmento, el cual está dividido principalmente en los insectos pertenecientes al orden Odonata, en algunos himenópteros el fémur tiene una subdivisión que simula un segundo trocánter; por lo general el trocánter es de menor tamaño que los otros segmentos que componen la pata, se utiliza como codo para el movimiento de éste apéndice, se encuentra entre la coxa y el fémur.

Fémur.- El tercer segmento, es uno de los más largos que componen la pata, está muy cerca al cuerpo del insecto, algunas veces es corto, pero nunca deja de ser el segmento más grueso que contiene músculos muy fuertes. Como los mosquitos lo tienen muy delgados y débiles, se les ha llama “Zancuda”; algunos insectos del Orden Orthoptera (chapules, grillos etc.) utilizan el tercer par para saltar.

Tibia.- El cuarto segmento es otro de los más largos, pero la tibia es mucho más delgada que el fémur y por lo general está surcada longitudinalmente por hileras de dientes. Termina en una o dos espinas ó espuelas apicales. En algunos insectos se encuentran ciertos órganos que son exclusivos de la cabeza, como el oído, además unos pelillos (setas), en los cuales se adhieren órganos de las plantas visitadas, o que segregan sustancias lubricantes para desplazarse sobre el agua.

Tarso.- La quinta parte está subdividido en segmentos tarsales, que varían de uno a cinco según la especie. La fórmula tarsal, es el número de segmentos tarsales en cada par de

patas ejemplo: 5-4-3, quiere decir que el primer par de patas tiene cinco segmentos, el segundo cuatro y el tercero tres.

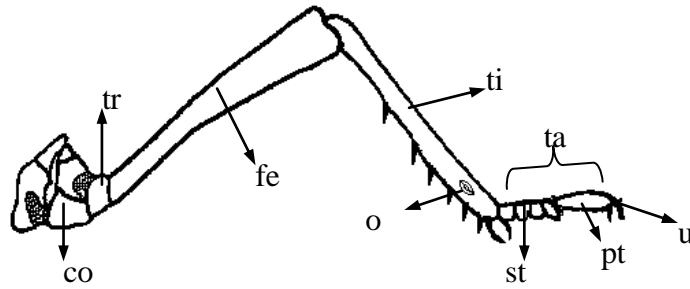


Figura 52: Composición de la pata de un insecto: co: coxa, fe: femur, o: oído pt: pretarso, st: segmentos tarsales, ta: tarso, ti: tibia, tr: trocánter, u: uña.

Pretarso.- Es el segmento más distal y definido que tiene el tarso, es muy pequeño generalmente, lleva dos ganchos o uñas (Ungís) diminutas, unos escleritos colocados al extremo del tarso y en algunos se presentan como un definido segmento terminal de la pata (Fig. 52); en otros casos el pretarso termina solamente con una uña; en ambos casos pueden ir acompañadas de algunas estructuras ó órganos especiales en forma de almohadillas que toman el nombre de arolio, cuando van en medio de las uñas ó pulvilo, si se sitúan debajo de cada una de ellas, en algunos insectos (Diptera) el arolio se convierte en un pelo agudo y delgado que toma el nombre de empodio (Fig. 53). En este segmento se encuentran muchos pelos huecos y microscópicos que exudan sustancias pegajosas que facilita a muchos insectos caminar por superficies lisas.

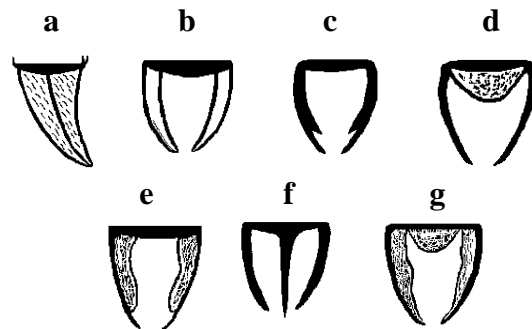
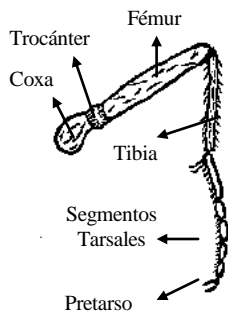


Figura 53: Diferentes tipos de pretarso con: a: uñas cerradas, b: uñas abiertas, c: uñas bifurcadas, d: uñas y ariolo, e: uñas y pulvilo, f: uñas y empodio, g: uñas, ariolo y pulvilo.

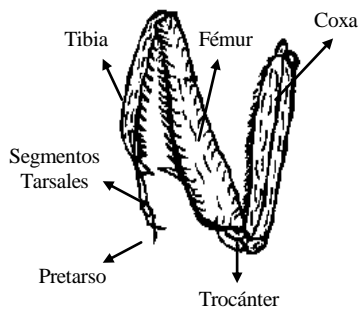
MODIFICACIONES DE LAS PATAS.

Estos apéndices primarios que en un principio fueron utilizados solamente para caminar y correr, en algunos de los insectos actuales uno o dos pares de patas han evolucionado para adaptarse a los diferentes hábitat donde viven.

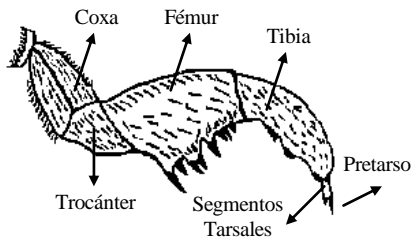
TIPOS DE PATAS.



CAMINADORA (Corredora). De segmentos alargados, delgados y generalmente de cinco segmentos tarsales, se encuentra en ciertos insectos en los tres pares de patas, en otros en uno o dos pares. Como ejemplo tenemos los Ordenes: Coleoptera familia Carabidae (grajo); Dictyoptera familia Blattidae (cucaracha); Lepidoptera en todas las familias (polillas, mariposas); Isóptera en todas las familias (comegen, termitas); Diptera en la mayoría de las familias (moscas); Hymenoptera familia Vespidae (avispas).

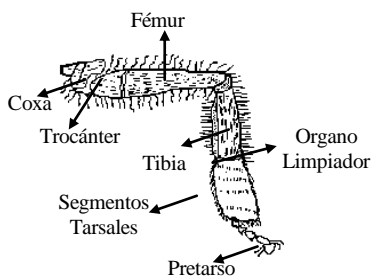


PREDATORA (Prensil). Sujeta sus presas con las patas delanteras por adaptación de la tibia y el fémur. La coxa, el fémur y la tibia se han alargado bastante, a los dos últimos le nacen, por la cara interior y longitudinalmente, dos hileras de dientes que coinciden al cerrar la tibia sobre el fémur. En otros casos estas hileras de dientes se convierten en una especie de cavidad longitudinal en el fémur, como para guardar la cara interna de la tibia que se ha convertido en una margen afilada como cuchilla, generalmente presenta cuatro segmentos tarsales. Por lo general, los insectos que tienen este tipo de pata se consideran benéficos: Dictyoptera: Mantidae (rezandera), Orthoptera: Tettigonidae (chapul del genero *Plugis sp.*), Hemiptera: Belostomatidae (chinche ó cucaracha del agua); Nepidae (escorpiones del agua), y Gerastocoridae (chinche sapo).



COLGADORA. El primer par de patas tienen en la parte distal del fémur y de la tibia unos apéndices en forma de garfios bastantes fuertes que le permiten al insecto colgarse, en otras especies es el pretarso el que se convierte en gancho,

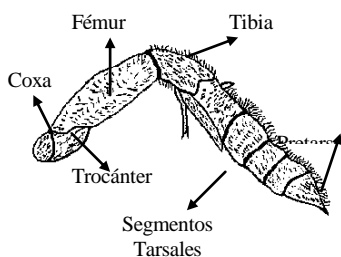
generalmente tienen un segmento tarsal. Entre los insectos que tienen este tipo de pata tenemos los órdenes: Homoptera: Cicadidae, (chicharra o cigarra), en la exuvia dejada por el último estadio ninfal, pues al pasar al estado adulto sus tres pares de patas son caminadoras; Anoplura: Pediculidae (piojo de la cabeza en los humanos), Haematopinidae (piojo de los cerdos)



COLECTORA. Los cuatro segmentos tarsales del tercer par de patas están cubiertos de pelos o setas en número variable, con mayor intensidad en la tibia y en el primer segmento tarsal que se ha ensanchado, entre la tibia y el primer segmento tarsal, se encuentra un órgano limpiador, constituido de una espina gruesa y curva que

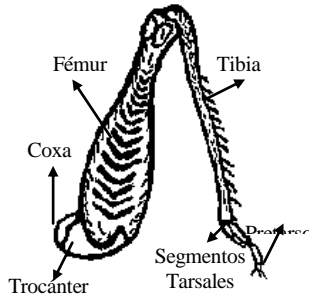
sale de la tibia y una cavidad situada en el primer segmento tarsal, éstas dos partes se acoplan cuando el insecto recoge los tarsos sobre la tibia, este movimiento se utiliza para limpiar el polen acumulado en las antenas.

Las hileras de setas o pelos en los segmentos tarsales se usan para recoger granos de polen de la flor. El número de celdas marginales que se encuentran en la tibia forma el saco de polen que le sirve para transportarlo a la colmena. (Apidae: abejas, abejorros).

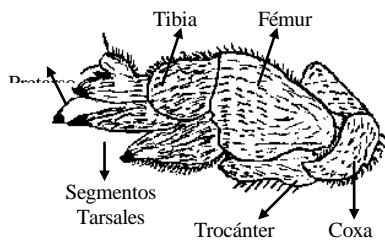


NADADORA. En el tercer par de patas los segmentos se aplanan horizontalmente, contienen pelos fuertes y su conjunto tienen la apariencia de un remo, para moverse en

el agua, generalmente tienen cinco segmentos tarsales. Este tipo de patas se encuentra en los Ordenes Coleoptera (Dytiscidae, Hydrophilidae: cucarrones acuáticos), Hemiptera (Belostomatidae: chinche del agua ó cucaracha del agua).



SALTADORA. En el tercer par de patas, el fémur es bastante grueso, contiene músculos estriados muy fuertes que les permite, por contracción y relajamiento, dar largos saltos, generalmente tienen cuatro segmentos tarsales. Este tipo de pata se encuentra en los ordenes Orthoptera: Acrididae (chapul de antenas cortas), Tettigonidae (chapul de antenas largas), Grillidae (grillo), Lacustidae (langosta), Siphonaptera: Pulicidae (pulga), Coleoptera: Chrysomelidae (crisomélidos).



CAVADORA. Las divisiones del primer par se han reducido pero son robustas y fuertes, los tarsos, cinco o tres, toman la forma de uña, en la cara interna de la tibia se encuentra el oído. Por lo general, el hábitat es el subsuelo, pero cuando tienen que trasladarse a lugares distantes, lo hacen por medio del vuelo. Este tipo de pata se encuentra en los Ordenes Orthoptera: Grillotalpidae (grillo topo), Coleoptera: Scarabaeidae (cucarrones).

Algunas patas de los insectos llevan oídos, membranas cuticulares en forma de membrana de tambor, a estos se les une un grupo de sensorias [pelos ó setas], scolopidias ó cordotonaes que están en contacto con el hipodermo, éstas sensorias también se encuentran en los cercos de los Ortopteros (grillos etc.) y en otros en las alas, son muy sensibles a los menores movimientos del aire, son importantes durante el vuelo de los insectos, permitiendo percibir la aproximación de los objetos.

ALAS.

La presencia de las alas en los insectos es única en los invertebrados y en algunos vertebrados (aves, murciélagos etc.). Las alas se originaron a partir de ciertas expansiones de cada lado de la placa dorsal o noto de los segmentos alares del tórax, la formación de alas capacita a los insectos para volar a grandes distancias, buscar alimento, alejarse de los enemigos, buscar la pareja, encontrar sitios adecuados para construir sus nidos.

Sobre el aspecto de las alas en los insectos no existe en el momento casi bibliografía principalmente en su amplio rango de diferenciación en número, forma, tamaño, textura, venación y posición de las alas cuando están en reposo. La venación es una característica importante para la clasificación de los insectos.

Watson (1934) afirma que las alas solas sirven para identificar un artrópodo como insecto, teniendo en cuenta que las especies que no las poseen tienden a desaparecer. Los insectos que poseen alas se sitúan dentro del grupo Pterigota y pueden tener uno a dos pares de alas, localizadas en el mesotórax y el metatórax, el protórax nunca lleva estos apéndices. Dentro de los insectos alados, algunas especies las pierden durante su ciclo biológico, ejemplos, en los Ordenes Mallophaga, Phasmida, Siphonaptera (Aphaniptera), Anoplura (Siphunculata), también se encuentran en los insectos que viven en sociedad y una o varias de sus castas estériles pierden las alas, ejemplos, en los Ordenes: Isoptera, Hymenoptera y en las hembras de ciertos homópteros; otra característica de este grupo es que hay insectos con sus alas reducidas y se le denominan braquipteros, otros que generalmente los machos son alados, esto se puede observar en los Ordenes Homoptera, (Coccidae), Strepsiptera y Embioptera.

Los insectos que carecen de alas se denominan Apterigotos y son los más antiguos. A esta subclase pertenecen cuatro Ordenes Protura (Proturos), Thysanura (Pescadita de plata), Diplura (japigidos, dipluros) y Collembola (Colembolos, cola de resorte).

Origen. No se ha podido establecer en forma cierta como se desarrolló las alas y el vuelo en los insectos. Se dice que desde el origen y formación estos apéndices han sido iguales y tan desarrollados como los actuales, no se ha encontrado fósiles de insectos que confirmen un tipo intermedio. Por ésta razón se cree que desde un principio se formaron los grupos alados (Pterigotos) y los no alados (Apterigotos).

La teoría mas aceptada hoy en día del origen de las alas, es que son expansiones laminares de la pared lateral del tórax más exactamente de los bordes del notum o tergo de los segmentos alares en que está dividido el tórax por la parte superior.

Estas expansiones ayudaron en un principio a los insectos a planear, eran muy rígidas (Fig. 54a), después hubo un crecimiento lateral mayor (Fig.54b). Con el tiempo fueron tomando movimiento mediante flexiones y de ésta manera tomar la dirección que querían seguir. Para estos movimientos se necesitó de ciertos goznes o conexiones entre el ala y el tórax.

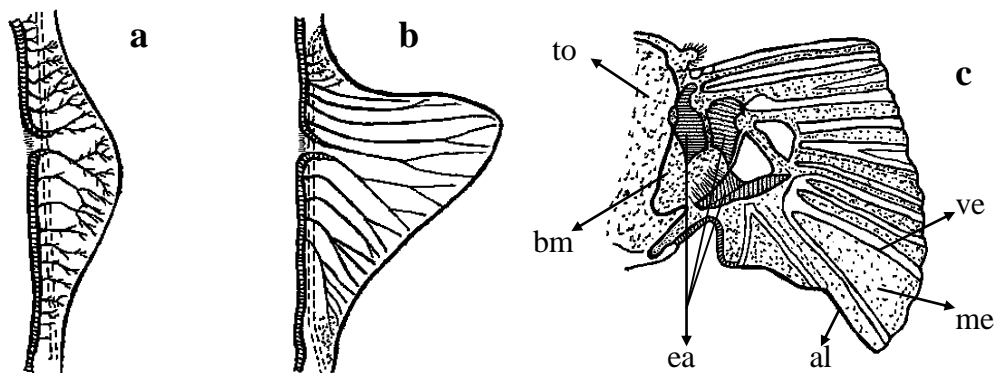


Figura 54: Conformación del ala en los insectos: a y b: Expansión del ala, c: conexiones del ala con el tórax: al: ala, bm: bisagra membranosa, ea: escleritos alares, me: membranas, to: tórax, ve: vena.

Estructuras de las alas. Están formadas por la unión de dos laminas membranosas, una superior y otra inferior y reforzadas internamente por ciertas fibras huecas y esclerosadas que las soportan y les dan dureza (venas o nervaduras), en su interior se encuentran nervios, traqueas y sangre (hemolinfa). Las venas reciben nombres especiales y son muy útiles en la identificación de los insectos.

El ala está unida al cuerpo del insecto por medio de dos protuberancias del notum de cada uno de los segmentos alares, por medio de una bisagra membranosa, la cual ayuda a darle el gozne necesario al ala y que contiene varios escleritos alares en la base del notum y dos escleritos alares (basalar y subalar), separados por la apófisis alar y se sitúan a cada lado de los procesos alares de la pleura. Los escleritos y la membrana permiten que las alas se plieguen o se coloquen sobre el tórax y parte del abdomen (Fig.54c).

Venación (neuración). Sobre el origen de las venas existen dos teorías: la primera, que fue por adaptación a través del tiempo, es decir, que antes los apéndices alares no tenían venas, y estas se fueron formando las fibras para darles firmeza. La segunda teoría, sostiene que fueron prolongaciones de la parte dorsolateral del tórax, y las traqueas se proyectaron en medio de los dos pliegues que formaron las alas y que con el paso del tiempo se llegaron a separar por sus bases del cuerpo del insecto. Las venas se fueron engrosando y le dieron rigidez a las membranas delgadas que constituyen el ala.

Algunas de las venas corren desde la base hasta el ápice del ala (venas longitudinales) (Fig.55), otras unen a las venas longitudinales (venas transversas) (Fig.56). El conjunto de venas en las alas es lo que se denomina venación ó neuración. Debido a la amplia gama de venación que presentan los insectos, en sus alas suministran muchas características para la clasificación

Los trabajos de Comstock y Needham (1918 y 1935), nos enseñan las bases para la interpretación de la venación. Borrer, D.J, y DeLong, D.M. (1960), indican la nomenclatura y las abreviaturas de uso común.

NOMENCLATURA DE LAS VENAS.

Todos los tipos de venación se desarrollaron a partir de un mismo patrón (arquetipo) hipotético primitivo, aclarando que actualmente pueden haber infinidad de alas con número y formas de venas diferentes.

VENAS PRINCIPALES (Fig.55). Son las más pronunciadas, más gruesas y corren longitudinalmente con respecto al ala. Tienen un sentido paralelo entre ellas, su nomenclatura es concreta para cada vena, podemos citarlas en orden de posición, es decir comenzando desde el borde anterior y terminando en el borde anal del ala. La inicial del nombre se escribe en mayúscula.

VENA COSTA (C.). No se ramifican, son mas o menos cóncava y por lo general va bordeando la margen externa del ala, pero también puede tener una posición submarginal, ejemplos: en los chapules (Orthoptera), cucarachas (Dictyoptera).

VENA SUBCOSTA (Sc.). Segunda vena de arriba a bajo, algunas veces se ramifican en dos Sc_1 y Sc_2 , en el extremo apical en ciertos casos es cóncava.

VENA RADIAL (R.). Es la vena mas fuerte, típicamente está ramificada y en ciertas especies tienen cinco ramificaciones, la línea principal es convexa, en un tercio ($1/3$) del ala se divide en dos, la parte superior se denomina R_1 y se dirige a la margen apical del ala; la segunda ramificación toma el nombre de Sector Radial (R_s) es cóncava y se subdivide en dos y cada una de estas se vuelve a dividir en dos, formando las ramas R_2 - R_5 (Fig. 55).

VENA MEDIA (M). Se divide en su parte media en dos ramas o brazos, la superior es convexa y se subdivide en dos ramas M_1 - M_2 la segunda es cóncava y al final se subdivide en dos partes M_3 - M_4 (Fig. 55).

VENA CUBITAL (Cu). Situada hacia la base del ala también se puede dividir en su cuerpo principal en dos brazos; el primero Cu₁ y de forma convexa; el segundo Cu₂ de forma cóncava. El primer brazo se subdivide en dos y toma la denominación de arriba abajo: Cu_{1a} y Cu_{1b}. Enseguida de estas venas se encuentra el surco cubital Sc, pliegue por donde se dobla el ala, no es una vena pero es importante porque define la posición de las venas Cubitales y Anales (Fig. 55).

VENA ANAL (A.). Se encuentra hacia la parte inferior del ala, generalmente carece de divisiones, según la especie puede variar en número se denominan 1A, 2A, y 3A, las cuales generalmente son convexas, en ciertos casos la vena 2A puede ser cóncava (Fig. 55).

VENA YUGAL (Y.). Generalmente ausente; está situada y recorre el pliegue yugal, son cortas y varían en número (1Y, 2Y, y 3Y), es muy raro que se subdividan.

Entre la vena Cubital y Anal del ala posterior se encuentra el pliegue anal que el insecto utiliza para doblar el ala en el momento de reposo.

La mayoría de los insectos tienen dos venas principales muy fuertes y convexas la Radial (R.) y la Cubital (Cu₁)

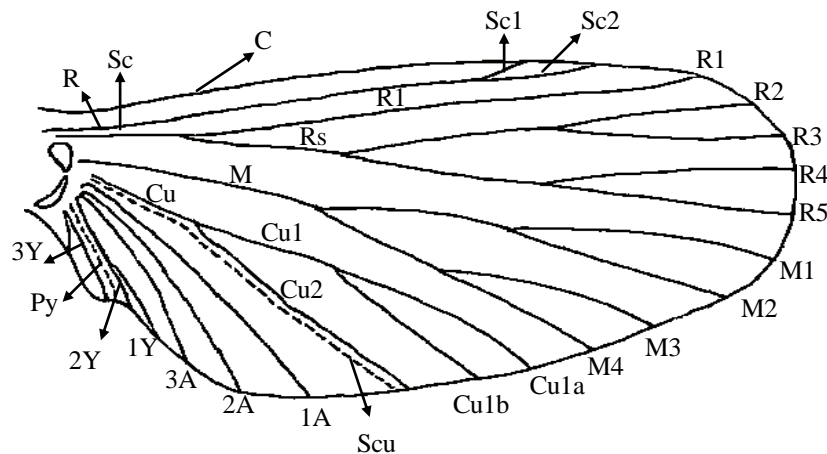


Figura 55: Venas longitudinales del ala de un insecto: A: anal, C: costa, Cu: cubital, M: media, Py: pliegue yugal, R: radial, Sc: subcosta, Scu: surco cubital, Y: yugal

VENAS TRANSVERSAS (Secundarias) (Fig. 56). Son venas más débiles y cortas, se encuentran en posición transversal a las principales, generalmente se escriben con minúscula toman el nombre de las venas que unen, con dos excepciones: la que une la vena Costa (C.) con la subcosta (Sc.) y la que une la R₃ con la R₄.

VENA TRANSVERSAL HUMERAL (h). Localizada en la parte basal, cerca al ángulo humeral y une las dos venas principales Costa (C.) con la Subcosta (Sc.).

VENA TRANSVERSAL SECTORIAL (s). Une los brazos R₃ con el R₄ ó desde el tronco R₂₊₃ hasta R₄₊₅.

VENA TRANSVERSAL RADIAL (r). Une las venas R₁ y la sectorial radial R₅.

VENA TRANSVERSAL RADIAL MEDIA (r-m). Está situada entre la última Radial y primera Media, cerca a la mitad del ala.

VENA TRANSVERSAL MEDIA (m). Une las venas M₂ con la M₃.

VENA TRANSVERSAL MEDIA- CUBITAL (m-cu). Se encuentra entre la última rama de la media hasta la primera Cubital.

VENA TRANSVERSA-CUBITAL (cu). Une las venas cubital 1b y cubital 2.

VENAS TRANSVERSALES ANALES (a). Pueden variar entre una y tres, une las venas anales.

En los odonatos (Libélulas) existe una pequeña vena transversal basal que une la Radial con la Media llamada árculo (Arculus).

Las alas de los insectos de hoy en día son muy variables en el número de venas, hay algunos que no se le ven formaciones de ellas.

Las venas, delimitan áreas del ala que se llaman Celdas, las celdas o zonas se dividen en dos grupos: Celdas cerradas ó basales, cuando están completamente limitadas por venas circundantes, y Celdas abiertas ó dístales, si son parcialmente limitadas por venas, como ocurre con las celdas marginales que se encuentran en las bifurcaciones de las venas. Como ejemplos mencionemos la que se encuentra al lado de la vena principal Radial y cerca a la base del ala (Celda radial); y la localizada al lado del primer brazo de la vena Radial (Celda radial uno). Cuando dos venas se unen la celda desaparecen (Fig.56).

La presencia de las alas en los insectos es una de las características más importantes en su conformación.

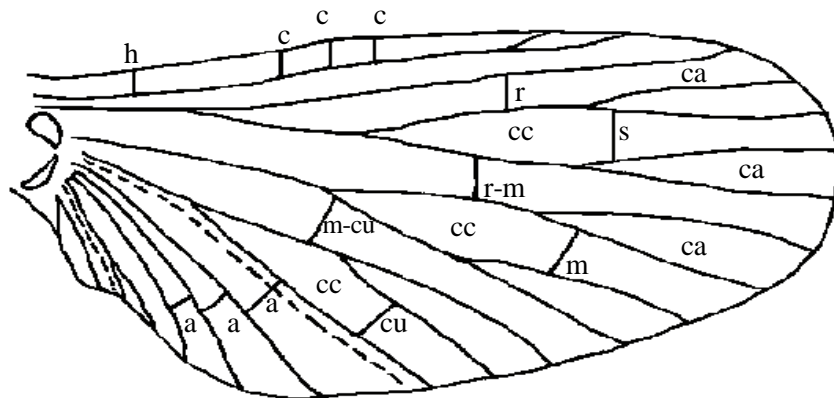


Figura 56: Venas transversas o secundarias del ala: a: anales, c: costal, ca: celdas abiertas, cc: celdas cerradas, cu: cubital, h: humeral, m: media, m-cu: media cubital, r: radial, r-m: radial media, s: sectorial,

MARGENES DE LAS ALAS.- Las alas por lo general presentan forma triangular, por lo tanto en su área total se pueden observar tres márgenes: anterior ó costal, externa u apical e interna u anal (Inner) (Fig.57).

TRIANGULOS DE LAS ALAS.- En forma general se definen tres ángulos entre las márgenes: el humeral, situado entre la base de las venas Costa, Sub-costa y la margen anterior; el apical en el extremo del ala, donde terminan las divisiones de las venas Sub-costa y Radial, y el ángulo anal (Tornus), localizado en la parte más inferior del ala, donde terminan las venas Anales y Yugales (margen interna) (Fig.57).

CARACTERISTICAS DE LA SUPERFICIE DEL ALA. En la superficie de las alas anteriores se diferencian ciertas zonas: Remigium (remigio) región anterior, que abarca mas o menos las bases de las venas principales y que es rígida, Vannus o región delgada y flexible separada de la anterior por una doblez basal, puede llevar un lóbulo post-anterior llamado jugum (neala), que en ciertas especies de lepidópteros y trichópteros, se superpone a las posteriores y efectúan el acoplamiento del par de alas para el vuelo(Fig.57).

Algunas alas tienen apariencia transparente pero al estereoscopio, se observa la presencia de pequeños pelillos. La mayoría de las alas están cubiertas por pelos largos, grandes escamas ó también algunas manchadas (Estigmas), que son generalmente visibles por el

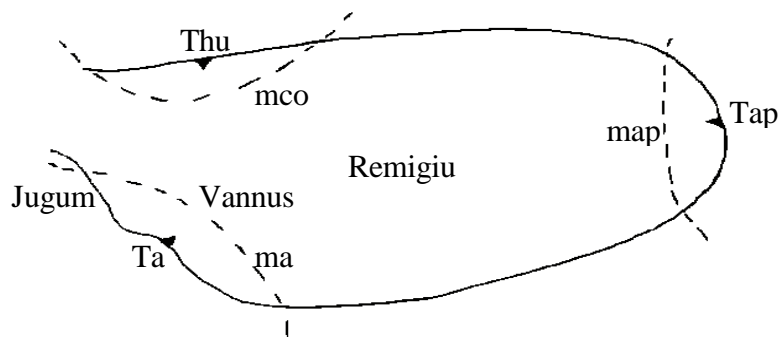


Figura 57: Márgenes y triángulos de las alas: mea: margen anal; map: margen apical; mco: margen costal; Ta: Triángulo anal (tornus); Tap: triángulo apical; Thu: Triángulo humeral.

ojo humano.

MODIFICACION DE LAS ALAS.- La variación que existe entre las alas de los diferentes insectos, en lo referente a su revestimiento, número presente, textura y posición

en vuelo o en reposo, y en la presencia o no de ellas ha llevado a la clasificación de los insectos en dos Sub-clases: los Apterigotos que carecen de alas (primitivos), y los Pterigotos que son los alados.

CUADRO REPRESENTATIVO DE LAS SUBCLASES.

SUBCLASE : Apterigota (Apteros): Sin alas.

Orden:	Protura	:	Proturas ó “telsontails”
	Thysanura	:	Pescaditas de platas, polillas
	Collembola	:	Collembolos, cola-resorte
	Diplura	:	Campodeos.

SUBCLASE: Pterigota: Con alas.

DIVISION : Exopterigota. Desarrollo EXTERIOR de las alas.

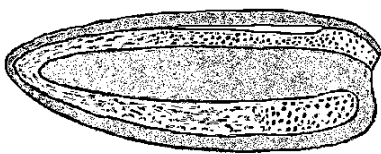
Orden:	Dermaptera	:	Tijeretas.
	Dictyoptera	:	Rezanderas y cucarachas.
	Embioptera	:	“Telaraños” ó embiopteros.
	Ephemeroptera	:	Ephemeridos.
	Hemiptera	:	Chinches: fitófagos y hemató-Fagos.
	Homoptera	:	Chicharras, machacas, escamas, chapolas.
	Isoptera	:	Comejenes ó termitas.
	Mallophaga	:	Piojos mordedores (aves)
	Odonata	:	Libélulas ó caballitos del diablo
	Anoplura	:	Piojos chupadores (hemató-fagos).
	Orthoptera	:	Saltamontes, chapules, grillos, insecto-palo.
	Phasmida	:	Insecto-palo, ó mata ganado.
	Plecoptera	:	“Stoneflies”, perlidos, moscas de las piedras.
	Psocoptera	:	Corrodencias.
	Thysanoptera	:	Thrips, insectos candelas.
	Zoraptera	:	Zorapteros.

DIVISION: Endopterigota. Desarrollo INTERNO de las alas.

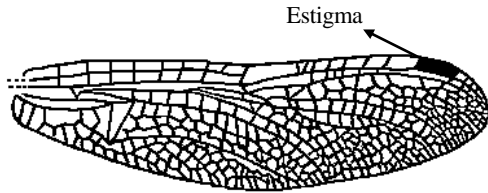
Orden:	Coleoptera	:	Escarabajos ó cucarrones
	Diptera	:	Moscas, zancudos, tábanos, nuches y jejenes.
	Hymenoptera	:	Avispas, abejas, abejorros, hormigas.
	Lepidoptera	:	Mariposas, polillas.
	Mecoptera	:	Mosca escorpión
	Neuroptero	:	Chrisopas, hormiga león, ascalafidos, manto de la Virgen.
	Siphonaptera	:	Pulgas, niguas.
	Stresiptera	:	Estilópidos.
	Tricoptera	:	Tricópteros.

TIPOS DE ALAS.-

En forma general, las alas de los insectos tienen consistencia membranosa en sus dos pares, pero algunos de ellos tienen uno ó los dos modificados, generalmente es el primer par.

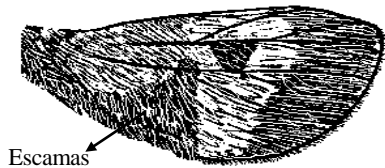


Elitros.- Tiene una textura bastante fuerte y generalmente cóncava, formando un estuche córneo (Quitinoso), cuando el insecto está en reposo, lo cual le da protección al segundo par de tipo membranosa y plegables en esa posición. Estas alas se encuentran solamente en el primer par, en los insectos que pertenecen al orden Coleoptera (cucarrones, escarabajos). En las familias Staphilinidae e Histeridae este par está atrofiado y en los Lampiridae, Lycidae y Cantaridae su textura es más blanda. Los insectos del orden Dermaptera tienen el primer par de alas tipo élitro, pero se consideran braquipteros (alas cortas).

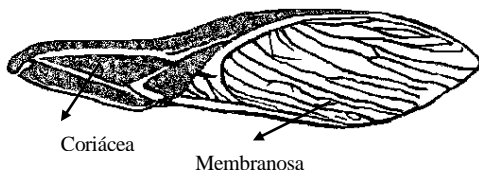


MEMBRANOSA.- Alas muy frágiles, delgadas, transparentes y por lo general desprovistas de escamas, pelos ó estructuras similares, en algunos casos no visibles al ojo humano. Se encuentran en

la mayoría de los ordenes, en el segundo par de aquellos que el primero ha sido modificado. Como ejemplo de ambos pares membranosos tenemos Plecoptera, Isoptera, Emboóptera, Ephemeroptera, Odonata, Thysanoptera, Homoptera, Neuroptero, Mecoptera, Tricoptera, Hymenoptera, Zoraptera. En Stresiptera el primer par está modificado (halterio) y el segundo es membranoso; lo contrario (halterio) ocurre en Dípteros y algunos Homópteros.

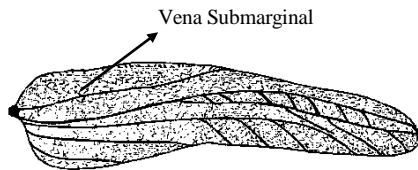


ESCAMOSA.- Tanto las alas anteriores como las posteriores son de consistencia membranosa, cubiertas de escamas imbricadas, unicelulares, aplanadas y de formas diferentes. Estas alas son exclusivas del orden Lepidoptera.



HEMIELITROS.- Se encuentran en el primer par de alas, el área más próxima al tórax es de textura coriácea (quitinosa), por lo general sin o con poca venación; el área más apical es membranosa, allí se

concentran las venas. Este tipo de ala es exclusivo de las familias del orden Hemiptera

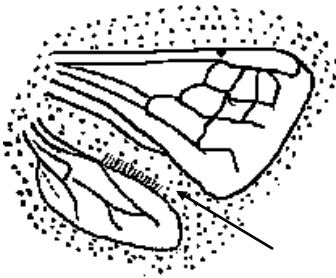


TEGMINA(Apergaminada). - Son alas semicoriáceas, muy parecidas a la textura del pergamino, son de forma recta, se caracterizan por tener la vena Costa submarginal. Este tipo se encuentra

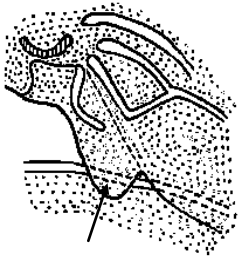
en el primer par de alas de los insectos pertenecientes a los ordenes Orthoptera y Dictyoptera.

MECANISMOS ACOPLADORES DE LAS ALAS.-

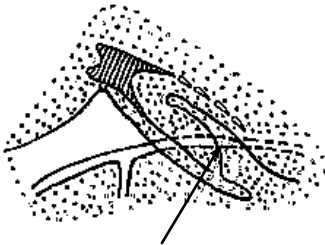
Anteriormente los insectos del grupo pterigotos movían las alas independientemente como los odonatos, neurópteros, isópteros y efeméridos, pero la mayoría de ellos mueven las alas al mismo tiempo, debido a que desarrollaron un órgano acoplador.



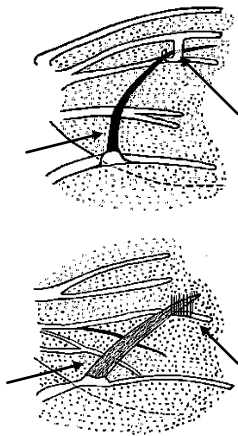
HAMULI.- Formado por una serie de dientes en forma de ganchos, situados en la parte media de la margen costal de las alas posteriores y que sirven para entrelazarse a otros situados en la margen interna del ala anterior dando la apariencia de un cierre. Este tipo de acople es muy frecuente ó característico del orden Hymenoptera (avispas, abejas, abejorros).



FIBULA.- Consiste en ciertas proyecciones o lóbulos basales del ala anterior de cada par, que se extienden hacia atrás por encima del ala posterior y se encajan en forma precisa en un pliegue elevado y sinuoso que se encuentra en la base y de esta forma las une para el vuelo. Como ejemplos tenemos los ordenes Tricoptera, Neuroptera y algunas especies de Lepidópteros.



YUGO (Jugum).- Lóbulo en forma de dedo que sale del ala anterior por la parte posterior del lóbulo jugal, el cual se proyecta por debajo de la margen costal del ala posterior incrustándose a un saliente, quedando la margen interna del ala anterior sobrepuesta a la margen externa del ala posterior, y acoplándose de esta forma para el vuelo. Se encuentra en las familias de insectos del orden Lepidoptera del suborden Jugatae.



FRENULO (Frenulum). - Es una cerda o grupo de cerdas mas o menos delgadas, sé encuentran en el ángulo humeral del ala posterior y se entrelazan en el gancho frenular (retináculo) del ala anterior, próxima a la base y junto a la nervadura Cubital, produciéndose él acople. Es característico en la mayoría de los lepidópteros del Suborden Frenatae. En este órgano puede haber dimorfismo sexual. Si hay una sola cerda y gruesa es macho, si son varias las cerdas es hembra. Este caso se puede observar en

las polillas de la familia Sphingidae.

ABDOMEN.-

Es la tercera división del cuerpo de los insectos, en su interior contiene las vísceras, localizado a continuación del tórax, es de estructura más simple generalmente la más grande y alargada de las divisiones del cuerpo del insecto, muy grasoso, membranoso, no tiene partes muy esclerotizadas, en algunos insectos se pueden ver desarrollos apodermales a partir de la parte anterior del tergo de los segmentos abdominales, estos apodemas son pequeños o inexistentes, lo mismo sucede en la región esternal; sin embargo, en los cucarrones o en aquellos que tienen alas para resguardar la parte superior del abdomen, la parte esternal es rígida y bastante endurecida, como también sus segmentos terminales, pero estos últimos son de libre movimiento por sus tejidos conectivos que son elásticos.

En insectos con abdomen no protegidos por las alas, existen dos escleritos bien definidos, uno notal y el otro esternal, que protegen el abdomen por el dorso y la parte ventral, siendo las regiones pleurales las más blandas, permitiéndole movimientos necesarios para la respiración y la circulación (es aquí donde se encuentran los espiráculos, órganos de entrada del aire externo a las tráqueas).

Hacia la parte final del abdomen se encuentra la abertura genital, que divide al abdomen en tres secciones: la región Pregenital, que comprende los siete primeros segmentos abdominales, también se denomina región visceral, porque contiene las vísceras del cuerpo del insecto. La región Genital: que comprende los segmentos octavo y noveno, en los cuales está situado el orificio genital, en algunas especies estos segmentos se modifican en apéndices estructurales, que se conocen con el nombre de gonopodos y hacen parte del órgano genital. La región Pos-genital o Proctiger después del noveno segmento contienen la abertura anal, generalmente estos segmentos están constituidos por unas placas: la supranal (Epiprocto) que descansan lateralmente sobre las placas sub-anales (Paraprocto) (Fig.58), aunque en algunos casos (Isoptera, Plecoptera), el epiprocto se encuentra fundido con el segmento décimo.

La mayoría de segmentos abdominales (urómeros) no tienen apéndices, con excepción de los dos últimos, que toman el nombre de Telson y contiene los cláspes, cercus, filamentos y valvas, los cuales son utilizados para el agarre en el momento de la cópula (Fig.58), estos apéndices generalmente se encuentran en el octavo y noveno segmentos.

MORFOLOGIA DEL ABDOMEN.- Los insectos presentan gran variedad morfológica en el abdomen y sus apéndices.

DIVISIONES.- El abdomen se puede dividir longitudinalmente en tres secciones: una placa dorsal esclerosada o tergo, una ventral ó esterno unidas por la membrana pleural, sobre ésta y lateralmente en los primeros ocho segmentos, se encuentran una serie (un par en cada segmento) de pequeñas aberturas externas (Espiráculos) que están conectadas al aparato respiratorio y que están situados sobre un esclerito (Peritrema).

El abdomen además tiene una serie de divisiones verticales, llamados segmentos abdominales ó urómeros (uritos), cuyo número varia de nueve a once, observables generalmente diez, ya que el segmento once es retráctil tiende a esconderse (Fig.58). Sin

embargo, las especies del Orden Protura tienen doce segmentos, las del Orden Collembola seis ó cuatro y las avispas de la Familia Chrysididae pueden tener tres o cuatro segmentos visibles.

El número de segmentos abdominales están presentes desde el momento del nacimiento, excepto en el Orden Protura.

Cuando todos los segmentos abdominales se desarrollan en el embrión se conoce como desarrollo Epimórfico, cuando se agregan otros en su crecimiento, se dice que es un desarrollo Anamórfico.

Cada segmento abdominal (Urómero) de los insectos adultos, está constituido por tres segmentos longitudinales, nombrados de la parte dorsal a la ventral: el urotergito ó placa dorsal, la uropleurita zona central membranosa y elástica, donde se localiza el espiráculo, y que une la parte dorsal con la ventral, algunas veces esta zona pleural está oculta por las imbricaciones de los bordes del tergo sobre los del externo. La parte ventral o uroesternito constituida por una placa esternal (Fig.58).

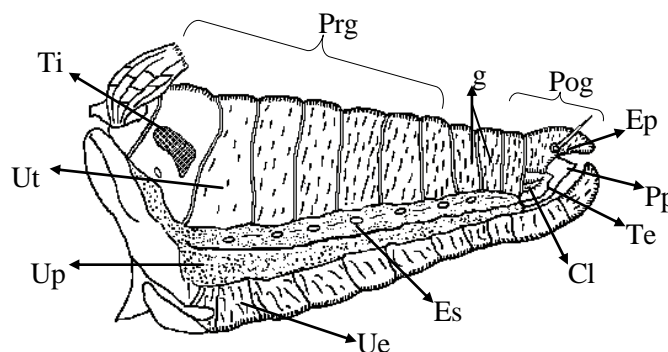
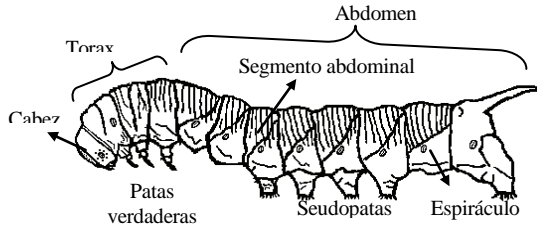


Figura. 58: Abdomen de un Insecto: Cl: clasperes; Ep: epiproto; Es: espiráculo; g: genital; Pog: posgenital; Pp: paraprocto; Prg: pregenital; Te: telson; Ti: tímpano; Ue: uroesternito; Up: uropleurita; Ut:

En algunas larvas y pocos adultos se observan vestigios de escleritos en la pleura; sin embargo, en muchas larvas holometábolos (metamorfosis completa) no hay

esclerotización y sus segmentos abdominales constan de una serie de segmentos membranosos, ejemplos: Dípteros, Himenópteros, algunos Coleópteros y la mayoría de las larvas de Lepidópteros.



En general las larvas tienen en el abdomen pseudopatas, apéndices de locomoción y de número variable.

El abdomen puede estar conectado con el tórax a todo lo ancho (sesil), es decir, sin constricción, por lo tanto es poco móvil (Fig.59a) o en forma estrecha (libre), con una fuerte constricción de gran movilidad, puede ser corta ó pendulada, estrechamente fundida al tórax, de tal forma que algunos lo consideran como parte del metatórax y otros como el primer segmento abdominal (urómero = urito). El primer segmento, toma el nombre de propodeo, es muy común en los insectos del Orden Hymenoptera (abejas, abejorros, hormigas, avispas). La parte restante del abdomen es generalmente globoso, triangular ó alargado, toma el nombre de Gaster (Fig.59b).

En algunos insectos del Orden Diptera (moscas), la unión es pedicelada, pero les falta el propodeo. Típicamente el segmento anterior de cada uno de los que componen el abdomen, traslapa la parte anterior del de atrás.

Ciertas especies llevan el órgano timpánico en el primer segmento abdominal.

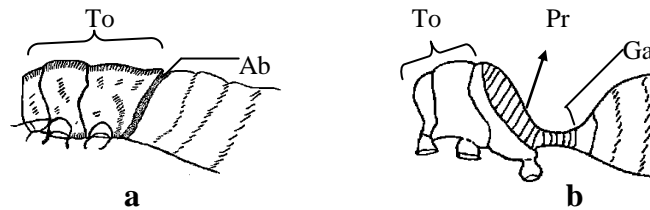


Figura. 59: Conexiones del tórax y el abdomen de un insecto: a: sesil y b: pendulado: Ab: abdomen; Ga: gaster; Pr: propodeo; To: tórax

APÉNDICES ABDOMINALES.-

El abdomen presenta también apéndices, entre estos se encuentran los caudales en la parte final y varían en número y forma, son evidencia de las transformaciones de las patas primitivas del animal que dio origen a los insectos, el resto de apéndices abdominales se perdieron con excepción de los Ordenes: Thysanura y Collembola en los cuales existen evidencias de haberlos tenido en todos sus segmentos (Fig.60A).

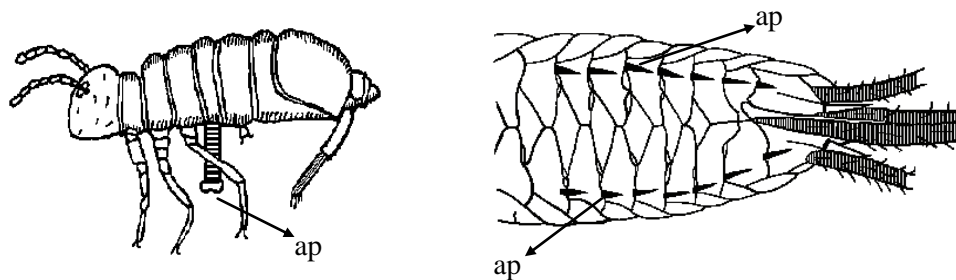


Figura. 60A: Apéndices abdominales de un insecto: a: Collembola y b: Thysanura; ap: apéndices

Los apéndices abdominales pueden ser de dos formas:

- a.- Los asociados con la reproducción, táctiles, de sujeción, olfatorios y defensa.
- b.- Los desarrollados para la actividad de la reproducción, copulación y ovoposición.

Los apéndices asociados con la reproducción, son:

Cercos (Cercus: plural). - Par de apéndices conspicuos que se sitúan dorsalmente en el decimoprimer segmento abdominal (se numeran con romanos), entre las membranas del epiprocto y las paraproctos, a pesar de que falte el segmento once, pueden aparecer los cercos saliendo del segmento diez. Los cercos varían en forma y tamaño, pueden ser filiformes, largos y multisegmentados, como en efeméridos, thysanuros y plecópteros (Fig.61a, b, c); ó no segmentados como ocurre en zorápteros (Fig.61d), también pueden estar transformados en forma de pinzas muy fuertes, como en los insectos dermápteros (Fig.61e).

Los cercus desempeñan funciones sensoriales, táctiles, olfatorias, en algunos casos los utilizan para retener la hembra en el momento de la cópula o como órgano de defensa. Están presentes en Apterigotos y en Hemimetábolos diferente a los Hemipteroideos, sólo en Plecópteros y tal vez en los Siphilidos entre los Holometabólicos pueden existir, pueden ser diferentes en algunas especies entre macho y hembra (dimorfismo sexual).

Filamento caudal medio.- Es un apéndice multisegmentado, impar, filiforme, que aparece en la parte media del undécimo segmento abdominal como prolongación tergal, se encuentra en algunos Thysanuros (Fig.55a) y en la mayoría de los Ephemeropteros (Fig.55b).

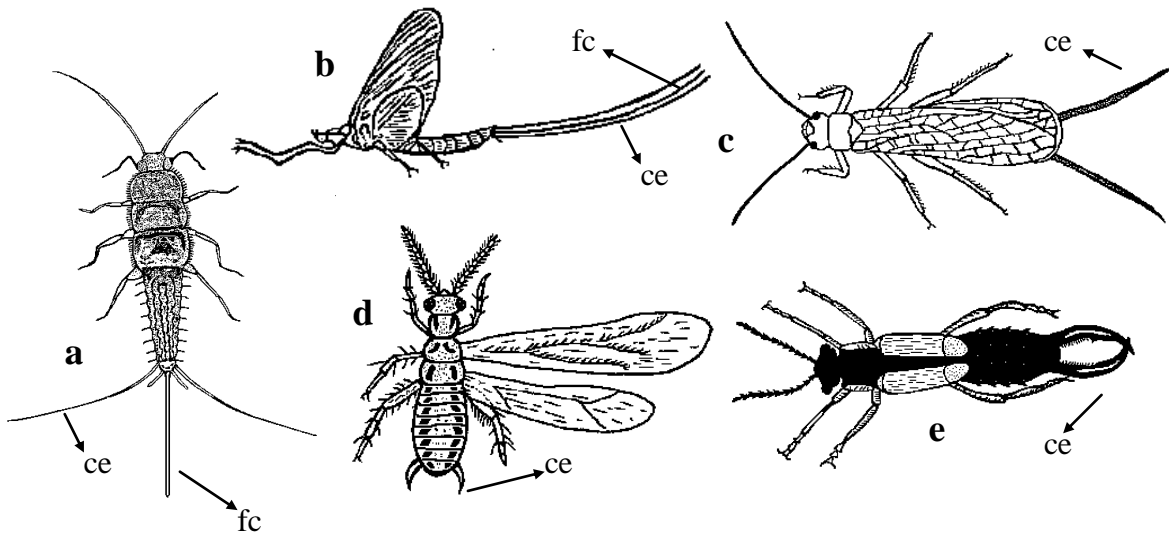


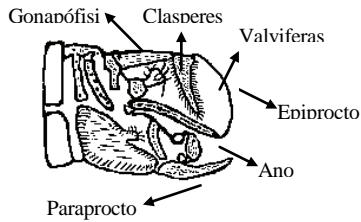
Figura. 61B: Apéndices abdominales: a: efeméridos, b: thysanuros, c: plecópteros, d: zorápteros, y e: dermápteros: ce: cercus; fc: filamento caudal.

Pigidio (pygidium).- Es la parte conformada por la fusión de los últimos urómeros (segmentos abdominales) de las hembras de los diaspidides (homoptera), los cuales



presentan formas características que se pueden tener en cuenta, para diferenciar especies. En coleópteros los segmentos terminales del abdomen no cubiertos por los élitros, toman el mismo nombre de pigidio.

CLASPERES (Harpes).- Apéndices prensiles y especializados, que hacen parte del



órgano genital del macho y que ayudan a sujetar a la hembra durante la cópula, se encuentran en la parte exterior del gonapófisis, formado por el primer par de valvíferos (placa subanal = epiprocto), que descansan lateralmente en los paraproctos, un par de escleritos que

también nacen en el octavo segmento, generalmente se encuentran en el Orden Lepidoptera. El ano se encuentra colocado en la parte media de la base del epiprocto y los paraproctos.

Los apéndices desarrollados para la actividad de la reproducción, copulación y ovoposición, están constituidos por los apéndices del octavo y noveno segmento abdominal en la hembra y del noveno en los machos, estos se encuentran asociados con la genitalia o órgano reproductor.

GENITALIA DE LA HEMBRA.-

Generalmente se encuentran detrás del octavo y noveno segmento abdominales, consiste típicamente en una cámara genital o copuladora ventral, con tres pares de valvas: las primeras nacen de unas placas ubicadas en el octavo segmento y se denomina primer par de valvíferas, el segundo y el tercer par de valvas nacen en el segundo par de placas ubicadas en el noveno segmento, llamadas también segundo par de valvíferas, colectivamente conforman el ovipositor (oviscapto), el cual sirve como órgano para poner los huevos, especialmente para incrustarlos en el suelo, en los tejidos vegetales o animales, en este caso el primero y el segundo par de valvíferas forman un órgano cortador en forma de tubo aplanado o cilíndrico, largo, con un canal inferior, por donde pone los huevos, el tercer par de valvíferas, forman una vaina o funda que reviste el tubo anterior cuando está retraído. Su grado de desarrollo y co-adaptación varía mucho según al oficio en que está sometido, en algunos es fuerte como en el chapul (Orthoptera: Tettigonidae, Acrididae) (Fig.62a,b), en otros se ha atenuado y modificado para picar e inyectar veneno (Fig.62c).

En forma general, el ovipositor no está desarrollado o ha desaparecido en los Mallofagos y Sinfunculatos (Siphonaptera), en otros insectos que no tienen el ovipositor, han modificado los últimos segmentos abdominales, formando una especie de tubo retráctil, es decir actúan como el ovipositor (Dípteros) (Fig.62d). En las cucarachas (Diptoptera) el ovipositor está

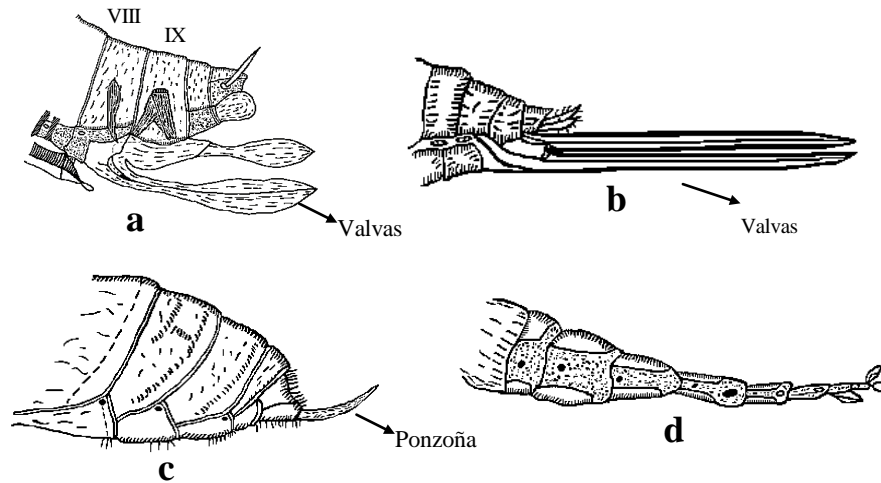


Figura. 62: Genitalia de la hembra de un insecto: a y b: ortóptera, c: himenóptera, y d: díptera: VIII y IX segmento abdominal.

formado por un par de valvas ventrales, un par internas y un par dorsal.

GENITALIA DEL MACHO.-

Está situado en el noveno segmento abdominal entre los clásperes, en el par externo llamados parámetros, que son grandes y a veces protegen como un estuche toda esta armadura; el segundo par, que está internamente es muy variado y complicado en su forma, generalmente se subdividen en dos pares de piezas: las externas que constituyen un órgano específico y peculiar, que de su posible enganche con la vagina de la hembra, depende que se realice la cópula, el otro par que es interno, se conoce como Edeago (Pene = órgano masculino) ó extremidad del canal eyaculador, formando así el verdadero órgano de copulación, el cual se esconde en una cámara genital cuando no está en uso. Las estructuras

que componen este órgano se tienen en cuenta para la clasificación de las especies (Fig.63).

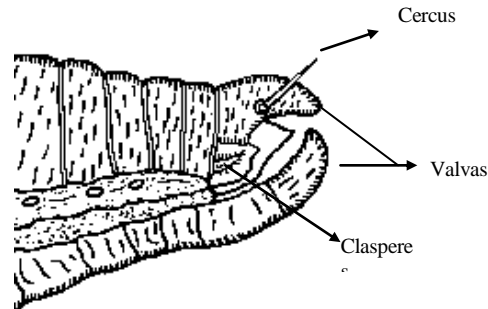


Figura 63: Genitalia del macho de un insecto

En los estados inmaduros de muchos insectos, se pueden ver otros apéndices como las branquias de algunas larvas y ninfas acuáticas; las pseudopatas (larvapodas) ubicadas en algunos segmentos abdominales de ciertas larvas, como también las denominadas prepatas en ninfas de efemeridos; los apéndices de los órganos copuladores en el segundo segmento abdominal de los Odonatos (libélulas) y las aberturas glandulares que se encuentran en el abdomen de otros insectos como los cucarrones (coleópteros), además estos frotan entre sí los urómeros y producen ciertos sonidos. Algunos insectos adultos (moscas) o en estado larval (Lepidópteros) tienen el abdomen o los segmentos larvales cubiertos de pelos o setas, cuyo estudio y mapeación se conoce como Quetotaxia.

ANATOMÍA INTERNA Y FISIOLOGÍA

INTRODUCCIÓN.

El conocimiento de la anatomía y la fisiología de los insectos, es de suma importancia, ya que permite emplear metodologías o estrategias y en determinados casos, conocer como son los sistemas internos que los componen y el funcionamiento. Si se conocen los procesos físicos y químicos que los rigen en determinado momento se puede hacer un manejo adecuado y racional de una población de insectos, ya que ellos representan altos costos para la producción y su control; estos procesos en los insectos son los mismos que se presentan en otros seres de vida animal.

Los órganos internos de los insectos desempeñan funciones definidas, por tal razón es interesante conocer sus estructuras y sus funciones. Lo cual es indispensable para entender como viven, como se pueden distinguir entre sí y de otros animales, sus ciclos biológicos, hábitos, comportamiento ecológico, su metabolismo, intercambio de oxígeno y anhídrido carbónico en la respiración, la fecundación, reproducción y la transmisión de estímulos a través del sistema nervioso.

El autor pretende hacer un escrito general sobre la anatomía y fisiología de los insectos, donde trata aspectos relevantes para afianzar un poco en el conocimiento general de ellos.

El estudio de la estructura de un insecto se conoce como Anatomía y como Fisiología el estudio de las funciones de los sistemas orgánicos, ésta parte es fundamental para comprender los procesos biológicos, los problemas que los afectan y las maneras de controlarlos.

La organización interna del insecto, es tan perfecta como las de cualquier animal superior, no difiere en lo mínimo en aquellos insectos muy pequeños; sin embargo, en algunos casos, en la anatomía y en los órganos internos se diferencian en forma marcada de los animales superiores.

En las últimas décadas se ha progresado en el estudio de la Anatomía y Fisiología, para el conocimiento básico de la Entomología aplicada, la salud pública, la nutrición, las leyes gubernamentales referente a los insectos, sus respuestas a los factores bióticos y abióticos de la naturaleza y la taxonomía, tan importante para el reconocimiento de los insectos dañinos y benéficos que existen en cada región del mundo. El conocimiento de lo anterior capacita al hombre y lo coloca en una posición aventajada para el manejo integrado de los insectos.

Sabemos que los insectos constituyen el mayor número del grupo de los invertebrados, que son capaces de vivir en un ambiente seco, por la protección que tienen los órganos internos por el exoesqueleto el cual evita la pérdida de humedad, a esta estructura nos hemos referido ampliamente en el tema “éxitos de los insectos como grupo”.

ORGANIZACIÓN INTERNA DE UN INSECTO.-

El exoesqueleto tiene como función rodear el cuerpo del insecto, formando una especie de envoltura fuerte, dejando una cavidad interna que se extiende desde la cabeza, pasa por el tórax y termina en el abdomen, por donde circula libremente la hemolinfa, además de los músculos y las vísceras que se encuentran en esta parte, esta cavidad se conoce como Hemocele Fig. 64.

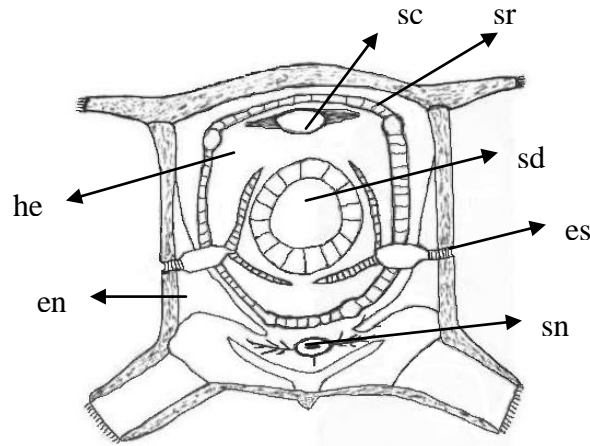


Figura 64: Corte transversal del cuerpo de un insecto: es: espiráculo, sc: sistema circulatorio cerrado (corazón), sr: sistema respiratorio, sd: sistema digestivo, en: endoesqueleto (cuerpo del tentorial), sn: sistema nervioso, he: hemocele (por donde circula la sangre en forma libre)

La anterior cavidad se puede subdividir en tres partes:

Cavidad de la cabeza.- En su interior se encuentran los ganglios cerebrales, los músculos que mueven las piezas bucales, órganos y apéndices externos.

Cavidad del tórax.- En esta parte se encuentran los músculos que mueven los apéndices locomotores de los insectos, (patas, alas) y parte de los órganos internos.

Cavidad abdominal.- Esta parte está subdividida por dos membranas (diafragmas): una dorsal que separa una pequeña cavidad dorsal (cavidad pericárdial), donde está localizado el corazón, la aorta, parte de la traquea y la comisura dorsal y la otra inferior, que también

separa una pequeña cavidad ventral (cavidad perineural), donde se encuentran el doble cordón nervioso longitudinal, los ganglios torácicos, la comisura ventral, parte del tronco traqueal. En la cavidad central (cavidad circumintestinal), se encuentra el sistema digestivo, el tronco traqueal lateral, las glándulas sexuales y salivales. Ambas membranas (diafragmas) están perforadas para facilitar la circulación de la hemolinfa a través del hemocele.

SISTEMA CIRCULATORIO.

El sistema se localiza dorsalmente, a lo largo de la línea media longitudinal.

Los animales vertebrados tienen un sistema circulatorio cerrado y la sangre circula a través de vasos especiales (Arterias, Venas, y Vasos capilares). En los insectos, el sistema circulatorio es abierto o sea que la hemolinfa (Sangre) circula libremente por el hemocele (Cavidad interna), es decir alrededor de los órganos internos y tejidos del cuerpo, sin que existan vasos especializados de conducción. Sólo por un pequeño trayecto, la hemolinfa circula por un conducto (vaso dorsal) en forma de tubo largo, cilíndrico, y un poco aplanado Fig. 65

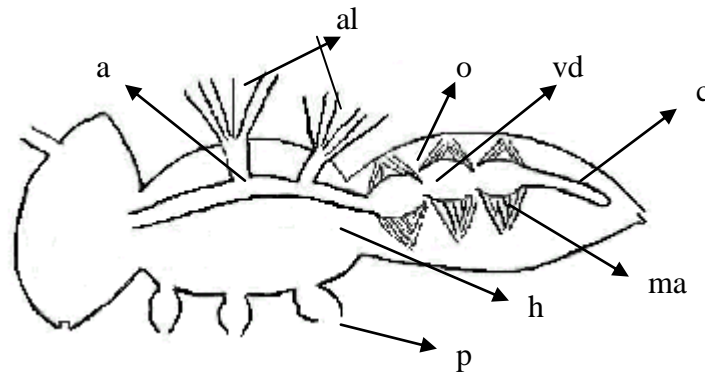


Figura 65: Sistema circulatorio de un insecto: c: corazón, a: aorta, vd: vaso dorsal, ma: músculos alares, h: hemocele, al: alas, p: patas, o: ostiolos

Vaso dorsal. Recibe la hemolinfa de la cavidad abdominal y la descarga en la cabeza; comienza desde el extremo caudal y se extiende a través del tórax, terminando en la

cabeza, está localizado debajo del dorso o pared dorsal del cuerpo del insecto. Es un tubo continuo, generalmente cerrado en su parte posterior y abierto en el extremo anterior o extremidad cefálica, las paredes están constituidas por una sola capa celular, generalmente diferenciada en fibrillas circulares, indistintivamente estriadas, encontrándose entre dos membranas homogéneas, posiblemente se originaron del sarcolemma..

Está unido con los tejidos del cuerpo por ciertos músculos, conocidos como alares, porque forman entre ellos unas expansiones laminares en forma de alas. Estos músculos y pliegues solamente se extienden hasta donde comienza la Aorta. El vaso dorsal tiene otros órganos pulsátiles que ayudan a la circulación de la hemolinfa y pueden estar en el tórax (Alas y Patas), en el diafragma dorsal que forma un tabique casi completo entre la cavidad principal del cuerpo y la región situada alrededor del corazón, conocida como seno dorsal.

El vaso dorsal está compuesto por dos partes: la posterior llamada corazón, cuyo extremo posterior es cerrado, es el órgano pulsátil principal, colocado en la parte posterior del abdomen, bombea la hemolinfa desde la porción posterior del cuerpo pasando por la aorta, de aquí fluye hacia todo el hemocele, después la hemolinfa es absorbida de nuevo por el corazón y bombeada hacia la cabeza para repetir el ciclo. Algunas veces se pueden observar flujos en sentido contrario, este impulso es ayudado por otros órganos pulsatorios accesorios, cercanos a la base de la antena y de las patas, que ayudan a movilizar la hemolinfa a través de estos apéndices.

El corazón está formado por constricciones, alojado en los primeros nueve segmentos abdominales, como chorizos unidos por los extremos, cada uno de ellos corresponde a un segmento abdominal. Cada una de estas cámaras tienen un par de aberturas valvulares a cada lado, conocidas como Ostiolos (el numero varia según la especie de insecto), las cuales dejan pasar la hemolinfa del hemocele hacia las cámaras por medio de succión, de aquí pasa a la cabeza donde se descarga en la región del ganglio esofageal, desde este

punto la hemolinfa es forzada hacia los apéndices y a todas las partes del cuerpo. Sin embargo, hay insectos que tienen solamente una cámara, con tres pares de ostiolos.

El corazón impulsa la hemolinfa en dos tiempos básicos: Sístole y Diástole; pero existe un intermedio llamado Diastasis. En el movimiento diastólico, las constricciones entre cámaras provistas de válvulas a través de las cuales la hemolinfa pasa de una cámara a otra, de atrás hacia delante, cuando se contraen (sistólico) por acción de los músculos de las paredes. La función es alterna, cuando una cámara se encuentra en sístole, la siguiente entra en diástole.

La hemolinfa no se devuelve hacia atrás, ni hacia el exterior por los ostiolos, debido a las válvulas, de ahí que el movimiento de estas constricciones son ondulatorias hacia delante, en ésta forma impulsan la hemolinfa hacia la aorta, que se encuentra en la parte anterior del tubo dorsal y que no tiene cámaras, de la aorta es vertida a la cavidad del cuerpo (hemocele), al aumentar la presión en este lugar, circula libremente de adelante hacia atrás, para ser absorbida nuevamente por el corazón.

Durante el movimiento respiratorio, el flujo sanguíneo también se facilita por movimientos corporales como contracciones abdominales. La elevación de presión sanguínea sirve para el levantamiento de las alas, el desenrollamiento de la proboscis, la expulsión de las bolas fecales, los órganos eréctiles y el abultamiento del cuerpo durante la muda de las fases inmaduras.

En el latido del corazón influye la hormona neutra acetilcolina; la intensidad del latido varía enormemente, desde catorce (14) hasta ciento sesenta (160) por minuto, aumenta cuando aumenta la actividad. Las pulsaciones se pueden iniciar en el músculo del corazón o bajo control nervioso. El órgano tiene muchas formas: en las cucarachas (Dictyoptera) las dos partes del corazón se encuentran en el meso y metatórax respectivamente; en el chinche **Nezara sp.** (Hemi. : Pentatomidae), el corazón consta de una cámara con tres ostiolos.

Para mantener el corazón en su lugar, contiene unos diafragmas musculares alares o laminas triangulares que se extienden hasta la pared del cuerpo, difieren de nombre mas no de función dependiendo de la ubicación.

La aorta, parte anterior del vaso dorsal, es una expansión del corazón; tiene la forma de un tubo simple. En algunos insectos, sirve también de órgano pulsátil, se extiende a lo largo del tórax y termina en el cerebro, carece de aberturas laterales (hostiolas); recibe la hemolinfa impulsada por el corazón.

En los insectos el oxígeno se transporta a través del aparato respiratorio, en vez de hacerlo por el sistema circulatorio, ya que todos los órganos presentan una membrana en base de tejidos conectivos, el intercambio de materiales entre la hemolinfa y las células del cuerpo está regulado por las propiedades de estas membranas bases.

LA HEMOLINFA (Sangre).

Está constituida por un conjunto de células en suspensión, llamadas hemocitos o corpúsculos sanguíneos (Fig. 66), similares a los glóbulos blancos de la sangre de los vertebrados, varían en número, tamaño y forma, promedian alrededor de 25.000 a 50.000 por milímetro cúbico (mm^3), los cuales se multiplican y crecen toda la vida del insecto. Está constituida también por una parte líquida (Plasma), fluido que contiene albúmina, fibrina y materiales grasos. Carece de hemoglobina, llena las cavidades periviscerales bañando los órganos internos del cuerpo. La circulación es ineficiente como proceso y por eso los insectos pueden vivir algún tiempo después de que el corazón ha dejado latir. La hemolinfa difiere de la sangre de los vertebrados en apariencia, en el número de glóbulos rojos; es clara e incolora, en otros es amarilla verdosa, ocupa cerca del 15 al 75% del volumen del insecto.

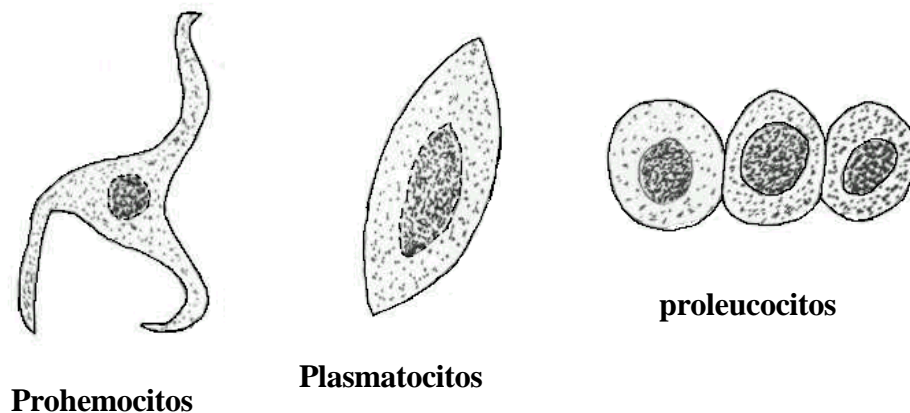


Figura 66: Hemocitos: diferentes formas de células que componen la hemolinfa de un insecto.

Propiedades. El peso específico se aproxima al del agua, variando desde 1.03 a 1.05, es ligeramente ácido, pero el pH varía de 6 a 7.5 dependiendo de la especie, la fase larval, la edad y el sexo. Está constituida por hidratos de carbono, sales, grasas, vitaminas, urea y proteínas, en algunos insectos es de 6% pero en la mayoría de 5%; la característica más notable es que el cloruro es bajo, por eso el color hialino; tiene contenido alto de aminoácidos, de 20 a 30 veces más que los mamíferos, algunos de ellos son: alanerina, serina, hirosina, etc.; muchas enzimas entre ellas proteolasas, amilasas, sucrosa, lipasa etc.

Funciones. La hemolinfa de los insectos tiene cuatro funciones, tres como tejidos vivos y la cuarta es mecánica. La principal función de los hemocitos es la fagocitosis, es decir la ingestión de pequeñas partículas sólidas, no son importantes en la respiración, pero algunas células obtienen el oxígeno y el anhídrido carbónico de la porción disuelta en la sangre. Pueden ser encapsulantes, intervienen en el enquistamiento de objetos extraños; en la cicatrización tienden a agregarse donde se ha producido la herida; en algunos insectos no se presenta coagulación, en otros es aparente; colabora en el metabolismo, en la formación de membranas básicas, en hormonas, melaninas y en tejidos conectivos producidos por la fijación de hemocitos, pueden librar al insecto de ciertas bacterias y parásitos.

Transporte. Como tejido vivo transporta sales, hormonas y productos metabólicos. Los materiales digeridos son absorbidos por el tubo digestivo hacia las células que han de utilizar en el metabolismo o llevarlos a los lugares en que han de ser almacenados. Los productos de desechos se llevan desde los tejidos a los órganos excretorios, además ciertas hormonas se transportan desde su lugar de formación a los tejidos.

Difusión. La llegada del oxígeno a los tejidos y la eliminación del anhídrido carbónico (difusión) puede ser ayudada por medios mecánicos, como la ventilación producida por algunos insectos. Pero casi una cuarta parte del anhídrido carbónico se elimina a través del cuerpo.

Función mecánica. Ya que la hemolinfa forma un sistema hidráulico cerrado, capaz de transmitir presiones, la función mecánica tiene muchas aplicaciones en el cuerpo. La presión de la hemolinfa es regulada por las contracciones del tórax, abdomen o en forma conjunta; el ciclo circulatorio toma de 8 a 10 minutos, la presión es la responsable del despliegue del exoesqueleto después de la muda, del inflamiento de las alas y de la rotura del huevo en el momento de eclosión. La presión hidráulica interna permite soportar grandes presiones exteriores ya que se puede desplazar fácilmente el líquido interno, por eso es difícil romper un insecto. También lava toda la cavidad del cuerpo, las vísceras, los apéndices, las cavidades tubulares de las venas alares.

SISTEMA RESPIRATORIO.

La respiración traqueal es la más evolucionada y común. El sistema respiratorio comprende los procesos por medio de los cuales el oxígeno absorbido se difunde en los insectos (Respiración externa), se transporta a las diversas células del cuerpo para que participen en los procesos metabólicos de oxidación y en la eliminación del bióxido de carbono del cuerpo. Todo se lleva a cabo, por la acción de un conjunto de complejos elementos

respiratorios y enzimas denominadas citocromos, localizadas en las mitocondrias de las células, sin que tenga un complicado aparato respiratorio.

La respiración de los insectos es especial y se efectúa por difusión del aire a través de unos tubos internos (traqueas y traqueolas). (Fig. 67) El sistema es muy complejo, por ramificarse en muchos y delicados tubitos, cada uno de los cuales alcanzan íntimamente a solo un pequeño grupo de células. Algunas veces la circulación de los gases es ayudada por contracciones o dilataciones del abdomen.

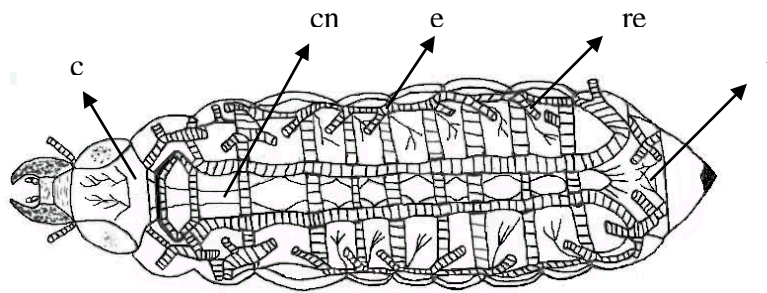


Figura 67: Sistema respiratorio (traqueas) de un insecto: c: cerebro, cn: cuerda nerviosa, e: espiráculo, re: rama espiracular, t: traquea

El oxígeno que llega a las traqueolas se difunde a través de las paredes y pasa a las células (respiración interna); se difunde pasando a las traqueolas y después al sistema traqueal, donde es expulsado al exterior. Algunas partes del bióxido de carbono sale a través de la pared del cuerpo, debido a la gran facilidad de difusión a través de los tejidos de los insectos.

El aparato respiratorio de los insectos es diferente al de los vertebrados y puede ser de dos tipos: interno cuando el intercambio y la utilización de los gases se realizan en el interior de la célula; externo cuando el intercambio de gases se realiza entre la célula y el medio ambiente.

Los estados inmaduros de muchos insectos acuáticos presentan otro órgano especializado para la respiración (branquias), que pueden coincidir con espiráculos abiertos. Otros

presentan uno o dos tubos que pueden sacar del agua y en sus extremos puede existir espiráculos para tomar el oxígeno.

Las aberturas de la pared del cuerpo por donde penetra el aire se llaman espiráculos o estigmas, ubicados a ambos lados del cuerpo tanto del tórax como en el abdomen. Están unidos por medio de un tubo traqueal a otro principal, el cual corre longitudinalmente por todo el cuerpo. En cada segmento, se origina, a partir del tubo principal una serie de ramas en pares que conducen el aire a los tejidos de los órganos. (Fig. 68).

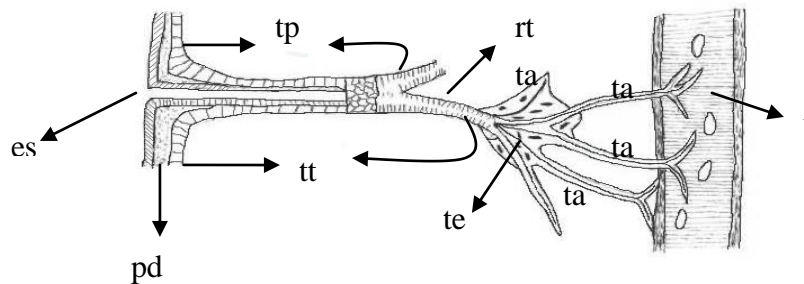


Figura 68: Esquema de una traquea abierta de un insecto: es: espiráculo, pd: pared del cuerpo, tt: tubo traqueal, rt: rama traqueal, tp: tubo principal, t: tejidos, ta: traqueolas, te: tenideas.

Se considera que la distribución del aire en el cuerpo del insecto se efectúa en tres secciones:

Rama Dorsal. Que le proporciona aire al vaso dorsal (corazón y aorta), y los músculos dorsales.

Rama Ventral. Que airea los músculos ventrales y el sistema nervioso.

Rama Visceral. Que da aire a los sistemas digestivos y reproductor.

Cada rama la forma, las traqueas, traqueolas y espiráculos. Los gases como el oxígeno, el anhídrido carbónico y el vapor de agua, se difunden rápidamente por el sistema traqueal.

Traqueolas. Son ramificaciones de las nacidas como traqueoblastos, reforzadas internamente por espirales (Tenideas), pero carecen de una capa de células epiteliales, se difunden a través de los órganos y apéndices que van airear. La subdivisión tiene un

diámetro tan pequeño que se vuelven tubos microscópicos, carecen de pared cuticular, son muy delgados, permeables a los gases permitiendo el intercambio de estos con la células a las que están unidos los tubos. Los extremos son permeables a los líquidos y contienen un fluido interno, se cree que tiene un efecto sobre los músculos relajados, pues esta retracción se debe al aumento de la presión osmótica de los músculos. Los extremos de las traqueolas se sitúan a lo largo, entre o dentro de los tejidos celulares del cuerpo. Se cree que a través de estos extremos traqueolares se efectúa la mayor parte del intercambio gaseoso respiratorio de los tejidos y la eliminación del gas carbónico.

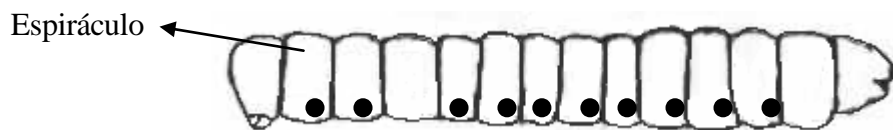
El líquido traqueolar en la mayoría de los insectos, se encuentra en los extremos de las traqueolas. Es un líquido de composición desconocida; cuando está asociado con el músculo relajador, puede llenar una considerable porción de las traqueolas cuando el músculo está fatigado, gran parte de este se aleja de las traqueolas hacia el interior de las células. El sistema traqueolar está ausente en la mayoría de los colembolos, algunos proturos y ciertas larvas endoparásitos de algunos himenópteros y dípteros

Traqueas. Son invaginaciones del dermo y sus rasgos generales son similares al ectodermo de la epidermis conformada por células epiteliales. Son tubos elásticos, de apariencia plateada, impermeables a los líquidos; constan de una cutícula íntima, quitinosa internamente, reforzada por un pliegue en espiral más fuerte, que le confiere más resistencia a las presiones y asegura que las traqueas permanezcan cilíndricas aún bajo condiciones de doblamiento y presión (Tenideas). Se ramifican abundantemente por todos los órganos y apéndices del cuerpo en forma arborescente. hasta terminar en penachos de diminutas ramas que tienen la forma de tubitos finísimos (traqueolas) las cuales suministran el oxígeno por ósmosis o a través de las traqueas a los órganos que están unidos. La disposición de los racimos traqueales indica que originalmente los insectos tenían un sistema traqueal independiente en cada segmento del cuerpo; hoy en día con algunas excepciones, los insectos tienen conexiones entre las traqueas de cada segmento del cuerpo, si el sistema traqueal está desarrollado.

Espiráculos (Estigmas). Son aberturas exteriores de las traqueas transversales que se comunican entre sí por traqueas longitudinales, están localizados en la pleura de cada lado del cuerpo del insecto; su posición varia, lo mismo el tamaño, forma y estructura. Presentan unas pequeñas válvulas que regulan la abertura y cerrada de este órgano. Si los espiráculos permanecieran abiertos el insecto perdería agua de manera constante, en lo posible los mantienen cerrados, abriéndolo solo para satisfacer la necesidad de introducción de oxígeno y eliminación de anhídrido carbónico. No se presentan en algunas larvas endófilas o acuáticas, cuya respiración es cutánea o que pueden salir a la superficie y respirar como las larvas del mosquito (zancudo), por medio de filamentos o de branquias como las ninfas de algunos insectos como: efemerópteros, plecópteros, neurópteros, trichópteros y algunos coleópteros y dípteros.

Normalmente los espiráculos traqueales faltan en la cabeza de los insectos, pero están presentes en el tórax uno o dos pares, y en el abdomen de uno a ocho pares, ausentes en el noveno y once segmento, están localizados en las áreas menos quitinosas, es decir, entre los escleritos. Por la variabilidad en número, posición y funcionamiento, el sistema respiratorio de los insectos se han clasificado así:

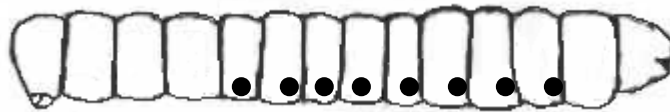
Holonéustico. Cuando existen diez (10) pares de espiráculos funcionales: dos (2) en el tórax y el resto en los primeros ocho segmentos abdominales. Esta respiración es la más primitiva en los insectos. Ej.: Colémbolos, larvas de Dípteros y adultos de Himenópteros



Hipopnéustico. Cuando uno o más pares de espiráculos han desaparecido, Ej.: Himenópteros, Mallófagos, Anopluros, Thysanópteros y Homópteros.

Hemipnéustico. Este tipo de respiración es propia de las larvas y se distingue porque uno o más pares de espiráculos del sistema primitivo se han vuelto no funcionales, es el más frecuente. De este caso tenemos los subtipos:

Peripnéustico. Los espiráculos abdominales (8 pares) son funcionales, excepto el par del protórax y mesotórax, Ej.: larvas de Himenópteros.



Propnéustico. Cuando solo los espiráculos del mesotórax son funcionales y los demás ausentes. Ej.: pupas de Dípteros.



Anfipnéustico. Solo son funcionales los espiráculos del mesotórax y el último par del abdomen (8 segmento). Ej.: larvas de Dípteros, Neurópteros, Himenópteros y Lepidópteros.



Metapnéustico. Solamente está abierto el último par abdominal. Ej.: larvas de Dípteros (culicidae y tipulidae) y adultos de Coleópteros (dytiscidae), Homópteros (en el primer estado de las cigarras), Hemípteros (belastomatidae = cucarachas del agua).



Apnéustico. Ausencia de espiráculos en el tórax y abdomen, aquí se presenta el fenómeno de difusión, pero puede tomar el aire por agallas o a través de la epidermis, Ej.: larvas de Dípteros (cuterebridae, chiromidae).



Respiración en los insectos.

Difusión. El mecanismo que conduce el oxígeno desde los espiráculos a las traqueas y traqueolas para llegar a los tejidos, es la difusión; el anhídrido carbónico se elimina siguiendo la dirección contraria, pero casi una cuarta parte del total producido es expelido a través del cuerpo. La difusión se presenta cuando el oxígeno que se suministra a las traqueolas es un 2 o 3% más bajo que en la atmósfera, el mismo argumento es para el anhídrido carbónico, pero este se difunde cerca de 35 veces más rápido que el oxígeno. La difusión es ayudado por dilataciones y compresiones de la traquea o del abdomen.

Ventilación. Complementa la difusión en los insectos más activos (correr, volar), con gran actividad metabólica y de gran consumo de energía.

Los insectos acuáticos pueden respirar de varias formas: remontándose hasta la superficie para respirar (larvas de mosquitos) por filamentos aeríferos muy finos que ponen su extremo final en contacto con la superficie del agua, en estos tubos se encuentra un par de espiráculos funcionales (Dípteros); por medio de branquias (ninfas de Odonatos, Efemerópteros). A través de la piel toman el oxígeno disuelto en el agua (Dípteros: jején). Por papilas que se encuentran en el segmento anal (mosquitos comunes); por agallas que son cojincillos de membranas muy delgadas que cubren una estructura reticulada de las

traqueolas en adultos, en larvas, ninfas o pupas que habitan en el agua y que respiran por traqueas y espiráculos, tienen unos dispositivos especiales que permiten almacenar aire ya sea debajo de los elitros o adheridos a la superficie de los pelos del cuerpo, también al poner en contacto los espiráculos con la superficie del agua (Neurópteros, Dípteros, Ephemeridos, Odonatos, Hemípteros). En otros las larvas penetran a los espacios de aire que tienen las plantas acuáticas. Pero la mayoría de los insectos acuáticos, respiran a través de una combinación cutánea y agallas traqueales.

Los parasitoides internos, larvas de insectos que se alimentan en el interior de otro están rodeados por los líquidos internos, razón por la cual su respiración es semejante a los insectos acuáticos, lo hacen en forma cutánea, traqueal en las formas de tamaño grande, por espiráculos posteriores del abdomen que son funcionales y los proyectan hacia el exterior a través de la piel del huésped o los conectan a uno de los troncos traqueales del mismo. (Fig. 69)

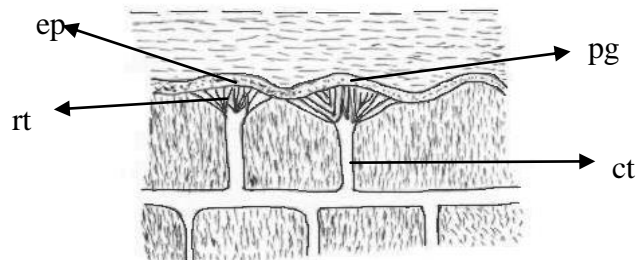


Fig. 69: Esquema de la respiración cutánea de un insecto acuático: ct: conducto de los tejidos, ep: epidermis, pg: punto de intercambio gaseoso, rt: ramas traqueales.

La sangre es un tejido vivo y precisa de oxígeno para su conservación y funcionamiento, del anhídrido carbónico para mantenerse en forma saludable, en los insectos no participa de modo importante en el transporte del oxígeno desde la atmósfera a los tejidos, pero debido a la circulación de la sangre por encima de muchas traqueas o traqueolas suministra

oxígeno en todo su curso por la cavidad del cuerpo, un exceso de anhídrido carbónico en la sangre se escapará a través de las paredes traqueales del cuerpo.

SISTEMA DIGESTIVO Y DIGESTIÓN.

El sistema digestivo de los insectos se puede dividir en vegetarianos y carnívoros, el diseño básico es el mismo de los artrópodos, está constituido básicamente por el tubo digestivo o canal de alimentación por donde pasan los alimentos, una serie de apéndices y órganos conectados con el, directa o indirectamente, tales como: los ciegos gástricos, los tubos de Malpighio y las glándulas salivales; se encuentra situado a través de la cavidad central del cuerpo, en toda su longitud y puede ser más o menos recto. La longitud depende de la especie de insecto, en algunos es tan largo como su cuerpo, mientras que en otros es mucho más largo que su cuerpo, por lo tanto tiene forma con voluta dentro de la cavidad.

El sistema digestivo no está sujeto a considerables variaciones, su longitud y conformación dependen de sus hábitos alimenticios, siendo de mayor longitud en los herbívoros que en los carnívoros, estas diferencias se pueden ver también en los diferentes estados de desarrollo del insecto.

Tubo digestivo. Llamado también canal alimenticio, atraviesa la parte central del cuerpo, según la especie podemos encontrar comedores de madera, plumas, seda, material orgánico en descomposición etc., características alimenticias que permiten considerar los insectos como “magos de la supervivencia”.

El tubo digestivo más generalizado se encuentran en herbívoros y omnívoros, tales como la cucaracha (Dictyoptera), saltamontes (Ortópteros) y muchos escarabajos (Coleópteros), en su estado larval o adulto. Son más simples y cortos en las larvas de Lepidópteros, Himenópteros y Dípteros (Nematócero), mientras que en los Homópteros tanto adultos como estados inmaduros (ninfas), alcanzan la mayor longitud y convoluciones. En forma general, los más largos se encuentran en los insectos que se alimentan de jugos o savia,

excepto los Himenópteros cuyo alimento es de naturaleza fluida, su tubo digestivo recto y simple.

Durante el estado larval las partes del canal alimenticio, crecen por alargamiento y no por divisiones celulares; sólo la parte media conserva la división celular para reemplazar las células que mueren durante el proceso digestivo.

Los órganos que intervienen en la alimentación preparan los materiales alimenticios, la digestión y absorción, la expulsión de los residuos, la distribución de los productos digestivos en los tejidos celulares.

Los insectos pueden tomar alimentos de casi todas las variedades de las sustancias orgánicas naturales como minerales, carbohidratos, lípidos, vitaminas solubles en agua, proteínas y aminoácidos.

El tubo digestivo va desde la boca situada en la base de la cavidad oral (espacio limitado por las piezas bucales), se abre por detrás del tercer segmento cefálico hasta el ano, que se encuentra en el segmento posterior del abdomen. Morfológicamente se reconocen tres divisiones principales en el tubo digestivo, según el origen embrionario:

Intestino anterior = Estomodeo = Estómago anterior.

Intestino medio = Mesenterón = Estómago.

Intestino posterior = Proctodeo.

El tubo digestivo embriológicamente tiene un origen que determina las diferentes organizaciones de estas partes. El Estomodeo y Proctodeo son invaginaciones de la pared anterior y posterior del cuerpo, poseen una envoltura fina cuticular que se forma a partir del ectodermo, ambas partes son de una histología igual o similar al del exoesqueleto, se cree

que esta cutícula es impermeable tanto a los fermentos como a los productos de la digestión. evita la absorción de los compuestos parcialmente digeridos, ya que traería obstáculos a la digestión total. En cambio la parte media o Mesenterón tiene su origen en el endodermo, por lo tanto carece de capa cuticular interna y es la verdadera porción digestiva absorbente del aparato, la comunicación del Mesenterón con las otras regiones es posterior a la formación de las tres partes, a veces no se verifica o es indirectamente. (Fig. 70)

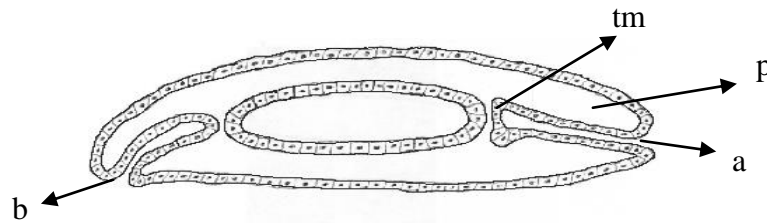


Figura 70: Sistema digestivo de un insecto; estado embrionario: a: ano, b: boca, p: proctódeo, tm: tubos de malpighi

El paso del alimento de una región a otra, está controlado por válvulas o esfínteres. Entre el Estomodeo y el Mesenterón se encuentra la válvula Cardíaca o estomodeal, la cual separa esta en dos partes, entre el Mesenterón y el Proctodeo está la válvula Pilórica o proctodeal.

En ciertos insectos de morfología primitiva, el tubo digestivo es simple generalmente es musculoso, el músculo principal tiene origen en la somatopleura y permanece extendido por todo el canal (músculo dilator) y puede colaborar en la deglución y defecación respectivamente.

Los músculos estomodeicos están desarrollados en los fluidófagos, son los responsables del movimiento del tubo digestivo, (bombeo o peristaltismo).

En el proceso de la metamorfosis el tubo digestivo sufre muchos cambios en su estructura interna como también en su forma, para adaptarse a los diferentes hábitos alimenticios.

Sin embargo, el tubo digestivo en la mayoría de los insectos se diferencian en porciones funcionales, las estructuras típicas de estas divisiones son:

El intestino anterior o Estomodeo. Está compuesto de una cavidad pre-oral, que se encuentra entre el labro y las partes bucales, se conoce como boca, es la abertura anterior del tubo digestivo. En esta cavidad desembocan las glándulas salivales a la altura de la base de la hipofaringe, se puede decir que esta división no hace parte del intestino (Fig.71)

La faringe. Es la primera porción de esta sección, la cual no está bien definida en insectos masticadores, se encuentra entre la boca y el esófago, es mas o menos la mitad del compartimiento de la cabeza, formada de unos músculos dilatadores (ciboriales) en insectos que forman bomba suctora (Lepidópteros e Himenópteros), pero resulta difícil de identificar sin el reconocimiento de los músculos dilatores, estos están desarrollados donde la faringe participa en la formación de la bomba de succión, esta región presenta modificaciones en los insectos picador-chupadores en forma de sifón (Fig.71)

El esófago. Porción mas o menos tubular que conecta la parte trasera de la cabeza con la delantera del tórax, su estructura difiere poco de la primera parte (faringe), el alimento es introducido en el Estomodeo, también puede presentar modificaciones y tener el nombre de buche, la longitud es variable, las paredes internas se doblan longitudinalmente (Fig.71)

El buche (Crop) Es un alargamiento de la parte posterior del esófago, porción ensanchada en su inicio y se va angostando hacia el pro ventrículo, este se une al Mesenterón. Funciona como reservorio de alimento por un periodo corto, allí empieza la digestión, pero cumple funciones de filtro y triturador, favoreciendo el Mesenterón de cualquier daño mecánico, ya que se encuentra conformado por finas rejillas que se ubican longitudinalmente en esta parte, las paredes son delgadas, el tamaño es variable y de gran capacidad. En algunos insectos constituyen la porción mas grande del intestino anterior, en la termitas o comejenes, grillos topos y en las larvas de los cucarrones picudos, el buche se desarrolla como una dilatación lateral del esófago, en algunos chupadores es muy pronunciada esta

parte y se conecta con el esófago por un tubo delgado. En la mayoría de dípteros (moscas) y en los lepidópteros superiores se encuentra este reservorio (Fig.71).

Proventrículo o Molleja. Es un saco pequeño en forma de válvula, que abre hacia dentro del Mesenterón; está situado detrás del buche, es el sitio de unión del Estomodeo con el Mesenterón. Esta bolsa se encuentra constituida de paredes musculares fuertes de revestimiento quitinoso que forma crestas en forma de dientes para acabar de triturar los alimentos sólidos, en este lugar hay actividad enzimática, está bien desarrollada en los ortópteros (grillos, chapules), coleópteros (cucharones), odonatos (libélulas), isópteros (termitas) y en varios himenópteros (avispas, hormigas). Otra función es la de encargarse de pasar el alimento dentro de la membrana peritrófica y evitar su ingreso al intestino anterior. A continuación del proventrículo se encuentra la válvula cardiaca que es el límite del Estomodeo (Fig.71).

Intestino medio = Mesenterón. Es la parte media del canal alimenticio, donde se realiza la digestión, la asimilación de los alimentos y la actividad enzimática. Puede tener forma de saco mas o menos alargado. Se llama también ventrículo o estomago, en algunos casos está subdividido en cámaras, cada una de ellas compuesta de células epiteliales distintas pueden sustraer el agua y dejar libre los azúcares asimilables, en la última cámara hay muchas enzimas, lleva unos apéndices en forma de dedos, cortos o largos, denominados Ciegos Gástricos (intestino ciego), usualmente en número de dos a ocho situados en la parte delantera del Mesenterón o también un poco mas atrás, llevan en su interior bacterias que parecen ser heredables, además se ha sugerido que cumplen la función de alojar los elementos regeneradores de la fauna bacteriana normal del intestino (Fig.71)

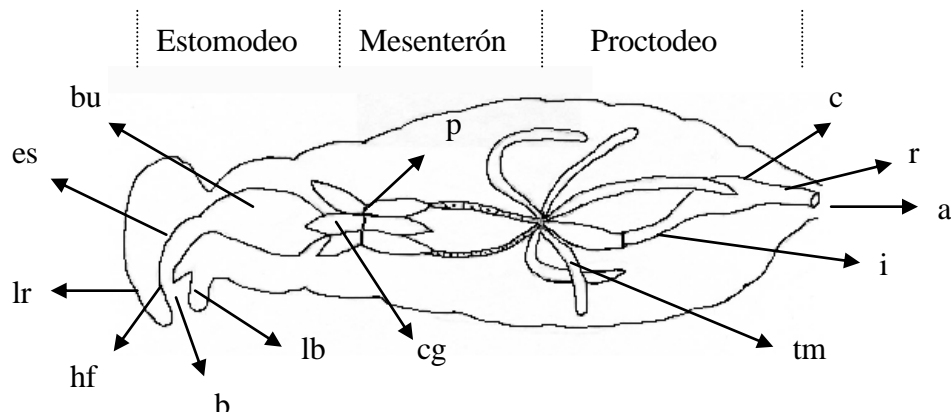


Figura 71: Sistema digestivo de un insecto; estado adulto: a: ano, b: boca, bu: buche, c: colon, cg: ciegos gástricos, es: esófago, hf: hipofarínge, i: íleo, lb: labio, lr: labro, p: proventrículo, r: recto, tm: tubos de malpighi.

El mesenterón produce gran variedad de enzimas digestivas, las cuales en su mayoría son del mismo tipo de enzimas digestivas de los mamíferos, la producción de estas se relacionan con el régimen alimenticio de los insectos, existiendo así: lipasas, carbohidratasas y proteasas.

La parte epitelial del intestino medio está recubierta de células desprovistas de intina, es decir, no tienen cutícula, pero están protegidas por una membrana peritrófica de 0.5 micras de espesor, la cual está compuesta por quitina impregnada con proteínas, por lo cual es fácilmente permeable por las enzimas, y no está en contacto con las partículas sólidas del alimento. Esta membrana está ausente en los insectos que solo se alimentan de líquidos, como hemípteros, lepidópteros (adultos), thysanópteros y anopluros, también se encuentran en esta parte una serie de pliegues, destinados a aumentar la superficie activa en su doble función: primero, como glándulas y segundo para absorber nutrientes en forma de jugos elaborados por filtración, es decir tienen el oficio de asimilación y secreción de fermentos.

El intestino medio tiene válvulas en los extremos, en la parte anterior se encuentra la válvula cardíaca (estomodeica), constituida por anillos esclerosados, situados alrededor e internamente de la abertura anterior del Mesenterón, los cuales presionan contra las paredes del intestino un flujo de secreción, regulan el paso del alimento y no lo dejan retroceder. En la parte posterior del estomago, se encuentra la válvula pilórica (proctodeica), que realiza las mismas funciones mecánicas de la anterior, pero presenta en su parte externa varios apéndices en forma de tubos (Tubos de Malpighi) que pertenecen al Proctodeo y son de origen ectodérmico, se hallan presentes en la mayoría de insectos, asociados con estos tubos hay una banda espiral de células musculares, cuyas contracciones provocan movimientos ondulatorios que pueden ayudar en el flujo de la orina, es decir actuar como excretor, con frecuencia van acompañados de traqueas en toda su longitud, el número varía de dos a doscientos.

El insecto debe conservar agua en las células epiteliales y en todos los tubos de Malpighi cuando se alimenta de sustancias sólidas. Todas las funciones del intestino medio (estómago), se realizan por medio de células especializadas, .que producen enzimas, y que se pueden dividir así:

Holocrinas, células que producen enzimas y que luego actúan sobre ellas mismas destruyéndolas.

Nerocrinas, que producen enzimas, pero no se descomponen.

Células regeneradoras, muy especializadas y que forman mas tarde células de secreción holocrinas, la reunión de estas células toma el nombre de Nido.

Células especializadas que sirven para la absorción de nutrientes y la producción de enzimas como:

Amilasa, producida en la saliva de los insectos, sirve para la digestión de los almidones, típicas de insectos que se alimentan de líquidos.

Proteolasa, típica de insectos que viven de otros insectos, como depredadores y parasitoides.

Intestino Posterior = Proctodeo. Es la tercera porción o sección del tubo digestivo; comienza cerca del punto donde se adhieren los tubos de Malpighi, que son excretores de orina (ácido úrico), al Proctodeo, en forma semisólida; también almacenan vitaminas solubles en agua, para ser posteriormente evacuados por el ano. Varía en configuración y longitud, razones que dificultan la aplicación de una terminología general; las células epiteliales segregan cutícula continua, como el Estomodeo, pero es fácilmente permeable al agua, se cree que no se absorbe alimento en este lugar.

El Proctodeo tiene dos funciones: Absorción de agua, los insectos que necesitan conservar el máximo de agua, cuentan con el Proctodeo para absorberla de los excrementos y regresarla a los tejidos, la realizan larvas que viven en harinas. Digestión simbiótica, en insectos que se alimentan de madera como termitas (comejen), algunas cucarachas (Dictyopteras), ciertas larvas de escarabajos (cucarrones), y que carecen de enzimas para digerir la celulosa, pero cuentan con una rica fauna de microorganismos simbiotes en el intestino posterior, estos digieren la celulosa dando ácido acético, el cual es absorbido por el Proctodeo.

En muchas especies de artrópodos las formas no maduran sexualmente, que se nutren de alimentos elaborados (larvas de himenópteros), que viven en nichos muy secos (hormiga león), aquellos que son parásitos, parasitoides, no tienen comunicación funcional continua entre el Mesenterón y el Proctodeo y elaboran heces, lo acumulan al final del Mesenterón y lo expulsan solamente en las mudas.

El Proctodeo está dividido en dos partes: La parte anterior o intestino anterior en forma de tubo, a su vez dividido en dos partes: Ileon (Ileum), que es pequeño y donde nacen los tubos de Malpighi; y el Colon o intestino grande, que en los insectos herbívoros es bastante largo. La parte posterior o parte defecador (recto), es corto y globoso, de forma periforme, unido a la abertura anal, provisto de cuatro a seis glándulas rectales que se proyectan internamente, se cree que conserven agua por reabsorción de las heces, algunos insectos tienen en las paredes del recto unas papilas cuya función en compañía de los músculos es comprimir los residuos de la comida después de la digestión y así transformar los excrementos en bolas para ser expulsadas en la defecación.

Como existe excreción, también hay ingestión, donde se inicia la degradación de los alimentos, ya que este no puede pasar directamente al torrente sanguíneo, muchos materiales no son digestibles por lo tanto para ser desechados se recurre al vómito o

evacuación, el cual no se puede tener como excreción, ya que este no ha pasado por una degradación enzimática ni por una asimilación completa.

La mayoría de los insectos toman su alimento por la boca, con algunas excepciones como las larvas de los parasitoides, que absorben el alimento de los tejidos del hospedero a través del integumento

Algunos anexos del aparato digestivo.

Glándulas salivales (Labiales) Están constituidas por un par de tubos, ciegos en el extremo, se encuentran en casi todos los insectos, situados a cada lado y a lo largo del Mesenterón, asociado con el labium, los cuales desembocan en el tubo digestivo, cada uno de estos tiene un conducto que se reúnen por lo común en la cabeza, para formar uno solo dentro de la cavidad pre-oral entre el labium y la hipofaringe, destinado a producir carbohidrasas que se mezclan con los alimentos antes de ser ingeridos.

Las glándulas pueden ser de tipo sinuoso o tubular, las primeras son las mas comunes, la función fundamental es predigerir los alimentos, pues la saliva se depositan en la boca, los insectos masticadores para humedecer alimentos, limpiar los estiletes, mandíbulas y las maxilas bucales, por el cierre simultaneo de estas dos ultimas estructuras, presionan el alimento y lo hacen avanzar hacia la faringe, y continua el recorrido por medio de movimientos peristálticos.

En los insectos picadores-chupadores estos depositan la saliva directamente al hospedero del cual se está alimentando, para ser después chupada y mezclada con el alimento hacia la faringe. Debido a lo anterior los insectos picadores-chupadores, llaman mucho la atención ya que estos son vectores de enfermedades, virus y otras enfermedades que pueden influir en las plantas, en la salud humana y en los animales.

El proceso digestivo hecho por líquidos procedentes del Mesenterón, se puede decir que se efectúa en el intestino anterior y que al estomago no pasa sino las sustancias líquidas muy lentamente y a punto de ser asimiladas por la membrana epitelial. En algunos casos especiales, el fermento digestivo son expulsados fuera del cuerpo, sobre o dentro de la comida y se realiza una digestión por lo menos parcial antes de llegar el alimento al trato digestivo. Ej. Los chinches fitófagos que arrojan saliva por la proboscis sobre la planta huésped y que contiene amilasa para digerir el almidón que contienen las células de la planta, esta digestión toma el nombre de extraintestinal.

La función de la saliva en la mayoría de los insectos es digestiva, pues contiene enzimas como: la amilasa y la invertasa que son arrojadas a la hipofaringe o a los palpos para humedecer los alimentos, en los insectos chupadores de sangre la función principal es la anticuajulante para que el alimento que es la sangre no se coagule ni obstruya el canal alimenticio, la probosis o el tubo digestivo, la sustancia así preparada se va acumulando en el buche y va pasando poco a poco la molleja donde es triturado. En el buche donde se almacena el alimento, es donde se hace primera digestión y actúan las enzimas salivales. El tipo de enzimas producidas son similares a los mamíferos, los insectos omnívoros producen gran variedad de enzimas, por su alimentación tan variada que tienen, en los carnívoros predomina la producción de proteasa y lipasa, chupadores de sangre producen principalmente enzimas proteolíticas, en los himenópteros y lepidópteros secretan seda para formar los capullos de la pupa y revestimiento de celdas en los nidos.

Cuerpo Adiposo (Graso) Cuando se han absorbido los nutrientes, parte se almacenan en el cuerpo adiposo, el cual ocupa mucho espacio y se encuentra entre los órganos más grandes de la cavidad del cuerpo y presenta una superficie máxima para la circulación de la sangre. Los nutrientes almacenados pueden ser blancos, naranja verdoso amarillo.

Durante la vida del insecto el cuerpo graso varía en estructura histológica, está compuesto por una masa de células confinadas por membranas colectivas y fibras delicadas que

almacenan grasas, glicógenos y proteínas. En algunos insectos se encuentran depósitos de ácido úrico o uratos en el cuerpo graso durante su vida. Se observa con mayor claridad en el estado larval, rodeando el canal alimenticio y en menor cantidad en la pared interna del abdomen. La máxima acumulación la alcanzan inmediatamente antes de entrar a los cambios de larva, pupa y adulto; y se va agotando a través de la metamorfosis, también sirve como fuente de energía para mantener la vida durante la hibernación o en una escasez prolongada, como en un vuelo largo.

Tubos de Malpighi. Estos apéndices fueron descubiertos por el científico anatomista italiano Marcelo Malpighi, nacen cerca de la unión del Mesenterón y el Proctodeo, es decir al comienzo del Ileon, se consideran como glándulas producidas por la invaginación del lugar donde nacen, por lo tanto son ectodérmicas y la pared interna es quitinosa; asociada con cada tubo hay una banda espiral de células musculares cuyas contracciones provocan movimientos ondulatorios que pueden ayudar en el flujo de la orina, en general van acompañados de traqueolas en toda su longitud, en otros insectos no sucede esto como en tisanuros, Thysanópteros y Dermápteros, son muy finos, cerrados en su extremo distal y se abren en la unión con el intestino posterior, El número es variable, se encuentran en pares y su número clásico es de seis (6) pares en algunos dípteros, en otros hay cinco (5), en casos especiales existen desde uno (1) a ciento cincuenta (150), rara vez menos de seis, cuando se presentan en números grandes se agrupan en haces de igual tamaño. La parte distal flota libremente en el celoma.

En los tubos de Malpighi existen diferencias histológicas. En muchos coleópteros, larvas de lepidópteros e himenópteros, están cubiertos por una capa celular o muscular, (Criptonefría) que ayuda a los insectos a conservar el agua por la eliminación de las heces.

La función principal de los tubos de Malpighi es la de excretoras pues regulan la composición de la hemolinfa, es decir tiene la misma función de los riñones de los mamíferos: El epitelio está especializado en la eliminación de productos intermedios del

metabolismo como: sales, residuos nitrogenados en forma de ácido úrico, razón por la cual se dice que los insectos son uricotélicos, también tienen funciones de absorción de agua e iones. La secreción de ácido úrico es necesario para el insecto, porque esta sustancia es insoluble en agua y por tanto se elimina en forma sólida conservando el agua.

Ciego Gástrico. Se conoce poco respecto a su función de estos apéndices, se ha dicho que alojan los elementos regeneradores de la fauna bacteriana y otros microorganismos del tubo digestivo; otros dicen que son áreas para ampliar la secreción y absorción del Mesenterón. Tienen forma de bolsas laterales, el número varían de dos (2) a ocho (8).

Ácidos Grasos. Es fuente de energía, los poliinsaturados (di-y trienoico C₁₈), son esenciales en el desarrollo de muchos lepidópteros y ortópteros, principalmente en conexión con la expansión de las alas y la cutícula puparia.

Esteroles. Los insectos necesitan de una fuente externa de esteroles, esta es la distinción mas grande entre insectos y vertebrados. Para algunos insectos los colesteroles parecen ser importantes, pero muchos pueden aparentemente transformar los fitoesteroles ingeridos. En pocos casos hay requerimientos específicos de otros esteroles.

Carbohidratos. Se distinguen pocas clases de carbohidratos que son:

Glucosidasas: activas especialmente en herbívoros, ya que la mayoría de los glucósidos naturales son de origen vegetal.

Galactosidasas: en gran cantidad de especies de insectos se han encontrado enzimas capaces de hidrolizar el enlace α -glucosidasos.

Fructosidasas: la sucrosa es un β -fructosido que se ha aislado del canal alimenticio de algunas especies de moscas. Enzimas capaces de hidrolizar.

Amilasas: rompen los polisacáridos de reserva de animales y plantas (glucógenos y almidones respectivamente) para dar el disacárido maltosa, que posteriormente se degrada, bajo la influencia de α -glucosidasas.

Celulosas: Se encuentran en algunas especies de escarabajos y en algunos “pescaditos de plata” (Tisanuros), la mayoría de los insectos dependen para la digestión de la celulosa y la presencia de microorganismos simbiosis en el canal alimenticio.

Agua. El agua es un factor importante en la dieta de los insectos, es la base principal de los procesos metabólicos. Los insectos han desarrollado muchos órganos especiales y particularidades fisiológicas para la conservación de este elemento. Los insectos obtienen el agua a través del alimento disponible o por la oxidación de los sustratos alimenticios; también algunas larvas pueden obtener el agua de la atmósfera cuando esta tiene mucha humedad.

Vitaminas. La mayoría de insectos requieren vitaminas solubles en agua, y actúan como catalizadoras del metabolismo celular. Siete vitaminas del complejo B necesitan para el crecimiento normal de los insectos, estas son: Tiamina B₁, Riboflavina B₂, Piridoxina B₆, Nicotinamida, Pantotato (ácido nicotínico), Ácido fólico, y Glutina. Otros insectos necesitan de Carotina B_t, otros de Ácido Ríbonucleico y Ácido Ascórbico (Vit. C), otros Cobalamina B₁₂. Los ácidos grasos y vitaminas solubles de los vertebrados, en forma general no son requeridas por los insectos, aunque algunas especies necesitan alfa-tocoferol (Vit. E), carotenoides relacionados con la Vitamina A y el calciferol; los compuestos relacionados no se tiene evidencia que sean requeridos por los insectos, con lo anterior se puede decir que la mayoría de los insectos no necesitan de las Vit. A-D-E.

Proteínas o Aminoácidos. La digestión de las proteínas se realiza mediante la ruptura de las grandes moléculas proteicas, seguida de un ataque a los polipéptidos y peptonas mas pequeñas, por último se hidroliza hasta sus aminoácidos constituyentes, en los insectos se

establece una diferencia entre los diferentes tipos de peptidasas. Las proteínas en los insectos suelen ser activas en medio neutro o alcalinos. Los aminoácidos son necesarios para reemplazar los tejidos y producir el crecimiento, se obtienen por la digestión de las proteínas de la dieta, el suministro externo seguido es esencial para la mayoría de los insectos.

Minerales. Pueden ser factores limitantes del crecimiento (Fósforo y el Potasio), también son esenciales como cofactores enzimáticos (Magnesio y Manganeso), o parte importante de moléculas vitamínicas (Cobalto: Importante en la Vit. B12) Potasio, magnesio y fosfatos son muy necesarios para los insectos; mucho menos el Sodio, Calcio, Cloro; algunas veces también requieren trazas de Zinc, Hierro, Manganeso y Cobre.

El pH. El pH del contenido del trato digestivo esta entre seis y siete, el intestino anterior tiene entre 3.6 a 6.8 es decir ácido, el intestino medio puede tener reacciones alcalinas o ácidas en parte o en toda su longitud, según la especie de insecto; sin embargo el intestino posterior el pH se parece a los valores que tiene el intestino anterior, pues la presencia de ácido úrico hace bajar el pH.

La saliva del intestino tiene un pH 7, en el canal alimenticio varía según los hábitos alimenticios que tenga el insecto, puede ser ácido, casi neutro o alcalino, debido a los grupos enzimáticos. En insectos que se alimentan de vegetales el contenido del trato digestivo es de un pH 8.4 a 10.3; si se alimentan de carne es de 4.8 a 5.2. Un ejemplo de este ultimo caso son las cucarachas (Dictyóptera), la mosca (Díptera: Calliphoridae) cuyo pH es 3.0.

SISTEMA NERVIOSO

Así como hubo unión entre los primeros segmentos anulares del cuerpo del gusano primitivo que dio origen a los insectos, también en la cabeza o prostoma de aquel animal ocurrió la fusión de los ganglios de los segmentos del cuerpo, por eso el centro nervioso de la cabeza de los insectos de hoy en día tiene poca semejanza con la condición primitiva.

El sistema nervioso en los insectos está formado por un par de ganglios por segmento, seis (6) corresponden a la cabeza, tres (3) al tórax y once (11) al abdomen, en algunos casos se fusionan y forman agrupaciones ganglionares. Tienen como función captar los estímulos procedentes del medio o del interior del cuerpo y dirigirlos a una estructura centralizada para enviarlos al lugar necesario (Fig. 72).

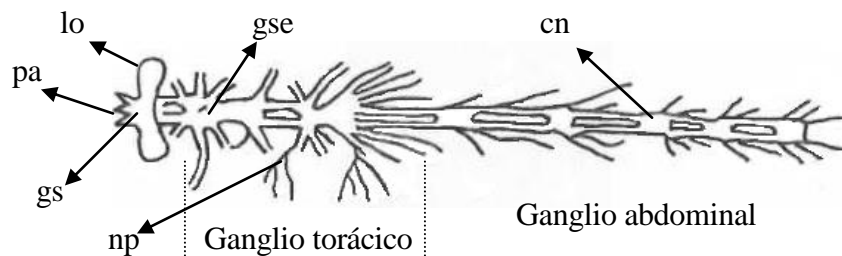


Figura 72: Sistema nervioso central de un insecto: cn: cuerda nerval abdominal, gs: ganglio supra-esofágico, gse: ganglio sub-esofágico, lo: lóbulo óptico, pa: pedicelos de las antenas.

Las células típicas que constituyen el sistema nervioso, reciben el nombre de Neuronas y dependiendo de su constitución se pueden clasificar en bipolares, cuando tiene un solo dendrito; multipolares, cuando hay mas de un dendrito y unipolares, cuando el dendrito parte del mismo puente que el axón (Fig.73)

Las neuronas se caracterizan por el alto grado de excitabilidad y capacidad de conducción de estímulos, están formadas del sistema central, constituido por masas ganglionares denominadas cerebro el cual está dividido en tres partes: protocerebro, deutocerebro y tritocerebro; el visceral o estomodeico que coordina las actividades externas con las

internas; el periferal que conecta los órganos externos receptivos con el sistema nervioso central.

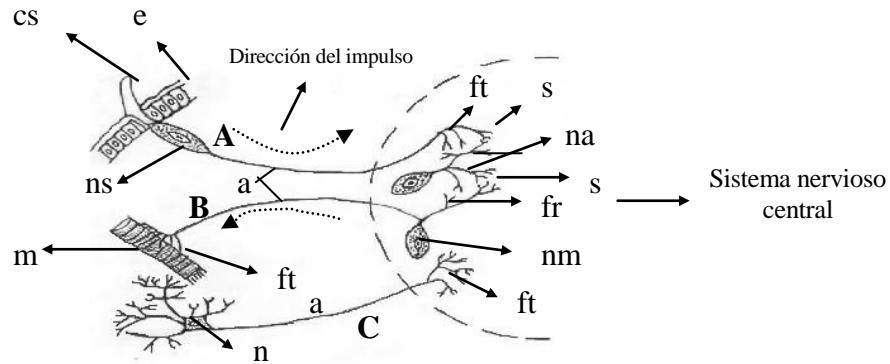


Figura 73: Esquema de neuronas de un insecto: **A** y **C**: tipos sensitivos, **B**: tipo motor; a: axon, cs: células sensitiva, e: epidermis, fr: fibrillas receptoras, ft: fibrillas transmisoras, m: músculo, n: neurocito, na: neuronas de asociación, nm: neurona motor, ns: neurona sensorial, s: sinapsis

Sistema central. Está compuesto por una masa nerviosa ganglionar, cerebro o ganglio supraesofágico, otra masa ganglionar localizada abajo del esófago o ganglio subesofágico, seguido por una serie de ganglios torácicos y abdominales, los cuales se encuentran unidos entre si por fibras dobles.

El cerebro está situado en la cabeza, encima del esófago, por eso a veces se le llama ganglio supraesofágico, por causa de los cambios evolutivos el cerebro, que estuvo originalmente delante de la boca, en la actualidad está por encima de la boca o el esófago. El cerebro consta de tres partes.

Protocerebro. Se sitúa sobre el esófago, razón por la cual se considera que proviene del primitivo cerebro protomial como se encuentra en los anélidos; está conectado con los ojos compuestos y con los ocelos, es decir cubre todas las formas visuales del insecto, los nervios que intervienen en esta parte. En el interior se encuentran los cuerpos setiformes cuyo desarrollo está relacionado con lo que suele llamarse la “inteligencia del insecto”.

Deutocerebro. También se sitúa sobre el esófago y como el protocerebro también evolucionó del gusano primitivo, se localiza en la parte media y se une (inerva) con las antenas, esta parte es importantísima ya que se une a estos apéndices especiales en los insectos por su función olfatoria.

Tritocerebro. Tiene un desarrollo pequeño, se encuentra en la zona inferior del cerebro, se conecta y controla el sistema nervioso simpático principal (sistema nervioso visceral) y la región gustativa superior de la boca.

El ganglio subesofágico que es el centro de los ganglios ventrales donde se han fusionado los de las mandíbulas, maxilas y labium, es decir, tiene intervenido todo el conducto salival, pasa por el cuello y se introduce en el tórax. El sistema nervioso central también está constituido por una cuerda nerviosa ventral la cual tiene una serie de ganglios que descansan sobre el piso del tórax y del abdomen. Los ganglios del tórax controlan los órganos locomotores (alas y patas). Los ganglios del abdomen controlan los músculos abdominales, los movimientos respiratorios y la armadura genital.

Sistema nervioso visceral o estomodeico. Este se divide: Esofageal simpático, está conectado con el cerebro y riega todo el intestino anterior y posterior, el corazón y otros órganos como glándulas salivales, el movimiento peristáltico, el vuelo y el crecimiento del insecto, dentro de esta zona se encuentra el cuerpo cardíaco y el cuerpo alar, segregan hormonas que regulan el crecimiento del insecto o sea las mudas producidas por la ecdisona, hormona juvenil que es producida por los cuerpos (corpora cardíaca y allata).

Simpático ventral. Se conecta por medio de dos nervios transversales a la cuerda nerviosa central y a los espiráculos, al intestino posterior y al aparato genital.

Simpático caudal. Nace en la parte posterior y se conecta con el sistema reproductor y los órganos finales del abdomen.

Sistema nervioso periférico. Consiste en una extensa red, extendida por todo el cuerpo y que pone en comunicación el exterior con el sistema central simpático (visceral), lo que da la sensibilidad periférica. El sistema nervioso de los insectos tiene muchas modificaciones según a la clase a que pertenece.

Tipos de células nerviosas o neuronas. Son alargadas, capaz de recibir y transmitir estímulos, las neuronas están compuestas por tres partes: el neurocito (corpúsculos centrales nucleados), un eje cilíndrico o axón (fibras eferentes) y una o mas fibrillas receptoras (fibras aferentes = dendritas).

El insecto percibe la sensación por medio de un pelo externo y lo lleva por el axón hasta las fibrillas transmisoras que se ramifican y se ponen en contacto con las fibrillas receptoras (**Sinapsis**), impulsan el estímulo de una célula nerviosa a otra en el sistema central para enviarle al lugar necesario.

Las neuronas típicas son características por el alto grado de excitabilidad y capacidad de conducción de estímulos, la dirección del estímulo no es reversible.

Sinapsis. Consiste en el entrecruzamiento de las fibrillas terminales del axón de una neurona a otra a través de la cual pasan los impulsos de una célula nerviosa a otra. Las sinapsis de cada segmento corporal se agrupan para formar los ganglios del sistema nervioso central, este sistema global de conexiones coordina respuestas en diferentes partes del cuerpo con los estímulos recibidos en un solo punto.

Clases de neurona. Existen tres tipos de neuronas fundamentales: sensoriales, encargadas de recibir los impulsos nerviosos, los cuerpos bipolares están situados en la periferia estrechamente unidos con los órganos sensoriales que inervan; interneuronas, que se encuentran dentro del sistema nervioso central, son mediadoras entre el impulso nervioso y la respuesta; motoras, localizadas en el sistema nervioso central donde sale un axón que

llega a los músculos y órganos efectores del cuerpo, llevan los impulsos nerviosos hasta los músculos para que se produzcan las respuestas.

Órganos sensoriales. En los insectos se encuentran ciertos receptores que detectan o interpretan los cambios de estímulos a las funciones sensoriales (tacto, gusto, olfato, oído y vista), que también tiene los animales superiores; sin embargo, los animales inferiores pueden percibirlos por medio de contactos y de vibraciones, especialmente la función olfatoria la cual se encuentra en las antenas de los insectos.

Órganos mecanorreceptores. Los órganos del tacto recogen el estímulo del contacto, son llamados pelos táctiles que están repartidos por todo el cuerpo del insecto y se relacionan con una célula nerviosa bipolar, los más importantes son los que se encuentran en las antenas, palpos, patas y cercus, estos pelos son simples y conectados a células nerviosas, al ser movidos por alguna causa exterior modifica la presión sobre las células nerviosas y forma un impulso definido para ser transmitido a lo largo de la fibra nerviosa. Hay muchas modificaciones de los pelos sensoriales, en algunos insectos han sido remplazados por protuberancias o placas delgadas que también están en contacto con las células nerviosas.

Órganos quimiorreceptores. Por estímulos de contacto se reciben los estímulos químicos en los órganos del gusto y el olfato, el gusto se encuentra en los apéndices bucales y la membrana que tapiza la entrada del tubo digestivo; el olfato se encuentra en los artejos de las antenas en cuyo fondo se encuentran los órganos receptores de los olores.

Órganos audio receptores. Se presenta en los insectos en unos órganos sensoriales llamados escolopóforos o escolopales. Un órgano constante en los insectos es el de Johnston, que puede llamarse oído, se encuentra localizado en las antenas.

Órganos foto receptores. La vista en los insectos puede presentarse en dos formas ojos sencillos (ocelos) y ojos compuestos.

Órganos receptores de temperaturas. Muchos insectos responden a la temperatura y lo hacen en la antenas, el alto grado de diferenciación que presentan algunas especies, hace que existan receptores de temperaturas específicas en algunas zonas especializadas encontradas en pares sobre la cabeza, tórax y abdomen de los insectos, sobre todo en el Orden Ortóptero, en muchos insectos difiere la disposición de las zonas termo receptoras. Estas zonas también se diferencian por su estructura cuticular y por la formación de la epidermis circundante.

Irritabilidad. Es la capacidad que tiene el insecto de reaccionar a un estímulo cualquiera. Tiene una función protectora, hay estímulos positivos y negativos, si es negativo el insecto se retira o se aleja y si es positivo se acerca o se queda quieto. La irritabilidad tiene tres funciones:

Sensibilidad, representada por células especializadas que llamamos órganos de los sentidos. Ej. La vista, pelos sensoriales, el olfato y diferencias térmicas.

Conductibilidad, es la conducción del estímulo por medio de las células nerviosas o neuronas, que están compuestas por un cuerpo celular llamado neurocitos, una o mas fibrillas receptoras o transmisoras unidas por un axón.

Contractilidad, el componente principal es el músculo, aquí es donde el insecto resuelve lo que tiene que hacer respecto al estímulo que llega.

SISTEMA REPRODUCTIVO

El órgano reproductor de los insectos tiene similitud con los de los mamíferos, pero dentro de las especies existen diferencias en funcionamiento, en los mecanismos de apareamiento, fecundación y oviposición.

El sistema reproductor de los insectos está compuesto de un conjunto de órganos que ha evolucionado considerablemente; se encuentra en la parte final del abdomen, con algunas excepciones. En los machos está en el extremo del abdomen, noveno (9^o) segmento, y en las hembras en el octavo (8^o) y noveno (9^o) segmento.

Con frecuencia ofrecen diferencias marcadas entre uno y otro sexo, sino en ciertos caracteres secundarios como tamaño, coloración, formas y en algunas partes de su morfología (ojos, alas, patas, antenas, mandíbulas) fenómeno conocido como dimorfismo sexual. La conformación general tiene simetría bilateral.

La función reproducción, incluye dos factores: la búsqueda de una pareja y la selección del lugar conveniente para la oviposición, para que la futura generación inicie su vida con éxito. La fertilidad de los insectos depende de varios factores, los principales son: temperatura (T^o), nutrición y presencia de la hormona juvenil.

Los insectos son típicamente unisexuales, es decir que tienen un solo sexo presente en cada individuo y para reproducirse necesitan la intervención de ambos sexos. Pero se pueden reconocer ciertos ejemplares que tienen ambos sexos presentes en el mismo individuo (hermafroditas). Ej. **Icerya purchasi** (Homóptera: Margarodidae) cochinillas. Los insectos son promiscuos tanto en machos como en hembras, pueden copular varias veces con diferentes compañeros, en algunos casos la hembra acepta tan solo un macho.

Aparato Reproductor del macho. La función del sistema reproductor de los machos es producir o suministrar a la hembra suficientes espermatozoos para la fertilización de los huevos, la forma es variable. La chinche **Rhodnius sp.** (Hemíptera: Reduviidae), muestra la conformación básica de un órgano reproductor, un par de testículos, más pequeños que los ovarios de las hembras, cada testículo está compuesto internamente de un sinnúmero variable de tubos espermáticos (folículos) que varían en forma y arreglo, en los folículos se

forman los espermatozoides, en algunos insectos en el momento pupal y en otros en el estado adulto.

Los espermatozoides son filamentosos, entran al huevo a través del micrópilo del corion que son canales estrechos, estos pueden ser uno o varios. Donde convergen los tubos espermáticos toman el nombre de Vasos Eferentes y el conducto o prolongación de estos vasos se denominan Vasos Deferentes, después de esta prolongación hay una dilataciones del tubo llamadas Vesículas Seminales lugar que sirve de reservorio de espermas las cuales permanecen quietas, en algunos casos se forma una sola vesícula.

De cada vesícula sale un conducto que se une para formar el conducto eyaculador, el cual se origina como invaginación ectodérmica, aquí se encuentra el pene retráctil, al final se encuentra el orificio llamado gonoporo por donde sale la esperma, alrededor del pene se forma una funda rígida (edeago). En el interior se encuentran dos glándulas accesorias, en algunas especies puede ser una, tienen los nombres de: mesadenia si proviene del mesodermo, ectadenia si vienen del ectodermo, tienen como función lubricar el tubo eyaculador para que los espermatozoides circulen fácilmente. El macho puede depositar todos sus espermatozoides en una sola eyaculacion (monógamos), copulan una sola vez en su vida, existen insectos polígamos los que pueden copular varias hembras (Fig. 74)

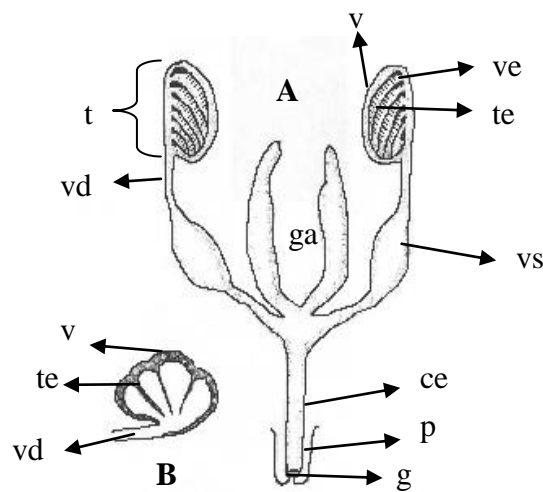


Figura 74: A: Esquema del sistema reproductor masculino de un insecto: B: sección de un testículo y conducto: ce: conducto eyaculador, g: Gonóporo, ga: glándulas accesorias, p: pene, t: testículo, te: tubo espermático, v: vaina, vd: vaso deferente, ve: vaso eferente, vs:

Aparato reproductor de la hembra. Consta de dos ovarios mesodérmicos colocados a cada lado del cuerpo, los cuales tienen en su interior las ovariolas o tubitos ováricos que pueden ser diferentes en su forma dependiendo de la especie de insecto, varían desde una hasta dos mil en cada ovario, comúnmente son de cuatro a ocho, es donde se producen los huevos, cada uno encerrado en una cubierta de epitelio folicular.

Las ovariolas están formadas por el filamento terminal, la parte superior contiene los huevos en formación, las células germinales (germario) que se dividen para formar huevos en desarrollo u oocitos, estos extraen su alimento para el crecimiento de las células nodrizas.

Por la presencia o ausencia de células nutrientes y por la localización se reconocen tres tipos de ovariolas: a) panoística, faltan las células nutrientes y las células del folículo que fortalecen el vitelio. Ej. libélulas (Odonatos), grillos y chapules (Ortópteros), termitas (Isópteros), pulgas (Siphonápteros), este tipo de ovariolas es el más primitivo; b) politrófico, las células nutrientes están presentes y se alternan con los oocitos. Ej. Cucarrones (Coleópteros), mariposas (Lepidópteros), avispas y abejas (Himenópteros); c) acrotróficos o teletróficos, están presentes las células nutrientes situadas en el ápice de las ovariolas, en algunos insectos están ligadas con los oocitos por medio de los filamentos protoplasmáticos. Ej. Chinchas (Hemípteros), algunos homópteros y en los coleópteros del grupo polífaga. Los tipos que se caracterizan por tener presencia de células nutrientes se llaman meroísticos.

La parte inferior de las ovariolas son de mayor tamaño, contiene los huevos maduros, la base forma un conducto o pedicelo que se une al oviducto lateral y forma el cáliz. La prolongación del cáliz forma unos oviductos laterales para cada ovario y la unión de los dos forman un solo oviducto común, el cual desemboca a la vagina por el gonoporo, aquí retiene los huevos y están listos para ser puestos por el ovipositor externo. Dos glándulas están conectadas en la pared dorsal del oviducto y son: a) la espermateca (receptáculo),

adherida a los oviductos o vagina, donde la hembra guarda los espermatozoides recibidos del macho, los cuales están en constante actividad, es un órgano impar en forma de bulbo, en muchos grupos de insectos la espermateca presenta diversas formas que se consideran de valor taxonómico. Cuando los huevecillos pasan por la abertura del receptáculo fuerzan la salida de los espermatozoides para ponerse en contacto con los huevecillos y de esta manera se constituye la fertilización b) las accesorias o colaterales, estructura doble que secreta sustancias adhesivas con la cual forman la cubierta para la masa de huevos fecundados y de esta manera fijarlos en el sitio donde los depositan.

Algunos insectos usan los líquidos segregados por las glándulas colaterales para cubrir los huevecillos, formando verdaderas ootecas como en las cucarachas (Dictyópteros), en otros casos el líquido desempeña una función nutritiva como en algunas moscas (Dípteros) ovovivíparas, también puede servir de defensa como en los himenópteros pues estos líquidos contienen tóxicos o sustancias irritantes. Los insectos primitivos tenían un ovario en cada segmento abdominal, pero sucedió una constante emigración hacia la parte posterior formando un sistema típico (Fig.75)

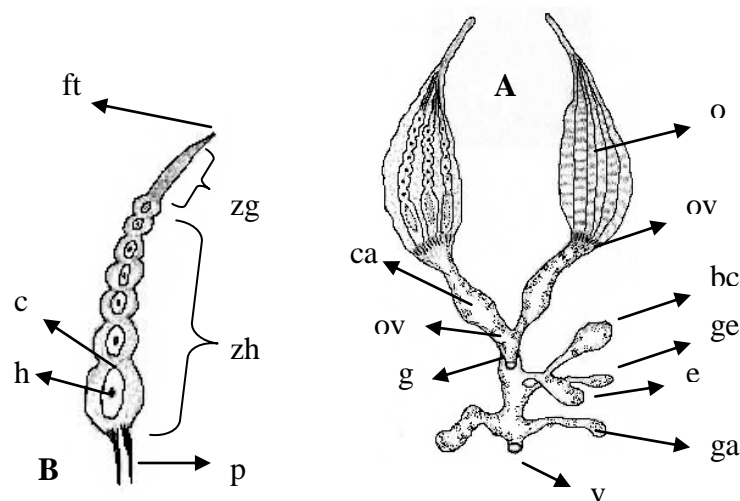


Figura 75: A: Esquema del sistema reproductor femenino de un insecto; B: Sección longitudinal de una ovariola: bc: bolsa copulatrix, c: corion, ca: cáliz del huevo, e: espermateca, ft: filamento terminal, g: gonópodo, ga: glándula accesorias ge: glándula espermotecal, h: huevo, o: ovario, ov: oviducto, p: pedicelo, v: vagina, zh: zona formación de los huevos, zg: zona celular germinal.

Las diferencias estructurales en los órganos copuladores, proporcionan caracteres taxonómicos en muchos grupos de insectos.

Métodos de reproducción. En casi en todos los insectos, el huevo no se desarrolla hasta que el espermatozoide fertilizante no ha comenzado el proceso de activación, en muchas especies y algunas veces en ordenes enteros el huevo se desarrolla sin la intervención del espermatozoide, reproducción por partenogénesis. La mayoría de insectos son ovíparos, tienen la capacidad de depositar sus huevos, los cuales eclosionan después de un periodo variable de tiempo.

Tipos de partenogénesis:

Apomictica. Son insectos que se desarrollan a partir de una célula $2n$. No hay reducción de cromosomas durante la ovogénesis y un huevo diploide se desarrolla en forma normal. Ej. En afidos (Hom: Aphididae), en unos pocos ortópteros y en los tenthredinidos (Hym.).

Automictica. Implica divisiones mitóticas normales, produce un huevo haploide (n), pero se puede restaurar el numero diploide cuando se fusionan dos núcleos, el del huevo y el segundo núcleo polar.

Haploide. Produce un huevo que al desarrollarse, bien por partenogénesis, en cuyo caso origina machos (arrenotoquia), bien por fertilización normal, que originaria hembras (telitoquia), cuando se producen tanto machos como hembras el fenómeno se conoce como anfitoquia. Estos tipos de partenogénesis puede producirse en algunos homópteros, thysanópteros y coleópteros.

La reproducción también puede ser: facultativa que es la forma bisexual en donde puede o no haber partenogénesis; cíclica cuando hay alternancia entre la reproducción bisexual y la

partenogénesis. El ambiente puede afectar el sexo de la progenie, las temperaturas altas tienden a producir mas machos y las bajas mas hembras, la proporción esperada es de 1:1.

Tipos de oviposicion.

Todos los insectos son ovíparos, pueden poner los huevos al exterior de su cuerpo poco después de fertilizados por los espermatozoides del macho y su desarrollo continua dentro del huevo por algún tiempo, naciendo las larvas (orugas) o ninfas, sin haber sido alimentados por la hembra.

Ovoviviparidad (viviparidad adenotrófica), los huevos tienen suficiente yema durante la ovogénesis para mantener el embrión en desarrollo, dentro del órgano reproductor de la hembra, eclosionan inmediatamente después de puestos en formas de larvas (orugas) o ninfas, generalmente suceden en ordenes del grupo de metamorfosis simple. Ej. Dictyoptera (cucarachas) y Díptera (moscas).

En algunos casos en el desarrollo ovoviparo los huevos que tienen corión son retenidos dentro de la madre en la vagina modificada como útero, las larvas se nutren por glándulas, este modo de reproducción se llama adenotrofico. Ej. La mosca tse-tse (Dip.: Glossinidae). En otros casos el desarrollo del embrión y la larva lo hacen en el homocelo de la madre y se llama “viviparidad hemocélica”, las larvas se alimentan de los tejidos maternos. Ej. Moscas (Dip.: Cecidomyiidae y Quironómidae), en algunos pocos cucarrones (Coleópteros) y Stresipteros. También se puede presentar que el embrión en desarrollo recibe su nutrición a través de la seudoplacenta (viviparidad seudoplacentaria). Ej. En algunas tijeretas (Dermaptera), cucarachas (Dictyoptera) y afidos (Homoptera).

Poliembrionía. El huevo en desarrollo da lugar a mas de un embrión, en algunos casos llegan hasta dos mil. Ej. Los parasitoides de muchos himenópteros y algunas especies de Stresipteros.

Pedogenésis. En algunos insectos se presenta precozmente la madurez, es decir que pueden producir huevos o crías en la fase larval o pupal. Ej. En algunos coleópteros (**Micromalthus débiles**), lepidópteros (**Oiketicus sp.**).

Períodos de reproducción.

Generación. Es el ciclo vital o sea el desarrollo del individuo de huevo a huevo, diferente en forma y tiempo, dependiendo del orden y especie de insecto.

Ciclo estacional. Es el total del ciclo vital sucesivo o generacional que se presenta normalmente en cualquier especie a lo largo del año.

Generaciones repetidas. Los ciclos vitales en esta categoría son sucesivas y fundamentalmente iguales. La generación presenta características morfológicas, hábitos alimenticios y reproductivos iguales.

Alternancia de generaciones. En algunos grupos de insectos las generaciones sucesivas son diferentes en cuanto reproducción y algunas veces en sus hábitos.

Castración de insectos. Fenómeno que indica destrucción o atrofiamento en las gónadas de los insectos, puede ser: fisiológica, fenómeno normal causado en los insectos que viven asociados y que tienen castas estériles. Ej. En los himenópteros; parasítica, las gónadas son destruidas por un parásito. Ej. El nematodo (**Examermis sp.**) Ataca las gónadas de las langostas (ortópteros); mecánica, las que puede hacer el hombre a los insectos suministrándoles una dosis de radiación gamma superior a la presente en el ambiente, por esterilización química reduciendo por completo la capacidad de reproducción del insecto tratado y que puede actuar sobre un sexo o los dos.

SISTEMA VISUAL

El sistema es muy complicado, a pesar de los avances en el desarrollo de la microscopía electrónica, todavía no se entiende el proceso visual de estos animales. Los ojos están presentes en la mayoría de los insectos adultos, pero su visión es muy pobre, están conformados por una agrupación de células receptoras extremadamente variadas en su histología y que responden a la luz, estas células se dividen en receptoras dermales: ocelos (ojos simples o estigmas), y ojos compuestos (concentración de ocelos), ambas formas típicas pueden estar presentes o no en el mismo insecto, los que viven en lugares oscuros tienden a reducir o perder los órganos fotorreceptores, en este grupo están los endoparásitos, ectoparásitos cavernícolas, los que viven en los nidos de las hormigas y comejenes, en la fase inmadura de la mayoría de los dípteros pupiparos.

Receptores dermales. Insectos como la cucarachas (Dictyopteras), larvas de gorgojos de las harinas y las orugas de los lepidópteros, reaccionan a la luz aunque se les tape los ojos y ocelos, lo que demuestra que la epidermis es sensible a los factores ambientales, debido a los pelos sensoriales que se encuentran sobre su superficie ampliamente distribuidos especialmente en las antenas, tarsos y cercus.

Ocelos (ojos simples o estigmas) Son rudimentarios y pequeños, pero provistos de células epidérmicas especiales y de una cornea que funciona como lente reticular, esta área es arqueada engrosada y de cutícula transparente, debajo de este conjunto se encuentran las terminaciones de las células nerviosas visuales mezcladas con capas de células pigmentarias, que son la únicas receptoras de las variaciones luminosas y cuya impresión trasmite a las terminaciones nerviosas, que se encuentran en la extremidad o a los lados de las células nerviosas y forman una especie de peine con fibrillas en forma de conos y bastones, los cuales se confunden en el citoplasma y al adjuntarse estas prolongaciones con varias células visuales, forman el Rabdomero, en estos ojos no existe un verdadero cristalino (Fig. 76)

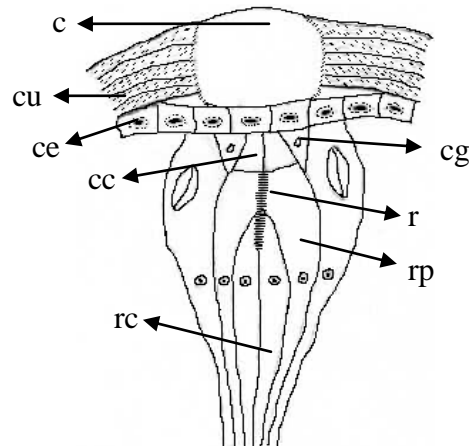


Figura 76: Esquema de un ojo simple (ocelo) de un insecto: c: cornea, cc: cuerpo cristalino, ce: células hepiteliales, cg: células corneágenas, cu: cutícula, r: rabdoma, rc: retina de células centrales, rp: retina de células periféricas.

Los ocelos están situados en la parte dorsal de la cabeza. en el protocerebro, en los insectos adultos y ninfas se pueden llamar primarios, cuando están bien desarrollados se encuentran en número de tres en posición de triángulo, en los insectos más especializados dos de ellos están situados simétricamente a cada lado de la sutura mesional (ocelos laterales) probablemente sirven para la percepción de la luz; el otro se encuentra en la parte inferior del triángulo situado sobre la línea mesional (ocelo medio). Otros ocelos se encuentran en la parte lateral del cuerpo del insecto y con pocas excepciones son los únicos presentes en las larvas (estemas) y se presentan en grupos a los lados de la cabeza, poseen dos lentes, uno tegumentario o córnea y otra inferior o cristalino, tienen la capacidad de formar imágenes y percibir colores, en los imágos (adultos) se encuentran generalmente al lado de los ojos compuestos. El número de ocelos laterales es variable en algunos grupos puede haber uno solo en cada lado, en otros seis, siete o más.

Ojos compuestos. Son convexos, redondos y ovalados, están situados a uno y otro lado de la cabeza, son conspicuos, constan de número variable de facetas individuales según su hábitat y comportamiento. Están adaptados para muchas funciones y no como simples

órganos visuales; perciben los cambios de intensidad de luz, son sensibles al movimiento de la luz cercana, no tienen visión estereoscópica ya que los ojos no tienen movimiento para adaptarlos a la distancia del objeto. El tamaño de los ojos guardan relación con dimorfismo sexual; el macho de la mosca común (dípteros) tiene ojos grandes y unidos en la parte superior (holópticos), mientras que las hembras los tienen pequeños y separados (dicópticos).

Los ojos compuestos están constituidos por agregaciones visuales (omatidios) que corresponden a una sola faceta de la cornea. Las facetas de los ojos compuestos varían en número y tamaño dentro de amplios límites. Ej. En ciertas hormigas (himenópteros) tienen una faceta, en otras varían entre seis y mil doscientas, ciertas moscas (dípteros) tienen de cuatro mil a doce mil facetas y en las libélulas (odonatos) se pueden encontrar de diez mil a veintiocho mil por ojo.

En la mayoría de los insectos, las facetas son paquetes íntimamente unidos de forma hexagonal, en algunos casos son circulares cuando son pocas (Fig. 77)

La diferencia entre un ojo compuesto y un ocelo es que en los primeros la cornea está dividida en un número de visuales separadas (omatidios) y que corresponden a una faceta simple de la cornea, el número y tamaño de las facetas que componen el ojo compuesto varían en amplio margen y los ocelos solamente tienen una faceta.

Estructura de un omatidio. En los ojos compuestos de los insectos se encuentran dos tipos de omatidios, en forma hexagonal y poseen una estructura que es sensible a la luz, en la mayoría de los diurnos los omatidios son estructura corta y cada uno de ellos forma su imagen en cada rabadoma, por tal razón se dice que estos insectos ven probablemente en forma de mosaico, en la mayoría de los nocturnos el omatidio es más largo y la imagen en un solo rabadoma está formada por varios omatidios, ambos tipos de omatidio se pueden encontrar en un solo ojo compuesto.

Partes que componen un omatidio.

La cornea, región mas transparente de la cutícula que forma la faceta o el lente del omatidio, generalmente es convexa, para formar el revestimiento externo del ocelo en el momento de la ecdisis o muda, la cornea es remplazada.

Capa córneagen, debajo de la córnea se extiende parte de la hipodermis que forma la capa córneagen, esta formada por dos células que en algunos insectos es difícil ver, en otros casos están ausentes y la cornea es secretada por la células del cono cristalino.

Células del cono cristalino, por debajo de la capa córneagen o de la cornea, existen cuatro células de alto índice de refracción que en los ojos aucónicos secretan un cuerpo transparente llamado cono cristalino.

Retina, compuesta por siete células llamadas retinulas que forman la parte basal del omatidio y que contienen pigmentos, se dividen en primarias y secundarias, generalmente sensoriales. Las células visuales secretan un tejido interno óptico (rabdoma) que forma el eje central de la retinula el cual esta conectado con la extremidad del cono cristalino.

Células primarias, están dispuestas en círculo, densamente pigmentadas, rodeadas por las células del cristalino y de la capa corneágena.

Células secundarias, rodean las células primarias del iris y la retinula, son alargadas y pigmentadas, sirven para aislar un omatidio de los vecinos (Fig. 77).

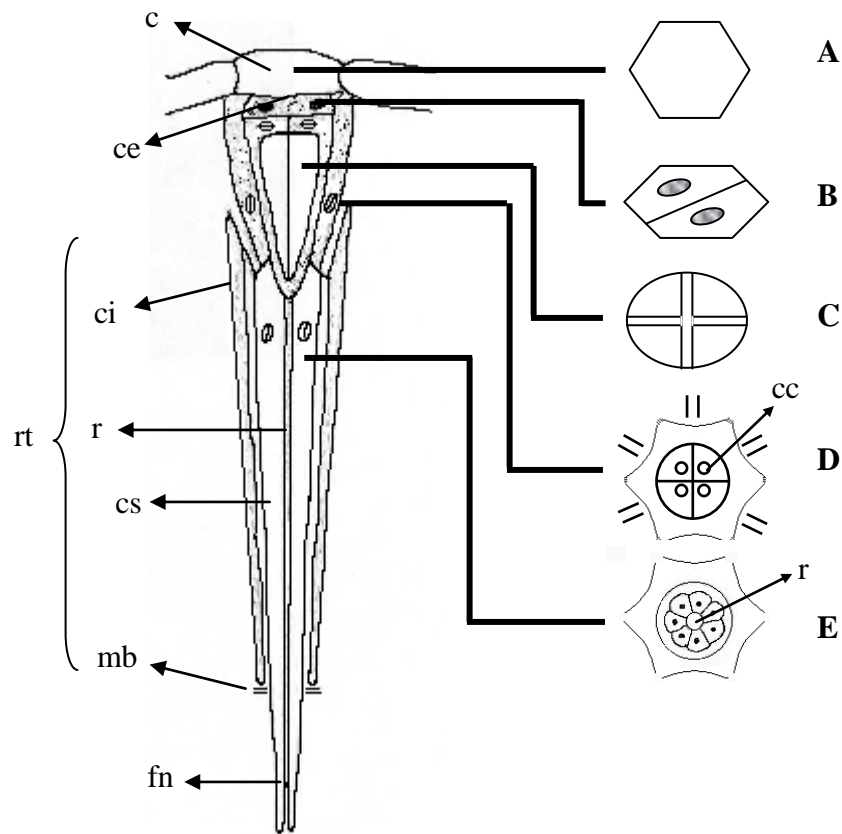
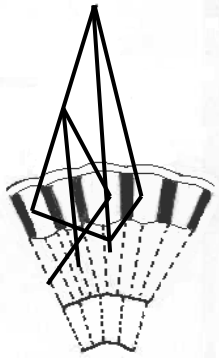


Figura 77: Esquema de un ommatidio del ojo compuesto de un insecto y sus cortes transversales en diferentes puntos : **A**: lente corneal, **B**: células epidermales, **C**: cristalino, **D**: iris, **E**: retina: c: córnea, cc: cono cristalino, ce: capa corneágena, ci: células del iris secundario, cs: células sensitivas, fn: fibra nerviosa, mb: membrana basal, r: rabdoma, rt: retinula

Función de los ojos compuestos. Las corneas del ommatidio tienen como funcionalidad la de un lente, con una unidad óptica individual. El cono cristalino concentra la luz y la dirige hacia la retinula, de aquí sigue para el rabdoma y se une a una fibra nerviosa en su parte inferior donde pasa el impulso que es llevado al lóbulo cerebral o protocerebro. Como los ommatidios constituyen una óptica individual, los insectos ven a través de la yuxtaposición de muchas imágenes individuales esta visión fue aceptada por medio de la “teoría del mosaico” de Muller (1829)

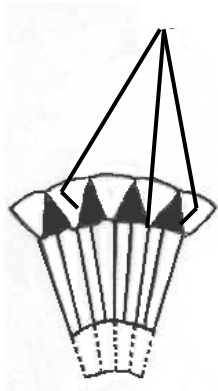
Los rayos luminosos que inciden normalmente en la cornea son aquellos que se pueden desviar por refracción y que llegan al rabadoma y los oblicuos son adsorbidos por los pigmentos de las células.

La formación de la imagen en los insectos puede ser por: superposición, en estos casos los omatidios son alargados, las retinulas no se colocan inmediatamente abajo del cono



cristalino, encontrándose separadas por un espacio transparente, los pigmentos de las células accesorias pueden fijarse alrededor del cono, por lo tanto los rayos inciden en diversos omatidios y se puede concentrar en un único rabadoma, por lo tanto la imagen obtenida así toma el nombre de superposición. En estos tipos de ojos los pigmentos del iris controlan la entrada de la luminosidad, por ejemplo, en ambientes de poca luz los pigmentos se encuentran alrededor del cono, permitiendo la entrada de luminosidad a mayor

escala, mientras que en lugares claros ellos se encuentran envolviendo la retinula impidiendo la entrada de mucha luz.



Por aposición: en los insectos diurnos, los conos cristalinos están rodeados por pigmentos que llegan hasta la parte inferior, la retinula se encuentra inmediatamente abajo del cono, los rayos lumínicos son bien perpendiculares los cuales son admitidos y prosiguen por el rabadoma correspondiente de cada omatidio, por lo tanto la formación de la imagen se hace por colocación lado a lado (aposición) de las imágenes formadas por cada omatidio.

Los insectos probablemente no tienen una visión clara de los objetos y la habilidad para distinguir las formas no está bien desarrollada, el espectro visible generalmente no es el mismo del hombre, ven más allá del ultravioleta, en algunos casos longitudes de ondas tan cortas como 0.257 micras (el límite del hombre es 0.400 micras), no ven más allá del rojo,

siendo su límite de 0.690 micras (para el hombre es de 0.800 micras). En los insectos existen cuatro tipos de ojos compuestos: ojos eucónicos, pseudocónicos, acónicos y exocónicos, dependiendo de la conformación del cristalino y de las células que lo componen.

SISTEMA MUSCULAR.

El movimiento es característico de la vida animal y facilita su distribución, el movimiento lo efectúan los músculos, en los insectos están formados por células que se agrupan para formar fibras estriadas, aunque en algunos músculos viscerales la estriación no se puede observar, están rodeados por una membrana llamada sarcolema, son bastantes fuertes, muy especializado para la contractibilidad, son los responsables también de los movimientos del cuerpo y los apéndices, las contracciones (estímulos rápidos) en los insectos son estimulados por las células nerviosas que causan impulsos nerviosos y cambian las propiedades eléctricas, inducen cambios químicos en las células, cuando cesa este estímulo sigue un relajamiento (estímulo lento) donde las células musculares vuelven a su forma primitiva, la acción de los músculos lleva alto metabolismo con alto consumo de energía, lo que se debe suministrar alta cantidad de oxígeno y substrato alimenticio. Por su ubicación y función pueden ser involuntarios y se encuentran constituyendo los músculos viscerales, los voluntarios se encuentran insertados en la pared interna del exoesqueleto o en los apodemas, ocupan gran parte de la cavidad cefálica y torácica, se relacionan con los órganos de ingestión y locomoción que se encuentran en estas regiones, los de la cabeza sirven para mover las antenas, y piezas bucales, los masticadores cuentan con músculos poderosos que ocupan gran parte de la cabeza; los del tórax mueven las patas y las alas, tienen forma de cordón y están muy desarrollados.

En general, los insectos terigoptos (alados) requieren dos clases de músculos de vuelo, los directos exclusivos de los Odonatos y los indirectos que se encuentran en los demás alados, están insertados en los escleritos alares y axilares.

Las patas tienen dos tipos de músculos, los extensores y abductores (extensores o flexores). Los del abdomen sirven para el movimiento de los segmentos y la respiración, los viscerales son longitudinales, circulares o en bandas oblicuas y se encuentran en el tubo digestivo para el movimiento peristáltico, sirven para el avance de los alimentos. Los del corazón que producen los movimientos pulsatorios que impulsan la sangre hacia delante del cuerpo.

Los movimientos de los insectos son muy rápidos, como sucede en las alas durante el vuelo. En algunos dípteros se pueden producir hasta mil vibraciones por segundo, pero en la mayoría varían entre doscientos y cuatrocientos.

Tabla Diferencias musculares entre insectos y animales superiores.

<u>Variables</u>	<u>Músculos de insectos</u>	<u>Músculos de Animales superiores</u>
Color	Amarillo o incoloro	Rojizo
Número	Grande (2.000)	Poco numero (mas o menos 160)
Fibras	Estriadas cortas	Lisas largas
Tejidos	Discontinuos	continuos
Nervio	Múltiples	Un nervio por fibra
Fuerza / peso	Mayor 10 veces su peso	Menor 2 veces su peso
Encierro / fibras	No encerradas en un estuche de tendón	Encerradas en un estuche de tendón

GLOSARIO

Alaglosa. Nombre que se le da a la unión de las glosas y paraglosas en un solo apéndice en ciertos insectos.

Alinoto. Placa alar del mesonoto o del metanoto en los insectos alares, la cual se divide en : prescutum, escutum y escutelum.

Anamorfo. Cuando a través del crecimiento de un insecto se le agregan otros segmentos abdominales.

Anélidos. *Es la clase de los animales vermiformes de cuerpo blando y anillado.*

Anepisterno. Parte superior del episterno, cuando es ultimo se divide por una sutura en dos partes.

Anfitoquia. Reproducción en forma partenogenética, en cuyo caso se originan machos y hembras.

Apodema. Pieza sobresaliente de la cutícula interna de la pared del endoesqueleto, donde se insertan los músculos.

Apófisis. Proyección tuberculiforme, externa o interna de la pared del cuerpo de los insectos. Invaginaciones de las áreas pleurales.

Ápteros. Insectos que carecen de alas.

Arculo (Arculus). Formación especial de la nervacion (venación) alar entre los odonatos, cuando la vena radial y la media se fusionan en la base.

Arolio. Órgano en forma de cojín que se encuentra en el pretarso de las patas, en la mayoría de los insectos

Arrenotoquia. Reproducción en forma partenogenética, en cuyo caso origina machos.

Artrópodo. Animales que tienen las patas formadas por varios segmentos.

Atrio. Llamada también cavidad plural, sitio de entrada de un orificio.

Axon. Filamento formado, con un cuerpo celular nuclear, una célula nerviosa o neurona.

Bulbo. Nombre que se le da a la base del escapo

Braquiptero. Insectos que tienen alas muy cortas.

Castración. El conjunto de las modificaciones provocada por la acción de un parásito sobre el huésped.

Catepisterno. Parte inferior, par de pleuritas que se articulan con la coxa.

Cerco (Cercus: plural). Par de apéndices conspicuos que se sitúan dorsalmente en el decimoprimer segmento abdominal, entre las membranas del epiprocto y las paraproctos, a pesar de que falte el segmento once pueden aparecer el segmento diez.

Ciclo biológico. Significa los datos de todo lo que el insecto hace, y todos los cambios en forma y hábito que sufren desde la iniciación de su vida hasta la muerte.

Clásperes. Apéndices exteriores, prensiles del gonapófisis y que hacen parte del órgano genital del macho de los insectos y que sirven para sujetar a la hembra en el momento de la copula.

Clava. Masa apical, articulada, ensanchada de las antenas

Clípeo. Área comprendida entre la frente y el labro, correspondiente a la parte superior del aparato bucal (labio superior).

Colon. Entre la mayor parte de los insectos una parte de las tres regiones del intestino posterior, entre el ileon y el recto.

Cóndilos. Procesos en la base de las articulaciones de la mandíbula y en la cápsula cefálica.

Cordados. Es un gran grupo de animales que durante su vida embrionaria se le forma una cuerda dorsal que persiste o desaparece en el adulto en tal caso se le forma un segundo eje dorsal conocido como columna vertebral.

Corión. Cubierta externa del huevecillo; vulgarmente se le llama cascarón.

Corpora allata. Pequeños cuerpos celulares ovoides, de origen epitelial, dispuestos en pares en la pared de la aorta cerca de los ganglios hipocelébales.

Corpora cardiaca. Pequeños órganos pares, de origen nervioso, situados a cada lado de los músculos dilatadores de la faringe, en los pares laterales de la aorta, cerca de los ganglios hipocelébales y de los cuerpos allata.

Cosmopolita. Se aplica a los lugares habitados por insectos de muy variadas procedencias.

Coxa. Segmento basal de las patas torácicas, parte proximal de la pata que se articula al cuerpo o en medio de las fosas coxales de la pleura.

Coxopodito. El segmento basal de un apéndice, representando la base de un miembro primitivo de los artrópodos.

Cutícula. La cutícula, capa superior del exoesqueleto, de forma flexible y elástica cuando es nueva.

Cyclorrhapha. Corresponde a una característica del ciclo biológico del grupo superior de los dípteros, las pupas se abren por la parte superior en forma de opérculo circular, para que salga el adulto.

Deutocerebro. Parte media del cerebro de un insecto, contiene los primeros centros nerviosos anteriores formados por los ganglios del segundo segmento primario e inervan los lóbulos y par de antenas.

Dendrita. Prolongación protoplasmática ramificada de la célula nerviosa.

Diafragma. Tejido membranoso y delicado unida a la fase esternal del corazón y lateralmente a la pared del cuerpo.

Diástole. Movimiento de la expansión regular del corazón, recorrido ínter auricular por la sangre.

Dicóptico. Ojos compuestos pequeños, que cubren un área reducida de la cabeza.

Dimorfismo. Los individuos pertenecientes a la misma especie presentan diferencias en su forma, color o tamaño originada por causas geográficas, estacionales o sexuales.

Dorso =Tergo =Noto (Este último término solo para el tórax). Parte superior del cuerpo del insecto.

Ecdisis. Remplazamiento periódico de la cutícula la cual es menos rígida, fenómeno que se presenta por el cambio de talla exigido por el crecimiento del insecto.

- Ecología.** Rama biológica que trata de las relaciones de los organismos con su ambiente.
- Ectadenia.** En ciertos insectos machos, glándulas accesorias de origen ectodérmico, formado por la invaginación del conducto eyaculador.
- Ectognato (ectótrafo).** Insectos que tienen las piezas bucales libres, visibles exteriormente, no escondidas en la cabeza.
- Ectodermo.** Capa externa de las células del embrión que producen la epidermis de la pared de los cuerpos, capa externa de la cutícula.
- Edeago,** Órgano genital masculino, situado en el noveno segmento abdominal entre los clasperes se conoce también como canal eyaculador.
- Empodio.** Lóbulo medio alargado en forma de espina delgada, situado entre la uñas del pretarso de las patas de algunos insectos.
- Endito.** Lóbulo interno de un segmento cualquiera de un miembro.
- Endodermo.** Capa celular interna del blastodermo, forma el epitelio del estomago.
- Epicutícula.** Revestimiento externo de la cutícula que cubre la exocutícula, refractiva, muy fina, generalmente incolora, la quitina está ausente.
- Epicraneo.** La parte superior del cráneo.
- Epidermis.** Membrana exterior de la cutícula. Secretada internamente por la endocutícula
- Epifaringe.** Órgano adherido en la parte interna-superior del labro, probablemente desempeña funciones relacionadas con el gusto.
- Epimorfos.** Tipo de evolución de los insectos anamorfos donde el número de segmentos somáticos se desarrollan todos en sus estados embrionarios.
- Epimeron.** División posterior de una pleura torácica, generalmente pequeña, estrecha o triangular, separa el episterno por la sutura pleural.
- Epiprocto.** Cojinete a menudo reducido en ciertos ordenes de insectos, debajo del extremo décimo tergito, o parte dorsal del onceavo segmento de otros insectos.
- Episternum.** División anterior de la pleura torácica, área pleural situada antes de la sutura pleural y sobre el trocánter.

Escapo. Primer segmento de las antenas geniculadas, por lo general es grueso y alargado. En himenóptera se da este nombre a los tres segmentos basales.

Esclerito. Áreas endurecidas del exoesqueleto, delimitadas por suturas.

Escutum. Uno de los tres escleritos en que se divide el alinoto.

Espermateca. Receptáculo, unida a los oviductos o vagina, donde la hembra guarda los espermatozoides recibidos del macho, órgano impar en forma de bulbo.

Espinasterno. Uno de los escleritos intersegmentarios situado sobre la cara interna de un esternito torácico, generalmente se encuentra unido con el segmento anterior.

Espiráculo. Abertura respiratoria por donde el insecto toma el aire del exterior y lo pasa a un sistema de conductos internos (traqueas).

Esternito. Parte ventral de un segmento, subdivisión de una placa esternal.

Estipe. Segundo segmento de la primera maxila portando los lóbulos enditos y los palpos los cuales salen de la zona denominada palpiger.

Estomodeo. Parte anterior del canal digestivo en los insectos.

Etiología. Ciencia que estudia el origen y el comportamiento de los animales

Éxito. Lóbulo externo situado sobre el limbo de un segmento de membrana.

Exocutícula. Segunda capa de la cutícula, de color ámbar. En su composición está las proteínas, cuticulina y quitina.

Exoesqueleto. Esqueleto externo, cutícula externa, donde la cara interna permite pegarse los músculos, es la parte mas endurecida de los insectos.

Facetas. Característica que distingue los ojos compuestos de los ocelos, en los primeros la cornea está dividida en un cierto numero de facetas separadas, mientras los segundos solamente tienen una.

Flagelo. Parte de la antena que se encuentra después del pedicelo, compuesto de segmentos en número variable.

Flabellum. Órgano en forma de abanico o de hoja, en los extremos de la glosa, empleado igualmente por el flagello.

Fosa. Depresión de la superficie del exoesqueleto en los insectos.

- Folículo.** Tubo o saco celular, glándula o ovario, cámara ovárica,.
- Funículo.** En ciertas familias de insectos (curculionidos), el flagelo de la antena se divide en tres partes, la segunda toma este nombre.
- Furca.** Apodema de la región de los esternitos torácicos que se proyecta hacia el interior de la cavidad torácica, se divide en dos ramas.
- Galea.** Lóbulo externo de la maxila, ordinariamente mono o bisegmentado, encorvado, en forma de almohadilla, con pelos táctiles.
- Gaster.** Entre los fórmicoideos, después del propodeo el resto de abdomen el cual es globoso, triangular o alargado.
- Ganglios.** Centro nervioso compuesto de una masa celular y de fibras, tienen como función captar los estímulos procedentes del medio o del interior del cuerpo.
- Germario.** En el aparato reproductor de la hembra, región que contiene las células germinales que se dividen para formar huevos.
- Gonopodo.** Apéndice de un segmento genital modificado para la copulación.
- Gnatoquilario.** Apéndices en forma de plancha, se cree que está formado por la fusión de las maxilas.
- Glosa.** Lengua, lóbulo mediano formado por dos paraglosas y dos glosas o segundas maxilas fusionadas, se aplica generalmente a la lengua enrollada de los lepidópteros.
- Gonoporo.** Abertura externa de un conducto genital, en los machos la abertura externa del conducto eyaculador, en la hembras una abertura en el oviducto lateral.
- Hábitat.** Es el lugar donde vive un organismo o el lugar donde uno lo buscaría.
- Halterios (halteros).** Se encuentran en los homópteros (machos de los coccidos) y dípteros, son apéndices en forma de raquetas que remplazan las alas posteriores, con una excepción en los stesipteros que se encuentran remplazando las alas anteriores.
- Haustellum (haustelo).** Se aplica a ciertas formaciones de la boca de los insecto succionadores, tubo de succión de los lepidópteros, formados por las galeas.

Hematófago. Que se alimenta de sangre.

Hemimetabolos. Metamorfosis incompleta, insectos que provienen de la metamorfosis simple, donde los estados inmaduros ninfas son muy parecidos a los adultos, pero con algunos órganos incompletos.

Hemocele. Cavidad general del cuerpo conteniendo la sangre.

Hemolinfa. Fluido sanguíneo de algunos animales invertebrados, como los insectos.

Hermafrodita. Que posee los caracteres de ambos sexos.

Hexápodo. Que tiene seis patas.

Hipodermis. Capa celular que secreta enzimas para iniciar el proceso de digestión de la cutícula vieja y la formación de la nueva, en el proceso de muda en los insectos.

Hipofaringe. Órgano lingüiforme que se encuentra en la pared ventral superior del labio inferior de la boca de los insectos, portando la abertura del conducto salival común

Holometabolos. Metamorfosis completa, es decir que en su desarrollo se encuentra un estado pupal entre el estado larval y el adulto (imago).

Holóptico. Ojos compuestos grandes que abarcan gran parte de la cabeza, en ocasiones están unidos o muy juntos por la línea media.

Ileon (ileum). Una región del intestino, parte anterior del intestino posterior, entre el piloro y el colon.

Inner. Margen anal u interna en las alas de los insectos.

Invertebrados. Se dice de aquellos animales que carecen de columna vertebral.

Jugum (neala). Entre ciertos lepidópteros y trichópteros lóbulo o procesos de la base de las alas anteriores, se superponen a las posteriores y efectúan el acoplamiento del par de alas para el vuelo.

Labello (labelum). Pequeños labios: los dos lóbulos terminales de la trompa de los dípteros, pueden ser los palpos labiales reducidos y modificados.

Labium. Apéndice posterior-medio de la cabeza de los insectos perteneciente al aparato bucal, formado por la fusión de las segundas maxilas, llamado también labio inferior.

Labro = Labrum. Área articulada con el clípeo, movable, forma el límite superior de la boca cubriéndola a manera de techo.

Lacinia. Lóbulo interno de la extremidad distal de la maxila, generalmente espinoso dentro de su borde interno.

Larvopodas (seudopatas). Falsas patas situadas generalmente en los segmentos abdominales de ciertas larvas.

Ligula. Lóbulo medio del labium, simple o en par, situado sobre el borde distal del prementon, semejante a la lacinia maxilar.

Línea ecdisial. Es por donde se rompe la cutícula vieja y pueda salir la nueva, esta se extiende por el dorso del tórax.

Línea mesional = Mesón. Plano vertical que divide el cuerpo del insecto en dos partes iguales y para designar las partes de las piezas medianas.

Macrotiquias. Pelo fijo en una pequeña fosita en forma de copa, situada en el extremo de un canal, en su base está unido a un anillo membranoso y articulado.

Mágnun. Abertura que se conoce también como foramen occipital, por donde pasa los órganos internos del tórax a la cabeza.

Mandíbula. Primer par de apéndices fundamental de la estructura del aparato bucal masticador de los insectos.

Malpigio (tubos). Tubos cilíndricos huecos, largos que en numero variable se abren en la parte anterior del intestino posterior. Forman el sistema excretor o urinario como lo llaman algunos autores.

Maxila. Par de apéndices del aparato bucal de los insectos, que le sirven de accesorios para la alimentación.

Mentón. Parte apical del labio inferior, de forma variable, que se articula con el submenton.

Merón. Área lateral postarticular de la base de la coxa.

Mesadenia. Entre los insectos machos, glándula accesoria de origen mesodérmico, formado por la invaginación del canal deferente.

Mesenteron. Región media del canal intestinal, en los insectos

Mesotórax. Segmento medio del tórax de donde salen las patas medias y las alas anteriores.

Metamorfosis. Series de transformaciones por las cuales un insecto pasa a través de su crecimiento, huevo, larva, pupa (crisálida) y adulto (metamorfosis completa) o huevo, ninfas y adulto o imago (metamorfosis incompleta).

Metatórax. Tercer segmento del tórax, situado entre el mesotórax y el abdomen, contiene el tercer par de patas.

Micrópilo. Poro, grupo de poros, o canales, situados en el corion de los huevos, situado generalmente en el polo anterior y permite la entrada a los espermatozoides para ser fertilizados.

Mimetismo. La semejanza de un animal con otro, la coloración del medio o la forma del hospedero.

Moluscos. Es la clase de ciertos animales invertebrados de cuerpo blando, desnudos o protegidos por un caparazón.

Monógamo. Hembras fertilizadas por un solo macho.

Nematócero. División de los dípteros comprenden todos los insectos que tienen antenas largas y filiformes.

Neuración. Venación.

Neurocito. Cuerpos celulares de un neurona, habitualmente llamadas “células nerviosas.”

Neurona. Una célula nerviosa completa que constituye el sistema nervioso.

Ninfas. Etapa que precede al estado de imago (adulto) en los insectos, relativamente poco desarrollado morfológicamente, difiere de los adultos en que tienen poco desarrollado el aparato genital.

Notal. Que depende del notum.

Occipucio. Parte posterior del epicraneo, entre el vertex y el cuello, raramente visible como esclerito definido.

Ocelos. Ojos simples o receptores en los insectos adultos y larvas, su número varía de 1 a 3, generalmente situados en la frente o el vértex de la cabeza.

Omatidia. Cada una de las unidades que constituyen los ojos compuesto de los insectos.

- Ooteca.** Cubierta o cápsula compacta conteniendo huevos, formada por secreciones glandulares colaterales.
- Opistosoma.** Parte posterior o caudal del cuerpo de los arácnidos, formado generalmente de seis segmentos.
- Órgano de Johnston.** Órgano auditivo del tipo scolopophoro, habitualmente localizado en el décimo segmento de la antena, existe generalmente en los insectos.
- Orthorrhapha.** Característica del ciclo biológico de los dípteros, del grupo superior, las pupas se abren por el dorso en forma de T para salir los adultos.
- Ostiolos.** Pequeños orificios; ostiolos respiratorios de los insectos. Una de las aberturas generalmente laterales del corazón; aberturas aurícula-ventriculares.
- Ovariolas.** Tubitos ováricos que contiene internamente los ovarios, están conformados por el filamento terminal, de un tubo ovárico y de un pedicelo.
- Ovíparo.** Es la forma normal de reproducción, de algunas hembras, que ponen huevos.
- Ovoviparos.** Modo de postura, donde los huevos tienen suficiente yema para mantener el embrión en desarrollo, dentro del órgano reproductor de la hembra, eclosiona después de puesto en forma de larva, o ninfa.
- Palpiger.** Esclerito de donde se desprenden los palpos, situado en la parte lateral del estipe.
- Palpos.** Apéndices articulados, varían en número, acompañan a otras partes de la boca en los insectos, hay palpos maxilares y palpos labiales, pueden ser órganos táctiles, gustativos o prensiles.
- Paraglossas.** Los dos palpígeros de la boca de los insectos, destinados a retener las partículas nutritivas, situados a cada lado de la ligula.
- Paraprocto.** Uno de los dos lóbulos formado por la parte lateroventral del epiprocto.
- Partenogénesis.** Desarrollo de un individuo a partir de un huevo no fecundado, tanto haploide como diploide.
- Pedicelo.** Pedúnculo delgado, en general un tallo soportando un órgano.
- Pedipalpos.** Los segundos apéndices cefálicos de los queliceratas adultos, corresponden a las mandíbulas del grupo antenata.
- Pedogenénesis.** Reproducción asexual en los estados larvales y ninfales.

- Pericardio.** Envoltura del corazón que permite la unión de los músculos motores aliformes.
- Perineural.** Situado alrededor de un nervio, cavidad que rodea inmediatamente el sistema nervioso.
- Periprocto.** Último segmento corporal del organismo que dio origen a los artrópodos y que contenía la abertura anal.
- Peristáltico.** Movimiento vermicular del intestino durante la digestión que expulsa los alimentos hacia la extremidad anal.
- Peritrema.** Esclerito anular que rodea el estigma.
- Pigidio.** Es la parte terminal del abdomen de algunos animales como: en las hembras adultas de las escamas, en coleópteros que dejan expuestas las alas.
- Pleura.** Región situada a cada lado del cuerpo del insecto, generalmente en los segmentos torácicos.
- Poliembrionía.** Desarrollo precoz de varios embriones al interior de un huevo.
- Polígamo.** Se dice de los machos que copulan varias hembras
- Postnoto.** Placa postscutelar ínter segmentada del tergo torácico asociada con el tergo del segmento anterior.
- Prementon.** La parte más desarrollada del labium, contiene los músculos de los palpos y de los lóbulos linguales, situado en el mentón.
- Pretarso.** Segmento terminal de una pata que comprende generalmente un par de uñas laterales (ungüís).
- Proctiger.** Papila preanal que contiene el ano.
- Probosis.** Términos generales aplicados a ciertas piezas bucales de insectos, de forma alargada, también se le conoce con el nombre de pico o trompa
- Proctodeum.** Región posterior del tubo digestivo, de origen ectodermo, en los insectos.
- Pronotum.** Área superior o dorsal del protórax.
- Propodeo.** Entre los himenópteros, el primer segmento abdominal.

Prosoma. (Cefalotórax) Parte anterior del cuerpo de los arácnidos, cuyo cuerpo está dividido en dos partes.

Próstoma. Primer segmento corporal del organismo que dio origen a los artrópodos y que contenía el aparato bucal.

Protáptera. Forma hipotética, probablemente cilíndrica, ancestro de los miriápodos y de los insectos.

Protocerebro. Una de las tres partes del cerebro, formado por la fusión de los ganglios del segmento óptico; constituye la parte mas grande del cerebro e interviene los ojos compuestos y los ocelos.

Seudópodos. Apéndice blando, en forma de ventosas, que tienen las larvas de ciertos insectos en algunos de los segmentos abdominales.

Pterigotos. Insectos alados.

Pulvilo. Pequeños apéndices blandos que se encuentra debajo de las uñas de los tarsos.

Pupa (Cocón). Estado de reposo inactivo entre la larva y el adulto en los insectos holometabolos

Quelícero. Un par de apéndices a veces en forma de tenaza, que según se cree equivale al segundo par de antenas de los crustáceos.

Quitina. Sustancia orgánica, de aspecto córneo, que forma el exoesqueleto, el caparazón y los élitros de los insectos.

Quetotaxia. Nomenclatura de la mapificación de las seta o pelos que se encuentran en el abdomen y en las larvas de algunos insectos.

Remigio (remigium). Parte anterior rígida de las alas, directamente afectadas por los músculos motores que generan la acción del vuelo.

Retináculo. Órgano situado en las alas anteriores y posteriores, en forma de gancho, con espesamiento en los bordes del ala donde se entrelaza el frenulo.

Rostrum. Entre los coleópteros, Prolongación rígida anterior de la cabeza, en forma de morro, que parte las piezas bucales en su extremo distal.

Sarcolema. Envoltura elástica de las fibras musculares estriados, Membrana de Krause.

Vasos deferentes. Uno de los canales pares provenientes de los testículos se reúnen para formar el conducto eyaculador y que conducen los espermatozoides.

Vaso eferente. Tubo fino que une cada folículo de un testículo con el vaso deferente.

Scolopophoro. Masa fusiforme sensible fija al tegumento, donde la función puede ser auditiva.

Setas. Un pelo de suavidad dura.

Sinapsis. Entrecruzamiento de las fibrillas terminales del axon de una neurona a otra a través de la cual pasan los impulsos de una célula nerviosa a otra.

Sístole. Movimiento de contracción regular del corazón, recorrido Inter. Auricular por la sangre.

Somitos = tagmas = metámeros. Segmentos primarios del cuerpo de los insectos adultos (imago), cabeza, tórax y abdomen.

Submenton. Esclerito que compone la parte basal del labium, el cual se une por la parte inferior de la cabeza.

Superlinguas. Un par de lóbulos dorso laterales unido a la hipofaringe; el segundo par de mandíbulas, algunos autores dicen que que son semejante al par de superlinguas de los crustáceos.

Sutura. Canal externo de la pared del cuerpo de los insectos, formados por las proyecciones internas de la cutícula del endoesqueleto.

Estigma (pterostigma) Parte espaciosa, opaca, coloreada o no, del borde costal del ala, generalmente al extremo de la vena radial.

Telitoquía. Reproducción en forma partenogenética, en cuyo caso origina machos.

Telopodito. Parte distal multisegmentado de un apéndice de los artrópodos, esta formado por seis segmentos.

Telson. Segmento terminal primitivo del cuerpo de los artrópodos. Entre los embriones de los numerosos insectos, región terminal del abdomen que se han observado raramente entre los adultos.

Tenideas. Espesura filiforme circular o en espiral de las paredes cuticulares internas de la traquea, le dan la resistencia y elasticidad.

Tentorios. Endoesqueleto de la cabeza que consiste en dos o tres pares de apodemas, le dan resistencia y el apoyo a muchos músculos.

Tergito. Placa dorsal de un segmento, una subdivisión del tergo, un esclerito colocado en el dorso de los segmentos.

Tergo (Noto). Parte superior o dorsal de todos los segmentos en que se divide el cuerpo de los insectos.

Tornus. En una ala de forma triangular, el ángulo que se forma entre los bordes posterior y distal, donde terminan las venas anales y yugales.

Trabéculo. Masa redonda, lobulada del protocerebro de donde provienen los troncos que soportan los cuerpos de las setas.

Traqueas. Tubos membranosos elásticos reforzados por una pared quitinosa espesa, que hacen parte del sistema respiratorio, conectados a los espiráculos.

Traqueolas. Traqueas capilares de los adultos. Se desarrollan en gran número en el caso de las larvas, más o menos de un micra de diámetro.

Tritocerebro. La tercera parte del cerebro de los insectos, forma el par de ganglios del segmento intercalar o tercer segmento de la cabeza. Llamado también lóbulo labrofrontal, controla el sistema nervioso simpático principal y la región gustativa superior de la boca.

Trocánter. Segmento articular de las patas de los animales articulados, que se encuentra entre la coxa y el fémur.

Tropismo. Reacción involuntaria hecha por un elemento del medio (la luz, el calor, la humedad, la gravedad y otros.).

Urómeros (uritos) Segmentos en que está dividido el abdomen de los insectos.

Vannus. Región delgada, flexible en forma de abanico de la parte posterior del ala de los insectos.

Vertebrado. Se dice de los animales que tienen esqueleto con columna vertebral.

Vertex. Región del epicraneo situado inmediatamente detrás de la frente, entre los ojos compuestos, es la zona donde se encuentran los ocelos.

Vesícula seminal. Dilataciones en forma de saco de los vasos deferentes que sirven de reservorios del líquido seminal de los machos.

BIBLIOGRAFIA.

- ANDERSON, T.F. y Richard, A.G. 1942. An electron microscope study of some structural colors in insects. In: *J. Appl. Physiol.* Vol. 13: 748-758.
- ASHURST, D. E. 1968. The connective tissues of insects. *Ann. Rev. Entomol.* 13: 45-74
- ATHANASIU, J., and Dragoiu, J. 1915. La structure des muscles striés des insectes et leurs rapports avec les trachées aériennes. *Arch. Anat. Micr.* 16 :. 345-361.
- BAILEY, L. 1954. Respiratory currents in the tracheal system of the adult honeybee. *J. Exp. Biol.* 31: 589-593.
- BARBOSA, P. and PETER, M.T. 1972. *Readings in entomology.* Philadelphia W.B. Saunders.. 450 p.
- BARLOW, H.B. 1952. The size of ommatidia in apposition eyes. *J. Exp. Biol.* 29: 667-674.
- BARNES, R. 1970. *Zoología de los invertebrados. México.* Interamericana. 729 p.
- BARTON-BROWNE, L. B. 1964. Water regulation in insects. *Ann. Rev. Entomol.* 9: 63-82.
- BARTH, Rudolf. 1972. *Entomología General.* Río de Janeiro Instituto Oswaldo Cruz.. 374 p.
- BEAMENT, J.W.L. 1959. The waterproofing mechanism of arthropods. I. The effect of temperature on cuticle permeability in terrestrial insects and ticks. *J. Exp. Biol.* 36: 391-422.
- _____. 1961. The waterproofing mechanism of arthropods. II. The permeability of the cuticle of some aquatic insects. *J. Exp. Biol.* 38: 277-290.
- BEZERRA, de C.M., CARVALHO de A.E. y Pereira de A.G. 1977. *Glosario de Entomología.* Recife (Brasil): Universidad Federal Rural de Pernambuco. 342 p.
- BOECKH, J. et al. 1965. Insect olfactory receptors. *Cold Spring Harbor Symp. Quant. Biol.* 30: 263-280.

- BOETTIGER, E.G. 1960. Insect flight muscles and their basic physiology. *Ann. Rev. Entomol.* 5: 1-18.
- BONHAG, F.P. 1958. Ovarian structure and vitellogenesis in insects. *Ann. Rev. Entomol.* 3: pp. 137 – 157.
- BORROR, D.J. and WHITE, R. 1970. A field guide to the insects of America North of Mexico. (The Peterson field guide series) Boston: Houghton Mifflin Boston, 404 p.
- _____. .1971. An introduction to the study of insects. 3^{ra} Ed. Holt. , New York: Reinhart and Winston. 812 p.
- BRUES, Ch.T., et al. 1954. Classification of insects. 2nd Ed. Cambridge, Mass. Museum of Comparative Zoology. 917 p.
- BUCK, J. 1962. Some physical aspects of insect respiration. *Ann. Rev. Entomol.* 7: 27-56
- BURSELL, E. 1974. Introducción a la Fisiología de los Insectos. Trad. C. Morillo, Madrid: Alambra. 350 p.
- CARPENTER, G.H. 1928. The Biology of insects. New York Mac Millan 473p.
- CASTAÑO, P., Oscar. 1980. Entomología General. Manizales: U. de Caldas. Colombia. 250 p.
- CEBALLOS, Gonzalo. 1974. Introducción a la entomología general. 3a ed. Madrid: Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Montes. 330 p.
- COCKRUM, E.L. et al. 1969. Zoología. México : Interamericana. pp. 129-273 .
- COMSTOCK, J.H. 1950. An Introduction to Entomology. New York Comstock Ithaca pp. 1-28.
- _____, COMSTOCK, A. Botsford y HERICK, Glenn, W. 1938 A manual for the study of insects. 2nd Ed. New York: Comstock. 401 p.
- _____, J.H. 1966. An introduction to entomology. 9a rev. Ed. New York: Comstock. 1064 p.

- CORONADO, R. y MÁRQUEZ, D.A.. 1985. Introducción a la Entomología. Morfología y Taxonomía de los insectos. México: Limusa.-Wiley. 282 p.
- COTT, Hugh. 1957. Adaptive coloration animals. London Col 36 Essex Street Strand W. C2 508 p.
- CHAPMAN, R.F. 1971. The insects' structure and function. 2nd Ed. New York: Elsevier 818 p.
- CHAUVIN, R. 1967. El mundo de los insectos. Trad. por G Ochoa. Madrid: Guadarrama, 256 p.
- _____. 1956. Physiologie de lois Insecte. Paris Institutes National Recherché. Agronomique. Vol. 1; 917 p.
- DARLINGTON, R. & Philip, J. 1957. Zoogeography: The geographical distribution of animals. Muséum of Comparative zoology. Harvard University. New York: n Willy. 675 p.
- DAVEY, KG. 1968. La reproducción de los insectos. Madrid : Alambra. 215 p.
- DALY, H. et al. 1978. Introduction to insect biology and diversity. New York: McGraw-Hill. 564 p.
- DE LA CRUZ L., J. 1985. Entomología General. Instructivo de teoría y practica. Palmira: Universidad Nal. Sede Palmira. Colombia. 37 p.
- _____. 1991. Curso de Entomología General. Parte 2^a. Palmira Universidad Nacional Sede Palmira. Colombia. 134 p.
- DOMÍNGUEZ, G-T. Francisco. 1968. Plagas y Enfermedades de las plantas cultivadas. 3a. ed. La Habana: Edit. Revolucionaria 929 p.
- DUPORTE, E.M. 1959. Manual of insect Morphology. New York Reinhold 224 p.
- _____. 1957. The comparative morphology of the insect head. Ann. Rev. Entomol. 2: 55-70.
- EIBL-EIBESFELDT, I. 1974. Etología. Barcelona Omega. España. 643 p.
- EISNER, T. y Wilson, E.O. 1978. Comportamiento Animal. Madrid: Blume. 403 p.

- ERIESON, R.O. 1961. A glossary of some foreign language: Terms in Entomology. Washington: United State Department of Agriculture. 59 p.
- ESSIG, E.O. 1951. College entomology 3^{ra}, ed New York: Macmillan 672 P.
- EVANS, H. 1984. Insect Biology: A textbook of Entomology. Colorado State University. U.S.A. 436 p.
- FIGUEROA, P.A. 1961. Entomología General: Tomo 1 Palmira: Un. Nal. De Colombia 306 p.
- _____. 1977. Insectos y Acarinos de Colombia. Palmira Universidad Nacional de Colombia. 685 p.
- _____. 1955. Reseña histórica de la Entomología en Latinoamérica. Agricultura Tropical. Vol. 11. No. 7, pp. 519-526
- FORSTER, W. 1977. Los insectos. 2^{da} ed. Barcelona: Omega 285 p.
- FOX, R.M. and FOX, J.W. 1966. Introduction to comparative Entomology. New. York: Reinhold 450 p.
- FROST, S.W. 1959. Insect life and insect natural History. New York: Dover. 526 p.
- _____. 1942. General entomology. New York: Mc. Graw Hill. 524 p.
- _____. 1980. General Entomology: Insect life and Insect Natural History. 2^{da}. ed. New York: Dover 526 p.
- FREÍD L, C.P. 1976. The Biology of insects. London: Hutchinson. 189 p.
- GALLO, D. et al. 1978. Manual de Entomología Agrícola. Sao Paulo: Ceres 531 p.
- GARDINER, M. 1978. Biología de los invertebrados. Barcelona : Omega 940 p.
- GILMOUR, D. 1968. Metabolismo de los insectos. Madrid : Alhambra, 215 p.
- GRANDI, G. 1951. Introduzione allo Studio dell' Entomología. Bologna: Agrícola. Vol. I. 950 p.
- GROSS, R. 1947. Zoo logia II. Insectos. Trad. G. Fernandez: Edit Labor. Pp. 30-42

- HINTON, H.E. 1969. Respiratory systems of insect eggshells. *Ann. Rev. Entomol.* 14 pp. 343-368.
- IMMS, A.D. Richards, O.W. and Davies, R.G. 1957. *General Textbook of Entomology, Including the Anatomy, Physiology, Development and classification of insects.* London: Methuen 886 p.
- _____. 1977. *A general textbook of Entomology: including the Anatomy, Physiology, Development and Classification of Insects: 9th ed.* London: Methuen. 886 p.
- KIMBALL, John W. 1982. *Biología.* 4^a ed. Trad. por LUIS Edo. Mora. México Fondo Educativo Interamericano, pp. 694-719.
- LEFTWICH. A. W. 1976. *A dictionary of Entomology.* London. Constable. 359 p.
- LIMA, Costa. 1939-1950. *Insectos do Brasil.* 12 Tomos. Rio de Janeiro: Escola Nacional de Agronomía.
- LLANDERAI, C., Celina y CIBRIÁN., T, Juan. 1983. *Prácticas de Fisiología de Insectos.* Chapingo: Colegio de Postgraduados, 119 p.
- METCALF, C.L. y FLINT, W.P. 1978. *Insectos destructivos e insectos útiles: sus costumbres y su control.* 11 ed. México: Continental. 1208 p.
- MILLER, J. R. y MILLER, T. A. 1986. *Insect Plant interactions.* New York: Springer-Verlag 331 p.
- MORÓN, M. A. & TERRÓN, R A. 1988. *Entomología Práctica.* México: Instituto de Ecología 504 p.
- NEEDHAM, J.G. 1935. Some basic principles of insect wing Venation. New York: In. *Entomol. Soc.* Vol. 43. pp. 113-129.
- NEGRETT, F. Alvaro, J. 1975. *Notas sobre el origen de los insectos.* Revista ESSO Agrícola. Vol.21 No 1. pp. 26-31.
- NIETO, J.M. y MIER, M.P. 1985. *Tratado de entomología.* Barcelona: Omega 598p.
- NOVIKOFF, M. 1974. *Fundamentos de la Morfología comparada de los vertebrados.* Buenos Aires Eudeba. 466 p.
- PATTON. R.L. 1963. *Introductory insect physiology.* Philadelphia: Saunders 103 p.

- PESSON, P. 1967. El mundo de los insectos. 2^{da} ed. Barcelona: Juventud. pp.. 20-37.
- QUINTANILLA, R.H. y FRAGA. C.P. 1969. Glosario de términos Entomológicos. Buenos Aires: Eudeba. 106 p.
- REYES, J.A. 1968. Guía para las practicas de Entomología. Palmira: Universidad Nacional de Colombia. 56 p.
- REICHHOLF-RIEHM, H. 1986. Insectos y Arácnidos. Barcelona: Blume. 286 p.
- , 1985. Mariposas. Barcelona: Blume. 287 p.
- RICHARDS, O.W. 1977. A general textbook of entomology. 9a Ed. London: Chapman & Hall. 886 p.
- ROCKSTEIN, M. 1978. Biochemistry of insects. New York: Academy Press, 649 p.
- ROGER, C. 1970. La vida animal. (Zoología). Tomo I : Barcelona: Argos 176 p.
- ROSS, H. 1978. Introducción a la Entomología general y aplicada. Trad. M. Fusté 4^a ed. Barcelona: Omega. 356 p.
- ROTH, M. 1970. Sistemática y Biología de los insectos. Trad. Salvador Vicente P. Madrid: Héroes. 170 p.
- RUPPERT, E.E. y BARNES, R.D. 1996. Zoología de los invertebrados. 6^a ed. México: Mc Grau-Hill Interamericana. D.E. 1014 p.
- SCHMITT, J.B. 1962. The comparative anatomy of the insect nervous system. Ann. Rev. Entomol. 7: 137-156.
- SEGUY, E. 1967. Dictionnaire des termes teniques d'entomologie élémentaire. Paris: Paúl Lechevalier. 465 p.
- SILVEIRA Neto, S. et al. 1976. Manual de Ecología dos insectos. Sao Paulo: Ceres 419 p.
- SMALLWOOD, W.L. y GREEN, E.R. 1970. Biología. Trad. Raúl Cortés. México: Publicaciones Cultural. 178 p.
- SCHNEIDER, D. 1964. Insect antennae. Ann. Rev. Entomol. 9: 103-122.

- SNODGRASS, R.E. 1935. Principles of insects morphology, 2^a Ed. New York: McGraw-Hill. 667 p.
- _____. 1952. A textbook of Arthropods Anatomy. New York: Comell publishing. 363 p.
- STANEK, V.J. 1972. Gran Enciclopedia Ilustrada de los Insectos. Trad. Elizabeth Eckstein E. Caracas: Circulo de lectores. 543 pp.
- STORER, T.U. y USINGER, R.L. 1961. Zoología General. Trad. Antonio Prevosti. Barcelona: Omega. pp. 334-622.
- TELES DA SILVA, M.M., et al 1983. Etología: Comportamiento de Insectos. San Paulo: AZESP., FCAVJ., FUNEP. pp. 167-187
- TOLA, J. 1982. Atlas de zoología. Barcelona: Edissa. pp. 18-19
- TORRE-BUENO, J.R. 1937. A glossary of Entomology. Brooklyn: Edit. Entomological Society. New. York. 336 p.
- THOMAS, L. 1984. Siete verdaderas maravillas. Revista selecciones. Colombia. Readers Digest. 176 p.
- UNITED STATES DEPARTMEN OF AGRICULTURE. 1952. Insects. The Yearbook of Agriculture. Washington 25, D.C. E.U. 751 p.
- URUETA, E.J. 1991. Entomología. Universidad Católica de Oriente. Facultad de Administración Agropecuaria. Riónegro Antioquia. Colombia. 184 p.
- VENTURI, F. 1957. Elementi di Entomología. Agraria. Edizioni Agricole. Bolonia. 356 p.
- WATERHOUSE, D. F. 1957. Digestion in insects. A. Rev. Ent, 2: 1-18.
- WICKLER, W. 1968. El mimetismo en las plantas y en los animales. Traduce. De L. Mayer Spiess y J. Castanyer. Madrid Guadarrama. España. 259 p.
- WIGGLESWORTH, V.B. 1974. Fisiología de los insectos. Zaragoza : Edit. Acriba. Trad. por Mariano Illera M. España. 155 p.
- _____, 1968. The life of insects. The World Publishing Company, 119 West 57th Street, New York. 383 p.

ZAPATA, T.M., 1970. Entomología General. Conferencia Mimeografiada. Tomo II. Universidad Nacional Agraria. Dpto. de Sanidad Vegetal. La Molina Lima- Perú. pp. 130-220.