

ANATOMÍA FISIOLÓGICA INSECTOS. REPRODUCCIÓN. VERSIÓN 01.T15.  
WILLIAM E. DALE PHD

1. La mayoría de las especies de insectos tienen sexos separados y, para reproducirse, deben aparearse. Sin embargo existen especies de insectos partenogénicas (en la mayoría de ordenes Pterygota, excepto en los ordenes Neuroptera, Odonata, Dermaptera y Siphonaptera) y muchísimo menos especies hermafroditas (*Iceryia purchasi*, *Perla marginata*).
2. Con sexos separados, cada uno contribuye con células sexuales haploides (oocitos por parte de las hembras y espermatozoides de parte del macho) que se fusionan en una célula huevo diploide, que desarrolla en un embrión, la etapa previa a la metamorfosis. Las células sexuales se producen dentro de un sistema reproductor, siempre en el estado adulto, aunque pueden haber especies neoténicas (cuyos adultos, con capacidad reproductora, mantienen los caracteres de inmaduros).
3. El sistema reproductor en los machos esta formado por un par de testículos ubicados dentro del sinus peri visceral del abdomen. Cada testículo esta formado por un conjunto de folículos, número variable desde un folículo por testículo (Coleoptera: Adephaga) hasta mas de 100 (Orthoptera: Acrididae). Pueden estar todos agrupados o formando lóbulos (en *Tenebrio*, *Prionoplus*). Cada testículo esta envuelto independiente o colectivamente (Lepidoptera) en un epitelio. Los espermatozoides abandonan los testículos por un tubo epitelio-muscular-glandular llamado vas deferens con origen mesodermal. Las células de las vasa producen (excretan) productos favorables comportándose como glándulas accesorias (mesadenia) para la sobrevivencia de los espermatozoides. Dilataciones de las vasa conforman las vesículas seminales, bolsas donde los espermatozoides en el plasma seminal son almacenados previos a la eyaculación o a la formación del espermatóforo. Los dos vasa deferens van hacia atrás uniéndose en un ducto eyaculador, con origen ectodermal, recubierto internamente con una cutícula, pudiendo estar parcialmente rodeado con músculos, que desemboca en un gonópodo en la membrana entre el noveno y décimo esternito abdominal; los vasa deferens de Ephemeroptera desembocan individualmente en dos gonoporos. A partir de los gonoporos se desarrollan los lóbulos fálicos en las genitalias externas. Este

ducto puede recibir fluidos de glándulas accesorias (ectadenia) que van a formar parte del espermatóforo (*Locusta*, *Periplaneta*).

4. El sistema reproductor de las hembras consiste en un par de ovarios, cada uno formado por un conjunto de túbulos u ovariolos encargados de producir los oocitos que desarrollarán en huevos. Internamente los dos ovarios están en el abdomen, a ambos lados del canal alimentario. El número de ovariolos por ovario varia (mayor en especies más grandes, menor en individuos más pequeños). Las hembras del zancudo *Aedes punctator* tiene entre 30 y 175 ovariolos en los dos ovarios. Dentro de los ovariolos están los oocitos en diferentes etapas de su desarrollo; en ovariolos meroísticos además existen las llamadas células nodrizas o trofocitos del ovario. Estas células son células hermanas de los oocitos, por ello tienen el mismo genoma pero en un proceso de división celular incompleto. Su misión es proveer a los oocitos sustancias nutritivas que se van a integrar a la yema del huevo. Cuando, durante el crecimiento de los oocitos, las nodrizas permanecen en el extremo del ovario (germarium), conectados al oocito con un proceso tubular, tenemos ovariolos meroísticos telotróficos (Hemiptera, Coleoptera: Adephaga), cuando viajan conjuntamente con los oocitos son meroísticos politróficos (Dermaptera, Anoplura, Mallophaga, mayoría de holometábolos, excepto Siphonaptera). Los ovariolos panoísticos carecen de células nodrizas y las sustancias que van a formar la yema difunden del haemocoel a través de la pared del ovario (insectos primitivos: Thysanura, Odonata, Plecoptera, Orthoptera *sensu lato*, Isoptera). En su base el ovario se adelgaza (pedicelo). El producto de los ovarios se descarga a través de un oviducto lateral al que se conectan los ovariolos en una secuencia. En Lepidoptera y Diptera los ovariolos se abren a la vez en una expansión del oviducto conocido como cáliz. Los oviductos laterales son de tejido epitelial, recubiertos con una capa muscular. Por lo común los oviductos laterales se unen en un oviducto medio, de origen ectodermal y, por consiguiente, tapizado con una cutícula que desemboca en un gonoporo. Ephemeroptera hembras igual que los machos carece de oviducto medio y tiene dos gonoporos. El oviducto medio tiene músculos más desarrollados que los laterales. A menudo se conecta con una cámara genital, sobre el esternito abdominal 8. Cuando la cámara genital es tubular continúa en el esternito 9 es llamada vagina. La vagina forma parte de la genitalia

externa. La bursa copulatrix es una modificación de la vagina. En ella están las aberturas de los tubos que van a las espermatecas. Además ahí se abren glándulas accesorias que secretan sustancias que cumplen varias funciones: pegar huevos (Hemiptera), constituir ooteca (Blattodea), venenos (Pompilidae).

5. La reproducción se inicia con la producción de las células sexuales (oocitos, espermatozoides), seguida por la oportunidad de que ambas células haploides unan sus genomas restaurándose su condición de diploides para formar el huevo. Dentro del huevo esta el embrión que desarrolla con los nutrientes de la yema durante el periodo de incubación que termina en la eclosión. A partir de entonces el insecto inicia su proceso de metamorfosis que culmina con el adulto sexuado, encargado del inicio de un nuevo ciclo reproductivo.
6. Las células sexuales se unen de dos maneras: debido a la búsqueda, hallazgo e introducción de un espermátforo dentro de la vagina por la hembra (en insectos primitivos) o bien por un proceso de inseminación que involucra la agregación de los machos con las hembras (por olor: feromonas sexuales en Lepidoptera, Diptera, Hymenoptera, Isoptera, etc.; sonido :Orthoptera: Gryllidae- territorialidad, Homoptera: Cicadidae; estímulos visuales: enjambres en Diptera Nematocera, luz en Coleoptera: Lampyridae, Elateridae; color, en Lepidoptera diurnos, etc.), la identificación final del sexo opuesto, la estimulación de la hembra (danzas pre copulatorias), la transferencia del semen (monta) y el comportamiento post copulatorio (danzas post copulatorias; oferta de alimento, Blattodea, Mantodea, monta prolongada: Odonata).
7. Los huevos son el primer estado visible en el desarrollo de la mayoría de insectos. Las hembras son llamadas ovíparas. Las hembras llenas con huevos u oviplenas, escogen el lugar donde oviponer que reúna ciertas características que brinde abundante alimento a su progenie y adecuada protección del clima y enemigos naturales. Insectos que oviponen un gran numero de huevos son menos cuidadosos; aquellos que oviponen escasos huevos, son mas restrictivos en la selección y aun puede realizar cuidados maternales y paternales. Los huevos grandes contienen bastante yema y larga incubación (Acrididae: 8 mm de largo), aquellos pequeños los encontramos en huevos con escaso tiempo de incubación (*Musca* un mm. de largo y 24 horas de incubación), también en aquellos de endoparásitos (Hymenoptera, Platygasteridae: 0,02 a 0,1 mm de

largo; Mymaridae: 0,06 a 0,25 mm de largo). La forma más común de los huevos es la de una salchicha (*Musca*); también existen huevos esféricos (Lepidoptera: Noctuidae) y cónicos (Lepidoptera: Pieridae; Hemiptera: Pentatomidae). Los huevos dejados en el agua pueden tener plastrón o proyecciones respiratorias. Anatómicamente los huevos están constituidos por un corium externo seguido por una envoltura vitelínica que cubre el citoplasma o euplasma con el núcleo diploide. El corium o cáscara es construida dentro de los ovariolos; su espesor varía entre 1 y más de 50  $\mu\text{m}$ . En especies que oviponen en lugares cálidos esta provisto de una capa cerosa. Además el corion presenta un exocorion y el endocorion que es la capa más gruesa tiene naturaleza proteica, mientras que el exocorion contiene carborhidratos. El corion contiene enorme número de cavidades llenas con aire que, en la superficie del huevo, aparecen como finos poros llamados aerópilos, cuya función es el intercambio gaseoso. La superficie más externa del corion a menudo esta marcada con surcos que siguen un diseño hexagonal, similar al de las células que forman la pared del ovario que lo origina. El corion presenta ciertas características ventajosas para el insecto que crece dentro: provee líneas débiles que permite al insecto poder reventarlo y salir (opérculo en Phasmatodea, Embioptera, Cimicomorpha, Phtiraptera; líneas de eclosión en Muscidae), provee poros o micrópilos con la forma de embudos, a través de los cuales se produce la fertilización. La envoltura vitelínica o "membrana" vitelínica es una capa proteica con 1 a 2  $\mu\text{m}$  de espesor. El citoplasma tiene mayor tamaño en aquellos insectos con ovariolos meroísticos, contiene la yema y el núcleo que originara el embrión.

8. La embriología trata del estudio del desarrollo del embrión. Una vez que el huevo es fertilizado, el núcleo diploide inicia su división (30 minutos después de fertilización en *Dacus*) en núcleos hijos. Algunos de ellos que migran a la superficie, otros se quedan en la yema para formar las células de la yema o vitelófagos. Aquellos migrantes se acompañan con un halo de euplasma llamándoseles enérgidas. Los vitelófagos son los encargados de comer la yema, que aparece dentro de ellos en forma de vacuolas; mas tarde en la embriogenesis, cuando el intestino contiene la yema, los vitelófagos forman parte del epitelio del mesenterón. Las enérgidas se dividen, organizándose en una capa uniforme de células

cuboides conocida como blastodermo; en su interior esta la yema. Parte o una banda ventral del blastodermo aumenta en profundidad constituyendo el primordio embrional o banda germinal. Esta da origen al embrión, mientras que el resto del blastodermo tiene la categoría de extra embriónico. La banda germinal se diferencia en una región cefálica ancha o protocefalón y una cola angosta o protocorm. A partir de esta etapa se inicia la segmentación del cuerpo formándose los apéndices, el sistema nervioso y demás víceras.

9. En ocasiones, el proceso de reproducción en insectos puede alejarse de lo normal. La poliembrionia (Strepsiptera, Hymenoptera Parasitica) consiste en la producción de varios embriones a partir de un huevo fertilizado; en este caso todo el grupo contiene igual genome y son de igual sexo. Las larvas poliembriónicas a menudo son caníbales, lográndose pocos adultos. La neotenia o paedogenesis (Diptera: Cecidomyidae, Coleoptera: Micromalthidae, Strepsiptera, Lepidoptera: Psychidae "bichos del cesto", Thysanoptera) consiste en la persistencia de los caracteres inmaduros en individuos sexualmente maduros y capaces de reproducirse. El hermafroditismo (Plecoptera: *Perla*, Homoptera: *Icerya*, Diptera: *Termitostoma*) es la presencia de ambos sexos funcionales en un solo adulto. La viviparidad es la capacidad de producir inmaduros activos en lugar de huevos. Puede caer dentro de cuatro categorías: la ovoviviparidad (thrips, cucarachas, moscas Sarcophagidae, escarabajos, queresas Coccidae), la viviparidad adenotrópica (Muscidae: Glossina; Hippoboscidae, Streblidae, Nycteribiidae), la viviparidad haemocoélica (Strepsiptera, Diptera: Cecidomyidae) y la viviparidadseudoplacéntica (Dermaptera, cucarachas, Psocoptera, pulgones, Hemiptera: Polyctenidae).
10. Una vez fuera del corium o de la madre, los insectos entran en una fase activa, dominada por el movimiento en busca de alimento. El desarrollo del insecto en esta fase se denomina post-embrionario e involucra para la mayoría, con segmentación completa, un proceso llamado metamorfosis (la variante es la anamorfosis encontrada en Protura). La metamorfosis puede ser hemimetábola, incompleta, simple o directa cuando la forma no el tamaño del inmaduro activo es parecido al adulto; tratándose de terrestres, los inmaduros activos ocupan igual nicho ecológico que los adultos. Comstock introdujo tres subdivisiones: los ametábolos (Collembola, Thysanura), los paurometábolos= pauro= pequeño,

metabola= cambio (Isoptera, Orthoptera, Embiidina,  
Dermaptera, Corrodentia=Psocoptera,  
Mallophaga+Anoplura= Phtiraptera y la mayoría de  
Hemiptera) y los hemimetábolos (Ephemeroptera,  
Odonata, Plecoptera). también la metamorfosis puede  
ser holometábola o completa cuando el desarrollo  
post-embrional se da en los estados de larva y pupa,  
previos al adulto o imago.

===