

Descripción anatómica de los órganos genitales y glándulas secretoras abdominales del escarabajo *Ulomoides dermestoides* (Fairmare 1893) (Coleoptera:Tenebrionidae)

Fecha de recepción: 28/01/2009
Fecha de aceptación: 12/04/2009

Randall E. Chacón Castro¹
Vladimir Villalba Velásquez²
Ileana Moreira González³

Palabras clave

Ulomoides dermestoides, Tenebrionidae, glándulas, MEB, ovipositor, adeago, setas, secreción defensiva.

Key words

Ulomoides dermestoides, Tenebrionidae, glands, MEB, ovipositor, aedeagus, setas, defensive secretion.

Resumen

Ulomoides dermestoides es un coleóptero tenebriónido reportado como plaga de granos almacenados, el cual presenta potencial biotecnológico para la bioprospección, al atribuírsele propiedades farmacológicas. Esta investigación se realizó con el objetivo de describir

la anatomía de los órganos genitales y las glándulas secretoras abdominales del insecto criado en condiciones de laboratorio (dieta a base de maní, 70% HR, 23°C a 1300 msnm), en el Centro de Investigación en Biotecnología del ITCR, Cartago, Costa Rica. Los órganos genitales y las glándulas abdominales en ambos sexos fueron procesados para la observación macroscópica y para microscopía electrónica de barrido en la Unidad de Investigación en Estructuras Microscópicas de la Universidad de Costa Rica, San José, Costa Rica. En las hembras se observó la mecánica de la estructura ovipositora y se describió sus funciones reproductivas y de defensa, al igual que se encontró dos cercos apicales con acumulaciones sensoriales mecánico y quimiorreceptoras. Se reportó estructuras internas esclerotizadas con

1. Centro de Investigaciones en Biotecnología, Instituto Tecnológico de Costa Rica, Cartago, Costa Rica. Correo electrónico: rhacon@itcr.com
2. Escuela de Biología, Instituto Tecnológico de Costa Rica, Cartago, Costa Rica. Correo electrónico: vvillaba@itcr.ac.cr
3. Vicerrectoría de Investigación y Extensión, Instituto Tecnológico de Costa Rica, Cartago, Costa Rica. Correo electrónico: imoreira@itcr.ac.cr

función en la oviposición, así como las guías que junto con el tejido elástico del oviducto conforman el segmento final del ovipositor. En los machos se identificó el adeago, sus extensiones internas y la forma particular que permite su introducción y acoplamiento durante la cópula, sirviendo también de superficie guía de secreciones defensivas. Las micrografías evidenciaron la presencia de glándulas corrugadas secretoras en ambos sexos (de 1.05 mm de longitud por 350 μm de diámetro), de fuerte adhesión a la pared abdominal por el tejido musculoso de convergencia de los conductos secretores, asociados a la comunicación del gonoporo con el receptáculo glandular. Se encontró células al parecer bacterianas en el interior de las glándulas, esto como posible infección patológica o bien como organismos simbiotes, lo cual no se pudo diferenciar claramente. Las secreciones fueron asociadas con un mecanismo de defensa de la especie, pues la cavidad genital se impregna de éstas.

Se encontró células al parecer bacterianas en el interior de las glándulas, esto como posible infección patológica o bien como organismos simbiotes, lo cual no se pudo diferenciar claramente.

Abstract

Ulomoides dermestoides is a tenebrionid coleopter that was reported as a plague on stored grain and has displayed biotechnological potential due to attributed pharmacological properties. This investigation was done with the objective of establishing the anatomical description of the genitalia for the insect that grew up in laboratory conditions (a diet based on peanut, a relative humidity of 70%, and an average temperature of 23°C, to 1300msnm) at the ITCR-Biotechnology Research Centre in Cartago, Costa Rica. The Genitalia and the Abdominal Glands in both sexes were prepared to be observed macroscopically and with a Scanning Electron Microscope (SEM) in the University of Costa Rica –Microscopic Structures Investigation Centre, San Jose, Costa Rica. The females showed the ovipositor structures, the reproductive

and defensive systems, and two sensorial apicales walls with mechanic and chemical-receptors. It was reported internal sclerotic structures with function in the oviposition, as well as the guides that go along with the elastic oviduct tissue and are part of the ovipositor final segment. The males displayed the aedeagus and its internal extensions, as well as a particular shape that allows its introduction and connection during the sexual intercourse copula that also help them as a guide for their defensive secretion. The photomicrographs showed the presence of secretion corrugated glands in both sexes (1.05mm in length by 350μm in diameter), displaying a strong adhesion to the abdominal wall by the secretors muscular conducts convergence tissue associated to the communication between the gonopore and the glandular receiver. It was found bacterial cells inside the glands and their presence is possible because of a pathological infection or a symbiosis with another organism; however, it was not clearly differentiated. The secretions were associated to the defensive mechanism of the species, where the genital cavity is impregnated with the secretion.

Introducción

Ulomoides dermestoides es un coleóptero que pertenece a la familia *Tenebrionidae*, comúnmente reconocida como de escarabajos oscuros (*Darkling Beetles*) (Gorhan, 1987), de hábitos fitófagos, que se alimenta de granos como el maní, el maíz, el sorgo, el arroz, la soya y otros (Vergara *et al.*, 1997) a niveles de organismos plaga. Se les encuentra en la naturaleza en hábitats terrestres asociados a ambientes secos, debajo de madera en descomposición. Son originarios del continente asiático y han sido diseminados por el comercio de granos hasta el continente americano (Gorhan, 1987). Esta especie se ha convertido en un elemento de gran importancia para estudios de bioprospección, ya que presenta un potencial de estudio e investigación en

Esta investigación es consciente de la importancia de la descripción anatómica de los órganos genitales, las glándulas abdominales secretoras de la especie y su relación con elementos fisiológicos intrínsecos, para proporcionar elementos científicos que permitan avanzar en la bioprospección de la especie U.

el área de la extracción de componentes activos al comportarse como fuente de fármacos potenciales.

Se ha observado la presencia de mecanismos defensivos en la especie, relacionados con la secreción de sustancias repelentes y bloqueadoras de quimiorreceptores, las cuales se almacenan en inclusiones cuticulares o glándulas en las terminales abdominales de ambos géneros. Las secreciones típicas de la especie han sido caracterizadas como una mezcla de 1,4-benzoquinonas (Blum, 1978) con moléculas transportadoras del tipo hidrocarburos epicuticulares 1-trieno (Villaverde *et al.*, 2005). El mecanismo de defensa en este tipo de insectos, según Blum (1978) y Gillot (1980), mantiene una respuesta a estímulos principalmente táctiles, que se puede sectorizar de acuerdo con la dirección del estímulo.

Dichas secreciones han sido parte de la postulación del insecto como fuente de sustancias o metabolitos que mantienen compuestos activos que ayudan en el control de enfermedades respiratorias. Esta aparente propiedad se ha difundido a partir de la cultura asiática, especialmente a partir de la región de Malasia, donde se ha utilizado este escarabajo en la medicina popular para el tratamiento de afecciones respiratorias y como alimento afrodisíaco, resultando en una especie de particular interés en estos países (Chu *et al.*, 1977). Estas prácticas empíricas han sido adoptadas principalmente por la cultura hispana, difundiéndose su uso medicinal y despertando de este modo interés en la bioprospección de la especie (Flores *et al.*, 2002; Medeiros *et al.*, 2006), pero este dato al parecer aún no se ha esclarecido, lo cual ha mantenido la ingesta del insecto en forma empírica. Estudios anteriores han demostrado que el consumo de estos escarabajos puede producir la transmisión de parásitos intestinales que se alojan a su vez en los intestinos de los insectos (Sullivan *et al.*, 1977), lo que promueve

la necesidad de dilucidación del efecto del compuesto activo y su mecanismo de obtención, aspecto que eventualmente podría contribuir en el tratamiento de las afecciones respiratorias u otras patologías de forma más dirigida y científica, sin incurrir en los riesgos del tratamiento empírico.

Tanto *Uromoides dermestoides* como muchas otras especies pertenecientes a numerosas familias de artrópodos, han sido estudiadas anatómicamente para facilitar y documentar la acción glandular y el mecanismo químico particular que muchas veces adquieren valor científico. Trabajos desarrollados en escarabajos "Bombarderos" *Carabidae* de la subfamilia *Paussinae* (*Goniotropis nicaraguensis*), han permitido demostrar conceptos de física de fluidos aplicados en la ingeniería (Eisner y Aneshansley, 1982). Otra especie de este mismo grupo (*Stenaptinus insignis*) ha sido estudiada y comparada con modelos hidráulicos de propulsión (Dean *et al.*, 1990).

Otras investigaciones han estado enfocadas en el efecto de las secreciones sobre nichos de depredación y el papel de control natural influenciado por la alimentación, como el caso de *Dactylopius spp.* (Cochinilla roja) (Eisner *et al.*, 1980). Otras, por su parte, hacen énfasis en la caracterización química de las feromonas implicadas (Davidson *et al.*, 1989). No obstante, la gran mayoría de estas investigaciones centralizadas particularmente en escarabajos, contemplan una descripción previa detallada de la anatomía del insecto y la fuente glandular de secreción, lo cual permite realizar las observaciones y los ensayos adecuados para cumplir con los objetivos planteados.

Esta investigación es consciente de la importancia de la descripción anatómica de los órganos genitales, las glándulas abdominales secretoras de la especie y su relación con elementos fisiológicos intrínsecos, para proporcionar elementos científicos que permitan avanzar

en la bioprospección de la especie *U. dermestoides* de forma más dirigida e integral.

Materiales y métodos

Caracterización anatómica interna y externa de los órganos genitales

Se seleccionó diez hembras y diez machos en estadio adulto empleando estereoscopio y pinzas entomológicas de manipulación. Se colocó vivos en 6 ml de alcohol al 95%, induciendo la respuesta defensiva que expusiera los órganos genitales, obteniendo individuos muertos con el ovipositor extendido y el aedeago externamente visible. Para la observación de las estructuras internas, se los mantuvo individualmente sumergidos en una solución de alcohol al 95% y fueron transferidos a una placa Petri con parafina derretida y oscurecida con cera negra. Luego se procedió a observar al estereoscopio (4X) cada individuo y a realizar la disección de las partes endurecidas con ayuda de agujas y pinzas entomológicas. Se capturó imágenes digitales de los órganos genitales de cada sexo con el paquete computacional AverMedia EZCapture 2.5 y el equipo BioVID LWScientific, Inc. Se realizó la identificación interna de sexos según estructuras esclerotizadas particulares a nivel interno.

Para la observación de las estructuras internas mediante Microscopía Electrónica de Barrido (MEB), se utilizó tanto individuos completos como el producto de sus disecciones, realizadas previamente al estereoscopio (4X); se empleó el fijador Karnovsky (paraformaldehído al 2.5% y glutaraldehído al 2.0% en amortiguador de fostafo de sodio 0.1M, pH 7.4) por un mínimo de 2 horas a 4°C, el cual fijó las proteínas y carbohidratos estructurales de las partes genitales disectadas. Posteriormente, se realizó tres lavados con buffer de fosfatos 0.1M cada 15 minutos y se aplicó el fijador de ácidos

grasos tetraóxido de osmio al 1% por una hora; seguidamente se repitió tres lavados con buffer de fosfatos 0.1M cada 15 min. Posteriormente, se deshidrató las muestras mediante una serie descendente de alcoholes, pasando por alcohol al 30, 50, 70, 80, 90 y 95% por diez minutos en cada uno; por último, se aplicó dos deshidrataciones con alcohol al 100% por 15 minutos cada una.

Las muestras se secaron por sublimación mediante cuatro inmersiones de 15 minutos cada una en terbutanol y la última de éstas se realizó en el equipo VFD-20 Freezer Dryer, empleando la sublimación al vacío con nitrógeno líquido. Seguidamente, se tomó las muestras y se las adhirió a unas platinas de aluminio mediante una cinta doble de carbón y se trazó guías con pintura de plata en la platina para aumentar la conductividad de los electrones, dejándose secar por una hora a 37°C. Luego se cubrió las muestras con un baño de oro-paladio (Au-Pd) en el equipo Giko IB-3 Ion Coater Au-Pd, por un período de 5 min, para depositar una capa de 38 nm de espesor sobre la muestra. Se observó cada muestra al microscopio electrónico de barrido (Scanning S-570) y se tomó fotografías digitales con un equipo fotográfico PENTAX K100D. Se describió las estructuras particulares de cada sexo y la parte motora de oviposición y cópula.

Anatomía de glándulas secretoras internas

Al estereoscopio y en placas Petri con cera de color oscuro, se disectó los élitros, las alas membranosas y la cabeza, y luego se prosiguió con el tórax y la membrana que recubre la parte superior del abdomen. Con ayuda de agujas entomológicas número 00, se retiró las reservas lipídicas de la cavidad abdominal y se separó los túbulos de Malpighi. Se mantuvo sin disectar la conexión del sistema excretor y la terminal genital del abdomen.

Luego, se retiró el sistema digestivo y se limpió el exterior abdominal, se conservó las terminales genitales de ambos sexos en frascos de vidrio con 2 ml de una solución de glicerina estéril y alcohol al 60% en una proporción 1:1, ante la presencia de posibles estructuras glandulares distintas en esta región. Se capturó imágenes de la morfología glandular interna para cada sexo con el paquete AverMedia EZCapture

2.5 y el equipo BioVID LWScientific, Inc. Además, se preparó muestras y se las visualizó al microscopio electrónico de barrido (Scanning S-570) de la misma forma en que se indicó anteriormente para los órganos genitales de ambos sexos.

Resultados

Caracterización anatómica interna y externa de los órganos genitales

En el caso de los machos, se apreció la ausencia del conducto elástico u ovipositor presente en las hembras. En lugar de este último, se encontró una estructura esclerotizada que sobresalía del conducto excretor del insecto, el cual al mismo tiempo fungía como el genital retráctil llamado *adeago* (Figura 1 y Figura 2).

La región terminal del abdomen aloja estas estructuras y su longitud es cercana a los 0.90 mm (Figura 2A), longitud que aumenta cuando el *adeago* sobresale de la cavidad genital y la región retráctil se expande (Figura 2A, rr). La cavidad, por su parte, se encuentra rodeada tanto en la parte interna como externa por setas

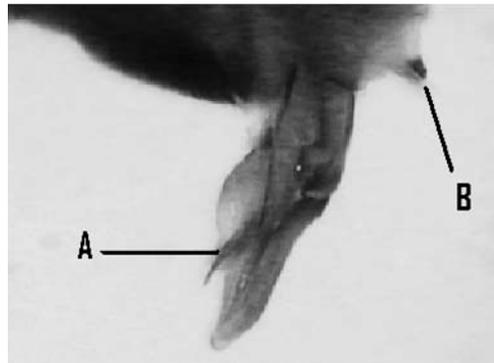


Figura 1. Estructura genital del macho de *Ulomoides dermestoides* vista al estereoscopio a 2.5X. A. Adeago y B. Zona esclerotizada marcada entre región retráctil.

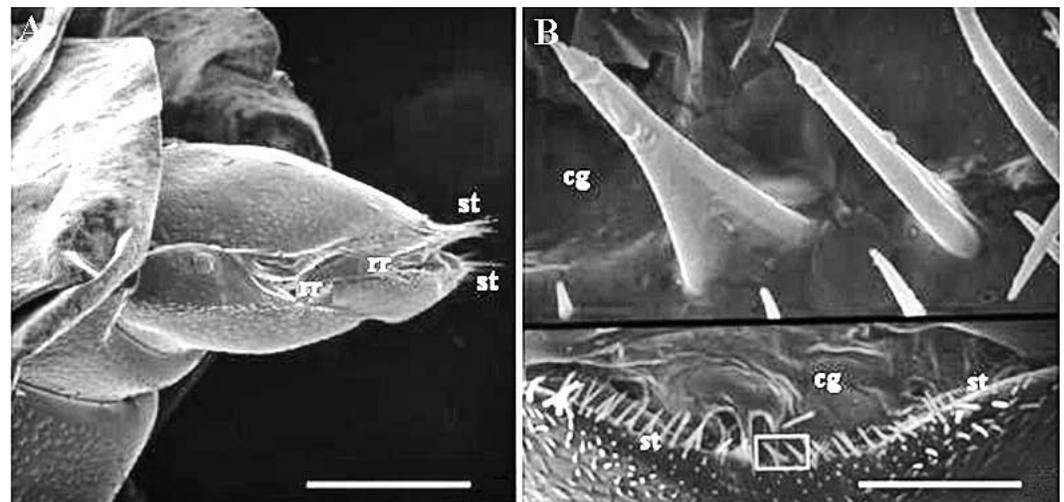


Figura 2. Detalle de la región y abertura genitales en la terminal abdominal del macho. A. Región retráctil que incluye la cavidad genital (rr), setas localizadas a lo largo de la cavidad genital (st) (Barra: 0.43 mm). B. Cavidad genital (cg) rodeada de setas heterogéneas internas-externas (st) y detalle de la forma de las setas (Barra inferior: 120 um; superior: 12 um).

de tamaños heterogéneos que, al parecer, se disponen de menor a mayor tamaño conforme se adentran en la misma (Figura 2A, st). La figura 2B muestra la disposición de las setas a lo largo de la cavidad (Figura 2B, cg), la cual presenta una abertura de aproximadamente 360 μm y en la parte superior de la misma se aprecia el detalle de la forma de las setas, las cuales parecen el resultado del crecimiento de una estructura esclerotizada compuesta por dos setas que alojan un adelgazamiento en su parte central, el cual desaparece en la parte distal, donde se nota una estructura puntiaguda con leves abultamientos.

El adeago, por su parte, presenta una forma irregular un poco doblada, que tiene en su extremo exterior unos bordes particulares que marcan su forma puntiaguda (Figura 3A, ed). En esta región se presentan aparentes papilas sensoriales, las cuales sobresalen como pequeñas protuberancias en este extremo distal (Figura 3A, ps). Además, en el segmento anterior se aprecia dos estructuras que se disponen en los laterales del adeago, normalmente llamadas *parámetros* (Figura 3A, pa), muy asociadas en la base del adeago o falobase

(Figura 3A, fb). La longitud del adeago es de aproximadamente 1.5 mm (Figura 3B). La estructura ventral de este adeago presenta un canal curvo (Figura 3B, cc) que se extiende desde el extremo distal hasta el basal, finalizando en una curvatura de la estructura (cb) de forma bastonada; en esta misma región se observa la unión de un tejido que aloja un conducto cilíndrico, al parecer de un material musculoso y corrugado (Figura 3B, cci).

También a nivel interno se encuentra una estructura compuesta por dos extensiones esclerotizadas (Figura 4B) que se prolongan desde la base del último segmento abdominal retráctil (Figura 4A y Figura 5A, sa) y se unen conforme se proyectan hacia el tórax.

Cada extensión tiene una longitud de 1.30 mm (Figura 5A, ee) y el espacio entre éstas se encuentra cubierto por un aparente tejido membranoso (Figura 5A, tm). El extremo de unión de estas extensiones (Figura 5B, ee) presentó correspondencia con la curvatura basal del adeago (Figura 5B, cb).

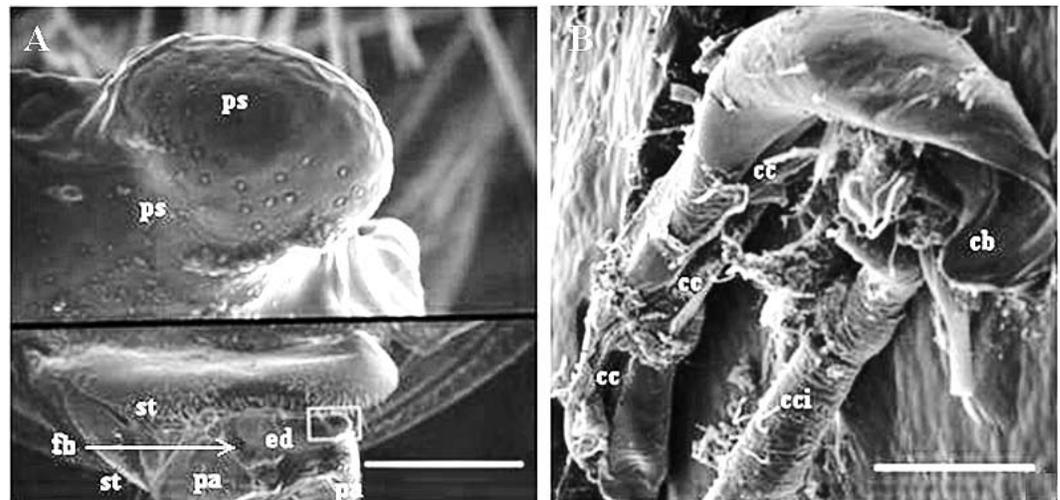


Figura 3. Detalle del adeago. A. Extremo exterior del adeago (ed) y detalle de papilas sensoriales (ps), parámetros (pa), falobase (fb) (Barra inferior: 0.30 mm; superior: 30 μm). y B. Canal curvo del adeago (cc), curvatura basal (cb) y conducto cilíndrico (cci) (Barra: 0.30mm).

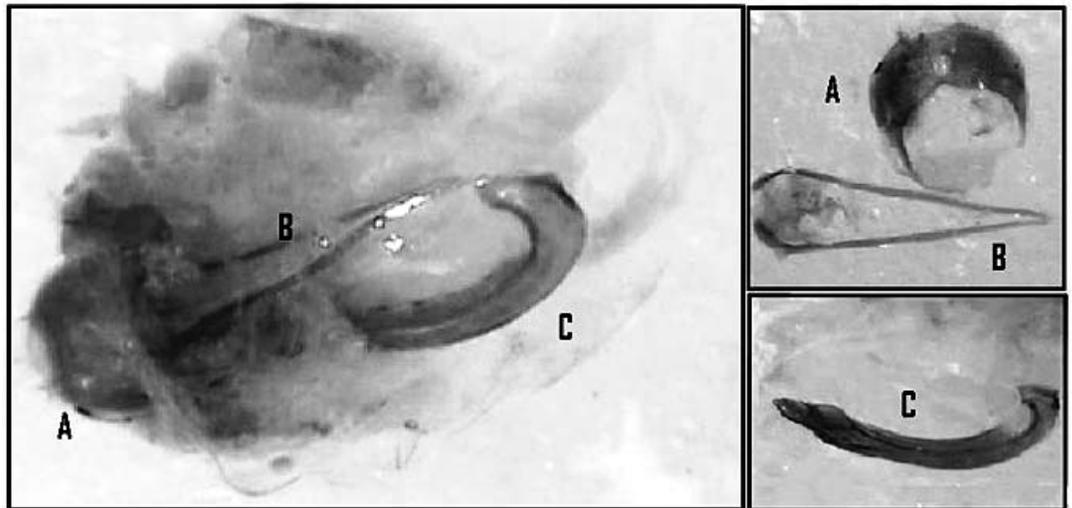


Figura 4. Estructuras internas de los órganos genitales del macho de *Ulomoides dermestoides* vistas al estereoscopio 4X. A. Región esclerotizada del último segmento abdominal. B. Extensiones esclerotizadas internas. C. Adeago.

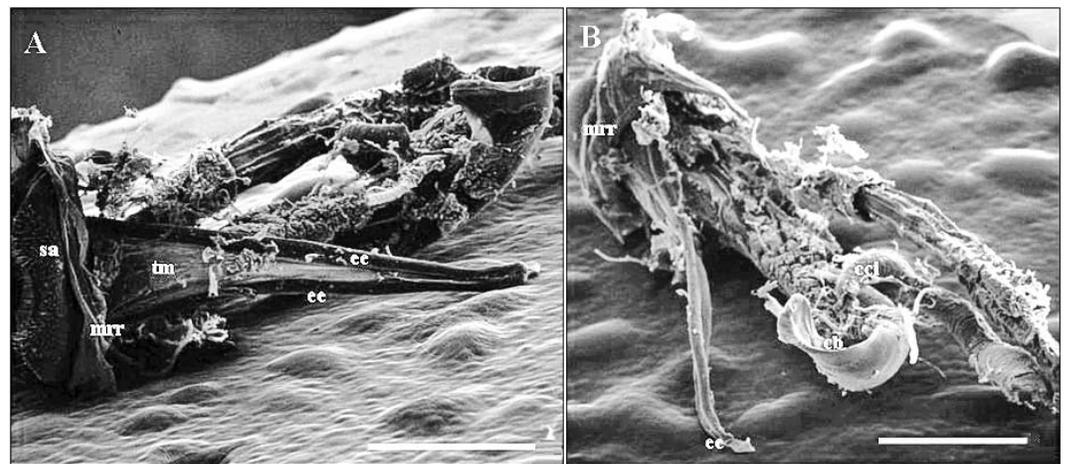


Figura 5. Prolongaciones esclerotizadas en los órganos genitales internos del macho. A. Longitud y forma de las extensiones (ee), tejido membranoso (tm), membrana de la región retráctil del 5-6 segmento abdominal (mrr), último segmento abdominal externo (sa) (Barra: 0.50 mm). B. Detalle de conexión adeago-extensiones, extensiones esclerotizadas (ee), curvatura basal (cb), membrana de la región retráctil (mrr) y conducto cilíndrico (cci) (Barra: 0.50 mm).

Las hembras por su parte poseen al igual que el macho una estructura retráctil, que en su caso se une con el ovipositor, el cual se prolonga desde la cavidad genital ubicada en el extremo terminal del abdomen e incluye elementos internos esclerotizados. Se observó una estructura esclerotizada y alargada que se extiende desde el interior

del abdomen y llega hasta el límite de la zona genital donde se encuentra la abertura genital (Figura 6A). Además, se presentan dos prolongaciones levemente endurecidas, las cuales se extienden al igual que la anterior (Figura 6B), continúan aparentemente dando forma al oviducto y finalizan en unas terminales redondeadas

(Figura 6D) que ensanchan el final del ovipositor, el cual parece estar constituido por tejido membranoso e incluye una región endurecida ubicada entre la zona retráctil del esternito (Figura 6C).

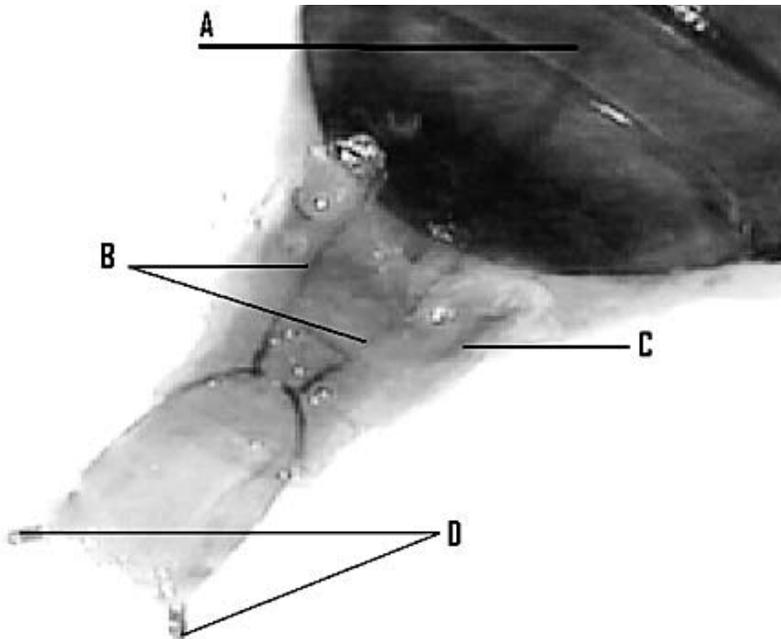


Figura 6. Estructura genital externa de la hembra de *Ulomoides dermestoides* vista al estereoscopio a 4X. A. Estructura esclerotizada alargada desde el interior abdominal. B. Prolongaciones guías del ovipositor. C. Zona abdominal terminal esclerotizada en región retráctil. D. Terminal redondeada endurecida del ovipositor.

Respecto a la cavidad genital, al igual que en los machos, ésta se encuentra rodeada de setas que ornamentan su entrada, al igual que la parte distal del último segmento abdominal (Figura 7A, *st* y *st*¹). Se encontró setas de menor tamaño conforme se acercaban al interior de la cavidad y conforme se alejaban del extremo interno hacia el externo. Generalmente las setas de la abertura genital se presentan con la base ensanchada y un adelgazamiento que luego continúa en un leve ensanchamiento hacia la punta (Figura 7B, *st*), siendo de mayor tamaño que en los machos.

Cuando la hembra extiende su ovipositor, las setas que están cercanas a la abertura genital se alejan por el efecto de expansión de la región retráctil (Figura 8, *st*). Parece ser que la expansión en dicha región es más pronunciada en las hembras que en los machos. También se observó el desplazamiento de las setas más alargadas en la región de aparente unión del ovipositor con el abdomen (Figura 8, *st*¹).

El ovipositor en su máxima extensión parece componerse de dos regiones principales: una región basal y otra distal. La región basal (Figura 9A, *rbo*) es ensanchada en la zona de ligamento

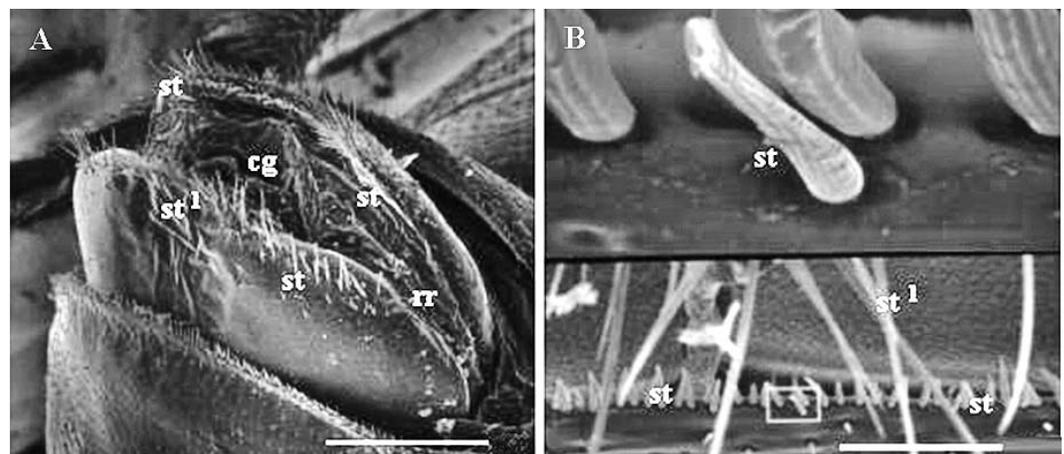


Figura 7. Elementos en la cavidad genital. A. Disposición de setas (*st*) en la abertura genital de la hembra, setas alargadas (*st*¹), cavidad genital (*cg*) y posible región retráctil (*rr*) (Barra: 250 um). B. Detalle de la forma de la seta (*st*) (Barra inferior 60 um; Barra superior: 6 um).

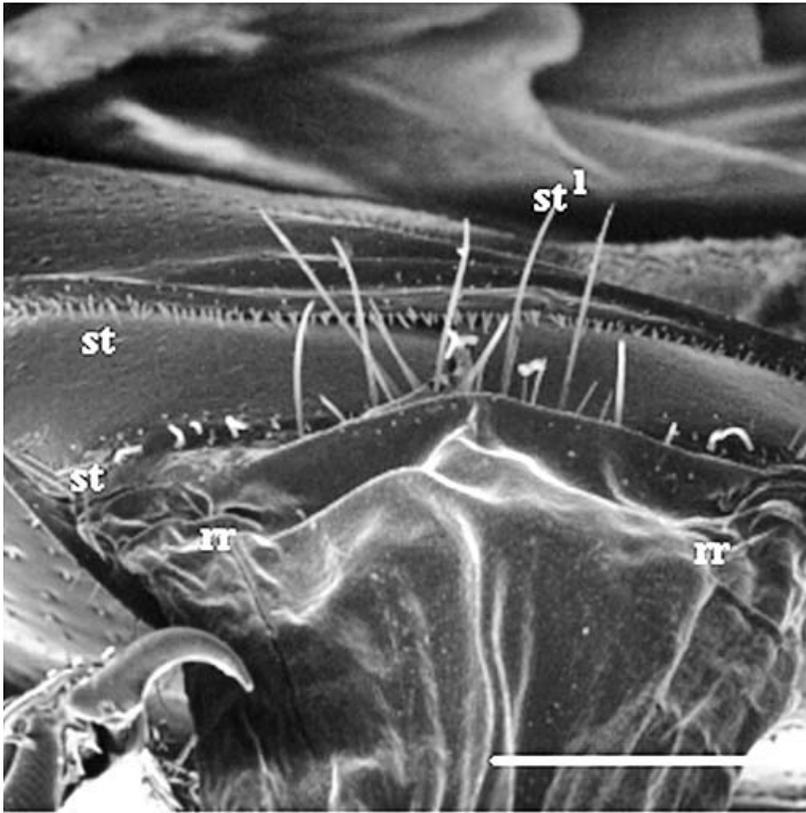


Figura 8. Extensión del ovipositor y expansión de la región retráctil genital. Setas ornamentadoras (st), setas alargadas (st¹) y región retráctil (rr) (Barra: 176 um).

con la abertura genital, compuesta de un tejido elástico con pequeñas cerdas que la ornamentan y se prolonga hasta lo que asemeja una unión articulada en el extremo de unión con la otra región distal (Figura 9A, rdo).

En esta aparente región articulada se encuentra una especie de tabique (Figura 9A, to y Figura 9B, to), con una depresión externa que moldea la continuidad del ovipositor y orienta su región distal hacia el externo, con movilidad en la unión.

En la región distal se encontró dos abultamientos en forma de óvalos unidos al último segmento del ovipositor en su región apical (Figura 10A, aao), los cuales se adornan con setas de diferentes tamaños (Figura 10A, st-aa0 y Figura 10B, st-aa0). El ovipositor se abre para dar campo al oviducto, el cual, a nivel externo, parece formarse de un tejido elástico (Figura 10A, te).

A nivel interno, producto de las disecciones de los órganos genitales, se evidenció la presencia de elementos esclerotizados. Se evidenció las terminales del ovipositor

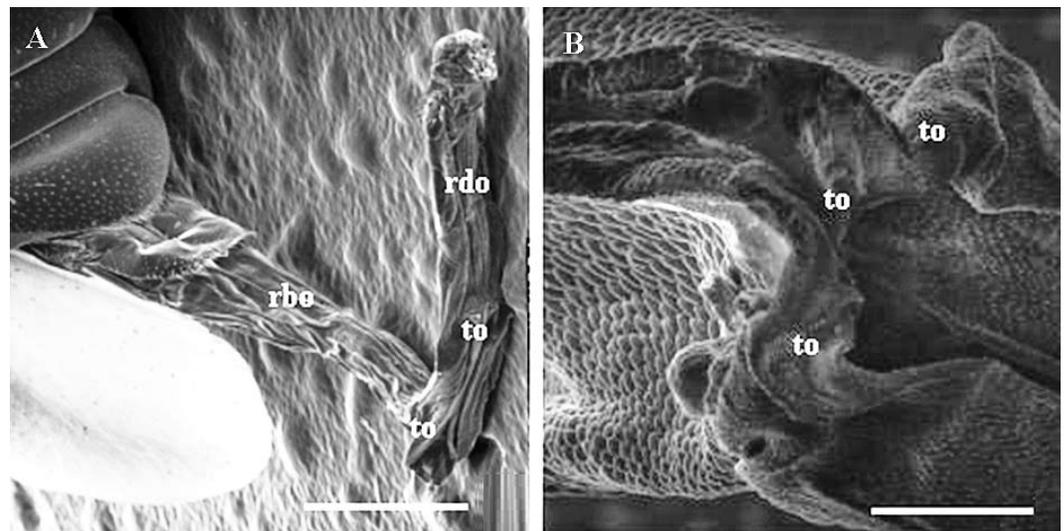


Figura 9. Detalle de las regiones constituyentes del ovipositor. A. Región basal del ovipositor (rbo), tabique de ovipositor (to) y región distal del ovipositor (rdo) (Barra: 0.60 mm). B. Detalle de la estructura del tabique del ovipositor (to) (Barra: 86 um).

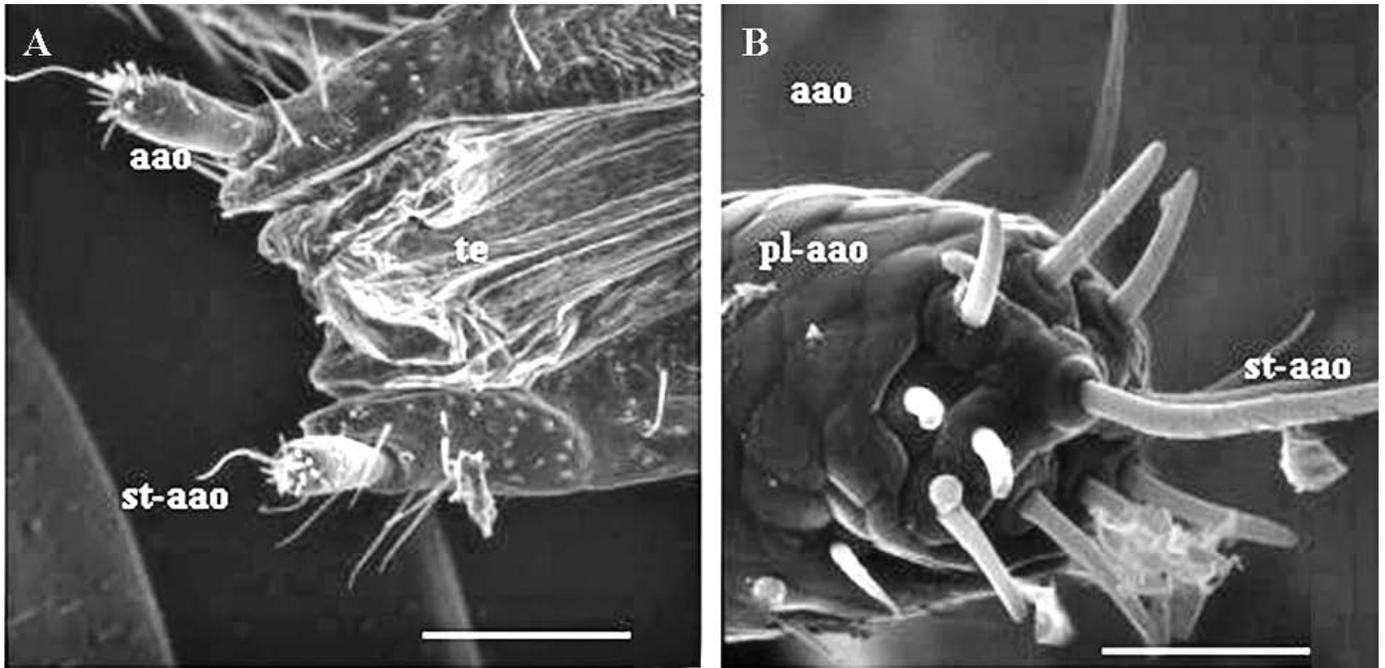


Figura 10. Detalle de la zona apical en la región distal del ovipositor. A. Abultamiento apical del ovipositor (aao), setas de los abultamientos (st-aao) y aparente tejido elástico (te) (Barra: 120 μ m). B. Placas estructurales de formación en los abultamientos apicales (pl-aao) y setas de los abultamientos (st-aao) (Barra: 15.0 μ m).

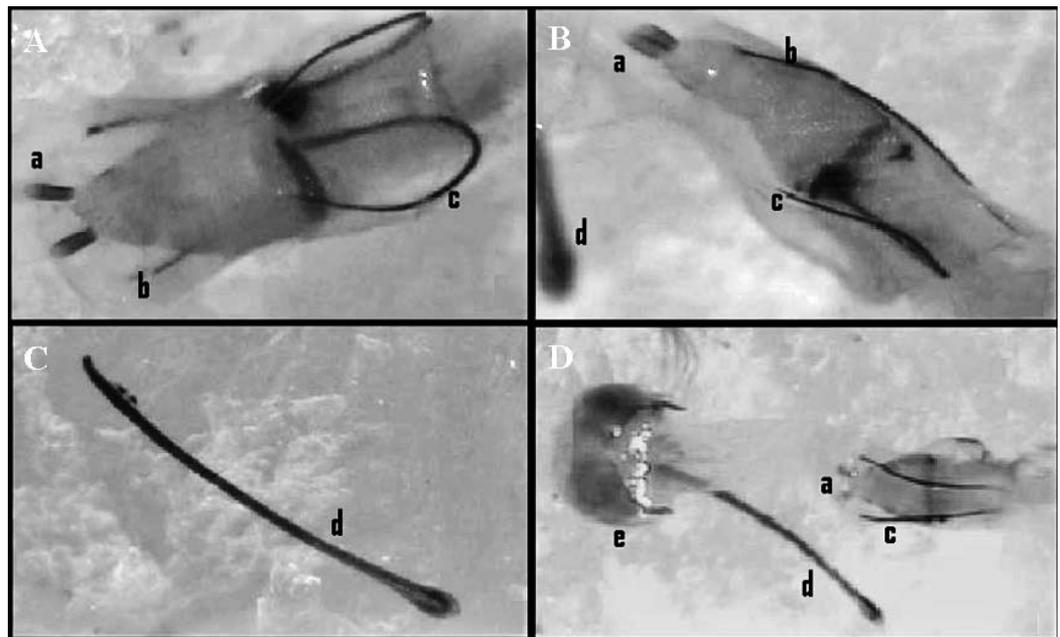


Figura 11. Estructuras internas de los órganos genitales de la hembra de *Ulomoides dermestoides* vista al estereoscopio 4X. A. Ovipositor contraído internamente. B. Vista lateral de ovipositor contraído. C. Estructura esclerotizada interna. D. Vista dorsal de la unión del conducto guía del ovipositor con la abertura genital. a: terminales redondeadas del ovipositor. b y c: guías esclerotizadas adheridas al conducto del ovipositor. d: estructura esclerotizada extendida desde el abdomen hasta la base de la cavidad genital.

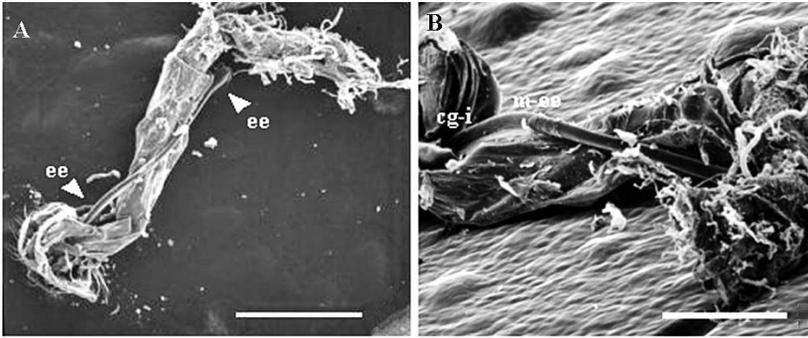


Figura 12. Detalle de disección de los órganos genitales de la hembra *U. dermestoides*. A. Estructura alargada-esclerotizada en hembra (ee) (Barra: 0.86 mm). B. Detalle de membrana que recubre el primer tercio de la estructura esclerotizada en las hembras (m-ee) y cavidad genital interna (cg-i) (Barra: 0.38 mm).

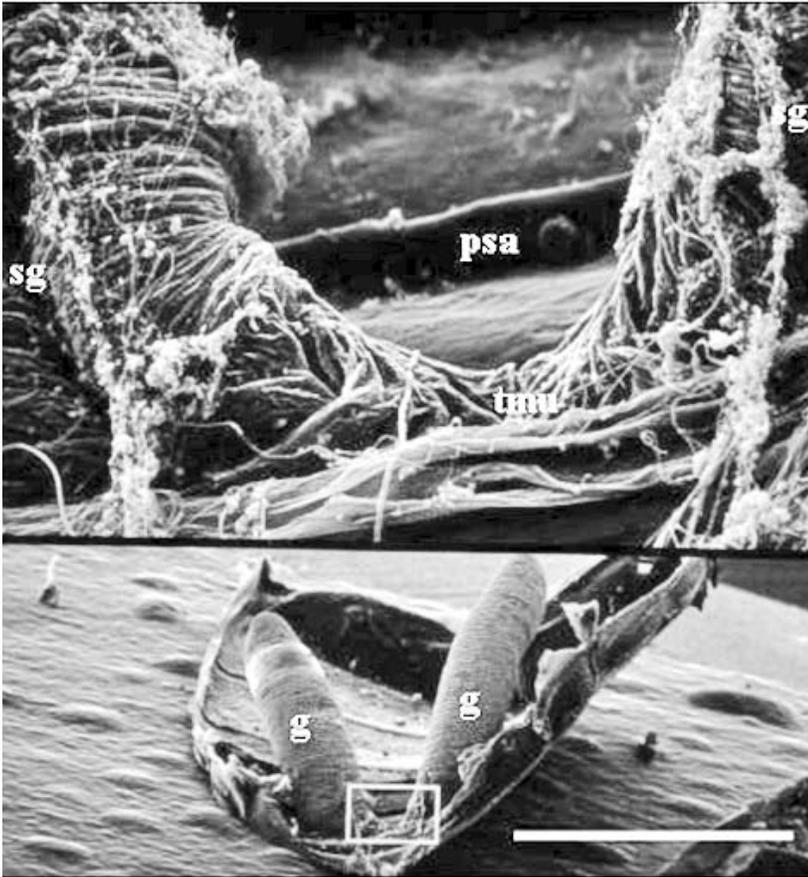


Figura 13. Ubicación de las glándulas internas y tejidos de aparente unión en hembra. Glándula (g), tejido muscular de unión glandular externa (tmu), suturas en la base de las glándulas en la región de unión (sg), pared interna del segmento abdominal (psa) (Barra: inferior 1.00 mm; superior: 0.1mm).

denominadas *abultamientos apicales*, los cuales se acercan cuando se contrae el ovipositor (Figura 11A, 11B y 11D, a). La figura 11A y 11B (b) muestran unas guías esclerotizadas que se adhieren a un tubo membranoso traslúcido, las cuales parecen ser análogas a las guías (c) originadas en un aparente tabique que define un anillo en el ovipositor (Figura 11B, c y Figura 11B, d).

También se aprecia la forma alargada y levemente curva de la estructura esclerotizada, extendida desde el cuarto segmento del abdomen hasta la base de la abertura genital (Figura 11A, y Figura 11C y 11D, d), la cual presenta un ensanchamiento en el extremo más interno y se ubica por debajo del conducto membranoso que define el ovipositor.

Esta estructura esclerotizada mide aproximadamente 1.30 mm (Figura 12A, ee) y parece unirse en la parte inferior interna de la cavidad genital por una membrana delgada que la recubre en su primer tercio (Figura 12B, m-ee).

Anatomía de glándulas secretoras internas

Las disecciones de los órganos genitales permitieron la exposición de las glándulas secretoras internas de la especie para ambos sexos. Estas glándulas se alojaron en ambos casos en la región ventral del abdomen, encontrándose unidas fuertemente por un tejido muscular (Figura 13, tmu) que forma una especie de interfase entre la pared interna del último segmento abdominal (psa) y la estructura glandular (Figura 13, g). En la región de aparente unión interglandular, se evidencia la presencia de suturas bien definidas en ambas glándulas, denotando una región de forma particular en la base de cada una (Figura 13, sg).

La forma de las glándulas es alargada y de apariencia corrugada, con el extremo distal redondeado, el cual finaliza en una puntura similar a un poro. La longitud de

las glándulas en las hembras y los machos es de aproximadamente 1.05 mm (Figura 14A y Figura 14B, respectivamente) sin embargo, se encontró algunos individuos en los que el par de glándulas no era homogéneo en tamaño (dato no mostrado). El diámetro es aparentemente cercano a 350 μm en las hembras y de aproximadamente 302 μm en los machos, exhibiéndose en ambos sexos una especie de tapa con pliegues corrugados al final de cada

glándula (respectivamente, Figura 14C, fc y Figura 14D, fc).

La puntura del extremo distal parece formar una depresión que no perfora la glándula (Figura 15, pug), la cual no varía mucho en forma respecto al sexo y se ubica en la zona central del extremo distal o final de pliegues corrugado (Figura 15C, fc y Figura 15D, fc), sobre una especie de placa que mide aproximadamente 9.45 μm de diámetro (Figura 15A, puntura en

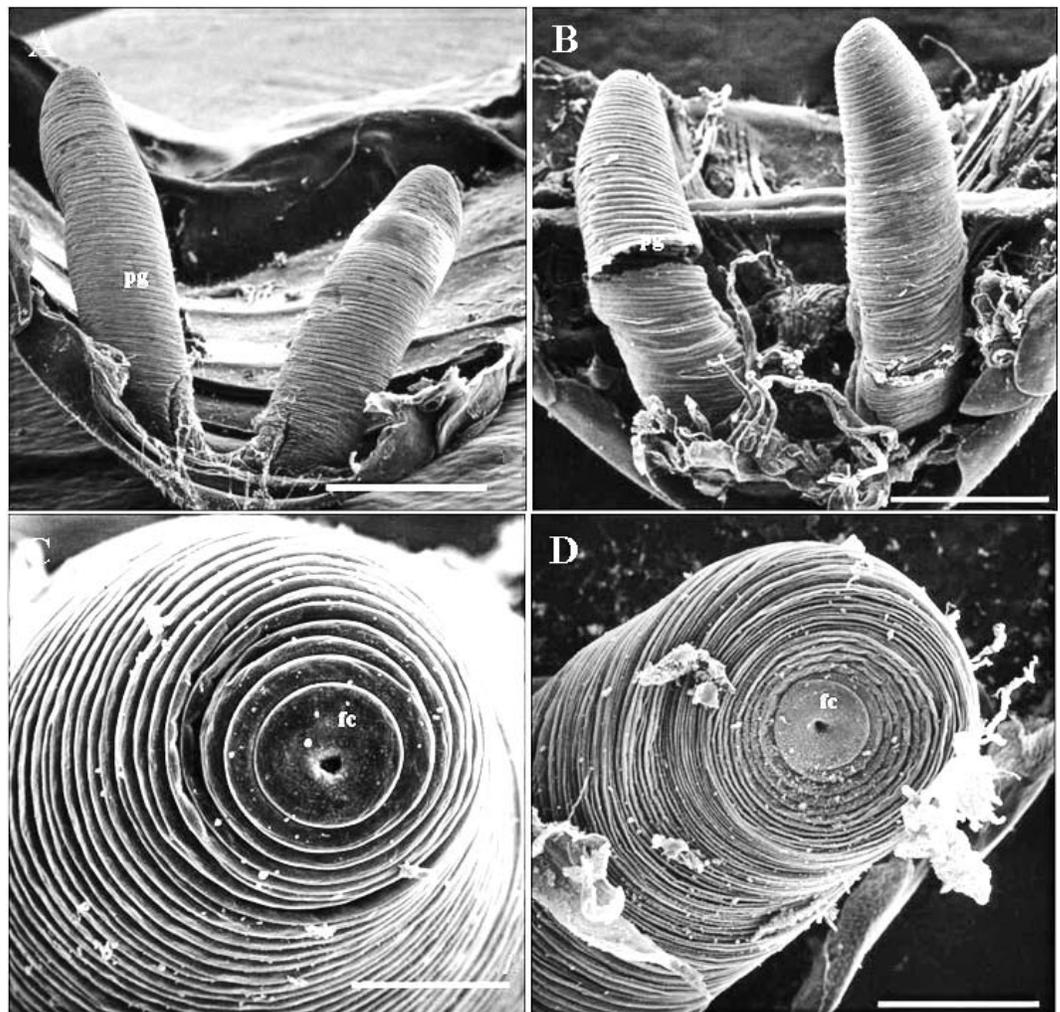


Figura 14. Forma general de las glándulas. A. Longitud aproximada en las hembras, pliegues glandulares (pg) (Barra: 0.43 mm). B. Longitud aproximada en los machos, pliegues glandulares (pg) (Barra: 0.38 mm). C. Diámetro aproximado en las hembras, final de pliegues corrugado (fc) (Barra: 350 μm). y D. Diámetro aproximado en los machos, final de pliegues corrugado (fc) (Barra: 302 μm).

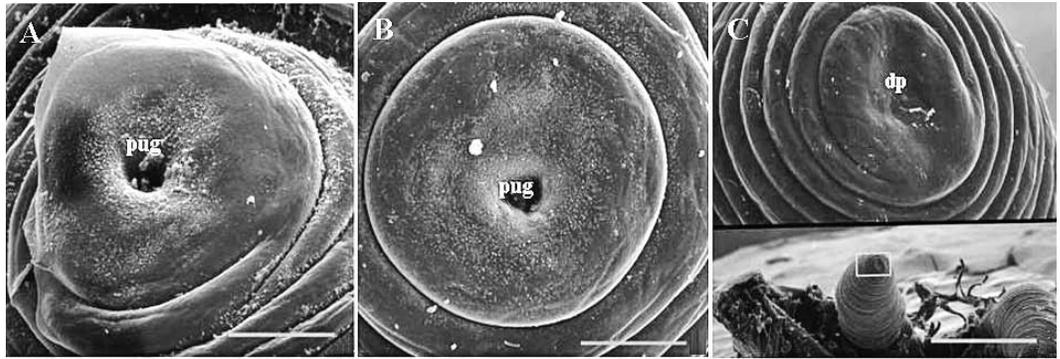


Figura 15. Puntura en extremo distal de las glándulas. A. Puntura en glándula de hembra (pug) (Barra: 25 µm) B. Puntura en glándula de macho (pug) (Barra: 25 µm). C. Detalle de depresión (dp) y posible ausencia de puntura (Barra inferior: 0.43 mm; superior: 43 µm).

hembra y Figura 15B, puntura en machos). Sin embargo, la forma del poro puede desaparecer en algunos casos, apreciándose una leve depresión en lugar de la puntura definida (Figura 15C).

A nivel interno se encontró conductos cilíndricos (Figura 16A, coi) que mostraron una apariencia corrugada, alojándose en la base de la glándula, soportados por un tejido que forma una especie de pseudo división o tabique (tq) en dos pseudo lóbulos interiores (Figura 16A, sl).

El conducto de mayor diámetro parece comunicarse en un extremo con este tejido anterior y al mismo tiempo, el otro extremo se confunde en el tejido cercano en la base de la pared interna de la glándula. Se observa la ramificación de este conducto en conductos de menor diámetro que, al igual que éste, se adhieren a los tejidos internos de la glándula (Figura 16B, coi). En una disección de los genitales de una hembra, se observó un conducto de apariencia similar al encontrado en el interior de la glándula de un macho, conducto que se

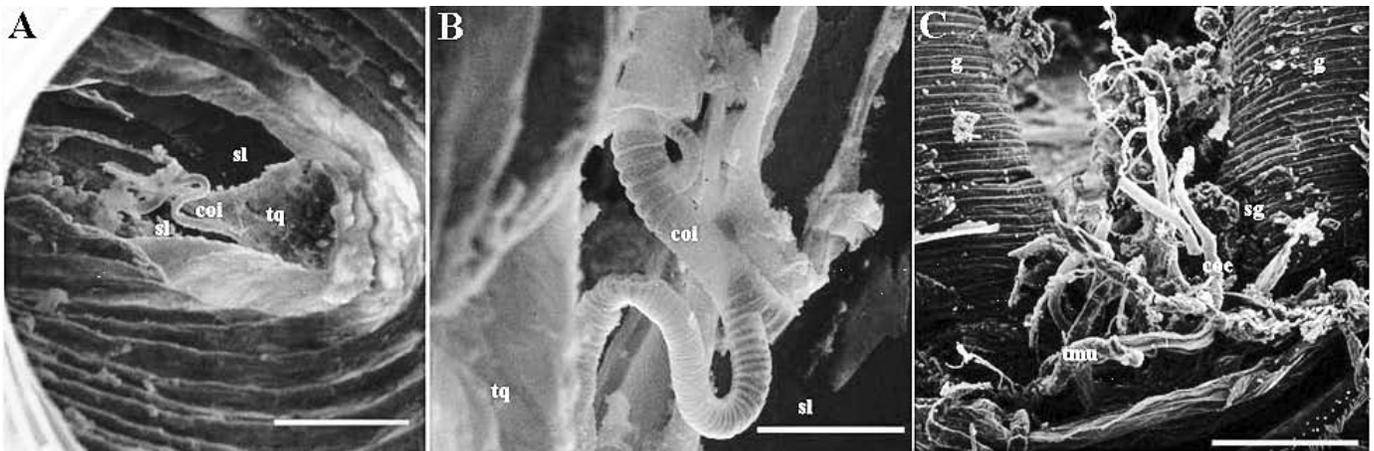


Figura 16. Detalle de estructuras internas glandulares. A. Conductos intra glandulares en macho (coi), pseudo lóbulo glandular (sl), tejido en forma de tabique (tq) (Barra: 0.38 µm). B. Detalle de apariencia y ramificación de conductos intra glandulares en macho (coi), pseudo lóbulo glandular (sl), tejido en forma de tabique (tq) (Barra: 10 µm). C. Posibles conductos inter glandulares en la región de unión externa en hembra (coe), sutura glandular (sg), tejido musculoso (tmu), glándula (g) (Barra: 231µm).

alojaba en la zona de unión interglandular, junto al tejido musculoso dañado por la disección (Figura 16C, coe).

En el interior de las glándulas se encontró células bacterianas con forma levemente alargada y adosadas a la pared, las cuales medían aproximadamente 3.0 μm y se agrupaban en cadenas cortas (Figura 17A, pb). Se observó en disecciones de hembras, unas series de depresiones interiores que se evidenciaban en la estructura externa de las glándulas como zonas elípticas translúcidas, las cuales mantenían una forma similar a las bacterias encontradas en el interior y de una longitud de aproximadamente 4.5 μm (Figura 17B, pa).

Discusión

Caracterización anatómica interna y externa de los órganos genitales

Tanto las hembras como los machos de *U. dermestoides* presentan un abdomen formado por segmentos carentes de apéndices externos, que en su estructura general proyecta una cutícula lisa cilíndrica a lo largo de los seis segmentos abdominales

externos del estadio adulto. Luego del sexto tergo y externo abdominal (Figura 4A), se encuentra una placa alargada y esclerotizada que forma la placa subgenital (Figura 6C), la cual es seguida por una membrana que resulta de la modificación del octavo segmento abdominal, que se repliega internamente y a partir de la cual se proyecta el ovipositor. Éste último retiene sus apéndices internos de forma modificada en dos pequeñas cerdas finales y constituye los últimos segmentos genitales de las hembras (Figura 6D). En el caso de los machos, también se presenta la misma modificación del séptimo y octavo segmento abdominal (Figura 1B), pero los apéndices del último segmento genital se encuentran modificados para la penetración en la cópula (Gillot, 1980) (Figura 1A).

En ambos sexos se presenta el octavo segmento abdominal plegado (Figura 2B, cg), justo después de la placa subgenital, elementos que forman la cavidad genital externa (Figura 7A, cg). Esta cavidad en ambos géneros se ensancha para la cópula, lo cual permite extender el adeago en los machos y la máxima longitud del

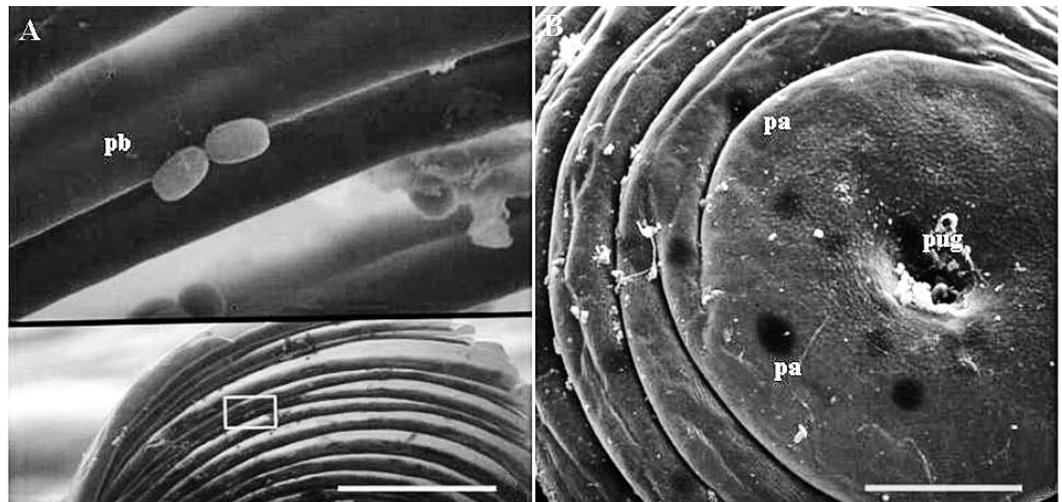


Figura 17. Posibles células bacterianas en el interior de las glándulas. A. Corte transversal de glándula de macho con posibles bacterias adosadas (pb) (Barra inferior: 86 μm ; superior 8.6 μm). B. Posible signo de adosamiento (pa) interior de bacterias en glándula de hembra, punta glandular (pug) (Barra: 23.1 μm).

ovipositor en las hembras (Gillot, 1980). El ovipositor alcanza una mayor extensión y diámetro que el adeago por las razones de exploración que se le confieren, por lo que la cavidad en las hembras se nota más abultada y tiende a expandirse mayormente. La placa subgenital, tanto en machos como hembras, se encuentra tapizada en su circunferencia por setas ornamentadas que al parecer mantienen una relación importante como quimio y mecanorreceptores, las cuales, al expandirse la región retráctil para dar salida a los genitales posteriores (Zilkar 1976), se mueven junto con la placa subgenital (Figura 2, st; Figura 7, st y Figura 8, st).

En los machos, estas setas son generalmente más pequeñas y de tamaños más homogéneos (Figura 2B, st), manteniendo la relación de disminución de su tamaño conforme se adentran en la cavidad genital. Su apariencia es esclerotizada, lo cual permitiría definir las como pelos sensoriales de pared rígida, asociados generalmente con la percepción de cambios de presión y deformaciones resultantes al contacto con el sustrato o mecanorreceptores de respuesta continua, funcionando como propiosector o sectores internamente tapizados por nervios sensoriales sensibles al contacto. Sin embargo, al apreciar su forma, al parecer compuesta, se podría aducir la posible combinación de pelos sensoriales mecanorreceptores con axones de neuronas quimiorreceptoras, lo último respaldado por la ubicación esencial de las setas en la región pregenital y la terminación particular de la posible unión de dos escolópalos (terminales conectoras del nervio interno y la superficie de contacto externa) que componen estas estructuras receptoras combinadas (Gillot, 1980) (Figura 2B, superior).

Respecto a la formación de los esternitos finales del macho (9-12), se presume que al igual que en la mayoría de los géneros de coleópteros, estos se componen de

dos parámetros ubicados en los costados del noveno segmento y su función se asocia con el enganche de la abertura genital de la hembra durante la cópula, denominados *órganos de enganche* (Figura 3A, pa). Además, en el décimo segmento encontramos el adeago resultante de la probable modificación del crecimiento de los mesómeros (Figura 3B y Figura 4C). Estas estructuras de enganche y de cópula (Scudder, 1971) se unen en la zona de unión del segmento 9 y 10, formando una región denominada *falobase* (Figura 3A, fb), siendo ambos el resultado de la división de los falómeros o estructuras de crecimiento secundario, a partir de lóbulos primarios fálicos producto del crecimiento del ectodermo durante la maduración de los machos (Gillot, 1980).

En la modificación del adeago se aprecia (Figura 3B, cc) un conducto (Figura 3B, cci) que posiblemente corresponda al conducto eyaculador, el cual termina justo, según la relación de extensión con el canal curvo (reconocido como endófalo) en el falotremo o salida del adeago. También se reconoce la posible ubicación basal del gonoporo o conexión del conducto eyaculador y el conducto proveniente de las vesículas seminales en la curvatura basal del adeago (Gillot, 1980) (Figura 3B, cci). Al final de éste no se percibe la formación general del falotremo, más bien se da un abultamiento con delineaciones que le rodean, las cuales forman un canal que tendría la función particular del primero. Estos canales podrían explicar la ausencia de una cavidad final evidente, ya que existen informes de la presencia de mecanismos de secreción que emplean la forma de hendiduras y suturas en los órganos genitales para la propulsión y dirección de las secreciones, lo que se conoce como el efecto “Coanda” (Eisner y Aneshansley, 1982), el cual permitiría que la secreción seminal del insecto llegase al final del adeago deslizándose, por un efecto de cohesión a las paredes del mismo.

Es en este extremo final donde se percibe además unas protuberancias particulares que asemejan papilas sensitivas (Figura 3A, ps). Su forma le permite asociarse con propiosectores que responden al contacto e informan al insecto de la postura y posición de órganos particulares, ya que al igual que los pelos táctiles, estos poseen un escolópalo que se conecta a la célula nerviosa; sin embargo, la modificación se observa en una placa de cutícula delineada que, en vez de asta o pelo, se mantiene como superficie de recepción, ubicándose al parecer como un sensor campaniforme (Gillot, 1980).

Respecto a la estructura doble esclerotizada (Figura 4, ee) que se encontró en las disecciones de los órganos genitales en machos, se presume que es la correspondencia anatómica de su extremo (unido al parecer por la disposición de una membrana que se prolonga a lo largo de las dos terminaciones esclerotizadas) con la curvatura basal del adeago (Figura 4B, cb), lo cual podría resultar en un mecanismo que permita la proyección exterior del primero cuando sea estimulado en la cópula, ya que parece ser que su extremo basal, ubicado cerca de la membrana que une al 5-6 externo abdominal (Figura 4, mrr), presenta la movilidad que permitiría hacer un efecto de “palanca” sobre la estructura curva del adeago (Gerber, 1970).

En el caso de las hembras, se aprecia la misma relación de la reducción del tamaño y número de setas conforme se pronuncia al interior de la cavidad genital. No obstante, la forma y tamaño de las setas son diferentes a las del macho (Figura 7B, st), al parecer no son compuestas y las terminales son unisensoriales. Al igual que en los machos, se aprecian esclerotizadas, lo cual permitiría clasificarlas como pelos sensoriales de pared rígida, cuya función es generalmente asociada a la mecanorrecepción (táctil), concepto que no exige que también sean quimiorreceptores (Gillot, 1980). Por su parte, las setas

alargadas que se disponen principalmente en la región de la placa subgenital del sétimo tergo abdominal (Figura 7B y Figura 8, st¹), debido a su forma y disposición, se asocian generalmente a quimiorrecepción de humedad y temperatura, y a la exploración del medio (relación de gravedad), generalmente dispuestas para la ubicación de lugares y condiciones idóneas de oviposición (Gillot, 1980), además de ser elementos polimórficos (Kennedy, 1961 y Scudder, 1971).

Respecto al ovipositor, éste parece componerse de dos regiones divididas por un tabique o bien, de tres segmentos posteriores a la región retráctil modificada, luego de la placa subgenital (Figura 4, rr). Estos se diferencian por su forma más alargada y la presencia de tabiques que moldean y dan una orientación particular (Figura 9A y Figura 9B). Según la secuencia de estructuración del abdomen, el noveno segmento correspondería a la región basal del ovipositor (Figura 9A, rdo), el décimo sería la modificación de tabique, el cual parece componerse de una depresión que mantiene la orientación hacia el externo (Figura 9A, to) y el onceavo segmento, que finaliza en el gonoporo (Figura 9A, rdo) (Gillot, 1980).

Respecto al tabique, en las disecciones de los órganos genitales realizadas al estereoscopio de luz, se encontró que existen dos pares de guías esclerotizadas que recorren parte del noveno segmento o la región basal del ovipositor y que terminan en la base de éste, diferenciándose por la formación de un aparente anillo que divide claramente dicho ovipositor; estas guías (Figura 11A, 11B y 11D, b y c) se encuentran adheridas al tejido elástico que compone el oviducto (Figura 10A, te) y se les atribuye una función estructural en la forma de éste (Figura 6B) y la orientación de los huevos (Gillot, 1980). Este último segmento presenta un tejido membranoso elástico que recorre desde la base del tabique (to) hasta el gonoporo y según su

disposición, se presume que su función es la de permitir el paso de los huevos, al ensancharse, por la región más estrecha del abdomen hasta el exterior y contraerse luego para promover la presión del oviducto (Scudder, 1961) (Figura 10A, te). Es en éste último segmento donde se encuentran dos cercos dispuestos a los lados del gonoporo, lo que se ha definido como abultamientos apicales del ovipositor (Figura 10A, aao; Figura 11A, 11B y 11D, a) y se presume funcionarían como acumulaciones de nervios quimiorreceptores y táctiles, importantes en la orientación del ovipositor y sus movimientos mediante la saturación de setas táctiles de diferente tamaño y orientación en su cutícula (Figura 10B, st-aao). De esta misma forma se presume de la agrupación de propiosectores en estos cercos, debido a la estructura o placas que los componen (Gillot, 1980) (Figura 10B, pl-aao).

Otra estructura asociada en el mecanismo de oviposición es la encontrada en las disecciones de los órganos genitales internos, la cual mantiene una apariencia esclerotizada y de forma alargada (Figura 11C y 11D, d) que alcanza una longitud que la hace apreciable desde la base de la abertura genital hasta aproximadamente el cuarto segmento abdominal, visto al estereoscopio de luz. Esta estructura particular tiene una orientación dirigida posiblemente desde la unión de los ovarios (oviductos laterales unidos en oviducto común) hasta la base del ovipositor y su disposición por debajo de este último, así como su curvatura en asociación con la forma ovoide de los huevos, permitiendo asociarle con la orientación de estos hacia el exterior, sirviendo de soporte de deslizamiento en la región del oviducto común o bien, de palanca impulsora en la abertura genital, donde además presenta una membrana que le recubre en su primer tercio basal (Figura 12B, m-ee), lo cual trae como consecuencia deslizamiento de esta estructura esclerotizada más lejos de la base de la abertura genital interna

como parte del mecanismo (Scudder, 1961) (Figura 12B, cg-i). Lo anterior se considera un evento dependiente de los movimientos abdominales de la hembra, los cuales son permitidos por la presencia de membranas entre los segmentos 5-6 del abdomen y de músculos que se contraen en dicha región.

Anatomía de glándulas secretoras

Según Blum (1978), una característica importante en la bioquímica del mecanismo de defensa en los Tenebriónidos es la presencia de glándulas defensivas exocrinas en la región terminal del abdomen, las cuales generalmente se encuentran en pares y reaccionan ante estímulos táctiles que desencadenan respuestas hormonales y la producción de proteínas (enzimas) específicas que promueven la eyección de la secreción hacia el exterior. Estas glándulas se encuentran en ambos géneros y se atribuye a sus secreciones el papel de alomonas o semioquímicos de interacción con distintas especies; sin embargo, no se descarta la posibilidad de una función feromonal de comunicación.

Por su parte, en esta especie el mecanismo de defensa carece de propulsión violenta de la secreción en los órganos genitales de ambos sexos, razón por la cual en ambos géneros se observó un mecanismo de efecto al contacto, mediante la movilización de las extremidades del pterotórax y el roce continuo de éstas con la región de la cavidad genital, notándose que la secreción se producía sin necesidad de la extensión del adeago o del ovipositor, sólo con el movimiento del sexto segmento abdominal, evento antes descrito en especies relacionadas como el tenebriónido *Bolitotherus cornutus* (Conner *et al.*, 1985). No obstante, cuando el estímulo se produce en regiones lejanas al abdomen como la cabeza y el tórax, en el caso de las hembras se produce la máxima extensión del ovipositor con una orientación hacia el externo torácico, el cual se impregna de la secreción, evento

que se repetía en los machos, pues se exhibía el aedeago.

Estas observaciones hacen suponer que existe una posible conexión de las glándulas con los órganos genitales en un punto lejano al gonoporo y que, por ende, tanto el aedeago como el ovipositor serían utilizados como extensiones impregnadas de la secreción cuando el estímulo escape al alcance de las patas pterotorácicas, aunque también existen evidencias anatómicas que permitirían asociar conductos secretores al gonoporo en ambos sexos.

Como se observa en los resultados, estas glándulas en estudio presentan una estructura basal que mantiene la unión con la pared interior del externo del abdomen (Figura 13, psa), compuesta de un tejido que al parecer es la intercepción de los canales que conducen las secreciones hacia la abertura genital de forma directa o bien, se comunican con el ovipositor en las hembras o con el aedeago en los machos (Figura 13, psa). Lo anterior se deduce de la posible correspondencia de los conductos encontrados en disecciones donde se rompió los tejidos musculosos de la base de las glándulas (Figura 16C, coe), localizándose una morfología particular con tubos convergentes en el gonoporo (Figura 3B), los cuales de igual forma correspondían analógicamente a los conductos intraglandulares que se observó en cortes transversales de glándulas en hembras (Figura 16A y 16B, coi). Estos conductos internos se agrupan en una especie de tabique (Figura 16A, tq) que a simple vista parece dividir la base interna glandular en dos lóbulos, los cuales se han denominado *seudolóbulos* ante la posibilidad de que no exista una división verdadera (Figura 16A y 16B, sl) y dicho tabique sea sólo una proyección de tejido que soporta a los conductos excretorios. Este tabique al parecer mantiene una relación anatómica importante con la región que se ha definido como la sutura glandular (Figura 13, sg), que se marca

en la región exterior donde convergen los conductos secretores, protegiéndose estos con tejido musculoso (Figura 13, tmu) típico de estructuras glandulares que podrían ser comprimidas por movimientos abdominales.

Estos conductos internos se pueden justificar en relación con la estructura glandular y la bioquímica de la secreción en la especie. Como se reportó por Blum (1978) para la familia *Tenebrionidae* y se especificó posteriormente por Villaverde *et al.* (2005), *Ulomoides dermestoides* presenta secreciones volátiles del tipo 1,4-benzoquinonas, concretamente metil y etil 1,4-benzoquinonas, las cuales son producidas endógenamente y son luego transportadas por medio de conductos aislantes hacia el exterior debido a su carácter citotóxico.

Se piensa que la ramificación de los conductos glandulares internos (Figura 16A y 16B, coi) podría ser también un medio de transporte de Compuestos Orgánicos Volátiles (COV) hacia la glándula. En esta especie se ha reportado algunos hidrocarburos epicuticulares insaturados como el 1-pentadeceno y 1-trideceno, que funcionarían como moléculas vehículo de las primeras benzoquinonas (Villaverde *et al.*, 2005), con la función de surfactante cuticular y de bloqueadores del olfato, la vista y el gusto en depredadores (además de retardar la volatilización de las secreciones cuando éstas son impregnadas por sus productores en los élitros como efecto residual). Estas secreciones posiblemente se comuniquen con cámaras cuticulares dispuestas por lo general en el hemocele y lleguen hasta el conducto secretor principal (Figura 16A y 16B, coi) para servir de transportadores y excretarse junto con las 1,4-benzoquinonas (Blum, 1978).

No obstante, también se presume que los conductos internos de menor diámetro que se conectan al tabique antes mencionado (Figura 16A y 16B, coi) podrían servir de conducto transportador de precursores

Estos conductos internos se pueden justificar en relación con la estructura glandular y la bioquímica de la secreción en la especie.

y enzimas para la ruta de síntesis de benzoquinonas, producidas en células diferentes a las que forman las paredes internas de cada glándula, de manera que al hacer referencia a la naturaleza de la secreción defensiva, se reporta que el origen de las benzoquinonas es producto de la formación de quinonas por medio de glucósidos fenólicos. Estas quinonas se transforman en hidroquinonas - β -glucósido y mediante la acción catabólica de enzimas β -glucosidasas, se escinden en hidroquinonas. Según Blum (1978), esta molécula no es tóxica y se produce en células cuyas organelas se encuentran carentes de membrana cuticular, pero el siguiente paso en la ruta sostiene que la hidroquinona se transportaría hasta otro reservorio con organelas aisladas del citoplasma de la célula productora mediante membranas cuticulares y se convertiría entonces en benzoquinona por medio de las enzimas polifenol oxidasa y la peroxidasa.

Esto último hace suponer que posiblemente el precursor hidroquinona pueda ser transportado hasta el reservorio glandular desde células aisladas del mismo y sean las células de las paredes glandulares las que aporten las enzimas que las convierten en benzoquinonas, así como las organelas donde se produzca esta reacción y posiblemente algunos conductos internos participen en ese transporte hacia la glándula.

Por otra parte, es posible que las mismas células que forman la estructura interna de la glándula sean las que sintetizan tanto la hidroxiquinona como la benzoquinona, mediante un sistema de organelas protegidas por membranas cuticulares y luego liberen las 1,4-benzoquinonas en el reservorio glandular. En este último caso, se pensaría que los conductos en la base de la glándula serían principalmente de secreción y no de acarreo de precursores, como se propone ante la aparente ausencia de un sistema de cámaras de reacción que separen las reacciones antes mencionadas,

según lo reportado en otras especies (Bradley *et al.*, 1989), donde el complejo de dos glándulas se convierte en dos reservorios de especies químicas distintas (reactivas y no reactivas), las cuales se conectan por cámaras de reacción que proyectan las secreciones violentamente hacia el exterior (Dean *et al.*, 1990).

De acuerdo con la apariencia de las glándulas, en ambos géneros no se observó diferencia significativa respecto a su tamaño y en los casos de deformidad y tamaño heterogéneo, se asumió dicho evento por la edad del individuo, la reciente estimulación de la secreción y su estado fisiológico, factores que determinan posiblemente estos resultados. Respecto a la acción de estimulación de los insectos para la determinación de la madurez y el posterior análisis anatómico, se presume que esta estimulación pudo influir en los hallazgos ocasionales de glándulas levemente vacías o deformadas (Figura 15C), ya que podría deberse a que en algunas especies de tenebriónidos, se puede secretar el contenido de sólo una de las dos glándulas, dependiendo de la localización del estímulo que promueva la defensa (Blum, 1978).

La forma ovoide alargada y corrugada de las glándulas (Figura 14) es una variante dentro de la familia y se consideran glándulas o reservorios cuticulares producto de invaginaciones de la pared del tejido. Según el resultado de las disecciones, la forma se mantiene constante y estructuras características como los pliegues glandulares externos (Figura 14A y 14B, pg) y las punturas (Figura 15A y 15B, pug) se repiten en machos y hembras. Un evento ocasional en las disecciones fue el hallazgo de células bacterianas adosadas a las paredes internas glandulares (Figura 17A y 17B), lo cual al parecer, no se había reportado antes en la especie. Según Hoy (2003), la simbiosis entre microorganismos tanto bacterianos como fúngicos e insectos, se encuentra

frecuentemente en el tracto digestivo, en las diferentes regiones del intestino. Gillot (1980) reporta una relación de este tipo en algunas termitas y escarabajos que se alimentan de madera y que presentan un saco fermentador en su intestino anterior para la degradación de la celulosa. Otra función en el intestino es la degradación de purinas y la disposición de nitrógeno como un simbiote facultativo en algunas moscas de frutas (*Klebsiella oxycota*) (Hoy, 2003). Este autor se refiere también a la interacción de las bacterias en las secreciones tóxicas de algunos chupadores, mediante la producción de exudados en las glándulas salivares, así como la presencia en algunos órganos genitales como en el caso de *Enterobacter agglomerans*, que se aloja en los órganos genitales femeninos de la larva de la mosca de la manzana (*Rhagoletis pomonella*) y es promotora de algunas funciones vitales (Lauzon *et al.*, 1998).

En relación con el alimento del insecto, se conoce que muchas veces los microorganismos (como en el caso de muchos áfidos) se adaptan a la alimentación del hospedero (Komaki e Ishikawa, 2000), lo cual podría facilitar la entrada de las bacterias al sistema digestivo del insecto (*Bacillus popilliae* en larvas de escarabajos como *Popillia japonica*) y luego propagarse hacia otras regiones como el hemocele y la hemolinfa cuando existen daños en el intestino (Gillot, 1980), lo que podría suponer que pudiese ser transmitida a las glándulas por algún conducto excretor, debido a la invasión de regiones interconectadas. Otro punto de entrada puede ser la abertura genital, ya que ésta se encuentra muy expuesta al sustrato.

Agradecimientos

Agradezco a Ethel Sánchez y a Axel Retana del CIEMIC-UCR por la colaboración en el procesado y observación de las muestras en microscopía electrónica. A Ángel Solís del INBio por la bibliografía

y los especímenes proporcionados. A Dora Flores (ITCR) por facilitar el equipo de observación y disección. A Jaime Brenes por su colaboración en el Comité Técnico y el acceso al Centro de Investigación en Biotecnología. A Humberto Lezama del Laboratorio y Museo de Entomología de la UCR, por la colaboración en la toma de fotografías de la especie en estudio. A Gilbert Charpentier, Evelin Zúñiga (Liceo Académico de Puriscal) y Felipe Montoya por la orientación recibida en los inicios del proyecto.

Bibliografía

- Blum, M. S. 1978. *Biochemical defenses of insects*, 466-507 pp. In Rockstein, M (ed). *Biochemistry of Insect*, Chapter 14. *Department of Physiology and Biophysics, School of Medicine. University of Miami. Academic. New York, USA.*
- Bradley, D.; Eisner, B.; Witz & Meinwald, J. 1989. *Defensive secretion of the carabid beetle Pasimachus subculcatus*. *Journal of Chemical Ecology* 15: 1689-1697.
- Chu, G.; Palmieri, J. & Sullivan, J. 1977. *Beetle-eating: a malaysian folk medical practice and its public health implications*. *Tropical and Geographical Medicine* 29: 422-427.
- Conner, J., Camazine, S.; Aneshansley, D. & Eisner, T. 1985. *Mammalian breath: trigger of defensive chemical response in a tenebrionid beetle (Bolitotherus cornutus)*. *Behav. Ecol. Sociobiol.* 16: 115-118.
- Dean, J.; Aneshansley, D.; Edgerton, H.; & Eisner, T. 1990. *Defensive spray of the Bombardier Beetle: a Biological pulse jet*. *Science* 248: 1219-1221.
- Eisner, T. & Aneshansley, D. 1982. *Spray aiming in Bombardier Beetles: jet deflection by the Coanda Effect*. *Science* 215: 83-85.
- Eisner, T.; Nowicki, S.; Goetz, M. & Meinwald, J. 1980. *Red cochineal dye (carminic acid): its role in nature*. *Science*: 208: 1039-1042.
- Flores, G.; Padín, S. & Stetson, R. 2002. *First record of the oriental species Ulomoides dermestoides (Coleoptera: Tenebrionide) in Argentina*. *Rev. Soc. Entomol. Argent.* 61: 48-50.

- Gerber, G. H. 1970. *Evolution of the methods of spermatophore formation in pterygotan insects*. *Can. Entomol.* 102: 358-362.
- Gillot, C. 1980. *Postembryonic development*. *Entomology*. Plenum New York and London. University of Saskatchewan. Saskatoon, Saskatchewan, Canada. New York, U.S.A. 563-590 p.
- Gorhan, R. 1987. *Insect and mite pest in food. An illustrated key*, p 181. In *Agriculture Handbook N.º 655*. United State Department of Agriculture. Agricultural Research Service. United States Department of Health and Human Services. Public Health Service Food and Drug Administration. U.S. Government Printing Office. Washington DC, USA.
- Hoy, M. 2003. *Gut symbionts in arthropods. Insect molecular genetic. An introduction to principles and applications*. Academic, San Diego, USA. 100-103 p.
- Kennedy, J. S. 1961. *Continuous polymorphism in locust*. *Symp. R. Entomol. Soc* 1: 80-90.
- Komaki, K. & Ishikawa, H. 2000. *Genomic copy number of intracellular bacterial symbionts of aphids varies in response to developmental stage and morph of their host*. *Insect. Biochemistry. Mol. Biol.* 30: 253-258.
- Lauzon, C., Sjogren, R.; Wright, S.; & Prokopy, R. 1998. *Attraction of Rhagoletis pomonella (Diptera: Tephritidae) flies to odor of bacteria: apparent confinement to a specialized members of Enterobacteriaceae*. *Environ. Entomology* 27: 853-857.
- Medeiros-Costa, E.; Ramos-Erolduy, J. & Pino, M. 2006. *Los insectos medicinales de Brasil: primeros resultados*. *Boletín de la Sociedad Entomológica Aragonesa* 38: 395-414.
- Scudder, G. G. 1961. *The comparative morphology of the insect ovipositor*. *Trans. R. Entomol. Soc. London* 113: 24-40.
- Scudder, G. G. 1971. *Comparative morphology of insect genitalia*. *Annu. Rev. Entomol.* 16: 379-406.
- Sullivan, J.; Palmieri, J. & Chu, G. 1977. *Potential transmissions of hymenolepiasis by a practice of Malaysian Chinese folk medicine*. *J. parasitol.* 63: 172.
- Vergara, R.; Escobar, C. y Galeano, P. 1997. *Ulomoides dermestoides* (Fairmare) (Coleoptera: Tenebrionidae), aspectos sobre biología y capacidad de consumo en maní (*Arachis hypogaea* L.), p. 125-149. *En Aconteceres Entomológicos*. Seminario. GEUN, SOCOLEN. Medellín, Colombia.
- Villaverde, L.; Pedrini, N.; Mijailovsky, S.; Girotti, J. y Juarez, M. 2005. *Secreciones volátiles e hidrocarburos epicuticulares de Ulomoides dermestoides* (Coleoptera: Tenebrionidae). *En: VI Congreso Argentino de Entomología (VICAE)*. Instituto de Investigaciones Bioquímicas de La Plata (CONICET-UNLP), Facultad de Ciencias Médicas. La Plata, Argentina.
- Zilkar, M. 1976. *Entomología general*. Livravia Nobel S.A. Sao Paulo, Brazil, p. 379-383.