Rev. Chilena Ent.
1997, *24*: 61 -80

CORRESPONDENCIA ESTRUCTURAL PARA LA CÓPULA EN *ANTHIDIUM* (HYMENOPTERA: MEGACHILIDAE)[1]

HAROLDO TORO[2] Y SHARON RODRÍGUEZ[2]

RESUMEN

Se informa sobre la existencia de correspondencia estructural en los segmentos pregenitales de machos y hembras de Anthidium (Megachilidae). La correspondencia morfológica es evidente entre el último tergo, tanto de machos como hembras, con el esterno VI del sexo opuesto. Durante la cópula el abdomen de la hembra es empujado hacia adelante y arriba por el abdomen curvado del macho, de manera que el último tergo de la hembra se ajusta a depresiones presentes en el esterno VI del macho; las proyecciones del último tergo del macho empujan el esterno de la hembra hacia abajo, abriendo el atrio para recibir la genitalia. Se describen los músculos y ecleritos involucrados en el proceso en *Anthidium deceptum* y la correspondencia estructural para 13 especies chilenas. Se ha incluído también como comparación a *A. (Callanthidum) ilustre*.
Palabras clave: Apoidea, *Anthidium*, morfología funcional, cópula.

ABSTRACT

Structural male-female correspondence in the pregenital segments of *Anthidium* (Megachilidae) is reported in this paper. The morphology of the last tergum in both male and female and its relation with the sternum VI, shows an evident morphological correspondence. During copulation the abdomen of the female is pulled anteriorly and upwards, by the curved abdomen of the male, so the last tergum of the female fits into depressions of the sternum VI of the male; the projections of the last tergum of the male, push the female sternum down, getting the genital atrium opened to receive the male genitalia. Muscles and sclerites involved in this mechanism are described for *Anthidium deceptum* Smith and the structural correspondence of sclerites is studied for 13 chilean species. For comparative purpose *A.(Callanthidium) illustre* was included.
Key words: Apoidea, *Anthidium*, Fuctional morphology, Copula

INTRODUCCIÓN

Desde largo tiempo ha llamado la atención de los biólogos, la particular estructura de dispositivos relacionados con cópula en insectos. La a veces extrema complejidad de los órganos asociados al proceso, en especial de los machos y una aparentemente escasa correspondencia de modificaciones en hembras ha promovido la aparición de varias teorías explicativas (Eberhard,1985) con fundamentos distintos, aparentemente válidos para algunos casos, a pesar de las dificultades que presentan; sin embargo no parecen completamente satisfactorios a nivel de explicación general.

En el siglo pasado las ideas de Dufour (1844, en Mayr 1963) enfatizan la importancia de la complejidad estructural de la genitalia masculina de insectos, a través de un mecanismo "llave - cerradura", que tendería a funcionar como impedimento para apareamientos interespecíficos. El rol de barrera reproductiva no parece ser cierto para muchas especies, que producen híbridos con genitales diferentes o, que copulan a pesar de haber sido muy modificadas las estructuras del macho por algún sistema quirúrgico experimental.

[1]Financiado por Dirección General de Investigación, Universidad Católica de Valparaíso.

[2]Zoología, Universidad Católica de Valparaíso, Casilla 4059, Valparaíso. e-mail: htoro@aix1.ucv.cl.

(Recibido: 31 de Octubre de 1997. Aceptado: 29 de Noviembre de 1997)

En los últimos años Eberhard (1985,1990, 1994) propone un rol de cortejo para la genitalia, para el que no es importante la concordancia estructural entre los sexos, pero que justifica las elaboradas estructuras de los machos.

Correspondencia estructural ha sido documentada en varios grupos de insectos desde los tiempos de Dufour (1844) ; nuestro grupo de trabajo ha reconocido tal relación en Colletidae (Toro y De la Hoz, 1975), Andrenidae (Cabezas *et al.*,1980; Toro, 1985) y Thynninae (Toro *et al.*, 1979; Toro y Carvajal, 1989 ; Toro y Elórtegui, 1994). La correspondencia también se observa en *Anthidium*, como se documenta en el presente trabajo, afectando a estructuras no propiamente genitales como es el caso de los últimos tergos y esternos, tanto de machos como de hembras.

El comportamiento de apareamiento de *Anthidium* ha sido descrito por Severinghaus *et al.* (1981), indicando que los machos de *A. manicatum* utilizan las proyecciones laterales del último tergo para levantar el abdomen de las hembras. El análisis de estructuras que se realiza en este trabajo ofrece una interpretación algo diferente.

MATERIALES Y MÉTODOS

Para el estudio de la musculatura se utilizaron ejemplares de *Anthidium deceptum* Friese, por disponibilidad de material y por las ventajas que representa el tamaño relativamente grande de los ejemplares, comparados con otras especies chilenas. La disección se realizó con ejemplares secos, fijados a un portaobjetos con un pegamento gel "instantáneo", de acuerdo a técnica descrita anteriormente (Toro y Elórtegui, 1994). La correspondencia estructural de partes esqueléticas se estudió a nivel de ajuste de último tergo de las hembras en relación con modificaciones del último esterno de machos y, último tergo expuesto de machos en relación a último esterno expuesto de las hembras. Los ejemplares fueron tratados por corto tiempo con solución de KOH o ablandados con agua caliente. Las siguientes especies han sido estudidas: *Anthidium chilense* Spinola, *A. chubuti* Cockerell, *A. colliguayanum* Toro y Rojas, *A. decaspilum* Moure, *A. deceptum* Smtih, *A. edwini* Ruiz, *A. espinosai* Ruiz, *A. falsificum* Moure, *A. funereum* Schletterer, *A. gayi* Spinola, *A. penai* Moure, *A. peruvianum* Schrottky y *Anthidium* sp. Se incluyó también *Anthidium illustre* Cresson de USA tratando de entender mejor a *A. edwini* Ruiz, que también presenta enormes valvas recurvadas .

En las descripciones se ha privilegiado un esquema comparativo, para cada especie se anotan los caracteres más directamente relacionados con la apertura del atrio genital. Se indica también el posible ajuste sugerido por la correspondencia estructural o por manipulación de estructuras bajo el microscopio, separando: - ajuste del margen distal del último tergo de la hembra con el esterno VI del macho y - del último tergo del macho con el esterno VI de la hembra. La existencia de una doble pared en escleritos se indica designando a la pared interna como lámina reflejada.

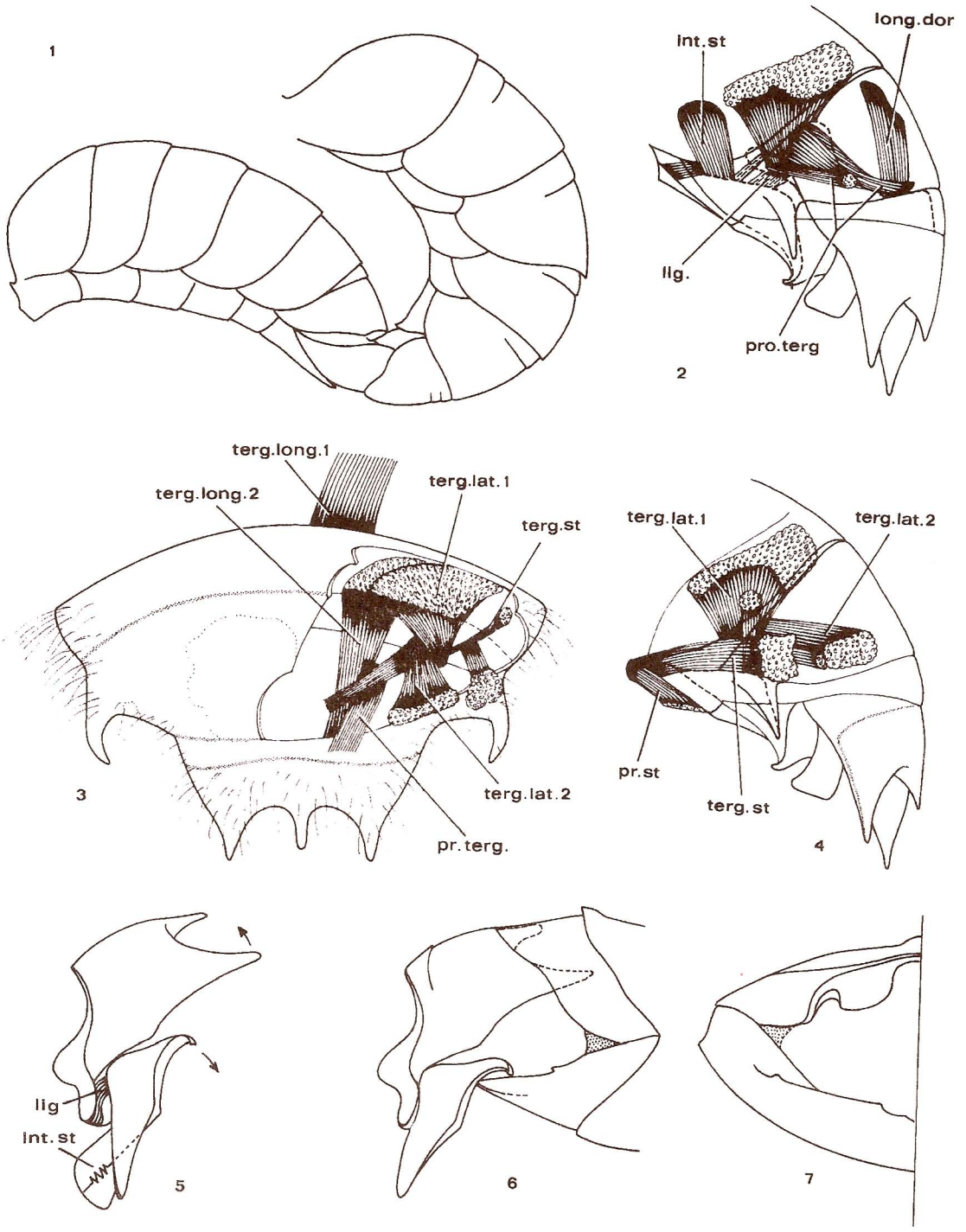
Los dibujos de tergos y esternos están hechos con cámara clara, teniendo cuidado de utilizar el mismo aumento para machos y hembras de una misma especie. Para los machos se prefirió dibujar unidos los dos últimos esternos, considerando que el quinto ayuda por lo general a formar una espacio de fijación del tergo de la hembra.

RESULTADOS

La mayoría de los machos presenta el metasoma más encurvado ventralmente que las hembras, situación que se mantine incluso en los ejemplares conservados de las colecciones. La curvatura está relacionada a una musculatura esternal e intertergal lateral poderosa particularmente en tergos IV, V y VI. La disposición se interpreta como directamente relacionada con apareamiento ya que los machos necesitan bajar el abdomen para poder acceder a la cópula (Fig. 1)

De acuerdo al análisis de estructuras, participan en la apertura del atrio genital de la hembra, a) en los machos: las proyecciones del último tergo (Figs. 2 - 3), modificaciones del esterno VI (Fig.18) y la musculatura relacionada con ellos (Figs. 2 - 4) y, b) en las hembras: modificaciones del borde posterior y pared interna del último tergo (Figs. 7, 17) y modificaciones de la superficie interna del último esterno (Figs. 9, 14).

Los dientes laterales del tergo VI, del macho, no parecen intervenir en el acoplamiento excepto por un posible rol de guiadores del abdomen de la hembra, que impida dislocación o desplazamientos laterales.



Figuras 1-7: 1, posición relativa del extremo del abdomen durante el apareamiento de *Anthidium*; 2 , vista lateral de últimos segmentos abdominales de un macho mostrando musculos relacionados con funcionamiento de esterno VI y último tergo; 3, vista dorsal del ápice abdominal mostrando la musculatura con origen tergal; 4 , vista lateral del ápice del abdomen de un macho; 5, diagrama de los desplazamientos del último tergo y esterno VI, provocados por la contracción del esternal longitudinal; 6, posición del último tergo y esterno VI del macho, abriendo el atrio genital; 7, vista posterior del atrio genital de una hembra de *A. deceptum* mostrando los surcos donde se ajustan las proyecciones del macho.

int.st = músculo interesternal longitudinal; lig = ligamento tergosternal; long.dor = músculo longitudinal dorsal; pro.terg = músculo protractor tergal; pr.st = protractor esternal; terg.lat = músculo tergal lateral; terg.long = músculo tergal longitudinal; terg.st.= músculo tergosternal.

Otros dos caracteres se muestran importantes en el análisis morfológico de los machos: - la firme unión pleural entre V y VI esterno y - un ligamento que une el VII tergo y VI esterno.

La pleura entre esternos V y VI se observa que no es elástica en un amplio sector, lo que hace posible rotación del esterno sobre el margen proximal, que funciona como eje, pero no son posibles los movimientos de protracción o retracción. La presencia del último esterno rotado es de observación frecuente en varios machos conservados en las colecciones, llegando incluso, el borde posterior, a estar dirigido anteriormente, esta última situación, cuando se presenta, va compañada de una exposición parcial de la genitalia.

El ligamento une una proyección ventral del apodema del último tergo con el borde lateral, fuertemente esclerosado, del VI esterno (Figs. 2 , 5), y determina que el giro del esterno provoque a su vez una pequeña rotación del tergo VII, de modo que las proyecciones distales del tergo son cortamente desplazadas en sentido dorsal. El desplazamiento del tergo se hace tomando como eje su borde anterior dorsal (Figs. 5 y 6).

En todas las especies chilenas estudiadas, los machos de *Anthidium* presentan proyecciones posteriores del tergo VII, cuya forma y disposición aparece como carácter específico (Figs. 3, 21, 27) ó con marcada semejanza en algunos grupos de especies (*A. gayi, A. falsificum, A. decaspilum* (Figs. 27, 33, 41). Las especies chilenas de *Notanthidium* y *Allanthidium* no presentan la proyección media que se observa en las especies de *Anthidium*; en estas últimas es de aspecto espiniforme, convexa o con una cresta longitudinal en su superficie externa. La proyección media se ubica,en general, en un plano más dorsal distinto a las laterales, que ocupan posición más ventral (Figs. 4 - 6).

Las proyecciones laterales corresponden a tres formas básicas: dentiformes de sección aproximadamente circular (Figs. 15, 47), laminares con extremo distal angulado (Figs. 27,41) o laminares con borde distal redondeado (Fig. 21).

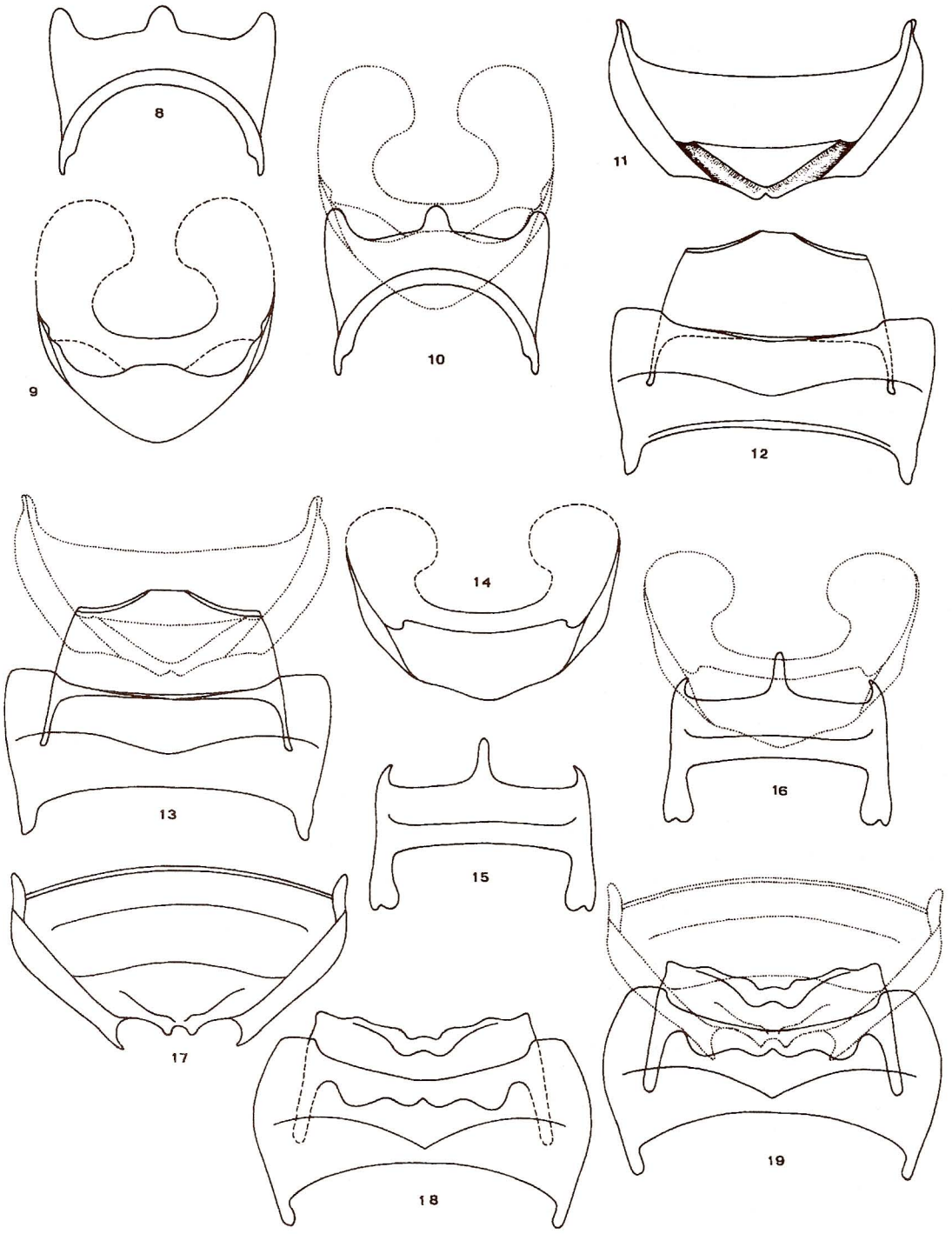
El esterno VI, de los machos, es un esclerito de estructura aparentemente específica, complejo no sólo en las relaciones pleurales descritas más arriba; la superficie ventral es aplanada o ligeramente cóncava en algunos sectores. Cercano al margen proximal, de articulación con el esterno V, se marcan algunas depresiones que llegan a formar fondo de saco por invaginación sólo del tegumento (Figs. 18 ,73) o, por sobreposición de membranas incluyendo la interesternal. El margen distal presenta por lo general algunas estructuras recurvadas, en varias especies éstas corresponden a proyecciones laterales dentiformes (Figs. 35,42). Las áreas laterales del esterno se reflejan hacia arriba, en lámina que forma ángulo practicamente recto, con respecto a la superficie ventral (Fig. 6), la lámina determina una considerable resistencia mecánica a la flexión dorsoventral del esterno; las aristas, que forman las áreas laterales, presentan en algunas especies refuerzos mecánicos, en forma de surcos o crestas longitudinales.

En las hembras, el margen distal del último tergo presenta una forma básica semicircular o con proyecciones submedianas redondeadas o agudas, con bastante constancia y características específicas (Figs. 17, 57), tanto el grado de esclerotización como la forma convexa del tergo favorecen su resistencia a la flexión. Internamente, en varias especies, el borde posterior se refleja interiormente hacia adelante, en una lámina más o menos paralela a la superficie del tergo.

El último esterno presenta un borde lateral, angosto y esclerosado, a semejanza de los machos, en ángulo casi recto con la superficie ventral, que declina abruptamente hacia el borde distal; la esclerotización se prolonga proximalmente por el borde externo del apodema. El extremo proximal del apodema se presenta membranoso y poco definido en la mayoría de las especies por lo que frecuentemente se pierde o se rompe en la disección (Figs. 9, 14). En la mayoría de las especies se advierte una membrana transversal que forma fondo de saco con la lámina reflejada interna.

De acuerdo al análisis morfológico la apertura del atrio genital se produce cuando: a.- el último tergo de la hembra es fijado en el VI esterno del macho y, b.- las proyecciones distales del tergo VII del macho actúan separando el último esterno de la hembra (Figs. 6 y 7).

El rol de la musculatura intertergal lateral, tergosternal (Figs. 4 - 5) y esternal longitudinal (Figs.4, 5,) es especialmente interesante en el proceso, ya que permite no sólo la curvatura del abdomen del macho sino también, la tracción anterior del tergo VI del abdomen de la hembra. El aumento de curvatura del abdomen y la tracción



Figuras 8 - 19: *Anthidium chilense*: 8, vista dorsal del último tergo del macho; 9 , vista interna del esterno VI de la hembra; 10 , ajuste del último tergo del macho con el esterno VI de la hembra; 11, vista interna del esterno VI de la hembra; 12, vista ventral de los dos últimos esternos del macho; 13, ajuste entre el último tergo de la hembra con el esterno VI del macho.
Anthidium chubuti. 14, vista interna del esterno VI de la hembra; 15, vista dorsal del último tergo del macho; 16, ajuste del último tergo del macho con el esterno VI de la hembra; 17, vista interna de tergo VI de la hembra; 18, vista ventral de los últimos esternos del macho; 19, ajuste entre el último tergo de la hembra con el esterno VI del macho.

ejercida son factores determinantes en la ubicación y fijación de las modificaciones tergales de la hembra en el espacio, en forma de fondo de saco, del esterno del macho. Se observa una notable correspondencia morfológica de las modificaciones que presentan los escleritos que intervienen en este ajuste, en ambos sexos, de manera que las proyecciones de la hembra encajan con las depresiones esternales del macho; esta correspondencia es analizada, más adelante, en varias especies. La tracción anterior del tergo levanta el abdomen de la hembra, pudiendo probablemente llegar a determinar la ligera concavidad dorsal, descrita por Severinghaus *et al.* (1981). No se aprecia un desarrollo particular de los músculos tergales dorsales (Fig. 3), por lo que su participación en la elevación del abdomen de la hembra no parece ser especialmente significativa.

La concordancia estructural tergo-esterno se advierte también en las proyecciones dentiformes laterales del esterno de los machos; éstas se ajustan a la lámina tergal interna reflejada de las hembras, cuando el esterno del macho es rotado, de manera que la rotación tiene una doble consecuencia: mayor fijación del tergo de la hembra y al mismo tiempo, cierto grado de traccion hacia afuera del tergo.

La rotación del esterno se produce por contracción del músculo tergosternal (Fig. 4, terg.st) y fundamentalmente, por contracción del músculo longitudinal ventral entre esternos VI y VII (Figs. 2, 5 Int.st). Este último corresponde a un músculo fuerte de dirección oblícua dorsoventral,que se origina lateralmente en la mitad proximal del esterno VI y se inserta en el apodema del VII. El extremo del apodema del esterno VII es topograficamente proximal, relativo al margen posterior del esterno VI. Resultado de esta ubicación y la casi nula elasticidad de la membrana interesternal, el esterno VI no puede ser retraído por la contracción, sino girado.

Dado que el movimiento del esterno provoca un desplazamiento del tergo VII, por sus relaciones a través del ligamento lateral resulta, que el corto desplazamiento dorsal del tergo también es debido, en parte, al mismo músculo esternal longitudinal (Figs. 5, 6).

La contracción de este músculo tiene todavía otra consecuencia simultánea más, esto es evertir la genitalia del macho, lo que concuerda con la apertura del atrio genital de la hembra.

La recuperación a posición de reposo del esterno se realiza por un protractor esternal, originado próximo al margen posterior del esterno V e inserto en el apodema del VI, que funciona como antagónico, de acuerdo a su posición relativa (Fig. 4, pr,st).

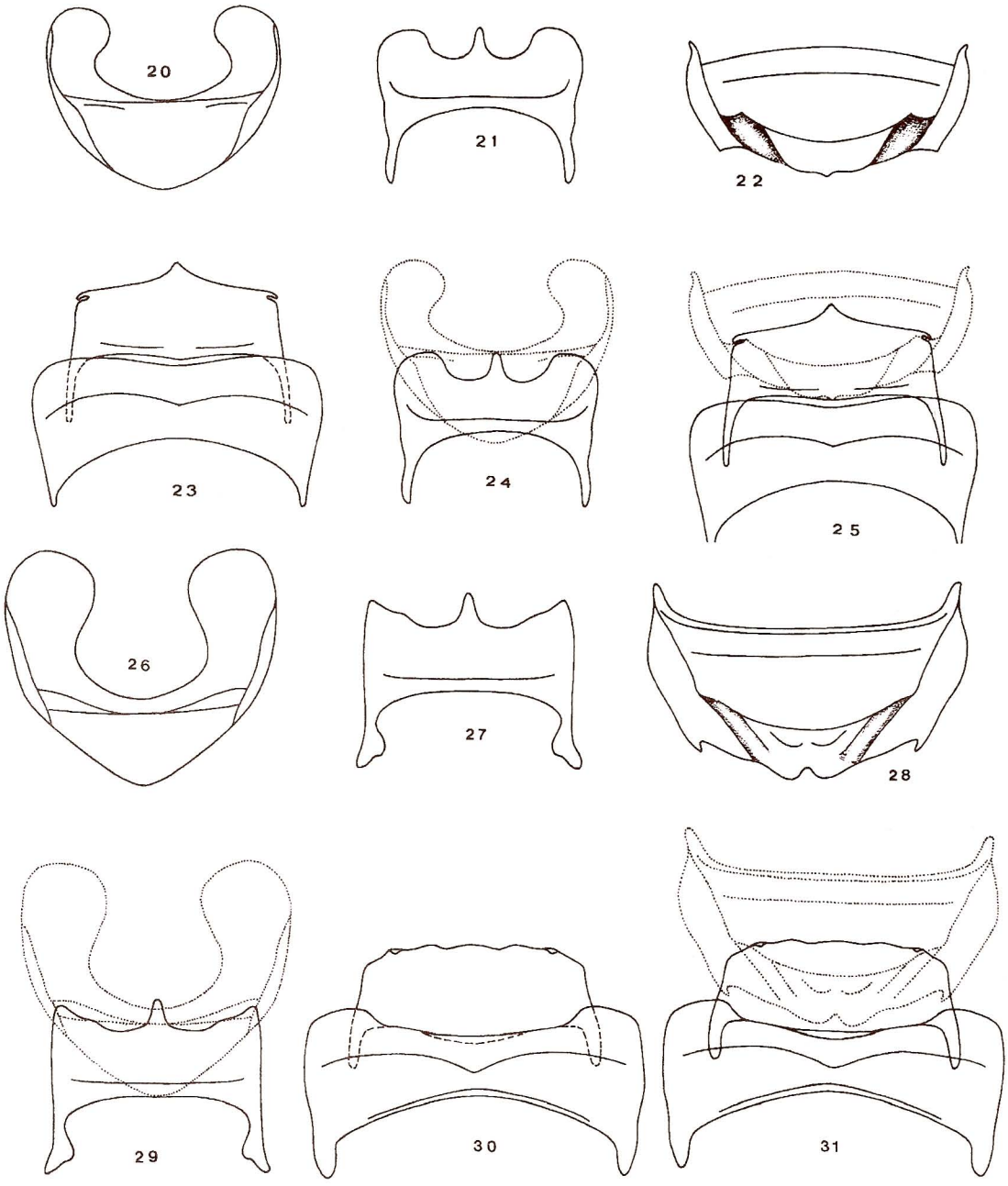
Tanto la curvatura del abdomen como la fijación del último tergo de la hembra permiten la introducción de las proyecciones tergales distales del macho en el atrio genital, de modo que la superficie dorsal de ellas queda en contacto con la superficie interna del último esterno de la hembra. El diente medio del último tergo del macho, por quedar en un plano distinto, dorsalmente más alto que las proyecciones laterales, se ubica en la línea media de la superficie interna del esterno de la hembra; a veces en un surco muy definido como ocurre en *A. deceptum* (Figs. 7, 44, y 45). La marcada cresta que forma el gradulus del tergo parece servir de tope para el ápice del esterno, evitando una penetración mayor de las proyecciones.

De acuerdo a los datos morfológicos, el rol de las proyecciones tergales es bajar el esterno VI de la hembra y contribuir así a la apertura del atrio genital. La movilidad determinada por la unión con el VI esterno y en parte por el débil músculo tergal longitudinal dorsal provoca desplazamiento dorsal (con respecto al abdomen del macho). Parece probable que también juegue un papel importante, en la apertura del atrio, el plano inclinado que forma la proyección (Fig. 4), lo que permite una acción a manera de cuña cuando penetra en la hembra, siendo importantes en este caso, la curvatura del abdomen del macho y la musculatura que la determina.

Correspondencia estructural:

***Anthidium chilense* (Figs. 8 - 13)**

Margen distal del último tergo de la hembra, con pequeña escotadura media, limitada lateralmente por una proyección angular a cada lado, más externamente existe otra suave proyección en ángulo abierto. Las proyecciones medias se continúan, en una corta pared reflejada interna con suave protuberancia media que declina fuertemente hacia atrás y forma un surco oblicuo lateral.



Figuras 20 - 31: *Anthidium colliguayanum*: 20, vista interna de tergo VI de la hembra; fig. 21, vista dorsal del último tergo del macho; 22, vista interna del esterno VI de la hembra; 23, vista ventral de los últimos esternos del macho; 24, ajuste del último tergo del macho con el esterno VI de la hembra; 25, ajuste entre el último tergo de la hembra con el esterno VI del macho.
Anthidium gayi. 26, vista interna de esterno VI de la hembra; 27, vista dorsal del último tergo del macho; 28, vista interna del esterno VI de la hembra; 29, ajuste del último tergo del macho con el esterno VI de la hembra; 30, vista ventral de últimos esternos del macho; 31, ajuste entre el último tergo de la hembra con el esterno VI del macho.

El esterno VI del macho se proyecta mesalmente en ángulo truncado; lateralmente a la parte media, el margen es rebordeado terminando hacia afuera en un corto proceso. Superficie ventral deprimida en la línea media. Margen posterior recto.

Ajuste (Fig. 13): las proyecciones tergales de la hembra se ubican en un corto espacio entre esternos V y VI del macho, los procesos angulares laterales del tergo topan con el margen distal del esterno V del macho. Las protuberancias internas, del tergo de la hembra, y la marcada depresión posterior de la membrana reflejada ajustan la proyección distal media; mientras que el reborde lateral distal del macho contacta con el margen interno de la membrana reflejada.

Último esterno de la hembra ligeramente angulado al centro, superficie interna lisa; pared interna reflejada con una débil emarginación lateral; una membrana transversal forma un profundo bolsillo continuando la emarginación lateral. Machos con proyecciones laterales del último tergo dentiformes anchas, gradulus cariniforme.

Ajuste (Fig.10): las proyecciones laterales tergales del macho se ubican en la bolsas membranosas de la lámina reflejada interna del esterno de la hembra. El diente medio se desplaza en la concavidad de la superficie interna.

***Anthidium chubuti* (Figs. 14 - 19)**

El margen distal del último tergo de la hembra presenta una escotadura media, limitada lateralmente por una proyección laminar a cada lado y más externamente una proyección espiniforme incurvada. Las proyecciones medias se continúan, en la pared reflejada interna, por una marcada protuberancia que declina hacia afuera formando surco oblicuo. Superficie externa con una protuberancia media.

Esterno VI del macho con superficie ventral cóncava, de manera que el margen posterior queda dirigido ligeramente hacia abajo. Margen distal ampliamente emarginado con un proceso submediano recurvado a cada lado. Margen proximal proyectado, formando un fondo de saco submediano y uno lateral a cada lado; sector medio distal de esterno V sobrepuesto a la proyección posterior del VI formando en parte la pared ventral del fondo de saco.

Ajuste (Fig. 19): las proyecciones tergales de la hembra se ubican en las bolsas del VI esterno del macho. Los proceso medios del esterno de los machos se aplican al borde de la pared reflejada interna, la fuerte concavidad del esterno determina que la ubicación del proceso se corresponda con la protuberancia de la superficie externa del tergo.

Último esterno de la hembra ligeramente angulado al centro, superficie interna lisa, bordes laterales con pequeña área membranosa en su unión con la pared reflejada interna. En el macho, las proyecciones laterales del último tergo muy separadas y aproximadamente en el mismo plano que la proyección media.

Ajuste (Fig. 16): la disposición del tergo del macho, sobre el esterno es más perpendicular que en otras especies; las proyecciones laterales tergales del macho se ubican muy lateralmente, sobre el área membranosa de la pared reflejada. El diente medio se aplica a la concavidad de la superficie interna.

***A. colliguayanum* (Figs. 20 - 25)**

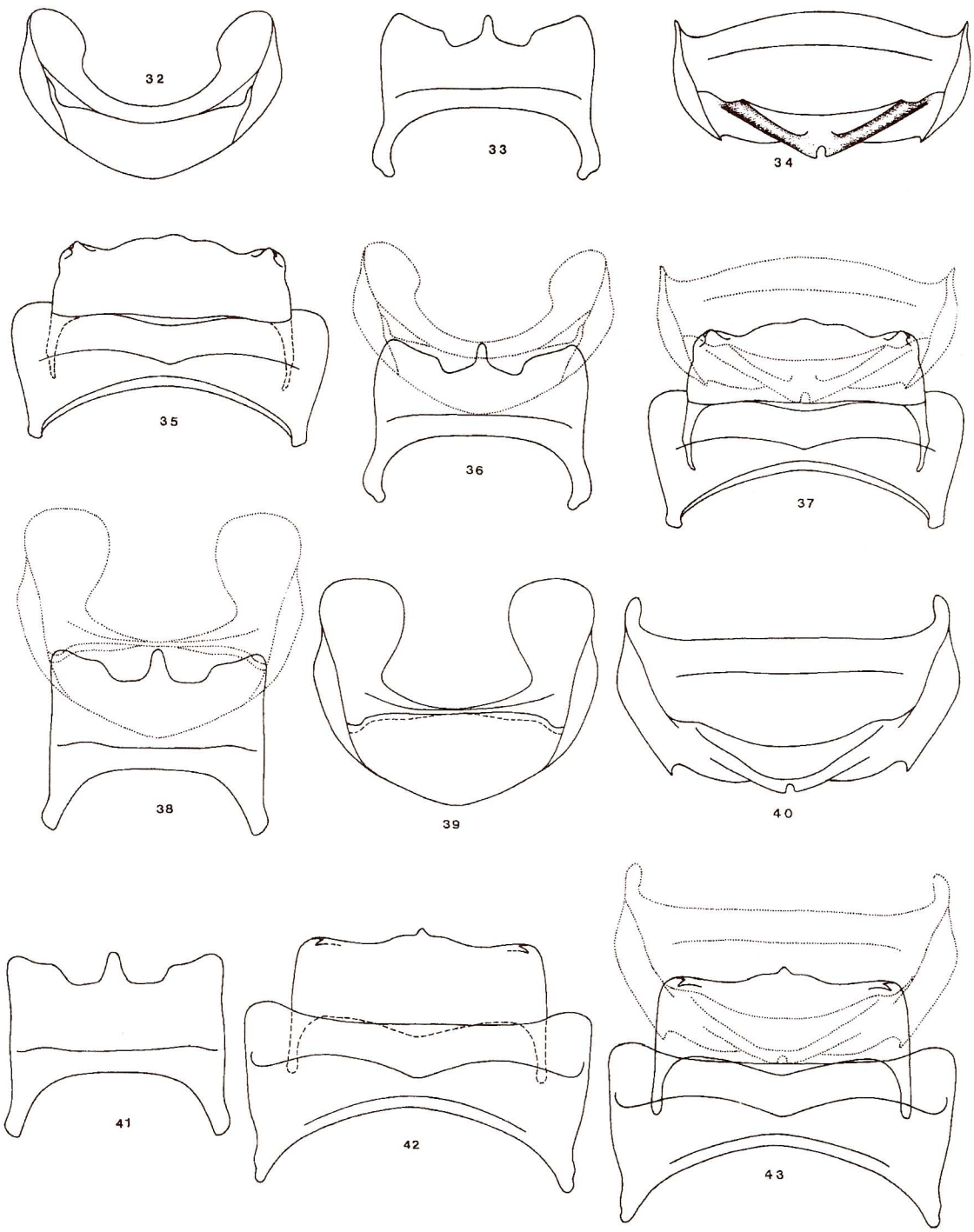
Margen distal, del último tergo de la hembra, redondeado; externamente una corta proyección angular. La pared reflejada interna, forma un surco oblicuo a cada lado, terminando en una corta emarginación.

El esterno VI del macho se proyecta, en los ángulos laterodistales, en un proceso dentiforme corto, recurvado hacia afuera. Margen distal con proyección media, en ángulo. Superficie ventral levemente cóncava y lisa en los 3/4 distales. Margen proximal levemente proyectado, formando un angosto fondo de saco medio.

Ajuste (Fig. 30): el margen tergal de la hembra se ubica en la bolsa media del VI esterno del macho, mientras que los procesos dentiformes calzan con la emarginación lateral de la pared reflejada. Las proyecciones laterales del tergo de la hembra no parecen tomar parte en el ajuste y se ubican por fuera del los margenes laterales del VI esterno.

Último esterno de la hembra ligeramente angulado al centro, superficie interna lisa, con una corta depresión lateral premarginal. Proyecciones laterales del último tergo del macho aplanadas, con borde distal laminar, redondeado asimétrico. Diente medio angosto continuado externamente por una cresta media. Gradulus cariniforme.

Ajuste (Fig. 21): las proyecciones laterales tergales del macho se ubican en la corta depresión del esterno de la hembra, teniendo como guía las



Figuras 32 - 43: *A. falsificum*: 32, vista interna de tergo VI de la hembra; 33, vista dorsal del último tergo del macho; 34, vista interna del esterno VI de la hembra; 35, vista ventral del último esterno del macho; 36, ajuste del último tergo del macho con el esterno VI de la hembra; 37, ajuste entre el último tergo de la hembra con el esterno VI del macho.
A. decaspilum: 38, ajuste del último tergo del macho con el esterno VI de la hembra; 39, , vista interna del esterno VI de la hembra; 40, vista interna de tergo VI de la hembra; 41, vista dorsal del último tergo del macho; 42, vista ventral de últimos esternos del macho; 43, ajuste entre el último tergo de la hembra con el esterno VI del macho.

protuberancias laterodistales esternales; el diente medio en la concavidad de la superficie interna. El gradulus es tope del margen posterior del esterno de la hembra .

***Anthidium gayi* (Figs. 26 - 31)**

El margen distal del último tergo de la hembra, presenta una pequeña escotadura media, limitada lateralmente por una proyección más bien ancha, delgada, laminar a cada lado, laterodistalmente una espina bien desarrollada, aproximadamente en el mismo plano que las proyecciones medias. Las proyecciones medias se continúan, en la pared reflejada interna, por una superficie lisa, con débil surco medio y un surco oblicuo bien marcado a cada lado, dirigido postero- lateralmente que termina en una corta emarginación.

El esterno VI del macho presenta borde distal suavemente festoneado, con una proyección angular, laterodistal, recurvada; superficie ventral aplanada y lisa proximalmente, con suave cresta media longitudinal. Margen proximal suavemente proyectado anteriormente.

Ajuste (Fig. 31): las proyecciones tergales de la hembra se fijan en el surco formado por la unión del V y VI esterno; la emarginación media distal del tergo, se acomoda sobre la cresta longitudinal media de la superficie interna. Las proyecciones esternales del macho calzan en la emarginación lateral de la pared interna, utilizando como guía de ubicación a los surcos oblicuos. Los dientes tergales laterales de la hembra se ajustan en un área bien definida, por fuera de los margenes laterales del VI esterno.

Último esterno de la hembra ligeramente angulado al centro, superficie interna lisa con marcada concavidad longitudinal mesal, pared reflejada interna con débil emarginación lateral cubierta con membrana, de manera de formar fondo de saco. Proyecciones laterales del último tergo del macho aplanadas, con borde distal laminar angulado asimétrico. Gradulus cariniforme.

Ajuste (Fig. 29): las proyecciones laterales tergales del macho se ubican en la emarginación de la pared interna del esterno de la hembra, dentro del fondo de saco membranoso. El diente medio se desplaza en la superficie interna. El ángulo medio posterior del esterno de la hembra topa en el gradulus del tergo del macho.

***A. falsificum* (Figs. 32 - 37)**

La estructura de los últimos tergos y esternos es muy semejante a *A. gayi,* diferenciándose solamente en: a.- En hembras: el margen distal del último tergo , presenta una escotadura media más pequeña, la espina laterodistal menos desarrollada, el surco oblicuo de la pared reflejada interna más ancho terminando en emarginación más marcada. b.- En machos: el esterno VI presenta una proyección dentiforme, laterodistal, recurvada hacia afuera; borde posterior ligeramente angulado al centro.

Ajuste (Figs. 36 y 37): como lo descrito en *A.gayi,* con las espinas esternales de los machos fijados en las emarginaciones de la pared reflejada interna.

Tanto la estructura del último tergo del macho como la del esterno de la hembra, si bien presentan pequeñas divergencias morfológicas con respecto a *A.gayi,* no permiten reconocer particularidades distintas en el ajuste.

***A. decaspilum* (Figs. 38 - 43)**

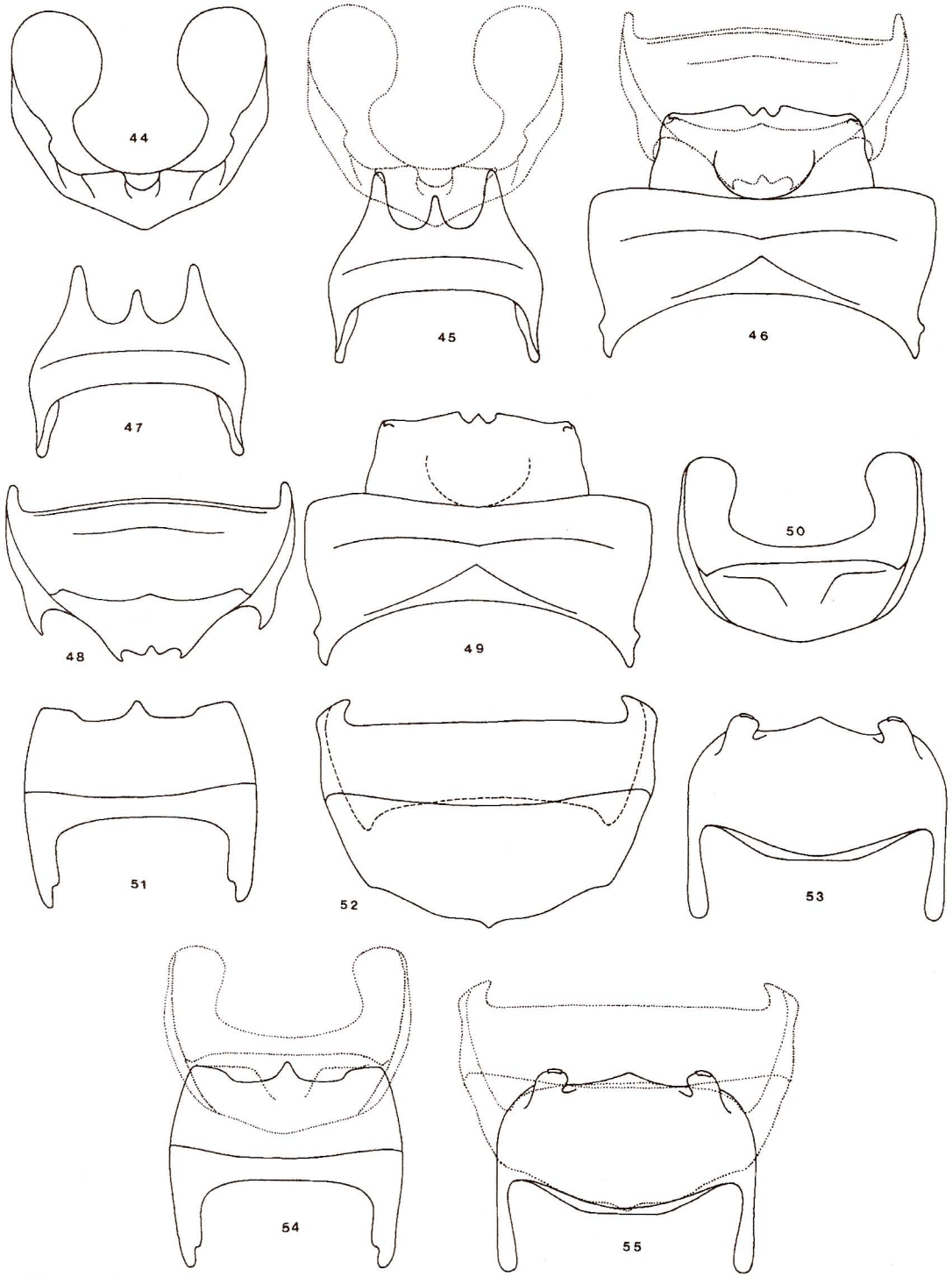
La estructura de los últimos tergos y esternos es muy semejante a *A. gayi* y *A.falsificum* diferenciándose solamente en: a.- En hembras: el margen distal del último tergo presenta una escotadura media muy pequeña, la espina laterodistal rudimentaria, pared reflejada interna deprimida mesalmente hacia atrás. b.- En machos: el esterno VI con una proyección dentiforme, laterodistal, recurvada hacia afuera; borde posterior en ángulo agudo al centro.

Ajuste (Fig.43): como lo descrito en *A.gayi* y *A. falsificum,* con las espinas esternales de los machos fijados en las emarginaciones de la pared reflejada interna y ángulo medio del esterno VI del macho en la depresión de la pared reflejada.

Tanto la estructura del último tergo del macho como la del esterno de la hembra, si bien presentan pequeñas divergencias morfológicas con respecto a *A.gayi* y *A.falsificum,* no permiten reconocer particularidades distintas en el ajuste (Fig. 38).

***A. deceptum* (Figs. 44 -49)**

Último tergo de la hembra con margen distal proyectado, con angosta escotadura media, en forma de V y una proyección espiniforme submediana a cada lado, más externamente otra espina que se ubica en un plano inferior a las



Figuras 44 - 55: *A. deceptum*: 44, vista interna de esterno VI de hembra; 45, ajuste del último tergo del macho en el esterno VI de la hembra; 46, ajuste del último tergo de la hembra en el esterno VI del macho; 47, vista dorsal del tergo VII de macho;. 48 vista interna del tergo VI de hembra; 49, vista ventral de esternos V y VI de macho.
Anthidium edwini: 50, vista interna del esterno VI de la hembra; 51, vista dorsal del último tergo del macho; 52, vista interna de tergo VI de la hembra; 53. vista ventral del último esterno del macho; 54, ajuste del último tergo del macho con el esterno VI de la hembra; 55, ajuste entre el último tergo de la hembra con el esterno VI del macho.

anteriores, debido a la convexidad del tergo. Las proyecciones medias se continúan, en la pared reflejada interna, formando un suave surco oblicuo que declina hacia afuera hasta una escotadura proximal. Parte media de la pared reflejada con corta membrana formando fondo de saco.

El esterno VI del macho se proyecta, en los ángulos laterodistales, en un proceso angular, corto, dentiforme, recurvado hacia afuera. Superficie ventral levemente cóncava y lisa al centro. Margen proximal formando corto fondo de saco medio, recubierto por el margen distal de esterno V.

Ajuste (Fig. 46): las proyecciones tergales de la hembra se ubican en el fondo de saco del VI esterno del macho, mientras que los procesos dentiformes laterales del esterno del macho, calzan con la escotadura de la membrana reflejada. Los dientes tergales laterales de la hembra se ubican por fuera de los margenes laterales del VI esterno del macho.

Último esterno de la hembra con margen posterior angulado al centro, pared reflejada interna fuertemente elevada dejando un profundo surco medio y uno lateral, poco marcado a cada lado. Proyecciones laterales del último tergo del macho fuertemente alargadas. Proyección media reforzada con carina dorsal. Gradulus cariniforme.

Ajuste (Fig. 45): las proyecciones laterales tergales del macho se ubican profundamente en los surcos laterales de la pared reflejada del esterno de la hembra. El diente medio se dispone en el corto surco medio.

***Anthidium edwini* (Figs. 50 - 55)**

Último tergo de la hembra fuertemente cóncavo, margen distal semicircular suavemente festoneado, con suave escotadura interna vecina a los ángulos laterales. Superficie interna lisa con lámina reflejada extendida proximalmente. Superficie externa con un tubérculo medio.

Esterno VI del macho proyectado, en los ángulos laterodistales, en un fuerte proceso casi perpendicular a la superficie, dentiforme, recurvado. Una pequeña proyección media en el margen distal. Superficie ventral levemente cóncava y lisa. Margen proximal proyectado proximalmente, formando un angosto fondo de saco.

Ajuste (Fig. 55): las proyecciones tergales de la hembra se ubican en las bolsas del VI esterno del macho, mientras que los procesos dentiformes esternales del macho alcanzan al margen de la lámina reflejada. La suave escotadura del margen distal del esterno de la hembra, sirve de guía a las proyecciones dentiformes del macho.

Último esterno de la hembra ligeramente angulado al centro, superficie interna lisa, con un surco, a manera de cicatriz transversal, a cada lado; línea media algo deprimida proximalmente. Margen lateral elevado distalmente.

Último tergo del macho con una proyección distal laminar, angulada asimétrica y un pequeño diente medio de base ancha. Gradulus elevado en carina. superficie dorsal con una cresta media longitudinal continuando el diente.

Ajuste (Fig. 54): las proyecciones laterales tergales del macho se ubican en el surco de la superficie interna del esterno de la hembra, teniendo como guía los bordes laterales. El diente medio se ubica en la concavidad de la superficie interna.

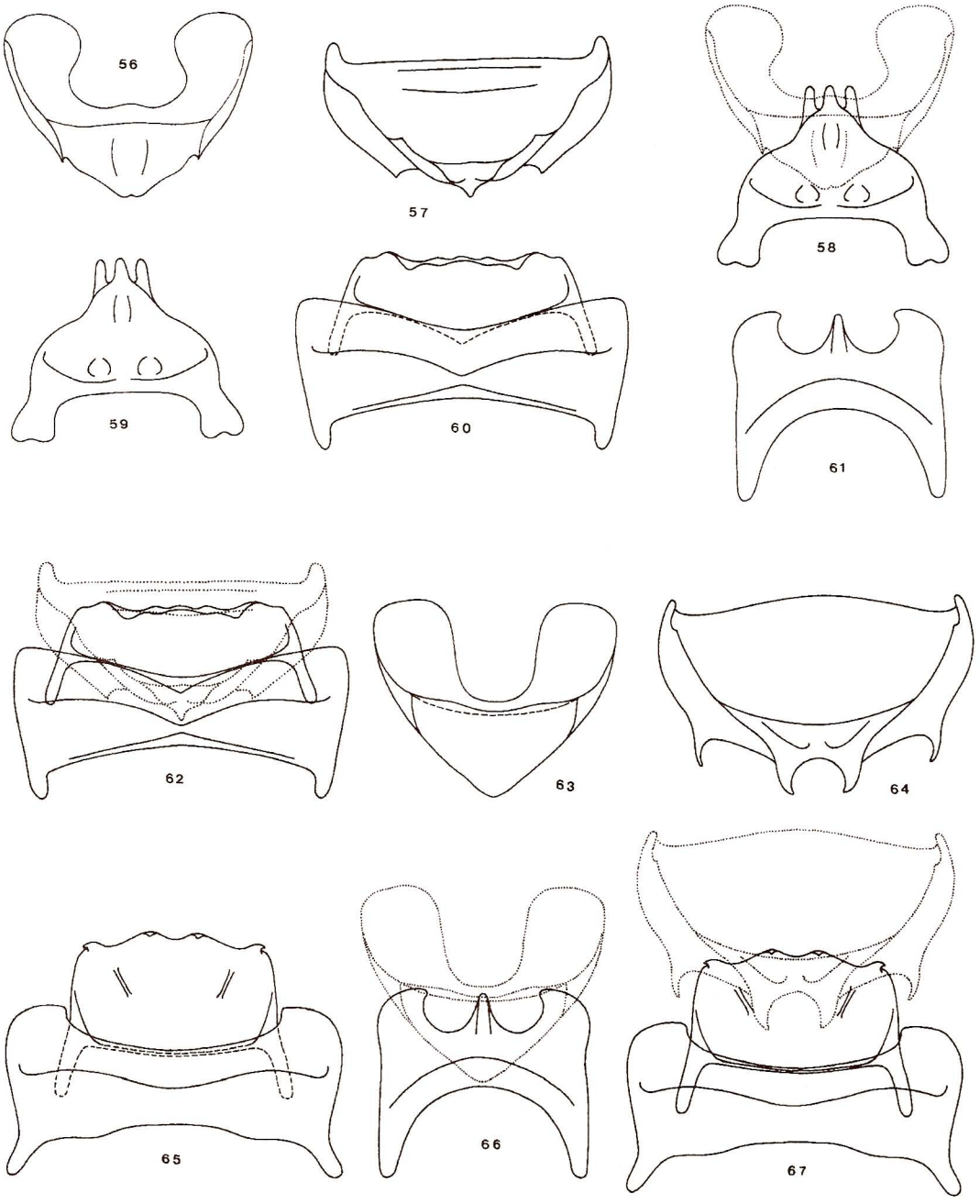
***Anthidium espinosai* (Figs. 56 - 60 y 62)**

El margen distal del último tergo de la hembra, presenta una pequeña proyección media, espiniforme prolongada lateralmente por un borde sinuoso que deja un pequeño surco oblicuo a cada lado; el surco se continua en trayecto corto por la angosta pared reflejada interna. Más externamente el borde tiene una espina ancha, bien desarrollada, en un plano levemente por encima de la proyección media.

El esterno VI del macho tiene el margen distal suavemente festoneado al centro, con reborde elevado y curvado proximalmente; el reborde es más marcado lateralmente. Superficie ventral más bien cóncava con suave surco medio longitudinal. Margen proximal proyectado proximalmente, casi angulado al centro formando depresión, con cresta premarginal.

Ajuste (Fig. 62): la proyección tergal media de la hembra se corresponde a la depresión del ángulo medio en el margen proximal del esterno del macho; los dientes laterales se desplazan sobre la superficie del esterno hasta alcanzar la cresta premarginal. El borde recurvado del macho se desplaza sobre la pared reflejada, teniendo los surcos como guía y se engancha en el borde proximal de la pared.

Último esterno de la hembra con borde posterior angulado al centro, formando un corto proceso



Figuras 56 - 67: *Anthidium espinosai*: 56, vista interna del esterno VI de la hembra; 57, vista interna de tergo VI de la hembra; 58, ajuste del último tergo del macho con el esterno VI de la hembra; 59, vista dorsal del último tergo del macho; 60, vista ventral de últimos esternos del macho. 62, ajuste entre el último tergo de la hembra con el esterno VI del macho.
Anthidium funereum: 61, vista dorsal del último tergo del macho; 63, vista interna del esterno VI de la hembra; 64, vista interna de tergo VI de la hembra; 65, vista ventral de últimos esternos del macho; 66, ajuste del último tergo del macho con el esterno VI de la hembra.; 67, ajuste entre el último tergo de la hembra con el esterno VI del macho.

espiniforme interno a cada lado. Lamina reflejada interna lisa marcadamente cóncava, flexible, con suave depresión laterodistal.

Último tergo del macho con una fuerte proyección dentiforme media y dos submedianas próximas entre sí; las submedianas en un plano más ventral que la media y continuadas lateralmente por una marcada cresta marginal levemente más proyectada laterodistalmente. Superficie dorsal formando triángulo hinchado, con cresta longitudinal media bien marcada que continúa la proyección media; lados distales del triángulo con bordes irregulares. Tergo VI con una cresta premarginal emarginada al centro.

Ajuste (Fig. 58): las proyecciones tergales del macho se ubican mesalmente en el esterno de la hembra, aumentando su concavidad; las espinas laterodistales se fijan sobre los bordes del triángulo dorsal del tergo del macho. El ángulo medio posterior del esterno de la hembra topa con la escotadura del tergo VI del macho.

***Anthidium funereum* (Figs. 61, 63- 67)**

Margen distal del último tergo de la hembra, con una escotadura media, limitada lateralmente por una proyección casi espiniforme, ligeramente incurvada hacia el centro, a cada lado; laterodistalmente una espina bien desarrollada. Las proyecciones medias se continúan, en la lámina reflejada interna, por una superficie lisa con un surco oblicuo poco profundo, a cada lado, dirigido postero-lateralemente. Mesalmente el surco está limitado por una protuberancia submediana.

Esterno VI del macho con una proyección angular, como diente corto, laterodistal, recurvada en el margen distal y una proyección pequeña, submediana de ápice engrosado; superficie ventral con una cresta sinusoide pilosa, a cada lado, a partir del diente laterodistal, declinando suavemente hacia los lados y de manera abrupta mesalmente. Margen proximal casi recto al centro.

Ajuste (Fig. 67): las proyecciones tergales medias de la hembra se ubican en el margen proximal del esterno VI, por dentro de la cresta sinusoide; las proyecciones tergales externas se ajustan al borde lateral del esterno teniendo como tope el margen del esterno V. Las proyecciones dentiformes esternales del macho calzan en el borde reflejado de la lámina interna, utilizando como guía de ubicación a los surcos oblicuos; mientras que las proyecciones submedianas se aplican contra las protuberancias.

Último esterno de la hembra angulado al centro, superficie interna lisa, con una suave protuberancia laterodistal; margen lateral elevado sobre la superficie interna. Una membrana transversal premarginal en la lámina reflejada. Proyecciones laterales del último tergo del macho aplanadas, con borde distal laminar redondeado. Superficie dorsal con gradulus fuertemente carinado.

Ajuste (Fig. 66): las proyecciones laterales tergales del macho se ubican en la angosta bolsa membranosa premarginal de la lámina reflejada del esterno de la hembra. El diente medio se desplaza en la superficie interna hasta cerca del margen de la lámina interna. El ángulo medio posterior del esterno topa en el gradulus del tergo del macho.

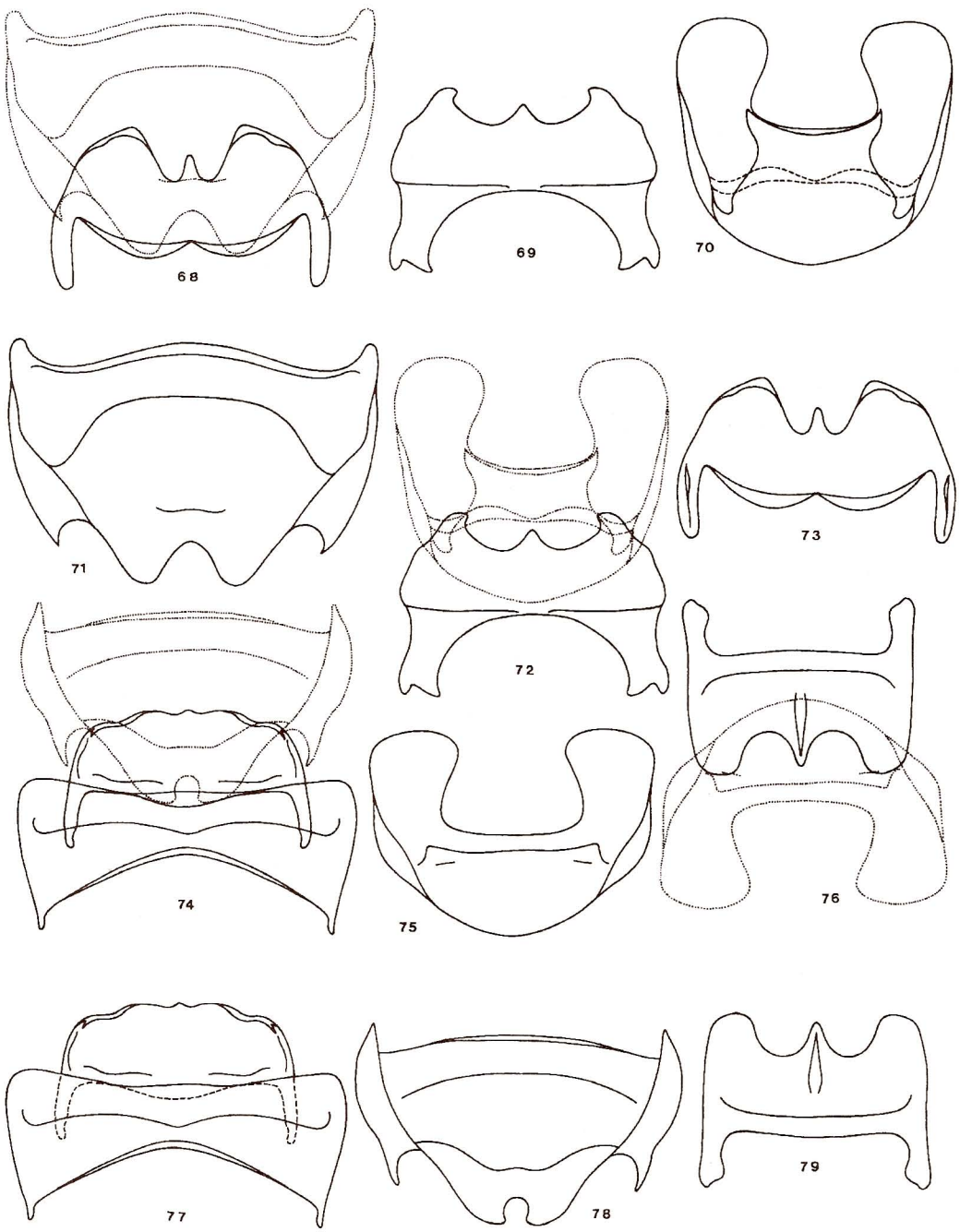
***Anthidium (Callanthidium) illustre* (Figs. 68- 73)**

Margen distal del último tergo de la hembra, proyectado posteriormente formando un lóbulo laminar a cada lado separados por una escotadura media; lateralmente una proyección espiniforme aguda. Pared reflejada interna lisa con una cresta transversal poco marcada en el tercio distal.

Esterno VI del macho con borde distal proyectado en una gran lóbulo de ápice angulado a cada lado; bicóncavo al centro, dejando una corta proyección media. Superficie ventral con áreas laterodistales cóncavas de manera que el ápice queda elevado sobre la superficie; ápice de los lóbulos laterales con pilosidad larga, recurvada, densa y semirígida. Margen proximal suavemente bicóncavo, con borde recurvado formando, a cada lado, una depresión en fondo de saco, alargada transversalmente.

Ajuste (Fig. 68): las proyecciones tergales de la hembra se ubican en las bolsas del VI esterno del macho, La cresta transversal interna parece servir de apoyo a la zona pilosa de los lóbulos esternales laterales, permitiendo fijar su posición. Los dientes tergales laterales de la hembra se ubican en la base de los apodemas del VI esterno de los machos.

Último esterno de la hembra ligeramente angulado al centro, lámina reflejada interna alcanza al margen proximal del esterno; superficie interna con una membrana transversal media, con pequeñas espinas , que forma un corto bolsillo a cada lado; áreas laterodistales suavemente protuberantes declinando hacia el centro.



Figuras 68-79: *Anthidium illustre*: 68 ajuste del último tergo del macho con el esterno VI de la hembra; 69, vista dorsal del último tergo del macho; 70, vista interna de esterno VI de la hembra; 71, vista ventral del último tergo de hembra; 72, ajuste entre el último tergo de la hembra con el esterno VI del macho; 73, vista ventral del último esterno del macho.
Anthidium penai: 74, ajuste entre el último tergo de la hembra con el esterno VI del macho; 75, vista interna de esterno VI de la hembra; 76, ajuste del último tergo del macho con el esterno VI de la hembra; 77, vista ventral de últimos esternos del macho; 78, vista interna del tergo VI de la hembra; 79, vista dorsal del último tergo del macho.

Último tergo del macho fuertemente convexo dorsalmente; margen posterior proyectado anchamente a cada lado terminando en ángulo; un corto diente medio al centro. Superficie dorsal con marcada cresta longitudinal continuando el diente medio. Gradulus anchamente interrumpido al centro.

Ajuste (Fig. 72): las proyecciones laterales tergales del macho se ubican en las bolsas membranosas del esterno de la hembra, teniendo como guía las protuberancias laterodistales esternales. El diente medio se ubica en la línea media de la pared reflejada interna del esterno de la hembra.

***A. penai* (Figs. 74 - 79)**

Último tergo de la hembra proyectado al centro; margen distal con escotadura media en forma de U, limitada lateralmente por una proyección laminar a cada lado y más externamente una proyección espiniforme aguda, incurvada. Las proyecciones medias se continúan, en la pared reflejada interna, en una suave protuberancia que declina proximalmente hacia el margen.

Esterno VI del macho con superficie ventral cóncava, con marcada depresión en los dos tercios distales, de manera que el margen posterior queda dirigido ligeramente hacia abajo. Margen distal con corta proyección angulada central; margenes laterodistales rebordeados, formando corto diente lateral recurvado. Margen proximal formando un corto fondo de saco submediano.

Ajuste (Fig. 74): las proyecciones tergales de la hembra se ubican en las bolsas marginales del VI esterno del macho. Los porcesos medios del esterno del macho se aplican al borde de la pared reflejada interna, la fuerte concavidad del esterno permite el desplazamiento de las proyecciones tergales de la hembra. Los dientes laterales del tergo se ubican por fuera de las paredes laterales del esterno.

Último esterno de la hembra más bien ancho, superficie interna lisa con pequeña depresión premarginal latero-proximal de la lámina interna. Margen distal angulado al centro. Proyecciones laterales del último tergo del macho largas, aplanadas dorsalmente con borde distal redondeado aasimétrico. Superficie dorsal con marcada cresta longitudinal; gradulus fuertemente cariniforme.

Ajuste (Fig. 76): las proyecciones laterales tergales del macho se fijan en la depresión premarginal. El diente medio se ubica en la concavidad de la superficie interna. El ángulo distal medio del esterno de la hembra topa con el gradulus.

***A. peruvianum* (Figs. 80- 85)**

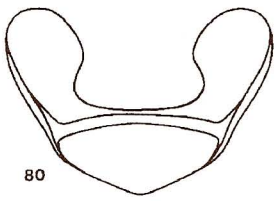
El margen distal del último tergo de la hembra, con escotadura media, relativamente amplia, limitada lateralmente por una proyección espiniforme a cada lado, más externamente existe otra espina que se ubica en un plano inferior a las anteriores, debido a la convexidad del tergo. Las proyecciones medias se continúan, en la pared reflejada interna, por una suave protuberancia que declina formando surco oblicuo hacia afuera terminado internamente en escotadura, esta última recubierta por membrana que forma fondo de saco.

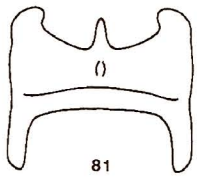
El esterno VI del macho se proyecta, en los ángulos laterodistales, en un fuerte proceso perpendicular a la superficie, dentiforme, recurvado, de ápice truncado laminar. Superficie ventral levemente cóncava y lisa. Margen proximal proyectado proximalmente, formando un fondo de saco a cada lado; sector medio distal de esterno V sobrepuesto a la proyección posterior del VI formando en parte la pared ventral del fondo de saco.

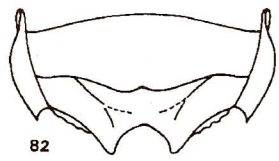
Ajuste (Fig. 85): las proyecciones tergales de la hembra se ubican en las bolsas del VI esterno del macho, mientras que los procesos dentiformes calzan con la escotadura posterior a los surcos. Las protuberancias internas, del tergo de la hembra, parecen tener un rol de guiadores de las proyecciones esternales del macho; los dientes tergales laterales de la hembra pudieran funcionar también como guiadores, ya que en el ajuste se ubican por fuera de los margenes laterales del VI esterno.

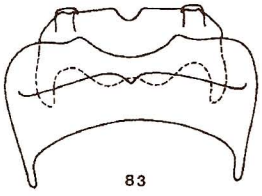
Último esterno de la hembra ligeramente angulado al centro, superficie interna lisa, con membrana transversal sobre una depresión transversal débil en la pared reflejada, de manera de formar fondo de saco. Proyecciones laterales del último tergo del macho aplanadas, con borde distal laminar redondeado asimétrico.

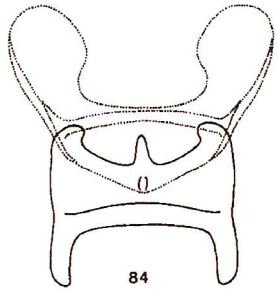
Ajuste (Fig. 84): las proyecciones laterales tergales del macho se ubican proximalmente en el fondo de saco del surco esternal de la hembra, teniendo como guía las protuberancias

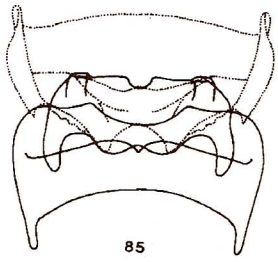


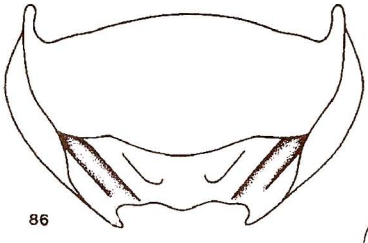


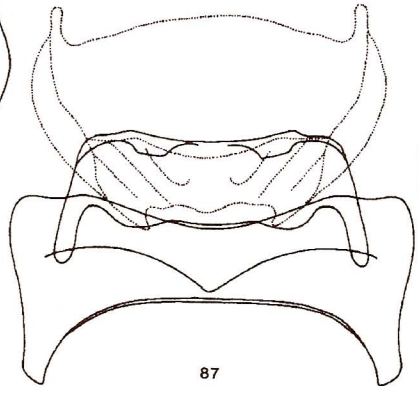


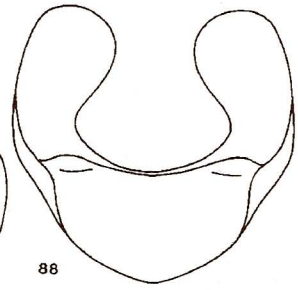


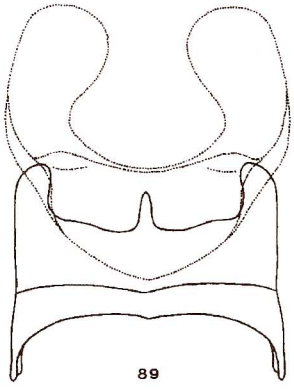


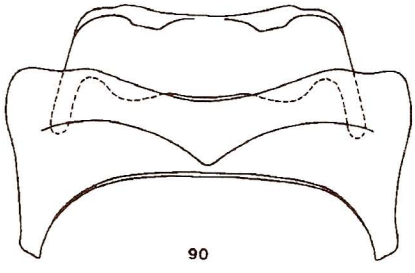


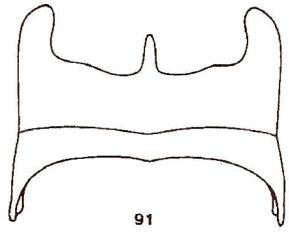












Figuras 80-91: *Anthidium peruvianum*: 80, vista interna del esterno VI de la hembra; 81, vista dorsal del último tergo del macho; 82, vista interna de tergo VI de la hembra; 83, vista ventral de últimos esternos del macho; 84, ajuste del último tergo del macho con el esterno VI de la hembra; 85, ajuste entre el último tergo de la hembra con el esterno VI del macho.
Anthidium sp. : 86, vista interna de esterno VI de la hembra; 87, ajuste entre el último tergo de la hembra con el esterno VI del macho; 88, vista ventral del último esterno del hembra; 89, ajuste del último tergo del macho con el esterno VI de la hembra; 90 , vista ventral de últimos esternos del macho; 91, vista dorsal del último tergo del macho

laterodistales esternales. El diente medio se ubica en la concavidad de la superficie interna.

***Anthidium sp* (figs. 86 - 91)**

El margen distal del último tergo de la hembra, presenta una corta proyección media, convexa limitada lateralmente por una proyección espiniforme incurvada a cada lado. La proyección media se continúa en la lámina reflejada interna lisa, con una suave protuberancia a cada lado que declina hacia afuera hasta un surco oblicuo amplio.

Esterno VI del macho con margen distal sinuado al centro, lateralmente rebordeado y cortamente recurvado. Superficie ventral con suave protuberancia submediana; deprimido hacia el borde proximal. Margen proximal casi recto al centro y proyectado en un suave lóbulo lateral a cada lado formando fondo de saco.

Ajuste (Fig. 87): las proyecciones espiniformes tergales de la hembra se ubican en las bolsas laterales del VI esterno del macho. La parte media distal convexa del tergo de la hembra se ubica en la depresión proximal del esterno. El reborde lateral recurvado del macho se aplica al margen proximal de la pared interna reflejada del tergo de la hembra

Último esterno de la hembra más bien ancho, superficie interna lisa, con una protuberancia sublateral, más marcada proximalmente, formando un surco poco definido a cada lado y una pequeña depresión premarginal. Margen distal angulado al centro. Proyecciones laterales del último tergo del macho largas, aplanadas dorsalmente con borde distal redondeado. Superficie dorsal con débil cresta longitudinal; gradulus cariniforme.

Ajuste (Fig. 89): las proyecciones laterales tergales del macho se desplazan en los surcos laterales del esterno de la hembra fijándose en la depresión premarginal. El diente medio se ubica en la concavidad de la superficie interna.

DISCUSIÓN

La organización estructural de tergos y esternos relacionados con la apertura del atrio genital en *Anthidium* se advierte bastante compleja y con marcada especificidad morfológica, lo que hasta ahora había sido poco considerado en la literatura. Las descripciones de especies han tomado en cuenta, como caracteres importantes, las proyecciones presentes en el último tergo de machos y hembras, pero el esterno VI de los machos ha recibido poca atención a pesar de ser descrito en varios trabajos recientes (Griswold y Michener, 1988; Pasteels, 1984; Urban, 1991, 1996). No han sido mencionadas, logicamente por ser internas, las modificaciones del tergo VI o del último esterno de las hembras.

La unión pleural no distensible entre esternos V y VI de los machos de *Anthidium* parece ser un carácter propio del género y no se encontró en *Anthidianum* ni *Allanthidium*, donde la pleura es elástica originando un sistema distinto de apertura del atrio genital, sin rotación del esterno VI. Esta distinta disposición concuerda con la separación propuesta por Moure (1947), que reconoce dos tribus dentro de Anthidiinae.

Anthidium espinosai, ha sido incluído en un género distinto por Moure (1947), considerado como subgénero por Michener un año más tarde (1948). El análisis funcional de los últimos tergos y esternos, aunque basicamente semejante, sugiere participación del tergo VI en los machos, lo que aparece como un mecanismo algo distinto de las demás especies. También se aprecia distinta la estructura del último tergo de los machos, cuyas dos proyecciones submedianas no parecen claramente homologables con las laterales de otras especies de *Anthidium*, las proyecciones tienen ubicación topográfica semejante, en cuanto a ubicarse en la misma cresta transversal pero, la cresta se muestra también algo más elevada laterodistalmente, en la misma ubicación que las proyecciones de otras especies.

En este trabajo se ha preferido seguir el criterio más conservador de Michener que mantiene a *espinosai* dentro de *Anthidium* (información personal), lo que en este caso facilita también la realización de comparaciones, reconociendo sin embargo, para esta especie, una línea derivada algo distinta.

Anthidium edwini no presenta disposiciones especialmente distintas de otras especies chilenas; el enorme desarrollo de las valvas que, en la observación externa, sugiere alguna proximidad con *A. illustre* de USA, parece ser sólo convergencia en estas estructuras. Por lo demás *A. illustre* tampoco presenta divergencias mayores en el ajuste que pudieran justificar alguna separación taxonómica a nivel genérico.

Las especies estudiadas dentro de los que Moure

(1957), llama "grupo *gayi*", ofrecen una homogeneidad estructural y funcional notable. En el trabajo fueron consideradas: *gayi, falsificum* y *decaspilum*; todas ofrecen un patrón común semejante en los escleritos y en el funcionamiento y disposición de las partes membranosas. Posiblemente un trabajo de extensión mayor pueda reconocer otros grupos de relación estrecha.

En aspectos funcionales durante el apareamiento, parece altamente improbable que las proyecciones tergales intervengan en la elevación del abdomen de la hembra, como sugiere Severinghaus *et al.* (1981), La dificultad mecánica se advierte en que:

a.- si las proyecciones tergales elevan el último tergo, entonces la genitalia del macho queda ubicada por encima del tergo de la hembra y por lo tanto dislocada con respecto a la abertura genital.

b.- si las proyecciones tergales levantan el abdomen de la hembra por presión sobre el esterno VI, entonces el atrio genital es cerrado por efecto de la misma presión que haría cerrarse el esterno sobre el tergo correspondiente.

c.- por lo demás, la acción de elevar el último tergo de la hembra con las proyecciones tergales, supone deprimir el tergo del macho sobre su propio esterno, si este movimiento se realiza se cierra el extremo del abdomen del macho, lo que impediría la eversión de la genitalia.

Posiblemente la observación en terreno, de *A.manicatum* , sobre la elevación del abdomen de la hembra, corresponde realmente a la presión que ejerce el abdomen encurvado del macho y a la tracción correspondiente, teniendo fijo el primer tergo de la hembra contra las coxas posteriores del macho. En estas condiciones parece probable que la dirección de la presión ejercida por el macho pase por encima del eje longitudinal del abdomen de la hembra, lo que resulta en su elevación o, hasta llegar incluso a la ligera concavidad descrita por Severinghaus *et al.* (1981).

La correspondencia estructural para la cópula en machos y hembras de Hymenoptera , así como para otras muchas especies de insectos, no es un fenómeno ocasional sino hecho de observación frecuente, por lo que nos parece posible hipotetizar algún rol importante.

Habiendo sido practicamente rechazada la hipótesis de llave-cerradura como mecanismo de aislación reproductiva, parece claramente posible interpretar la correspondencia estructural como parte de un mecanismo que facilita apareamiento, dentro de un concepto de sistema de reconocimiento específico para la cópula (SMRS de algunos autores). En el caso particular de *Anthidium* la falta de correspondencia puede hacer difícil la apertura del atrio genital o, de mantener la apertura por un tiempo adecuado, todo esto sin considerar los eventuales daños, que se pueden producir en los tejidos blandos. Lo anterior no significa imposiblidad de apareamientos interespecíficos pero probablemente reducción en tiempo o dificultades de contacto que pueden traducirse en reducción de fertilizaciones.

AGRADECIMIENTOS

A la Dra. F. Rojas del Museo Nacional de Santiago por facilitarnos paratipos de *A. edwini* y A la Sra. Carmen Tobar por su valiosa colaboración en la confección de los esquemas.

LITERATURA CITADA

CABEZAS, V., H. TORO Y E. DE LA HOZ. 1980. Factores mecánicos en la aislación reproductiva de *Callonychium coquimbense* Toro y Herrera. (Apoidea: Andrenidae). Ann.Mus.Hist. Nat. Valparaíso, *13*: 239- 243

EBERHARD, W. 1985. Sexual selection and animal genitalia. Harvard Univ. Pres., Cambridge.

EBERHARD, W. 1990. Animal genitalia and female choice. Amer. Scientist, *78*: 134-141.

EBERHARD, W. 1994. Evidence for widespread courtship during copulation in 131 species of insects and spiders, and implications for cryptic female choice. Evolution, *48*(3): 711-733.

GRISWOLD, T. Y C. MICHENER. 1988. Taxonomic observations on the Anthidiini of the Western Hemisphere (Hymenoptera: Megachilidae). J. Kansas Ent. Soc., *61*(1):22 - 45.

MAYR, E. 1963. Animal Species and Evolution. Harvard Univ. Pres., Cambridge.

MOURE, J. 1947. Novos agrupamentos genéricos e algumas espécies novas de abelhas sulamericanas. Pub. Avulsas Mus. Paranaense, *3*: 265-286.

MOURE, J. 1957. Nuevos Anthidiinae para Chile (Hymenoptera Apoidea). Rev. Chilena Ent., *5*: 205- 218.

MICHENER, CH. 1948. The generic classification of the Anthidiine bees (Hymenoptera: Megachilidae). Amer.Mus. Nov., *1381*: 1-29.

PASTEELS, J. 1984. Révision des Anthidiinae (Hymenoptera, Apoidea, Megachilidae) de l'Afrique subsaharienne. Académie Royal de Belgique, Mem.Class.Sci., *19* (1): 1-165.

SEVERINGHAUS, L., B. HARRIS Y G. EICKWORT. 1981. The reprodcutive behavior of *Anthidium manicatum* (Hymenoptera: Megachilidae) and the significance of size for territorial males. Behav. Ecol. Sociobiol., *9*: 51-58.

TORO, H. 1985. Ajuste mecánico para la cópula de *Callonychium chilense* (Hymenoptera, Andrenidae). Rev. Chilena Ent., *12*: 153-158.

TORO, H. Y E. DE LA HOZ. 1975. Factores mecánicos en la aislación reproductiva de Apoidea (Hymenoptera). Rev. Soc. Ent. Argentina, *35* (1-4): 193-202.

TORO, H. Y C. CARVAJAL. 1989. Ajuste genital en la cópula de Thynninae (Hymenoptera: Tiphiidae). Acta Ent. Chilena, *15*: 123-130.

TORO, H. Y S. ELÓRTEGUI. 1994. Ajuste genital en la cópula de Thynninae (Hymenoptera: Tiphiidae). Parte II: *Elaphroptera nigripennis* (Smith). Rev. Chilena Ent., *21*: 125- 134.

TORO, H., J.C. MAGUNACELAYA Y E. DE LA HOZ. 1979. Factores mecánicos de aislación reproductiva en Thynninae (Hymenoptera: Tiphiidae). Acta Zool. Lilloana, *35*: 475-498.

URBAN, D. 1991. *Ctenanthidium*, gen.n. de Dianthidiini com quatro espécies novas da América do Sul (Hymenoptera: Megachilidae). Rev. Brasilera. Zool., *8* (1-4):85- 93.

URBAN, D. 1996. *Mielkeanthidium*, gen.n.de Dianthidiini da América do Sul (Hymenoptera: Megachilidae). Rev. Brasilera. Zool., *13* (1):121.