

AJUSTE MECANICO PARA LA COPULA DE *CALLONYCHIUM CHILENSE* (HYMENOPTERA, ANDRENIDAE)¹

HAROLDO TORO²

ABSTRACT

The study of some mechanical factors that intervene in the copula of *Callonychium chilense* (Friese) was carried out by the observation of dead specimens that maintained their coupled position. Most of the modified external metasomal structures of the male, fit into the corresponding structures of the female, making possible the genital contact as well as maintaining the position for a long time. The structure of the anterior margin of the metasomal terga and the corresponding muscles, are related to the bending mechanism of the male's abdomen.

El estudio de algunos ejemplares de *C. chilense* (Friese), colectados en cópula y que han mantenido su posición después de muertos, ha permitido estudiar algunos de los factores mecánicos que intervienen en el apareamiento, aparte de las estructuras genitales.

En líneas generales, el mecanismo concuerda con lo descrito por Cabezas *et al.* (1980) para *C. coquimbense* Toro y Herrera; pero la mayor riqueza de estructuras presentes en los machos de esta especie, que se relacionan con estructuras correspondientes de las hembras, determina características de una complejidad poco conocida para Hymenoptera.

Los ejemplares se encontraron visitando flores de *Eryngium paniculatum* (Umbelliferae) y se colectaron directamente desde la flor a frascos con cianuro de potasio muy activo. El uso de red no dio buenos resultados en la colecta, ya que los ejemplares se separaban al sentirse aprisionados por la malla. Esta técnica, desarrollada por uno de nuestros colaboradores, la Sra. Carmen Tobar, resultó ser más efectiva para este tipo particular de estudio.

Teniendo en cuenta que sólo se dispuso de ejemplares muertos, las observaciones realizadas se refieren sólo al ajuste metasómico; no se considera en este trabajo el contacto genital ni el agarre mandibular. Este último parece ser previo, como mecanismo de determinación de posición relativa entre macho y hembra, de modo de lograr una correspondencia de estructuras; de acuerdo a observaciones realiza-

das en otros Panurginae, las mandíbulas del macho deben fijarse en las estructuras peciolares de la hembra.

El estudio de la musculatura se hizo en ejemplares secos, los que se fijaron a un portaobjetos mediante un adhesivo plástico (vendido en el comercio como esmalte de uñas), dejando secar por 24 hrs.; este adhesivo presenta algunas ventajas sobre otros, ya que puede ser parcialmente desprendido de la cutícula mediante aguja de disección, si ello fuese necesario.

Cuando el insecto estaba fijado firme y rígidamente, el tegumento fue separado, en pequeños trozos, mediante agujas de disección, cuidando de no dañar los músculos subyacentes; este sistema permite desprender la cutícula dejando el músculo in situ, fijado por su otro punto de inserción.

Aspectos morfológicos:

a) *en machos:* En todos los ejemplares examinados, de la Colección de la Universidad Católica de Valparaíso y del autor (52 ejemplares), el abdomen se muestra fuertemente curvado (Fig. 4), de tal modo que el último tergo se presenta dirigido hacia abajo y adelante; esta posición se mantiene en animales húmedos, los que oponen fuerte resistencia a ser estirados. La observación sugiere que se trata de una disposición normal en los ejemplares vivos y no de una alteración provocada por la muerte.

Margen anterior de tergos metasómicos II a VII con apodema ubicado en una proyección triangular y ángulos ventrolaterales muy definidos, determinando entre ellos un área cóncava; tanto la proyección como los ángulos

¹Trabajo financiado por la Dirección de Investigaciones de la Universidad Católica de Valparaíso.

²Departamento de Zoología, Universidad Católica de Valparaíso. Casilla 4059, Valparaíso.

ventrolaterales son mucho más marcados en el último tergo (Figs. 5 y 6).

Primer esterno metasómico, a cada lado de la línea media, con una proyección submarginal, laminar, transversal, ancha, dirigida oblicuamente hacia abajo, en ángulo aproximado de 140° con respecto a la superficie del esterno; los extremos libres de las láminas sobrepasan caudalmente el margen distal del esterno (Figs. 3 y 4).

Esterno II con gránulas fuertemente carinado, en línea sinuada a cada lado, unidas en ángulo medio de vértice anterior y con una proyección dentiforme hacia los extremos laterales (fig. 3); por atrás de la carina se forma un profundo y ancho surco limitado posteriormente por una línea esclerosada muy marcada. El margen distal del esterno se prolonga en una membrana muy ténue, poco perceptible, que sobremonta la protuberancia del esterno siguiente.

Esterno III con una fuerte cresta media elevada en prominencia central; la cresta se aplanan posteriormente determinando en un surco bien marcado. Mitad distal con una prominencia lateral transversal, a cada lado, formando una corta cresta de concavidad anterior, que termina internamente en un diente más o menos agudo; margen distal en una fina membrana transparente (Fig. 3 y 4).

La observación cuidadosa de estas estructuras muestra algunas diferencias con la descripción de Toro y Herrera (1980); aparentemente la curvatura del abdomen y lo tenue del margen distal de los esternos II y III, hicieron que de la carina gradular del esterno II, se anotara sólo la protuberancia lateral y que la protuberancia media del esterno III se confundiera de ubicación al estar recubierta por el margen distal del esterno II.

Esterno IV con un corto tubérculo, en forma de cresta longitudinal, a cada lado, algo divergentes caudalmente. El área media entre estos tubérculos forma una zona lisa aplanada, limitada por una suave cresta anterior (Fig. 3).

Esterno V, en sus dos tercios distales, con área media aplanada, algo deprimida, dejando una suave protuberancia a cada lado (más marcada en algunos ejemplares) (Fig. 3).

Esterno VI con una pequeña prominencia redondeada, en su parte media distal, inclinada abruptamente hacia adelante terminando en una fosa aplanada (Figs. 3 y 8).

Último tergo con una placa pigidial triangular, de ápice truncado, fuertemente proyectada, con superficie dorsal aplanada excepto en el extremo distal donde hay una pequeña protuberancia media alargada (Figs. 9 y 11). Margen proximal con una suave proyección media anterior; áreas laterales con apodema y ángulos laterales apreciablemente más marcados que en los segmentos anteriores, dejando entre ellos un amplio espacio de concavidad anterior (Fig. 6).

b) *en hembras*: Tergo V con un área flexible postgradular, lisa y debilmente deprimida; caudalmente a ésta, hay una cresta transversal, biconvexa posteriormente, dejando al centro una escotadura en forma de V (fig. 10). Toda la zona engrosada está cubierta con pelos largos, más bien rígidos y gruesos, inclinados hacia atrás. Tercio distal liso excepto una banda marginal pilosa.

Tergo VI con placa pigidial aplanada, de lados convergentes posteriormente y ápice bifurcado. Proximalmente la placa se eleva en una suave protuberancia transversal (Fig. 7).

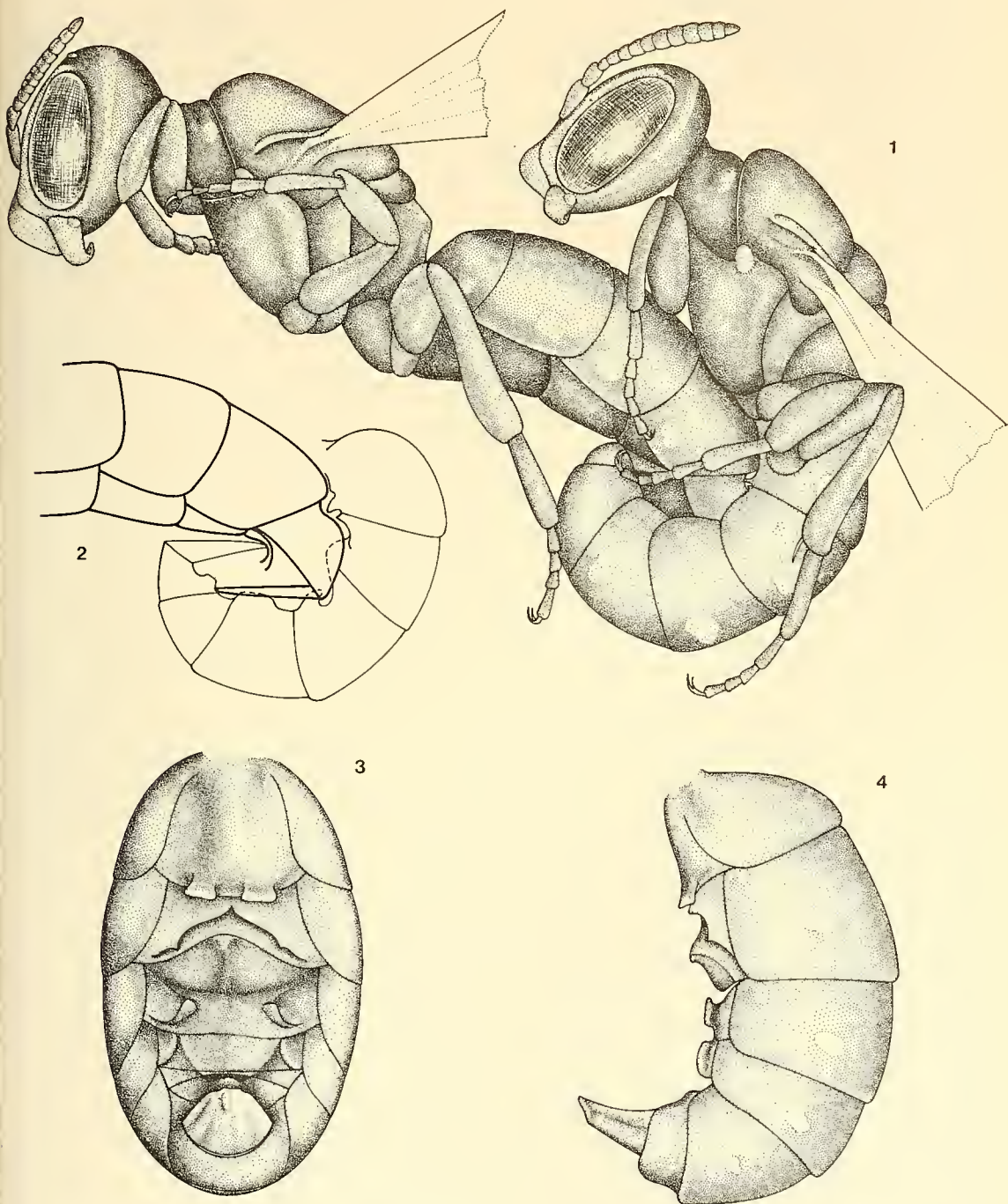
Esterno V con área postgradular con pelos más bien finos, cortos, densos, casi apegados al tegumento y dirigidos hacia atrás; tercio medio distal levemente deprimido al centro y con una línea transversal de flexibilidad, casi imperceptible al microscopio.

Esterno VI con margen distal escotado al centro; áreas laterales prolongadas anteriormente en un largo apodema que da una amplia inserción para el músculo intersegmentario originado junto al margen distal del esterno V.

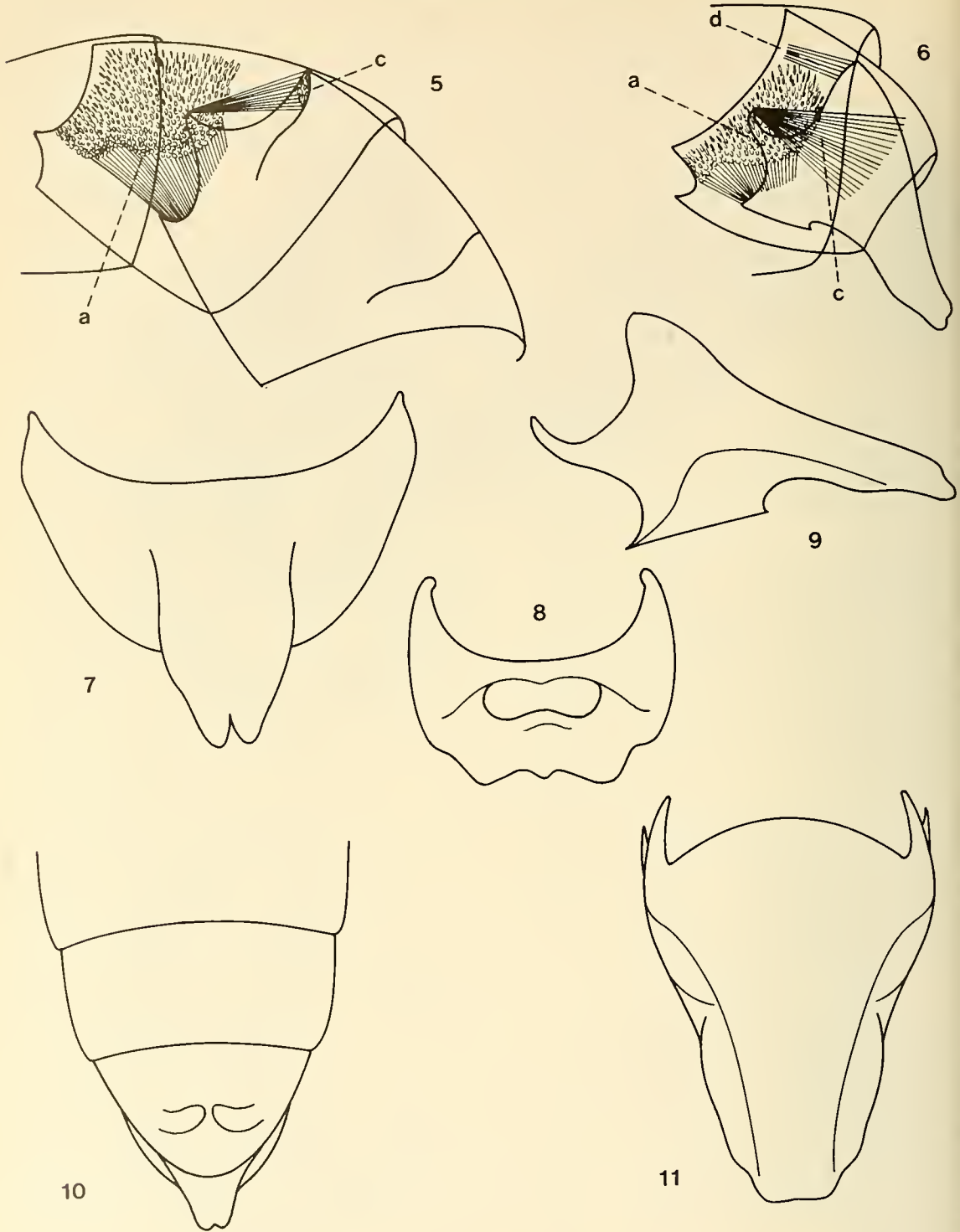
Aspectos funcionales

La mantención de la posición curvada del abdomen de los machos depende, en gran medida, de las proyecciones del borde anterior de los tergos y del área cóncava que existe entre ellas. Esta zona ofrece una gran superficie de inserción a los músculos intersegmentarios que provocan la curvatura (Figs. 5 y 6).

La gran masa del músculo intersegmentario lateral se inserta por sobre la proyección del apodema y en toda la concavidad ventral; el origen de este músculo se ubica en una amplia extensión medio-lateral, casi hasta el mismo borde anterior del tergo precedente (Figs. 5 y 6).



Callonychium chilense: Fig. 1, Posición de cópula; 2, Diagrama del ajuste mecánico entre los abdómenes de macho y hembra; 3, vista ventral del abdomen de macho; 4, vista lateral del abdomen de macho.



Callonychium chilense: Fig. 5, Diagrama del IV tergo metasómico de un macho, mostrando en el margen anterior: apodema, ángulo ventral y los músculos intersegmentarios correspondientes (a-b-c); 6, borde anterior del último tergo de macho mostrando los músculos intersegmentarios laterales (a-b-c) y el músculo longitudinal dorsal (d). 7, Placa pigidial en último tergo de hembra. 8, VI esterno metasómico de macho; 9, vista lateral de último tergo de macho; 10, últimos tergos metasómicos de hembra; 11, último tergo de macho en vista dorsal.

Esta disposición y el gran desarrollo que se observa en todos los tergos metasómicos (II a VII), indican que es él, el factor más importante que determina la curvatura del abdomen, ya que su contracción adelanta y eleva el ángulo lateroventral del tergo.

El músculo que se inserta en el apodema (Figs. 5 y 6) parece determinar el eje de giro. Por su origen en el reborde premarginal distal del tergo precedente, su contracción lleva arriba y atrás el apodema, produciendo la rotación correspondiente, como resultante de la interacción con el intersegmentario lateral.

El logro del contacto genital y la mantención en posición de cópula durante el vuelo se consigue mediante el siguiente encaje estructural (Figs. 1 y 2).

El tubérculo esternal del 1^{er} esterno del macho presiona y deforma el área postgradular blanda del tergo v de la hembra. La deformación produce un pliegue abrupto de la cresta transversal de este mismo segmento, de tal manera que da una buena superficie de afianzamiento a la cresta gradular del esterno II del macho.

El ajuste se ve favorecido por la débil depresión transversal presente en la zona blanda de la hembra, que facilita la ubicación del tubérculo esternal laminar del macho. La nueva gradiente de la cresta transversal determina una distinta posición de sus pelos, algo más erecta, que ayuda a evitar el deslizamiento de la carina sobre ella. Al mismo tiempo la cresta, ahora más angosta, encaja en el surco existente por atrás de la carina gradular del macho.

La protuberancia mesal del esterno III del macho se ubica en la escotadura media, que deja la cresta transversal de la hembra; mientras las cortas crestas laterales transversales de este mismo esterno, particularmente el diente interno agudo, afirman el margen distal del quinto tergo de la hembra.

Los tubérculos longitudinales del esterno IV, aparentemente son guías de la placa pigidial, así como las suaves protuberancias laterales del esterno v que aparecen en algunos machos; la placa pigidial de la hembra, que está aprisionada por el abdomen del macho, se desliza por el tegumento liso que queda entre estas protuberancias, hasta que su ápice encuentra la prominencia media del esterno VI.

El anclaje de la placa pigidial de la hembra se consigue por fijación de su ápice en la fosa del esterno VI del macho (Fig. 8), quedando su escotadura inmovilizada en contra de la prominencia media y la presión que ejerce el macho desde su región proximal.

Por otra parte, la placa pigidial del macho contacta con el esterno v de la hembra, desliziéndose caudalmente, con respecto a esta última; este deslizamiento se ve favorecido por la pilosidad densa del esterno y continúa hasta que su ápice alcanza la línea transversal de flexibilidad.

La mayor curvatura del último tergo del macho guarda relación con el mayor tamaño de la proyección que lleva el apodema (Fig. 6); el músculo inserto en este apodema dispone de un brazo de palanca de mayor longitud que en los tergos precedentes, de modo que el efecto de rotación que él puede provocar es mucho más marcado.

La línea de flexibilidad del esterno VI de la hembra permite que el área marginal (caudal a la línea) baje abruptamente; este descenso parece tener dos consecuencias importantes:

—fija el ápice de la placa pigidial del macho, que de esta manera no puede seguir avanzando caudalmente y,

—arrastra hacia afuera el último esterno de la hembra, dejando expuesta la abertura genital.

Discusión: El mecanismo de ajuste abdominal en *C. chilense* parece cumplir las mismas funciones señaladas para *C. coquimbense* (Cabezas *et al.* 1980), en cuanto a hacer posible el contacto genital, mantener la posición de cópula durante el vuelo y como probable barrera en el aislamiento reproductivo, presentándose, sin embargo, una complejidad estructural y de relaciones muchísimo mayor de lo que hasta ahora se había conocido.

La forma curvada del abdomen de los machos y la posibilidad de aumentar esta curvatura, gracias a la acción de musculatura poderosa, dispuesta sobre modificaciones esqueléticas particulares, facilitan una posición relativa adecuada para la cópula y permiten ejercer las presiones necesarias para el ajuste del metasoma del macho sobre la hembra.

Si bien las hembras presentan tergos metasómicos con apodemas de un tamaño ligeramente mayor, éste no aparece ubicado sobre

una proyección anterior, ni tampoco existe un ángulo ventral prominente como en los machos. Los músculos intersegmentarios laterales son también mucho más reducidos en las hembras, no sólo en cuanto a número de fibras, sino también en cuanto a área de origen, ya que las pocas fibras que ellas poseen se originan casi exclusivamente del margen anterior del tergo precedente.

Estos caracteres, presentes sólo en machos, parecen entonces estar relacionados fundamentalmente con el mecanismo de cópula, haciendo posible la formación de una "pinza" posterior, con evidentes ventajas mecánicas para una cópula de larga duración.

Contrariamente, los músculos intersegmentarios dorsales (señalados sólo en Fig. 6) son similares en los dos sexos y comparativamente pequeños, por lo que no parecen desempeñar funciones particulares en el mecanismo de fijación.

La concordancia estructural, entre machos y hembras, explica por sí sola una clara funcionalidad; sin embargo, ésta no es evidente en la acción de la cresta transversal del esterno III, ya que ella se fija sólo en el margen distal del tergo V, muy poco esclerosado, de consistencia demasiado débil para soportar una presión de cierta magnitud; parece necesario realizar ob-

servaciones en ejemplares vivos para una mejor comprensión de su función.

El rol desempeñado por este ajuste, como barrera en el aislamiento reproductivo, puede tener alguna significación importante, considerando las diferencias estructurales interespecíficas y la complejidad de sus relaciones; sin embargo, su estrecha proximidad a la cópula y la necesidad de contacto entre los individuos, determinaría un alto costo energético. Es posible que la selección del mecanismo, así como una función más activa en el aislamiento, se hubiesen presentado antes del desarrollo de otros sistemas de mayor eficiencia.

Agradecimiento: A los señores F. Rodríguez y Carmen T. de Rodríguez por el material colectado y las ilustraciones que acompañan al texto.

LITERATURA CITADA

- CABEZAS, V., H. TORO y E. DE LA HOZ. 1980. Factores mecánicos de Aislación Reproductiva en *Callonychium coquimbense* Toro y Herrera (Apoidea, Andrenidae). Ann. Mus. Hist. Nat. Valp., 13: 239-243.
- TORO, H. y M. HERRERA. 1980. Las especies chilenas del género *Callonychium* (Andrenidae, Apoidea) y descripción de un nuevo subgénero. Ann. Mus. Hist. Nat. Valp., 13: 213-225.