

## CADEGUALA OCCIDENTALIS (HALIDAY, 1836) (HYMENOPTERA: COLLETIDAE: DIPHAGLOSSINAE): BIOLOGÍA DE NIDIFICACIÓN Y MORFOLOGÍA DE LOS ESTADOS INMADUROS

José Montalva<sup>1</sup>, Yanet Sepúlveda<sup>2</sup> y Rodrigo Baeza<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Instituto de Ecología y Biodiversidad, Facultad de Ciencias, Laboratorio de Sistemática Vegetal, Universidad de Chile. [montalva.jose@gmail.com](mailto:montalva.jose@gmail.com).

<sup>2</sup>Instituto de Biología, Pontificia Universidad Católica de Valparaíso, Chile.

Este trabajo está dedicado a la memoria del Dr. Ariel Camousseight, un caballero de la entomología Chilena.

### Resumen

Entre Septiembre del 2005 y Octubre del 2006 se estudió un área de nidificación de la especie de abeja solitaria *Cadeguala occidentalis* en el sector de Quebradas de Miraflores, Viña del Mar, Chile (33°00'83" S; 71°36'60" W). En el presente trabajo se entregan nuevos antecedentes sobre los hábitos de nidificación y biología de *C. occidentalis* basados en material colectado en terreno y la bibliografía existente. Además se anexan datos de los ejemplares depositados en la colección del Instituto de Biología de la Pontificia Universidad Católica de Valparaíso.

**Palabras clave:** Apoidea, biología de nidificación, Colletidae, Chile, Diphaglossinae, estados inmaduros.

***Cadeguala occidentalis* (Haliday, 1836) (Hymenoptera: Colletidae: Diphaglossinae):  
nesting biology and morphology of immature stages**

### Abstract

Between September 2005 and October 2006 we studied a nesting site of the solitary bee *Cadeguala occidentalis* at Quebradas de Miraflores, Viña del Mar, Chile (33°00'83" S; 71°36'60" W). In this work, we summarize and give new information on nesting behavior and biology of *C. occidentalis* based on material collected and existing literature. In addition, we list data from specimens housed at the Institute of Biology of the Pontificia Universidad Católica of Valparaíso.

**Key words:** Apoidea, nesting biology, Colletidae, Chile, Diphaglossinae, immature stages.

### Introducción

Los hábitos de nidificación de abejas proporcionan información del comportamiento, biología y ecología característicos de las especies (Michener, 1964; Rozen, 1984; Chiappa & Toro, 1994; Michener, 2007; Almeida, 2008; Flores-Prado *et al.*, 2008). Además, el estudio de los estados inmaduros pueden aportar elementos de diagnóstico específico y/o información para tener un

mejor entendimiento de las clasificaciones sistemáticas supragenéricas (Mcginley, 1981; King, 1984; Rozen, 1984; Mcginley, 1989; Murao & Tadauchi, 2005; Michener, 2007; Rozen & Kamel, 2007). Existen aproximadamente 20.000 especies de abejas descritas alrededor del mundo (Michener, 2007) y sólo para un porcentaje pequeño de ellas se ha estudiado los estados inmaduros o los hábitos de nidificación (Mcginley, 1989; Chiappa & Toro, 1994; Michener, 2007).

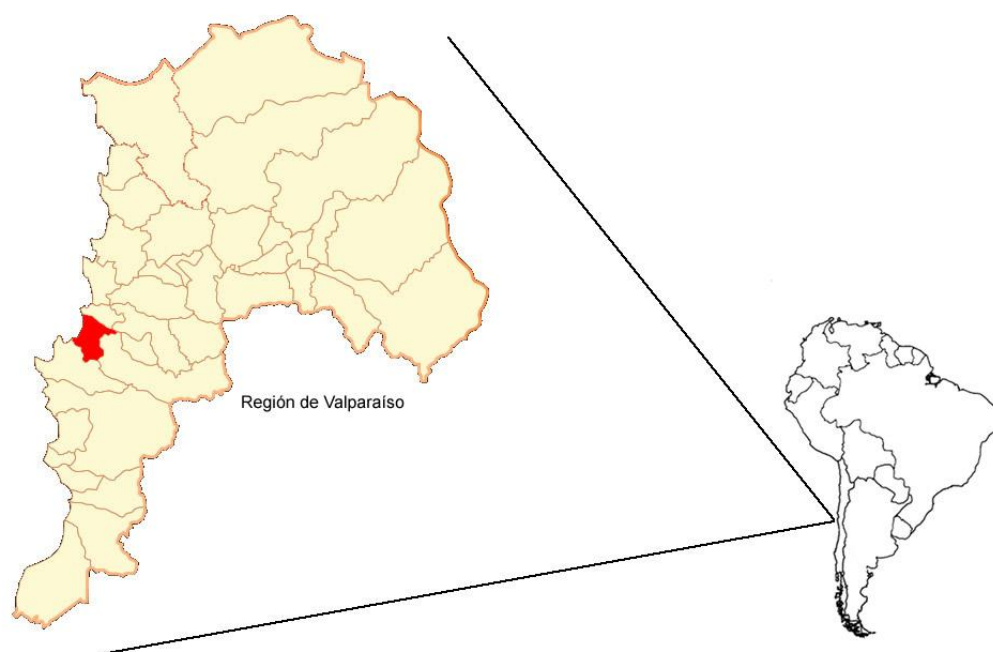
Dentro de la familia Colletidae, la subfamilia Diphaglossinae es considerada la más primitiva de acuerdo con su distribución Neotropical (Michener, 1979; Urban & Moure, 2001; Moure *et al.*, 2007), estructura del adulto (*e.g.* glosa bífida) (Mcginley, 1980; Michener & Brooks, 1984; Almeida, 2008) y rasgos biológicos, como por ejemplo, la manera en que hilan el capullo (McGinley, 1981; Rozen, 1984; Michener, 1986; Michener, 2007; Almeida, 2008). La tribu Diphaglossini comprende tres géneros: *Diphaglossa*, *Cadeguala* y *Cadegualina* (Michener, 1986; Urban & Moure, 2001; Michener, 2007; Moure *et al.*, 2007). Los géneros *Diphaglossa* y *Cadeguala* son importantes para Chile; el primero por ser un género monotípico y endémico (*i.e.* representado por *D. gayi* Spinola, 1851) y el segundo por poseer sólo dos especies (*i.e.* *C. albopilosa* Spinola, 1851 y *C. occidentalis* Haliday, 1836), las cuales son nativas y ampliamente distribuidas por el territorio nacional (Michener, 1966; Michener, 1979; Urban & Moure, 2001; Michener, 2007; Moure *et al.*, 2007; Montalva & Ruz, 2010).

Los estudios acerca de la biología y ecología de los Diphaglossini comenzaron con Janvier (1926, 1933), cuyos trabajos abarcan aspectos generales de la morfología, biología y nidificación de los géneros *Cadeguala* y *Diphaglossa*. Más tarde, Michener (1953) profundiza en el estudio de las larvas, haciendo descripciones detalladas de una gran cantidad de especies. En el caso de los Diphaglossini entrega una descripción detallada de la larva postdefecante de *C. albopilosa*. Un año después, Michener (1954) hace una breve descripción de la pupa de *C. albopilosa*. Posteriormente, McGinley (1981) toma los antecedentes de Janvier y Michener y hace un análisis de las larvas de la familia tratando de encontrar relaciones filogenéticas en base a los caracteres encontrados en este estado del desarrollo, llegando a la conclusión de que los caracteres en el estado larval apoyan la clasificación basada en los estados adultos. Sin embargo, McGinley no pudo contar con buen material de *C. occidentalis*, por lo que la descripción para esta abeja se basó principalmente en la cabeza. Oti *et al.* (1982) hacen una diferenciación entre las tribus Caupolicanini y Diphaglossini basado en los caracteres encontrados en larvas de *Crawfordapis*, *Ptiloglossa*, *Caupolicana* y *Cadeguala*. Rozen (1984) establece un perfil biológico de nidificación para varias especies de la subfamilia, entre ellas los géneros *Ptiloglossa*, *Crawfordapis*, *Caupolicana*, *Cadeguala*, etc., utilizando también gran parte de la información entregada por Janvier, específicamente de los géneros *Caupolicana*, *Diphaglossa* y *Cadeguala*. En el caso de este último género, Rozen trabajó con la especie *C. albopilosa*. Torchio & Burwell (1987) reexaminan material de *C. occidentalis* colectado en 1968 cerca de la localidad de Panguipulli (Región de los Ríos, Chile), determinando que estas abejas expresan algunas características no incluidas en el perfil biológico de la subfamilia. En este trabajo se destaca la descripción minuciosa de la pupa de *C. occidentalis*, la cual es comparada con pupas del género *Hylaeus* (Colletidae); también se determinan los períodos de nidificación y se dan algunos detalles de la estructura de los nidos; pero en el mismo trabajo mencionan que la información para la especie aún estaría incompleta.

En el presente trabajo se establece el perfil biológico y ecológico de *C. occidentalis*, en base a la recopilación de la información existente, complementándola con nuevos antecedentes recolectados en terreno, poniendo especial énfasis en la descripción de los estados inmaduros y los hábitos de nidificación. Además se entregan datos adicionales de asociación floral y ejemplares depositados en la colección del Instituto de Biología de la Pontificia Universidad Católica de Valparaíso.

## Materiales y Métodos

**Lugar de muestreo:** El área de estudio se encuentra ubicada en el sector de Miraflores, (33°00'83" S; 71°36'60" W) 16 km al noroeste de Valparaíso, 150 msnm (Figura 1). Esta se encuentra dominada por un clima del tipo mediterráneo, con precipitaciones en los meses de invierno, y períodos secos y calurosos en los meses de verano (Di Castri & Hajek, 1976). La vegetación está compuesta principalmente por un bosque del tipo esclerófilo mezclado con una plantación de eucaliptus (Figura 2). Entre las especies nativas se destacan *Peumus boldus* (Monimiaceae), *Cryptocarya alba* (Lauraceae), *Azara celastrina* (Flacourtiaceae), *Quillaja saponaria* (Quillajaceae), *Retanilla trinervia* (Rhamnaceae), *Podanthus mitiqui* (Asteraceae), *Otholobium glandulosum* (Fabaceae) y *Chusquea* sp. (Poaceae), mientras que entre las exóticas principalmente se encuentran *Eucaliptus globulus* (Myrtaceae), *Galega officinalis* (Fabaceae) y *Rubus ulmifolius* (Rosaceae).



**Figura 1.** Mapa mostrando el sitio de estudio en Quebradas de Miraflores, Viña del Mar, Chile.

Figure 1. Map showing the study site in Quebradas de Miraflores, Viña del Mar, Chile

Se visitó la zona entre los meses de Septiembre y Diciembre del 2005, Abril y Septiembre-Octubre del 2006 en cuyas fechas se hicieron excavaciones para extraer nidos, celdillas y estados inmaduros.

En el mes de Diciembre se extrajeron seis nidos; además se hicieron moldes de las galerías, para lo cual se utilizó una mezcla de colafría diluida con colorante (200cc colafría-10cc colorante-100cc agua), que se dejó escurrir por la entrada de los nidos.

Los ejemplares colectados en terreno se conservaron individualmente en alcohol al 70%. Posteriormente en el laboratorio las muestras fueron fotografiadas con una cámara Digital Olympus 5.1 megapíxeles y Microscopio estereoscópico Olympus SZ 61. Los moldes de las galerías se midieron en longitud con cinta métrica, el diámetro de entrada con pie de metro y su inclinación con transportador.

En el mes de Abril se extrajo 1 nido y varias celdillas de nidos cercanos. Para la denominación de los caracteres morfológicos se siguió la terminología técnica dada por Michener (1953), McGinley (1981) y Rozen (1984). Los ejemplares descritos se conservan en la colección personal del primer autor.

## Resultados

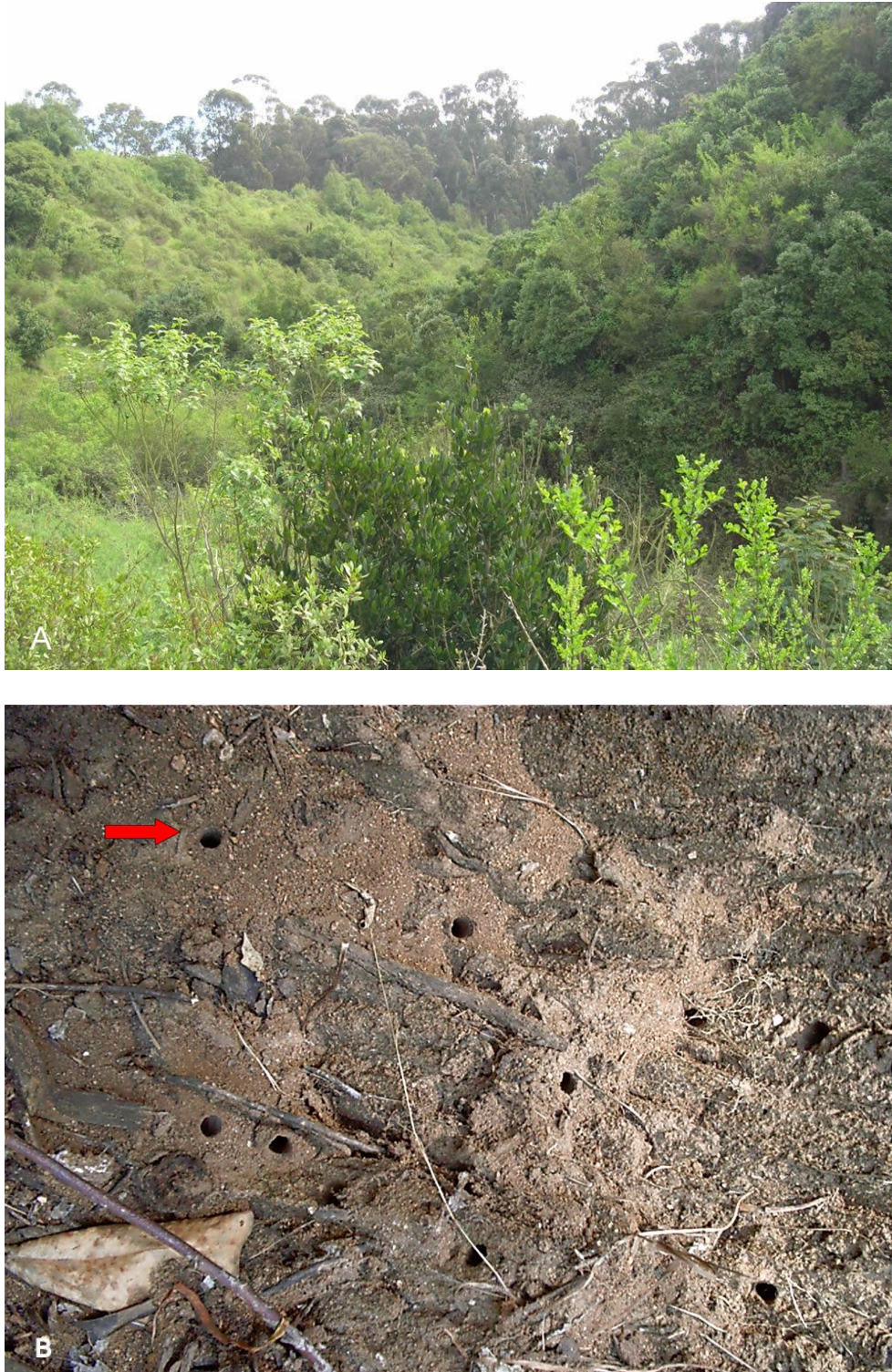
*C. occidentalis* es una especie que construye los nidos en el suelo, en agregaciones numerosas (Figura 2), aunque los nidos están aislados unos de otros, con galerías completamente separadas entre sí.

El sitio de nidificación presenta un terreno levemente compacto, húmedo de textura franco arcillo-arenosa. La agregación de nidos abarcaba dimensiones de 1,20 m por 1,70m, en la cual se distribuyen 158 entradas.

## Descripción de los nidos

El nido está conformado por una galería principal vertical (aunque se encontraron galerías diagonales incompletas) de aproximadamente 50-60 cm (Figura 3), la cual termina en una serie de celdillas (8-12) dispuestas en racimo. La entrada es circular y mide alrededor de  $8 \pm 0,5$  mm (n=60), la cual no presenta ninguna obstrucción ni tapa; en el exterior hay presencia de túmulo (Figura 3). Todas las galerías presentan revestimiento de características similares al material del cual se confeccionan las celdillas (ver abajo).

**Celdillas:** estructura cilíndricas de aproximadamente  $18 \pm 1,3$  mm de largo y  $8 \pm 0,5$  mm de diámetro (n=30), un poco curvadas con el ápice truncado, con presencia de cuello corto; la tapa de la celdilla se dispone a modo de corcho sobre el cuello (Figura 3). La pared presenta una membrana brillante impermeable, característica de la familia Colletidae (Figura 3 y 4). La distribución de las celdillas dentro del nido para todas es vertical, a veces sobrepuestas (Figura 3).



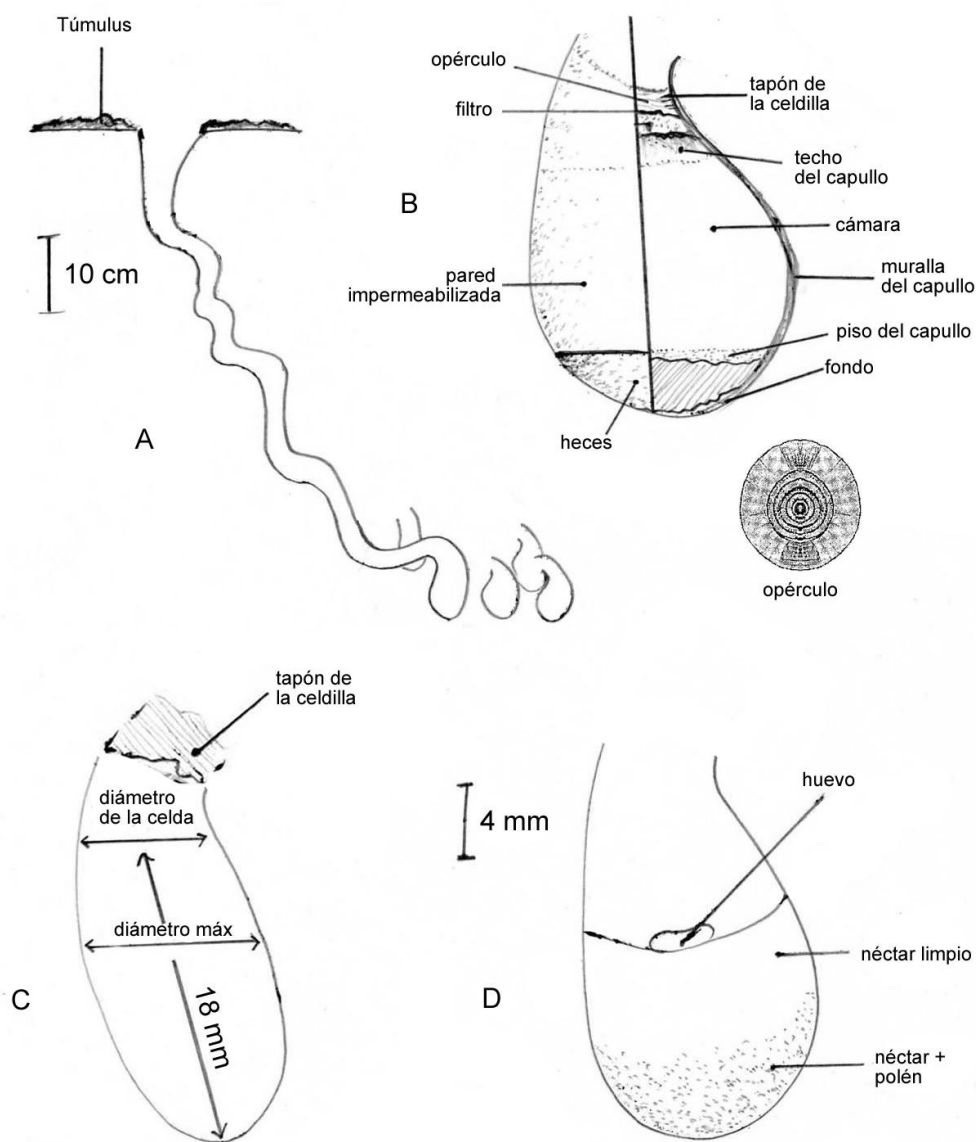
**Figura 2.** A. Hábitat de *C. occidentalis*. B. Agregación de nidos de *C. occidentalis*. Flecha roja muestra una entrada a un nido.

Figure 2. A. *C. occidentalis* habitat. B. *C. occidentalis* nest aggregation. Red arrow indicates a nest entrance.

En la primera etapa del desarrollo son de muy difícil extracción, puesto que el contenido es néctar casi en su totalidad, lo que las hace muy frágiles al tacto.

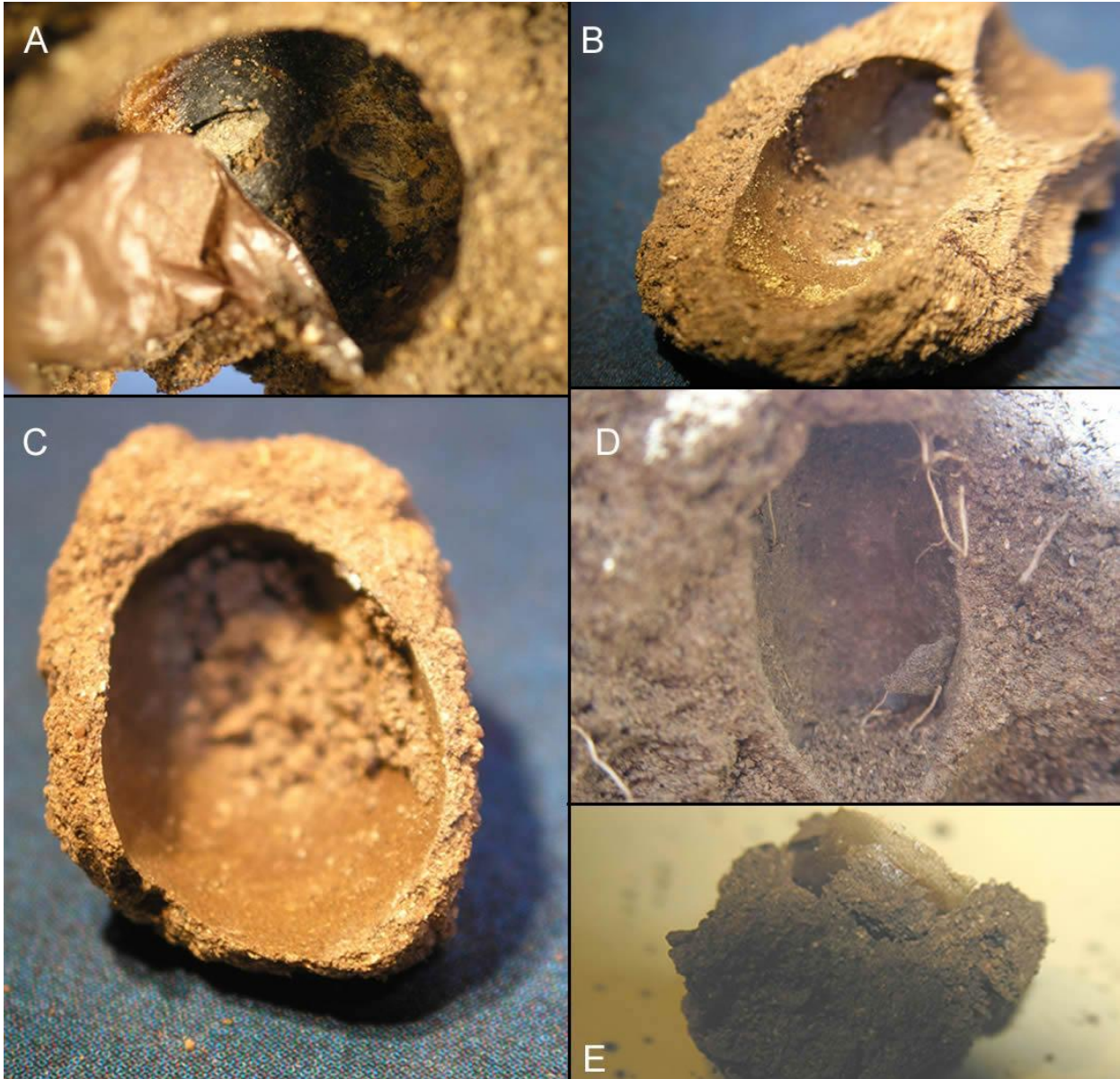
En el fondo de la celdilla se encuentra el depósito de heces y desechos los cuales se depositan en forma muy compacta y sellada después de la construcción del capullo (Figura 3 y 4).

**Recursos:** en casi su totalidad es néctar con una pequeña proporción de polen el cual se encuentra mezclado con el néctar en el fondo de la celdilla. El contenido néctar+polen, presenta un olor fermentado (Figura 3).



**Figura 3.** A. Diagrama de la estructura del nido; B. Diagrama de la celdilla; C. Dimensiones de la celdilla; D. Disposición del huevo y los recursos en la celdilla.

Figure 3. A. Diagram of the nest structure; B. Cell diagram; C. Size of the cell; D. Disposition of the egg and resources in the cell.



**Figura 4.** A. Interior de la celdilla y restos de membrana del capullo; B.- restos de celdillas; C. detalle membrana impermeabilizante de la celdilla; D. Restos de celdilla en terreno; E. Fondo de la celdilla con resto de heces y desechos.

Figura 4. A. Interior of the cell and remnants of the cocoon; B. remnants of the cells; C. details of the cells impermeable membrane; D. remnants of the cells in field; E. bottom of vacated cocoon, side view, showing dark cocoon wall and cell lining above and pale dried fecal material at very bottom.

### Descripción de los estados de desarrollo

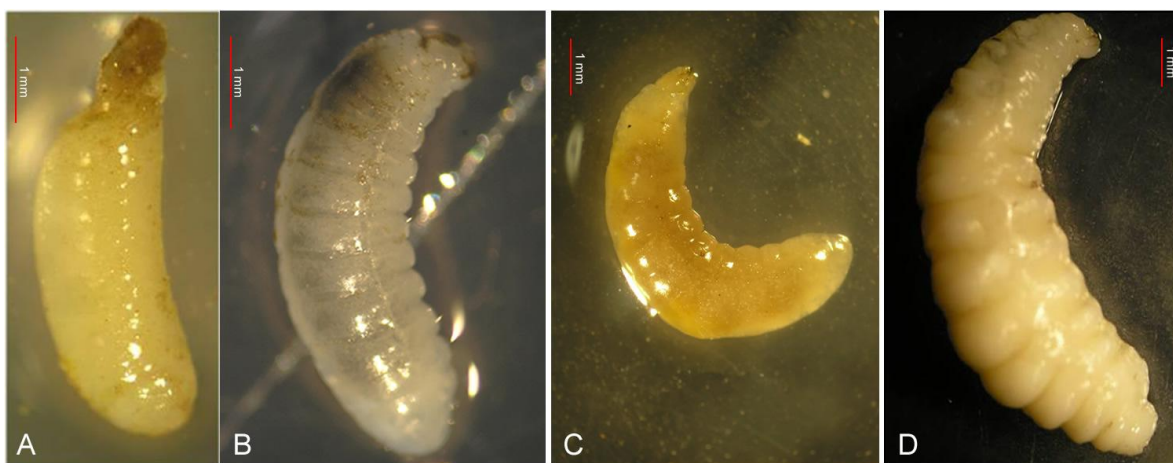
**Huevo:** Es de color blanco amarillento, brillante, de  $3 \pm 1$  mm de longitud (n=4). Forma cilíndrica, levemente encurvada (Figura 3). Este se encuentra dentro de la celdilla flotando sobre el néctar (Figura 3).

**Larvas:** Diferenciamos 5 estados larvales: larva primer estado, larva segundo estado, larva tercer estado o predefecante, larva postdefecante temprana o prepupa y larva postdefecante tardía o prepupa II. Estas se diferencian principalmente por su tamaño, cambios en estructuras morfológicas y estructuras anexas, además de su disposición en la celdilla.

**Larva estado I:** larva vermiforme, ápoda, tegumento transparente que deja ver el interior del individuo, el cual al estar lleno de néctar les confiere una tonalidad amarillo anaranjada; la forma general es similar a la del huevo, elíptica curvada, alrededor de  $4 \pm 0,5$  mm (n=7). En este estado el individuo aún se encuentra dentro del corión. Las segmentaciones del cuerpo son poco marcadas (Figura 5).

**Larva estado II:** larva vermiforme, como el estado anterior pero ligeramente más larga,  $6 \pm 0,5$  mm de longitud (n=10). El tegumento es turgente pero delicado al tacto, el cual presenta pequeñas puntuaciones. La segmentación corporal ya es notoria. No hay diferencias en el ancho de la parte anterior con respecto a la posterior. En este estado la larva ya se ha desecho totalmente del corión (Figura 5).

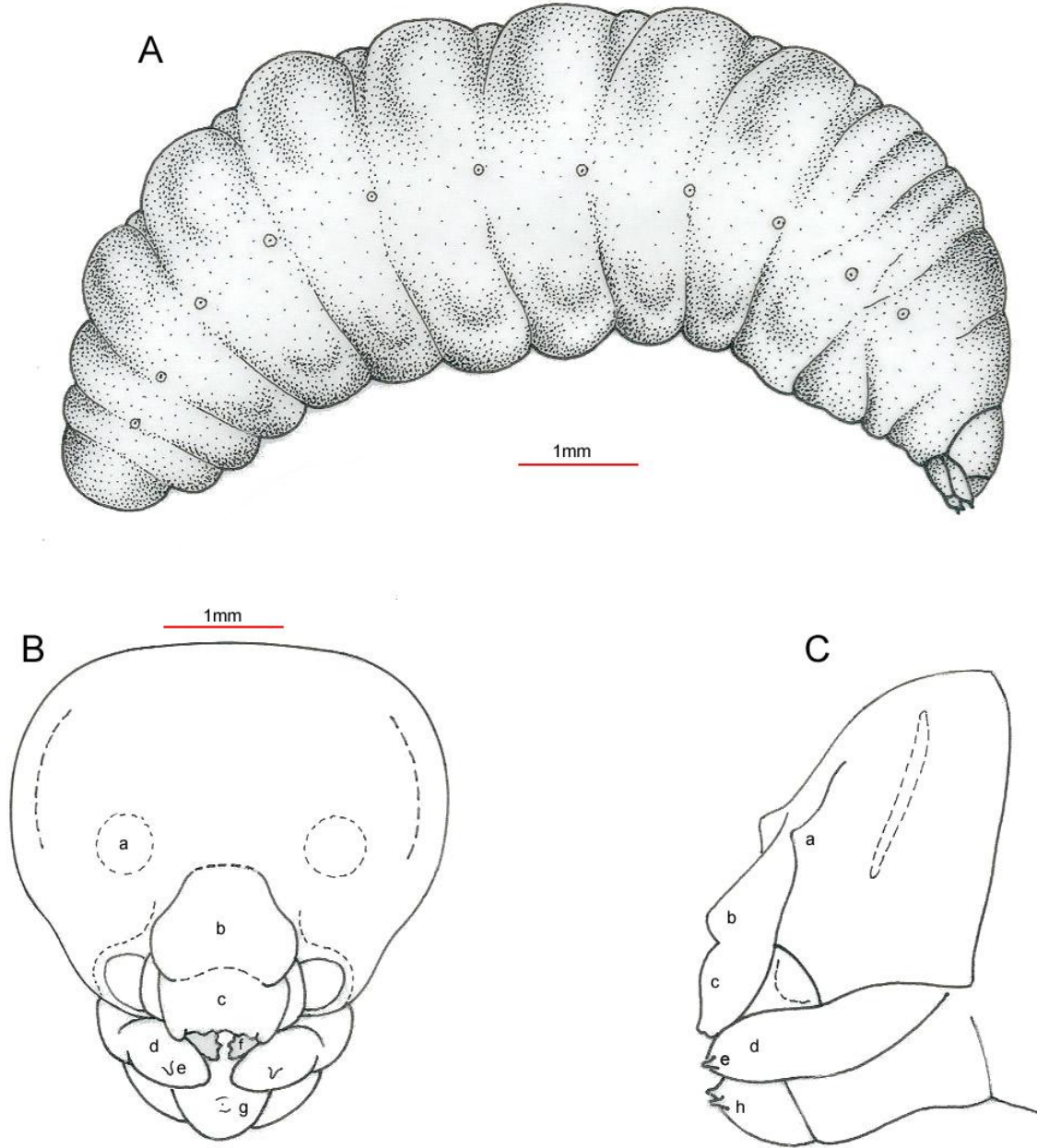
**Larva predefecante estado III:** larva eruciforme, ápoda. **Cabeza:** forma acorazonada esclerotización media, levemente alargada en vista frontal; labro no especulado; ausencia de sutura epistomal; sutura hipostomal y pleurostomal bien desarrolladas; espículas maxilares densas; protuberancia antenal poco marcada; disco antenal grande ubicado en la línea media de la cara. Mandíbula muy esclerotizada y multidentada. Palpos labiales elongados. Labios del salivario en forma de trompa, con abertura transversal. Hipofaringe delgada (Figura 7). **Cuerpo:** longitud  $9 \pm 0,5$  mm (n= 24); presenta mucho más turgencia que los estados anteriores. La coloración del tegumento es aún transparente por lo que se puede ver su interior amarillo anaranjado. Las protuberancias laterales y dorsales son poco pronunciadas (Figura 5).



**Figura 5.** Primeros estados del desarrollo de *C. occidentalis*; A. Larva I estado; B. Larva II estado; C. Larva III estado; D. Larva post-defecante o prepupa I.

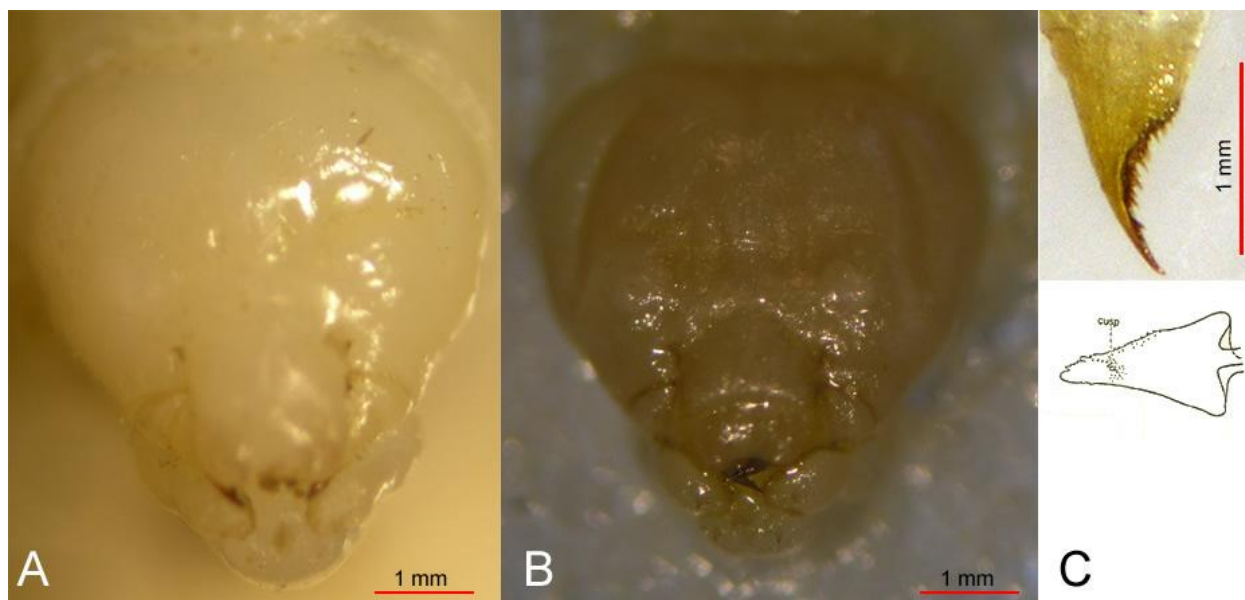
Figure 5. First developmental stages of *C. occidentalis*; A. Larval stage I; B. Larval stage II; C. Larval stage III; D. Larvae post-defecant or prepupae I.





**Figura 6.** A. Esquema de la larva postdefecante; B. Vista frontal cabeza de la larva postdefecante; C. Vista lateral de la cabeza de la larva postdefecante. a.- protuberancia antenal; b. cípeo; c. labro; d. maxila; e. palpo maxilar; f. mandíbula; g. labios y abertura del salivario; h. palpo labial.

Figure 6. A. Larvae postdefecant diagram; B. postdefecant larva head frontal view; C. lateral view of head postdefecant larva. a. antennal protuberance; b. clypeus; c. labrum; d. maxillae; e. maxillary palpus; f. mandible; g. salivary lips and salivary opening; h. labial palpus.



**Figura 7.** A. Cabeza larva predefecante; B. Cabeza larva postdefecante o prepupa; C. Detalle mandíbula derecha prepupa.

Figure 7. A. Head, predefecant larva; B. Head, postdefecant or prepupa; C. Right mandible, prepupa.

**Larva postdefecante tardía o pre-pupa II:** Este estado se encuentra dentro del capullo. **Cabeza:** Como en la larva postdefecante I (Figura 7). **Cuerpo:** Longitud  $9 \pm 0,5$  mm ( $n=10$ ). Larva eruciforme, curvatura bien marcada. Color blanco-amarillento. Protuberancias dorsolaterales marcadas, siendo más notorias en los segmentos III, IV y V. Presencia de protuberancias ventrales en segmentos IV, V, VI, VII y VIII (Figura 8).

**Pupa:** La pupa es semejante al adulto en su forma general, especialmente en la longitud de su armadura bucal. Coloración café-amarillo claro. Longitud  $14 \pm 0,5$  mm ( $n=10$ ). **Cabeza:** acorazonada; vértex con dos tubérculos distintivos en la posición de los ocelos; frente con tubérculos; ojos compuestos desarrollados de color café oscuro; antenas casi desarrolladas por completo; área malar alargada; gena con un tubérculo que termina abajo de la mandíbula. Piezas bucales completamente desarrolladas; glosa bífida de ápices agudos. **Cuerpo:** sin pelos; presencia de pupario o remanentes de él; más notorio en patas y antenas. Ángulos posteriores del pronoto pronunciados o ligeramente expandidos; escutelo con un par de grandes protuberancias erectas; espina apical interior a veces alargada. Metanoto con una protuberancia mediana. Téngulas con una protuberancia dorsal. Presencia de esbozos alares. Cada coxa (anterior, media y posterior) con espina apical interna, a veces alargada. Trocánter (anterior, medio y posterior) con espina apical posterior que puede ser inusualmente larga. Fémur anterior con protuberancia y espina. Tergos metasomales I, II, III, IV y V con bandas de color café oscuro distalmente, también tergos II, III, IV y V con espículas pequeñas, grandes o muy grandes (Figura 8).



**Figura 8.** A. prepupa II; B. pupa incompleta; C. pupa completa.

Figure 8. A. prepupa II; B. incomplete pupa; C. complete pupa.

**Adultos:** En el mes de Abril dentro de las celdillas sólo encontramos adultos por lo que este es el morfo hibernante para la especie (Figura 9). También se observó que hay una diferencia en la distribución de los sexos dentro del nido, ya que los machos siempre se encontraron en las celdillas superiores, mientras que todas las hembras estaban en las celdillas inferiores.



**Figura 9.** Adulto hibernante dentro de la celdilla. Detalle del opérculo. La línea amarilla indica el contorno de la celda.

Figura 9. hibernating adult inside of cell with a detail of the operculum. Yellow line indicates the contour of the cell.

## Discusión

**Aspectos de nidificación:** En la familia Colletidae la evolución de los sistemas de nidificación van desde las abejas cavadoras hasta las que construyen sus nidos en madera (Xeromelissinae-Hylaeinae), siendo estas últimas las más derivadas (Almeida, 2008). En el caso de *C. occidentalis* presenta un tipo de nidificación primitivo, por el tipo de sustrato, la composición química y que conforma la membrana de la celdilla, el tipo de recurso dentro de las celdillas y por el tipo de hilado del capullo (Almeida, 2008), en cuanto a la estructura de nidificación esta sería similar al

que poseen las avispas esfeciformes (Michener 1953, 2007; Almeida, 2008). El tipo de requerimientos de suelo según Rozen (1984) para la subfamilia sería areno-arcilloso por lo que *C. occidentalis* se ajustaría a ese patrón. El área de nidificación aunque presenta agregaciones de nidos, estos no corresponderían a un sistema social, puesto que todos los nidos están individualizados, no conectados y no se observó la interacción entre las hembras. Por otra parte, Janvier (1926) y Torchio & Burwell (1987) indican que la especie reutiliza los nidos año tras año y Rozen (1984) lo señala como un rasgo característico de la subfamilia y una de las posibles razones de la existencia de agregaciones tan numerosas. Nuestra área de nidificación se encuentra activa desde el 2005 (posiblemente antes) a la fecha, confirmando estas observaciones.

Dentro de los rasgos de las celdillas, el modelo sería distinto al presentado por otras especies de la subfamilia, en especial el ángulo de inclinación y el tamaño del cuello, que en géneros como *Ptiloglossa* y *Crawfordapis* es mucho más marcado (Rozen, 1984). La presencia de la membrana impermeable, la cual es característica de Colletidae (Cane, 1981; Michener, 2007; Almeida, 2008), es muy delgada en comparación con otras abejas del grupo (Almeida, 2008). Las membranas están confeccionadas de las secreciones producidas por la glándula de Dufours y/o glándulas salivales (Hefetz *et al.*, 1979; Cane, 1981; Almeida, 2008) y su propiedad impermeable ayudaría a evitar el colapso de la celdilla por la humedad, la fuga de las provisiones y la invasión de hongos (Hefetz *et al.*, 1979; Torchio, 1987; Almeida, 2008). Con respecto a las propiedades de la membrana se ha planteado que podrían poseer una capacidad antiséptica, la cual inhibiría el crecimiento de hongos y bacterias dentro de la celdilla, estas propiedades estarían conferidas por terpenoides acíclicos volátiles y metabolitos secundarios de ácidos grasos secretados por las glándulas mandibulares de la hembra (Cane *et al.*, 1983). Vinson *et al.* (2006) encontraron ácido levulinico en las celdillas de varias especies de *Centris*, el cual también actuaría como antifúngico. En relación a *C. occidentalis* faltan estudios al respecto.

La distribución de las celdillas guarda un patrón similar a otras especies de la subfamilia y la distribución de los sexos dentro del nido con machos ubicados en las celdillas superiores, es un patrón que se repite en varios grupos de la superfamilia y estaría relacionado con el carácter protándrico de las especies (Stephen *et al.*, 1969).

**Recursos:** La presencia de provisiones que en su mayor proporción son semilíquidas o líquidas también se ha observado en los géneros *Caupolicana*, *Crawfordapis* y *Ptiloglossa* (Robert, 1971; Otis *et al.*, 1982; Rozen, 1984; Roubik & Michener, 1985; Wuellner & Jang, 1996), siendo este un carácter primitivo dentro de Apoidea (Almeida, 2008). Por otra parte, Roberts (1971) encontró levaduras creciendo dentro del néctar de la especie *Ptiloglossa ginnae*, lo cual la abeja usaría como complemento alimenticio; en el caso de *C. occidentalis* faltan estudios al respecto, como también en relación al hecho de que el néctar se encuentra fermentado dentro de las celdillas.

**Estados inmaduros:** Para *C. occidentalis* se encontraron 5 estadios larvales diferenciables, anteriormente sólo se había descrito la prepupa de la especie (Janvier, 1926; McGinley, 1981). Dentro de las características a destacar están labios del salivario, los cuales son pronunciados. Esto es un rasgo característico y único dentro de los Diphaglossinae y tienen la función de crear la seda con la que se confecciona el capullo (Rozen, 1984), en el caso de *Cadeguala* la abertura del salivario es transversal, lo que es un carácter propio del género (McGinley, 1981). También se

destaca la presencia de maxilas densamente espiculadas carácter que también es diagnóstico para el género (Mcginley, 1981). La presencia de mandíbulas multidentadas y con espículas es un rasgo muy primitivo dentro de las abejas (Michener, 1953).

Dentro de la prepupa pudimos diferenciar dos fases: la prepupa temprana que es más similar al estadio III, pero la prepupa temprana está dentro del capullo y es postdefecante. La prepupa tardía tiene protuberancias dorsoventrales muy marcadas y más similares a lo que denominamos pupa incompleta. El proceso es gradual y puede observarse en detalle en la Figura 8.

El estado hibernante en esta especie son los adultos, comportamiento que difiere a lo mostrado por la subfamilia y la mayoría de las abejas, ya que por lo general el estado hibernante es la prepupa (Stephen *et al.*, 1969).

**Tabla 1.** Esquema representativo de la fenología de *C. occidentalis* para el sector de Miraflores, Viña del Mar, Chile (hay que tener presente que las fechas pueden variar dependiendo de la zona geográfica donde se encuentre *C. occidentalis*). Adulto I representa al morfo hibernante y adulto II representa a los adultos reproductivos en periodo de vuelo y forrajeo.

Table 1. Diagram of the *C. occidentalis* phenology in Miraflores, Viña del Mar, Chile (dates may vary depending on the geographic area of *C. occidentalis*). Adult I refers to hibernating morph while Adult II refers to the reproductive instar characterized by flight and foraging.

	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.
Huevo												
Larva I												
Larva II												
Larva III												
Prepupa I												
Prepupa II												
Pupa												
Adultos I												
Adultos II												

**Notas acerca de la fenología de *C. occidentalis*:** El periodo de desarrollo de *C. occidentalis* fue descrito por Janvier (1926) el cual no parece tener diferencias con el trabajo de Torchio y Burwell (1987) o nuestras observaciones salvo el desplazamiento de fechas dependiendo de la zona geográfica donde se encuentra.

El tiempo de desarrollo es muy rápido, en especial en las primeras etapas, teniendo estimado en 3 meses el tiempo que toma el ciclo de huevo a adulto, siendo la larva III y la prepupa los estados de mayor duración de un poco menos que un mes cada una. Otro punto interesante es que el estado hibernante de *C. occidentalis* es el adulto, a diferencia de que en la mayoría de las abejas es la prepupa (Stephen *et al.* 1969). En la tabla 1 se presenta un esquema de la posible fenología de *C. occidentalis* en base a los estados colectados en terreno Miraflores. El esquema tiene datos de colecta sobrepuestos y no implican la real duración de un estado, pues estos pueden ser menores; por ejemplo, el huevo puede durar solo 4 días (Rozen com. pers.).

**Tabla 2.** Especies vegetales visitadas por *C. occidentalis*. \* indica planta introducida.

Table 2. Plant species visited by *C. occidentalis*. \* indicates introduced plant.

Espece	Familia	Referencia
<i>Adesmia brachysemeon</i>	Fabaceae	Arroyo <i>et al.</i> , 1982
<i>Adesmia montana</i>	Fabaceae	Arroyo <i>et al.</i> , 1982
<i>Alonsoa meridionalis</i>	Scrophulariaceae	Montalva <i>et al.</i> en prensa
<i>Aristotelia chilensis</i>	Elaeocarpaceae	Obs. Pers.
<i>Cryptocarya alba</i>	Lauraceae	Montalva <i>et al.</i> en prensa
<i>Galega officinalis</i> *	Fabaceae	Obs. Pers.
<i>Lithraea caustica</i>	Anacardiaceae	Obs. Pers.
<i>Loasa heterophylla</i>	Loasaceae	Arroyo <i>et al.</i> , 1982
<i>Loasa tricolor</i>	Loasaceae	Jaffuel & Piron, 1926; Montalva <i>et al.</i> en prensa
<i>Loasa triloba</i>	Loasaceae	Montalva <i>et al.</i> en prensa
<i>Pasithea caerulea</i>	Liliaceae	Montalva <i>et al.</i> en prensa
<i>Phacelia secunda</i>	Hydrophyllaceae	Arroyo <i>et al.</i> , 1982
<i>Otholobium glandulosum</i>	Fabaceae	Jaffuel & Piron, 1926; Janvier, 1926
<i>Retanilla trinervia</i>	Rhamnaceae	Obs. Pers.
<i>Schinus latifolius</i>	Anacardiaceae	Obs. Pers.
<i>Solanum ligustrinum</i>	Solanaceae	Janvier, 1926
<i>Solanum maritimum</i>	Solanaceae	Montalva <i>et al.</i> en prensa
<i>Solanum nigrum</i>	Solanaceae	Janvier, 1926
<i>Solanum tomatillo</i>	Solanaceae	Jaffuel & Piron, 1926
<i>Stachys albicaulis</i>	Lamiaceae	Arroyo <i>et al.</i> , 1982
<i>Talguenea quinquenervia</i>	Rhamnaceae	Montalva <i>et al.</i> en prensa
<i>Teucrium bicolor</i>	Lamiaceae	Jaffuel & Piron, 1926; Janvier, 1926
<i>Trichopetalum plumosum</i>	Liliaceae	Obs. Pers.
<i>Ugni molinae</i>	Myrtaceae	Neira <i>et al.</i> , 2003

**Asociación floral:** Packer y colaboradores (2005) plantean que *C. occidentalis* es una especie poliléctica, pero no se da mayor detalle de las plantas que la abeja visitaría. En base al material bibliográfico, datos de campo y etiquetas de los especímenes depositados en la colección de la PUCV, presentamos un registro de las plantas a las cuales se asocia esta especie (Tabla 2).

**Registro de los ejemplares depositados en la colección de la PUCV y en la colección personal del primer autor (CPA):** 11-01-1953 N. Hichins, Los Lilenes (1 ♀); 12-09-1957 H. Toro, El Salto (1 ♀); 12-09-1957 H. Toro, El Salto (1 ♂); 05-11-1957 H. Toro, El Salto (2 ♂); 03-11-1957 H. Toro, El Salto (1 ♂); 17-09-1958 H. Toro, Los Andes (2 ♀); 17-09-1958 H. Toro, Los Andes (4 ♂); 18-09-1958 H. Toro, Los Andes (1 ♀); 18-09-1958 H. Toro, Los Andes (4 ♂); 20-09-1958 E. Villa, Los Andes (1 ♂); 20-09-1958 H. Toro, Los Andes (1 ♀); 01-10-1958 H. Toro, Con Con (2 ♂); 05-10-1958 H. Toro, Con Con (1 ♀); 05-10-1958 H. Toro, Con Con (4 ♂); 02-11-1958 H. Toro, El Salto (5 ♀); 07-11-1958 H. Toro, Valparaíso (2 ♂); 20-11-1958 L. Navea, Quilpué (1 ♀); 23-11-1958 H. Toro, Los Andes (2 ♀); 24-11-1958 H. Toro, El Salto (1 ♀); 24-11-1958 H. Toro, El Salto (13 ♂); 13-12-1958 H. Toro, El Salto (3 ♀); 11-10-1959 H. Toro, Con Con (1 ♂); 08-11-1959 H. Toro, Quilpué (1 ♀); 13-12-1959 H. Toro, El Salto (1 ♀); 20-01-1960 J. Saldes, Loncoche (1 ♀); 10-12-1961 J. Catalán, Las Peñas (7 ♀); 10-12-1961 J. Catalán, Las Peñas (3 ♂); 25-09-1962 H. Toro, Quintero (2 ♀); 25-09-1962 H. Toro, Quintero (20 ♂); 10-10-1962 M. Guzmán, El Salto (1 ♀); 10-10-1962 M. Guzmán, El Salto (2 ♂); 12-10-1962 V. Cabezas, Quintero (1 ♀); 12-10-1962 V. Cabezas, Quintero (2 ♂); 12-10-1962 E. De la Hoz, Quintero (2 ♀); 14-10-1962 V. Campos, Quintero (1 ♂); 22-10-1962 V. Campos, Quintero (3 ♀); 22-10-1962 V. Campos, Quintero (2 ♂); 25-10-1962 H. Toro, Quintero (2 ♀); 25-10-1962 H. Toro, Quintero (7 ♂); 27-10-1962 H. Toro, Quintero (4 ♀); 28-09-1962 D. von Nievelt, Quintero (2 ♀); 28-09-1962 D. von Nievelt, Quintero (2 ♂); 28-09-1962 V. Cabezas, Quintero (1 ♀); 28-09-1962 L. Gonzalez, Quintero (1 ♂); 13-10-1962 Celestini, Las Peñas (2 ♀); 02-11-1962 N. Hichins, Quebrada Escobar (1 ♂); 23-11-1962 H. Toro, Quintero (2 ♀); 25-11-1962 J. Solervicens, Colliguay (1 ♀); 13-10-1963 Dazarola, Con Con (2 ♀); 15-10-1963 Dazarola, Belloto (3 ♀); 27-10-1963 E. Cruzat, Quintero (1 ♀); 27-09-1964 E. De la Hoz, Reñaca (1 ♀); 27-09-1964 H. Toro, Reñaca (7 ♀); 27-09-1964 H. Toro, Reñaca (1 ♂); 11-10-1964 E. De la Hoz, Colliguay (7 ♂); 12-10-1964 E. Chiappa, Colliguay (2 ♂); 18-10-1964 H. Toro, Colliguay (1 ♂); 18-10-1964 V. Cabezas, Colliguay (6 ♂); 18-10-1964 E. Chiappa, Colliguay (1 ♀); 18-10-1964 E. Chiappa, Colliguay (4 ♂); 18-10-1964 Rojas, Colliguay (5 ♂); 25-10-1964 E. De la Hoz, Horcones (4 ♂); 25-10-1964 H. Toro, Horcones (1 ♂); 08-12-1964 E. De la Hoz, Valparaíso (1 ♀); 07-11-195 De la Hoz, Los Lilenes (1 ♀); 21-11-1965 De la Hoz, Cajón del Maipo (1 ♀); 13-12-1965 H. Toro, Mantagua (1 ♀); 04-01-1966 L. Ruz, Placilla (1 ♂); 29-12-1966 H. Toro, Granizo (1 ♂); 31-12-1966 H. Toro, Marga-Marga (1 ♀); 31-12-1966 H. Toro, Marga-Marga (1 ♂); 08-10-1967 H. Toro, El Salto (2 ♂); 15-10-1967 L. Ruz, Los Lilenes (7 ♂); 17-10-1967 L. Ruz, Los Lilenes (1 ♂); 12-11-1967 Montenegro, Granizo (3 ♀); 12-11-1967 Dazarola, La Campana (1 ♀); 12-09-1968 H. Toro, Vicuña (1 ♂); 12-09-1968 L. Ruz, Vicuña (1 ♀); 21-09-1968 De la Hoz, Choapa (1 ♀); 21-09-1968 De la Hoz, Choapa (1 ♂); 21-09-1968 H. Toro, Choapa (1 ♀); 21-09-1968 H. Toro, Choapa (2 ♂); 21-09-1968 L. Ruz, Choapa (2 ♂); 12-10-1968 L. Noziglia, Horcón (1 ♂); 12-10-1968 P. Ramírez, Horcón (1 ♂); 23-11-1968 Montenegro, El Salto (3 ♂); 14-10-1969 H. Toro, El Salto (1 ♂); 15-11-1969 H. Toro, Río Blanco (1 ♂); 08-12-1969 H. Toro, El Salto (2 ♀); 09-12-1969 L. Ruz, Río Blanco (1 ♂); 09-10-1970 H. Toro, Fray Jorge (1 ♂); 01-02-1971 M. Pino, Puerto Montt (2 ♀); 11-12-1979 P. Ulsar, Farellones (1 ♂); 15-12-1979 P. Ulsar, Farellones (2 ♂); 18-12-1979 P. Ulsar, Farellones (1 ♂); 26-12-1979 P. Ulsar, Farellones (1 ♂); 30-12-1979 P. Ulsar, Farellones (1 ♂); 23-11-1980 R. Aldunate, Curicó (3 ♂); 23-11-1980 J. Magunacelaya, Curicó (4 ♂); 23-11-1980 H. Toro, Curicó (5 ♂); 23-11-1980 E. De la Hoz, Curicó (1



♂); 23-11-1980 O. Martínez, Curicó (1 ♂); 23-11-1980 M. Rojas, Curicó (1 ♂); 27-11-1980 J. Magunacelaya, Queuco (1 ♀); 27-11-1980 J. Magunacelaya, Queuco (10 ♂); 28-11-1980 H. Burgos, Linares (1 ♀); 28-11-1980 H. Burgos, Linares (3 ♂); 28-11-1980 J. Magunacelaya, Linares (2 ♂); 28-11-1980 F. Rodríguez, Linares (3 ♂); 01-02-1981 F. Rodríguez, Cobquecura (1 ♀); 07-11-2007 J. Montalva, Peñalolén (5 ♀-CPA); 11-10-2008 J. Montalva, Nancagua (4 ♀-CPA); 11-10-2008 B. Castro, Nancagua (2 ♀-CPA); 16-10-2009 J. Montalva, Sausalito (2 ♀-CPA); 23-10-2009 J. Montalva, Sausalito (1 ♀-CPA); 26-12-2009 J. Montalva, Miraflores (1 ♀-CPA).

### Agradecimientos

Quisiéramos agradecer al Dr. Jerome G. Rozen del American Museum of Natural History, por sus valiosos comentarios a nuestro trabajo de campo. A Carmen Tobar y Javiera Aguirre por los dibujos en el texto. Al Dr. Felipe Vivallo de la Universidad Federal de Paraná y la Dra. Leah Dudley de la Universidad de California Santa Bárbara, como así también a Eduardo Faúndez y a un revisor anónimo que con sus comentarios han ayudado a mejorar el manuscrito. También quisiéramos agradecer a Andrea Pino y Cristhopher Guerra por su valiosa ayuda en los trabajos de campo.

### Referencias bibliográficas

- Almeida, E., 2008. Colletidae nesting biology (Hymenoptera: Apoidea). *Apidologie*, 39: 16-29.
- Arroyo, M. T. K., R. Primack & J. Armesto, 1982. Community studies in pollination ecology in the high temperate Andes of Central Chile. I. Pollination mechanisms and altitudinal variation. *American Journal of Botany*, 69 (1): 82-97.
- Cane, J. H., 1981. Dufour's gland secretion in the cell linings of bees (Hymenoptera: Apoidea). *Journal of Chemical Ecology*, 7: 403-410.
- Cane, J. H., S. Gerdin & G. Wife, 1983. Mandibular gland secretions of solitary bees (Hymenoptera: Apoidea): Potential for nest disinfection. *Journal of the Kansas Entomological Society*, 56: 199-204.
- Chiappa, E. & H. Toro, 1994. Comportamiento reproductivo de *Centris mixta tamarugalis* (Hymenoptera: Anthophoridae). II parte: nidificación y estados inmaduros. *Revista Chilena de Entomología*, 21: 99-115.
- Di Castri, F. & E. Hajek, 1976. *Bioclimatología de Chile*. Pontificia Universidad Católica de Chile, Santiago de Chile.
- Flores-Prado, L., E. Chiappa & H. M. Niemeyer, 2008. Nesting biology, life cycle, and interactions between females of *Manuelia postica*, a solitary species of the Xylocopinae (Hymenoptera: Apidae). *New Zealand Journal of Zoology*, 35: 93-102.
- Hefetz, A., H. M. Fales & S. W. T. Batra, 1979. Natural polyesters: Dufour's gland macrocyclic lactones form brood cell laminesters in *Colletes* bees. *Science*, 204: 415-417.
- Jaffuel, F. & A. Piri6n, 1926. Hymen6pteros del Valle del Marga-Marga. *Revista Chilena de Historia Natural*, 30(1): 362-383.

- Janvier, H., 1926. Recherches biologiques sur les Hyménoptères du Chili. *Ann. Sci. Nat. Zool.*, 10(9): 113-349.
- Janvier, H., 1933. Etude biologique de quelques Hyménoptères du Chili. *Ann. Sci. Nat. Zool.*, 10(16): 209-346.
- King, J., 1984. Immature stages of some *Megachilidae* (Hymenoptera: Apoidea). *Journal of the Australian Entomological Society*, 23: 51-57.
- McGinley, R. J., 1980. Glossal morphology of the Colletidae and recognition of the Stenotritidae at the family level. *Journal of the Kansas Entomological Society*, 53:539-552.
- McGinley, R. J., 1981. *Systematics of the Colletidae based on mature larvae with phenetic analysis of Apoid larvae* (Hymenoptera: Apoidea). University of California Press. 307 pp.
- McGinley, R. J., 1989. A catalog and review of immature Apoidea (Hymenoptera). *Smithsonian Contributions to Zoology*, 494: 24 pp.
- Michener, C., 1953. Comparative morphological and systematic studies of bee larvae with a key to the families of hymenopterous larvae. *The University of Kansas Science Bulletin*, 35(8): 987-1102.
- Michener, C., 1954. Observations on the pupae of bees. *Pan-Pacific Entomologist*, 30: 63-70.
- Michener, C., 1964. Evolution of the nests of bees. *American Zoologist*, 4(2): 227-239.
- Michener, C., 1966. The classification of the Diphaglossinae and North American species of the genus *Caupolicana* (Hymenoptera, Colletidae). *The University of Kansas Science Bulletin*, 46(20): 717-751.
- Michener, C., 1979. Biogeography of the Bees. *Annals of the Missouri Botanical Garden*, 66 (3): 277-347.
- Michener, C., 1986. A Review of the Tribes Diphaglossini and Dissoglottini (Hymenoptera, Colletidae). *The University of Kansas Science Bulletin*, 53(4): 183-214.
- Michener, C., 2007. *The Bees of the World*. Johns Hopkins University Press. Second edition. 913 pp.
- Michener, C. & R. W. Brooks, 1984. Comparative study of the glossae of bees (Apoidea). *Contrib. Amer. Ent. Inst.*, 22(1):1-73.
- Montalva, J., B. Castro & J. L. Allendes, en prensa. Las Abejas (Hymenoptera: Apoidea) del Jardín Botánico Chagual: Estudio de caso de abejas en zonas urbanas. *Revista del Jardín Botánico Chagual*.
- Montalva J. & L. Ruz, 2010. Actualización a la lista sistemática de las abejas chilenas (Hymenoptera: Apoidea). *Revista Chilena de Entomología*, 35: 15-52.
- Murao, R. & O. Tadauchi, 2005. Description of Immature Stages of *Colletes esakii* (Hymenoptera, Colletidae). *Esakia*, 45: 55-60.
- Neira, M., R. Silvestre, M. Riveros, R. Carrillo & C. Cardenas, 2003. Biología reproductiva y entomofauna asociada a flores de murta (*Ugni molinae* Turcz.) y evaluación del comportamiento de los himenopteros polinizadores. *Revista Chilena de Entomología*, 29: 5-18.
- Otis, G. W., R. J. McGinley, L. Garling & L. Malaret, 1982. Biology and systematics of the bee genus *Crawfordapis* (Colletidae, Diphaglossinae). *Psyche*, 89: 279-296.
- Packer, L., A. Zayed, J. C. Grixti, L. Ruz, R. Owen, F. Vivallo & H. Toro, 2005. Conservation genetics of potentially endangered mutualisms: reduced levels of genetic variation in specialist versus generalist bees. *Conservation Biology*, 19: 195-202.

- Roberts, R. B., 1971. Biology of the crepuscular bee *Ptiloglossa guinnae* n. sp. with notes on associated bees, mites, and yeasts. *Journal of the Kansas Entomological Society*, 44: 283-294.
- Roubik, D. & C. Michener, 1985. Nesting biology of *Crawfordapis* in Panama. *Journal of the Kansas Entomological Society*, 57: 662-671.
- Rozen, J., 1984. Nesting biology of Diphaglossinae bees (Hymenoptera: Colletidae). *American Museum Novitates*, 2786: 1-33.
- Rozen, J. & S. Kamel, 2007. Investigations on the biologies and immature stages of the cleptoparasitic bee genera *Radoszkowskiana* and *Coelioxys* and their *Megachile* hosts (Hymenoptera, Apoidea, Megachilidae, Megachilini). *American Museum novitates*. 3573: 1-43.
- Spinola, M., 1851. Fauna chilena. Insectos. pp. 220-221. En: Gay, C. Historia Física y Política de Chile, Tomo 6.
- Stephen, W. P., G. E. Bohart, & P. F. Torchio, 1969. *The biology and external morphology of bees*. Oregon State University Agricultural Experiment Station. 140 pp
- Torchio, P. F. & Burwell, 1987. Notes on the biology of *Cadeguala occidentalis* (Hymenoptera: Colletidae) and review of Colletidae pupae. *Annals of the Entomological Society of America*, 80(6): 781-789.
- Vinson, S. B., G. W. Frankie, H. J. Williams, 2006. Nest liquid resources of several cavity nesting bees in the genus *Centris* and the identification of a preservative, levulinic acid. *Journal of Chemical Ecology*, 32(9): 2013-2021.
- Wuellner, C. T. & Y. Jang, 1996. Natural History of a Ground-Nesting Solitary Bee, *Crawfordapis luctuosa* (Hymenoptera: Colletidae). *Journal of the Kansas Entomological Society*, 69(3): 211-221.