

DESCRIPCION DE LOS ESTADOS PREIMAGINALES DE *SPHEX LATREILLEI* LEPELETIER (HYMENOPTERA: SPHECIDAE)¹

ELIZABETH CHIAPPA¹, MILENA LIZANA ¹ Y HAROLDO TORO ²

RESUMEN

Se describe el huevo, estados larvales, pupa macho y hembra y el capullo de *S. latreillei*.

ABSTRACT

Eggs, immature stages of development, male and female pupae and cocoon of *S. latreillei* Lepelletier are described.

INTRODUCCION

Las especies del género *Sphex* constituyen un grupo de avispas que excavan sus nidos en el suelo, ocupando la misma área de nidificación año tras año (Krombein, 1979; 1984). Un completo resumen de los datos biológicos de la Familia Sphecidae es presentado por Iwata (1976), indicando que las presas para alimentar a las larvas, corresponden a ninfas o adultos de las Familias Tettigoniidae y Gryllacrididae (Orthoptera). La mayor parte de las especies del género practican aprovisionamiento masivo para alimentar las larvas y construyen nidos multicelulares. A diferencia de lo indicado por Iwata (*op.cit.*), *S. latreillei* practica abastecimiento progresivo y también inusualmente, construye nidos con una sola celda (Chiappa *et al.*, 1996).

Importantes contribuciones (Asís *et al.*, 1990;

Evans, 1964 a,b, 1966; Evans & Lin, 1956; Iida, 1967, 1969; Tsuneki & Iida, 1969), han puesto en evidencia la relevancia de los caracteres larvales tanto en la comprensión de la biología de las especies como su utilización en la interpretación de la filogenia. En este último sentido, los nuevos aportes ayudan al esclarecimiento de problemas sistemáticos, muy frecuentes en este grupo de avispas (Evans, 1964a).

En Chile, realizando trabajos pioneros sobre el comportamiento y biología de himenópteros, Janvier (1926) describe los estados preimaginales de huevo y larva postdefecante de esta especie. Disponiendo de abundante material y numerosas observaciones realizadas en la zona central de Chile, el presente trabajo, presenta un estudio de la morfología de los estados larvales, pupa y capullo del *S. latreillei*, poniendo especial atención en algunas estructuras esenciales que pueden facilitar una comparación posterior con otras larvas del género o de la subfamilia.

MATERIALES Y METODOS

Las larvas se colectaron excavando nidos, en un área de nidificación en la zona de Parral (36° 09' S - 71° 50' W), en la VII Región de Chile; las

¹Trabajo financiado por Proyecto FONDECYT 1930122.

²Facultad de Ciencias Naturales y Exactas, Universidad de Playa Ancha, Casilla 34-V, Valparaíso, Chile, Fax 56-32-285041.

³Departamento de Zoología, Universidad Católica de Valparaíso, Casilla 4059, Valparaíso, Chile. Fax 56-32-212746.

(Recibido: 12 de diciembre de 1995. Aceptado: 4 de junio de 1996)

características del área y los hábitos de nidificación se describen en otro artículo (Chiappa *et al.*, 1996).

Los estudios se basaron en una larga serie de larvas preservadas en solución de Kahle y en ejemplares de larvas postdefecantes conservados dentro de los capullos. De esta última forma se pudieron mantener vivas en el laboratorio por 3-4 años sin sufrir mayores modificaciones. La longitud total de las larvas y de los capullos fueron tomadas con pie de metro digital.

Para el estudio más detallado de algunas estructuras, las larvas se hirvieron en KOH para aclarar las zonas esclerosadas y luego, fueron observadas bajo glicerina en un microscopio estereoscópico Wild. Los espiráculos se estudiaron bajo microscopio óptico.

Las mandíbulas, maxilas y labio fueron removidas de la cabeza para su observación.

Las ilustraciones se hicieron con cámara lúcida y las fotografías obtenidas en microscopio de barrido JEOL ISM-25-SII.

La nomenclatura empleada en la morfología de las larvas, sigue la de Michener (1953) para los Sphecidae, replanteada por Evans & Lin (1956) para la subfamilia Sphecinae.

Doce larvas en el último instar fueron colocadas en celdas artificiales, construídas con arcilla, para observar la construcción del capullo.

La descripción de la larva postdefecante sirve como base para comparar el resto de los estados juveniles.

Los ejemplares descritos se conservan en la colección particular del primer autor.

RESULTADOS

Huevo: Sin pedúnculo, de aspecto cilíndrico, con extremos redondeados, algo curvado, de color blanco amarillento, de largo: $X = 4,8$ mm, (rango = 4,71-4,91 mm), diámetro máximo: $X = 0,82$ mm, (rango = 0,81-0,9 mm; $n = 5$). Los ejemplares de esta especie colocan un solo huevo en la primera presa depositada en la celdilla, éste es ubicado en la región esternal, ligeramente posterior e internamente a la primera coxa, cruzando oblicuamente el torax, desde la parte media hacia la coxa mesotorácica del lado opuesto. Se ubica de manera semejante a *Tachysphex japonicus* Iwata, según lo describe Shibuya (1933). También se constató, en una oportunidad, postura en la

membrana cervical, lo que corresponde probablemente a una ubicación accidental. Generalmente se ha descrito para Sphecidae, que el huevo es ubicado donde la hembra clavó el aguijón, de este modo la larva naciente puede succionar la hemolinfa que sale de la herida, se ha indicado también que la larva muere si es desalojada de esa posición (Iwata, 1976). Sin embargo la posición del huevo, puede también estar relacionada con una mayor protección alcanzada entre las primeras patas, ya que las patas posteriores pueden perderse por autotomía, como lo hemos observado muy frecuentemente.

No pudimos hacer observaciones directas sobre la duración del estado de huevo, pero las estimaciones de Janvier (1926), aproximan el tiempo de duración de este estadio en una semana o un poco más, dependiendo de las condiciones ambientales.

Larva postdefecante: De color blanco cremoso, fusiforme, robusta, inmóvil, sin reacción frente a estímulos externos, de consistencia flácida, toma una posición característica dentro del capullo, muy incurvada, con la cabeza escondida en la curva interna, de modo que no se visualiza a primera vista, extremo anterior dirigido hacia la parte redondeada del capullo. En 11 ejemplares medidos se obtuvo un largo promedio de 23,68 mm ($r = 13,19-32,81$ mm); diámetro máximo 8 mm ($r = 6,25-9,25$ mm; $n = 15$). Tegumento con una puntuación muy fina, sin espículas ni pelos. Con tubérculos laterales prominentes, que disminuyen hacia los extremos de la larva. La forma corporal es regular y no hay diferenciación entre tórax y abdomen como ocurre en los estados anteriores. Área tergal de los segmentos con una línea que separa un anillo cefálico y otro anal (Fig. 1a).

Cápsula cefálica tan larga como ancha, (medida hasta la sutura epistomal), proporcionalmente menor en relación al cuerpo, cuando se la compara con los primeros estadios (Fig. 1b); sin pelos, excepto en los bordes laterales del labio y bordes de la abertura salival; sin espículas, a excepción de la abertura salival y alrededor de las galeas y palpos maxilares. Mandíbulas más esclerosadas en el ápice, articulaciones, base de los apodemas mandibulares, igual que las suturas hipostomal, pleurostomal y borde occipital. Papilas antenales presentes pero poco prominentes, redondeadas, con 3 sensillas en el centro dispuestas en forma triangular. Sutures paraorbitales esclerosadas y sutura

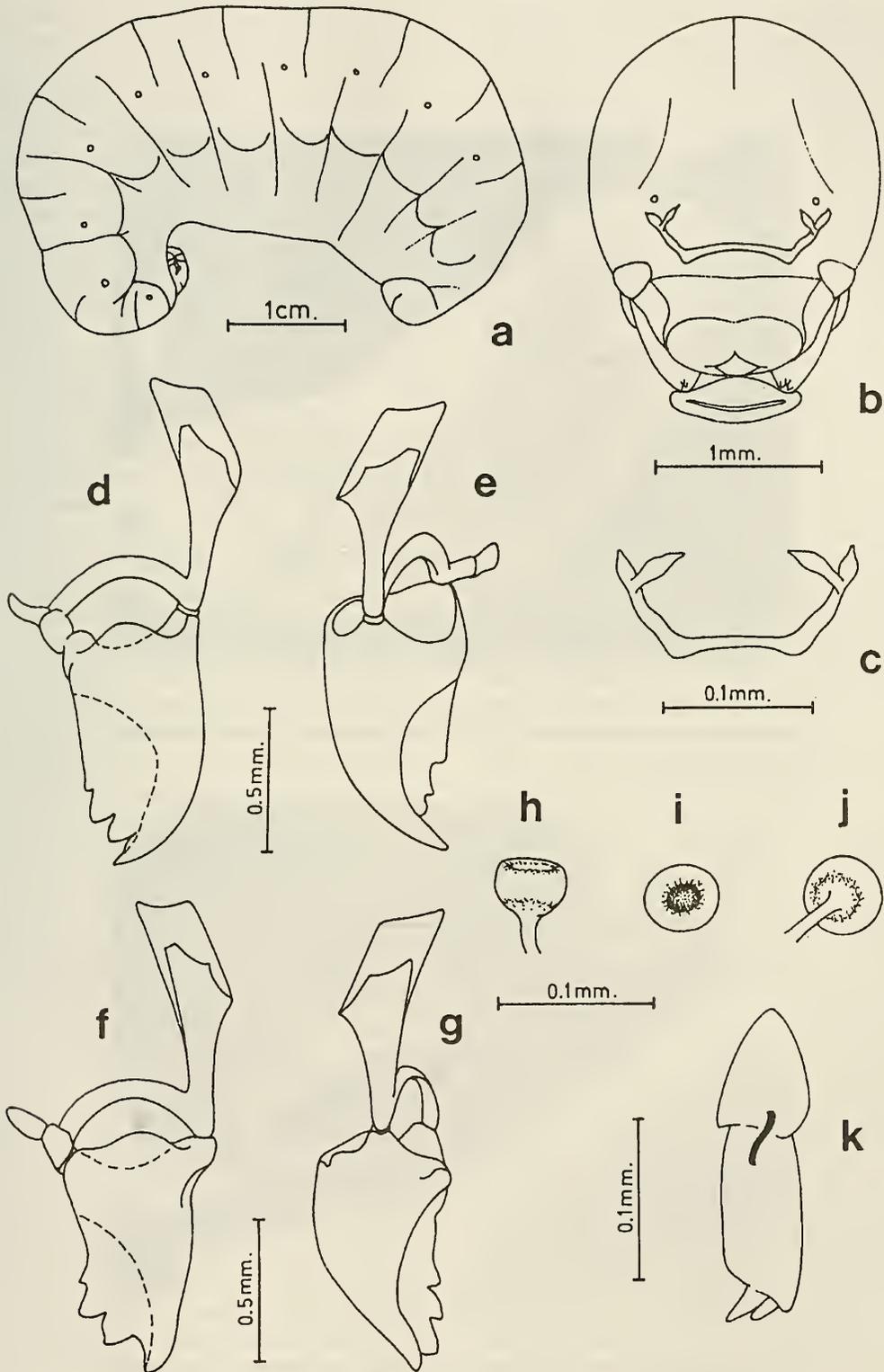


Figura 1: Larva postdefecante de *S. latreillei*: a. vista lateral b. cabeza, vista anterior. c. tentorio d. mandíbula (¿macho?) cara externa e. mandíbula (¿macho?) cara interna f. mandíbula (¿hembra?) cara externa g. mandíbula (¿hembra?) cara interna. h, i, j. vista lateral, superficial y posterior del espiráculo k. maxila cara, dorsal.



Figura 2: Vista anterior de maxilas y labio con abertura salival de la larva postdefecante. Se observan las galeas, palpos maxilares y labiales bien desarrollados. Fotografía microscopio de barrido (100x).

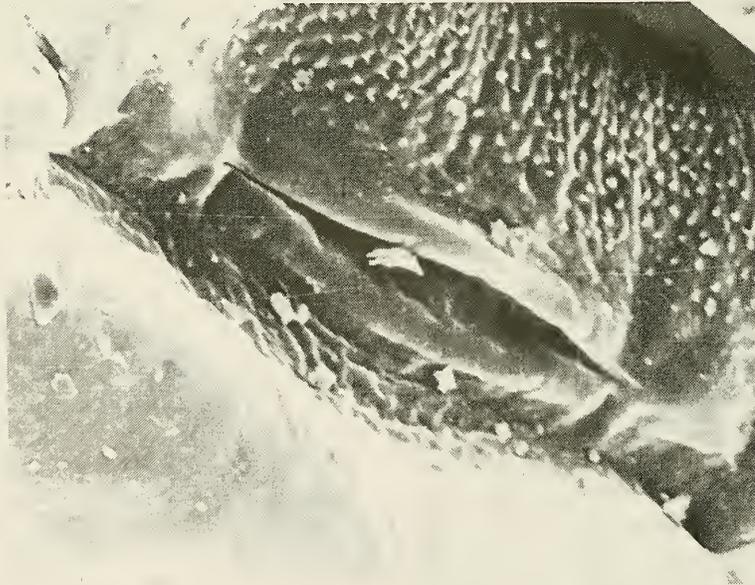


Figura 3: Vista anterior de la abertura salival y las espículas de la hipofaringe en una larva de 4° instar. Fotografía microscopio de barrido (450x)

coronal bien marcada, alcanza el extremo de las paraorbitales. Tentorio completo, con ramas dorsales. Impresiones tentoriales anteriores alargadas, sobre las articulaciones mandibulares; impresiones tentoriales posteriores esclerosadas, se encuentran en posición normal (Fig. 1b,c).

Clípeo poco prominente, de lados convergentes hacia la parte distal, 2,8 veces más ancho que largo, sin tubérculos distales, sutura con el labro casi recta. Labro bilobulado y con pelos muy cortos en el borde distal, poco más de 4 veces más ancho que largo.

Mandíbulas 1,8 veces más largas que anchas ($n = 11$), macizas, muy esclerosadas, con cara externa convexa y lisa, la interna con una carina recta; borde distal con 4 dientes: uno posterior, muy corto y redondeado, los dos siguientes más largos, de tamaño semejante entre ellos y el anterior muy agudo, claramente más largo que los demás, determina la carina interna (Fig. 1d,e). Corión mandibular, triangular, muy esclerosado, particularmente en la inserción de los apodemas y en las articulaciones. En ciertos casos, se pudo observar un tipo de mandíbulas distintas de las recién descritas: en su forma general, el diente anterior proporcionalmente menor, menos convexo y carina interna ausente (Fig. 1f,g). Estas diferentes formas de mandíbulas probablemente corresponden al dimorfismo sexual mandibular presente en adultos, lo que facilitaría notablemente el reconocimiento de sexos, ya que las larvas no presentan ninguna marca o depresión en el último esterno, como ocurre en otros Hymenoptera (Nielsen & Bohart, 1967; Duchateau & Van Leeuwen, 1990)

Maxilas carnosas, cilíndricas, con ápice dirigido mesalmente, galeas de bordes paralelos, truncadas apicalmente, con 2-3 minúsculas sensillas en el extremo; palpos muy cerca de las galeas, pero ventrales y externos a ellas, además son más largos y cónicos; estipe poco desarrollado, pero bien esclerosado (Fig. 1k). Hipofaringe convexa, la superficie cubierta de gran cantidad de espículas diminutas. Labio carnoso y prominente, pre y postmentón bien definidos, lateralmente con palpos más cortos que los maxilares, truncados y con depresión terminal. Abertura salival transversal, de bordes sobresalientes, con pequeñas espículas y pelos cortos en el borde (Fig. 2).

Dos espiráculos torácicos y 8 abdominales claramente visibles debido a su gran esclero-

samiento, circulares, con un anillo periférico finamente dentado, sobresaliendo de la superficie corporal. Colocados en una sola línea lateral, tamaño promedio 0,22 mm de diámetro aunque decrecen hacia los extremos. Peritrema bien desarrollado, café claro, poco esclerosado que cubre más de la mitad de la abertura del espiráculo. Atrium globoso, con filas concéntricas de espinas muy pequeñas, se une ampliamente al subatrium, a la entrada de este último un anillo de espinas finas, tan largas que se entrecruzan en el centro (Fig. 1h, i, j).

Segmento metasómico X menor que el resto (largo promedio = 3,6 mm; $r = 3,45-3,88$ mm; $n = 3$), redondeado, con una abertura anal transversal apical. Sin marca o depresiones en el esterno que pudieran indicar el sexo de las larvas.

Primer estadio larval: Cuerpo rosado, ligeramente curvado. De tamaño semejante al del huevo, el único ejemplar disponible encontrado sobre la presa, con la cabeza en la misma posición que el huevo, pero con el cuerpo desplazado hacia la parte anterior de la langosta. Midió 4,9 mm de largo, con diámetro máximo de 0,9 mm. Cabeza proporcionalmente mayor que el cuerpo, comparada con los estados más avanzados. Tórax de menor diámetro que el abdomen, en éste último se empiezan a vislumbrar los lóbulos laterales y está claramente segmentado. Cabeza sin zonas particularmente esclerosadas, mandíbulas sin pigmentación, más largas que anchas, con dientes finos aserrados, curvadas mesalmente, paralelas al borde del labro, éste fuertemente bilobulado; maxilas y labio poco desarrollados.

Segundo estadio larval: Rosada; de 7,63 mm largo y diámetro máximo de 1,97 mm. Con una clara división entre cabeza, torax y abdomen; tegumento liso, sin espículas ni pelos, cuerpo con tubérculos laterales desde el 2º segmento torácico hasta el VI metasómico. Cabeza de tamaño proporcionalmente mayor que los estados posteriores, más ancha que larga (1,2 : 1) y más esclerosada que el resto del cuerpo, especialmente en el borde posterior. Labro fuertemente bilobulado; labio con abertura salival transversal bien desarrollada, proporcionalmente menor que en el estado postdefecante, con bordes prominentes y redondeados, sin pelos ni espículas y dos protuberancias en los extremos; maxilas dirigidas mesalmente, con palpos y galeas presentes. Mandíbulas poco esclerosadas, con 3 dientes

agudos de bordes aserrados, el externo más de 2 veces más largo que los otros.

Tercer estadio larval: Largo promedio de 10,35 mm ($r= 9,21-11,78$ mm); diámetro máximo promedio 2,39 mm ($r= 1,79-2,68$) ($n=4$). Cabeza más esclerosada que en el estado anterior. Se empiezan a insinuar las líneas paraorbitales; hipofaringe con espículas; mandíbulas esclerosadas sólo a la altura de los dientes, éstas y las maxilas semejantes a las del 2° estadio.

Cuarto estadio larval: Con largo promedio de 13,25 mm ($r= 11,71-14,98$ mm) y diámetro promedio máximo de 3,94 mm ($r= 3,21-4,5$ mm) ($n=8$). Cabeza con líneas paraorbitales claramente visibles, bien esclerosadas; mandíbulas totalmente esclerosadas, el diente externo más curvo y largo que en el 2° y 3er estadio, aparece un 4° diente interno, poco desarrollado. Abertura salival con labios redondeados, sin espículas, de ancho proporcionalmente menor que el estado postdefecante (Fig. 3).

Larva predefecante: Cuerpo robusto, blanco rosáceo, fusiforme, turgesciente, ligeramente curvado en la región anterior, con tegumento liso, sin espículas ni pelos. Longitud promedio de 27,89 mm ($r= 26,78-30,79$ mm); diámetro promedio máximo 8,18 mm ($r= 7,07-8,77$ mm) ($n=7$). Lóbulos laterales, decrecen en tamaño hacia los extremos de la larva, más prominentes que en la larva postdefecante; anillo cefálico y anal de cada segmento separados por una fuerte hendidura, particularmente en la parte media del cuerpo. Cabeza, proporcionalmente menor que en la larva postdefecante, a diferencia de ésta, la cabeza es más alta que ancha (1,4 veces). Clípeo 2,1 veces más ancho que largo, sin tubérculos distales, sutura con el labro recta. Labro bilobulado 3,7 veces más ancho que largo. Mandíbulas como en el estado postdefecante, pero el diente posterior más corto. Torax y abdomen claramente diferenciados. Último segmento abdominal más redondeado y con abertura anal menor que en la larva postdefecante (Largo promedio= 2,16 mm; $r= 2,09-2,42$ mm; $n= 3$).

Capullo: Café claro externamente, con longitud promedio máxima de 34,67 mm ($r= 21,75 - 43,97$ mm) y un diámetro promedio máximo de 10,96 mm ($r= 8,02 - 14,28$ mm) ($n= 53$). De forma cilíndrica, estrechándose hacia los extremos. Extremo anterior redondeado, en el posterior un corto pedúnculo para unir el capullo a la pared de

la celdilla. El pedúnculo es algo flexible y sólo está compuesto por material de las dos capas más externas del capullo. Se observan 3 capas de muy diferente estructura: la más extensa con fibras muy laxas, algunas pocas unidas a la pared de la celdilla; frecuentemente se puede ver en esta capa, inclusiones de restos de las partes esclerosadas de presas consumidas por la larva. La primera capa junto con la intermedia le dan el color al capullo; la segunda capa de tejido denso, con fibras más finas que la anterior, tejidas en una malla apretada, se encuentra muy unida a la capa más interna (aunque ambas son separables). La capa interna de mayor grosor, café-rojiza, impermeable, suave, rígida y frágil, lo que la hace muy quebradiza; con fibras no diferenciadas (debido a su estructura compacta), internamente no es perfectamente lisa, pues presenta rugosidades de distribución regular, que probablemente se corresponden a impresiones del cuerpo de la larva.

La construcción del capullo fue realizada en una sola noche por las larvas, a lo menos las dos primeras capas, este lapso difiere de lo anotado por Janvier (1926), quien establece unas dos semanas en su elaboración. Es posible que esta disparidad de resultados se deba a distinta técnica en la observación, ya que Janvier (*op. cit.*), colocó las larvas en tubos de vidrio y, en esta oportunidad, se realizó la experimentación en celdillas de arcilla, que eran colocadas nuevamente en el lugar desde donde se había extraído la larva.

Contenido del capullo: Las fecas son de color café muy oscuro, tienen forma helicoidal y no son totalmente compactadas van ubicadas hacia la base del capullo que se adhiere a la pared de la celdilla. Están envueltas, externamente, por las tres capas del capullo; sobre ellas la larva construye una especie de tapa muy cóncava, que separa a la larva de las excretas, con material semejante a la tercera capa del capullo.

Pupa macho: Semejante al adulto en su forma general, especialmente en relación al largo y forma de la armadura bucal y a las mandíbulas que son distintas a las de las hembras. Cuerpo sin pelos, de largo promedio total de 30,42 mm ($r=27,32-35,03$ mm; $n= 3$). Cabeza ligeramente más ancha que larga (1: 0,9); largo promedio de 5,86 mm ($r= 5,3-6,73$ mm) y ancho promedio= 6,42 mm ($r= 6,1-6,94$ mm) ($n=3$). Antenas con espinas pequeñas y pelos en el borde externo. Clípeo, algo más protuberante que la zona frontal, bordes laterales

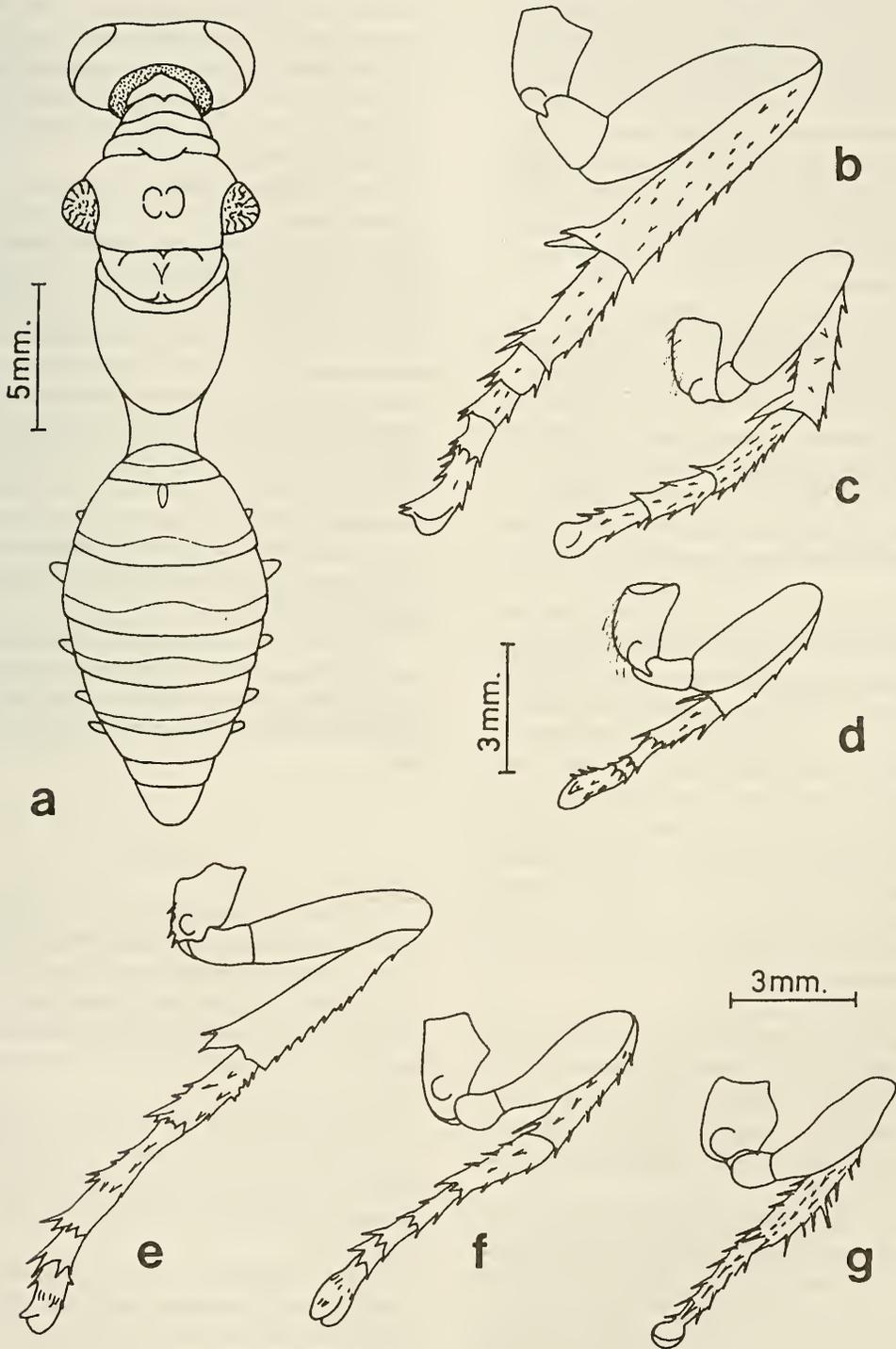


Figura 4: Pupa de *S. latreillei*. a. vista dorsal del cuerpo del macho b, c, d. patas posteriores, medias y anteriores del macho e, f, g. patas anteriores, medias y posteriores de la hembra.

convergentes hacia la parte proximal; borde distal más esclerosado, prominente y más oscuro que el resto del clípeo, ligeramente emarginado; con abundante pilosidad incolora. Labro menos esclerosado que el clípeo, con borde distal casi recto; superficie con pilosidad corta y una leve cresta media. Región ocelar, con 4 pequeños tubérculos hacia el vertex. Frente, clípeo, genas y labro sin tubérculos. Piezas bucales semejantes a las del adulto, sin protuberancias; mandíbulas esclerosadas hacia el borde distal, particularmente el diente interno.

Torax, en general, con tegumento liso que deja translucir abundante pilosidad sin coloración, línea media deprimida. Pronoto con borde anterior y posterior protuberantes. Escutelo prominente con línea media deprimida; escudo con un tubérculo a cada lado de la línea media. Téngulas cubiertas con un pequeño tubérculo rugoso. Alas lisas, sin rugosidades ni tubérculos. Metatorax protuberante. Propodeo liso, tan largo como el escudo y escutelo juntos.

Segmentos metasómicos con tubérculos laterales entre el I-V, siendo menores en segmento I (no visible en vista dorsal) y mayores en segmento III; tergos del I-VI, con finas estriaciones transversales, bordes de los tergos más esclerosados, particularmente el tergo II, con espículas y pilosidad corta, especialmente en los tergos III-V; último tergo liso, sin estrías ni espículas. Esternos del metasoma sin tubérculos, ligeramente estriados en los cuatro primeros segmentos; esterno I con borde terminal emarginado, último esterno triangular con extremo distal redondeado (Fig. 4a).

Patatas anteriores con tegumento liso; coxa, más esclerosada que el resto de la pata, con un tubérculo en la superficie ventral y una espina terminal; tibia con espina distal prominente; todo el borde externo con espinas y borde interno con espinas sólo en la mitad distal; tarsos con abundantes espinas laterales (Fig. 4d).

Patatas medias: coxa más esclerosada que el resto de la pata, con tubérculo y espina terminal; tibia con espinas dispersas y espaciadas sobre la superficie, con dos espinas distales largas, la interna más larga que la externa; basitarso y tarsitos con espinas más prominentes y densas que la tibia, cada tarsito con dos espinas distales largas (Fig. 4c).

Patatas posteriores: coxa más esclerosada que el

resto de la pata y más desarrollada que en las patas anteriores y medias, con espina distal menos protuberante; fémur más grande que los otros dos pares de patas; tibias con espinas en la superficie y dos espolones terminales laminares que dejan ver por transparencia las espinas del adulto; tarsos semejantes a las patas medias, pero con espinas más desarrolladas (Fig. 4b).

Pupa hembra: Semejante al macho, pero de tamaño menor: $X = 25,36$ mm; $r = 22,94-27,99$ mm ($n=3$). Ancho promedio de la cabeza $5,46$ mm ($r = 4,9-6,0$ mm) mayor que el largo promedio $= 4,61$ mm ($r = 4,2-4,98$ mm) ($n=3$), comparativamente más ancha, labro con borde distal más agudo, clípeo más cuadrado y con menos pilosidad superficial que en el macho; bordes laterales paralelos, borde distal menos protuberante, esclerosado y con pelos más largos que en el macho. Mandíbulas semejantes a las de la hembra adulta. Tórax con mesonoto más corto y postnoto más alargado que en el macho. Último esterno metasómico con dos proyecciones distales que dejan una hendidura en forma de V entre ellas.

Patatas anteriores con espinas de la tibia y del tarso más largas que en el macho; patatas posteriores con coxas de tamaño semejante a las anteriores y medias, fémur menos desarrollado que en el macho.

DISCUSION

Debido al interés que presenta la incorporación de caracteres larvales al conocimiento de los grupos y en la aclaración de problemas sistemáticos se ha considerado conveniente hacer un análisis comparativo de los caracteres presentados por *S. latreillei* en relación a las otras especies de la familia.

De acuerdo a Evans (1964a), los caracteres de las larvas de la subfamilia Sphecinae y Ampulicinae serían los más primitivos de la familia y claramente diferentes del resto de los Sphecidae.

Si se comparan los caracteres de la larva de *S. latreillei* con lo planteado por Evans (1964a), se puede observar que, excepto por la forma corporal con fuertes proyecciones y las papilas antenales poco desarrolladas, el resto corresponden a caracteres primitivos, lo que confirmaría la idea de considerar el género *Sphecx* como uno de los

más primitivos de la subfamilia Sphecinae (Evans, 1964a). Es necesario aclarar que los caracteres establecidos por Evans (1964a), no han sido tratados con el método hennigiano para determinar apomorfías, pero tienen un apreciable valor como elementos comparativos.

LITERATURA CITADA

- ASÍS, J.D., S.F. VALENCIA, S.F. GAYUBO & J. THORMOS. 1990. Preimaginal stages of Iberian Sphecidae V. *Sphex rufocinctus* Brullé and *Ammophila laeivollis* Ed. André Hymenoptera, Sphecidae. Annales Historico-Naturales Musei Nationalis Hungarici, 81: 239-244.
- CHIAPPA, E.; C. ALFARO Y H. TORO. 1996. Comportamiento de nidificación de *Sphex latreillei* Lepeletier (Hymenoptera: Sphecidae). Acta Entomológica Chilena, 20: 83-97.
- DUCHATEAU, M.J. ET Y. VAN LEEUWEN, 1990. Early sex determination in larvae of *Bombus terrestris*. Insectes Sociaux, 37(3):232-235.
- EVANS, H.E. 1964a. The classification and evolution of digger wasps as suggested by larval characters. (Hymenoptera: Sphecoidea). Entomological News, 75:225-237.
- EVANS, H.E. 1964b. Further Studies on the larvae of digger wasps (Hymenoptera: Sphecidae). Transactions of the American Entomological Society, 90: 235-299.
- EVANS, H.E. 1966. The comparative ethology and evolution of the sand wasps. Harvard University Press, Cambridge, Mass.
- EVANS, H.E. & LIN C.S. 1956. Studies on the larvae of digger wasps (Hymenoptera: Sphecidae). Part I: Sphecinae. Transactions of the American Entomological Society, 81:131-166.
- IIDA, T. 1967. A study on the larvae of the genus *Sphex* in Japan (Hymenoptera: Sphecidae). Etizenia 19:1-8.
- IIDA, T. 1969. Contributions to the Knowledge on the sphecid larvae in Japan (Hymenoptera). Part II. Kontyu, 37 (3):280-289.
- IWATA, K. 1976. Evolution of Instinct: comparative ethology of Hymenoptera. America Publ.Co., New Dehli.
- JANVIER, H. 1926. Observaciones entomológicas- Los esfexos de Chile. Anales de la Universidad de Chile, 4:5-69.
- KROMBEIN, K. 1980. Superfamily Sphecoidea. In: Krombein, K., P. Hurd, D. Smith y B. Burks (eds), Catalog of Hymenoptera in America North of Mexico, 2: 1573-1740pp. Smithsonian Institution Press, Washington.
- KROMBEIN, K. 1984. Biosystematic Studies of Ceylonese wasps, XII: Behavioral and Life History notes of some Sphecidae (Hymenoptera: Sphecoidea). Smithsonian Contributions to Zoology, 387:1-30.
- MICHENER, C.D. 1953. Comparative, morphological and systematic studies of bee larvae with a key to the families of hymenopterous larvae. University Kansas Science Bulletin, 35:987-1102.
- NIELSEN R.A. & G.E. BOHART, 1967. Sex characters of larval bees (Hymenoptera: Apoidea). Annals of the Entomological Society of America, 60(20):414-419.
- SHIBUYA, K. 1933. Biological notes on *Tachysphex japonicus* Iwata. Transactions of the Kansas Entomological Society, 4 : 51-64.
- TSUNEKI, K. & T. IIDA. 1969. The biology of the species of the Formosan Sphecidae, with descriptions of their larvae (Hymenoptera). Etizenia, 37:1-21.