

1989-B

086811693 b

**UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA**

CENTRO UNIVERSITARIO DE CIENCIAS BIOLÓGICAS Y  
AGROPECUARIAS  
DIVISION DE CIENCIAS BIOLÓGICAS Y AMBIENTALES

CENTRO UNIVERSITARIO DE CIENCIAS BIOLÓGICAS Y AGROPECUARIAS  
BIBLIOTECA CENTRAL

**ALGUNOS ASPECTOS SOBRE LA BIOLOGIA  
DE *Perdita pipiyolin* Snelling y Danforth  
(Hymenoptera: Andrenidae), EN LA ESTACION DE  
BIOLOGIA CHAMELA (IBUNAM), JALISCO, MEXICO.**

**TESIS PROFESIONAL  
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE  
LICENCIADA EN BIOLOGIA  
PRESENTA  
BEATRIZ RODRIGUEZ VELEZ  
GUADALAJARA, JALISCO. FEBRERO DE 1997.**

A mis padres  
Miguel Rodríguez y  
María Vélez.

A mis hermanos  
Miguel, Alberto,  
Rosa, Luis y José.

## AGRADECIMIENTOS

Agradezco a mi director de tesis M. en C. Ricardo Ayala Barajas por su orientación en este estudio, así como a los sinodales, M. en C. José Luis Navarrete, Biol. Georgina Adriana Quiroz y a la Biol. Teresa Aceves por la revisión y correcciones al manuscrito de tesis.

A la Coordinación de Intercambio Académico de la Universidad Nacional Autónoma de México y de la Universidad de Guadalajara, por la beca otorgada para realizar esta tesis.

Agradezco muy especialmente al M. en C. Enrique González por la revisión y sus valiosos comentarios al manuscrito de la tesis, así como a Elvira Durán por su apoyo en la determinación del suelo y a Imelda Mercado por su ayuda en la identificación de las hormigas.

A la Estación de Biología Chamela (IBUNAM) y al personal que ahí labora porque permitieron la realización de esta investigación, principalmente al M. en C. Felipe Arturo Noguera, jefe de la Estación por todo el apoyo y las facilidades brindadas para realizar este estudio, y por permitirme la estancia en la misma.

A mi facultad, profesores, compañeros y amigos.

Al Biol. Enrique Ramírez, su esposa la Biol. Jani Villa y a la Biol. Alicia Rodríguez, por su amistad.

A mis amigos, Maru, Noemi, Imelda, Claudia, Norma, Dalia, Gabi, Noche, Rosi, Sandra, Estela, Julia, Carmen, Alma, Bertha, Rubén, Memo, Gaspar, Armando, Tomas, Toño y Oscar.

Y a todas las personas que de alguna manera hicieron posible que realizara este trabajo.

## CONTENIDO

RESUMEN	i
1 INTRODUCCION	1
2 ANTECEDENTES	4
3 OBJETIVOS	6
3.1 Objetivo general	6
3.2 Objetivos particulares	6
4 JUSTIFICACION	7
5 AREA DE ESTUDIO	8
6 MATERIAL Y METODO	11
7 RESULTADOS	14
7.1 Emergencia y periodo activo	14
7.2 Actividad reproductiva	16
7.2.1 Comportamiento reproductivo	16
7.2.2 Apareamientos	18
7.3 Anidación	25
7.3.1 Localización de los sitios de anidación	25
7.3.2 Construcción del nido	25
7.3.3 Arquitectura del nido	26
7.4 Obtención de recursos	30
7.4.1 Planta de alimentación	30
7.4.2 Forrajeo	31
7.4.3 Aprovisionamiento	31
7.5 Estados inmaduros	36
7.5.1 Descripción del huevo	36
7.5.2 Estadios larvales	38
7.5.3 Descripción de la pupa	40
7.6 Diferencias morfométricas entre adultos	42
7.6.1 Diferencias morfométricas entre sexos	42
7.6.2 Diferencias entre machos	44
7.7 Depredadores y parasitos	44
8 DISCUSION	49
8.1 Periodo de actividad	49
8.2 Conducta reproductiva	49
8.3 Nidos.	54
8.4 Aprovisionamiento y actividad diurna	55
8.5 Forrajeo	55
8.6 Desarrollo larval	56
8.7 Polimorfismo	56
9 CONCLUSIONES	59
10 LITERATURA CITADA	61

## RESUMEN

*Perdita* es un género de abejas solitarias pequeñas, andreniformes, que presenta como carácter distintivo la célula marginal corta con el ápice truncado (Michener *et al.*, 1994). En México, este es el género de abejas más rico en especies y en la región de Chamela, está representado por seis especies, la mayoría especialistas sobre flores (Michener, 1979; Batra, 1984; Ayala *et al.*, 1993, 1996).

Hay pocos estudios sobre la biología de especies de *Perdita*, y los más completos son los de Danforth (1991), Neff y Danforth (1992) y Rozen (1971). Con los objetivos de éste, se pretende contribuir al conocimiento de la biología de *Perdita pipiyolin*, una especie que habita en la región de Chamela.

El estudio se realizó en la Estación de Biología Chamela (IBUNAM), con 50 días de trabajo de campo en los meses de junio a agosto de 1994. A partir de observaciones directas se registraron aspectos de la biología (actividad, forrajeo, reproducción, anidación, parásitos), también se excavaron los nidos para estudiar su arquitectura y se colectaron ejemplares para su estudio morfométrico y el análisis del polen.

*Perdita pipiyolin* presenta un periodo de alrededor de 35 días de actividad como adulto, que está en sincronía con la floración de *Opuntia excelsa*. Las abejas emergen en los últimos días junio y su actividad culmina en los primeros días de agosto. *P. pipiyolin* es especialista y obtiene su alimento de las flores de *O. excelsa*, su actividad de forrajeo se presenta alrededor de las 08:30 y 15:30 hrs.

Las cópulas ocurren sobre las flores de *O. excelsa*. Machos y hembras pueden copular más de una vez en su vida. Los machos muestran tres comportamientos reproductivos diferentes: macho dominante, subordinado y patrullero, y puede presentar más de un tipo de comportamiento durante su vida.

Las hembras construyen nidos en lugares abiertos, con suelo compacto, éstos presentan un túnel principal y así como laterales, que terminan en una celda. La superficie del túnel principal y de las celdas está impermeabilizada, pero los túneles laterales no. La actividad de aprovisionamiento del nido no muestra un patrón definido.

El desarrollo de huevo a larva adulta ocurre en un mes, luego la larva entra en diapausa por 10 meses aproximadamente, y el estado pupal se presenta pocos días antes de la emergencia.

Machos y hembras de *P. pipiyolin* difieren morfométricamente. Dentro de los machos de la misma especie se pueden distinguir dos formas diferentes que concuerdan con sus tácticas reproductivas.

## 1 INTRODUCCION

Las abejas son insectos que pertenecen a la superfamilia Apoidea del orden Hymenoptera (Michener, 1944, 1963, 1974; Michener *et al.*, 1994; Stephen *et al.*, 1969; Linsley *et al.*, 1952). Estas son muy diversas en formas y tamaños, pero generalmente son robustas y pilosas, aunque muchas formas parásitas y algunas no parásitas, presentan poca pubescencia y el cuerpo delgado semejante al de las avisvas (Stephen *et al.*, 1969).

Las abejas pueden ser diferenciadas del resto de los Hymenoptera, por presentar estructuras especializadas con pelos plumosos o escopas que les permite acarrear polen, siendo éste el alimento principal de sus larvas; también presentan modificaciones en las partes bucales, así como basitarsos más anchos y largos que los artejos restantes (Michener, 1944, 1965; Stephen *et al.*, 1969; Estrada-de León, 1992).

Entre las abejas existen tanto especies solitarias como sociales. Las solitarias se caracterizan porque cada hembra construye y aprovisiona su propio nido (Linsley *et al.*, 1952; Michener, 1974; Stephen *et al.*, 1969). Las abejas sociales forman colonias en las cuales sus miembros presentan división del trabajo en castas, con actividad reproductiva dependiendo de una reina y el resto de las labores se dividen entre las obreras (Michener, 1974). Existen estados intermedios de conducta social que se tienen bien descritos, y son considerados como etapas en la evolución de la sociabilidad (Michener, 1974; Stephen *et al.*, 1969).

La diversidad de las abejas a nivel mundial se estima en 20,000 especies que han sido clasificadas dentro de nueve familias, de las cuales seis con 144 géneros y aproximadamente 1,800 especies y subespecies están presentes en México (Alexander y Michener, 1995; Michener, 1979; Roubik, 1989; Stephen *et al.*, 1969; Ayala *et al.*, 1996). Más del 85% de las especies de abejas son solitarias. Estas juegan un importante papel en los ecosistemas, particularmente en la polinización de las plantas silvestres y algunas de las cultivadas por el hombre (Batra, 1984).

Este trabajo se centra en el estudio de una especie del género *Perdita*, que incluye abejas solitarias pequeñas o diminutas, andreniformes con integumento que puede ser negro, azul, verde

metálico, completamente amarillo o blanco y presentan como carácter distintivo la célula marginal corta con el ápice truncado (Michener *et al.*, 1994).

*Perdita* ha diversificado en el suroeste de los Estados Unidos y el norte de México (Michener, 1979; Danforth y Neff, 1992). En Estados Unidos se conocen 657 especies de *Perdita*, que habitan principalmente las áreas xéricas de California y Arizona (Krombein *et al.*, 1979). *Perdita* es también el género de abejas más rico en especies de México, se presenta en los estados del norte del país, con zonas desérticas, en donde se conocen 226 especies, Sonora (con 74 especies) y Chihuahua (con 52 especies) se ha registrado su mayor diversidad. En las áreas subtropicales, a lo largo de las costas del Pacífico, también está presente, incluyendo a especies de los subgéneros *Callomacrotera* Timberlake, 1954 y *Macrotera* Smith, 1853 (Ayala *et al.*, 1993).

*Perdita* está prácticamente ausente en Centroamérica, aunque hay una especie reportada para la República Dominicana (Ayala *et al.*, 1993; Krombein *et al.*, 1979; Michener, 1979; Timberlake, 1954).

En la región de Chamela, *Perdita*, está representada por seis especies, dos de las cuales: *P. acapulcona* Timberlake, 1954 y *P. maritima* Timberlake, 1954, habitan las áreas aledañas y dunas costeras, el resto de las especies se encuentran en la selva baja caducifolia (Ayala, 1988) (Cuadro 1). La mayoría de las especies son endémicas de las zonas áridas y muchas son especialistas de ciertas plantas y juegan un papel importante en las comunidades en que están presentes, al ser polinizadores de plantas silvestres (Michener, 1979; Batra, 1984; Ayala *et al.*, 1993, 1996). Las especies del subgénero *Macrotera* son oligoléticas sobre flores de *Opuntia* (Snelling y Danforth, 1992).

En el aspecto taxonómico *Perdita* fue revisado por Timberlake (1954, 1956, 1958, 1960, 1962, 1964, 1968, 1971, 1977 y 1980) en varios trabajos, en los que se trata de forma independiente a las especies de los distintos subgéneros. Snelling y Danforth (1992) describen a *Perdita pipiyolin* en un trabajo que comprende la revisión del subgénero *Macrotera* e incluyen una clave para la determinación de las especies. En el catálogo de los Hymenoptera de Norteamérica (Krombein, 1979) se reúnen las especies de Estados Unidos y se

presentan algunos de los registros de este género reconocidos para México, así como también en las revisiones de Timberlake (1954, 1956, 1958, 1960, 1962, 1964, 1968, 1971, 1977, 1980). Los subgéneros y las especies conocidas para México (Ayala, *et al.* 1996) se presentan en el Cuadro 2.

La posición taxonómica de la especie estudiada es la siguiente.

Reino Animal

Phylum Arthropoda

Clase Insecta

Orden Hymenoptera

Superfamilia Apoidea

Familia Andrenidae

Subfamilia Panurginae

Género *Perdita*

Subgénero *Macrotera*

Especie *Perdita pipiyolin* Snelling & Danforth 1992

Cuadro 1. Especies de abejas del género *Perdita*, registradas para la región de Chamela (Ayala, 1988):

---

*Perdita (Callomacrotera) acapulcona* Timberlake, 1954.

*P. (Callomacrotera) maritima* Timberlake, 1954.

*P. (Macrotera) pipiyolin* Snelling y Danforth, 1992.

*P. (Perdita) aff moesta* Timberlake, 1964.

*P. (Perdita) mexicanorum* Cockerell, 1986.

*P. sp 2*

---



Cuadro 2. Subgéneros y no. de especies de *Perdita* conocidos para México de acuerdo con Ayala *et al.* (1996).

SUBGENERO	No. DE ESPECIES
<i>Alloperdita</i> Viereck, 1917	7
<i>Callomacrotera</i> Timberlake, 1954	2
<i>Cockerellia</i> Ashmead, 1898	31
<i>Cockerellula</i> Strand, 1932	5
<i>Epimacrotera</i> Timberlake, 1954	11
<i>Glossoperdita</i> Cockerell, 1916	7
<i>Hesperoperdita</i> Timberlake, 1954	3
<i>Heteroperdita</i> Timberlake, 1954	11
<i>Hexaperdita</i> Timberlake, 1954	29
<i>Macrotera</i> Smith; 1853	6
<i>Macrotella</i> Timberlake, 1954	7
<i>Macroteropsis</i> Ashmead, 1899	8
<i>Pentaperdita</i> Cokerell & Porter, 1899	10
<i>Perdita</i> Smith, 1853	415
<i>Perditella</i> Cockerell, 1899	8
<i>Pseudomacrotera</i> Timberlake, 1954	1
<i>Pygoperdita</i> Timberlake, 1956	54
<i>Xeromacrotera</i> Timberlake, 1954	1
<i>Xerophasma</i> Cockerell, 1923	2

## 2 ANTECEDENTES

Son pocos los estudios referentes a la biología de especies de *Perdita*, pero sin duda los más completos son los realizados por Danforth (1991), Neff y Danforth (1992) (*P. portalis* Timberlake, 1954, *P. texana* Cresson, 1878) y Rozen (1971), quienes también han tratado aspectos morfométricos y del dimorfismo de los machos. Las hembras de algunas especies, por ejemplo *P. texana*, *P. portalis* y *P. luteola* Cockerell, 1894, forman agregaciones, construyen de cuatro a 10 nidos por sitio, son comunales, el nido es compartido por dos o más hembras, que construyen y aprovisionan sus propios nidos (Michener, 1974; Neff y Danforth, 1992; Stephen *et al.*, 1969).

Hay especies que construyen nidos con cuatro a ocho hembras, como en *P. utahensis* Cockerell, 1896 (Rozen, 1971). Otras especies son completamente solitarias como *P. opuntia* Cockerell, 1922 y *P. lingualis* Cockerell, 1896 (Custer, 1928; Michener, 1963). El género *Perdita* construye sus nidos en distintos tipos de substratos aunque prefiere los arenosos (Malyshev, 1924, 1935; Michener, 1946; Sakagami y Michener, 1962). La arquitectura de los nidos es simple y consiste de un túnel principal vertical, que desciende por algunos centímetros y presenta túneles laterales que terminan en celdas, en un número variables de hasta 20 por nido (Neff y Danforth 1992). *P. maculigera* Cockerell, 1896 presenta nidos con una sola celda y una o varias entradas, al igual que *P. opuntia* (Michener y Ordway, 1963; Rozen, 1967); sin embargo, *P. lingualis* construye nidos ramificados con celdas a los lados del túnel principal (Sakagami y Michener, 1962). La distribución de los nidos y los sitios de apareamiento han sido estudiados para *P. texana* (Barrows *et al.*, 1976).

Un rasgo importante de las larvas de *Perdita*, es que mientras éstas se alimentan mantienen el polen lejos del contacto de las paredes de las celdas, ayudadas por los tubérculos de la parte dorsal del cuerpo. Estos tubérculos se encuentran en la mayoría de los géneros de Panurginae (May, 1970; O'Toole y Raw, 1991). Algunas hembras de *Perdita* suelen robar rompiendo las flores con sus mandíbulas (Hurd y Linsley, 1963). Muchas de estas especies utilizan también las flores como sitios de apareamiento, donde ambos sexos colectan néctar.

### 3 OBJETIVOS

En Norteamérica el género de abejas más rico en especies es *Perdita*, sin embargo, aún son muy pocos los estudios que tratan aspectos de su historia natural, por ello, se propone este trabajo, con el cual se espera aportar información sobre la biología de una de las especies, *Perdita pipiyolin*, un representante del subgénero *Macrotera*.

#### 3.1 Objetivo general

Contribuir al conocimiento de la historia natural de las abejas de la especie *Perdita pipiyolin*, que ocurre en la región de Chamela.

#### 3.2 Objetivos particulares

- Describir algunas características del comportamiento reproductivo.
- Conocer el esfuerzo requerido para el provisionamiento de sus recursos.
- Determinar las características de los nidos y la actividad en los mismos.
- Registrar el desarrollo de los estados inmaduros y describir las características de cada uno de estos.
- Describir las diferencias entre los posibles morfos de los machos en esta especie y entre los sexos.

#### 4 JUSTIFICACION

Los estudios sobre historias de vida se les puede considerar como los cimientos de la biología, éstos son fuente de información sobre los diferentes sucesos y actividades relacionados con la vida de los organismos, como son, crecimiento, desarrollo y reproducción, entre otras cosas, que pueden ser la base para la realización de estudios en otros campos de la biología, como es la ecología, etología, fisiología y taxonomía.

En este sentido, aun se sabe muy poco sobre el aspecto de la biología de *Perdita*, que es el género más rico en especies de abejas de México, razón por la cual se tiene como propósito principal en esta tesis, aportar información referente al tema.

## 5 AREA DE ESTUDIO

El presente trabajo se llevó a cabo en la Estación de Biología de Chamela, IBUNAM, situada en la costa del estado de Jalisco entre los 19°30' y 19°33' de latitud norte y 105°00' y 105°03' de longitud oeste, en el municipio de La Huerta (Fig. 1). La estación cubre un área de 1600 ha y presenta un rango altitudinal que va de los 30 a los 500 m (Bullock, 1988). La región se caracteriza por su topografía irregular con lomeríos, los cuales originan numerosos sistemas de pequeñas cuencas (Cervantes y Mass, 1988). Al noreste de la Estación corre el Río San Nicolás y al sur el Río Cuitzmala (Bullock, 1988).

El clima registrado para Chamela es de tipo Aw(x'i), que es el más seco de los cálidos subhúmedos de acuerdo con el sistema Cöpen (García, 1973; Bullock, 1986, 1988). La temperatura media anual es de 24.9°C, con los meses más cálidos entre mayo y septiembre (Fig. 2). Las temperaturas máximas y mínimas promedio en el período de 1994 fue de 19.7° a 32.2°C. La precipitación anual promedio para el mismo año fue de 502 mm con el 80% de las lluvias entre julio y octubre (Fig. 2). La dinámica de las lluvias origina dos épocas marcadas; la húmeda de julio a noviembre y la seca de diciembre a junio (Bullock, 1986, 1988).

La vegetación dominante es selva baja caducifolia o bosque tropical caducifolio (Lott, 1985; Lott *et al.*, 1987; Bullock, 1988), que está presente en los lomeríos con suelos someros, alcanzando una altura de 4 a 15 m, con numerosas especies arbóreas que pierden sus hojas durante la época seca y con un sotobosque bien desarrollado, algunas de las especies más comunes son *Cordia alliodora*, *Croton pseudoniveus*, *Croton* sp., *Lonchocarpus lanceolatus*, *Trichilia trifolia*, *Thouinia parvidentata*, *Caesalpinia eriostachys*, *Amphipterygium adstringens* y *Randia thurberi*. La selva mediana subperennifolia o bosque tropical superperennifolio, que se desarrolla a lo largo de los arroyos, en los lugares protegidos con suelos profundos, presenta árboles que alcanzan una altura de 10 a 25 m, las especies arbóreas más frecuentes son *Thouinidium decandrum*, *Astronium graveolens*, *Brosimum alicastrum* y *Sideroxylon capiri* (Lott, 1985; Bullock, 1988).

## ZONA DE ESTUDIO

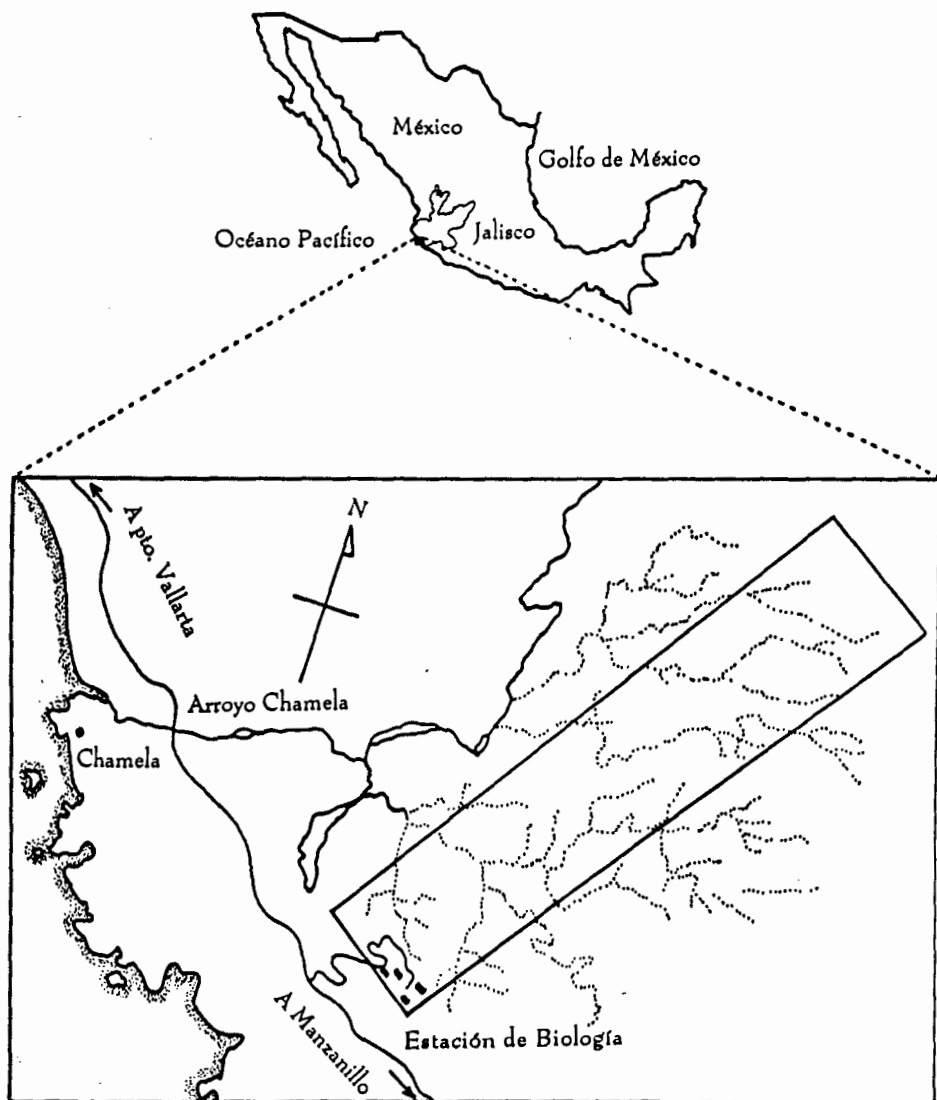


Figura 1. Mapa que muestra la localización de la zona de estudio, Estación de Biología Chamela IBUNAM.

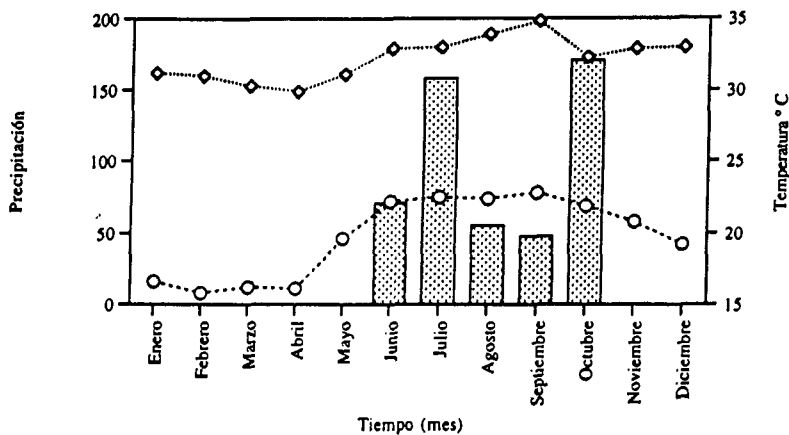


Figura 2. La gráfica muestra la precipitación pluvial, temperatura máxima y mínima a lo largo del año 1994. La línea superior indica la temperatura máxima, la línea inferior la temperatura mínima y las barras la precipitación.

## 6 MATERIAL Y METODOS

El trabajo de campo para este estudio, se llevó a cabo dentro del área de reserva de la Estación de Biología Chamela, IBUNAM. Reuniendo un total de 50 días de trabajo de campo, durante los meses de junio a agosto de 1994, durante los cuales se obtubieron datos referentes a la biología de *Perdita pipiyolin*, parte de los cuales, fueron posteriormente analizados en el laboratorio.

Con anticipación al inicio de la temporada de lluvias y la época activa de *Perdita pipiyolin*, se localizaron los posibles sitios con nidos y las áreas con las plantas visitadas por estas abejas, de acuerdo a las recomendaciones de Ayala (comunicación personal). Para llevar un seguimiento adecuado de la floración, se elaboró una ficha de registro. Una vez que emergieron las abejas en los sitios con nidos, se llevó acabo un censo del número de nidos en cuatro lugares diferentes, usando varios métodos, como son: a) distancias entre nidos, b) cuadrantes aleatorios y c) cuadrantes permanentes. Se elaboró una ficha para un registro adecuado de estos datos.

Para el estudio de la actividad reproductiva se marcó el tórax de las abejas con esmalte para uñas, de un color llamativo (verde, rojo o rosa), de esta forma se pudo llevar un seguimiento adecuado de estos organismos y se elaboró una ficha para registrar los eventos reproductivos.

A partir de observación directa, se registró las actividades de las hembras de *P. pipiyolin* sobre flores, se tomaron los datos de tiempo de manejo y el número de machos y hembras observados sobre la flor cada 30 minutos. Para registrar estas actividades se utilizó un cronómetro y un contador. Se llevó un registro de los parámetros físicos, temperatura e intensidad luminosa, esta última se midió con un luxómetro a intervalos de media hora. Estas medidas se correlacionaron con los registros de actividad.

Las actividades de anidación y la arquitectura de los nidos se registró en forma visual directa. Para el estudio de su arquitectura los nidos se excavaron siguiendo una modificación del método de Rozen y Buchmann (1990) y Rozen (1992), que consiste en el uso de yeso semilíquido inyectado en la entrada del nido, de esta manera se



mantiene firme la forma del túnel y puede seguirse durante la excavación. Esta se realizó con ayuda de una pala de mano una navaja una espátula y una manguera de plástico, que permitió eliminar el exceso de polvo y suelo. Las mediciones del nido se tomaron con una regla graduada en milímetros. La forma del nido se dibujó a escala sobre papel milimétrico.

Para el estudio de la actividad se llevó un registro de los tiempos de salidas y entradas de las abejas a los nidos, tomando en cuenta si regresaron con polen en las escopas. Esta información se virtió en una ficha de campo que se elaboró con este fin.

Para el estudio del desarrollo de los estados inmaduros, se tomaron de los nidos huevos y larvas, que se transportaron al laboratorio en cápsulas de gelatina y luego se colocaron en celdas labradas en cajas de petri con cera, método que fue utilizado por Michener (1953) y que permite llevar un seguimiento del desarrollo y realizar los dibujos necesarios.

Parte de las larvas se sacrificaron en alcohol al 70%, luego se pasaron por agua caliente posteriormente se sumergieron en el líquido de Bouin durante 24 horas. La larva tiñe el alcohol de color amarillo por lo que es necesario cambiarlo periódicamente hasta que éste quede cristalino.

Se realizó un análisis morfométrico similar al utilizado por Danforth y Neff (1992), con el fin de tipificar el dimorfismo sexual y el dimorfismo entre los machos. Para ésto los machos fueron colectados en las flores en forma directa y se sacrificaron en cámaras letales con cianuro; las hembras fueron colectadas en las flores y en los nidos con ayuda de una red entomológica. Los individuos se montaron en alfileres entomológicos, para ser utilizados en el estudio morfométrico. Las mediciones se realizaron con la ayuda de un microscopio estereoscópico, con ocular micrométrico. Se tomaron ocho medidas lineales; largo del ojo (LO), distancia intermandibular (DIM), largo de la mandíbula (LM), longitud entre la parte superior de la cabeza y el margen anterior del ocelo medio (LPSC), longitud entre el margen anterior del ocelo medio y el margen anterior del clipeo (LOMC), longitud del ala anterior (LA), distancia intertegular (DIT), longitud de la tibia trasera (LTT). El análisis estadístico se realizó con el programa

StatView 4.1 (para computadoras Macintosh).

Se colectó una serie de hembras con polen en las escopas y se conservaron en alcohol al 70 % para el conteo de granos de polen. Para este fin se separaron 2,000 granos de polen de *Hibiscus*, que se tiñeron con Fuscina Acida (una gota) y fueron después lavados con agua destilada en repetidas ocasiones, hasta que el agua quedo transparente. Los granos teñidos se incorporaron en un vaso de precipitado de 80 ml, al mismo tiempo que se añadía una masa (la provisión de una celda) de polen o la carga de polen que acarrea la abeja en un viaje. Todo esto en 20 ml de agua destilada y con una mosca magnética, el vaso se colocó en un agitador magnético para homogeneizar la muestra, con una pipeta se sacó una muestra y se colocó una gota sobre un porta objetos, para contar en el microscopio los granos de polen teñidos y los usados por la abeja. Utilizando una proporción geométrica, se obtuvo el número de granos de polen existes en cada muestra. Se sacaron suficientes muestras para que los datos fueran representativos, para esto se gráfico la varianza acumulada hasta que se estabilizó el análisis.

## 7 RESULTADOS

### 7.1 Actividad estacional

#### 7.1.1 Emergencia y periodo de actividad

Muchas plantas dependen de los animales para su polinización, de igual manera muchos insectos y algunos vertebrados dependen de las flores para su alimentación y otros requisitos (Futuyma y Slatkin, 1983). Así aparentemente la emergencia de *P. pipiyolin*, se encuentra en sincronía con la época de floración de *Opuntia excelsa* Sánchez-Mejorada, 1972, la planta de alimentación de donde toma sus recursos, ésta inicio su floración a mediados de junio de 1994 y culmino entre los últimos días de julio y primeros de agosto, concentrando su pico de floración entre los últimos días de junio y alrededor del 20 de julio, periodo durante el cual *P. pipiyolin* se encuentra también activa. Este comportamiento es similar al de *Centris pallida* Fox, 1899 y otros insectos que emergen como adultos en sincronía con la floración de la planta de las que obtienen su alimento (Alcock *et al.*, 1978). Los factores que determinan que los insectos emerjan como adultos son numerosos y complejos, por ejemplo, variación estacional del medio ambiente, temperatura, humedad y disponibilidad de recursos (Thornhill y Alcock, 1983).

El periodo de actividad de los adultos de *P. pipiyolin* comienza con la emergencia, la cual se registró a partir del 29 de junio, posiblemente unos o dos días después de su inicio. La actividad se continuó, aproximadamente hasta el 7 de julio (Fig. 26).

Machos y hembras de *P. pipiyolin* coinciden temporalmente sobre las flores de *O. excelsa* pero el número de organismos, hembras y machos difiere, ya que la cantidad de machos aumenta en un principio y disminuye más aceleradamente que las hembras (Fig. 3). Para el 2 de julio el número de machos era mayor que el de hembras, sin embargo los siguientes días la cantidad de hembras superó a la de los machos. Ambos sexos muestran un pico máximo el seis de julio y a partir de esta fecha el número de hembras y machos comienza a disminuir (Fig. 3). El 18 de julio se observó otra caída en el número de organismos y el 26 del mismo mes la cantidad de individuos fue casi

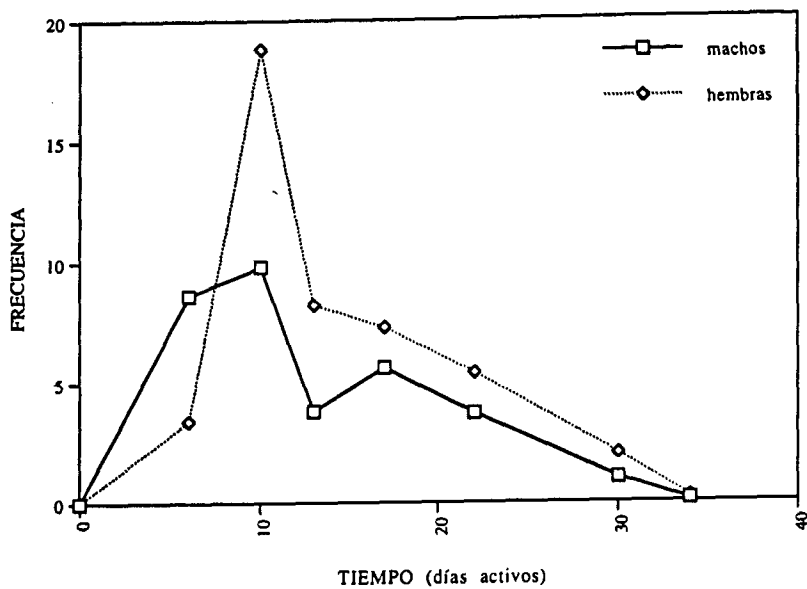


Figura 3. Periodo de actividad de *Perdita pipiyolin* sobre flores. La gráfica muestra los días que dura activa la abeja sobre las flores, indicando la variación del no. de individuos femeninos y masculinos a través del tiempo.

nula sin embargo, su actividad se prolongó hasta los primeros días de agosto. Se considera que la actividad como adultos de esta abeja es de aproximadamente 35 días (Fig.3).

## 7.2 Actividad reproductiva

### 7.2.1 Comportamiento reproductivo

Los machos y hembras de *P. pipiyolin* pasan gran parte del día sobre las flores; donde llevan a cabo los apareamientos, al mismo tiempo que las hembras colectan los recursos para el aprovisionamiento de sus nidos.

Los machos pasan la noche en las flores de *O. excelsa*, al siguiente día entre las 8:30 y 9:30 hr. realizan vuelos de inspección para elegir la flor donde pasarán el día, para ésto, visitan varias flores de la misma planta y en cada flor realizan una aparente inspección. Una vez hecha su elección permanecen en la flor en espera de las hembras. En las flores los machos forman grupos de cuatro a nueve individuos.

Si consideramos territorialidad a cualquier espacio basado en la intolerancia de otros individuos (Torre-Bueno, 1989) y a un macho territorial como aquel que tiene contacto con otro macho de su misma especie, al entrar en un área específica, con el fin de llevarlo fuera (Alcock *et al.*, 1978). Entonces podemos considerar que los machos de *P. pipiyolin* son territoriales, conducta que mantienen durante toda su vida como adultos, y que es más evidente durante los días con mayor abundancia de individuos, alrededor del 13 de julio y poco notorio para el 26 de julio, cuando el número de machos sobre las flores ha disminuido considerablemente (Fig. 3).

Cada grupo de machos sobre una flor, siempre presenta un macho dominante que se puede distinguir de los demás porque realiza recorridos en el interior de la flor y es aparentemente más agresivo. El macho dominante presenta frecuentes interacciones con los otros machos residentes de la flor (machos subordinados), los cuales se mantienen a cierta distancia, sin embargo entre ellos presentan también interacciones durante las cuales se toman de las mandíbulas y realizan giros dentro de la flor. Si otro macho (macho patrullero) llega a la flor, el dominante o alguno de los otros machos residentes lo

expulsan. Ocasionalmente los machos patrulleros pueden desplazar al dominante después de un enfrentamiento. Durante la mañana las interacciones son muy frecuentes, pero después de las 13:00 hr disminuyen y los machos se mantienen por más tiempo entre los pétalos de la flor, adoptando una postura con el extremo posterior del abdomen hacia la base de la flor. Esta actitud posiblemente se debe a que el número de machos ya es estable y la actividad sobre las flores de las hembras ha disminuido casi en su totalidad para esta hora.

Los machos de *P. pipiyolin* son polígamos y las hembras poliandrias. Se observó en varias ocasiones que aparentemente las hembras eran forzadas a copular.

Machos y hembras despiden un olor fuerte, perceptible para el olfato humano que posiblemente se trate de feromonas para atraer compañeros, con el fin de la reproducción.

Previamente a la cópula no se observó ningún comportamiento del macho relacionado con el cortejo. Las hembras eran simplemente tomadas por los machos a su llegada a las flores, una misma hembra puede aparentemente copular varias veces con el mismo o diferente macho durante su visita a una flor.

Durante la cópula el macho sujeta con sus mandíbulas a la hembra entre el tórax y el abdomen y toma con su primer par de patas su abdomen y coloca sus alas hacia atrás paralelas a su cuerpo, la hembra extiende sus alas hacia los lados, formando una cruz y sus patas las mantiene fijas a la flor. En ocasiones la hembra sigue forrajeando mientras se mantiene en cópula. Cuando las cópulas son largas, la hembra comienza a caminar con el macho a cuestas hasta salir del interior de la flor, por lo general hacia la parte externa de los pétalos donde permanece quieta hasta que finaliza el evento. Los apareamientos se pueden efectuar en cualquier parte de la flor, ya sea en el estigma, pistilos o en la parte externa de los pétalos. Hay ocasiones que durante la cópula un segundo macho monta al que se está apareando con la hembra, pero éste se deshace del segundo con sus patas traseras. Esta conducta puede deberse a que el segundo macho le esté disputando la hembra al primero, o sólo se trata de una simple confusión y crea que se trate de una hembra. El macho mantiene sujeta a la hembra cuando se está apareando, y aunque otro

macho lo perturbe o la misma hembra quiera deshacerse de él con sus patas traseras, el macho la mantiene sujeta hasta que termina de copular. Cuando la cópula termina por lo regular el macho asea su cara, cuerpo y alas, y la hembra sigue forrajeando. La cópula tiene una duración variable que va de unos cuantos segundos hasta más de una hora .

### 7.2.2 Apareamientos

Los apareamientos de *P. pipiyolin* se llevan a cabo sobre las flores de *O. excelsa*, y se registraron durante todo el periodo de actividad como adultos, con un pico máximo para el 13 de julio, fecha después de la cual se observó un decremento, que continuó hasta el 30 de julio, cuando la actividad de estas abejas, prácticamente llegó a su fin (Fig. 4).

Durante el periodo de actividad diurna, en las primeras dos horas, se observa un ascenso simultáneo del número de apareamientos y el número de hembras, el cual alcanza su punto máximo entre las 09:30 y 11:00 hr, aunque en algunos días, el pico se presentó hasta alrededor de las 12:00 hr. Posteriormente a este pico de actividad, se presenta un descenso que se continuo hasta su culminación entre las 14:00 y 15:00 hr (Fig. 5a,b,c,d). Los apareamientos en un día de actividad, pueden presentar un segundo pico entre las 12:00 y 13:30 hr (Fig. 6a, b y c). En las gráficas "c" y "d" de la Fig. 5, se observa que hay un comportamiento similar entre el número de cópulas y el de hembras activas. El incremento o decremento simultáneo de la actividad diurna y el número de apareamientos, hacen suponer que posiblemente la cantidad de eventos reproductivos depende del número de hembras activas sobre las flores (Fig. 5a, b, c y d).

Si se compara el número de cópulas respecto al número de machos activos sobre las flores (Fig. 6a, b, c y d), se observa que sólo se presenta un incremento simultáneo de estas actividades en las primeras dos horas de actividad diurna, alcanzando un pico simultáneo entre las 9:30 y 11:30 hr. Pero las cópulas continúan con un decremento en su número hasta alrededor las 14:30 hr. En el caso de la actividad de los machos, se observa que después de las 9:30 el número de éstos presente sobre las flores, tiene mucha variación, generalmente

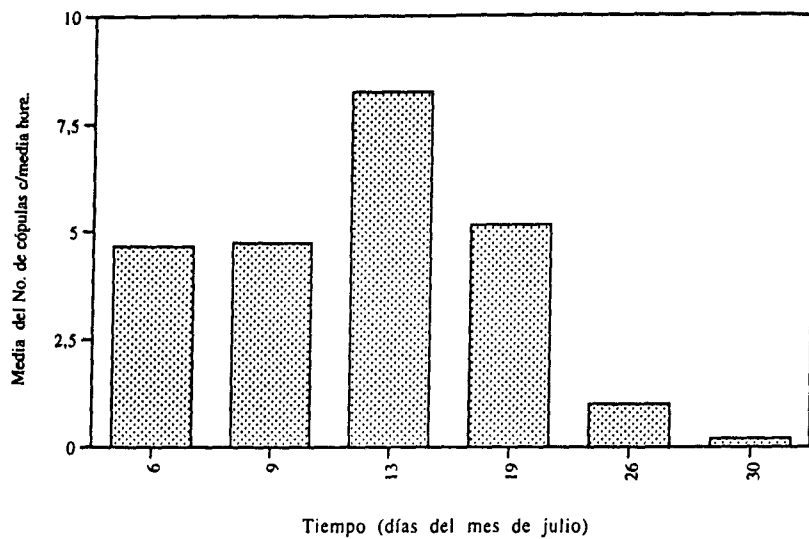


Figura 4. Fluctuación del número de cópulas durante el periodo de actividad de los adultos.



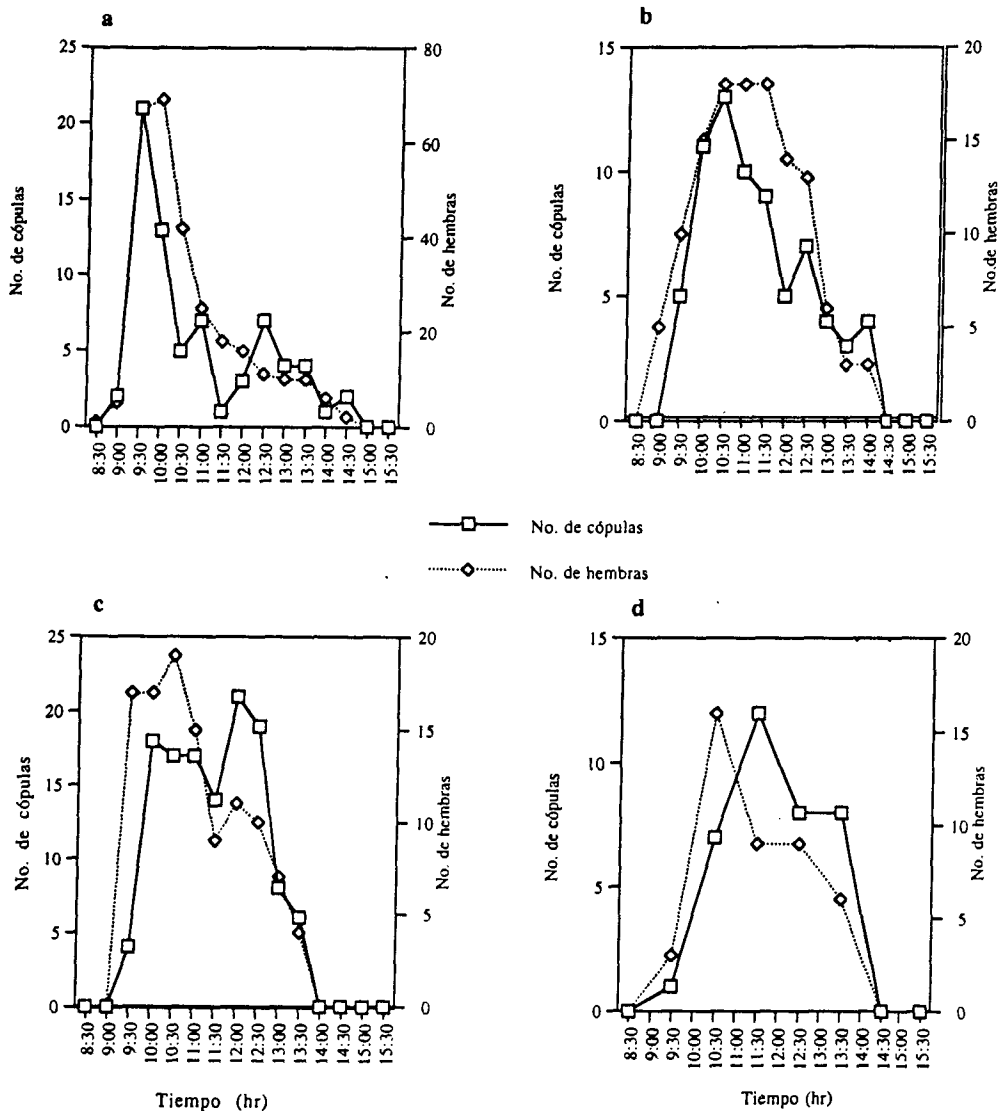


Figura 5. Número de cópulas y la abundancia de hembras en cuatro días diferentes a lo largo del periodo de actividad; a) 6 de julio, b) 9 de julio, c) 13 de julio y d) 18 de julio.

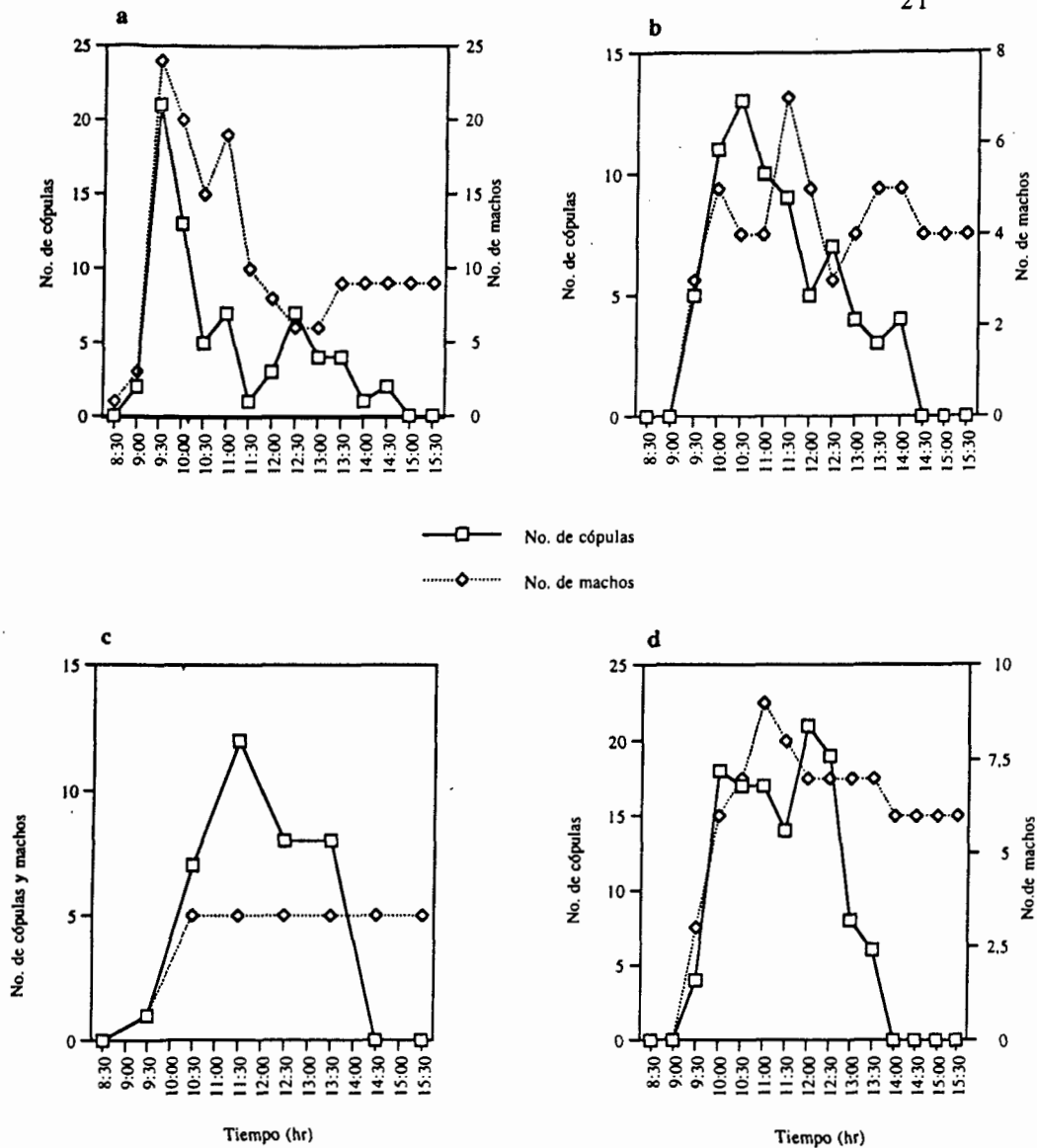


Figura 6. Relación del número de cópulas con el no. de machos en cuatro días diferentes; a) 6 de julio, b) 9 de julio, c) 13 de julio y d) 18 de julio.

luego de las 14:00 hr su número se mantiene constante (a las 15:30 hr se suspendieron estas observaciones) (Fig. 6b, c y d). Es importante considerar que los machos duermen sobre las flores, por lo tanto, se les observa presentes en éstas, después de las 15:30 hr aun cuando las flores ya han cerrado. De esta forma los machos persisten sobre las flores, después de que las hembras ya han dejado de visitarlas (Fig. 5a, b, c y d). Probablemente el número de machos presente en las flores influye en la cantidad de apareamientos, pero es posible que la cantidad de hembras que visitan las flores, sean finalmente las que determinen el número de cópulas registradas durante el periodo de actividad diurna.

Si se compara el número de cópulas registrada en un periodo de actividad diurna, con un parámetro físico como la luminosidad, se puede ver que cuando la luminosidad se incrementa, durante las primeras horas de la mañana, también aumentan los eventos reproductivos, esto entre las 8:30 hr y alrededor de las 10:30 hr cuando se alcanza el máximo número apareamientos. Posteriormente a este pico de actividad las cópulas muestran un comportamiento independiente a la variación de este parámetro físico (Fig. 7b, c y d). Por otra parte cuando la intensidad luminosa disminuye considerablemente, por ejemplo en un día muy nublado, su variación si parece tener una fuerte influencia en la actividad reproductiva de las abejas, sin duda porque baja la actividad de visitas de hembras a las flores (Fig. 7a).

Cuando se compara la temperatura con los apareamientos registrados, se observa que conforme se da el ascenso de la temperatura entre las 8:30 y 10:00 hr, se presenta un incremento simultáneo en el número de apareamientos observados sobre flores (Fig. 8a, b y c). Se puede ver que luego de las 11:00 hr la temperatura se mantiene con poca oscilación, por el resto del día, mientras que el número de eventos reproductivos registrados, disminuye gradualmente luego de alcanzar su número máximo entre las 9:30 y 11:30 hr, hasta concluir alrededor de las 14:30 hr, cuando las mayoría de las flores han cerrado y las hembras, ya casi no visitan las flores (Fig. 8b y c).

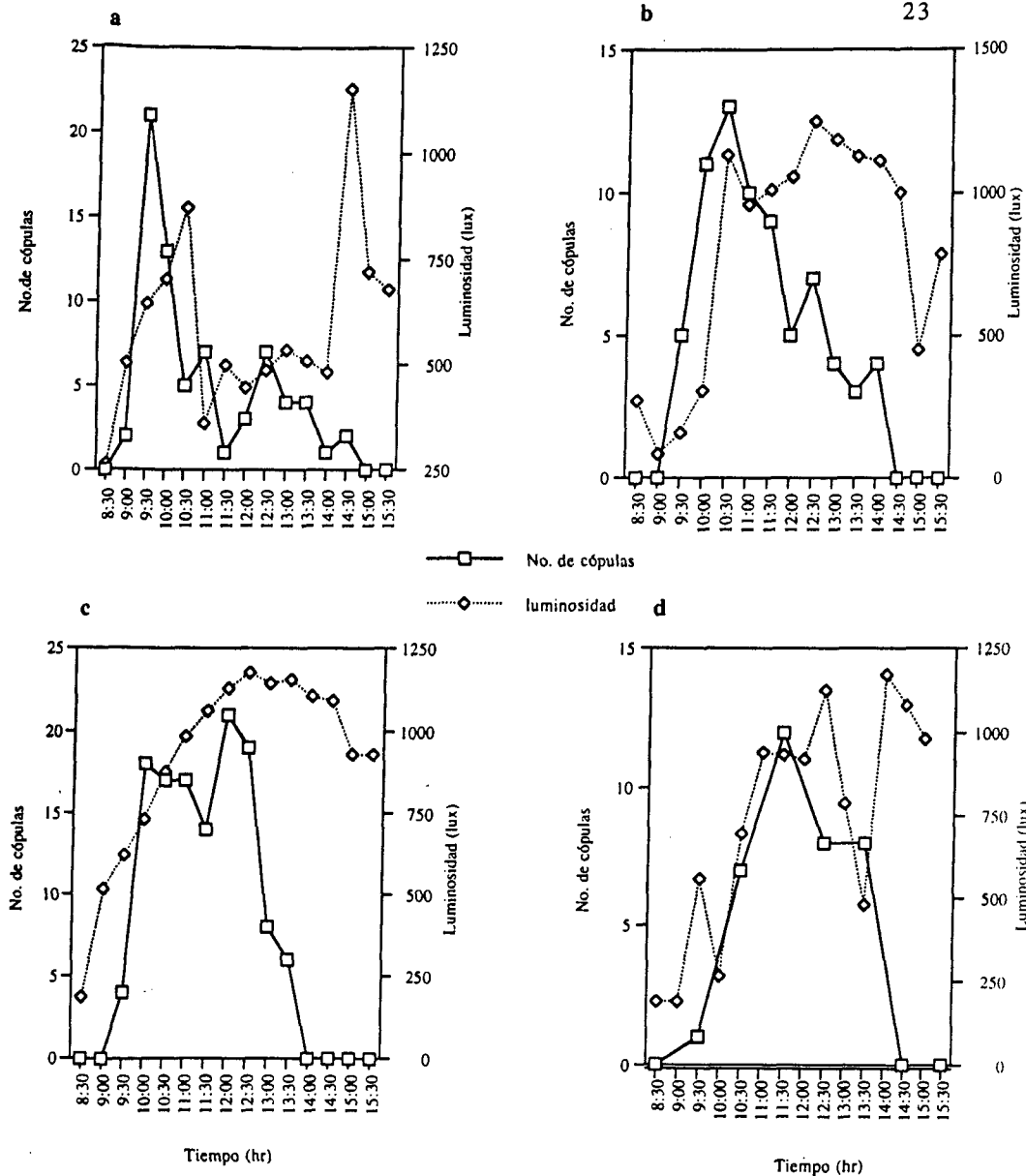


Figura 7. Relación del número de cópulas con la luminosidad. Registro para cuatro días diferentes; a) 6 de Julio, b) 9 de Julio, c) 13 de Julio y d) 18 de Julio.

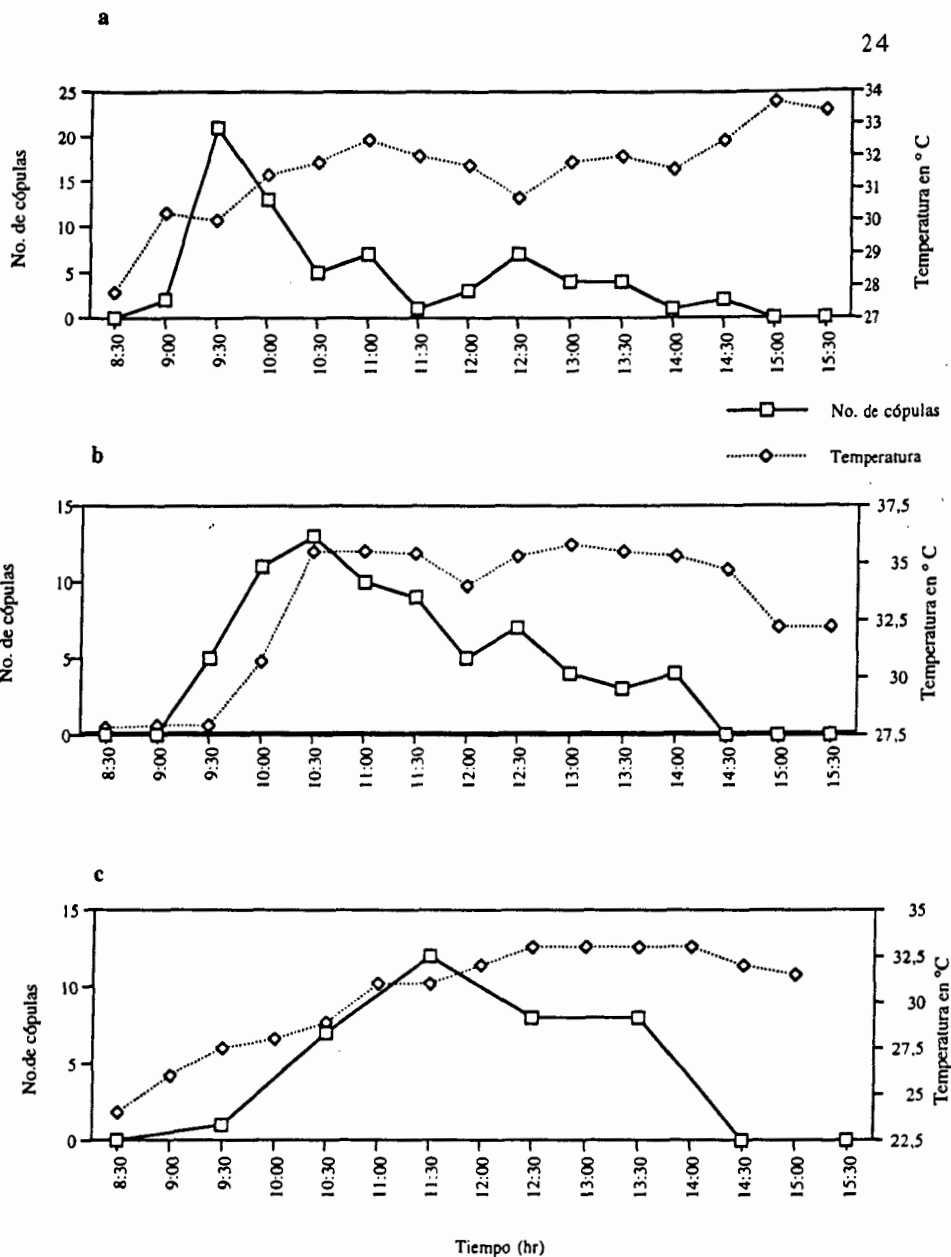


Figura 8. Relación del número de cópulas respecto a la temperatura. Registro para cuatro días diferentes; a) 6 de Julio, b) 9 de Julio y c) 18 de Julio.

### 7.3 Anidación

#### 7.3.1 Localización de los sitios de anidación

Las agregaciones de *P. pipiyolin* se encontraron distribuídas en las veredas dentro de la Estación, en lugares abiertos con escasa o nula vegetación con muy pocas piedras pequeñas; algunos de los sitios presentarían un poco de hojarasca.

El suelo donde las abejas construyen sus nidos es duro y compacto con granos finos. Las hembras de *P. pipiyolin* aparentemente no son selectivas en el color del suelo, ya que las agregaciones se localizaron tanto en suelos rojizos determinados en las tablas de color Munsell como 7.5 yR 3/3, con una textura de franco a arcilloarenosa, con baja densidad de raíces como en suelos cafés, del tipo 10 yR3/2 con una textura de francos finos a francos limosos y con una densidad de raíces muy alta.

#### 7.3.2 Construcción del nido

Las hembras de *P. pipiyolin* persisten en los sitios de anidación pero no vuelven a utilizar los nidos maternos. En los primeros días de julio entre las 12:00 y 15:00 hr, se observaron las primeras hembras construyendo nidos. En la búsqueda del sitio apropiado para establecer su nuevo nido las hembras limitan su vuelo de inspección a un área de aproximadamente un metro cuadrado, revisando repetidamente el área con vuelos rápidos. Una vez elegido el sitio, se posan e inspeccionan el terreno, elevan nuevamente el vuelo y persisten dentro del área ya establecida, repitiendo esta misma conducta hasta que elige el punto apropiado para comenzar a excavar. En ocasiones el área no es aceptada por la hembra, la abandona y posiblemente busca otro sitio con las condiciones favorables para construir su nido. Una vez que la abeja inicia la excavación del nido, extrae del interior del túnel pequeños cúmulos de suelo, por un lapso de 10 a 15 min, con el cual tapa el agujero de la entrada. Al día siguiente de haber iniciado la construcción del nido, cuando sale la hembra por primera vez realiza un vuelo sobre el nido, durante el cual dibuja una forma de ocho. Este vuelo es más prolongado que los realizados durante el resto del día, y

posiblemente tiene como objeto la memorización de la entrada del nido.

Se puede considerar que la distribución de los nidos de *P. pipiyolin* es gregaria, con base en la opinión de Alcock *et al.*, (1978), que indica que cuando una persona desde un punto estratégico puede ver fácilmente por lo menos diez entradas de nidos activos, la distribución de los mismos es gregaria, y si sólo se pueden observar unos pocos es considerada dispersa. En una misma área, se pueden encontrar varias agregaciones bien definidas, en la parte central de ésta, los nidos están muy cercanos entre si, y entre más retirados están los nidos del centro de la agregación, las distancias entre éstos se hacen más grandes.

### 7.3.3 Arquitectura del nido

Los nidos de *P. pipiyolin* son sencillos, presentan una entrada circular con un diámetro de 0.5 cm ( $n=12$ ) y no tienen chimeneas, pero si presentan un túmulo (promontorio) con un diámetro de aproximadamente 5 cm y una altura que oscila alrededor de 1 cm (Fig. 9). Los nidos pueden estar situados entre plantas pequeñas.

Los nidos presentan una entrada y un túnel principal que alcanza una profundidad de 12.9 cm, algunos nidos logran sólo 4.6 cm y una media de 9.16 cm ( $n=12$ ). El túnel principal es simple, no presenta antecámaras ni túneles laterales que hagan complicada su arquitectura y termina por lo regular en una celda, tiene un diámetro promedio de 0.5 cm, que varía entre 0.6 o 0.4 cm.

Los nidos presentan poca variación en su forma, y todos presentan un túnel principal vertical o un poco inclinado (Figs. 9 y 10). La unión de las celdas con el túnel principal se pierde, sólo el túnel principal tiene en su interior una sustancia impermeabilizante que da a sus paredes una consistencia más rígida, sin embargo las conexiones con las celdas no presenta dicha sustancia y son además rellenas con suelo por la abeja (Figs. 9 y 10).

Las celdas son ovaladas (Fig. 11) con una longitud entre 10.46 a 9.90 mm y una media de 10.35 mm ( $n=9$ ) y con un ancho entre 5.17 y 4.50 mm y una media de 4.96 mm ( $n=7$ ); el diámetro de la parte media

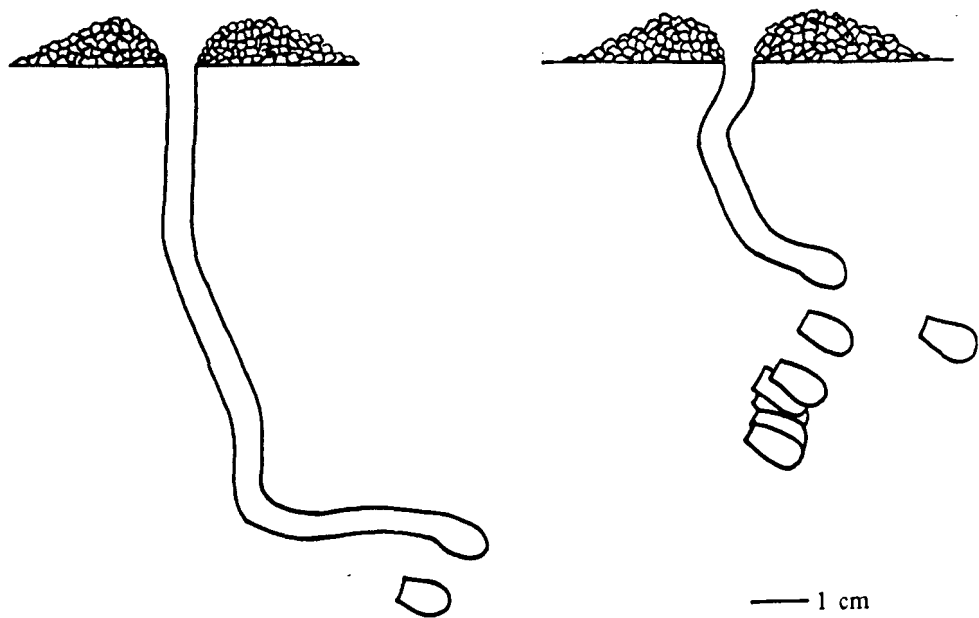


Figura 9. Nidos de *Perdita pipiyolin* con presencia de túmulos en la entrada.



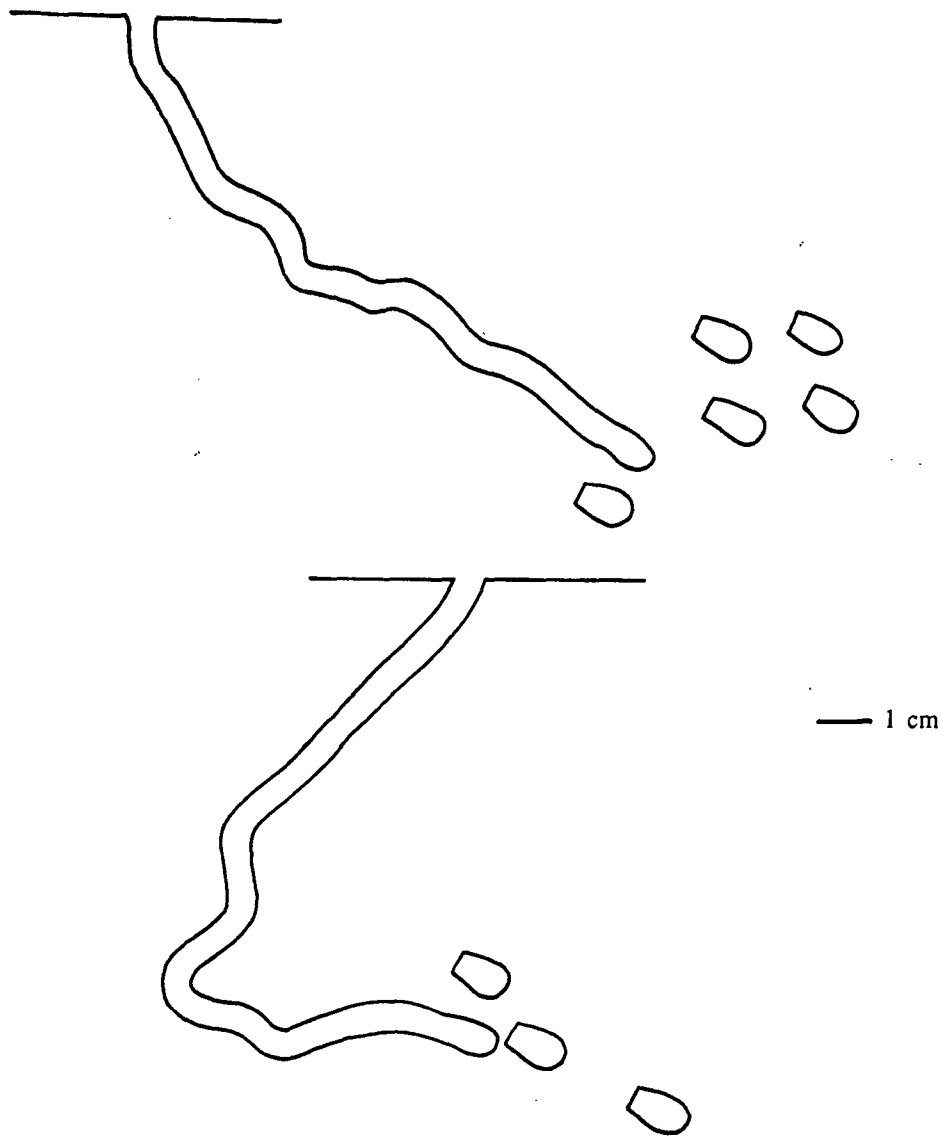


Figura 10. Arquitectura de los nidos de *Perdita pipiyolin*.

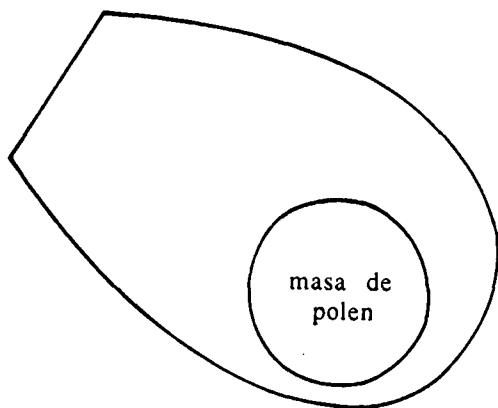


Figura 11. Celda de un nido de *Perditia pipiyolin*.

oscila entre 6.3y 5.06 mm con una media de 5.06 mm (n=8) y en la parte más ancha de 6.3 a 5.17 mm con una media de 6.01 m, (n=8). Las celdas no se encuentran comunicadas entre si y están dispuestas en un ángulos de 28°, aunque en algunas celdas el ángulo puede ser de 25°, 18° y 11°. Las paredes de las celdas están cubiertas por una sustancia impermeabilizante. Las celdas presentan un tapón con suelo de textura granulosa aparentemente el tapón no está cubierto por la sustancia impermeabilizante y su diámetro es de 4.59 mm.

## 7.4 Obtención de recursos

### 7.4.1 Planta de alimentación

*Perdita pipiyolin* es una especie monoléctica, que obtiene sus recursos alimenticios de las flores de *Opuntia excelsa*, una especie de nopal con distribución limitada únicamente a una franja angosta a lo largo del litoral del Pacífico, entre el Río Tomatlán, en el estado de Jalisco y las inmediaciones de Barra de Navidad, en el estado de Colima, siempre a una altitud menor de los 200 m. Esta planta ha sido registrada en múltiples localidades a lo largo de la carretera, entre Barra de Navidad y Puerto Vallarta, entre éstas, la bahía de Tenacatita, en los alrededores de la playa de La Manzanilla, Los Angeles Locos, en Caleta Blanca, en el Rancho Cuixmala, en la Punta Farallón, la Ensenada de Careyitos, en la Estación de Biología Chamela, en el rancho El Paraíso y a todo lo largo de la Bahía Chamela, estas localidades en el Estado de Jalisco (Bravo-Hollis; 1978).

Las flores de esta *Opuntia* son amarillas, grandes y generalmente abren después de las 9:00 hr y cierran luego de las 14:00 hr si reciben la luz directa del sol, las flores colocadas en la sombra abren más tarde y continúan abiertas mucho tiempo después de las 14:00 hr. Cuando el polen de las flores es removido, y la flor está por cerrar, el color de los pétalos se torna rojizo o rosado. Estas flores también son visitadas por otras especies especialistas, en el área de estudio: *Diadasia knabiana* (Guardado; 1996) y *Lithurge biturulosa* Snelling, 1986 (Ayala com. pers.), que son abejas más grandes y que pueden volar mayores distancias, estas abejas también obtienen el polen y su néctar únicamente de esta planta, aunque *L. biturulosa* tiene un periodo de

actividad muy amplio, y visita otras especies de cactáceas en otras épocas del año, entre éstas a *Opuntia puberula*, la otra especie de nopal presente en la región.

#### 7.4.2 Forrajeo

Las hembras de *P. pipiyolin* inician su actividad de forrajeo sobre las flores, alrededor de las 08:30 hr y dejan de visitarlas entre las 14:00 y 15:30 hr (Figs. 12 y 13).

La marcha diurna de la temperatura y de la luminosidad pueden influenciar de alguna manera sobre la tasa de visitas de las hembras a las flores (Fig. 12 y 13), ya que la actividad de estas abejas se incrementa simultáneamente que estos dos parámetros físicos durante la primera hora u hora y media de actividad, hasta que la tasa de visitas a flores de esta abeja alcanza nivel más alto entre las 9:30 y 10:30 hr. El momento en que las abejas alcanzan su nivel más alto, de visitas a flores, varía entre días y oscila entre las 9:30 y 11:30, posteriormente sufre un decremento paulatino, que culmina con el cese de la actividad entre las 14:30 y 15:00 hr (Figs. 12 y 13).

Durante las visitas a las flores, las hembras se posan sobre los pétalos, el estigma o los estambres, en ocasiones se observa que la hembra recorre varios puntos de la flor antes de coleccionar alimento. Usualmente coleccionan polen de los estambres que coloca en sus escopas, también remueve el polen adherido al cuerpo y lo acomoda en sus escopas. Se registraron algunos casos, en los cuales las hembras extraen el polen de las escopas de las hembras de *Diadasia knabiana* Cockerell, 1917 (Guardado, 1996), otra especie de abeja especialista sobre esta planta.

El tiempo que la hembra invierte en obtener el polen de la flor de *Opuntia excelsa*, en cada una de sus visitas, presenta una variación, que va de 6.32 a 29.93 seg. con una media de 14.92 (n= 32).

#### 7.4.3 Aprovechamiento

La actividad de aprovechamiento del nido se lleva a cabo entre las 09:00 y 14:00 hr. Los registros de salidas y regresos de la abeja al nido, no muestran un patrón definido (Fig. 14).

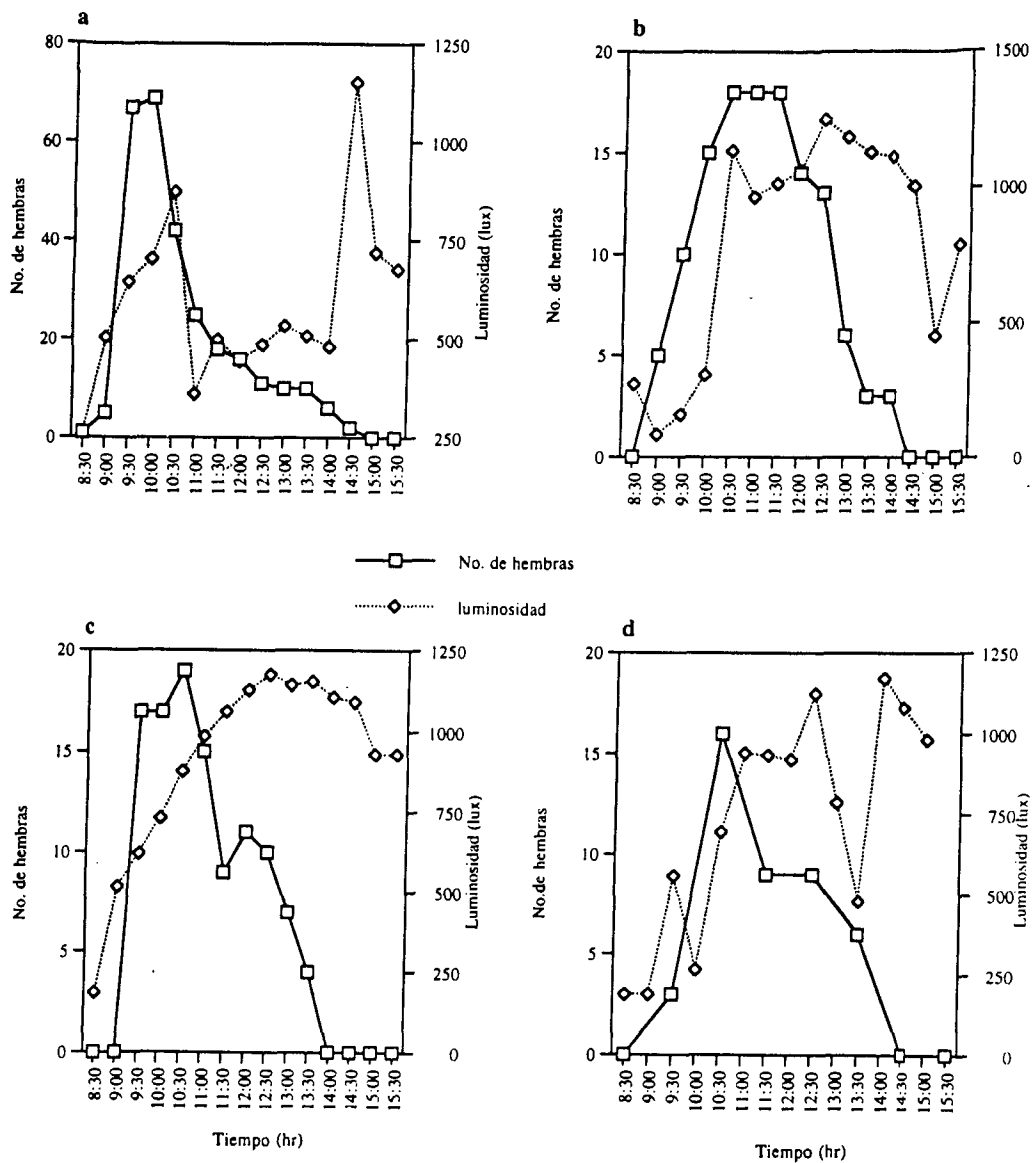


Figura 12. Número de hembras activas respecto a la luminosidad. Registro para cuatro días diferentes; a) 6 de julio, b) 9 de julio, c) 13 de julio y d) 18 de julio.

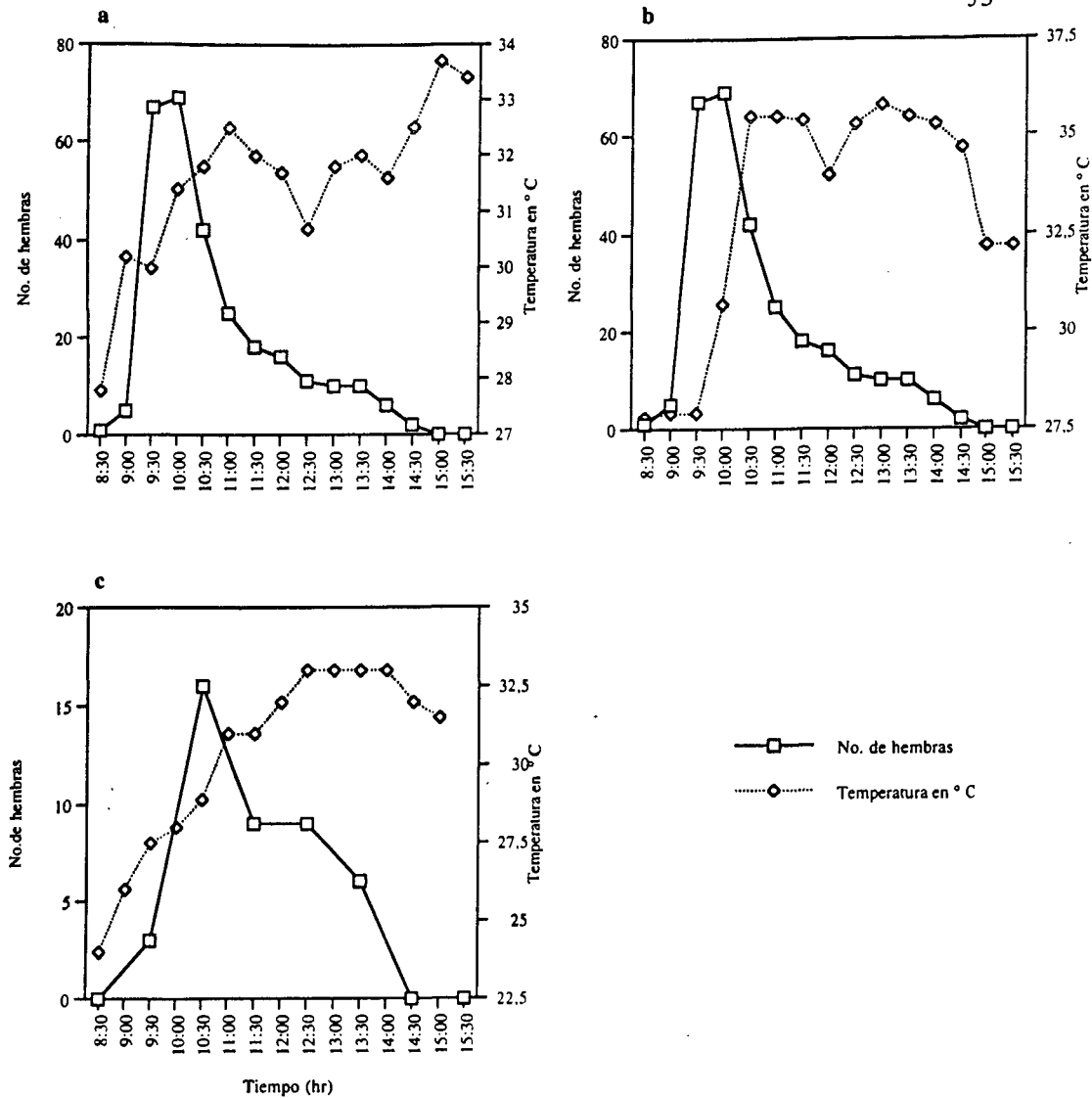


Figura 13. Relación del número de hembras con respecto a la temperatura. Registro de tres días diferentes; a) 6 de julio, b) 9 de julio y c) 18 de julio.

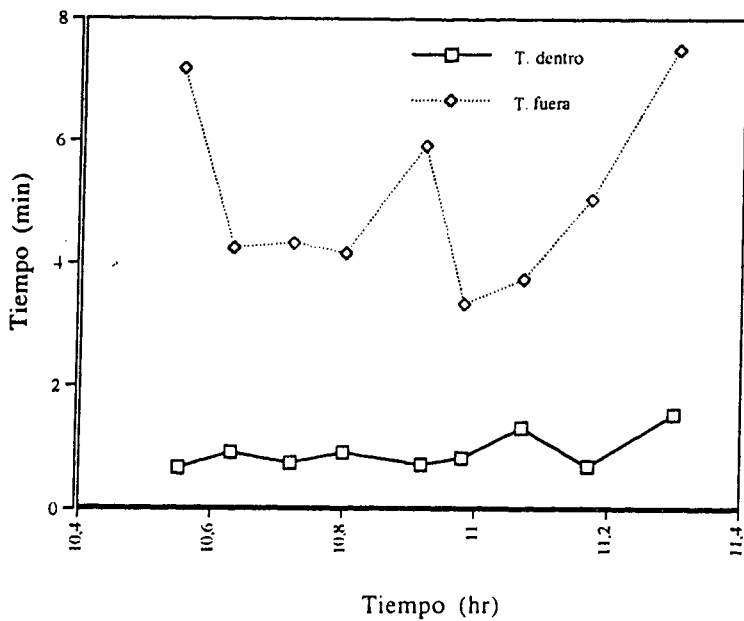


Figura 14. Tiempo que una hembra pasa fuera y dentro del nido durante uno de los primeros días de actividad.

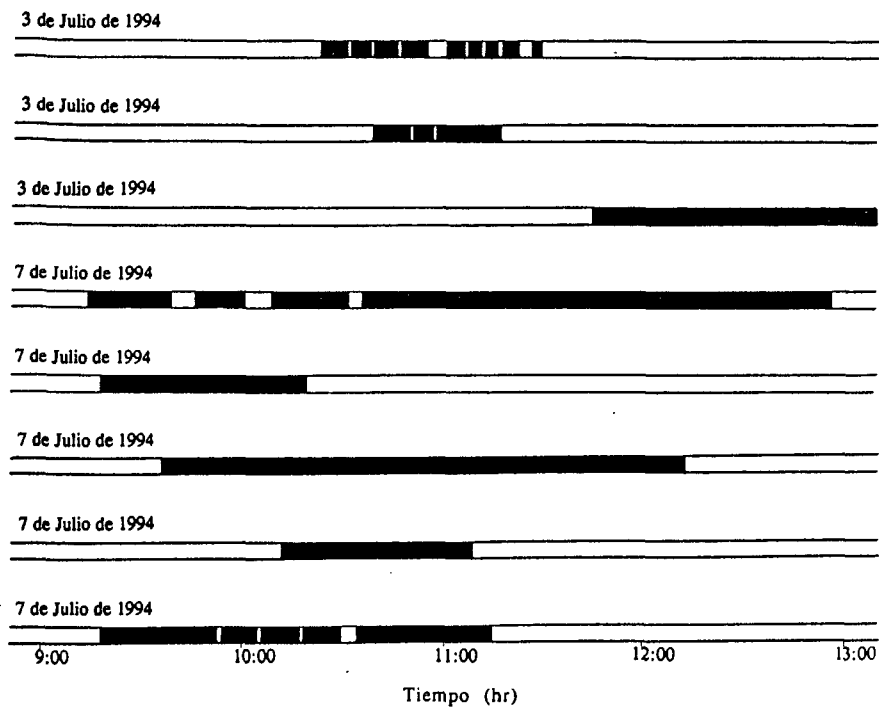


Figura 15. Patrones de actividad en los nidos de *Perdita pipiyolin*, a partir del registro de salidas y entradas de la abeja al nido.



Las áreas negras en las barras de la Figura 15, muestran el tiempo que la abeja permanece fuera del nido, en cada una de las incursiones que hace en el transcurso del día. Se presume que la abeja dedica este tiempo a la visita de las flores de *O. excelsa*, donde colecta polen y néctar para el aprovisionamiento de sus celdas, al mismo tiempo que lleva a cabo su actividad reproductiva. En la misma figura, los espacios en blanco muestran el tiempo que la abeja permanece dentro del nido a lo largo del día; este tiempo lo utiliza en la preparación de las celdas o simplemente en depositar el polen; es posible que cuando termine su actividad fuera del nido se dedique a la construcción de celdas y también a la formación de las bolas de polen, que son la provisión de alimento de las larvas.

Se registraron diferentes patrones de actividad para distintas hembras que anidan en un mismo sitio bajo las mismas condiciones ambientales (temperatura y luminosidad), y la mayoría de los individuos se encuentran ya fuera de sus nidos después de las 08:00 hr. (Fig. 15). Las hembras realizan un número de salidas por día que va de 1-10, con una media de 3.5 ( $n=18$ ). Ellas usualmente regresan con cargas de polen, pero la cantidad de granos de polen en cada carga puede ser muy variable.

No se tiene certeza de cuantos viajes se necesiten para aprovisionar una celda, pero si se toma en cuenta que una masa de polen contiene aproximadamente 76,000 granos de polen, y si las hembras acarrea en sus escopas un número de granos que van de 4,300 a 38,000, resulta que una celda puede ser aprovisionada ya sea con 2 o hasta en 18 viajes.

## 7.5 Estados inmaduros

### 7.5.1 Descripción del huevo

El huevo de *P. pipiyolin* es de forma alargada y curvada, con los extremos redondeados pero uno de estos es más agudo que el otro. Los huevos son blanquecinos y hialinos, con integumento brillante. Sus medidas oscilan entre los 2.6 mm de longitud y un ancho de 0.98 mm. Los huevos son implantados en la masa de polen de manera que se mantenga el huevo firme a la base del polen. La masa de alimento

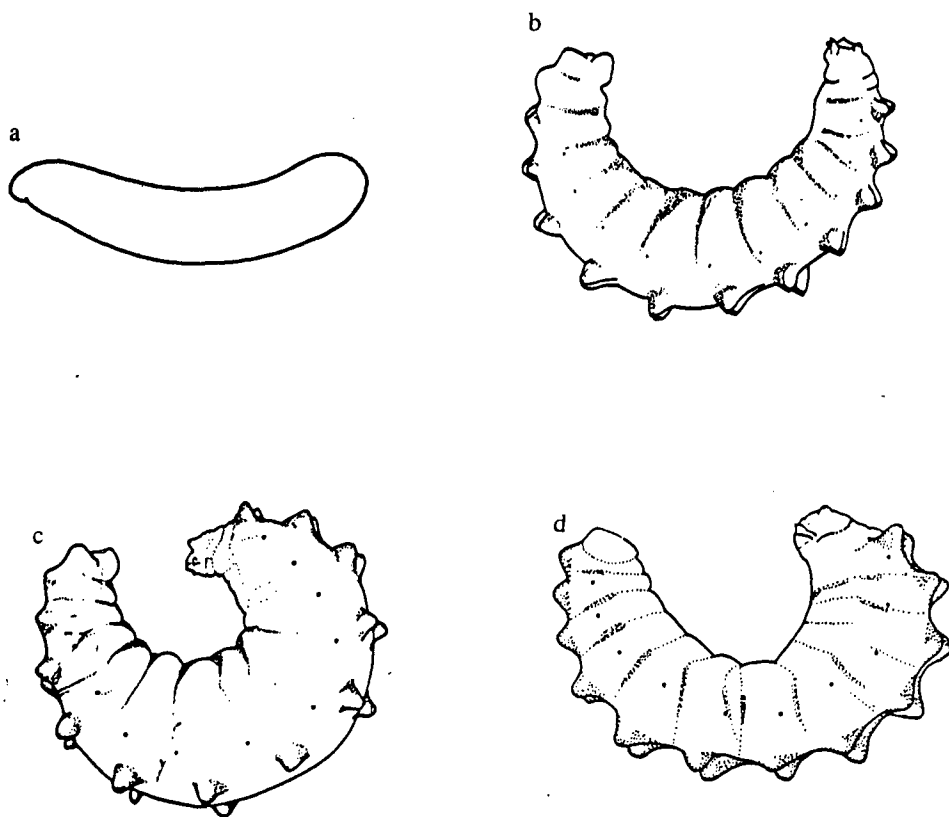


Figura 16. Estados inmaduros de *Perdita pipiyolin*; a) huevo, b) larva en predefecación, c) larva en defecación, d) larva en posdefecación.

presenta forma esférica. Los huevos son extremadamente delicados y frágiles, lo que dificulta considerablemente su manipulación (Fig. 16).

### 7.5.2 Estadios larvales

Se pueden reconocer tres estadios fácilmente durante el desarrollo de la larva; predefecación, defecación y posdefecación (Michener, 1974). No se conoce con precisión el número real de estadios larvales. Las características de los estadios larvales de *P. pipiyolin* son los siguientes:

**Predefecación:** Esta etapa representa el paso de huevo a la larva, juvenil y es el periodo durante el cual la larva se alimenta más activamente y cuando sufre más cambios en su tamaño; al final de esta etapa, la larva adquiere su mayor tamaño. En un principio la larva es blanquecina hialina pero conforme crece y se alimenta su cuerpo se torna amarillento. Sus primeros cinco tubérculos tienen un ancho de 0.0455 mm, los siguientes tres de 0.0545 mm, el noveno y décimo 0.0364 mm y los restantes de 0.0182 mm.

**Defecación:** Al llegar a este estadio, la larva ha adquirido su máxima corpulencia y comienza a defecar, depositando las eses uniformemente sobre la superficie superior de la celda, o sea la que está sobre su abdomen, sus excretas son amarillas y tienen una forma cilíndrica, y cada cilindro está unido al otro por medio de un hilo de seda.

**Posdefecación:** En ese estadio la larva ha dejado de defecar y su integumento se torna duro y anaranjado pálido, su cuerpo se contrae en dirección dorsoventral y se mantiene inmóvil. La abeja se mantiene en este estado de diapausa durante 10 meses y medio aproximadamente, antes de comenzar a sufrir cambios nuevamente para transformarse en pupa. El periodo que transcurre de estado de huevo a larva en posdefecación, se considera en aproximadamente 30 días.

**Descripción de la larva adulta:** El cuerpo de las larvas de *P. pipiyolin* presenta 12 pares de tubérculos de tamaño similar, excepto por los últimos tres pares que son más pequeños. Se observan 10 espiráculos, características que mantienen en todos los estadios larvales (Fig. 16).

El integumento de la cabeza no está pigmentado excepto en los

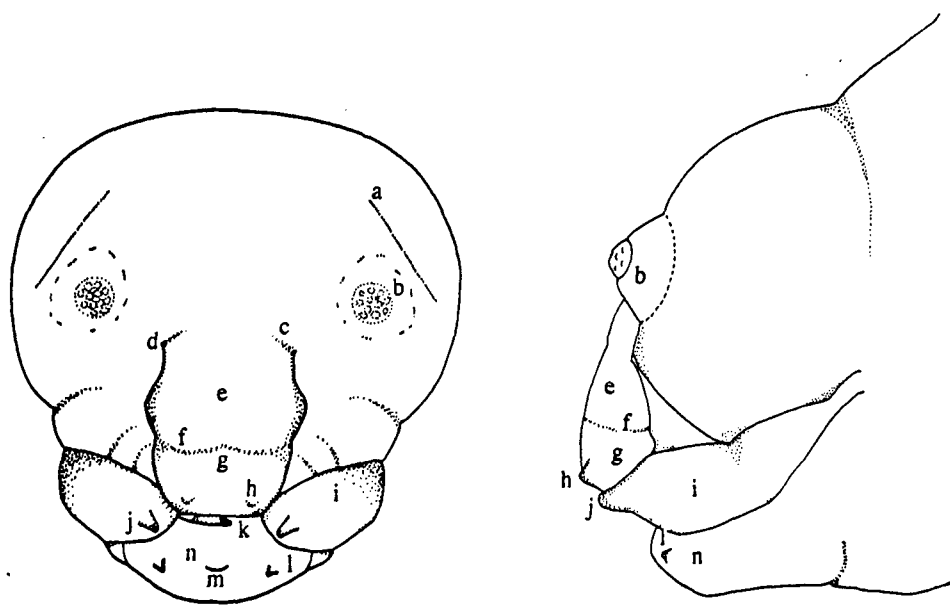


Figura 17. Cabeza de la larva adulta de *Perdita pipiyolin*; a) banda parietal, b) antena, c) sutura epistomal, d) orificio tentorial anterior, e) clipeo, f) sutura labroclípeal, g) labio, h) tubérculo labial, I) maxilas. j) palpo maxilar, k) mandíbula, l) palpos labiales, m) abertura salival y n) labio.

ápices de las mandíbulas y maxilas. Esta presenta un tamaño moderado con respecto al tamaño del cuerpo, con una longitud de 0.2273 mm y un ancho a la altura de la maxilas aproximado de 0.1364 mm (Fig. 17). Los orificios tentoriales anteriores se encuentran al comienzo de la sutura epistomal. Presenta bandas parietales rectas y antenas constituidas por una elevación redondeada, las antenas se encuentran sobre una área globosa que tiene una superficie irregular, que forma pequeñas verrugas. El cípeo presenta una longitud y un ancho muy similar, la sutura epistomal no está bien definida, pero se distingue una pequeña elevación en su parte media. El labro tiene un ancho superior a una y media veces su longitud, y presenta dos tubérculos labrales. Las mandíbulas tienen un extremo distal cónico, con la base ancha; el ápice es café oscuro y conforme se acerca hacia la base se torna más claro. Las maxilas son alargadas, los palpos maxilares poseen puntas de color café oscuro, las maxilas son más largas que anchas. El labio presenta un ápice redondeado, entre los palpos labiales se encuentra la abertura salival, que se observa como una línea en forma de media luna.

### 7.5.3 Descripción de la pupa

La pupa es muy semejante a la abeja adulta, a excepto por su color que es blanquecino hialino y porque sus estructuras aún no se encuentran bien desarrolladas. El integumento cambia según se va desarrollando el individuo y adquiere tonos que crecen en intensidad, desde un amarillo tenue, anaranjado tenue, café claro, café oscuro, hasta adquirir un color negruzco.

La cabeza presenta un integumento sin setas, espículas o tubérculos, las antenas no presentan tubérculos. Tiene tres ocelos redondeados, uno medio anterior y dos laterales posteriores. El integumento es incoloro en un principio, pero conforme se desarrolla la pupa los ojos y el ápice de las mandíbulas son los primeros en pigmentarse. Las partes bucales visibles están constituidas por la galea, palpos maxilares, palpos labiales, paraglosa y glosa, esta última tan larga como la mitad de su cuerpo, aún no se aprecia el flabelo (Fig. 18).

El mesosoma presenta un integumento sin setas y espinas. El

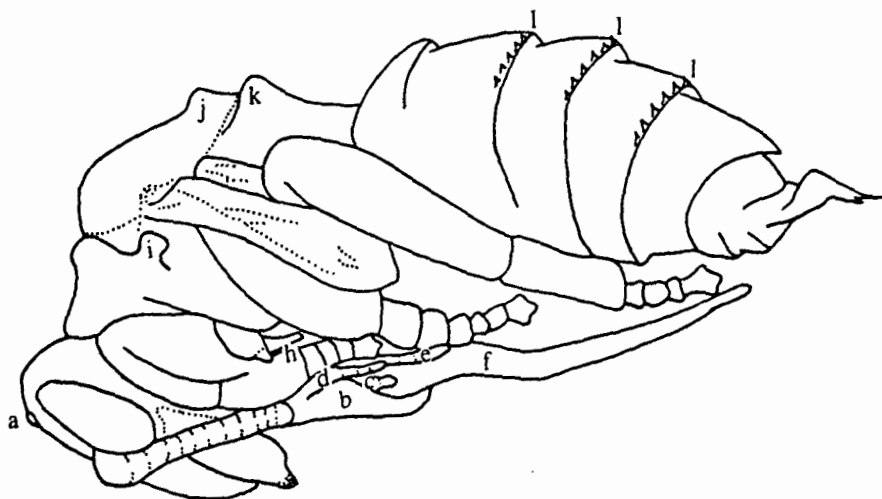


Figura 18. Pupa de *Perdita pipiyolin*. a) ocelo, b) galea, c) paraglosa; d) palpos maxilares, e) palpos labiales, f) glosa, g) proyección del trocanter, h) proyección de la coxa, i) lóbulo del pronoto, j) tubérculo del mesoscuto, k) tubérculo del escutelo y l) espinas.

lóbulo del pronoto está redondeado apicalmente. El mesoscuto presenta un tubérculo en la parte media posterior, igualmente el escutelo presenta un tubérculo en la parte media, el resto del mesosoma no presenta tubérculos. Procoxas, mesocoxas y metacoxas presentan unas proyecciones alargadas agudas apicalmente, las proyecciones de las procoxas son un poco más largas que las de las mesocoxas y metacoxas. El trocánter de los tres pares de patas tiene unas proyecciones a manera de espinas, donde la base de éstas es muy ancha en relación al ápice agudo (Fig. 18).

El metasoma en vista dorsal, consiste en siete terguitos en los machos y seis en las hembras y un ovipositor visible (al aguijón). Los terguitos II, III y IV, presentan una línea de pequeñas espinas pigmentadas que se localiza a lo largo de la parte superior del margen posterior de cada terguito (Fig. 18).

## 7.6 Diferencias morfométricas entre adultos

### 7.6.1 Diferencias morfométricas entre sexos

Los adultos de *P. pipiyolin* presentan un claro dimorfismo sexual. El análisis muestra diferencias significativas entre las ocho medidas lineales que se tomaron a cada uno de los individuos, cinco de estas medidas son de la cabeza (largo del ojo (LO), distancia intermandibular (DIM), longitud de la mandíbula (LM), longitud entre el margen anterior del ocelo medio y el margen anterior del clipeo (LOMC) y longitud entre la parte superior de la cabeza y el margen anterior del ocelo medio (LPSC); las otras medidas son tomadas del resto del cuerpo (distancia intertegular (DIT), longitud del ala (LA) y longitud de la tibia posterior (LTT) (Fig. 19).

Para el análisis morfométrico comparando individuos de distinto sexo, se realizó una prueba de t-studen obteniéndose para LM, LO, DIM, LOMC y LTT, una significancia de 0.000, para DIT de 0.001, para LPSC de 0.003 y para LA de 0.005, lo que muestra una diferencia palpable entre los sexos de *P. pipiyolin*.

Otra característica evidente para poder diferenciar los sexos es la coloración del cuerpo, en las hembras el color es más uniforme con un tono negruzco y el abdomen con líneas transversales de tono café. En

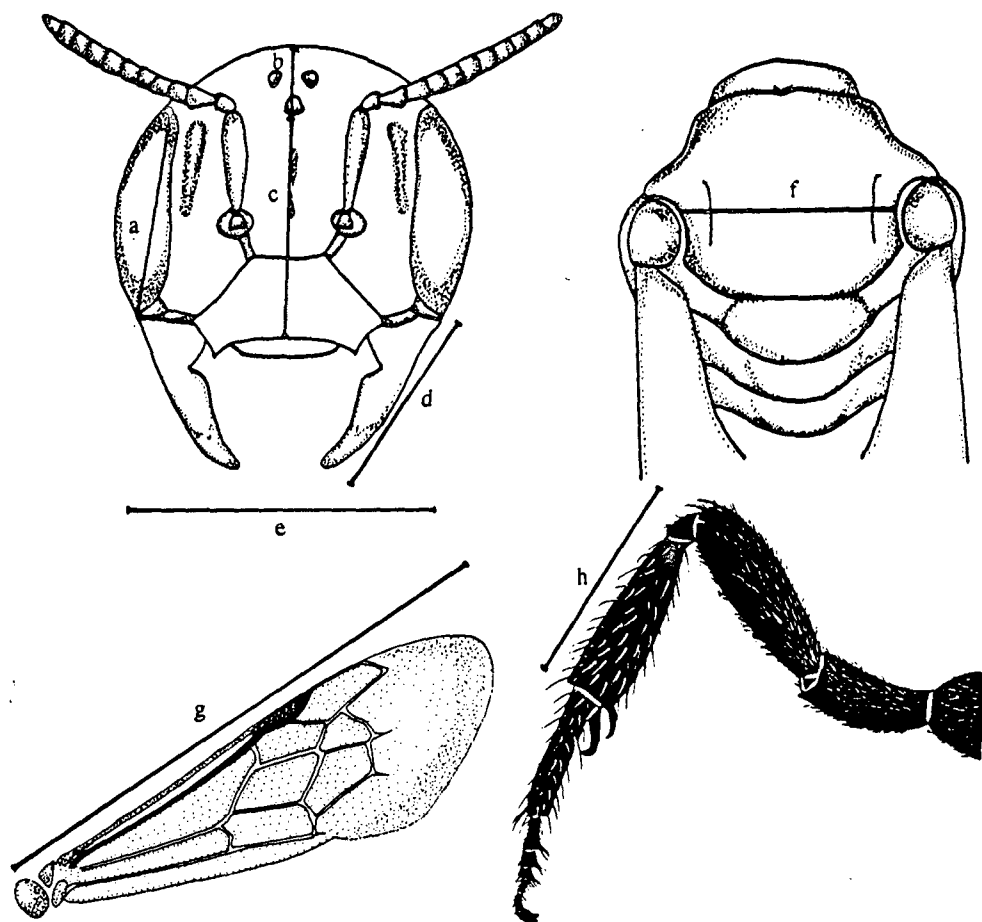


Figura 19. Medidas lineales utilizadas en el análisis morfométrico de machos y hembras de *Perdita pipiyolin*; a) largo del ojo (LO), b) longitud entre la parte superior de la cabeza y el margen anterior del ocelo medio (LPSC), c) longitud entre el margen anterior del ocelo medio y el margen anterior del clípeo (LOMC), d) largo de la mandíbula (LM), e) distancia intermandibular (DIM), f) distancia intertegular (DIT), g) largo del ala (LA) y h) largo de la tibia trasera (LTT).



anaranjado-rojizo y el resto del cuerpo oscuro.

Entre el mismo sexo existen diferencias de tamaño. Los machos presenta una mayor variación de sus tallas que las hembras (Figs. 20 y 21), posiblemente estas diferencias tienen relación con el comportamiento reproductivo de la especie, de tal forma que las distintas tallas en los machos están asociadas a las diferentes estrategias reproductivas.

### 7.6.2 Diferencias entre machos

El mismo análisis morfométrico se realizó para los machos, comparando entre aquellos que adoptan diferentes estrategias reproductivas. Las medidas se tomaron a dos grupos de machos, dominantes y subordinados, separándolos con base en este comportamiento.

En la prueba estadística, la comparación de la DIM para los grupos de machos muestra una significancia de 0.0101, para LTT de 0.028 y para LA de 0.035; estos fueron las mediciones que mostraron diferencia significativa entre los machos. Por otra parte el valor de significancia para LM fue de 0.068, para LO de 0.072, para LOMC de 0.112, para LPSC de 0.298 y para LDIT de 0.893, lo que indica que no existen diferencias significativas entre estas medidas para los machos.

Como dato relevante, se registró un mayor variación de las tallas en los machos residentes (no dominantes) que entre los machos dominantes (Figs. 22 y 23).

### 7.7 Depredadores y parásitos

Se registraron sólo dos especies de hormigas oportunistas *Ectatomma ruidum* y *Pheidole* sp. sustrayendo polen de los nidos de *Perdita pipiyolin*, no se observó ningún otro depredador ni parásito sobre los nidos y larvas de la especie estudiada.

Por otra parte, es posible que cuando estas abejas visitan las flores, sean depredadas por aves, arañas u otros insectos.

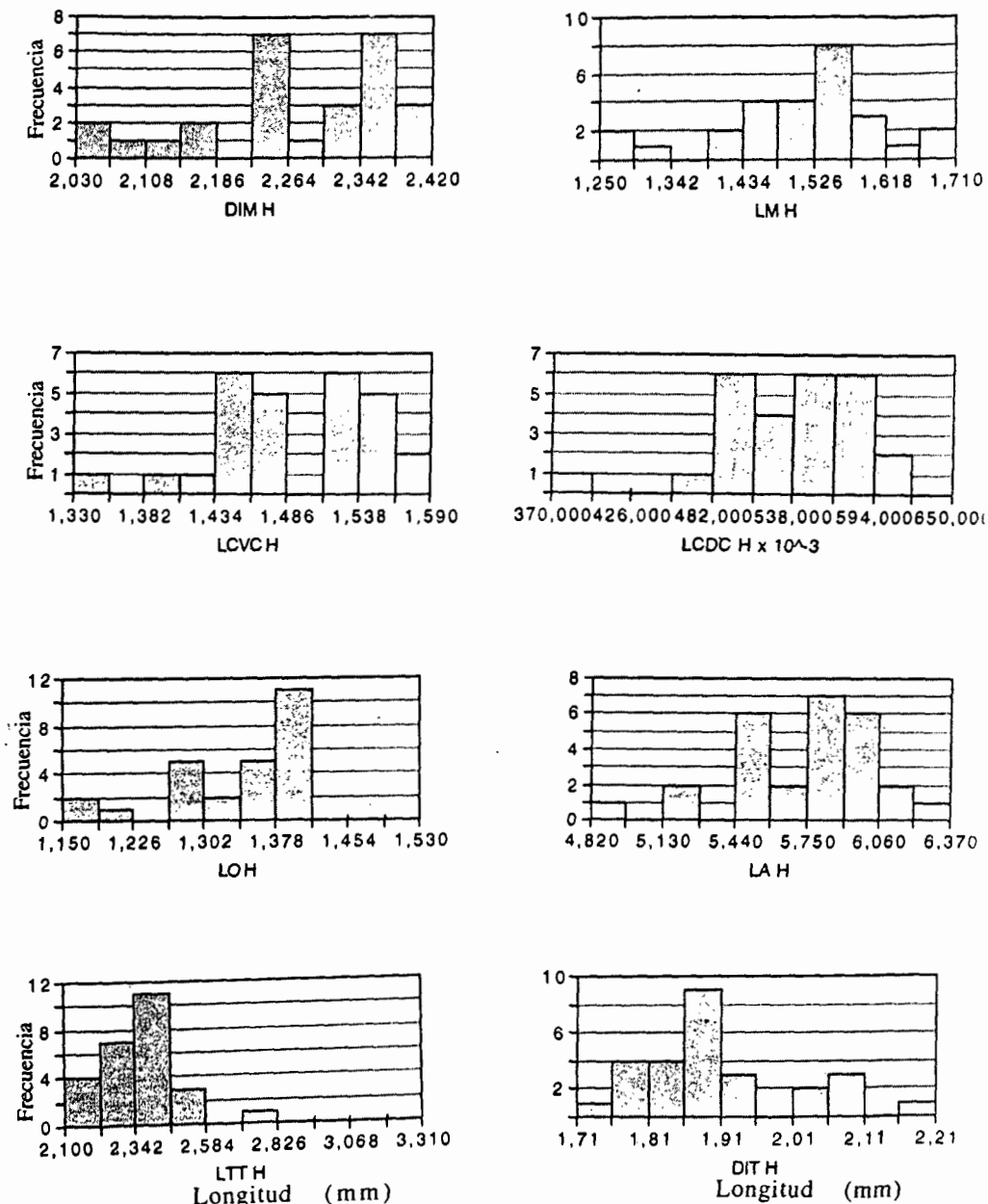


Figura 20. Histograma de las ocho medidas lineales para hembras de *Perdita pipiyolin*.

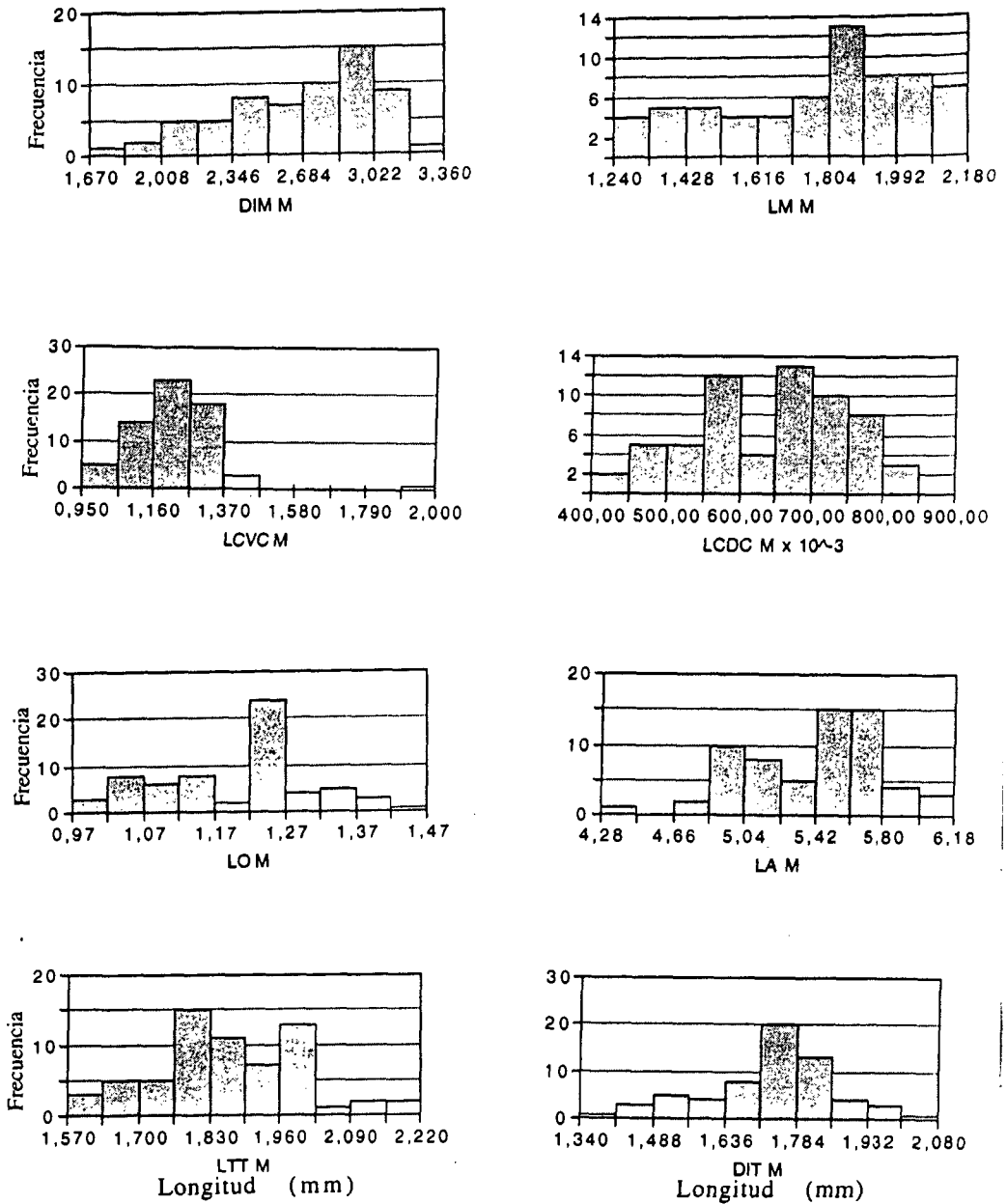


Figura 21. Histograma de las ocho medidas lineales para machos de *Perdita pipiyolin*.

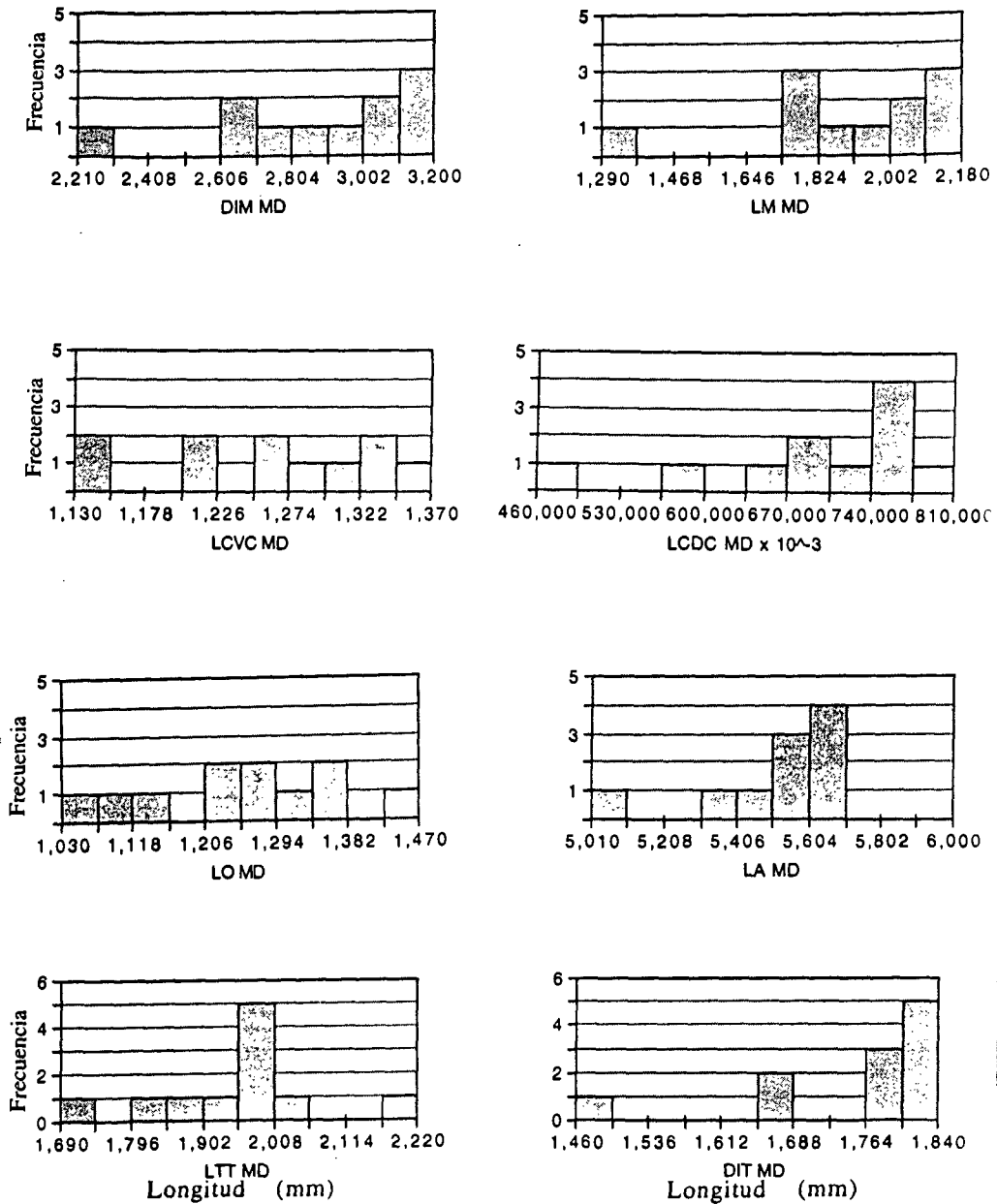


Figura 22. Histograma de las ocho medidas lineales para machos dominantes de *Perdita pipiyolin*.

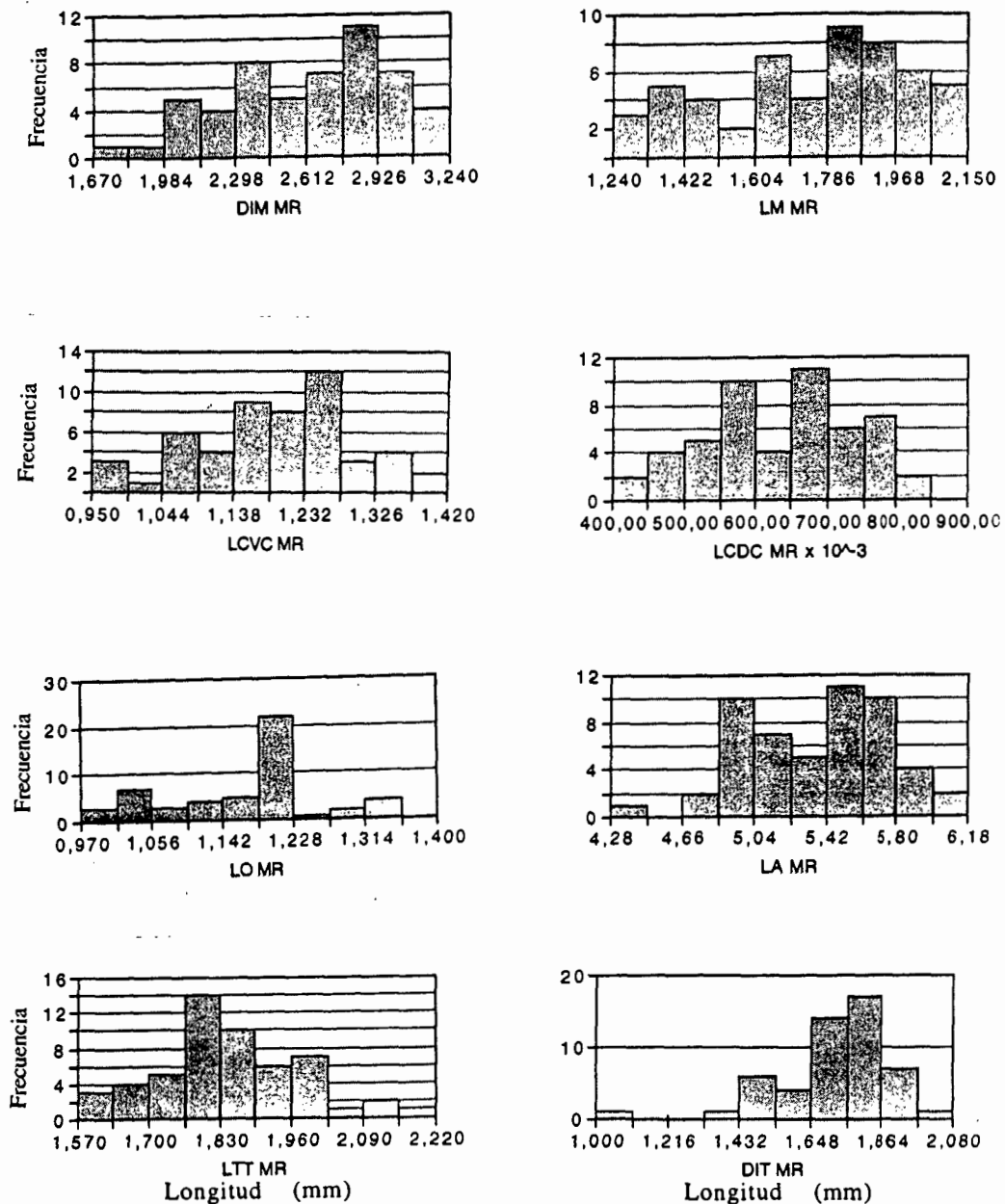


Figura 23. Histograma de las ocho medidas lineales para machos residentes de *Perdita pipiyolin*.

## 8 DISCUSIONES

### 8.1 Periodo de actividad

Los adultos iniciaron su emergencia en los últimos días del mes de Junio de 1994 y para el 8 de julio ya se encontraban activas la mayoría de las abejas, la emergencia y su periodo activo está en sincronía con la floración de *O. excelsa*, que es la planta de donde toma sus recursos. Esta es una cualidad que tienen algunos organismos para sincronizar su vida a la estacionalidad (Tauber *et al.*, 1986) (Fig. 24).

*Perdita pipiyolin* presenta una sola generación por año (es univoltina) y su periodo de vida como adulto, de alrededor de 35 días es relativamente corto, y durante éste realiza las actividades que permiten perpetuar su genes en la población y completar su ciclo de vida (Fig. 24).

En contraste con otras especies del mismo género que han sido estudiadas, *P. pipiyolin* presenta un periodo de actividad estacional, que se puede considerar corto, en comparación con el de *P. octomaculata* Dalla Torre, 1896 que presenta 98 días de actividad entre el 22 de julio y 30 de octubre en Nueva York y Nueva Inglaterra (Timberlake, 1960, en Eickwort, 1977) y *P. halictoides* Smith, 1853 con 139 días de actividad, entre el cinco de marzo y 24 de julio en Florida, y 109 días de actividad, entre el 12 de junio al primero de Octubre en el medio Oeste (Timberlake, 1958, 1960 en Eickwort, 1977). En cambio *P. texana* que vuela durante el mes de mayo en el centro de Texas, sólo se encuentra en actividad durante tres semanas aproximadamente, aunque algunos individuos se han registrado activos hasta por 28 días (Neff y Danforth, 1992), lo que indica que la duración de su actividad estacional, es similar a la de la especie estudiada (Fig. 25).

### 8.2 Conducta reproductiva

El comportamiento reproductivo de los machos de abejas presenta gran variación entre los géneros, aunque tal vez sólo existen dos estrategias fundamentales, buscar o esperar. Los machos de *P. pipiyolin* presentan diferentes tipos de conducta reproductiva (macho dominante, macho subordinado y macho patrullero) basada en estas estrategias. Debido a que posiblemente las hembras son un recurso limitado, la presencia de

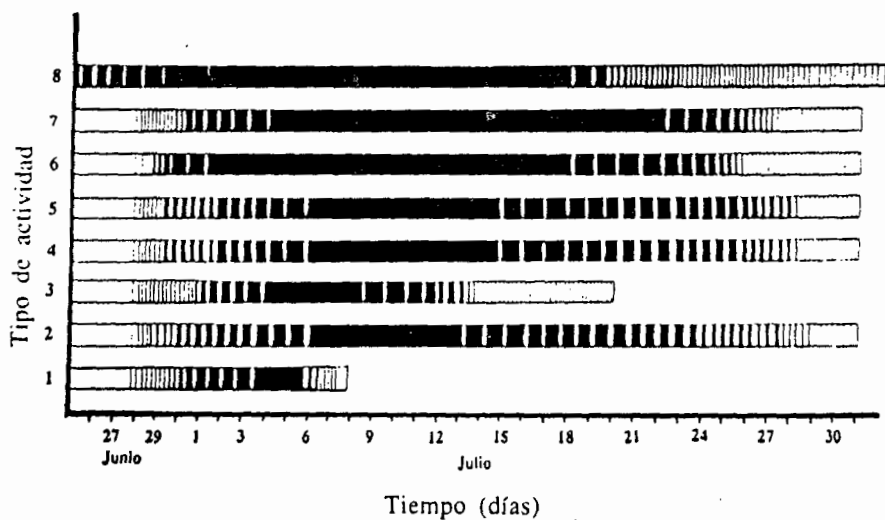


Figura 24. Actividades realizadas por *Perdita pipiyolin* durante su vida como adulto. Los sucesos están representados con barras. Donde 1= emergencia, 2= apareamientos, 3= construcción de nidos, 4= forrajeo en flores, 5= provisionamiento de recursos en los nidos, 6= longevidad de machos, 7= longevidad de hembras y 8= floración de *Opuntia excelsa*.

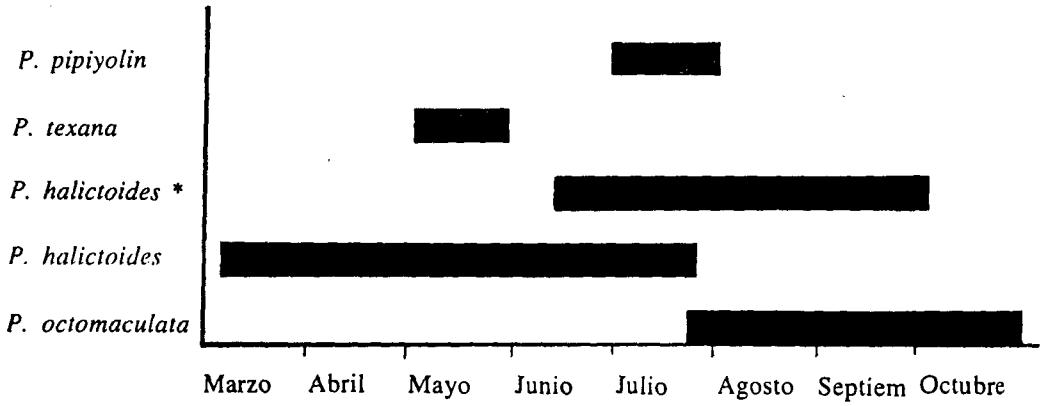


Figura 25. Comparación de la duración del periodo de actividad de *Perdita pipiyolin*, respecto al de otras especies del mismo género.

*P. halictoides* \* en el medio Oeste y *P. halictoides* en Florida.



machos competentes viene a ser un elemento importante en las estrategias para copular y la diversidad intraespecífica en el comportamiento de los machos.

Una posible explicación del porqué en una misma especie se presentan tres tipos de comportamiento diferentes entre los machos, puede ser las ventajas que obtiene independientemente del gasto de energía que representa para la especie la diversificación de comportamientos y los resultados en la sobrevivencia de la especie. Los machos dominantes aparentemente obtienen el mayor número de hembras, sin embargo la defensa de un área con implicaciones en el potencial reproductivo es también energéticamente costosa (Alcock *et al.*, 1977). Una pregunta que puede surgir es: ¿Porqué los machos dominantes no expulsan a los otros machos residentes de la flor definida como territorio?, de esta manera ellos podrían acaparar todas las hembras que lleguen a la flor, la respuesta puede estar basada en las observaciones de Alcock *et al.*, (1978) con machos de abejas y avispas, donde determinaron que en ocasiones las hembras son más atraídas por un grupo de machos que por un macho solitario. Una conducta similar fue registrada en *P. pipiyolin*, en observaciones realizadas en una planta de *O. excelsa* que presentaba una o dos flores. Encontrando que en estas flores no se establecían machos, o sólo llegaban ocasionalmente permaneciendo por un periodo de tiempo muy corto, así también rara vez fueron visitadas las flores por las hembras. El color de los machos con el metasoma anaranjado-rojizo puede estar relacionado con esta conducta, al ser muy contrastante con el amarillo de la flor, lo cual posiblemente atrae la atención de las hembras, favoreciendo con esto la actividad reproductiva.

Los machos subordinados aparentemente obtienen menos hembras que los dominantes, pero invierten menos esfuerzo en defender el territorio, ya que estos pasan gran parte de su tiempo entre los pétalos, esperando la llegada de las hembras. Dentro de la misma especie hay machos que no son territoriales (macho patrullero), ellos van de territorio en territorio provocando enfrentamientos con los machos residentes y dominantes, pero rara vez suplantando a alguno. Puede ser que estos machos durante las visitas, puedan interceptar a las hembras mientras trabajan sobre la flor, de esta

manera su gasto de energía lo invierten en patrullar hasta encontrar a una hembra con la que puedan copular (Alcock *et al.*, 1977).

Las hembras de *P. pipiyolin* son poliandrias y de acuerdo con Alcock (1978), el resultado de varias inseminaciones puede tener algunas ventajas:

- 1- Asegura un adecuado suplemento de esperma.
- 2- La seguridad de que el esperma adquirido sea funcional (disminuyendo el efecto del esperma defectuoso, si este se adquiere en una de las cópulas).
- 3- Disminuir los costos fisiológicos asociados con la producción y mantenimiento de una gran espermateca y el costo de mantener por un tiempo prolongado al esperma.
- 4- Permite adquirir los nutrientes presentes en el esperma y materiales asociados.
- 5- Genera variaciones genéticas adicionales en la descendencia (Lin y Michener, 1972 en Alcock *et al.*, 1978).
- 6- Minimiza la pérdida de tiempo y energía requerida para resistir los embates de los machos.

Sin embargo existen problemas con cada una de estas sugerencias, como son las siguientes:

- 1- En muchas especies, el esperma de un macho le sirve a una hembra para toda su vida. Sin embargo no hay indicaciones de que las especies que realizan múltiples cópulas sean de larga vida, aunque algunas abejas sociales pertenecientes a esta categoría viven varios años. Posiblemente a las hembras de vida larga se les agote el esperma si no son inseminadas varias veces en su vuelo de doncellas.
- 2- La selección puede actuar rigurosamente en los machos, favoreciendo a éstos con esperma competente, reduciendo así las posibilidades de que las hembras adquieran gametos de machos defectuosos.
- 3- Nada es sabido de los costos asociados con el almacenado y mantenimiento del esperma, pero parece que no es excesivo.
- 4- Los machos de algunas especies pueden transferir considerables proteínas y otros nutrientes junto con su esperma. Las hembras se beneficiarían en estos casos al adquirir paquetes adicionales de esperma, los cuales ellas pueden metabolizar. Sin embargo este punto

no es conocido aún en himenópteros.

5- Quizá las hembras copulen más de una vez para adquirir gametos de machos adicionales, con los cuales logran un rango amplio de variación genética en sus descendientes (Lin y Michener, 1972). Para los himenópteros las cópulas adicionales agregan una variación significativa, porque los machos son haploides. Una hembra que copula sólo con un macho, adquiere todo el esperma de un mismo genotipo.

6- Las hembras pueden bajo algunas circunstancias, ser menos aptas para resistir a los machos, que para resistir las cópulas. En las especies polígamas la cópula ocurre con frecuencia en las flores o los nidos, localidades donde rechazar a los machos puede ser costoso. Una hembra que resista a cada uno de los machos que intente copular, dedicará considerable tiempo y energía en este esfuerzo.

### 8.3 Nidos

Para la construcción de los nidos, las hembras buscan el microambiente apropiado para establecerse, incluyendo el tipo de suelo, humedad y superficie con las características deseadas (Stephen *et al.*, 1969).

Las hembras construyen nidos con un túnel principal, que termina en una celda. Este túnel se ramifica en túneles que terminan en una celda que también tiene paredes impermeabilizadas. El tapón de las celdas aparentemente no está impermeabilizado, siendo éste, posiblemente un mecanismo de la especie para facilitar la salida de la abeja, cuando llega la época de emergencia.

Las celdas están unidas al túnel principal a través de túneles laterales, pero las paredes de estos no están impermeabilizados, lo que ocasiona que los túneles se pierdan, además las hembras rellenan estos túneles con suelo. Se considera que es una estrategia para desubicar a sus enemigos naturales.

Los nidos de esta especie son más simples que los de otras especies del mismo género, aunque con dimensiones similares. Algunos pueden o no presentar túneles laterales y varias entradas como *P. difficilis* Timberlake, 1964 y *P. luciae* Cockerell 1899 estos nidos son también más profundos que los de la especie estudiada (Danforth, 1989). Los nidos de *P. texana* tienen muchas ramificaciones y una profundidad entre 10 y 15 cm (Neff y Danforth, 1992).

#### 8.4 Aproveccionamiento y actividad diurna

El proveccionamiento de las celdas por las hembras, está estrechamente relacionada con el periodo de floración de *O. excelsa*.

La actividad diurna de estas abejas aparentemente no muestran una relación directa con la variación de los factores ambientales (temperatura y luminosidad), ya que se observaron diferentes patrones en un mismo sitio, bajo las mismas condiciones (Fig. 16).

De un modo general el periodo de actividad diurna se ocurre entre las 8:30 y 14:00 hr, antes y después de estas horas la mayoría de las abejas se encuentran dentro de sus nidos. Entre las 10:00 y 11:00 hr la mayoría de las hembras se encuentran activas, a esta misma hora en las flores se alcanzan los picos máximos de todas las variables ambientales y biológicas (temperatura, luminosidad, cópulas, machos y hembras visitantes).

Se considera que la actividad de proveccionamiento en los nidos es afectada por la actividad reproductiva de la especie, que se lleva a cabo sobre las flores dado que las cópulas pueden durar de unos cuantos segundos, hasta más de una hora, éste es un factor que determina el tiempo que la abeja pasa fuera del nido.

Las hembras pueden acarrear una cantidad variable de polen en sus escopas, que va de 4,300 hasta 38,000 granos. Esto puede ser porque la hembra no encuentre polen suficiente para una carga, o también, porque el acarreo de polen se vea afectado por la conducta reproductiva.

#### 8.5 Forrajeo

La actividad que determina las visitas a las flores, parece ser afectada por los parámetros físicos durante las primeras dos o tres horas de actividad diurna, siendo en este periodo de tiempo, cuando estos parámetros físicos alcanzan su punto máximo, de esta manera, se puede decir que los factores ambientales tienen influencia en la actividad de la especie. Después de las 10:30 u 11:00 hr se pierde aparentemente la relación con estas variables. El tiempo invertido en la reproducción, puede también ser una de las causas que rompen esta relación.

### 8.6 Desarrollo larval

La larva de *P. pipiyolin* es similar a la de otros Panurgines, y también presenta tubérculos dorsales en cada segmento. Estos le sirven a la larva para mantener el polen fuera del contacto de las paredes de la celda, mientras se alimenta (Eickwort, 1977; Ruz y Rozen, 1993).

La pupa es similar a la de *Perdita octomaculata*, la cual presenta al igual que *P. pipiyolin* unas proyecciones en las procoxas, mescoxas y metacoxas, también las proyecciones a manera de espinas gruesas en los tres pares de trocanteres.

Aparentemente el desarrollo de los estados inmaduros responde a la variación de los factores ambientales (temperatura, luz y humedad), sin embargo larvas en estado prepupal de *P. pipiyolin* que se mantuvieron en el laboratorio, en condiciones de temperatura no controladas, cambiaron a pupas y adultos al mismo tiempo que los individuos en el campo, lo que nos puede sugerir, que posiblemente la especie no basa su emergencia en las condiciones ambientales si no en su reloj biológico.

### 8.7 Polimorfismo

Entre los himenópteros se han encontrado muchos ejemplos de especies donde los machos de una misma población adoptan una, dos o más tácticas de reproducción (Alcock *et al.*, 1978; Alcock, 1979 en Danforth y Neff 1992; Thornhill y Alcock, 1983). Estas tácticas pueden involucrar desde una defensa agresiva de un territorio, hasta una conducta no territorial (Austad, 1984 en Danforth, 1991; Dominey, 1984 en Danforth, 1991). Usualmente los individuos adoptan una táctica reproductiva, que posiblemente está en relación con sus rasgos físicos como adultos, tal como es el tamaño del cuerpo (Alcock *et al.*, 1976, 1977 en Alcock *et al.*, 1978), o coloración (O'Neill y Evans 1983, O'Neill *et al.*, 1989). Pero los individuos pueden cambiar de táctica durante su tiempo de vida.

Dentro del género *Perdita* se han registrado varios casos de polimorfismo entre los machos, que pueden ser recíprocamente el resultado de las diferentes conductas reproductivas que adopta una misma especie.

*Perdita texana* es considerada por Danforth y Neff (1992) como

precursora del dimorfismo, donde los machos tienen tanto variaciones morfológicas como conductuales. Los machos presentan una gran variación en la morfología de la cabeza, e incluso una gran variación de los sitios donde se localizan (flores y nidos). Estas características pueden ser muy importantes en el éxito reproductivo, como la habilidad de sujetar a la hembra durante las cópulas o incluso, en las "peleas" entre machos (Danforth y Neff, 1992).

*Perdita portalis* también presenta machos polimórficos y variación en la conducta reproductiva. Los machos de esta especie adoptan dos estrategias reproductivas, en una, los machos son capaces de volar y tiene una cabeza pequeña, ellos pasan su tiempo en las flores; el otro morfo no puede volar y su cabeza es grande, ellos permanecen en los nidos (Danforth, 1991).

Timberlake señala que *P. difficilis* y *P. exclamans* Cockerell, 1895 pueden constituir una sola especie basada en machos dimórficos (Danforth y Neff, 1992).

Los machos de *P. pipiyolin* presentan variación morfológica que repercute en sus estrategias de reproducción, no se observó una diferencia marcada en la coloración de los machos. Sin embargo el análisis morfométrico demostró que las medidas del LTT, LA y la DIM muestran una diferencia palpable entre los grupos de machos. Siendo los machos dominantes, los que registran las mayores longitudes, éste puede ser un factor determinante en su conducta reproductiva, la DIM muestra un valor de significancia de 0.0101 y puede considerarse una de las variables más importantes, ya que los machos utilizan sus mandíbulas para agarrar a la hembra para poder copular, el hecho de presentar la DIM más grande que el resto de los machos, puede ampliar las posibilidades de que pueda copular con un mayor número de hembras de diferentes tallas, así como puede influir en la conducta agonística entre los machos.

El carácter morfométrico LA, muestra un valor de significancia de 0.035, y puede ser un factor importante en el encuentro de la hembra. El LTT tiene una significancia de 0.028 y puede influir en el sostén y defensa de la hembra durante la cópula, ya que en varias ocasiones se observó que los machos en cópula eran sujetados por otros machos y éste se deshacía de ellos con sus patas traseras. En el resto de las

medidas no se observó diferencias significativas.

Tanto en machos como en hembras se registro una gran variación en el tamaño, pero los machos presentan una mayor variación de tamaños que las hembras. Esto se puede deber a que las hembras de algunas especies de himenópteros determinan el tamaño de sus descendientes machos con la regulación de las provisiones de alimento, así, la inversión maternal (Triver, 1972) puede influenciar en el tamaño de los individuos como en la habilidad de sus descendientes machos para repeler a otros machos de los territorios y posiblemente garantizar así su éxito reproductivo con un mayor número de descendientes. Sin embargo, las hembras que dividen su total inversión maternal en muchos paquetes pequeños, producen muchos machos pequeños, estas hembras pueden ser tan aptas como las hembras que producen unos cuantos machos grandes (Smith y Frenwell, 1974 en Alcock *et al.*, 1978).

Así como se han reportado hembras que determinan la cantidad de alimento para la producción de machos, es posible que el alimento también sea regulado para la producción de hembras, motivo por el cual *P. pipiyolin* muestra variedad en las tallas de sus organismos machos y hembras.

## 9 CONCLUSIONES

*Perdita pipiyolin* tiene una sola generación por año, su periodo activo como adulto se considera en 35 días aproximadamente, durante los cuales desarrolla la mayoría de sus actividades (construcción de nidos, forrajeo, aprovisionamiento de las celdas y reproducción).

La actividad reproductiva tiene lugar en las flores de *O. excelsa*, las hembras son poliandrias y pueden copular varias veces en una sola visita a una flor. Los machos son polígamos y no presentan cortejo para atraer a las hembras. Estos presentan tres tipos de estrategias reproductivas basándose en su conducta y morfología (macho dominante, subordinado y patrullero), dichas estrategias pueden ser intercaladas en su vida.

El tiempo que dura la cópula es muy variable, desde unos cuantos segundos hasta más de una hora.

Estas abejas son especialistas sobre flores de *O. excelsa* de las que obtiene sus recursos más importantes, el néctar y polen.

Las hembras comienzan su actividad diurna de forrajeo a partir de las 8:30 hr y se continua hasta las 14:00 o 15:30 hr.

El tiempo de manejo de las abejas sobre las flores varía entre seis y 30 segundos.

Una masa de polen (provisión de una celda) está constituida por 76,000 granos aproximadamente y una hembra puede acarrear entre 4,300 y 38,000 granos, lo que origina que necesite entre tres y 18 viajes para aprovisionar una celda.

Los nidos de *P pipiyolin* presentan una distribución gregaria con una hembra por nido.

Las hembras construyen sus nidos en los sitios de emergencia pero no utilizan los nidos maternos.

La arquitectura de los nidos es simple, con una entrada presentando túmulo. El túnel principal es vertical o un poco inclinado, y termina en una celda, ambos presentan una sustancia impermeabilizante. Los nidos tienen túneles laterales que llevan a celdas, éstos se pierden ya que están rellenos con suelo y carecen del impermeabilizante.

Las celdas son ovaladas con una longitud media de 10.35 mm y



un ancho medio de 4.96 mm, y están dispuestas en un ángulo que varía entre 11° y 28°. La entrada de la celda presentan un tapón de suelo no impermeabilizado. Los nidos estudiados presentaron de una a siete celdas.

El desarrollo de los estados inmaduros está considerado en 11 meses. El periodo de huevo a larva en posdefecación transcurre en julio, posteriormente la larva entra en un estado de diapausa en el cual permanece durante 10 meses. A finales de junio del siguiente año la larva sufre rápidos y considerables cambios, transformándose en pupa y posteriormente en adulto.

La especie muestra un claro dimorfismo sexual basado tanto en el color como en el aspecto morfométrico.

Entre los machos de la misma especie se observa un polimorfismo evidente por la variación de las siguientes estructuras: distancia intermandíbular, longitud de la tibia trasera y largo del ala se considera que estas medidas pueden influenciar en el comportamiento reproductivo de los machos.

Dos especies de hormigas *Ectatomma ruidum* y *Pheidole* sp. se encontraron en los nidos de la especie estudiada, extrayendo el polen de las celdas.

## 10 LITERATURA CITADA

- Alcock, J. 1979. The evolution of intraspecific diversity in male reproductive strategies in some bees and wasps, 381-402 pp. In: Blum, M. S. & N. A. Blum eds., *Sexual selection and reproductive competition in insects*. Academic, New York. 1359 pp.
- Alcock, J., C. E. Jones & S. L. Buchmann. 1977. Male mating strategies in the bees *Centris pallida* Fox (Hymenoptera: Anthophoridae). *American Naturalist*, 111:145-155.
- Alcock, J., E. M. Barrows, G. Gordh, L. Hubbard, L. L. Kirkendall, D. Pyle, T. L. Ponder & F. G. Zalom. 1978. The ecology and evolution of male reproductive behavior in the bees and wasps. *Zoological Journal of the Linnaean Society, London*, 64:293-326.
- Alexander, B. A. & C. D. Michener. 1995. Phylogenetic studies of the families of short-tongued bees (Hymenoptera: Apoidea). *The University of Kansas Science Bulletin*, 11:377-424.
- Austand, S. N. 1984. A classification of alternative reproductive behaviors and methods for field-testing ESS models. *American Zoologists*, 23:309-319.
- Ayala, R. 1988. Abejas silvestres (Hymenoptera: Apoidea) de Chamela, Jalisco, México. *Folia Entomológica Mexicana*, 77:395-493.
- Ayala, R., T. L. Griswold & S. H. Bullock. 1993. The native bees of Mexico. pp 179- 227. In: T. P. Ramamoorthy, R. Bye, A. Lot and J. Fa (Editores.). *Biological Diversity of Mexico. Origins and Distribution*. Oxford University Press, New York. 812 pp.
- Ayala, R., T. L. Griswold & D. Yanega. 1996. Apoidea (Hymenoptera). 423-464. En: Llorente, J., A. N. García Aldrete y E. González Soriano (Editores). *Biodiversidad, Taxonomía y Biogeografía de Artrópodos de México: Hacia una síntesis de su conocimiento*. Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, México. 660 pp.
- Barrows, E. M., M. R. Chabot, C. D. Michener & T. P. Snyder. 1976. Foraging and mating behavior of *Perdita texana* (Hymenoptera: Andrenidae). *Journal of Kansas Entomological Society*, 49:275-279.

- Batra, S. 1984. Solitary bees. *Scientific American*, 259:120-127.
- Bravo-Hollis H. 1978. *Las cactáceas de México*. Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, México. 743 pp.
- Bullock, S. H. 1986. Climate of Chamela, Jalisco, and trends in the south coastal region of Mexico. *Archives for Meteorology, Geophysics, and Bioclimatology*, 36:297-316.
- Bullock, S. H. 1988. Rasgos del ambiente físico y biológico de Chamela, Jalisco, México. *Folia Entomologica Mexicana*, 77:5-17.
- Cervantes, S. L., J. M. Mass y R. Domínguez. 1988. Relación lluvia-escurrimiento en un sistema pequeño de cuencas de selva baja caducifolia. *Ingeniería Hidráulica de Mexico II época*, 3(1):30-42.
- Custer, C. P. 1928. The bee that works in stone; *Perdita opuntia* Cockerell. *Psyche*, 35:67- 84.
- Danforth, B. 1989. Nesting behavior of four species of *Perdita* (Hymenoptera: Andrenidae). *Journal of Kansas Entomological Society*, 62(1):59-79.
- Danforth, B. 1991. Female foraging and intranest behavior of communal bee, *Perdita portalis* (Hymenoptera: Andrenidae). *Annals of the Entomological Society of America*, 84(5):537-548.
- Danforth, B. & J. Neff. 1992. Male polymorphism and polyethism in *Perdita texana* (Hymenoptera: Andrenidae). *Annals of the Entomological Society of America*, 85(5):617-626.
- Dominey, W. J. 1984. Alternative mating tactics and evolutionarily stable strategies. *American Naturalist*, 24:385-396.
- Eickwort, G. 1977. Aspects of the nesting biology and descriptions of immature stages of *Perdita octomaculata* and *P. halictoides* (Hymenoptera: Andrenidae). *Journal of Kansas Entomological Society*, 50(4):577-599.
- Estrada-de León, C. M. 1992. Abejas silvestres (Hymenoptera: Apoidea) de la sierra del Tigre Jalisco. Tesis profesional. Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad de Guadalajara. 89 pp.

- García, E. 1973. *Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen*. Instituto de Geografía, Universidad Nacional Autónoma de México, México. 246 pp.
- Guardado, M. E. 1996. Algunos aspectos de la historia natural de *Diadasia knabiana* Cockerell (Hymenoptera: Anthophoridae), en la Estación de Biología Chamela (IBUNAM), Jalisco, México. Tesis profesional. División de Ciencias Biológicas y Ambientales. 66 pp.
- Hurd, P. D. & E. G. Linsley. 1963. Pollination of the unicorn plant (Martyniaceae) by an oligolectic corolla cutting bee. *Journal of Kansas Entomological Society*, 36:248-252.
- Krombein, K. V., P. D. Hurd & D. Smith. 1979. *Catalog of hymenoptera in America North of Mexico*. Smithsonian Institution Press. Washington, D. C. 2209 pp.
- Lin, N., & C. D. Michener. 1972. Evolution of sociality in insects. *Quarterly Review of Biology*, 47:131-159.
- Linsley, E. G. & S. McSwain. 1952. Outline for ecological life histories of solitary and semi-social bees. *Ecology*, 33(4):559-567.
- Lott, E. J. 1985. *Listados florísticos de México. III. La Estación de Biología Chamela, Jalisco, México*. Instituto de Biología, U.N.A.M., México. 47 pp.
- Lott, E. J., S. H. Bullock & J. A. Solis-M. 1987. Floristic diversity and structure of upland and arroyo forest in coastal Jalisco. *Biotropica*, 19:228-235.
- Malyshev, S. I. 1924. The nesting habits of *Panurginus* Nyl. (Hymenoptera: Apoidea). *Bulletin of Institute Lesshafta*, 9:196-200.
- Malyshev, S. I. 1935. The nesting habits of solitary bees, a comparative study. *Eos*, 11:201-309.
- May, D. G. K. 1970. Chemical nature, origin and biological significance of the brood cell lining of a sweat bees, *Augochlora pura*. Ph. D. Thesis, University of Kansas. 1-76 pp.

- Michener, C. D. 1944. Comparative external morphology, phylogeny, and classification of the bees. *Bulletin of the American Museum of Natural History*, 82:151-326.
- Michener, C. D. 1953. The biology of a leafcutter bee (*Megachile breves*) and its associates. *University of Kansas Society Bulletin*, 35(16):1659-1748.
- Michener, C. D. 1963. Observations on the bionomics of a colonial bee of the genus *Perdita*. *Journal of Kansas Entomological Society*, 36:114-118.
- Michener, C. D. 1965. A classification of the bees of the Australian and South Pacific regions. *Bulletin of American Museum Natural History*, 130:1-362.
- Michener, C. D. 1974. *The social behavior of the bees: A comparative study*. Cambridge, MA: Belknap Press. 404 pp.
- Michener, C. D. 1979. Biogeography of the bees: *Annals of the Missouri Botanical Garden*, 66:277-347.
- Michener, C. D., R. J. McGinley & B. N. Danforth. 1994. *The bee genera of North America* (Hymenoptera: Apoidea). Smithsonian Institution Press, Washington, D. C. 209 pp.
- Michener, C. D. & E. Ordway. 1963. The life history of *Perdita maculigera maculipennis* (Hymenoptera: Andrenidae). *Journal of Kansas Entomological Society*, 36:34-45.
- Neff, J. & B. Danforth. 1992. The nesting and foraging behavior of *Perdita texana* (Cresson) (Hymenoptera: Andrenidae). *Journal of Kansas Entomological Society*, 64(4):394-405.
- O'Toole, C. & A. Raw. 1991. *Bees of the world*. Facts on file, Inc., New York, Oxford. 192 pp.
- Roubik, D. W. 1989. *Ecology and natural history of tropical bees*. Cambridge University Press. Cambridge. 514 pp.
- Rozen, J. G. 1967. Review of the biology of panurgine bees with observations on North American forms (Hymenoptera: Apoidea). *American Museum Novitates*, 2297:1-44.

- Rozen, J. G. 1971. Biology and immature stages of Moroccan panurginae bees. *American Museum Novitates*, 2457:1-37.
- Rozen, J. G. & S. L. Buchmann. 1990. Nesting biology and immature stages of the bees *Centris caesalpiniae*, *C. pallida*, and the Cleptoparasite *Ericrocis lata* (Hymenoptera: Apoidea: Anthophoridae). *American Museum Novitates*, 2985:1-30.
- Rozen, J. G. 1992. Biology of the bees *Ancylandrena larreae* (Andrenidae: Nomadinae) with a review of egg deposition in the Nomadinae (Hymenoptera: Apoidea). *American Museum Novitates*, 3038:1-15.
- Sakagami, S. F. & C. D. Michener. 1962. *The nest architecture of the sweat bees*. University of Kansas Press.
- Stephen, W. P., G. E. Bohart, & P. F. Torchio. 1969. *The biology and external morphology of bees*. Published by the Agricultural Experiment Station, Oregon State University, Corvallis. 140 pp.
- Snelling, R. & B. Danforth. 1992. A review of *Pedita*, subgenus *Macrotera* (Hymenoptera: Andrenidae). *Contributions in Science*, 436:1-12.
- Tauber, M. J., C. A. Tauber & S. Masaki. 1986. *Seasonal adaptations of insects*. Oxford University Press, Inc., New York. 411 pp.
- Thornhill, R. & J. Alcock. 1983. *The evolution of insect mating systems*. Harvard University Press. 547 pp.
- Timberlake, P. H. 1954. A revisional study of the bees of the genus *Perdita* F. Smith, with special reference to the fauna of the pacific coast (Hymenoptera, Apoidea) Part I. *University of California Publications in Entomology*, 9:345-432.
- Timberlake, P. H. 1956. A revisional study of the bees of the genus *Perdita* F. Smith, with special reference to the fauna of the pacific coast. Part II. *University of California Publications in Entomology*, 11:247-350.

- Timberlake, P. H. 1958. A revisional study of the bees of the genus *Perdita* F. Smith, with special reference to the fauna of the pacific coast. Part III. *University of California Publications in Entomology*, 14:303-410.
- Timberlake, P. H. 1960. A revisional study of the bees of the genus *Perdita* F. Smith, with special reference to the fauna of the pacific coast. Part IV. *University of California Publications in Entomology*, 17:1-156.
- Timberlake, P. H. 1962. A revisional study of the bees of the genus *Perdita* F. Smith, with special reference to the fauna of the pacific coast. Part V. *University of California Publications in Entomology*, 28:1-124.
- Timberlake, P. H. 1964. A revisional study of the bees of the genus *Perdita* F. Smith, with special reference to the fauna of the pacific coast. Part VI. *University of California Publications in Entomology*, 28:125-388.
- Timberlake, P. H. 1968. A revisional study of the bees of the genus *Perdita* F. Smith, with special reference to the fauna of the pacific coast. Part VII. *University of California Publications in Entomology*, 49:1-196.
- Timberlake, P. H. 1971. Supplementary studies on the systematics of the genus *Perdita*. *University of California Publications in Entomology*, 66:1-63.
- Timberlake, P. H. 1977. Descriptions of new species of *Perdita* in the collection of the California academy of sciences. *Proceeding California Academic of Science*, 41:281-295.
- Timberlake, P. H. 1980. Supplementary studies on the systematics of the genus *Perdita*. Part II. *University of California Publications in Entomology*, 85:1-151.
- Torre-Bueno de la, J. R. 1989. *The Torre-Bueno glossary of entomology*. The New York Entomological Society, New York. 840 pp.
- Trivers, R. L. 1972. Parental investment and sexual selection, 1871-1971 pp. In: B. Campbell (ed.). *Sexual selection and the descent of man*, Aldine, Chicago. 2245 pp.



**UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA**  
**Facultad de Ciencias Biológicas**

Expediente.....

Número .....

Sección .....

C. BEATRIZ RODRIGUEZ VELEZ

P R E S E N T E . -

Manifestamos a usted, que con esta fecha ha sido aprobado el tema de tesis "ALGUNOS ASPECTOS SOBRE LA BIOLOGIA DE Perdita pipiyolin, SNELLING Y DANFORT (HYMENOPTERA: ANDRENIDAE) EN LA ESTACION DE BIOLOGIA CHAMELA (IBUNAM) JALISCO, MEXICO " para obtener la Licenciatura en Biología.

Al mismo tiempo le informamos que ha sido aceptado como Director de dicha tesis el M. en C. Ricardo Ayala Barajas.

A T E N T A M E N T E

"PIENSA Y TRABAJA"

Las Agujas Zapopan, Jal 17 de Mayo de 1994

EL DIRECTOR



FACULTAD DE  
CIENCIAS BIOLÓGICAS

DR. FERNANDO ALFARO BUSTAMANTE

EL SECRETARIO

  
BIOL. GUILLERMO BARBA CALVILLO

c.c.p.- M. en C. Ricardo Ayala Barajas, Director de Tesis.-pte.

c.c.p.- El expediente del alumno

FAB/GBC/cglr.

Al contestar este oficio citese fecha y número



**DIRECTOR DE LA UNIVERSIDAD DE  
CIENCIAS BIOLÓGICAS Y AMBIENTALES  
DE LA UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA  
P R E S E N T E**

Por medio de la presente, nos permitimos informar a Usted, que habiendo revisado el trabajo de tesis que realizó el (la) pasante:

Beatriz Rodríguez Vélez

con el título: ALGUNOS ASPECTOS SOBRE LA BIOLOGÍA DE *Perdita pipiyolin* Snelling y Danforth (Hymenoptera: Andrenidae), EN LA ESTACION DE BIOLOGÍA CHAMELA (IBUNAM), JALISCO, MEXICO.

Consideramos que ha quedado debidamente concluido, por lo que ponemos a su consideración el escrito final para su autorización de impresión y en su caso, programación de fecha de exámenes de tesis y profesional respectivos.

Sin otro particular, agradecemos de antemano la atención que se sirva dar a la presente y aprovechamos la ocasión para enviarle un cordial saludo.

**A T E N T A M E N T E**

Las Agujas, Nextipac, Zapopan, Jal., 21 de enero de 1997.

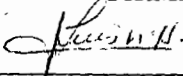


**EL DIRECTOR DE TESIS**

M. en C. Ricardo Ayala Barajas

**SINODALES**

1. M. en C. José Luis Navarrete H.
2. Biol. Teresa Aceves E.
3. Biol. Georgina Adriana Quiroz R.

**FIRMA**

  
\_\_\_\_\_  
  
\_\_\_\_\_  
  
\_\_\_\_\_