



54  
2 eg

# Universidad Nacional Autónoma de México

*Facultad de Ciencias*  
*Departamento de Biología*

**BIOLOGIA DE TRES ESPECIES  
GREGARIAS DE ABEJAS**

T E S I S  
Que para obtener el Título de  
B I O L O G O  
p r e s e n t a  
CATALINA EVERAERT MARYSSAEL

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

México, D. F.

1990



Universidad Nacional  
Autónoma de México



## **UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso**

### **DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis está protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

## CONTENIDO

|   |     |
|---|-----|
| RESUMEN   |     |
| PREFACIO  |     |
| INTRODUCCION  |     |
| -Origen y ubicación taxónomica de Apoidea.....  | 1   |
| -Distribución.....  | 5   |
| -Niveles de organización social.....  | 6   |
| -Pecoreo y actividad estacional.....  | 8   |
| -Biología de anidación y formación de agregaciones.....                                   | 10  |
| -Comportamiento reproductivo.....   | 12  |
| JUSTIFICACION DEL PROYECTO.....   | 15  |
| OBJETIVOS.....  | 16  |
| DESCRIPCION DEL AREA DE TRABAJO.....  | 17  |
| MATERIAL Y METODOS  |     |
| -Descripción de los muros conteniendo las agregaciones<br>estudiadas.....                 | 22  |
| -Historia natural.....  | 24  |
| -Registro de actividad estacional y diaria de adultos...25                                |     |
| -Registro de riqueza específica.....  | 28  |
| -Manejo del material colectado.....   | 29  |
| RESULTADOS  |     |
| I) Historia natural   |     |
| -Biología de anidación.....   | 30  |
| -Patrones de forrajeo.....  | 42  |
| -Comportamiento reproductivo.....   | 52  |
| II) Estimación del tamaño poblacional.....  | 57  |
| III) Registro de actividad estacional.....  | 59  |
| IV) Análisis de la actividad diaria.....  | 75  |
| V) Registro de riqueza específica.....  | 82  |
| DISCUSION.....  | 83  |
| CONCLUSIONES.....   | 93  |
| LITERATURA CITADA.....  | 96  |
| FIGURAS.....  | 100 |
| TABLAS.....   | 101 |
| APENDICE  |     |
| I) Notas descriptivas de los géneros a los que pertenecen<br>las especies trabajadas..... | 102 |
| II) Lista apifaunística parcial.....  | 105 |
| III) Lista florística parcial.....  | 113 |

## RESUMEN

En el poblado San Pablo Atlazalpa, Edo. de México, algunos muros de adobe presentan agregaciones de abejas con actividad estacional, siendo Anthophora squammulosa Dours, Colletes sp. Latreille y Osmia azteca Cresson, las especies mejor representadas. Los periodos de vuelo de dichas especies abarcan los meses de agosto a octubre. Durante 1987 y 1988 se realizaron registros de actividad en diferentes agregaciones y parches de pecoreo; en esta forma para cada especie, se obtuvo información con relación a la biología de anidación, abundancia, actividad diaria y estacional, longevidad, proporciones sexuales, conducta reproductiva y de pecoreo. Asimismo se hicieron comparaciones de diversidad y estacionalidad entre agregaciones, con referencia a factores físicos. Paralelamente se llevaron a cabo registros florísticos y apifaunísticos en la localidad. Trabajos de este tipo con un criterio poblacional, han sido realizados en Brasil y Estados Unidos mas no en nuestro país; este estudio constituye una contribución al conocimiento de la apifauna mexicana.

## PREFACIO

Durante la conquista de México y a solicitud de Cortés, Carlos V y los papas León X y Adriano VI, enviaron a la Nueva España dos grupos de misioneros de San Francisco, (Los Tres Flamencos en 1523 y Los Doce Apóstoles Franciscanos en 1524), para realizar la conversión de los indígenas y echar las bases de la Iglesia en el continente americano. Esto permitió, indirectamente, el rescate de muchos valores autóctonos como las lenguas, tradiciones y cultura en general. Fue el punto de partida de la recopilación y edición de vocabularios, gramáticas, herbarios, historias, relaciones, sermonarios, etc., que en gran medida son la base de nuestro conocimiento de las culturas prehispánicas (Everaert, 1986).

El historiador indígena Don Fernando de Alva Ixtlilxóchitl (nieta de Ixtlilxóchitl, Señor de Tezcoco en 1523), relata lo siguiente en "La Décima Tercia Relación de la Venida de los Españoles y Principio de la Ley Evangélica":

"En el año de 1524, que los naturales llaman "chicuasen técpatl" o pedernal número seis, casi a la mitad del año, llegaron a esta tierra fray Martín de Valencia, vicario del Papa, con doce (sic) compañeros religiosos del orden de San Francisco, que fueron los primeros que convirtieron y bautizaron a los naturales según la ley evangélica. Envió Ixtlilxóchitl, Cuauhtémoc y los demás señores, así como tuvieron noticia que

habían llegado al puerto, sus mensajeros para recibirlos y proveerlos de todo lo necesario para el camino. Llegaron los enviados, les dieron la bienvenida de la parte de sus señores, y por todo el camino les vinieron sirviendo; y en dondequiera que llegaban, los recibían con mucha fiesta y regocijo los naturales. Tres leguas antes de llegar a Tezcoco, les salieron a recibir Cortés e Ixtlilxóchitl y los demás señores y españoles, y entre ellos fray Pedro de Gante, con mucho regocijo y danzas. Llegaron a la ciudad de Tezcoco en donde fueron obsequiados y regalados con mucha alegría de los naturales." (De Alva, 1975).

Ya en la ciudad de México, Valencia renunció a su cargo de custodio para dejar en libertad a sus compañeros de elegir al que quisieran como su sucesor, pero le fué reiterado el nombramiento por unanimidad. Puede afirmarse que esta fué la primera elección realmente democrática que tuvo lugar en México a partir de la presencia española, y se conoce como el Primer Capítulo (Franciscano). Otro hecho de relevancia también debido a Valencia, es que en su convento en 1525 por primera vez en el continente americano, se aplicó el derecho de asilo.

En 1533 a la edad de 59 años, con su salud quebrantada se retiró al conventículo de Tlalmanalco (ahora Edo. de México). El 21 de marzo de 1533, sus hermanos decidieron trasladarlo a la enfermería del monasterio de San Francisco de México. Al llegar al poblado de Ayotzingo, entonces puerto del lago Chalco, falleció.

Con motivo de los 450 años de su muerte, en 1984 se organizó por primera vez una caminata que conmemoró el recorrido póstumo del fraile de Tlalmanalco a Ayotzingo. El año de 1987 fui invitada a participar en la caminata anual, a partir de la cual, se desencadenó este trabajo. En el recorrido de Tlalmanalco a Ayotzingo observé gran cantidad de nidos de insectos en muros de adobe de los poblados visitados. En ese momento surgió la inquietud de definir de qué insectos se trataba y de estudiar eventualmente su historia natural. Los habitantes de la zona, me informaron que estos insectos conocidos por ellos como "pipioles", se presentaban cada año en el mes de septiembre. El término pipiol deriva del náhuatl "pipiolin" o "pipiyolin" que significa abeja silvestre (Simeon, 1983), o abeja montesca que hace miel (Cabrera, 1975).

El poblado de San Pablo Atlazalpa fue seleccionado de entre otras localidades visitadas en el Edo. de México, por presentar el mayor número de muros de adobe con nidos. Fue así como, junto con mis compañeros Irma Zarazua y Jorge Castrejón, se inició este estudio de comunidad de abejas en el mes de agosto de 1987.

## INTRODUCCION

### ORIGEN Y UBICACION TAXONOMICA DE APOIDEA

Las abejas son un grupo de insectos que presenta una gran diversidad, complejidad de comportamiento así como un importante papel en la polinización (Borror et al., 1976).

En este trabajo, seguiremos la clasificación de Apoidea propuesta por Michener (1944), modificada por el mismo autor (1965) y por sugerencias de Rozen (1965). Las abejas pertenecen al orden Hymenoptera, el cual contiene aproximadamente 250,000 especies (Snelling, 1981). El orden exhibe una amplia diversidad de hábitos y comportamiento que culmina con la conducta social (Borror et al., 1976). El orden Hymenoptera se divide en dos subordenes: Symphyta y Apocrita. Este último comprende organismos cuyo primer segmento abdominal se encuentra formando parte del tagma intermedio o mesosoma, en tal forma que se presenta una constricción que da gran movilidad al último tagma o metasoma, permitiendo con ello un control eficiente del ovipositor. Dentro de los Hymenoptera Apocrita y del grupo biológico Aculeata (ovipositor modificado en aguijón), se encuentran 2 grupos de avispas: Masaridae (Vespoidea) y Sphecoidea, que presentan organismos que han modificado el sistema de alimentación de sus larvas, cambiando de hábitos depredadores al acopio de polen como fuente proteínica (Figura 1). De este último grupo surgen las abejas. En vista de la extensa radiación adaptativa y del número de especies, es costumbre dar a las abejas el rango de superfamilia Apoidea, pero el grado de diferencias con Sphecidae

no justifica una separación filogenética (Michener, 1974). En términos técnicos las abejas tienen las características de las avispa esfecoides (Comstock, 1924 en Michener 1974). Se diferencian de ese grupo por presentar al menos algunos pelos ramificados en el cuerpo, por tener el basitarso ligeramente más ensanchado que el resto de los tarsómeros y por no presentar strigilis. Además, las hembras de las abejas tienen el séptimo terguito metasomal totalmente separado en dos hemiterguitos, en lugar de una banda continua más o menos esclerotizada que conecta áreas laterales (Michener, 1974). De cualquier manera, como lo plantea Brothers (1975) las abejas son probablemente un grupo monofilético que se origina a partir de las avispa esfecoides (Figura 1).

Michener (1974) propone dos grandes radiaciones de abejas (Figura 2). La primera ubicada en el Cretácico Medio, asociada con las angiospermas de corola poco profunda. Este grupo incluye cinco familias: Colletidae, Andrenidae, Oxaeidae, Halictidae y Melittidae. La segunda radiación tuvo lugar en el Terciario y corresponde a las abejas de lengua larga. Las familias de este grupo son Fideliidae, Megachilidae, Anthophoridae y Apidae. Estos organismos tienen aparatos bucales que les permiten tomar néctar de flores con corolas tubulares profundas.

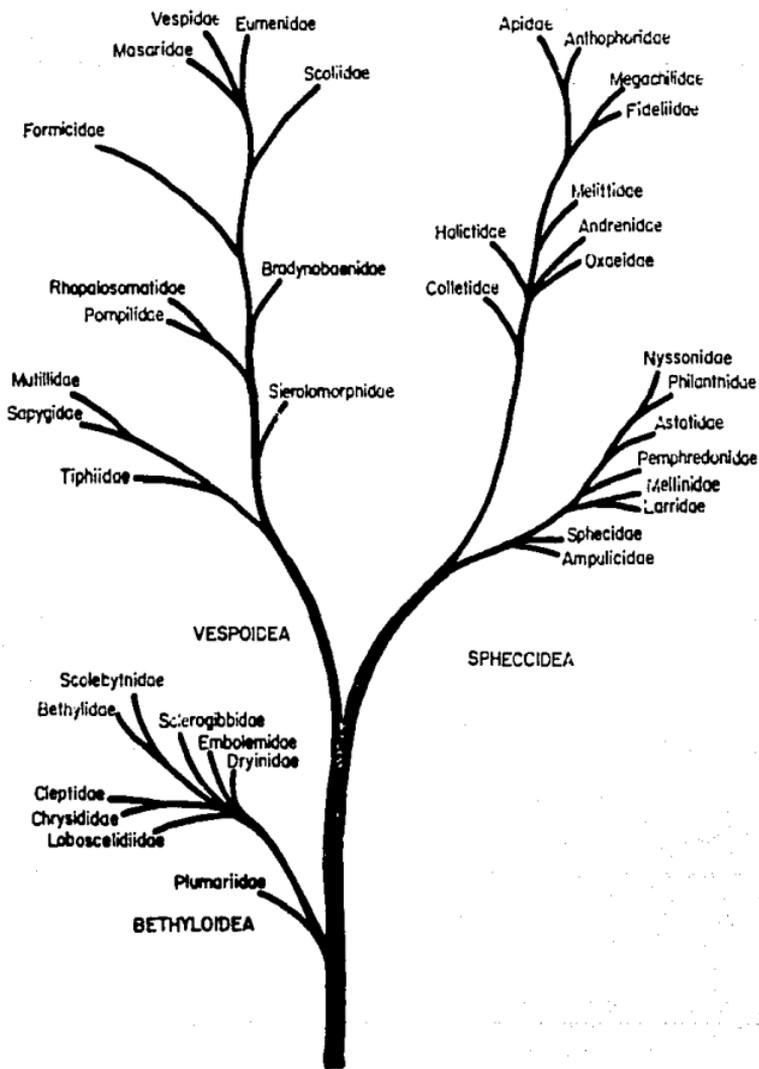


Figure 1 Dendrograma de las familias de Hymenoptera Aculeata (de Brothers, 1975)

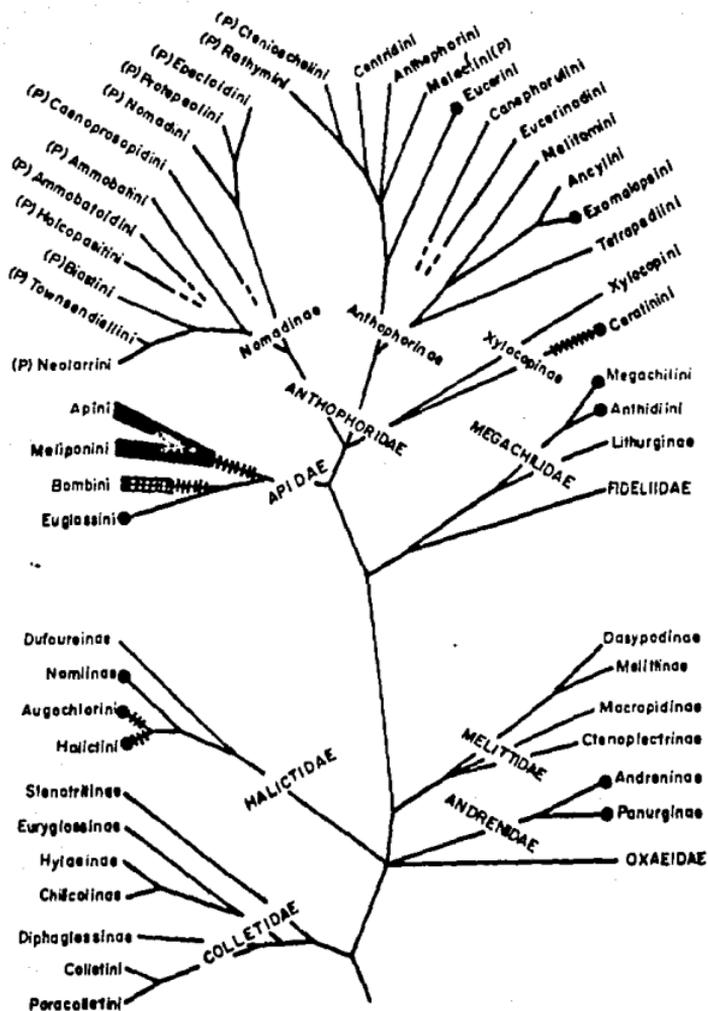


Figura 2. Dendrograma que muestra las relaciones entre los principales grupos de abejas. Las líneas de descendencia fueron subjetivamente determinadas. Los puntos negros representan taxa en los cuales algunas especies viven en colonias parasociales al menos en ciertos periodos; las barras cruzadas representan taxa que contienen especies primitivamente eusociales; las barras continuas representan taxa en los cuales todas las especies son eusociales; las (P) representan tribus totalmente parasíticas (de Michener, 1974).

## DISTRIBUCION

A diferencia de otros grupos de insectos como coleópteros, odonatos y hormigas, las abejas alcanzan su mayor abundancia y diversidad en regiones cálidas templadas y no en los trópicos. Es decir, en áreas semidesérticas como la parte oeste de Norteamérica, África del Norte, África del Sur, el noroeste de Argentina y la parte centro-sur de Eurasia es donde las abejas solitarias son más abundantes. También es común una fauna diversa de abejas solitarias en zonas cercanas a áreas montañosas adyacentes a áreas áridas o semiáridas que es parcialmente explicada por la estratificación altitudinal. La variedad en los tipos y exposición del suelo, de nichos rocosos, de galerías en madera de coleópteros y de plantas con tallos de médula suave, ofrecen a las abejas gran variedad de hábitats para anidar. Se ha sugerido que la humedad ejerce una influencia limitante en la distribución de las abejas. Esto es particularmente evidente en las selvas tropicales donde la humedad excesiva afecta los patrones de crecimiento de la vegetación, limitando el aporte de polen del cual dependen las abejas. La vegetación arbórea reduce la luz del sol y tiene efectos en la temperatura y la humedad generalmente no favorables para las abejas. Además sólo las abejas capaces de construir o recubrir sus celdas con material impermeable pueden anidar en sitios muy húmedos (Stephen et al., 1969). Es especialmente en las regiones xéricas donde ciertos grupos arcaicos de abejas han sobrevivido, siendo probablemente los sitios de origen de algunos de ellos (Michener, 1979). La diversidad de abejas en México es amplia y se encuentran

representadas todas las familias, excepto Fideliidae, conocida sólo para Africa del Sur y Chile (Michener, 1979).

#### NIVELES DE ORGANIZACION SOCIAL

Las abejas presentan varios niveles de organización social que van desde hábitos solitarios hasta la formación de colonias altamente sociales (eusociales). En la Tabla 1 se presenta la clasificación de los niveles de sociabilidad de acuerdo a Michener (1974).

En la mayoría de las especies cada hembra construye su propio nido el cual aprovisiona con suficiente polen y néctar para el crecimiento completo de la larva, en general la madre muere antes de la emergencia de su progenie; este tipo de vida se denomina solitario. Algunas especies forman pequeños grupos a los cuales se denomina colonias parasociales en los que se presenta una sola generación. Posiblemente la mayor ventaja de formar estos grupos es lograr una mejor defensa de las celdas o la progenie. Las colonias parasociales se clasifican en comunales, quasiosociales y semiosociales. Por otro lado, algunas abejas forman grupos familiares que consisten de una hembra adulto y su progenie la cual es alimentada y protegida por la madre; estos grupos se conocen como colonias subsociales. Finalmente, hay especies que presentan colonias eusociales, las cuales son grupos familiares que consisten en, al menos, dos generaciones de adultos que interactúan (madres e hijas).

TABLA 1. Niveles de organización social entre abejas.

| Nivel      | Castas y división de trabajo | Colonias con adultos de dos generaciones | Trabajo cooperativo en celdas | Hembras estructuralmente similares | Alimentación Progresiva |
|------------|------------------------------|--|-------------------------------|------------------------------------|-------------------------|
| Solitario  | -                            | no hay colonias                          | -                             | +                                  | -                       |
| Subsocial  | -                            | -  | -                             | +                                  | +                       |
| Parasocial |                              |  |                               |                                    |                         |
| Comunal    | -                            | -  | -                             | +                                  | -                       |
| Semisocial | +                            | +/-                                      | +                             | +                                  | +/-                     |
| Eusocial   |                              |  |                               |                                    |                         |
| Primitivo  | +                            | +  | +                             | +                                  | +/-                     |
| Altamente  | +                            | +  | +                             | -                                  | +/-                     |

donde: + indica que la característica se cumple, - que no se cumple y +/- que es variable.

De acuerdo con Michener (1974), las características relacionadas con la conducta social están sometidas a selección natural, de manera que la organización social de cada especie o población es una respuesta a su ambiente particular. Breed (1976) reporta que diferentes poblaciones de una misma especie pueden variar considerablemente en características de relevancia para la conducta social. De lo anterior se tienen varios ejemplos en la familia Halictidae como es el caso de Halictus rubicundis, especie de distribución holártica. Las poblaciones que se presentan en zonas de veranos cortos son solitarias ya que presumiblemente no existe tiempo para la fase eusocial, mientras que aquellas que se presentan a menores latitudes en América o Europa, son parcialmente o totalmente eusociales (Michener, 1988). Además, todos los niveles de desarrollo social son reversibles excepto el nivel eusocial, es decir, el nivel de organización de una especie puede variar con relación a las fases de su ciclo de vida (Michener, 1974).

#### PECOREO Y ACTIVIDAD ESTACIONAL

Como se mencionó anteriormente, todas las abejas están íntimamente asociadas con las angiospermas ya que sus alimentos básicos son polen y néctar (fuente de proteínas y carbohidratos respectivamente). El polen es utilizado para alimentar a la progenie y es colectado exclusivamente por las hembras para aprovisionar celdas, pero los adultos de uno y otro sexo toman néctar de las flores (excepto los reproductores de abejas eusociales). Las abejas han desarrollado diferentes estrategias en cuanto al pecoreo (actividad de colecta de polen y néctar)

pudiendo ser monoléticas, oligoléticas o poliléticas (Robertson, 1925 en Linsley et al., 1952).

En algunos sitios que presentan variación estacional pudiéndose distinguir dos épocas (v.gr. lluvias y secas), la mayoría de las plantas tiene una estación particular de floración. Desde el punto de vista de las abejas, el inicio de la época de secas es el periodo más importante ya que las condiciones son húmedas, los días claros y soleados y numerosas plantas están en su periodo de floración. Es en esta estación en que se encuentran la mayoría de las abejas que tienen cortos periodos de vida adulta, (Michener, 1954). Asimismo, en zonas donde existe una marcada estacionalidad de recursos se favorece la especialización en el pecoreo, reduciéndose así la competencia por la obtención de recursos (Cox et al., 1977). Por otro lado, las especies que tienen periodos de vida adulta cortos son de hábitos solitarios, mientras que las abejas que presentan conducta social (y por lo tanto traslape de generaciones), son especies que tienen mayor permanencia temporal. En las especies estacionales suele observarse un pico de abundancia en la temporada de reproducción que es cuando ocurre la mayor oviposición. Posteriormente eclosionan las larvas que pasan a través de varios estadios, durante los cuales se alimentan y crecen. En general suele haber un largo periodo pupal con diapausa o hibernación que da lugar al estado adulto, el cual comienza una nueva temporada de reproducción.

## BIOLOGIA DE ANIDACION Y FORMACION DE AGREGACIONES

Una actividad directamente ligada al pecoreo es la construcción de nidos, los cuales generalmente son aprovisionados con polen y néctar. Como resultado de la interacción con el medio la anidación en el caso de las abejas es muy diversa en cuanto a sustratos utilizados, contenido y estructura. El tipo de nido tiene relación con el comportamiento tanto de especies solitarias como sociales. Algunas abejas cleptoparásitas o parásitas sociales, utilizan nidos de otras abejas para depositar sus huevos (Borrer et al., 1976). En todas las familias de Apoidea existen especies denominadas gregarias que construyen nidos muy cercanos unos de otros formando agrupaciones (Linsley et al., 1952). Estas agregaciones se presentan en abejas solitarias, comunales, semisociales, primitivamente eusociales y hasta en abejas altamente eusociales, siendo más comunes entre abejas que anidan en suelo (Michener, 1974).

Los requerimientos particulares de ciertas especies por determinados factores edáficos o por un determinado hábitat, no pueden explicar en todos los casos la formación de agregaciones (Michener et al., 1958). Existe la tendencia en ciertas especies como Dialictus versatus de anidar cerca del nido materno (Michener, 1974) lo que da como resultado agregaciones de individuos genéticamente relacionados. Por otro lado, se han registrado varias especies donde hembras no emparentadas anidan en proximidad unas de otras; tal es el caso de Diadasia olivacea, D. diminuta (Eickwort, 1981), Paratetrapedia oligoticha (Michener, 1958) y Nomia melanderi (Stephen et al., 1969). En las

agregaciones, las hembras a menudo buscan y reutilizan nidos vacíos antes de empezar a construir uno propio (Eickwort, 1981).

Se desconocen los factores que estimulan a las hembras a incorporarse a una agregación, se han propuesto estímulos visuales tales como la actividad de hembras entrando y saliendo de sus nidos, o estímulos químicos como olores de nidos previos y secreciones glandulares (Eickwort, 1981). Se sabe que tres componentes de la secreción de las glándulas mandibulares en Colletes sp. sirven como atrayentes, aunque no se conoce si juegan un papel en propiciar el inicio de la anidación (Hefetz et al., 1979, en Eickwort, 1981).

La anidación en agregaciones presenta diversas ventajas y desventajas (Miller and Kurczewski, 1973, Alcock, 1975, Myers y Loveless, 1976, Eickwort et al., 1977, en Eickwort, 1981; Batra, 1978). Se ha sugerido que en algunas agregaciones las ventajas involucran selección de parentesco, es decir que las hembras que anidan en grupos están relacionadas genéticamente, de forma que al manifestar esta conducta se favorece a genes compartidos. En otros casos las agregaciones son formadas por hembras no emparentadas entre sí, y las ventajas radican en la oportunidad de ocupar celdas o nidos vacíos lo que permite ahorros en tiempo y energía. Además, la habilidad para localizar hembras que ya están anidando permite a las que se incorporan distinguir sitios donde la anidación puede ser exitosa. Se ha sugerido que el continuo movimiento de las hembras en búsqueda de nidos puede

contribuir a reducir el parasitismo en los nidos por dípteros sarcófágidos (Miller y Kuczewski, 1973, en Eickwort, 1981) y por abejas cleptoparasitas obligadas (Rozen, et al., 1978, en Eickwort, 1980). Por ejemplo en algunas agregaciones se ha observado que abejas del género Anthophora persiguen a cleptoparasitas aún cuando no están cerca de sus nidos (Thorp, 1969).

#### COMPORTAMIENTO REPRODUCTIVO

Otro aspecto interesante de las agregaciones es lo referente a los sistemas de apareamiento y conducta reproductiva, ya que se propicia que hembras y machos se encuentren concentrados en un área, al menos por ciertos periodos. Los sistemas de apareamiento fueron inicialmente discutidos en términos evolutivos por Darwin (1871); desde entonces los avances en teoría genética han permitido una mejor comprensión de la evolución de proporciones sexuales, dimorfismo sexual y patrones de inversión paterna (Emlen et al., 1977). Darwin (op. cit.) establece que cuando un sexo se vuelve un factor limitante para el otro (como es el caso de hembras receptivas en abejas), el resultado es un incremento de competencia intrasexual de los miembros del sexo disponible para tener acceso a parejas del sexo limitante. Esto es porque en una población dada los miembros que se aparean con parejas que tienen ciertas ventajas adaptativas con respecto al resto de los individuos de esa población, logran transmitir sus genes a generaciones posteriores de manera significativamente más eficiente. La selección intrasexual generalmente genera

interacciones antagonistas y agresivas entre miembros de un mismo sexo (Pianka, 1983). Por otro lado también se presenta la competencia intersexual (selección epigámica), la cual opera en preferencias de apareamiento. El hecho es que lo que maximiza la adecuación de un individuo macho no necesariamente coincide con lo más ventajoso para un individuo hembra y viceversa. En general cuando es económicamente redituable defender a una pareja, se dan sistemas de apareamiento monógamos; por el contrario, si lo que resulta económicamente redituable es monopolizar varias parejas, se da poligamia. Además existen factores ambientales que tienen influencia sobre los sistemas de apareamiento (Emlen y Oring, 1977). Por ejemplo, el sitio que un macho seleccione para llevar a cabo señales de atracción o búsqueda de parejas puede afectar su éxito reproductivo. Se ha sugerido que este comportamiento está directamente relacionado con la distribución de los nidos y la dispersión de las plantas poliníferas y/o nectaríferas (Alcock et al., 1978), ya que los machos buscan hembras en sitios donde éstas son numerosas como lugares de oviposición, de emergencia, de pecoreo, o lugares con características topográficas distintivas. En las abejas, los apareamientos a menudo ocurren en las plantas de pecoreo (Thornhill y Alcock, 1983) y en los sitios de emergencia.

La territorialidad entre los machos de abejas es muy común y se presenta al menos en 11 géneros (Haas, 1960; Jaycox, 1967; Barrows, 1976 en Batra 1978); sin embargo los machos de una especie pueden presentar estrategias alternativas de apareamiento (Alcock, 1979). Las diferencias intrínsecas en los machos así

como la variación en los recursos de hembras aptas para ser fecundadas, pueden promover la diversidad en el comportamiento de los machos. Trabajos de Gadgil (1972) y West-Eberhard (1979) muestran que la selección para la competencia agresiva actúa en favor de los machos más grandes. En cambio, los machos que son relativamente débiles para la colecta o defensa de recursos manifiestan una conducta no agresiva y no territorial, con la cual pueden obtener oportunidades de reproducirse explotando fuentes alternativas de hembras (Thornhill y Alcock, 1983). Los trabajos con Centris pallida (Alcock et al. 1976), ilustran claramente las diferencias en estrategias reproductivas en machos. En esta especie los machos manifiestan uno de dos comportamientos para la localización de parejas: (1) patrullar un area extensa en un sitio de emergencia buscando los lugares donde hembras vírgenes están por emerger y (2) sobrevolar sitios de emergencia y plantas de pecoreo, esperando que hembras vírgenes vuelen cerca de ellos. En el primer caso los machos excavan para encontrar hembras vírgenes previas a emerger y copulan con ellas; en el segundo caso los machos persiguen, capturan y copulan con hembras vírgenes que ya han emergido y que no tuvieron contacto con machos que manifiestan la primera conducta. El tamaño de los machos está directamente correlacionado con la estrategia que manifiestan, así como con su grado de agresividad.

## JUSTIFICACION DEL PROYECTO

A pesar de la diversidad de abejas así como de su importancia económica y biológica, es poco lo que se conoce relacionado con el grupo para México, particularmente en lo referente a estudios poblacionales. El presente trabajo es una contribución al conocimiento biológico de tres especies gregarias de abejas las cuales han sido poco estudiadas a pesar de que dos de ellas fueron descritas desde el siglo pasado. Anthophora squammulosa Dours, es una especie común de amplia distribución. Osmia azteca Cresson, es una especie exclusiva de zonas altas de Mesoamérica, distinta en su integumento del resto de las especies americanas de este género, la cual además, alcanza una distribución más sureña. Colletes Latreille, es un género de distribución mundial (excepto en Australia), muy complejo taxonómicamente. En el subcontinente norteamericano se conocen al menos 97 especies de las cuales se tiene poca información (Torchio, 1965).

Dada la situación actual, las aportaciones a todos niveles para el conocimiento biológico de especies mexicanas son de gran valor, más aún considerando que desde 1985 existe el proyecto de un programa cooperativo entre México y E.E.U.U. (P.C.A.M.), para el estudio de la apifauna mexicana. De esto se desprende la importancia de sitios como San Pablo Atlazalpa, que brindan la oportunidad de realizar estudios poblacionales comparativos entre especies.

## OBJETIVOS

- 1) Describir la biología de anidación, patrones de pecoreo, diferencias de comportamiento entre machos y hembras y comportamiento reproductivo, de tres especies de abejas gregarias (A. squammulosa, Colletes sp. y O. azteca.)
- 2) Determinar los patrones de actividad estacional y diaria de las especies estudiadas y evaluar su relación con el ambiente físico.
- 3) Evaluar posibles diferencias en riqueza y abundancia de especies en agregaciones de distintos muros.
- 4) Evaluar parámetros poblacionales por medio de captura y recaptura de individuos adultos.
- 5) Obtener listas apifaunística y florística parciales para la zona de estudio.

## DESCRIPCION DEL AREA DE TRABAJO

Este estudio fué llevado a cabo en el poblado de San Pablo Atlazalpa, Municipio de Chalco, Edo. de México, cuya situación geográfica es 19°13' de latitud Norte y 98°55' de longitud Oeste y con una altitud de 2250 msnm. (SPP a; Figuras 3 y 4). El clima de la zona es templado subhúmedo con lluvias en verano [C(w1) (w)] (García, 1988). La temperatura media anual es de 14 a 16°C, la precipitación total anual es de 600 a 800 mm. (SPP, 1981). En particular, de acuerdo con los datos obtenidos de la estación meteorológica de Chalco (19°16' latitud Norte; 98°55' longitud Oeste; 2280 msnm.) para el período 1971-1988, la temperatura media anual es de 14.8°C y la precipitación total anual es de 615.25 mm (Figura 5). El poblado presenta muros de adobe, que albergan agregaciones de distintas especies de abejas. Las familias registradas en dichas agregaciones son: Colletidae, Megachilidae, Anthophoridae y Halictidae, siendo Colletes sp. Latreille, Osmia azteca Cresson y Anthophora squammulosa Dours, las especies mejor representadas (Apéndice II).

La vegetación en la zona está constituida por mosaicos de áreas cultivadas con comunidades de plantas arvenses y ruderales. Plantas típicamente arvenses (acompañantes de cultivos agrícolas) pueden comportarse como ruderales y viceversa (Rzedowski y Rzedowski, 1979). Las especies más comunes son de la familia Compositae: Bidens odorata Cav. (B. pilosa L. sensu Sherff), Simsia amplexicaulis (Cav.) Pers., Tagetes erecta L., Tithonia tubaeformis (Jacq.) Cass. y Cosmos bipinnatus L. Los

cultivos predominantes son maiz (Zea mays L.), frijol (Phaseolus coccineus L.) y calabaza (Cucurbita (sororia) L.H. Bailey) (Apéndice III).

El uso del suelo es predominantemente para agricultura de temporal. Al sur del poblado, se presentan zonas mixtas con pastizal inducido y al norte, escasas zonas de agricultura de riego (SPP b).



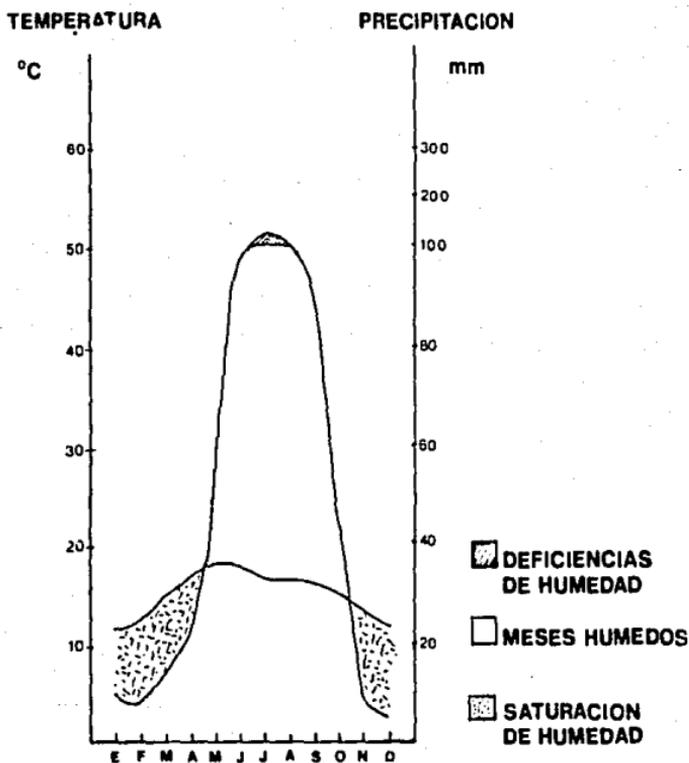


Figura 5. Diagrama ombrotérmico para la zona de San Pablo Atlixalpa. Datos obtenidos de la estación meteorológica de Chalco Edo. de México (19°16' Latitud Norte; 98°55' Longitud Oeste; 2200 msnm).

## MATERIAL Y METODOS

Este estudio se llevó a cabo de agosto de 1987 a noviembre de 1988, realizándose un total 43 salidas a la localidad; 22 durante 1987 y 21 durante 1988, con un promedio de 5.8 hrs. de observación por salida.

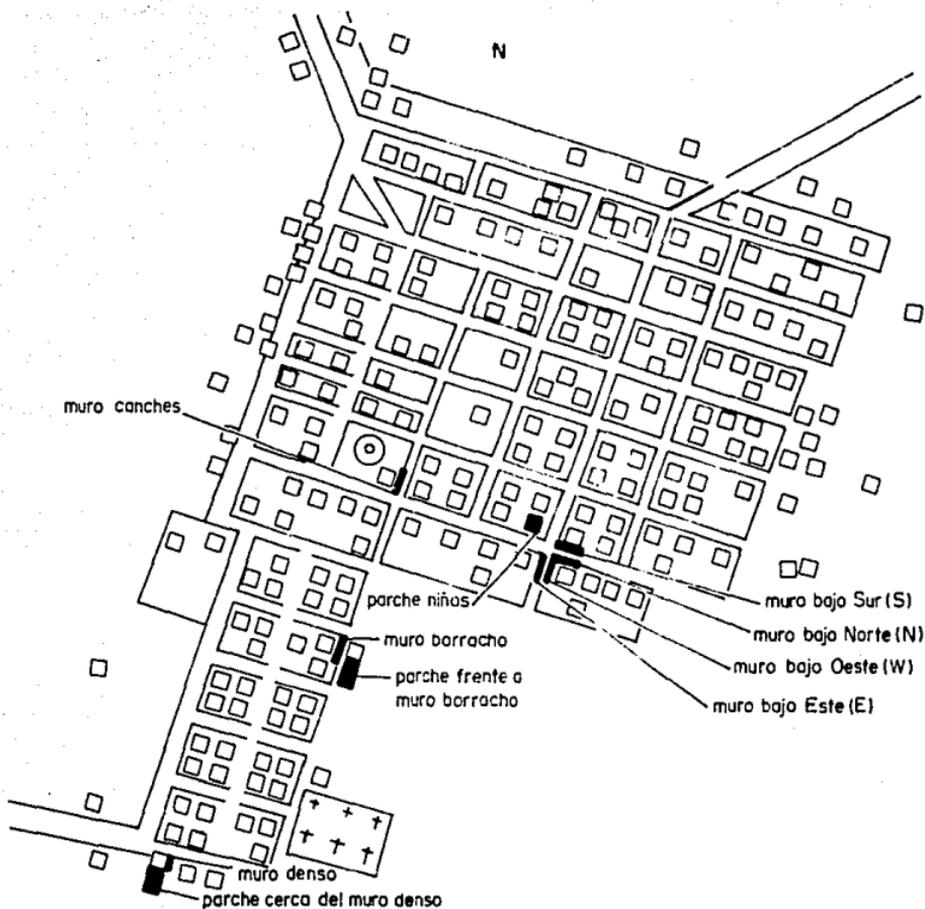
### DESCRIPCION DE LOS MUROS CONTENIENDO LAS AGREGACIONES ESTUDIADAS

En 1987 se seleccionaron dos muros orientados al Este (Figura 6) en los cuales se desarrolló gran parte del trabajo, posteriormente en 1988 se seleccionaron 5 muros más, presentándose sus características en la tabla 2.

TABLA 2. Características de los muros que contienen las agregaciones estudiadas

| MURO         | LONGITUD (m) | ALTURA MEDIA(m) | AREA(m <sup>2</sup> ) | ORIENTACION |
|--------------|--------------|-----------------|-----------------------|-------------|
| "borracho"   | 24.0         | 1.95            | 46.8                  | 100° SE     |
| "denso"      | 13.5         | 1.80            | 24.3                  | 115° SE     |
| "canches"    | 16.80        | 2.30            | 38.6                  | 95° SE      |
| "Bajo Este"  | 16.50        | 3.17            | 52.3                  | 100° SE     |
| "Bajo Oeste" | 15.10        | 2.07            | 31.2                  | 280° NW     |
| "Bajo Norte" | 15.00        | 3.07            | 46.0                  | 10° NE      |
| "Bajo Sur"   | 14.00        | 2.10            | 29.4                  | 190° SW     |

De igual manera se seleccionaron tres parches de vegetación cercanos a agregaciones en muros (Figura 6), en los cuales se realizaron observaciones y colectas de abejas.



**Figura 6** : Localización de parches de pecoreo y muros conteniendo las agregaciones estudiadas, en el poblado de San Pablo Atlixalpa, Edo. de México

## HISTORIA NATURAL

Para la descripción de la historia natural de las tres especies se hicieron observaciones en las agregaciones de los muros y en parches de vegetación.

En relación con la biología de anidación, se seleccionó un nido de cada una de las especies, preferentemente alejado de otros en la agregación. Con una perilla se introdujo talco en la entrada de manera que al soplar se distribuyera en las paredes de la galería. Después se fué excavando cuidadosamente a lo largo de la galería en la dirección señalada por el talco, anotándose las siguientes características (Sakagami y Michener, 1962):

- +Orientación, tamaño y forma de la entrada
- +Orientación, tamaño y estructura de la galería principal
- +Relación de la galería principal y las celdas
- +Posición y forma de las celdas
- +Paredes de las celdas (recubrimiento, aplanamiento)
- +Contenido de la celda y gradiente de desarrollo

Asimismo se hicieron observaciones a lo largo de un día en un nido de cada una de las tres especies estudiadas. Inicialmente se marcaron la o las hembras que utilizaban la entrada de dicho nido, se anotó tiempo de salida y de entrada y si llevaba o no cargas de polen. Esto se realizó los días 9 y 14 de septiembre de 1987 para A. squammulosa y O. azteca, mientras que para Colletes sp. el 24 de septiembre de 1988.

En relación con el comportamiento reproductivo, se observaron cópulas en épocas de emergencia de las hembras tanto frente a muros como en parches de vegetación. También se estudió el

comportamiento de territorialidad en parches de vegetación. Para ello se marcaron ocho machos en el tórax, se liberaron y se observaron a lo largo de varios días. Posteriormente se hicieron anotaciones como radio de vuelo, sitios de percha e interacciones dentro del territorio. Esto se realizó en 1987 el 11 de septiembre de las 10:00 a las 13:00 hrs. y el 19 de septiembre de las 9:00 a las 17:00 hrs. en el parche frente al muro "el borracho". En 1988 el 21 de septiembre de las 14:00 a las 17:00 hrs. en el parche frente al muro "denso" y el 22 de septiembre de las 11:00 a las 14:00 hrs. en el parche "niños".

#### REGISTRO DE LA ACTIVIDAD ESTACIONAL Y DIARIA DE ADULTOS

Para obtener un registro de la actividad estacional y diaria de las abejas de las agregaciones, así como de la proporción sexual a lo largo del tiempo, se trabajó tanto frente a muros de adobe como en parches de vegetación cercanos a los muros.

La primera actividad consistió en el marcaje de adultos en las agregaciones. Esto se realizó para estimar el tamaño poblacional (Brittan, 1933 y Morrison, 1943 en Linsley et al., 1952 y Southwood, 1968), así como para registrar la movilidad de los individuos y obtener una idea de su longevidad. Para ello, se capturaban las abejas que volaban frente al muro desde el nivel del suelo hasta 3 m de altura y hasta 1 m de distancia del muro. Las capturas se realizaron con redes aéreas de 52 cm de diámetro y 162 cm de mango. Los individuos capturados se marcaron en el tórax con barniz de uñas comercial (Linsley et al., 1952), se contaron, sexaron y liberaron. El marcaje se llevó a cabo

aproximadamente una semana después de los primeros indicios de actividad de cada año. En 1987 para el muro "borracho", el 8 de septiembre de las 9:00 a las 15:00 hrs.; en 1988 para el muro "denso" los días 8 de septiembre de las 13:00 a las 16:00 hrs. y 9 de septiembre de las 12:00 a las 18:00 hrs. En 1987 se marcaron un total de 876 individuos y en 1988 de 825 (Tabla 3).

TABLA 3. Individuos marcados frente a las agregaciones durante 1987 y 1988.

| ESPECIE              | SEXO | # DE INDIVIDUOS |      |
|----------------------|------|-----------------|------|
|                      |      | 1987            | 1988 |
| <u>Colletes</u> sp.  | H    | 524             | 197  |
| <u>Colletes</u> sp.  | M    | 166             | 538  |
| <u>A.squammulosa</u> | H    | 103             | 25   |
| <u>A.squammulosa</u> | M    | 65              | 56   |
| <u>O.azteca</u>      | H    | 18              | 9    |

(H=hembras; M=machos)

Después del marcaje se efectuaron capturas sistemáticas con red aérea. Estos muestreos se realizaron una vez por semana durante la estación de actividad en las agregaciones, cubriendo un horario de las 9:00 a las 18:00 hrs. La metodología consistió en recorridos a lo largo del muro en ambas direcciones; las abejas capturadas se sexaban, se anotaba si estaban marcadas, se obtenía un registro del número total por especie y finalmente se liberaban. En 1987 se trabajó principalmente en los muros "borracho" y "denso". En 1988 el trabajo se enfocó a la comparación de agregaciones, para lo cual, bajo el mismo horario

pero con menor frecuencia, se realizaron registros en muros adicionales (Figura 6) con diferentes orientaciones ("canches" y "bajo E" mirando al Este; "bajo S", "bajo N" y "bajo W" mirando al Sur, Norte y Oeste respectivamente). Los muros denominados "bajos" se encuentran muy cercanos entre sí (15 m de separación máxima).

Paralelamente al trabajo en muros, se seleccionaron parches de vegetación donde se llevaron a cabo colectas con red aérea, anotándose los mismos datos que en las colectas frente a los muros. Esto se realizó en 1987 el 19 y 28 de septiembre y el 7 de octubre; en 1988 el 22 y 24 de septiembre, 2 y 9 de octubre, teniéndose un total de 38 horas de observación.

Con el fin de estudiar la relación entre los patrones de actividad de las abejas y el ambiente físico, se registró la temperatura ambiente (termómetro Brannan de mínimos y máximos) y la humedad relativa (higrómetro Cole-Parmer) durante cada salida en 1987. En 1988 se registró, la temperatura de los muros, entre 10 y 15 cm de profundidad (termómetro Termomet de carátula) y la incidencia de radiación solar en muros con diferente orientación (Quantum Radiometer Photometer modelo LI-185 a LI-COR).

La relación entre la actividad y los factores ambientales sólo fue explorada para el muro "borracho", ya que los datos para este sitio son los mejor representados. Se usó un análisis de varianza multivariado (MANOVA) (SYSTAT, Inc. 1985) para discriminar la importancia de los factores (días, horas y sexo) sobre la abundancia de las tres especies frente a la agregación del muro

"borracho".

Las abundancias de cada especie fueron descritas como función de la humedad y temperatura por medio de modelos lineales generalizados (MLG) (Baker y Nedler 1978, GLIM System, Rothamsted Expl. St., Harperden, Herts, England). Estos son un tipo de modelos estadísticos que generalizan los modelos lineales clásicos para incluir modelos log-lineales (conteos), modelos probit y logit (proporciones) y modelos para datos continuos. Un aspecto importante de la generalización es la presencia de un predictor lineal basado en una combinación lineal de las variables independientes (McCullagh y Nedler 1983).

Se declaró una función de ligamiento de tipo logarítmico (parámetro que vincula el componente lineal con los valores calculados), pues los datos consisten en conteos de individuos. La función error se declaró como tipo Poisson ya que idealmente la distribución de los conteos es al azar.

#### REGISTRO DE RIQUEZA ESPECIFICA

Se llevó a cabo un registro de la riqueza apifaunística estacional, colectando tanto en las agregaciones como en la vegetación circundando el poblado y en jardines particulares dentro del mismo. Para obtener la riqueza florística estacional se realizaron colectas semanales de plantas en floración. Ambos tipos de colectas se realizaron en un radio de 1 km alrededor del poblado, lo cual se considera adecuado por dos razones: (1) la vegetación es homogénea pues se trata de tierras cultivadas (maíz, frijol y calabaza, presentándose también plantas arvenses y

ruderales); (2) Se observó que los sitios de pecoreo de las abejas se hallaban cercanos a las agregaciones (entre 1 y 300 m de distancia).

#### MANEJO DEL MATERIAL COLECTADO

El material apifaunístico colectado se montó y, en lo posible, se determinó siguiendo las claves para géneros de Norteamérica, de Michener y McGinley (en prensa). Para su determinación a nivel especie, se enviaron ejemplares representativos a C.D. Michener (Universidad de Kansas, Lawrence). Las plantas colectadas se determinaron en el Herbario Nacional (MEXU), Instituto de Biología, UNAM. Las fotografías del material biológico se tomaron en el laboratorio de Microcine de la Facultad de Ciencias, UNAM.

## RESULTADOS

### I) HISTORIA NATURAL

#### -Biología de anidación

Debido a que los nidos de las tres especies son construidos en muros de adobe que delimitan propiedades particulares, el número de nidos excavados fué reducido, por lo cual no fué posible observar con detalle algunas características.

A continuación se describen los nidos de las tres especies.

#### Colletes sp. Latreille:

En los bloques de adobe observamos gran densidad de nidos, lo que provoca la interconexión de las galerías, y en ocasiones es difícil distinguir nidos individuales. Una entrada puede conducir a varias galerías y a su vez una galería puede estar conectada con varias entradas. Esta especie no tiene preferencia por una orientación particular ni por una altura determinada para construir sus nidos. Las entradas pueden estar orientadas en cualquier dirección, su diámetro es en promedio de 0.71 cm ( $n=15$ ), ( $S=0.12$  cm, denotándose por "S" la desviación estandar), con un rango desde 0.53 a 0.87 cm. La entrada es de forma circular aunque en ocasiones puede ser un tanto más ancha que alta. En general la galería principal es larga (hasta 10 cm desde la entrada) y puede ser recta o presentar curvaturas (Figura 7a); sus paredes son irregulares y carecen de recubrimiento; su diámetro fluctúa entre 0.61 y 0.8 cm, teniendo un promedio de 0.72 cm ( $S=0.08$  cm). Las galerías no tienen una orientación particular con respecto al muro, en su mayoría son construidas en un plano horizontal o con una leve inclinación hacia abajo; las galerías no presentan

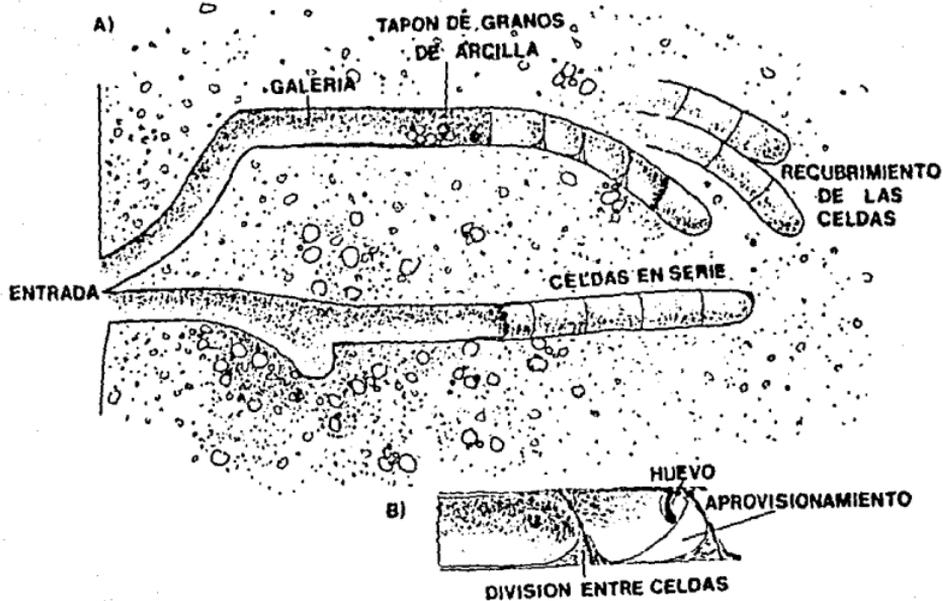


Figura 7. Nido de *Colletes* sp. Latreille a) Galería principal con ramificaciones de celdas en serie; b) Detalle de dos celdas, una recientemente aprovisionada y cerrada después de la oviposición. Nótese la posición del huevo que cuelga de la pared superior de la celda.

antecámaras. Las celdas son construidas en serie al final de las galerías (con un máximo observado de 5 celdas por serie). En la sección que contiene a las celdas la galería está recubierta con una doble película de material tipo celofán (lactonas macrocíclicas, Albans et al., 1980), característica común de la familia Colletidae (Apéndice I). La capa externa de recubrimiento es rugosa y en ocasiones se observa que está formada por la unión de pequeñas porciones de celofán; la capa interna de recubrimiento forma las paredes de las celdas y es más delgada, muy lisa y ocasionalmente contiene fibrillas del mismo material (Torchio, 1965). La separación entre celda y celda está formada por tres capas: una interna que sella la primera celda construida, una capa intermedia y finalmente una tercera que forma la parte basal de la siguiente celda. En la parte central las tres capas están unidas, pero hacia los extremos o paredes de la galería se separan y se pueden ver fibrillas que las unen (Figura 7b). Esta separación entre celdas es transversal con respecto a la dirección de la galería. Las celdas son elongadas y redondeadas en el extremo terminal en donde es colocado el aprovisionamiento el cual es de consistencia muy fluida y color anaranjado brillante.

El huevo es delgado y de forma elongada, la capa exterior es translúcida y el contenido blanquecino; por un extremo cuelga de la pared superior de la celda y por el otro está en contacto con el aprovisionamiento. Las larvas observadas estaban embebidas dentro del fluido de néctar y polen y presentan forma de herradura. Las heces fecales son colocadas en toda la superficie de la celda (paredes, parte basal y parte superior), y recubiertas

por una secreción de origen desconocido que cuando está fresca es de apariencia brillante y húmeda; sin embargo cuando se seca se convierte en una capa delgada, transparente y quebradiza.

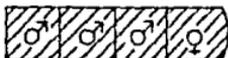
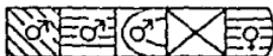
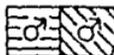
Hay evidencia de reutilización de galerías, ya que en nidos recientes se observó que la galería que contenía a las celdas continuaba y en esta parte se observaron películas de celofán de años anteriores, aunque en ocasiones la galería estaba rellena de granos de arcilla.

Las excavaciones se realizaron en su mayoría en una misma agregación denominada "la Pollería" los días 14 y 24 de agosto de 1987 y 9, 18 y 25 de septiembre del mismo año. También se extrajeron nidos en el muro "denso" el 21 y 23 de septiembre de 1987. De las celdas que contenían pupas se tiene un total de 12 machos y 4 hembras, éstas últimas se encontraron en celdas terminales; en la Figura 8 se representan de manera esquemática las características de los nidos excavados.

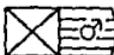
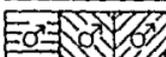
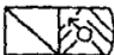
*Colletes* sp.

Agregación "La polería"

14 agosto 1987



24 agosto 1987



CONTENIDO Y TIPO DE CELDAS



huevo



larva inicial



larva avanzada



pupa no pigmentada, primordio de alas excepto ojos



pupa semipigmentada fase inicial



pupa semipigmentada, fase avanzada, pelillos ya formados



pupa pigmentada fase inicial



pupa pigmentada fase avanzada



adulto previo a emergencia, alas y pelos desarrollados, sin cuticula



celda terminal



celda con aprovisionamiento endurecido de la cual no se desarrolló nada



celda vacía



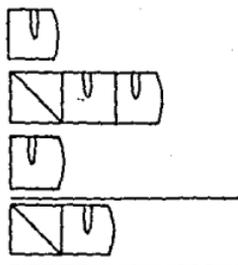
macho con la cabeza orientada a la parte basal de la celda.

Figura 8. Representación esquemática del contenido y tipo de celdas en los nidos estudiados de *Colletes* sp. Latreille.

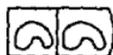
18 septiembre 1987



23 septiembre 1987



10 octubre 1987 La Pollaría



Anthophora squammulosa Dours:

Las entradas de los nidos de esta especie tienen un diámetro promedio de 0.75 cm ( $n=16$ ), ( $S=0.31$  cm). Los nidos presentan una galería principal que aparentemente sólo es un conducto ciego (Figura 9a). Sin embargo, excavando con cuidado a lo largo de la galería, se encuentran ramificaciones laterales de series de celdas (máximo 5 celdas por serie). La conexión entre la galería principal y las celdas es en realidad el opérculo de la última celda construida, el cual es disimulado con piedrecillas. El opérculo tiene un diámetro de 0.66 cm ( $S=0.12$  cm) y es formado en espiral en cuyo centro queda un orificio que es tapado con una esferita de arcilla (Figura 9b). En ocasiones se observaron dos o tres celdas cercanas a una galería principal pero no se encontró conexión. Las celdas tienen forma de urna o vasija, que se adelgaza en la parte superior; en su parte más ancha miden en promedio 0.78 cm ( $S=0.02$  cm) y su longitud desde la base hasta el opérculo es de 1.08 cm ( $S=0.12$  cm). La separación entre celdas es en promedio de 1.8 cm ( $S=0.02$  cm). La hembra forma las celdas con una capa de lodo, quizá aglutinado con secreciones salivares (Krombein, 1967) (Figura 9c). Esta capa es colocada con la placa pigdial formando así las paredes de la celda (L.M. Godínez com. pers.) cuya superficie es lisa. Las paredes interiores de las celdas son además recubiertas por una película de origen desconocido que inicialmente es transparente, pero que con el tiempo se torna blanca la cual aparentemente es impermeable. El aprovisionamiento es de color amarillo y bastante húmedo, sin embargo no es de consistencia fluida. La masa de polen se

encuentra desde la base de la celda hasta aproximadamente la mitad (0.55 cm de altura); la superficie del aprovisionamiento es lisa y sobre su parte central es colocado un huevo curvo que mide 0.3 cm y toca el aprovisionamiento con sus dos extremos.

En esta especie, la hembra no cierra la galería principal durante las actividades de anidación ni después de haber concluido.

Las excavaciones de los nidos se realizaron el 23 y 28 de septiembre de 1987 en los muros "denso" y "molesto". En la Figura 10 se presenta esquemáticamente el contenido de las celdas y su grado de desarrollo.

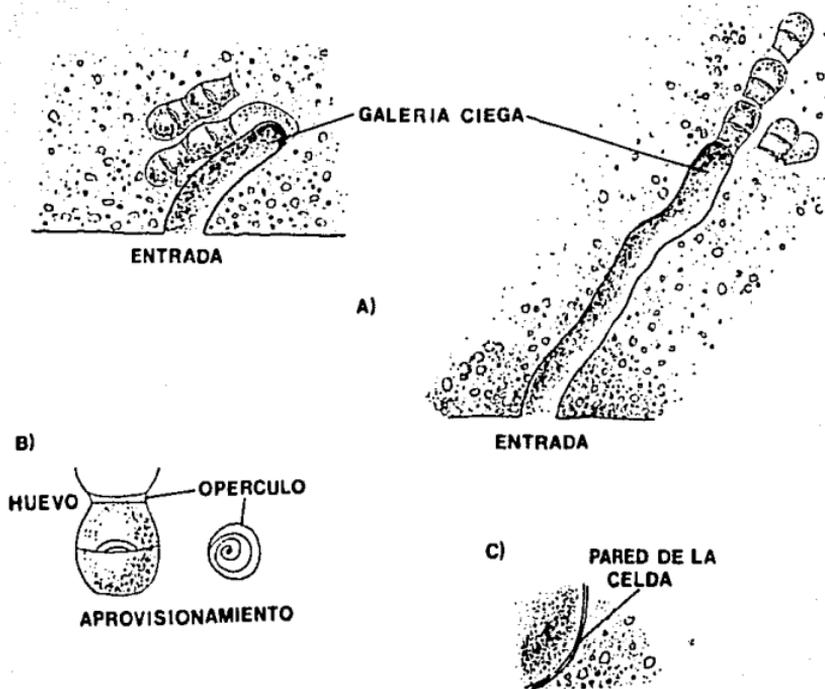
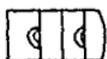
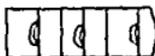
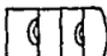


Figura 9. Nido de *Anthophora squamulosa* Dours. a) Galería principal con ramificaciones de celdas en serie; b) Detalle de celda aprovisionada y del opérculo; c) Detalle de la pared de la celda.

*Anthophora squammulosa*

Muro denso

23 septiembre 1987



CONTENIDO Y TIPO DE CELDAS



en construcción



vacía

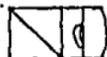
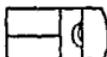


con aprovisionamiento y huevo



celda terminal

28 septiembre 1987 Muro molesto



21 septiembre 1987 Muro denso



Figura 10. Representación esquemática del contenido y tipo de celdas en los nidos estudiados de *Anthophora squammulosa* Dours.

Osmia azteca Cresson:

Se observó un solo nido cuya entrada medía 0.67 cm careciendo de galería por lo cual en seguida de la entrada se encuentran las celdas. De hecho el tapón de la entrada es el opérculo de la última celda construida. Las celdas se presentan en serie y están formadas por hojas totalmente trituradas y aglutinadas aparentemente con resina, formando una capa gruesa y resistente. Las celdas son de forma cilíndrica de longitud variable (Figura 11a) y cuyo diámetro delimitado por el recubrimiento es de 0.66 cm ( $S=0.02$  cm). La división entre celda y celda mide 0.105 cm de ancho ( $S=0.00$ cm) y 0.52 cm de diámetro ( $S=0.03$  cm) y está igualmente formada de hojas trituradas. El polen es colocado en el fondo de la celda y es de consistencia compacta y pastosa. No se observaron huevos ni juveniles puesto que del único nido extraído (23 de septiembre de 1987) que fué llevado al laboratorio y mantenido a temperatura ambiente, emergieron dos machos (uno el 19 de agosto de 1988 y el otro unos días después). Una vez emergidos los adultos, en el interior de las celdas se observaron los capullos tejidos por las larvas (Figura 11b). El capullo tiene un diámetro interior de 0.45 cm y está separado de la base por 0.23 cm. Las heces fecales se encuentran entre el recubrimiento y el capullo, sobre todo en la base de la celda.

Tras observar el nido descrito anteriormente surge la pregunta de cuáles son los estímulos que desencadenan la emergencia de los adultos. Sería conveniente conseguir varios nidos provisionados en un mismo periodo, mantenerlos bajo condiciones controladas y observar los tiempos de emergencia.

A)



B)



Figura 11. Nido de Osmia azteca Cresson. a) Celdas en serie cuyas paredes están formadas de hojas trituradas; b) Detalle de una celda de donde emergió un adulto en un nido de tres celdas.

#### -Patrones de forrajeo

Los patrones de forrajeo fueron estudiados observando hembras aprovisionando nidos a lo largo de todo un día de actividad. Los patrones de forrajeo de los machos no fueron estudiados.

Sobre patrones de forrajeo (Tabla 4) vale la pena resaltar algunos aspectos de interés:

Dado que las dos hembras de A.squamulosa fueron observadas bajo condiciones similares (un mismo día, períodos muy similares de tiempo, nidos de un mismo muro) los resultados obtenidos son fácilmente comparables. Vemos que ambas permanecieron 4 hrs con algunos minutos fuera del nido, con tiempos promedio muy similares (14'32" y 14'36"). Asimismo ambas hembras completaron 18 períodos dentro del nido. Es igualmente notable la periodicidad en la actividad de descarga del polen dentro del nido (3'15" y 3'30"; Figuras 12 y 13). También se observa una regularidad en los viajes de acarreo de polen (de 10'33" y 11'13" en promedio respectivamente), lo que podría significar que ambas hembras recorrieron distancias iguales para obtener los recursos. Nuevamente, si observamos las Figuras 12 y 13 tenemos que antes y después de los viajes de forrajeo, ambas hembras pasan dentro del nido períodos prolongados en los que probablemente estén construyendo y/o acondicionando las celdas y quizá finalmente ovipositando. En ocasiones sólo se registró el tiempo de entrada y no se observó la salida de la hembra, lo que se indica con barras verticales en las figuras.

TABLA 4. Patrones de forrajeo de las hembras de Colletes sp., A. squamulosa y O. azteca.

| ESPECIE | FECHA      | HORAS DE OBSERVACION                | TIEMPO FUERA DEL NIDO |           |        | PERIODOS DENTRO DEL NIDO | TIEMPO DENTRO DEL NIDO |           |        | DESCARGA DE POLEN |           |       | VIAJES DE ACARRO DE POLEN |           |       |
|---------|------------|-------------------------------------|-----------------------|-----------|--------|--------------------------|------------------------|-----------|--------|-------------------|-----------|-------|---------------------------|-----------|-------|
|         |            |                                     | Total                 | $\bar{X}$ | S      |                          | Total                  | $\bar{X}$ | S      | Total             | $\bar{X}$ | S     | Total                     | $\bar{X}$ | S     |
| A.      | 14-IX-1987 | 9:19:16-16:12:22<br>T= 6 hrs 52'36" | 4hrs 36'12"           | 14'32"    | 12'18" | 18                       | 2hrs 36'52"            | 8'43"     | 12'19" | 45'31"            | 3'15"     | 6'19" | 2hrs 17'17"               | 10'33"    | 1'48" |
| A.      | 14-IX-1987 | 9:19:50-15:21:10<br>T= 6 hrs 11'20" | 4hrs 22'59"           | 14'36"    | 8'56"  | 18                       | 1hr 38'12"             | 5'27"     | 8'36"  | 52'39"            | 3'30"     | 6'51" | 2hrs 37'6"                | 11'13"    | 2'7"  |
| O.      | 9-IX-1987  | 9:38:00-13:57:35<br>T= 4 hrs 19'35" | 2hrs 00'2"            | 8'26"     | 6'4"   | 21                       | 57'4"                  | 2'43"     | 2'37"  | 37'12"            | 2'39"     | 1'16" | 2hrs 24'45"               | 12'13"    | 3'24" |
| O.      | 14-IX-1987 | 9:22:50-16:34:10<br>T= 7hrs 11'22"  | 5hrs 1'16"            | 7'55"     | 4'33"  | 38                       | 2hrs 26'37"            | 3'51"     | 5'58"  | 22'25"            | 1'19"     | 37"   | 2hrs 34'49"               | 9'6"      | 2'9"  |
| C.      | 24-IX-1988 | 11:24:01-15:52:03<br>T=4hrs 28'2"   | 3hrs 47'35"           | 32'30"    | 6'25"  | 8                        | 40'7"                  | 5'1"      | 2'46"  | 26'23'            | 3'54"     | 2'46" | 3hrs 6'40"                | 30'36"    | 4'23" |

Donde A.=Anthophora squamulosa, O.=Osmia azteca y C.=Colletes sp.; T=tiempo total, X=tiempo promedio y S=desviación estandar.

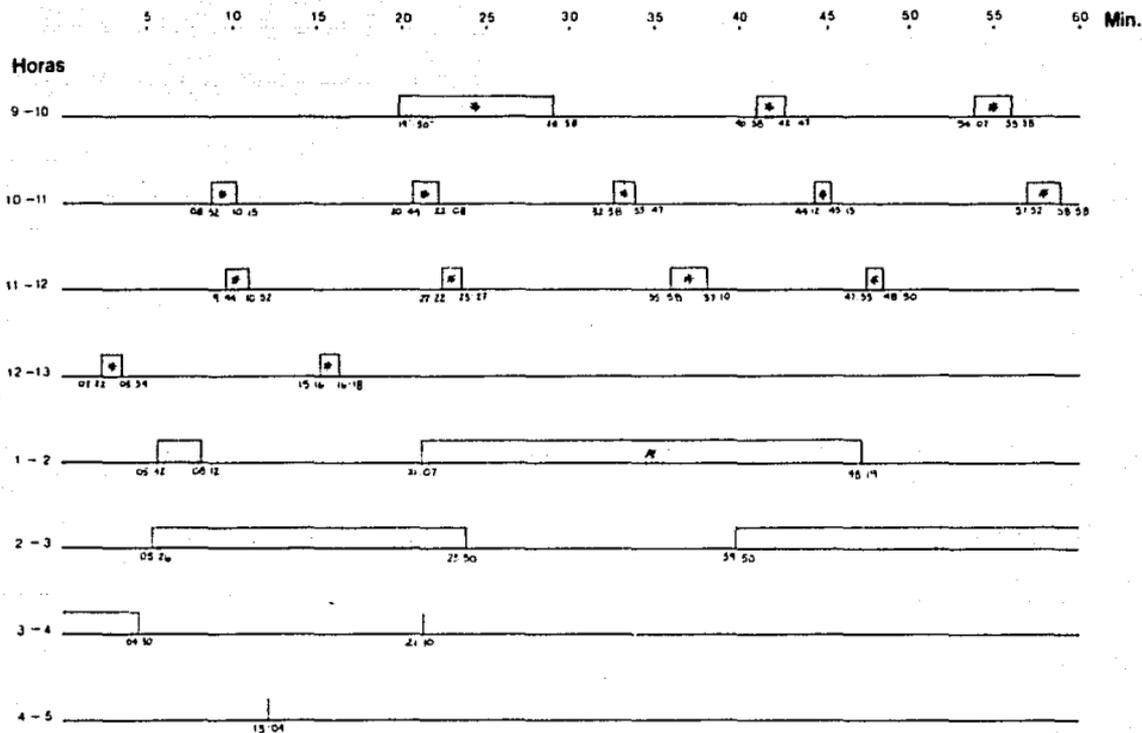
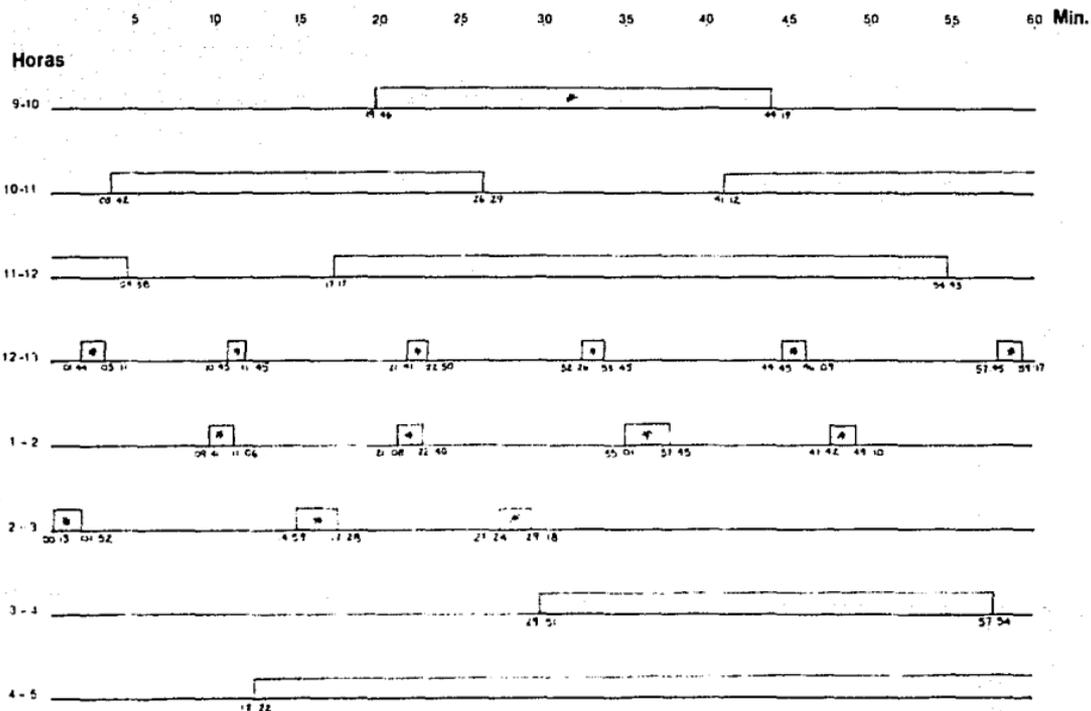


FIGURA 12 ACTIVIDADES DE ANIDACION DE *Anthophora squammulosa* DURANTE EL APROVISIONAMIENTO DE LAS CELDAS. 14 SEPT. 1987

□ TIEMPO ADENTRO    ◉ CON POLEN



**FIGURA 13** ACTIVIDADES DE ANIDACION DE *Anthophora squammulosa* DURANTE EL APROVISIONAMIENTO DE LAS CELDAS. 14 SEPT. 1987

TIEMPO ADENTRO
  CON POLEN

En el caso de Q. azteca a pesar de que se trabajó en un mismo muro, las observaciones no se realizaron en la misma fecha lo cual puede limitar la comparación de los resultados obtenidos entre ambas hembras. En general se puede decir que la hembra observada el 9 de septiembre permanece periodos más prolongados fuera del nido (Tabla 4); asimismo realiza viajes de aprovisionamiento más largos. Adicionalmente la actividad de esta hembra se vió afectada por varias interacciones con una hembra de Colletes sp., que se señalan en la Figura 14 y se describen a continuación: I) Una hembra de Colletes sp. entró en el nido de Osmia azteca a las 12 hrs. 36'50" y salió 10 segundos después; II) nuevamente entró la misma hembra de Colletes sp. a las 12 hrs. 51'50" y no salió del nido; III) La hembra de Q. azteca que se había venido observando en este nido entró con polen a las 13 hrs. 3'25" y volvió a salir con polen a las 13 hrs. 16'40"; IV) La hembra de Q. azteca entró al nido a las 13 hrs. 19'52" y salió con la hembra de Colletes sp. en la mandíbulas 18 segundos después; V) La hembra de Q. azteca entró al nido a depositar el polen a las 13 hrs. 20'40" y pocos segundos después entró una segunda hembra de Q. azteca a este nido y fué perseguida por la primera hembra; VI) Esta hembra normaliza su actividad algunos segundos después; VII) A las 13 hrs. 49'06" entró nuevamente la hembra de Colletes sp. al nido y fué perseguida por la hembra de Q. azteca. Estas observaciones sugieren que la hembra de Q. azteca posiblemente desplazó de su nido a la hembra de Colletes sp. para posteriormente utilizar la galería. Esta conducta es conocida para el género Osmia (R. Ayala, com. pers.).

En cuanto a la hembra observada el 14 de septiembre de 1987, los periodos de descarga de polen son muy similares entre sí (Tabla 4). Además, como en el caso de A. squammulosa, esta hembra pasa periodos prolongados dentro del nido antes de realizar los viajes de aprovisionamiento en los que se sugiere que se encuentra acondicionando la celda, quizá acarreado néctar y finalmente ovipositando. Se registraron algunas observaciones de comportamiento asociado con el aprovisionamiento que se indican en la Figura 15 y se describen a continuación: VIII) La hembra de Q. azteca presenta mucha actividad con las patas delanteras estando dentro del nido; IX) Después de entrar de frente, sale y vuelve a meterse, introduciendo primero el abdomen, actitud posiblemente asociada con la oviposición; X) Se observa la hembra en gran actividad aunque no saca nada del nido.

5 10 15 20 25 30 35 40 45 50 55 60 Min.

Moras

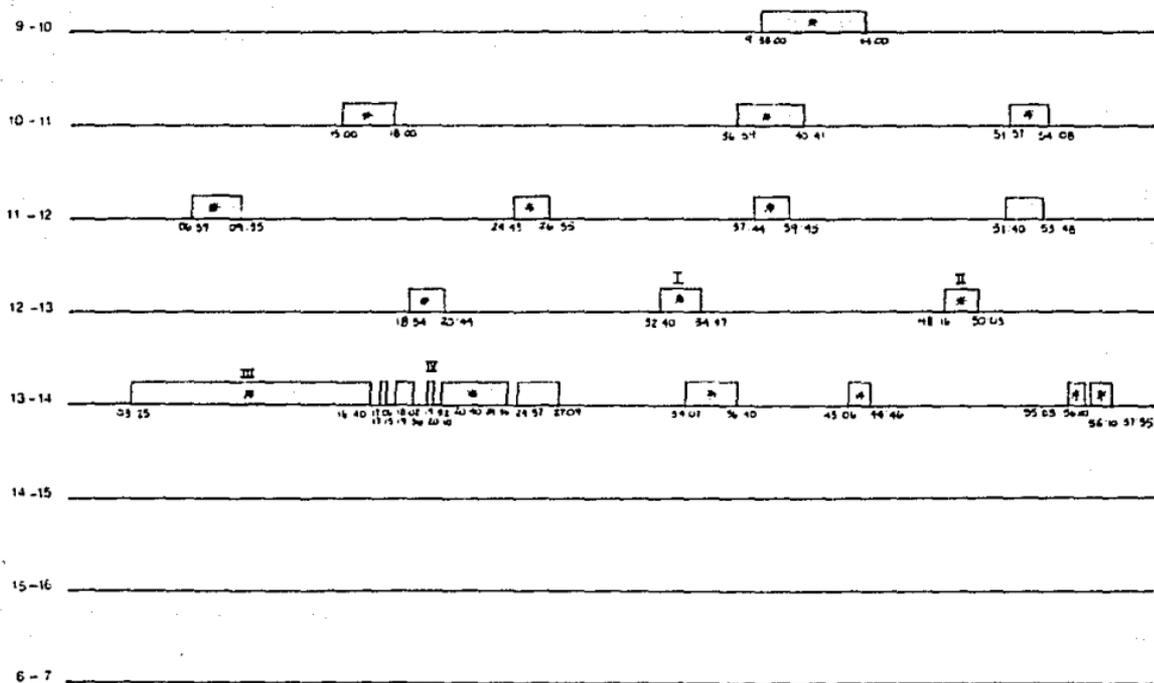


FIGURA 14 ACTIVIDADES DE ANIDACION DE *Osmia azteca* DURANTE EL APROVISIONAMIENTO DE LAS CELDAS. 9 SEPT. 1987.

TIEMPO ADENTRO CON POLEN

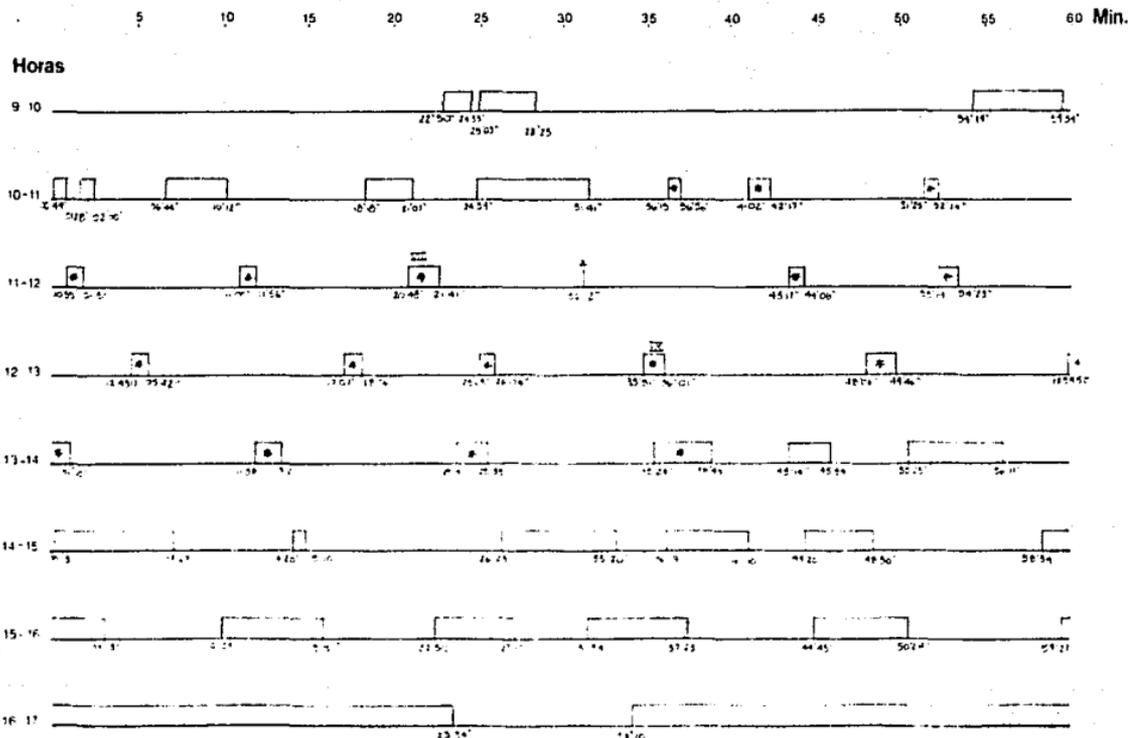


FIGURA 15. ACTIVIDADES DE ANIDACION DE *Qsmia azteca* DURANTE EL APROVISIONAMIENTO DE LAS CELDAS. 14 SEPT. 1987

□ TIEMPO ADENTRO      ◊ CON POLEN

Las observaciones de pecoreo resultaron particularmente difíciles para Colletes sp. dado que se encontró que más de una hembra utilizan la misma entrada (se observaron 5 hembras en este caso). Las hembras fueron marcadas para poder distinguir individuos (actividad realizada en 1988), pero aún así fue difícil obtener buena información. Los resultados se muestran en la Tabla 4 así como en la Figura 16 donde se aprecia que los viajes de pecoreo para una hembra marcada son muy largos (30'36" en promedio) así como los tiempos de descarga de polen (3'54" en promedio); esta hembra (Figura 16a) sólo realizó 6 viajes de acarreo de polen en un periodo de 4 hrs. 13'44" (de las 11:35:06 a las 15:48:50 hrs.).

Las observaciones de aprovisionamiento realizadas con las tres especies resultan importantes porque están relacionadas directamente con el número de hijos que puede tener una hembra. Sin embargo sería conveniente seguir las actividades de una misma hembra durante varios días y una vez concluido el periodo de aprovisionamiento, extraer el nido y obtener información sobre el número de celdas construidas y aprovisionadas registrando además si hubo oviposición de tal forma que se tuviera el registro completo para una hembra durante la estación de actividad.

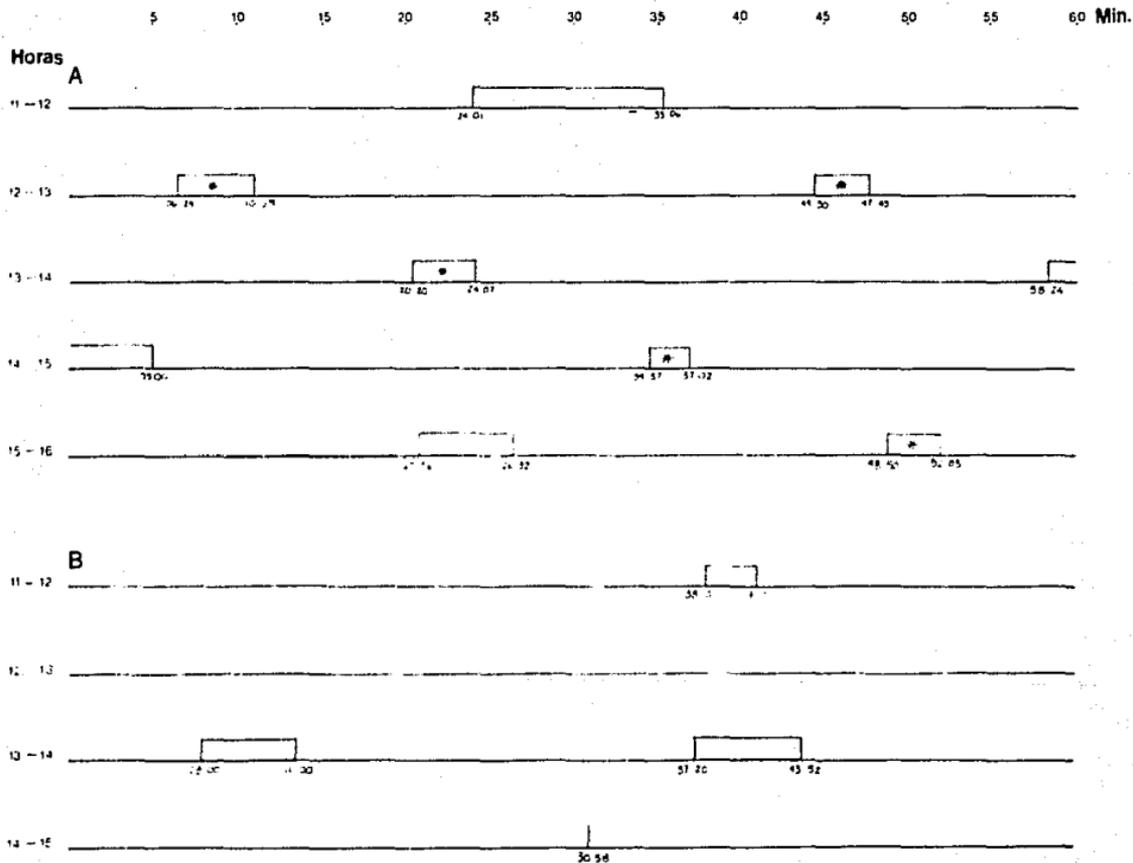


FIGURA 16 ACTIVIDADES DE ANIDACION DE *Colletes sp.* DURANTE EL APROVISIONAMIENTO DE LAS CELDAS. 24 SEPT. 1988

TIEMPO ADENTRO   
 CON POLEN 

### -Comportamiento reproductivo

Los machos de A.squamulosa permanecen varios días frente a los muros pero se presentan sólo a ciertas horas del día (picos de actividad), en Colletes sp. sólo al inicio de la estación pero a lo largo de todo el día, y en O.azteca no se registraron frente a muros (Figura 17). Quizá en los dos primeros casos los machos esperen hembras vírgenes. En los parches de vegetación el comportamiento es similar, pero sí se registra O.azteca.

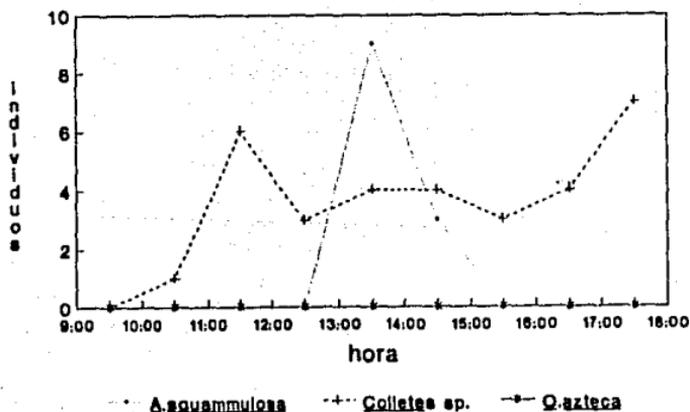


Figura 17. PRESENCIA DE MACHOS EN EL MURO BORRACHO, 11 sept. 1987.

Algunos machos de A. squammulosa y de Colletes sp. forman pequeñas agregaciones donde pasan la noche posados sobre las hojas. Este comportamiento se conoce para varias especies de todas las familias de abejas excepto en Apidae (Batra, 1978; Michener, 1974). Adicionalmente el 14 de septiembre de 1987 en el muro "borracho", a las 13:00 hrs. se observaron machos de A. squammulosa que tras inspeccionar ciertos nidos, entraron y permanecieron en ellos por el resto del día, lo que sugiere una manera alternativa para pasar la noche.

Se observó comportamiento de territorialidad en algunos machos de A. squammulosa, los cuales patrullan y defienden una superficie cercana a 1 m<sup>2</sup>. El patrullaje sigue aproximadamente un mismo recorrido en todas las ocasiones, teniéndose uno o más sitios de percha definidos. Estos vuelos son interrumpidos continuamente cuando los machos inspeccionan flores y cuando otro macho entra en el área defendida; en tal caso éste es perseguido por el macho territorial y finalmente expulsado. Los machos residentes en ocasiones se alejan de su territorio 2 o 3 metros para tomar néctar, al hacer esto pueden invadir otro territorio, de donde son expulsados. En una ocasión (11 de septiembre de 1987), se observó que los territorios de dos machos se traslapaban, provocando continuos enfrentamientos.

El marcaje de individuos permitió definir que algunos machos mantienen un mismo territorio al menos por 8 días seguidos; sin embargo, se registró un caso en el que el macho marcado desplazó su territorio unos metros, siendo defendida el área del

territorio original por un nuevo macho. Cabe mencionar que la conducta de territorialidad en A. squammulosa sólo se presenta en las primeras horas de la mañana (mostrando un rango entre las 8:30 y las 13:30 hrs.); ya avanzada la estación (28 de septiembre de 1987) se observaron machos defendiendo plantas en donde había terminado la floración lo que significa que eran territorios que ya no contenían recursos alimenticios.

La conducta en Colletes sp. es diferente dado que los machos de esta especie sobrevuelan un área de aproximadamente 10 m<sup>2</sup> de superficie pero no presentan comportamiento defensivo, los vuelos no son interrumpidos por la inspección de flores. Durante las últimas horas de actividad (después de las 16:00 hrs.), los machos modifican su conducta deteniéndose constantemente en flores para tomar néctar.

Durante la época de emergencia de hembras de Colletes sp., se observó gran número de machos (los cuales emergen antes, es decir, que esta especie presenta protandria), volando frente a nidos y entrando ocasionalmente a alguno. Al emerger una hembra, ésta era inmediatamente rodeada de machos intentando copular formándose una pelota que caía al suelo; en ese momento sólo un macho copulaba. Las cópulas, de breve duración (de 4 a 9 seg.), ocurrían sobre el suelo. Concluido el apareamiento la hembra quedaba sola limpiándose particularmente las antenas. Durante los registros de actividad, se observaron cópulas múltiples (una hembra y varios machos), cuando las abejas se encontraban en la red de colecta. Asimismo, se observaron cópulas en parches de

vegetación tanto para hembras pecoreando como para hembras posadas sobre las plantas (Tabla 5).

Para A.squamulosa se observaron pocas cópulas, todas ellas de corta duración (3-4 seg.), tanto frente a nidos como en la vegetación (Tabla 5). Se observó una hembra que entraba en el territorio de un macho, el cual la atrapó al vuelo, casi de inmediato un segundo macho se unió a la pareja, cayendo los tres al suelo; el macho propietario copuló con la hembra, retirándose el segundo macho. Durante la cópula el macho emite un zumbido muy característico, diferente al realizado durante el vuelo; este zumbido ha sido documentado para A.urbana (Mayer, y Johansen, 1976).

Para Q.azteca no se observaron cópulas.

TABLA 5. Registro de cópulas observadas para Colletes sp. y A.squammulosa.

| ESPECIE              | FECHA      | HORA  | SITIO             | OBSERVACIONES |
|----------------------|------------|-------|-------------------|---------------|
| <u>Colletes</u> sp.  | 4 sept.87  | 13:30 | <u>Zea mays</u>   | 1 H; 3 M (1*) |
| <u>Colletes</u> sp.  | 8 sept.87  | 12:30 | M.Borracho        | 1 H; 1 M      |
| <u>Colletes</u> sp.  | 30 agos.88 | ---   | <u>Bidens</u> sp. | 1 H; 1 M      |
| <u>Colletes</u> sp.  | 8 sept.88  | 16:15 | M.Denso           | 1 H; 2 M (2*) |
| <u>Colletes</u> sp.  | 9 sept.88  | 14:00 | M.Denso           | 1 H; 1 M      |
| <u>Colletes</u> sp.  | 9 sept.88  | 15:00 | M.Denso           | 1 H; 2 M (2*) |
| <u>Colletes</u> sp.  | 12 sept.88 | 14:15 | M.Denso           | 1 H; 4 M (1*) |
| <u>Colletes</u> sp.  | 12 sept.88 | 15:00 | M.Denso           | 1 H; 5 M (1*) |
| <u>Colletes</u> sp.  | 12 sept.88 | 15:30 | M.Denso           | 1 H; 1 M      |
| <u>Colletes</u> sp.  | 13 sept.88 | 12:30 | M.Bajo N          | 1 H; 2 M (2*) |
| <u>A.squammulosa</u> | 9 sept.87  | 10:30 | <u>Bidens</u> sp. | 1 H; 2 M (2*) |
| <u>A.squammulosa</u> | 11 sept.87 | 10:21 | <u>Simsia</u> sp. | 1 H; 1 M      |
| <u>A.squammulosa</u> | 26 sept.88 | 13:00 | M.Denso           | 1 H; 1 M      |
| <u>A.squammulosa</u> | 26 sept.88 | 14:00 | M.Denso           | 1 H; 1 M      |

(H=hembras; M=machos; \*= número de machos que copularon; M.Borracho, Denso, etc.= frente a la agregación de dicho muro).

## II) ESTIMACION DEL TAMAÑO POBLACIONAL

Uno de los objetivos de este trabajo fue evaluar el tamaño poblacional a través del método de captura y recaptura expuesto por Brittan (1933) y Morrison (1943) (en Linsley et al., 1952) y por Southwood (1968), por medio del índice de Lincoln el cual está basado en los siguientes supuestos:

- 1) Los animales marcados no son afectados por las marcas y éstas no se pierden.
- 2) Los animales marcados se mezclan completamente en la población.
- 3) La población es muestreada aleatoriamente con respecto a edad, sexo y posición en el hábitat de los individuos.
- 4) El muestreo debe hacerse a intervalos de tiempo discretos y el tiempo dedicado a la toma de muestras debe ser pequeño con respecto al tiempo total.
- 5) La población es cerrada, o si no, debe ser posible calcular la inmigración y emigración.
- 6) No hay nacimientos ni muertes en el periodo entre los muestreos y si los hay, pueden ser calculados.

El índice simple de Lincoln se refiere a que la población total (P) entre el número original marcado (a), es igual al total capturado en la segunda muestra (n) entre el total de individuos marcados y recapturados (r).

$$P = \frac{an}{r}$$

y la varianza de este estimador es:

$$\text{Var } P = \frac{a^2 n(n-r)}{r^2}$$

Aún cuando la primera recaptura se realizó un día después del marcaje (en 1987), se obtuvieron números bajos. En la Tabla 6 se presentan los estimadores del tamaño poblacional de las tres especies en el muro "borracho" en 1987. Es necesario tomar en cuenta que estas estimaciones son inexactas pues no todos los supuestos mencionados anteriormente se cumplen. Sin embargo dada la dificultad de evaluar si los individuos son afectados por las marcas (supuesto 1), de evaluar nacimientos y muertes así como inmigraciones y emigraciones (supuestos 5 y 6), se consideró nulo el efecto de estos factores para fines del análisis. Son notables los altos valores obtenidos para las varianzas, lo cual puede ser un indicador de la violación de los supuestos o de lo pequeño de la muestra.

TABLA 6. Estimación del tamaño poblacional de Colletes sp., A.squamulosa y Q.azteca en el muro "borracho" en 1987.

| ESPECIE             | SEXO | POBLACION TOTAL (P) | VARIANZA DE (P) |
|---------------------|------|---------------------|-----------------|
| <u>Colletes</u> sp. | H    | 6259                | 1994113         |
|                     | M    | 533                 | 23814           |
| <u>A.squamulosa</u> | H    | 500                 | 14197           |
|                     | M    | no hubo recapturas  |                 |
| <u>Q.azteca</u>     | H    | 35                  | 780             |
|                     | M    | no se colectaron    |                 |

Nota: Las unidades son número de individuos.

Adicionalmente el marcaje sirvió para obtener información sobre la longevidad de las especies. Para Colletes sp. la longevidad es de un mínimo de 17 días (desde el marcaje hasta la última recaptura), A.squammulosa 31 días y O.azteca 19 días. Por otra parte permitió observar que las abejas marcadas no presentaban movilidad de un muro a otro, con la excepción de una hembra de O.azteca marcada el 9 septiembre de 1987 frente a muro "borracho" y observada 12 días después, frente al muro "denso S". Asimismo fue útil para definir algunos parches de pecoreo, ya que se observaron abejas marcadas en los parches de vegetación cercanos a los muros.

### III) REGISTRO DE ACTIVIDAD ESTACIONAL

La actividad estacional de Colletes sp., A.squammulosa y O.azteca en el muro "borracho" en 1987, se ilustra en la Figura 18. Las hembras de Colletes sp. son las más abundantes con números diarios arriba de 200 individuos (11 de septiembre); su abundancia decrece abruptamente, alcanzando valores muy bajos el 2 de octubre (11 individuos), último día en que se registran. Las hembras de A.squammulosa son las segundas en abundancia (N=68, donde N=número máximo alcanzado en todos los registros), la cual decrece gradualmente en el tiempo. De las tres especies estudiadas, O.azteca es la menos abundante en la agregación (N=46), pero permanece hasta el último día de registro (16 octubre).

La estacionalidad de machos en el muro "borracho" en 1987 se caracteriza por la presencia de sólo dos especies, estando

O.azteca ausente. Los machos de Colletes sp. (N=31) están presentes únicamente durante el primer registro (11 de septiembre); los machos de A.squamulosa decrecen gradualmente desde el 11 de septiembre (N=12) hasta el 9 de octubre (1 individuo).

Los patrones de actividad estacional fueron diferentes entre las especies, sin embargo la mayor abundancia en los tres casos se presenta en los primeros días de actividad (Tabla 7). Observando las curvas de abundancia (Figura 18) tenemos que Colletes sp. presenta emergencia sincrónica de gran número de individuos, con una corta permanencia, particularmente de los machos. La presencia de A.squamulosa es con poca fluctuación y una tendencia decreciente gradual, indicando una emergencia menos concentrada en el tiempo y longevidad más prolongada, tanto para hembras como machos. O.azteca es a nivel de especie, la de mayor permanencia temporal y estabilidad, pero la menos abundante. Los registros de actividad estacional, también permiten definir que se trata de especies univoltinas.

TABLA 7. Comparación de los valores máximos de actividad por día de hembras de las tres especies durante la estación (N)

| ESPECIE             | (N) | MURO "BORRACHO" | (N) | MURO "DENSO" |
|---------------------|-----|-----------------|-----|--------------|
| <u>Colletes</u> sp. | 66, | 11 sept.87      | 8,  | 2 oct.87     |
| <u>A.squamulosa</u> | 20, | 11 sept.87      | 53, | 2 oct.87     |
| <u>O.azteca</u>     | 11, | 19 sept.87      | 4,  | 2 oct.87     |

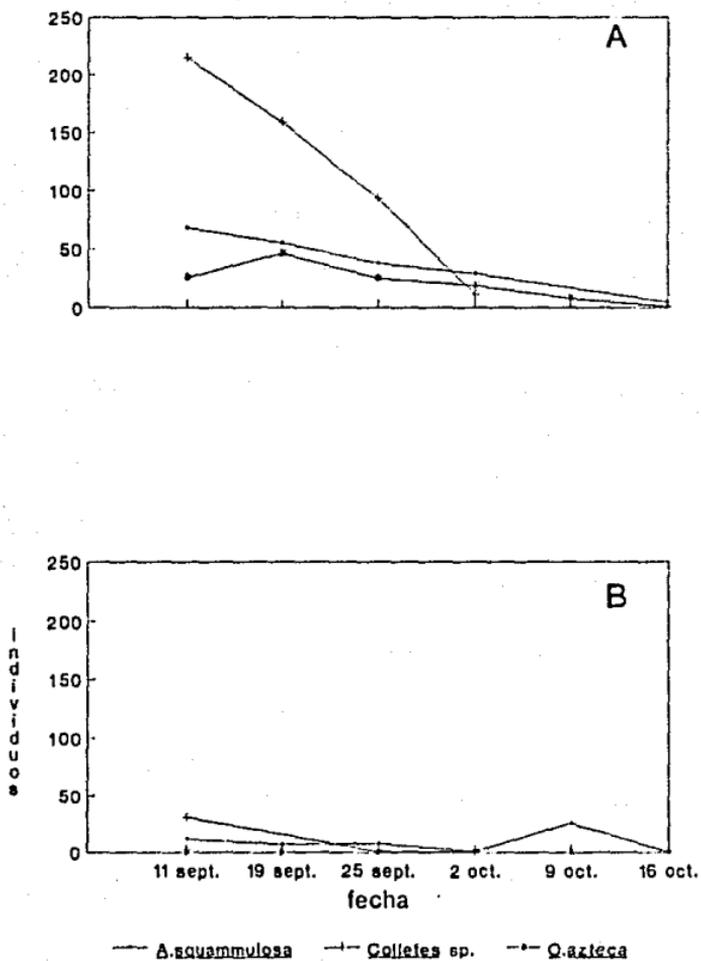


Figura 18. ACTIVIDAD ESTACIONAL 1987  
MURO BORRACHO. A) HEMBRAS; B) MACHOS.

En el muro "denso" (Figura 19 A) la actividad estacional en 1987 de las hembras para Colletes sp. y O. azteca es minima (N=23 y N=6 respectivamente). Por el contrario, la actividad de A. squammulosa es particularmente alta (N=155).

La actividad estacional de los machos en el mismo año en el muro "denso" (Figura 19 B), se restringe a A. squammulosa y aún en este caso los números son muy bajos (N=9).

Considerando la frecuencia de abejas capturadas (ambos sexos de las tres especies), así como de plantas colectadas durante la estación en 1987 se observa que el mayor número de abejas fue colectado el 11 de septiembre y la frecuencia máxima de plantas en floración se registró una semana después (Figuras 20 y 21). A pesar de que no se tienen colectas de plantas en floración y de abejas antes y después de estas fechas se tienen observaciones que la frecuencia es casi cero, lo que indica una marcada estacionalidad de la flora y la apifauna en la localidad, quizá asociada a la época de lluvias que se presenta en el mismo período entre los meses de junio a septiembre (Figura 5).

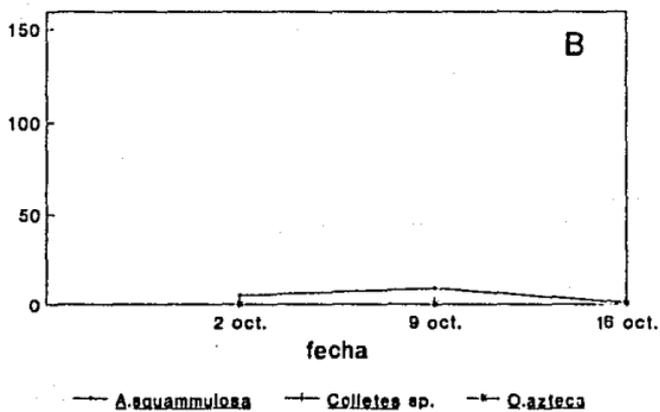
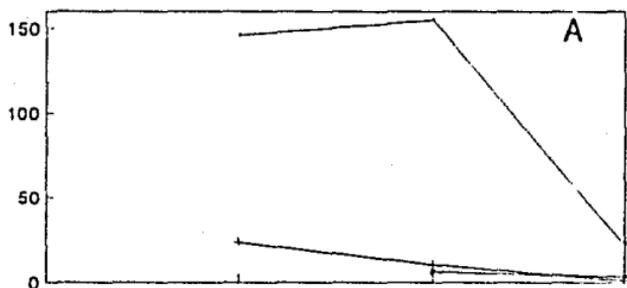


Figura 19. ACTIVIDAD ESTACIONAL 1987  
MURO DENSO. A) HEMBRAS; B) MACHOS.

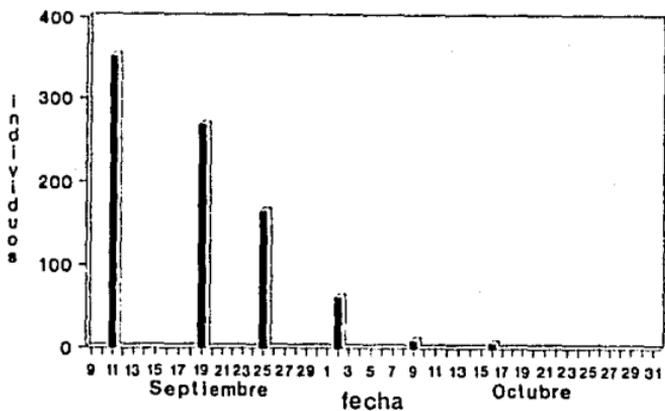


Figura 20. Frecuencia de abejas capturadas frente al muro "borracho" en 1987.

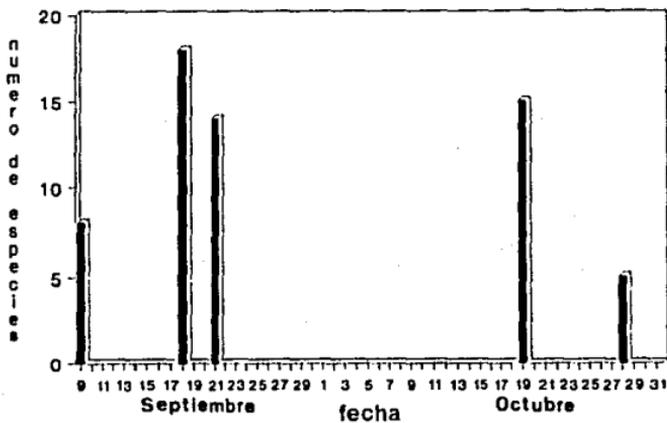


Figura 21. Frecuencia de especies de plantas en floración, en 1987.

Con el objeto de comparar la actividad en diferentes muros simultáneamente, en 1988 se realizaron tres registros por día durante dos días (13 y 22 de septiembre), en seis muros distintos (Tabla 8 y Figuras 22 y 23). Estos datos preliminares sugieren: 1) Diferencias en la abundancia de una especie en diferentes muros, 2) Emergencia de adultos desfasada en el tiempo para diferentes agregaciones, de acuerdo con el número de machos y hembras observados en actividad, 3) Riqueza diferente de especies en los muros de acuerdo a su orientación. El 13 de septiembre los muros "borracho" y "denso" (orientación E) presentan A.squammulosa y Colletes sp., siendo ésta última más abundante. Una semana más tarde (22 de septiembre) en estos mismos muros, A.squammulosa es la más abundante. O.azteca se registra en todos los muros (excepto en "canches") pero su actividad es muy baja. También observamos que en el muro "bajo Sur" el 13 y 22 de septiembre de 1988 el número de machos de Colletes sp. es mayor que el de hembras, lo que representa un caso único. Dado que esta especie presenta protandria, estos registros probablemente correspondan a la fase inicial de emergencia, la que estaría retrasada con respecto a otros muros en donde se colectaron principalmente hembras. En el muro "canches" (orientación E), se presenta en ambas fechas predominantemente A.squammulosa la cual no se presenta en muros que tienen orientación Oeste, Norte o Sur, lo que sugiere que la orientación es un factor que tiene implicaciones sobre la riqueza de especies en los muros. En la Figura 24 se muestra un ejemplo de la variación en la radiación solar recibida por los muros de acuerdo con su orientación, observándose un pico con mayor

intensidad en los muros mirando al Este, en las primeras horas del día.

De acuerdo con los datos obtenidos, es probable que cada agregación tenga una estacionalidad diferente en relación con el muro en donde se encuentra, además en un mismo muro las tres especies no son totalmente sincrónicas.

TABLA 8. Comparación de actividad de las tres especies en 6 diferentes muros los días 13 y 22 de septiembre de 1988.

| MURO     | ORIENTACION | ESPECIE               | FECHA | HEMBRAS | MACHOS |
|----------|-------------|-----------------------|-------|---------|--------|
| DENSO    | E           | <u>Colletes</u> sp.   | 1     | 32      | 30     |
|          |             |                       | 2     | 40      | 1      |
| BORRACHO | E           |                       | 1     | 7       | 0      |
|          |             |                       | 2     | 8       | 0      |
| CANCHES  | E           |                       | 1     | 2       | 0      |
|          |             |                       | 2     | 0       | 0      |
| BAJO W   | W           |                       | 1     | 5       | 0      |
|          |             |                       | 2     | 8       | 0      |
| BAJO S   | S           |                       | 1     | 10      | 77     |
|          |             |                       | 2     | 38      | 45     |
| BAJO N   | N           |                       | 1     | 4       | 5      |
|          |             |                       | 2     | 4       | 0      |
| DENSO    | E           | <u>A. squammulosa</u> | 1     | 11      | 11     |
|          |             |                       | 2     | 51      | 10     |
| BORRACHO | E           |                       | 1     | 0       | 5      |
|          |             |                       | 2     | 13      | 7      |
| CANCHES  | E           |                       | 1     | 11      | 6      |
|          |             |                       | 2     | 40      | 2      |
| BAJO W   | W           |                       | 1     | 0       | 0      |
|          |             |                       | 2     | 0       | 0      |
| BAJO S   | S           |                       | 1     | 1       | 0      |
|          |             |                       | 2     | 0       | 2      |
| BAJO N   | N           |                       | 1     | 0       | 0      |
|          |             |                       | 2     | 0       | 0      |
| DENO     | E           | <u>Osmia azteca</u>   | 1     | 0       | 0      |
|          |             |                       | 2     | 3       | 0      |
| BORRACHO | E           |                       | 1     | 3       | 0      |
|          |             |                       | 2     | 5       | 0      |
| CANCHES  | E           |                       | 1     | 0       | 0      |
|          |             |                       | 2     | 0       | 0      |
| BAJO W   | W           |                       | 1     | 1       | 0      |
|          |             |                       | 2     | 2       | 0      |
| BAJO S   | S           |                       | 1     | 0       | 0      |
|          |             |                       | 2     | 3       | 0      |
| BAJO N   | N           |                       | 1     | 0       | 0      |
|          |             |                       | 2     | 1       | 0      |

FECHA 1=13 de septiembre, 2=22 de septiembre; ORIENTACION N=norte, S=sur, E=este, W=oeste.

Los datos de HEMBRAS y MACHOS muestran el total de individuos capturados en el día por medio de tres capturas.

INDIVIDUOS

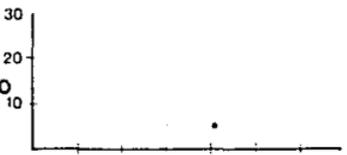
13 DE SEPT. 88

22 DE SEPT. 88

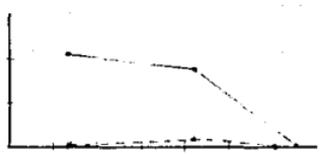
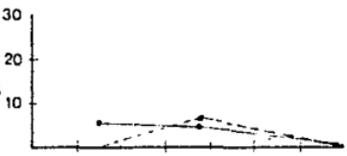
MURO  
DENSO  
E



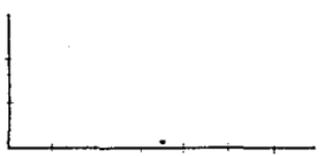
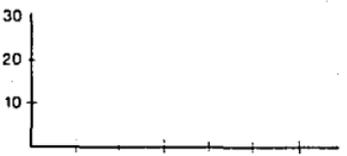
MURO  
BORRACHO  
E



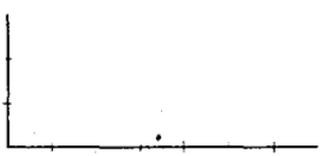
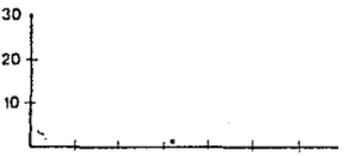
MURO  
CANCHES  
E



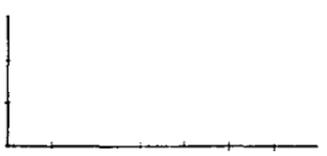
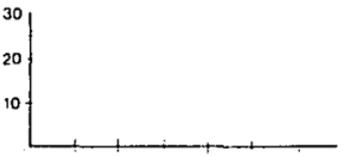
MURO  
BAJO  
W



MURO  
BAJO  
S



MURO  
BAJO  
N



HORA

FIGURA 22 ACTIVIDAD COMPARATIVA DE *Anthophora squammulosa*  
Hembras —●— Machos —■— EN LOS MUROS

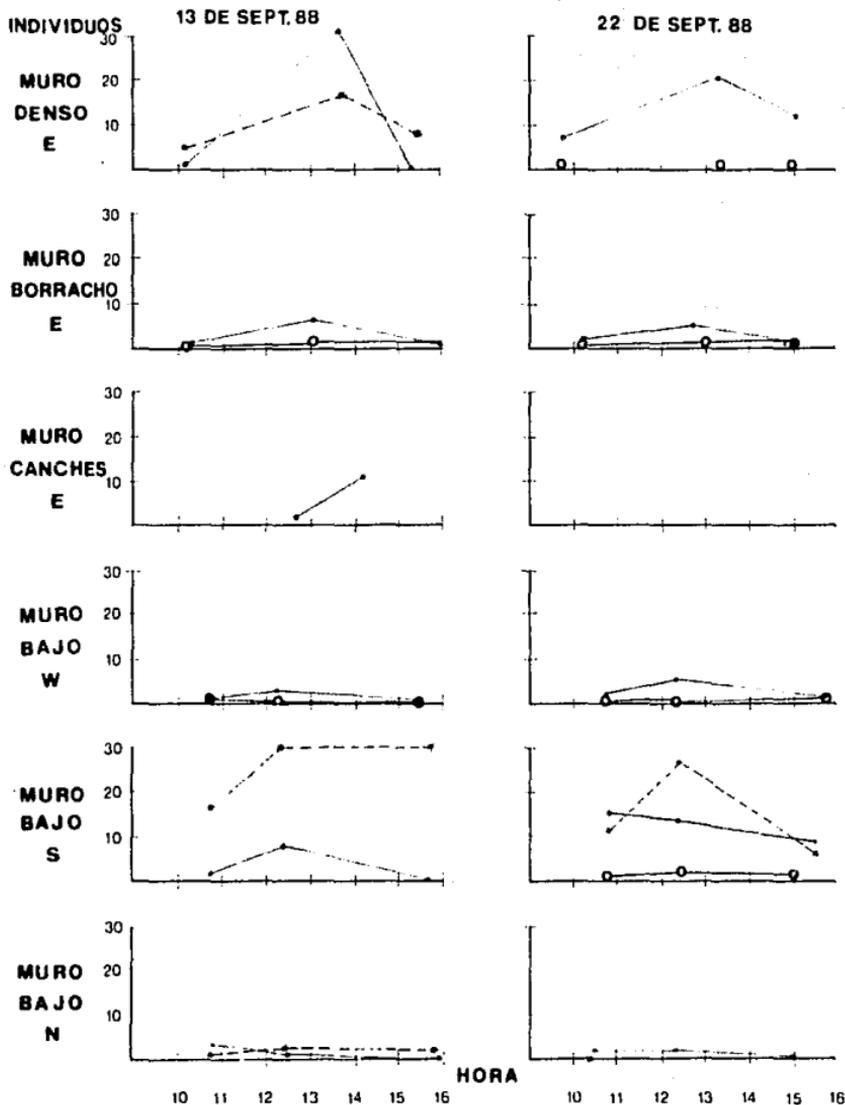


FIGURA 23. ACTIVIDAD COMPARATIVA DE *Colletes* sp. (Hembras ○— Machos ●—) Y *Osmia azteca* (Hembras □) EN LOS MUROS

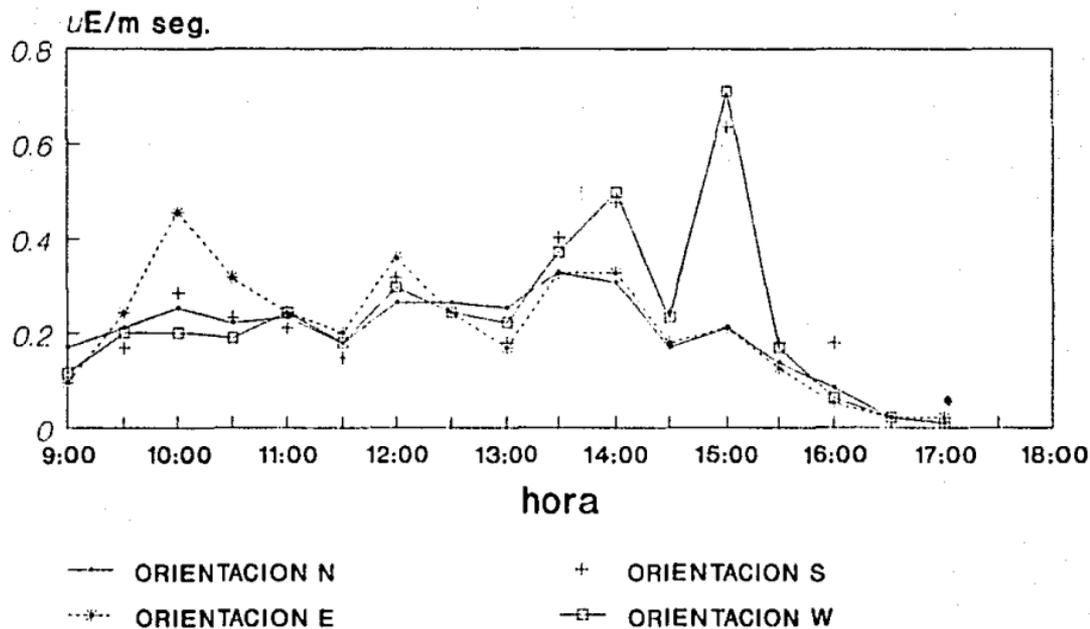


Figura 24. VARIACION EN LA RADIACION RECIBIDA EN EL MURO DENSO CON RESPECTO A LA ORIENTACION; 12 oct. 1988.

Adicionalmente se trabajó en dos muros cercanos entre sí y de tamaño comparable, pero con diferente orientación (muro "bajo este" y muro "bajo sur"). Los registros en estos muros se realizaron el 9 de octubre de 1988 y se ilustran en la Figura 25. En el muro "bajo S" (Figura 25 A), se presentan hembras de Colletes sp. durante todo el día, mostrando un pico de actividad entre las 14:00 y las 15:00 hrs. con 23 individuos y como máximo se presentan un máximo de 2 machos entre las 12:00 y las 13:00 hrs. A.squammulosa no se registra. O.azteca es muy escasa, presentándose 1 hembra entre las 13:00 y 14:00 hrs. y 2 entre las 15:00 y 16:00 hrs. Por el contrario en el muro "bajo E" (Figura 25 B), los registros tanto de Colletes sp. como de O.azteca son mínimos (N=1 en ambos casos) y exclusivos de hembras. Sin embargo, las hembras de A.squammulosa son abundantes, mostrando un pico de actividad entre las 12:00 y 13:00 hrs. con 34 individuos y decrecientando marcadamente su actividad (5 individuos) hasta las 16:00 hrs., para después desaparecer. Los machos son escasos presentando su máximo registro (N=4) entre las 13:00 y 14:00 hrs.

Nuevamente observamos que A.squammulosa sólo se presenta en muros con orientación Este. Además tanto Colletes sp. como O.azteca que pueden presentarse en cualquier orientación son más abundantes en el muro "bajo sur" que en el muro "bajo este".

El mismo día que se trabajó en los dos muros anteriores, se realizaron muestreos en un parche de vegetación (parche "niños"), cercano a dichos muros obteniéndose los resultados que se muestran

en la Figura 26. Los machos de A.squammulosa son abundantes, mostrando un pico entre las 11:00 y 12:00 hrs. (N=49); solamente se registra un individuo hembra entre las 15:00 y 16:00 hrs. En el parche también se presentan ambos sexos de O.azteca (hembras N=8, machos N=3). Se registran sólo 2 individuos machos de Colletes sp. y no se presentan hembras.

Comparando los registros del día 9 de octubre de 1988 para A.squammulosa, encontramos que cuando en el muro "bajo E" se registra la mayor actividad de hembras, en el parche "niños" se registra la mayor actividad de machos. Por lo tanto, los datos sugieren que los machos de A.squammulosa en ciertas fechas y a horas determinadas, esperan a las hembras en los parches de pecoreo (en los que muestran conducta de territorialidad) mientras que en otras fechas u horas del día, lo hacen frente a los muros.

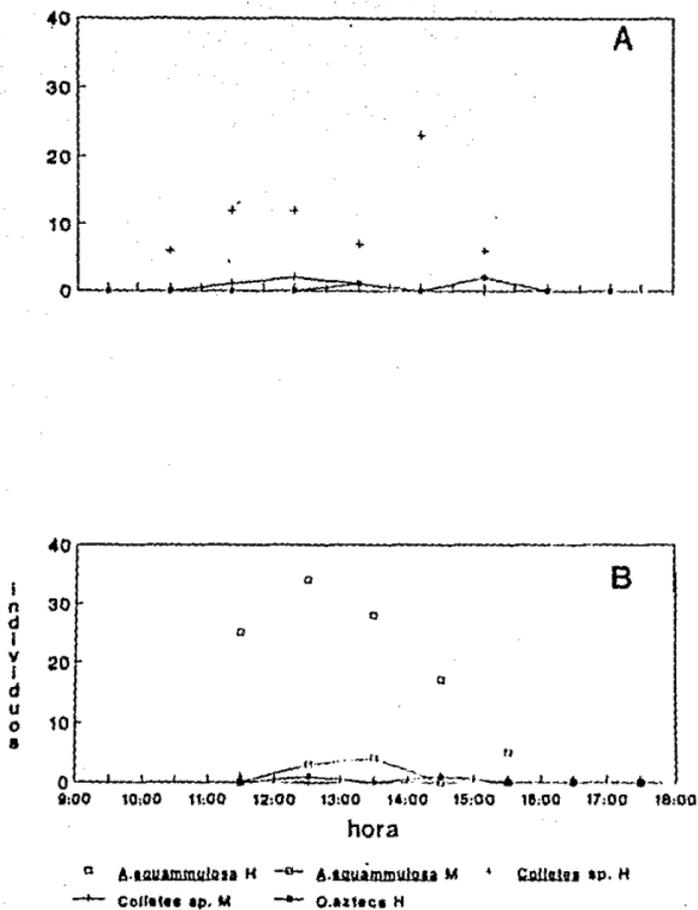
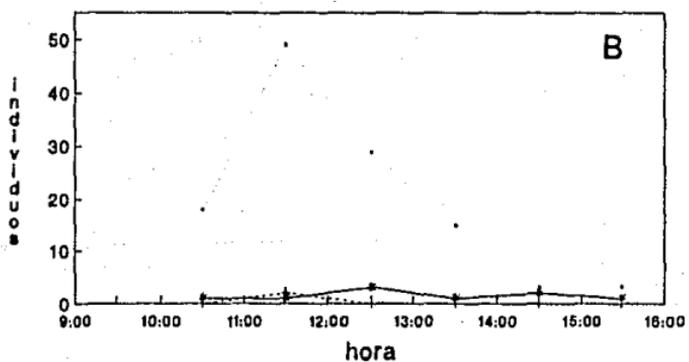
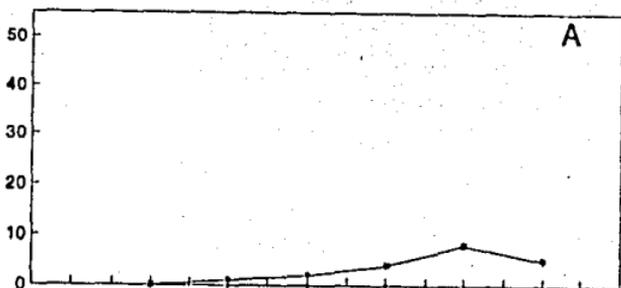


Figura 25. REGISTRO DE HEMBRAS Y MACHOS.  
 9 oct. 1988. A) MURO BAJO SUR;  
 B) MURO BAJO ESTE.



• *A. squammulosa*    +- *Colleles* sp.    -+ *Q. azteca*

Figura 26. REGISTRO EN EL PARCHE NINOS.  
9 oct. 1988. A) HEMBRAS; B) MACHOS.

#### IV) ANALISIS DE LA ACTIVIDAD DIARIA

El análisis de MANOVA indicó que todos los factores considerados (día, hora, sexo) fueron relevantes en determinar las abundancias de las tres especies. Esto significa que a medida que avanza la estación la actividad varía para las tres especies así como la presencia de hembras y machos frente a los muros. También es importante pensar que la actividad a lo largo de un día cambia quizá en función de factores físicos y/o en relación con la disponibilidad de néctar y polen en las flores. En la siguiente tabla se muestran los resultados de este análisis.

TABLA 9. Resultados del Análisis de Varianza Multivariado para los factores considerados en determinar la abundancia de las especies estudiadas frente a la agregación del muro "borracho".

| FACTOR   | F-MULTIVARIADA | GL      | P        |
|----------|----------------|---------|----------|
| Día      | 3.649          | 15, 221 | < 0.0001 |
| Hora     | 1.625          | 21, 230 | < 0.045  |
| Sexo     | 23.027         | 3, 80   | < 0.0001 |
| Día*Sexo | 3.766          | 15, 226 | < 0.0001 |

En esta tabla se puede observar que además de los factores mencionados hubo una interacción significativa: día\*sexo. Esto puede explicarse en términos de la biología de los sexos en las abejas que no forman colonias. En general, los machos son los primeros en emerger del nido y esperan a las hembras; cuando esto

ocurre compiten entre ellos para copular y casi inmediatamente después mueren (Linsley 1958, Alcock et al 1976, Alcock 1977). De acuerdo con esto las hembras son el componente más importante de los patrones de actividad en este tipo de organismos. Como se vió en la Figura 18, el número de hembras excede al de machos y estos últimos sólo son abundantes durante los primeros días de la época de vuelo.

El análisis también mostró que los días son diferentes entre sí, lo que tiene sentido si pensamos que las especies estudiadas son estacionales presentándose una sincronía en sus periodos de emergencia, además hemos observado que sus curvas de abundancia decrecen rápidamente en el tiempo.

También es posible pensar que los factores físicos como la temperatura y la humedad que fluctúan a lo largo del día y entre días, influyen sobre los patrones de actividad. Por lo tanto se espera que estos factores expliquen una proporción importante de la variación en la actividad de las tres especies estudiadas. En esta fase se trabajó exclusivamente con hembras dado que los machos se presentan sólo al inicio de la estación.

Para probar esta hipótesis se ajustó un modelo log-lineal (MLG), el procedimiento consistió en agregar variables independientes, como en un análisis de regresión de step-wise, hasta que se logra el mejor ajuste. En este modelo, la adición de cada variable puede evaluarse como una Chi-cuadrada sobre el cambio en la devianza debido al parámetro y con tantos grados de libertad como parámetros se agregen al modelo en un paso dado. La  $r^2$  del modelo se calculó como el cambio en la devianza debida al modelo

sobre la devianza total. En la Tabla 10 se muestran los modelos ajustados para la abundancia de las hembras de cada especie (como variable de respuesta). Puede notarse que en los tres casos los ajustes fueron altamente significativos.

TABLA 10. Predictores de la actividad de las hembras de las tres especies de abejas estudiadas de acuerdo a los MLG ajustados. Se indican los grados de libertad (GL) y el ajuste ( $r^2$ =devianza total-devianza residual/devianza total) para cada modelo. Las letras indican las variables ambientales incluidas en el mejor ajuste, temperatura (T) y humedad (H). Se indican también los términos cuadráticos y de interacción en los modelos. Todos los ajustes fueron altamente significativos ( $P \ll 0.005$ ).

| ESPECIE                       | MODELO                                 | GL | R <sup>2</sup> |
|-------------------------------|--|----|----------------|
| <u>Colletes</u> sp.           | T-T <sup>2</sup> +H-H <sup>2</sup> +TH | 42 | 0.62           |
| <u>Anthophora squammulosa</u> | T-T <sup>2</sup> +H-H <sup>2</sup>     | 43 | 0.33           |
| <u>Osmia azteca</u>           | T-T <sup>2</sup>                       | 45 | 0.20           |

En los tres modelos se incluyeron términos cuadráticos para la temperatura y/o la humedad, que generan coeficientes negativos lo que indica que existen óptimos de estas variables ambientales para cada especie. En la Tabla 11 se enlistan los valores de los coeficientes de cada parámetro incluido en los modelos.

En general se puede decir que las tres especies responden de manera diferente a los factores ambientales ya que para Colletes sp. tanto la temperatura como la humedad (y sus términos cuadráticos) son relevantes para explicar su actividad diaria. Quizá esta especie sea la más sensible a cambios en estos factores.

A.squamulosa responde a ambos factores pero no al término cuadrático de temperatura, finalmente O.azteca sólo responde a la temperatura por lo que cambios en la humedad ambiente no influyen sus patrones de actividad.

TABLA 11. Coeficientes para los parámetros incluidos en los modelos de regresión de las tres especies de abejas estudiadas.

| Sp. | CTE     | T    | T <sup>2</sup> | H     | H <sup>2</sup> | TH    |
|-----|---------|------|----------------|-------|----------------|-------|
| C   | -202.3  | 8.54 | -0.10          | 4.15  | -0.024         | -0.07 |
| A   | - 22.43 | 0.88 | -0.02          | 0.52  | -0.005         | ----- |
| O   | - 16.44 | 1.38 | -0.03          | ----- | -----          | ----- |

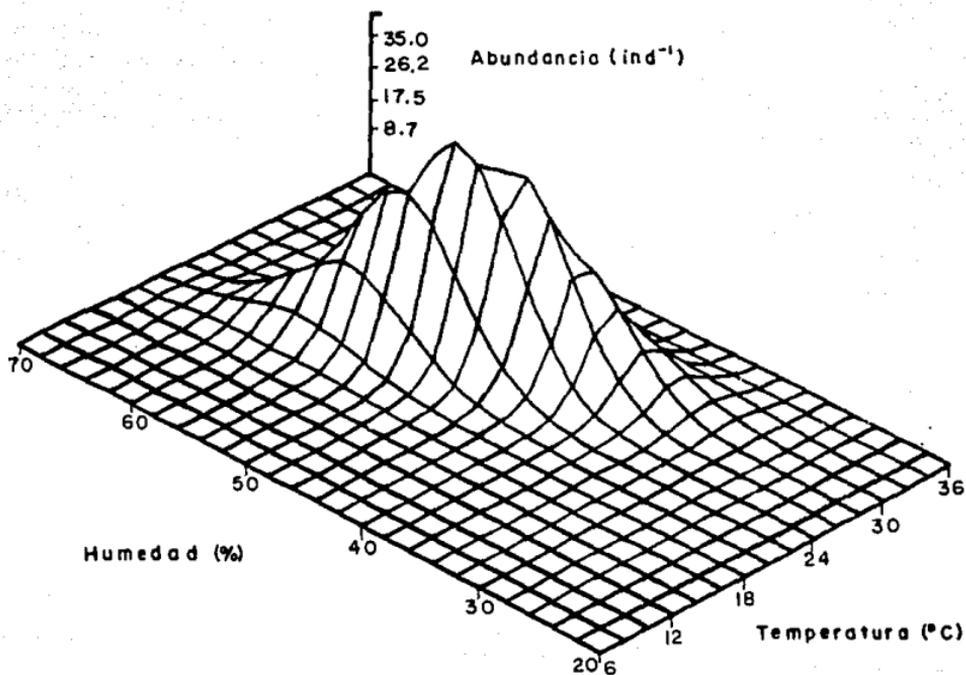


Figura 27. Superficie de respuesta de Colletes sp. Latreille en función de la temperatura ambiente y la humedad relativa.

**ESTA TESIS NO DEBE  
SALIR DE LA BIBLIOTECA**

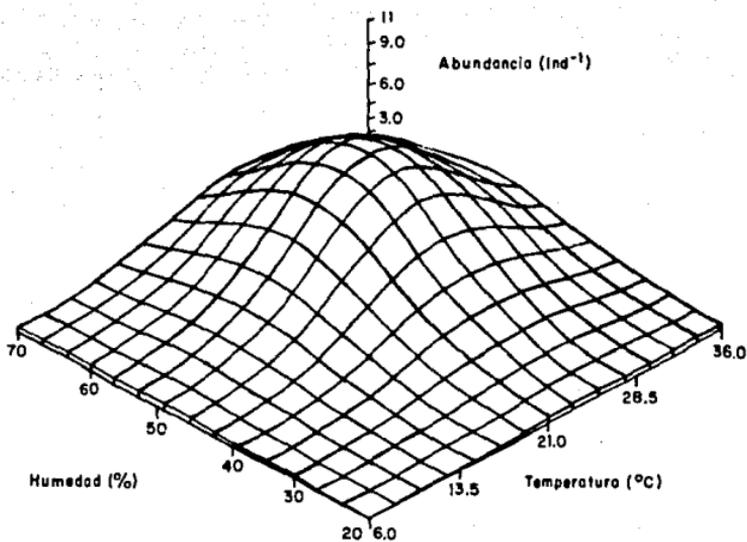


Figura 28. Superficie de respuesta de *A. squamulosa* Dours en función de la temperatura ambiente y la humedad relativa.

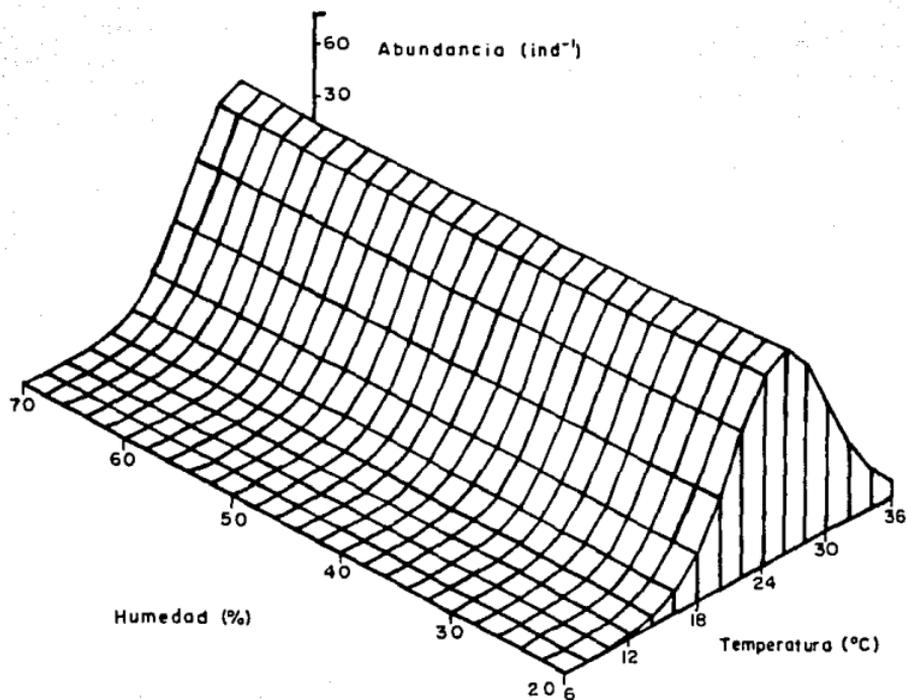


Figura 29. Superficie de respuesta de *O. azteca* Cresson en función de la temperatura ambiente y la humedad relativa.

#### V) REGISTRO DE RIQUEZA ESPECIFICA

La riqueza de abejas encontrada en la zona comprende 23 especies que se presentan en la siguiente lista parcial. Los datos de colecta de los ejemplares se presentan en el Apéndice II.

- 1) Andrena sp.
- 2) Anthophora marginata Smith \*
- 3) Anthophora squamulosa Dours \*
- 4) Bombus pennsylvanicus sonorus Say
- 5) Centris sp. \*
- 6) Ceratina sp. \*
- 7) Coelioxys sp. \*
- 8) Colletes sp. \*
- 9) Colletes sp.2
- 10) Epeolus sp. \*
- 11) Hesperapis sp.
- 12) Heterosaurus sp.
- 13) Lasioglossum (Dialictus) sp. \*
- 14) Megachile sp.
- 15) Osmia azteca Cresson \*
- 16) Paranthidium sp.
- 17) Paragaposteron coelestinus (Westwood)
- 18) Peponapis sp.
- 19) Tetraloniella sp.
- 20) Thygater sp1.
- 21) Thygater sp2.
- 22) Tripeolus sp.
- 23) Xercmelecta californica (Cresson) \*

De las especies anteriores, las marcadas con asterisco fueron colectadas frente a muros de adobe.

La riqueza de plantas encontrada comprende 29 especies que pertenecen a 14 familias. La lista florística parcial se presenta en el Apéndice III.

## DISCUSION

La comunidad de abejas de San Pablo Atlazalpa se caracteriza por una marcada estacionalidad en cuanto a períodos de vuelo, considerable riqueza y compleja distribución espacial y temporal de las especies. La época de vuelo de las abejas abarca los meses de julio a noviembre que coincide con la parte media y final de lluvias y con la consecuente abundancia de recursos florísticos.

La riqueza registrada para la zona de trabajo, comprende 23 especies (incluidas en 20 géneros y 6 familias), de las cuales 10 se colectan frente a las agregaciones en los muros de adobe, siendo Colletes sp., Anthophora squammulosa y Osmia azteca, las especies gregarias mejor representadas.

La historia natural de las tres especies estudiadas resulta interesante en varios aspectos como lo son la biología de anidación, la conducta de aprovisionamiento y las estrategias reproductivas. Tal es el caso de Colletes sp., ya que las hembras de esta especie manifiestan gran tolerancia a otras hembras que se encuentran utilizando una misma galería lo que de acuerdo a Michener (1974) es uno de los rasgos asociados con la evolución del comportamiento social en abejas. La biología de anidación para tres especies de Colletes ha sido bien documentada por Batra (1980), las cuales tienen varias características en común con la especie estudiada en este trabajo, como son el formar

agregaciones (aunque horizontales), la forma de las celdas, la posición del huevo en ellas, la consistencia del aprovisionamiento etc. Hasta ahora no se han reportado actividades comunales para este género, por lo cual sería interesante definir si la no agresividad observada entre hembras tiene alguna implicación en comportamiento de sociabilidad para esta especie. Resta por saber si cada hembra construye y aprovisiona su propio nido o si existen actividades compartidas.

En lo que respecta a A.squamulosa la información obtenida sobre biología de anidación es similar a la reportada para A.edwardsii por Thorp (1969), en cuanto a la arquitectura del nido (forma de las celdas y opérculo, presencia de recubrimiento, ausencia de torreta en la entrada, posición del huevo sobre el aprovisionamiento etc., excepto que A.edwardsii construye sólo una celda por nido), sin embargo sería interesante analizar más nidos puesto que no se obtuvieron datos sobre estados inmaduros ni sobre adultos previos a la emergencia.

Una característica común a la familia Megachilidae es la utilización de cavidades disponibles para realizar sus nidos (Apéndice I). El caso de Q.azteca es similar salvo que las cavidades que ocupa pueden ser nidos que están siendo utilizados por otra especie. En varias ocasiones se observaron hembras de Q.azteca sacando polen y otros materiales del interior de un nido y una vez despejado este nido comenzaba a realizar sus actividades de aprovisionamiento.

El estudio de la conducta de aprovisionamiento es importante

por su relación con el tamaño de la progenie que puede tener una hembra dada. Es decir, en individuos de actividad estacional, cuando además existe una marcada época de floración, es importante optimizar el tiempo de construcción, acondicionamiento y aprovisionamiento de las celdas puesto que el número de hijos de una hembra está directamente relacionado al número de celdas terminadas mientras haya disponibilidad de recursos. En cuanto a la conducta de aprovisionamiento se observaron diferencias en los tiempos destinados por especie a las diferentes actividades como viajes de pecoreo, descarga de polen etc. Sin embargo, el nivel de información de este estudio no permite definir el número promedio de hijos por hembra puesto que las observaciones sobre actividad de aprovisionamiento son datos aislados. Se requiere de un seguimiento de principio a fin de las actividades de anidación de más de una hembra para lograr relacionar la inversión materna con el tamaño de la progenie así como de la proporción sexual de la misma, ya que siendo las abejas organismos haplodiploides surge la pregunta de qué estimula a la madre a poner un huevo haploide que origina un macho y en qué momento empezar a poner huevos fecundados que originan hembras. Se sabe que en algunos himenópteros parasíticos los huevos fecundados son puestos en los individuos de mayor tamaño de la especie huésped y que los huevos que darán origen a machos (no fecundados) son puestos en individuos de menor tamaño. Dado que las hembras generalmente son más grandes, presumiblemente requieren mayor cantidad de alimento para su desarrollo. En estas especies la proporción sexual depende de la frecuencia relativa de los diferentes tamaños individuales de la

especie huésped. En el caso de las abejas los factores que determinan si un hevo ha de ser fecundado o no son menos claros. Se ha sugerido que existe un mecanismo de control sexual sujeto a selección en relación a las condiciones ambientales (Michener, 1974). Al estudiar los estados inmaduros de Colletes sp., las cuatro hembras observadas se encontraron en celdas terminales. En esta especie las observaciones sugieren que es al inicio de la estación de actividad cuando las hembras ponen huevos fecundados, sin embargo para las otras dos especies no se tienen datos. Por otro lado las observaciones de los estados inmaduros de Colletes sp. corresponden con las observaciones de los patrones de actividad de adultos en donde se registra una emergencia previa de los machos que son en realidad los que ocupan posiciones superiores en las series de celdas.

Para A.squamulosa se tienen observaciones de actividad de adultos que indican igualmente una emergencia previa de los machos (protandria) pero para O.azteca no se tiene información al respecto.

La emergencia inicial de machos está bien documentada para varias especies de Colletes (Batra, 1980) y Anthophora (Mayer y Johansen, 1976; Thorp, 1969), lo cual en términos de selección intrasexual, representa una ventaja para tener acceso a hembras vírgenes en el momento de su emergencia.

Las observaciones de comportamiento de los machos de A.squamulosa y de Colletes sp., sugieren diferencias interespecíficas e intraespecíficas, tal es el caso en las

estrategias alternativas para pasar la noche (en agregaciones sobre la vegetación o regresando a nidos vacíos). Asimismo en relación con el comportamiento de territorialidad que es común en abejas (Batra, 1978), se observa que las especies mencionadas muestran diferentes estrategias para defender un territorio en cuanto a área, horarios, características de vuelos de partulreo y agresividad. Es probable que estas variaciones, estén relacionadas con la repartición de los recursos dado que las actividades de ambas especies se traslapan en ciertos periodos. Adicionalmente, no todos los machos de una especie son territoriales y los que sí lo son manifiestan esta conducta sólo a ciertas horas del día. Alcock (1979) plantea que más de una opción conductual puede ser manifestada dentro de una población en la que los individuos tengan la capacidad de cambiar sus estrategias dependiendo de las condiciones del momento, como puede ser la disponibilidad de hembras receptivas o de recursos alimenticios.

En cuanto al apareamiento, Batra (1980) observa entradas y salidas de machos de Colletes thoracicus a nidos en busca de hembras, lo que implica que los machos están esperando hembras vírgenes recién emergidas. Esta misma observación se tiene para la especie de Colletes estudiada y es un comportamiento común reportado para otros géneros como es el caso de Centris pallida (Thornhill y Alcock, 1983). Las diferentes estrategias conductuales presentadas por los machos en la búsqueda y defensa de sitios de apareamiento y directamente de parejas, ilustran el caso de selección intrasexual en estas especies. No se tienen datos de

variabilidad morfológica de los individuos de un mismo sexo para cada especie pero sí se observan diferencias en agresividad relacionada con la defensa de un territorio, particularmente para A. squammulosa. Sería interesante ver si en la población existen diferencias marcadas en tamaño de los machos y en caso de presentarse, verificar si existiera alguna relación con la variabilidad conductual observada.

El marcaje de abejas realizado en 1987 y 1988 frente a los muros "borracho" y "denso" no permitió obtener un buen estimador de la población total de acuerdo a los métodos citados por Brittan (1933), Morrison (1943) (en Linsley et al., 1952) y por Southwood (1968), dado que la varianza del estimador es muy alta. Sin embargo permitió obtener información sobre la longevidad y movilidad de las abejas. El número de recapturas fué sumamente bajo desde la primera ocasión (menos del 10% del total marcado). Se desconocen las causas de este fenómeno, es probable que el marcaje sí afectara a los individuos provocando quizá su muerte como menciona Torchio (1971), o bien que las abejas se quitaran las marcas como es el caso de Bombus pennsylvanicus sonorus Say mantenidos en laboratorio (observación personal), o bien que el número de individuos marcados fuera muy bajo con relación al tamaño poblacional. Sin embargo, el método de marcaje seguido es recomendado por otros autores (Linsley et al., 1952). Por otro lado es posible que el número de nacimientos (que no se pudieron evaluar) fuera alto dado que la emergencia, cuando menos de Colletes sp, es sincrónica de acuerdo con lo obtenido con los registros de actividad.

Como se mencionó anteriormente se observa gran estacionalidad en la actividad de las abejas en la zona de estudio y en particular de las abejas gregarias. Rabinovich (1984) sostiene que en zonas de marcada estacionalidad pluvial se presenta sólo una temporada de actividad y reproducción de manera que las poblaciones se presentan en forma de generaciones discontinuas. Mayer y Johansen (1976) citan que la mayoría de especies de Anthophora tiene sólo una generación por año; Batra (1980) documenta lo mismo para varias especies de Colletes. Para las especie estudiadas sabemos que esto se cumple, es decir, que se trata de especies univoltinas. Sin embargo es probable que las poblaciones de una misma especie comiencen su actividad de manera desfasada en el tiempo en relación con las condiciones específicas de cada muro.

Tenemos, por otro lado, que la orientación de los muros es un factor que tiene implicaciones sobre la riqueza y diversidad que presentan las agregaciones. Es limitante para A.squamulosa (exclusiva de muros con orientación al E como "denso", "borracho" y "canches"), mas no para Colletes sp. ni O.azteca. Dado que la radiación recibida por un muro varía con su orientación, aún cuando el adobe es térmicamente estable, la temperatura interna de muros con diferente orientación puede ser distinta. Una especie como Colletes sp. para la cual la orientación de los muros no es un factor limitante puede presentarse en varios muros pero de manera diferente ya que en 1988 es abundante en los muros "denso" y "bajo S", pero no en "bajo N" y "bajo W". Adicionalmente, los datos sugieren una distribución diferencial de las especies entre los muros, tal es el caso de la predominancia de A.squamulosa en

el muro "canches" tanto en 1987 como en 1988. Se desconoce la causa de esta distribución heterogénea de especies en las agregaciones que no tienen una orientación limitante; es probable que no sea debida exclusivamente a factores físicos. Uno de los siguientes factores o una combinación de varios pueden quizá explicar la distribución diferencial de las abejas: tendencia a anidar en áreas cercanas al sitio de emergencia original; atracción a olores de nidos viejos; percepción visual y/o atracción a olores y sonidos de miembros de su misma especie (Michener et al., 1958; Thorp, 1969).

En cuanto a la actividad diaria de las abejas es interesante notar que los mejores ajustes incluyen diferentes variables para cada especie. El modelo para Colletes sp. incluye la temperatura, la humedad, sus términos cuadráticos así como la interacción de los términos lineales. Esta especie tiene una respuesta compleja a variaciones de temperatura y humedad, el hecho de encontrar un término de interacción significativo, indica que un componente del sistema (i.e. temperatura) puede cambiar la magnitud o aún la dirección de los efectos de otro componente (i.e. humedad). En el caso de A.squamulosa el modelo incluye la temperatura y la humedad y sus términos cuadráticos, lo que señala la importancia de los factores físicos sobre los patrones de actividad de esta especie. Por último en O.azteca el modelo incluye únicamente la temperatura y su correspondiente cuadrático.

Para las tres especies analizadas se encontró que el mejor predictor de la abundancia (actividad) fue la temperatura. Esto

sugiere que la fisiología de las abejas impone restricciones a los patrones de actividad de estos organismos. Esta aseveración se refuerza por la existencia de combinaciones de temperatura y humedad donde la abundancia de las especies es máxima.

Los registros de actividad también indican que las hembras y los machos de las tres especies tienen una distribución temporal y espacial diferente, ya anteriormente se mencionó que Colletes sp. y A.squamulosa presentan protandria. En las tres especies, el número de hembras activas es mayor que el de machos activos frente a los muros. Sin embargo, esta distribución espacial de los machos de una especie puede variar durante el día. Alcock (1979) sostiene que los cambios temporales en el comportamiento de machos están ligados a (1) cambios en los patrones de la distribución de hembras receptoras de acuerdo al curso del periodo de emergencia y (2) cambios en la razón de costo-beneficio asociados con la defensa de un territorio.

Para lograr un buen nivel en la comprensión de la estructura y función de la comunidad de abejas en San Pablo Atlazalpa, se requieren varios años más de estudio. Como menciona Andrewartha (1971) llevar a cabo un estudio de poblaciones significa situar a la especie estudiada en su medio y evaluar la influencia que puedan tener sobre ella los componentes del mismo, esto es, definir el papel que juegan los siguientes factores: recursos, parejas, depredadores, patógenos, agresores, clima y finalmente catástrofes. Además para conocer la ecología de un organismo, es necesario llevar a cabo estudios a largo plazo dado que las poblaciones

pueden tener fluctuaciones año con año. Entre otros, el trabajo de Thorp (1969), ilustra como una población de Anthophora edwardsii Cresson, establecida por varios años en Coalinga California, puede ser reducida prácticamente a nada, en una sola estación. Las razones para estos fenómenos pueden ser muy variadas como dispersión de poblaciones, disponibilidad de recursos, etc. En el caso de San Pablo Atlazalpa, por citar algunos ejemplos, se desconoce el papel que desempeñan la presencia de otros himenópteros y de parásitos en las agregaciones, la diversidad y abundancia de recursos (florísticos, sustrato para anidación, parejas, etc.) la composición genética de las poblaciones de cada agregación y la propia influencia del hombre.

## CONCLUSIONES

La comunidad de abejas de San Pablo Atlazalpa, Edo. de México, presenta estacionalidad en cuanto a periodos de vuelo, considerable diversidad y compleja distribución espacial y temporal de las especies.

Las abejas gregarias estudiadas, son organismos univoltinos cuyos adultos se distribuyen diferencialmente en el tiempo, existiendo periodos donde se traslapa su actividad. Colletes sp. presenta emergencia masiva y sincrónica de individuos con una corta permanencia temporal, particularmente de machos. A.squammulosa emerge de manera menos concentrada en el tiempo y su presencia temporal es más prolongada. Estas dos especies presentan protandria. Para O.azteca aún cuando se desconocen características de emergencia, en términos generales, es menos abundante que las dos especies anteriores y es quizá la de mayor permanencia temporal.

Se observaron preferencias particulares por sitios de anidación, siendo A.squammulosa exclusiva de agregaciones orientadas al Este.

En relación con la actividad de machos y hembras, se dá una distribución espacial característica; los machos de Colletes sp. están presentes frente a muros al inicio de la estación y durante todo el día; en A.squammulosa se presentan varios días mostrando picos de actividad, tanto frente a nidos como en parches de

vegetación, en donde además en las primeras horas de la mañana muestran conducta de territorialidad; los machos de O. azteca sólo se presentan en la vegetación. En los tres casos, las hembras se observan tanto frente a muros como en parches de pecoreo.

Las agregaciones en su conjunto son heterogéneas en relación con épocas de emergencia y diversidad, siendo la orientación de los muros uno de los posibles factores que tienen influencia sobre ello.

Se evaluó la influencia de la temperatura ambiente y de la humedad sobre los patrones de actividad de las tres especies estudiadas. En los tres casos la temperatura fue el factor más importante en determinar la actividad de estas especies. Se requiere continuar con los estudios para lograr una comprensión más integral de la estructura, composición y actividad de las poblaciones estudiadas.

La importancia de estudios como éste, radica en que además de contribuir al acervo de información sobre Apoidea para nuestro país, aportan bases para el manejo de poblaciones de abejas con sentido práctico como en la polinización de cultivos. Existen registros del uso potencial de abejas de los géneros Colletes (Batra, 1980) y Osmia (McGregor, 1976), para polinización de especies comerciales.

Es un hecho que las actividades humanas pueden favorecer el establecimiento de agregaciones de abejas en un sitio. Tal es el

caso de la construcción de muros de adobe, ya que brindan gran disponibilidad de sustrato para anidación. Sin embargo, actualmente este proceso se está revirtiendo en San Pablo Atlazalpa, donde el adobe es reemplazado por tabicón. Desafortunadamente, los habitantes del poblado desconocen que la reducción de las poblaciones de abejas silvestres como agentes polinizadores, puede repercutir en la flora de la localidad y particularmente en la productividad de los cultivos tales como frijol y calabaza. Por lo tanto, sería recomendable crear conciencia de la utilidad e importancia ecológica de estas abejas en la comunidad.

## LITERATURA CITADA

- ALBANS, K.R., R.T.ALPIN, J.BREHAST, J.F. MOORE y C.O'TOOLE. 1980. Dufour's Gland and its Role in Secretion of Nest Cell Lining in Bees of the Genus Colletes (Hymenoptera: Colletidae). J. Chem. Ecology 6(3):549-564.
- ALCOCK, J. 1977. Male mating strategies in the bee Centrie pallida Fox. Amer. Nat. 111:145-155.
- ALCOCK, J. 1979. The Evolution of Intraspecific Diversity in Male Reproductive Strategies in some Bees and Wasps, in Sexual Selection and Reproductive Competition. Academic Press, Inc.
- ALCOCK, J., E.BARROWS, G.GORDH, J.HUBBARD et al. 1978. The Ecology and Evolution of Male Reproductive Behaviour in the Bees and Wasps. Zool. Jour. of the Linnean Society, London. 64:293-326.
- ALCOCK, J., C.E. JONES y S.L.BUCHMAN. 1976. Location before emergence of the female bee, Centrie pallida, by its male. J. Zool. Lond. 179:189-199.
- ANDREWARTHA, H.G. 1971. Introduction to the Study of Animal Populations. Chapman and Hall, London. 283pp.
- BATRA, S.W. 1978. Aggression, Territoriality, Mating and Nest Aggregation of some Solitary Bees (Hymenoptera: Halictidae, Megachilidae, Colletidae, Anthophoridae). J. Kans. Entomol. Soc. 51(4):547-559.
- BATRA, S.W.T. 1980. Ecology, Behavior, Pheromones, Parasites and Management of the Sympatric Vernal Bees Colletes inaequalis, C. thoracicus and C. validus. J. Kans. Entomol. Soc. 53(3):509-538.
- BORROR, D.J., D.M. DE LONG y C.A. TRIPLEHORN. 1976. An Introduction to the Study of Insects. Holt, Rinehart and Winston, N.Y. 852pp.
- BROTHERS, D.J. 1975. Phylogeny and Classification of the Aculeate Hymenoptera (with special reference to Mutillidae). Univ. Kansas Sci. Bull. 50(11):483-648.
- CABRERA, L. 1975. Diccionario de Aztequismos. Oasis. México, D.F. 166pp.
- COX, C.B., I.N. HEALEY y P.D. MOORE. 1977. Biogeography, An ecological and evolutionary approach. Halsted Press, USA N.Y. Blackwell Scientific Publications. 194 pp.

- DARWIN, C.1981.The Descent of Man and Selection in Relation to Sex. Princeton Univ. Press N.J. 475 pp.
- DE ALVA, I.F.1975.Compendio Histórico del Valle de Texcoco. O'Gorman, E.(ed.). Inst. de Investigaciones Históricas, UNAM, México,D.F.450pp.
- EICKWORT, G.1981.Presocial Insects, in Hermann H. (ed.) Social Insects.Academic Press, N.Y. Vol 2:199-279pp.
- EMLEN, S.T. y L.W.Oring.1977.Ecology, Sexual Selection and the Evolution of Mating Systems.Science 197(4300):215-223.
- EVERAERT, L.1986.Fray Martín de Valencia a los Cuatrocientos Cincuenta Años de su Fallecimiento en Ayotzingo. Novedades.D.F.
- GADGIL, H.1972.Male dimorphism as a consequence of sexual selection.Amer.Nat. 106:574-580.
- GARCIA, E.1988.Modificaciones al Sistema de Clasificación Climática de Koeppen, (para adaptarlo a las condiciones de la República Mexicana).García, E.(ed.), México, D.F., 217pp.
- KROMBEIN, K.V.1967.Trap Nesting Wasps and Bees, Life Histories, Nests and Associates.Smithsonian Press, Washington, D.C.570pp.
- KROMBEIN, K.V., P.D.HURD, D.R.SMITH y B.D.BURKS.1979.Catalog of Hymenoptera in America North of Mexico.Smithsonian Institution Press, Washington D.C.2029pp.
- LINSLEY, E.G.1958. The ecology of solitary bees. Hilgardia 27:534-599
- LINSLEY, E.G., J.W.MCSWAIN y R.F. SMITH.1952.Outline for Ecological Life Histories of Solitary and Semi-Social Bees.Ecology 33(44):558-567.
- MAYER, D.F. y C.A.JOHANSEN.1976.Biological Observations on Anthophora urbana urbana Cresson (Hymenoptera:Anthophoridae). Pan-Pac. Entomol. 52(2):120-125.
- MCCULLAGH, P Y J.A. NELDER.1983.Generalized Linear Models. Chapman and Hall.
- MCGREGOR S.E.1976.Insect Pollination of Cultivated Crop Plants.ARS, USDA.411pp.
- MICHENER, C.D.1944.Comparative External Morphology, Phylogeny and a Classification of the Bees (Hymenoptera). Bull. Amer. Mus. Natur. Hist. 82:151-326.

- MICHENER, C.D., R.B.LANGE, J.J.BIGARELLA y R.SALAMUNI.1958. Factors Influencing the Distribution of Bees' Nests in Earth Banks. Ecology 39:207-217.
- MICHENER, C.D. y R.B. LANGE.1958a Observations of the Ethology of Neotropical Anthophorine Bees (Hymenoptera:Apoidea) Univ.Kansas Sci. Bull. 38(3):69-96.
- MICHENER, C.D.1965.A Classification of the Bees of the Australian and South Pacific Regions. Bull. Amer. Mus. Natur. Hist.130:1- 362.
- MICHENER, C.D.1974.The Social Behavior of the Bees, a comparative study. Belknap Press, Harvard Univ. Press, Cambridge,Massachusetts,404pp.
- MICHENER, C.D.1979.Biogeography of the Bees. Ann. Missouri Bot. Gard.66:277-347.
- MICHENER, C.D.1989.Classification of American Colletinae (Hymenoptera,Apoidea). Univ.Kansas Sci.Bull. 53(11):622-703.
- MITCHELL, Th.B.1960.Bees of the Eastern United States. North Carolina Agric. Exp. Station Tech.Bull. 1(141):557pp.
- MITCHELL, Th.B.1962.Bees of the Eastern United States. North Carolina Agric. Exp. Station Tech. Bull.2(152):557pp.
- PIANKA, E.R.1983.Evolutionary Ecology. Harper and Row Publishers, N.Y. 416pp.
- RABINOVICH, J.E.1984.Introducción a la Ecología de Poblaciones Animales.CECSA, Mex. 313pp.
- ROZEN, J.G.Jr.1965.The Biology and Immature Stages of Meliturga clavicornes (Latreille) and Sphecodes albilabris (Kirby) and the recognition of the Oxaeidae at the family level.Amer. Mus. Nov. 2224:1-18.
- RZEDOWSKI J. y G.C.de RZEDOWSKI.1979.Flora Fanerogámica del Valle de México. Vol 1.CECSA, México, D.F.403pp.
- RZEDOWSKI J.1981.Vegetación de México.LIMUSA, Mex. D.F.432pp.
- SAKAGAMI Sh. y C.MICHENER.1962.The Nest Architecture of Sweat Bees(Halictinae).Univ. of Kansas Press, Lawrence.135pp.
- SIMEON, R.1983.Diccionario de la Lengua Náhuatl o Mexicana. Siglo XXI Editores, México, D.F.783pp

- SNELLING, R.R.1981.Systematics of Social Hymenoptera. Hermann,H.(ed.). Social Insects.Academic Press,N.Y. Vol 2:369- 453.
- SOUTHWOOD, T.R.E.1968.Ecological Methods: With Particular Reference to the Study of Insect Populations.Chapman and Hall, London.524pp.
- S.P.P.a.CETENAL.Carta Topográfica AMECAMECA E14B41,1:50,000. México, D.F. y Morelos.
- S.P.P.b.CETENAL.Carta de Uso de Suelo y Vegetación.AMECAMECA E14B41,1:50,000.México, D.F. y Morelos.
- S.P.P.1981.Atlas Nacional del Medio Físico.Dirección General de Geografía del Territorio Nacional, México,D.F. 224pp.
- STEPHEN,W.P.,G.E.BCHART y P.F. TORCHIO.1969. The Biology and External Morphology of Bees.Oregon State Univ. Agric. Exp. St., Crovallis.104pp.
- TAMAYO Y TAMAYO,M.1988.El Proceso de la Investigación Científica.LIMUSA, México,D.F.,161pp.
- TORCHIO,PH.F.1965.Observations on the Biology of Colletes ciliatoides (Hymenoptera:Apoidea, Colletidae).J. Kansas Entomol. Soc.Vol.38,No2 pp182-187.
- TORCHIO,PH.F.1971.The Biology of Anthophora (Micranthophora peritomae Cockerell (Hymenoptera:Apoidea,Anthophoridae). Contributions in Science.Los Angeles County Museum (206):1-14.
- THORNHILL,R. Y ALCOCK,J.1983.The evolution of Insect Mating Systems.Har ard Univ. Press.Cambridge, Mass.547 pp.
- THORP,R.W.1969.Ecology and Behavior of Anthophora edwardsii (Hymenoptera:Anthophoridae).Univ. of Notre Dame Press, Indiana. Amer. Midl. Nat. 82(2):321-337.
- WEST-EBERHARD,M.J.1979.Sexual Selection, Social Competition and Evolution.Proceedings of the American Philosophical Society 123:222-234.

## FIGURAS

|   |         |
|---|---------|
| 1) Dendrograma de las familias de Hymenoptera Aculeata.....   | 3       |
| 2) Dendrograma de las relaciones entre las principales familias de abejas.....  | 4       |
| 3) Croquis alimétrico del Valle de México.....  | 19      |
| 4) División política del Valle de México.....   | 20      |
| 5) Diagrama ombrotérmico para la estación meteorológica de Chalco, Edo. de México.....                                      | 21      |
| 6) Localización de parches de pecoreo y muros conteniendo agregaciones estudiadas en San Pablo Atlazalpa, Edo. de México... | 23      |
| 7) Nido de <u>Colletes</u> sp. Latreille.....   | 31      |
| 8) Representación esquemática del contenido y tipo de celdas de <u>Colletes</u> sp.....                                     | 34 y 35 |
| 9) Nido de <u>Anthophora squammulosa</u> Dours.....   | 38      |
| 10) Representación esquemática del contenido y tipo de celdas de <u>Anthophora squammulosa</u> Dours.....                   | 39      |
| 11) Nido de <u>Osmia azteca</u> Cresson.....  | 41      |
| 12) Patrón de aprovisionamiento de <u>A. squammulosa</u> .....  | 44      |
| 13) Patrón de aprovisionamiento de <u>A. Squammulosa</u> .....  | 45      |
| 14) Patrón de aprovisionamiento de <u>O. azteca</u> .....   | 48      |
| 15) Patrón de aprovisionamiento de <u>O. azteca</u> .....   | 49      |
| 16) Patrón de aprovisionamiento de <u>Colletes</u> sp.....  | 51      |
| 17) Presencia de machos en el muro "borracho", 11 sept. 1987.....   | 52      |
| 18) Actividad estacional hembras y machos muro "borracho", 1987.....  | 61      |
| 19) Actividad estacional hembras y machos muro "denso", 1987.....   | 63      |
| 20) Frecuencia de abejas colectadas en 1987.....  | 64      |
| 21) Frecuencia de plantas colectadas en 1987.....   | 64      |
| 22) Actividad comparativa entre seis muros de <u>A. squammulosa</u> en 1988.....  | 68      |
| 23) Actividad comparativa entre seis muros de <u>Colletes</u> sp. y <u>O. azteca</u> en 1988.....                           | 69      |
| 24) Variación en la radiación recibida en el muro "denso" en relación a la orientación.....                                 | 70      |
| 25) Registro de hembras y machos en el muro "Bajo Sur" y "Bajo Este", 9 oct. 1988.....                                      | 73      |
| 26) Registro de hembras y machos en el parche de vegetación "niños", 9 oct. 1988.....                                       | 74      |
| 27) Superficie de respuesta de <u>Colletes</u> sp. en función de la temperatura ambiente y la humedad relativa.....         | 79      |
| 28) Superficie de respuesta de <u>A. squammulosa</u> en función de la temperatura ambiente y la humedad relativa.....       | 80      |
| 29) Superficie de respuesta de <u>O. azteca</u> en función de la temperatura ambiente y la humedad relativa.....            | 81      |

## TABLAS

|   |    |
|---|----|
| 1) Niveles de organización social entre abejas.....   | 7  |
| 2) Características de los muros que contienen las agregaciones estudiadas.....  | 22 |
| 3) Individuos marcados frente a las agregaciones durante 1987 y 1988.....   | 26 |
| 4) Patrones de forrajeo de las hembras de <u>Colletes</u> sp., <u>A.squamulosa</u> y <u>O.azteca</u> .....  | 43 |
| 5) Registro de cópulas observadas para <u>Colletes</u> sp. y <u>A.squamulosa</u> .....  | 56 |
| 6) Estimación del tamaño poblacional de <u>Colletes</u> sp., <u>A.squamulosa</u> y <u>O.azteca</u> en el muro "borracho" en 1987.....   | 58 |
| 7) Comparación de los valores máximos de actividad por día de hembras de las tres especies durante la estación.....   | 60 |
| 8) Comparación de actividad de las tres especies en 6 muros diferentes, los días 13 y 22 de septiembre de 1988.....   | 67 |
| 9) Resultados del Análisis de Varianza Multivariado para los factores considerados en determinar la abundancia de las especies estudiadas frente a la agregación del muro "borracho"... | 75 |
| 10) Predictores de la actividad de las hembras de las 3 especies de abejas estudiadas de acuerdo a los Modelos Lineales Generalizados ajustados.....                                    | 77 |
| 11) Coeficientes para los parámetros incluidos en los modelos de regresión de las tres especies de abejas estudiadas.....   | 78 |

## APENDICE I

-Descripción de los géneros a los que pertenecen las especies estudiadas.

Nota: Los dos sexos en abejas difieren en el número de articulaciones antenales y terguitos abdominales. Los machos tienen 13 artejos antenales y 7 terguitos abdominales; las hembras 12 y 6 respectivamente (Borror, 1976).

### Colletidae

Los miembros de esta familia se caracterizan por su glossa bifida o truncada, rasgo que comparten con las avispa y por el cual se considera una de las familias más primitivas de Apoidea. La familia es de distribución mundial, sin embargo es especialmente abundante y diversa en el hemisferio sur, estando excepcionalmente bien representada en Australia, particularmente por las subfamilias Colletinae (Paracolletini), Euryglossinae y Hylaeinae. En Norteamérica la familia se representa por cuatro subfamilias de las cuales Colletinae y Hyaleinae (géneros Colletes y Hylaeus) son predominantes. Las otras dos subfamilias son Xeromelissinae y Diphaglossinae que son exclusivas del Nuevo Mundo y se concentran en regiones Neotropicales (Krombein et al., 1979).

Los colétidos anidan en el suelo, en tallos huecos o perforaciones en madera (rara vez en descomposición). Los nidos consisten de galerías con series de celdas terminales o en ramificaciones (Michener, 1974). Esta familia se caracteriza por recubrir las celdas de cría con una película de poliéster derivada de lactonas macrocíclicas secretada en la glándula de Dufour, colocada en las paredes con la acción de la glossa (Albans et al, 1980). Este material es impermeable a la mezcla de néctar y polen, considerablemente líquida, aprovisionada en las celdas (Krombein, 1967).

Mientras que la mayoría de especies de Norteamérica dependen de una gran variedad de flores para obtener néctar y polen, las hembras de un gran número de especies de Colletes son oligolécticas o presentan escasas tendencias polilécticas (Krombein et al., 1979).

### Género Colletes Latreille

Este género es común en América del Norte y de amplia distribución mundial excepto en Australia. El presentar lengua bifida y que los pelos colectores de polen se encuentren en la superficie posterior del tórax, en los segmentos basales del tercer par de patas y hasta cierto punto en la superficie ventral del abdomen, sugieren una condición primitiva (Mitchell, 1960). Las especies de América del Norte, son de tamaño moderado presentando la mayoría bandas de pelo claro en el abdomen y algo de pelo negro en la parte dorsal del tórax. La primera celda submarginal es casi tan grande como las 2 siguientes juntas que son subiguales de tamaño o bien la tercera más pequeña (Michener, 1944).

### **Anthophoridae**

Es la familia más extensa de abejas y se presenta en todos los continentes, sin embargo no es tan abundante ni tan diversa en Australia y regiones orientales como lo es en las regiones Holártica, Etiope y Neotropical. La familia está excepcionalmente bien representada en el Nuevo Mundo. Anthophoridae contiene tres subfamilias Nomadinae (cleptoparasitas), Anthophorinae y Xylocopinae. En general presentan tres celdas submarginales; el aparato bucal presenta una glossa alargada así como los dos artejos basales del palpo labial. Las especies colectoras de polen presentan la escopa en la tibia y basitarso del tercer par de patas. Usualmente ambos sexos presentan placa pigdial.

Mientras que la mayoría de antofóridos colectores de polen son poliléticos, un cierto número de especies y ciertos grupos de especies (e.g. Melitomini, Peponapis, Xenoglossa, etc.) han establecido una relación oligolética con la flora.

Existen más de doce tribus de antofóridos y con la excepción de Ammobatoidini y Ancylini que son Paleárticas, el resto están representadas o son exclusivas del Nuevo Mundo (Krombein, et al., 1979).

Xylocopinae y Anthophorinae construyen galerías en las cuales colocan celdas en series regulares las cuales se recubren con una sustancia cerosa (Michener, 1944).

#### **Género Anthophora Latreille**

Es un amplio género de abejas robustas, de rápido vuelo, que se encuentran en todos los continentes excepto en América del Sur. El primer nombre era Podalirus pero la Comisión Internacional de Nomenclatura Zoológica recomendó respetar el segundo nombre en vista de toda la literatura publicada bajo el nombre Anthophora. El clipeo en las hembras es negro mientras que en los machos es amarillo; en las alas anteriores el estigma es muy pequeño, la celda marginal corta y presenta tres celdas submarginales (Mitchell, 1962).

Anthophora es divisible en varios subgéneros (algunos todavía no están definidos). Clisodon (que contiene a la especie Holártica Anthophora furcata Panzer y sus subespecies) tiene mandíbulas tridentadas en lugar de bidentadas o simples; las placas basitibiales de las hembras terminan agudamente en punta, en lugar de redondeadas como sucede en otras especies de Anthophora, se distingue por el hecho de anidar en madera o en tallos, característica de mucho peso para reconocer al género. Micranthophora consiste de pequeñas especies con el abdomen ampliamente cubierto con pubescencia compacta y pálida; el clipeo de los dos sexos comúnmente presenta una banda transversal amarilla o blanca. Amequilla es un subgénero que consiste de abejas de tamaño moderado con bandas blancas en el integumento en los terguitos abdominales (Michener, 1944).

### **Megachilidae**

Es una de las familias más extensas de abejas, presentando aproximadamente el mismo número de especies en las seis regiones zoogeográficas. Morfológicamente es la familia de Apoidea más uniforme. Mientras que comparte varias características con otras familias de abejas y en menor grado con Sphecoidea, posee muchas características comunes con Scolioidea (Krombein et al., 1979).

La familia presenta dos subfamilias Lithurginae y Megachilinae, esta última contiene especies cleptoparasitas.

Megachilidae está adaptada a usar cavidades adecuadas de cualquier naturaleza para hacer sus nidos (Krombein et al., 1979). A menudo anidan en tallos; algunas especies cavan sus propios túneles pero aparentemente sólo en caso de no encontrar otras cavidades. En Megachilidae se acarrean materiales del exterior para construir series de celdas muy características; no se producen secreciones glandulares para su recubrimiento. Algunas especies del género Osmia anidan en el suelo y algunas en tallos o cavidades construidas por otras abejas (Krombein et al., 1979). A menudo utilizan pulpa de hojas masticadas para formar las divisiones y opérculos de las celdas, así como para tapar la entrada del nido (Krombein, 1967).

#### **Género Osmia Panzer**

Es un gran género Holártico de especies robustas, de las cuales la mayoría son metálicas. El terguito basal abdominal está aplanado anteriormente pero pronunciadamente cóncavo. El metanoto y la cara posterior del propodeo son perpendiculares, formando la superficie posterior del tórax; el escudillo es redondeado con axilas relativamente grandes. En las alas anteriores, ambas venas recurrentes son recibidas dentro de los límites de la segunda celda submarginal. Presentan aroliá evidentes y palpos maxilares de cinco artejos (Mitchell, 1962).

Osmia (sensu stricto) tiene el espacio malar al menos tan largo como el pedicelo, y lleva una pequeña depresión en las hembras; el fémur medio de los machos tiene cada uno una proyección en el margen inferior.

APENDICE II

LISTA PARCIAL APIFAUNISTICA  
SAN PABLO ATLAZALPA, EDO. MEXICO

| FAMILIA       | ESPECIE                | SEXO | FECHA DE<br>COLECTA | HORA DE<br>COLECTA |
|---------------|------------------------|------|---------------------|--------------------|
| ANDRENIDAE    | Heterosarus            | M    | 24-IX-1988          | 12:45              |
| ANTHOPHORIDAE | Anthophora marginata   | H    | 11-IX-1987          | 12:30              |
| ANTHOPHORIDAE | Anthophora marginata   | H    | 25-IX-1987          | 10:00              |
| ANTHOPHORIDAE | Anthophora marginata   | H    | 25-IX-1987          | 11:30              |
| ANTHOPHORIDAE | Anthophora marginata   | H    | 2-X-1987            | 16:45              |
| ANTHOPHORIDAE | Anthophora marginata   | H    | 9-X-1987            | 10:45              |
| ANTHOPHORIDAE | Anthophora marginata   | H    | 14-X-1987           | 9:30               |
| ANTHOPHORIDAE | Anthophora marginata   | H    | 2-VIII-1988         | 15:00              |
| ANTHOPHORIDAE | Anthophora marginata   | H    | 2-VIII-1988         | 15:00              |
| ANTHOPHORIDAE | Anthophora marginata   | H    | 11-VIII-1988        |                    |
| ANTHOPHORIDAE | Anthophora marginata   | H    | 25-VIII-1988        | 13:30              |
| ANTHOPHORIDAE | Anthophora marginata   | H    | 25-VIII-1988        | 13:30              |
| ANTHOPHORIDAE | Anthophora marginata   | M    | 8-IX-1987           | 12:30              |
| ANTHOPHORIDAE | Anthophora marginata   | M    | 12-IX-1987          | 12:30              |
| ANTHOPHORIDAE | Anthophora marginata   | M    | 2-X-1987            | 14:30              |
| ANTHOPHORIDAE | Anthophora marginata   | M    | 14-X-1987           | 13:30              |
| ANTHOPHORIDAE | Anthophora marginata   | M    | 16-X-1987           | 12:30              |
| ANTHOPHORIDAE | Anthophora marginata   | M    | 16-X-1987           | 12:30              |
| ANTHOPHORIDAE | Anthophora marginata   | M    | 28-X-1987           | 10:20              |
| ANTHOPHORIDAE | Anthophora marginata   | M    | 28-X-1987           | 10:30              |
| ANTHOPHORIDAE | Anthophora squammulosa | H    | IX-1987             |                    |
| ANTHOPHORIDAE | Anthophora squammulosa | H    | IX-1987             |                    |
| ANTHOPHORIDAE | Anthophora squammulosa | H    | IX-1987             |                    |
| ANTHOPHORIDAE | Anthophora squammulosa | H    | IX-1987             | 12:30              |
| ANTHOPHORIDAE | Anthophora squammulosa | H    | IX-1987             | 12:30              |
| ANTHOPHORIDAE | Anthophora squammulosa | H    | IX-1987             | 12:30              |
| ANTHOPHORIDAE | Anthophora squammulosa | H    | 04-IX-1987          |                    |
| ANTHOPHORIDAE | Anthophora squammulosa | H    | 4-IX-1987           |                    |
| ANTHOPHORIDAE | Anthophora squammulosa | H    | 11-IX-1987          |                    |
| ANTHOPHORIDAE | Anthophora squammulosa | H    | 12-IX-1987          | 16:30              |
| ANTHOPHORIDAE | Anthophora squammulosa | H    | 12-IX-1987          | 16:30              |
| ANTHOPHORIDAE | Anthophora squammulosa | H    | 23-IX-1987          |                    |
| ANTHOPHORIDAE | Anthophora squammulosa | H    | 23-IX-1987          |                    |
| ANTHOPHORIDAE | Anthophora squammulosa | H    | 25-IX-1987          |                    |
| ANTHOPHORIDAE | Anthophora squammulosa | H    | 25-IX-1987          | 10:55              |
| ANTHOPHORIDAE | Anthophora squammulosa | H    | 25-IX-1987          | 11:00              |
| ANTHOPHORIDAE | Anthophora squammulosa | H    | 25-IX-1987          | 11:00              |
| ANTHOPHORIDAE | Anthophora squammulosa | H    | 25-IX-1987          | 11:00              |
| ANTHOPHORIDAE | Anthophora squammulosa | H    | 25-IX-1987          | 12:30              |
| ANTHOPHORIDAE | Anthophora squammulosa | H    | 25-IX-1987          | 12:30              |
| ANTHOPHORIDAE | Anthophora squammulosa | H    | 25-IX-1987          | 13:15              |
| ANTHOPHORIDAE | Anthophora squammulosa | H    | 25-IX-1987          | 13:15              |
| ANTHOPHORIDAE | Anthophora squammulosa | H    | 25-IX-1987          | 9:30               |
| ANTHOPHORIDAE | Anthophora squammulosa | H    | 28-IX-1987          |                    |
| ANTHOPHORIDAE | Anthophora squammulosa | H    | 28-IX-1987          | 9:40               |
| ANTHOPHORIDAE | Anthophora squammulosa | H    | 28-IX-1987          | 9:40               |
| ANTHOPHORIDAE | Anthophora squammulosa | H    | 1-X-1987            | 12:45              |
| ANTHOPHORIDAE | Anthophora squammulosa | H    | 2-X-1987            | 12:45              |





LISTA PARCIAL APIFAUNISTICA  
SAN PABLO ATLAZALPA, EDO. MEXICO

| FAMILIA       | ESPECIE                | SEXO | FECHA DE<br>COLECTA | HORA DE<br>COLECTA |
|---------------|------------------------|------|---------------------|--------------------|
| ANTHOPHORIDAE | Anthophora squammulosa | M    | 12-X-1988           | 13:45              |
| ANTHOPHORIDAE | Anthophora squammulosa | M    | 12-X-1988           | 13:45              |
| ANTHOPHORIDAE | Anthophora squammulosa | M    | 12-X-1988           | 13:45              |
| ANTHOPHORIDAE | Anthophora squammulosa | M    | 12-X-1988           | 13:45              |
| ANTHOPHORIDAE | Anthophora squammulosa | M    | 12-X-1988           | 14:45              |
| ANTHOPHORIDAE | Anthophora squammulosa | M    | 12-X-1988           | 14:45              |
| ANTHOPHORIDAE | Anthophora squammulosa | M    | 12-X-1988           | 14:45              |
| ANTHOPHORIDAE | Anthophora squammulosa | M    | 12-X-1988           | 14:45              |
| ANTHOPHORIDAE | Anthophora squammulosa | M    | 12-X-1988           | 14:45              |
| ANTHOPHORIDAE | Anthophora squammulosa | M    | 12-X-1988           | 14:45              |
| ANTHOPHORIDAE | Anthophora squammulosa | M    | 31-VIII-1989        | 11:15              |
| ANTHOPHORIDAE | Anthophora squammulosa | M    | 31-VIII-1989        | 11:15              |
| ANTHOPHORIDAE | Anthophora squammulosa | M    | 31-VIII-1989        | 11:15              |
| ANTHOPHORIDAE | Anthophora squammulosa | M    | 31-VIII-1989        | 11:15              |
| ANTHOPHORIDAE | Anthophora squammulosa | M    | 31-VIII-1989        | 11:30              |
| ANTHOPHORIDAE | Anthophora squammulosa | M    | 31-VIII-1989        | 11:30              |
| ANTHOPHORIDAE | Anthophora squammulosa | M    | 31-VIII-1989        | 11:30              |
| ANTHOPHORIDAE | Anthophora squammulosa | M    | 31-VIII-1989        | 11:30              |
| ANTHOPHORIDAE | Anthophora squammulosa | M    | 31-VIII-1989        | 11:45              |
| ANTHOPHORIDAE | Anthophora squammulosa | M    | 31-VIII-1989        | 11:45              |
| ANTHOPHORIDAE | Anthophora squammulosa | M    | 31-VIII-1989        | 11:45              |
| ANTHOPHORIDAE | Anthophora squammulosa | M    | 31-VIII-1989        | 11:45              |
| ANTHOPHORIDAE | Anthophora squammulosa | M    | 31-VIII-1989        | 11:45              |
| ANTHOPHORIDAE | Anthophora squammulosa | M    | 31-VIII-1989        | 11:45              |
| ANTHOPHORIDAE | Anthophora squammulosa | M    | 31-VIII-1989        | 11:45              |
| ANTHOPHORIDAE | Anthophora squammulosa | M    | 31-VIII-1989        | 11:45              |
| ANTHOPHORIDAE | Anthophora squammulosa | M    | 31-VIII-1989        | 11:45              |
| ANTHOPHORIDAE | Anthophora squammulosa | M    | 31-VIII-1989        | 11:45              |
| ANTHOPHORIDAE | Anthophora squammulosa | M    | 31-VIII-1989        | 11:45              |
| ANTHOPHORIDAE | Anthophora squammulosa | M    | 31-VIII-1989        | 12:00              |
| ANTHOPHORIDAE | Anthophora squammulosa | M    | 31-VIII-1989        | 12:00              |
| ANTHOPHORIDAE | Anthophora squammulosa | M    | 31-VIII-1989        | 12:00              |
| ANTHOPHORIDAE | Anthophora squammulosa | M    | 31-VIII-1989        | 12:35              |
| ANTHOPHORIDAE | Anthophora squammulosa | M    | 31-VIII-1989        | 12:35              |
| ANTHOPHORIDAE | Centris                | H    | 11-IX-1987          | 16:50              |
| ANTHOPHORIDAE | Ceratina               | H    | 8-IX-1988           |                    |
| ANTHOPHORIDAE | Epeolus                | H    | 8-IX-1987           | 14:20              |
| ANTHOPHORIDAE | Epeolus                | H    | 19-IX-1988          | 12:45              |
| ANTHOPHORIDAE | Peponapis              | H    | 11-VIII-1987        |                    |
| ANTHOPHORIDAE | Peponapis              | H    | 11-VIII-1987        |                    |
| ANTHOPHORIDAE | Peponapis              | H    | 11-VIII-1987        |                    |
| ANTHOPHORIDAE | Peponapis              | H    | 11-VIII-1987        |                    |
| ANTHOPHORIDAE | Peponapis              | H    | 21-X-1987           | 12:15              |
| ANTHOPHORIDAE | Peponapis              | H    | 25-VIII-1988        | 14:45              |
| ANTHOPHORIDAE | Peponapis              | H    | 25-VIII-1988        | 14:45              |
| ANTHOPHORIDAE | Peponapis              | H    | 6-IX-1988           |                    |
| ANTHOPHORIDAE | Peponapis              | H    | 31-VIII-1989        | 12:30              |
| ANTHOPHORIDAE | Peponapis              | H    | 31-VIII-1989        | 12:30              |
| ANTHOPHORIDAE | Peponapis              | M    | 11-VIII-1988        | 11:15              |

LISTA PARCIAL APIFAUNISTICA  
SAN PABLO ATLAZALPA, EDO. MEXICO

| FAMILIA       | ESPECIE                 | SEXO | FECHA DE<br>COLECTA | HORA DE<br>COLECTA |
|---------------|-------------------------|------|---------------------|--------------------|
| ANTHOPHORIDAE | Peponapis               | M    | 11-IX-1987          | 9:10               |
| ANTHOPHORIDAE | Peponapis               | M    | 19-X-1987           | 9:55               |
| ANTHOPHORIDAE | Peponapis               | M    | 2-VIII-1988         | 11:00              |
| ANTHOPHORIDAE | Peponapis               | M    | 11-VIII-1988        | 11:00              |
| ANTHOPHORIDAE | Peponapis               | M    | 11-VIII-1988        | 11:00              |
| ANTHOPHORIDAE | Peponapis               | M    | 11-VIII-1988        | 11:15              |
| ANTHOPHORIDAE | Peponapis               | M    | 11-VIII-1988        | 11:15              |
| ANTHOPHORIDAE | Peponapis               | M    | 11-VIII-1988        | 11:15              |
| ANTHOPHORIDAE | Peponapis               | M    | 11-VIII-1988        | 11:15              |
| ANTHOPHORIDAE | Peponapis               | M    | 11-VIII-1988        | 11:15              |
| ANTHOPHORIDAE | Peponapis               | M    | 11-VIII-1988        | 13:30              |
| ANTHOPHORIDAE | Peponapis               | M    | 11-VIII-1988        | 13:30              |
| ANTHOPHORIDAE | Peponapis               | M    | 12-IX-1988          | 12:30              |
| ANTHOPHORIDAE | Peponapis               | M    | 12-IX-1988          | 12:30              |
| ANTHOPHORIDAE | Peponapis               | M    | 12-IX-1988          | 12:30              |
| ANTHOPHORIDAE | Peponapis               | M    | 12-IX-1988          | 12:30              |
| ANTHOPHORIDAE | Peponapis               | M    | 12-IX-1988          | 12:30              |
| ANTHOPHORIDAE | Tetraloniella           | M    | 25-IX-1987          | 18:30              |
| ANTHOPHORIDAE | Thygater sp. 1          | M    | 31-VIII-1989        | 11:15              |
| ANTHOPHORIDAE | Thygater sp. 1          | M    | 31-VIII-1989        | 11:15              |
| ANTHOPHORIDAE | Thygater sp.1           | H    | 7-VIII-1987         | 14:20              |
| ANTHOPHORIDAE | Thygater sp.1           | M    | 12-IX-1987          | 12:30              |
| ANTHOPHORIDAE | Tripeolus               | H    | 8-IX-1988           | 12:30              |
| ANTHOPHORIDAE | Tripeolus               | H    | 31-VIII-1989        | 12:30              |
| ANTHOPHORIDAE | Tripeolus               | H    | 31-VIII-1989        | 12:30              |
| ANTHOPHORIDAE | Tripeolus               | H    | 31-VIII-1989        | 12:30              |
| ANTHOPHORIDAE | Tripeolus               | M    | 30-VIII-1988        | 15:30              |
| ANTHOPHORIDAE | Tripeolus               | M    | 8-IX-1987           | 12:30              |
| ANTHOPHORIDAE | Xeromelecta californica | H    | 8-IX-1987           | 14:20              |
| ANTHOPHORIDAE | Xeromelecta californica | H    | 25-IX-1987          | 13:30              |
| ANTHOPHORIDAE | Xeromelecta californica | H    | 25-VIII-1988        | 13:30              |
| ANTHOPHORIDAE | Xeromelecta californica | H    | 25-VIII-1988        | 13:45              |
| ANTHOPHORIDAE | Xeromelecta californica | H    | 12-IX-1988          | 11:35              |
| ANTHOPHORIDAE | Xeromelecta californica | H    | 19-IX-1988          | 11:20              |
| ANTHOPHORIDAE | Xeromelecta californica | H    | 31-VIII-1989        | 11:45              |
| ANTHOPHORIDAE | Xeromelecta californica | H    | 31-VIII-1989        | 11:45              |
| ANTHOPHORIDAE | Xeromelecta californica | M    | 2-X-1987            | 11:25              |
| ANTHOPHORIDAE | Xeromelecta californica | M    | 16-X-1987           | 13:10              |
| APIDAE        | Bombus                  | H    | 28-X-1987           | 11:40              |
| APIDAE        | Bombus p.sonorus        | H    | 12-VIII-1987        | 9:45               |
| COLLETIDAE    | Colletes sp.            | H    | 24-VIII-1987        |                    |
| COLLETIDAE    | Colletes sp.            | H    | 24-VIII-87          |                    |
| COLLETIDAE    | Colletes sp.            | H    | 24-VIII-1987        |                    |
| COLLETIDAE    | Colletes sp.            | H    | 24-VIII-1987        |                    |
| COLLETIDAE    | Colletes sp.            | H    | 21-VIII-1987        |                    |
| COLLETIDAE    | Colletes sp.            | H    | 24-VIII-1987        |                    |
| COLLETIDAE    | Colletes sp.            | H    | 25-VIII-1987        | 15:00              |

LISTA PARCIAL APIFAUNISTICA  
SAN PABLO ATLAZALPA, EDO. MEXICO

| FAMILIA    | ESPECIE      | SEXO | FECHA DE<br>COLECTA | HORA DE<br>COLECTA |
|------------|--------------|------|---------------------|--------------------|
| COLLETIDAE | Colletes sp. | H    | IX-1987             |                    |
| COLLETIDAE | Colletes sp. | H    | 4-IX-1987           | 13:30              |
| COLLETIDAE | Colletes sp. | H    | 8-IX-1987           | 12:30              |
| COLLETIDAE | Colletes sp. | H    | 9-IX-1987           |                    |
| COLLETIDAE | Colletes sp. | H    | 11-IX-1987          | 14:30              |
| COLLETIDAE | Colletes sp. | H    | 11-IX-1987          | 14:30              |
| COLLETIDAE | Colletes sp. | H    | 11-IX-1987          | 14:30              |
| COLLETIDAE | Colletes sp. | H    | 25-IX-1987          |                    |
| COLLETIDAE | Colletes.sp. | H    | 25-IX-1987          | 10:00              |
| COLLETIDAE | Colletes sp. | H    | 25-IX-1987          | 10:00              |
| COLLETIDAE | Colletes sp. | H    | 25-IX-1987          | 10:30              |
| COLLETIDAE | Colletes sp. | H    | 25-IX-1987          | 10:30              |
| COLLETIDAE | Colletes sp. | H    | 25-IX-1987          | 10:30              |
| COLLETIDAE | Colletes sp. | H    | 25-IX-1987          | 10:30              |
| COLLETIDAE | Colletes sp. | H    | 25-IX-1987          | 10:30              |
| COLLETIDAE | Colletes sp. | H    | 25-IX-1987          | 10:30              |
| COLLETIDAE | Colletes sp. | H    | 25-IX-1987          | 10:30              |
| COLLETIDAE | Colletes sp. | H    | 25-IX-1987          | 11:00              |
| COLLETIDAE | Colletes sp. | H    | 25-IX-1987          | 11:00              |
| COLLETIDAE | Colletes sp. | H    | 25-IX-1987          | 11:20              |
| COLLETIDAE | Colletes sp. | H    | 25-IX-1987          | 11:20              |
| COLLETIDAE | Colletes sp. | H    | 25-IX-1987          | 12:30              |
| COLLETIDAE | Colletes sp. | H    | 25-IX-1987          | 12:30              |
| COLLETIDAE | Colletes sp. | H    | 7-VIII-1987         | 14:20              |
| COLLETIDAE | Colletes sp. | H    | 7-X-1987            | 14:20              |
| COLLETIDAE | Colletes sp. | H    | IX-1988             |                    |
| COLLETIDAE | Colletes sp. | H    | 8-IX-1988           |                    |
| COLLETIDAE | Colletes sp. | H    | 19-IX-1987          | 12:30              |
| COLLETIDAE | Colletes sp. | H    | 24-IX-1987          | 13:35              |
| COLLETIDAE | Colletes sp. | H    | 24-IX-1988          | 13:45              |
| COLLETIDAE | Colletes sp. | H    | 25-IX-1988          |                    |
| COLLETIDAE | Colletes sp. | H    | 25-VIII-1988        | 15:00              |
| COLLETIDAE | Colletes sp. | H    | 12-X-1988           | 10:45              |
| COLLETIDAE | Colletes sp. | H    | 12-X-1988           | 10:45              |
| COLLETIDAE | Colletes sp. | H    | 12-X-1988           | 10:45              |
| COLLETIDAE | Colletes sp. | H    | 12-X-1988           | 10:45              |
| COLLETIDAE | Colletes sp. | H    | 12-X-1988           | 11:45              |
| COLLETIDAE | Colletes sp. | H    | 12-X-1988           | 12:45              |
| COLLETIDAE | Colletes sp. | H    | 12-X-1988           | 13:45              |
| COLLETIDAE | Colletes sp. | H    | 12-X-1988           | 15:45              |
| COLLETIDAE | Colletes sp. | H    | 12-X-1988           | 15:45              |
| COLLETIDAE | Colletes sp. | M    | 14-VIII-1987        |                    |
| COLLETIDAE | Colletes sp. | M    | 14-VIII-1987        |                    |
| COLLETIDAE | Colletes sp. | M    | 14-VIII-1987        |                    |
| COLLETIDAE | Colletes sp. | M    | 14-VIII-1987        |                    |
| COLLETIDAE | Colletes sp. | M    | 24-VIII-1987        |                    |
| COLLETIDAE | Colletes sp. | M    | 24-VIII-1987        |                    |
| COLLETIDAE | Colletes sp. | M    | 24-VIII-1987        |                    |
| COLLETIDAE | Colletes sp. | M    | 24-VIII-1987        |                    |
| COLLETIDAE | Colletes sp. | M    | 24-VIII-1987        |                    |
| COLLETIDAE | Colletes sp. | M    | 25-VIII-1987        | 14:00              |

LISTA PARCIAL APIFAUNISTICA  
SAN PABLO ATLAZALPA, EDO. MEXICO

| FAMILIA    | ESPECIE                       | SEXO | FECHA DE<br>COLECTA | HORA DE<br>COLECTA |
|------------|-------------------------------|------|---------------------|--------------------|
| COLLETIDAE | Colletes sp.                  | M    | 25-VIII-1987        | 15:20              |
| COLLETIDAE | Colletes sp.                  | M    | 25-VIII-1987        | 15:20              |
| COLLETIDAE | Colletes sp.                  | M    | IX-1987             |                    |
| COLLETIDAE | Colletes sp.                  | M    | IX-1987             |                    |
| COLLETIDAE | Colletes sp.                  | M    | 4-IX-1987           |                    |
| COLLETIDAE | Colletes sp.                  | M    | 4-IX-1987           | 13:30              |
| COLLETIDAE | Colletes sp.                  | M    | 4-IX-1987           | 13:30              |
| COLLETIDAE | Colletes sp.                  | M    | 4-IX-1987           | 13:30              |
| COLLETIDAE | Colletes sp.                  | M    | 8-IX-1987           | 12:30              |
| COLLETIDAE | Colletes sp.                  | M    | 9-IX-1987           |                    |
| COLLETIDAE | Colletes sp.                  | M    | 18-IX-1987          |                    |
| COLLETIDAE | Colletes sp.                  | M    | 5-X-1987            | 11:40              |
| COLLETIDAE | Colletes sp.                  | M    | 16-X-1987           | 13:30              |
| COLLETIDAE | Colletes sp.                  | M    | 25-VIII-1988        | 14:30              |
| COLLETIDAE | Colletes sp.                  | M    | 8-IX-1988           |                    |
| COLLETIDAE | Colletes sp.                  | M    | 8-IX-1988           |                    |
| COLLETIDAE | Colletes sp.                  | M    | 8-IX-1988           | 12:30              |
| COLLETIDAE | Colletes sp.                  | M    | 8-IX-1988           | 12:30              |
| COLLETIDAE | Colletes sp.                  | M    | 8-IX-1988           | 12:30              |
| COLLETIDAE | Colletes sp.                  | M    | 9-IX-1988           |                    |
| COLLETIDAE | Colletes sp.                  | M    | 9-IX-1988           |                    |
| COLLETIDAE | Colletes sp.                  | M    | 9-IX-1988           |                    |
| COLLETIDAE | Colletes sp.                  | M    | 12-IX-1988          | 11:35              |
| COLLETIDAE | Colletes sp.                  | M    | 12-IX-1988          | 11:35              |
| COLLETIDAE | Colletes sp.                  | M    | 12-IX-1988          | 11:35              |
| COLLETIDAE | Colletes sp.                  | M    | 12-IX-1988          | 12:30              |
| COLLETIDAE | Colletes sp.                  | M    | 12-X-1988           | 10:45              |
| COLLETIDAE | Colletes sp.                  | M    | 12-X-1988           | 13:45              |
| COLLETIDAE | Colletes sp.                  | M    | 12-X-1988           | 15:45              |
| COLLETIDAE | Colletes sp.                  | M    | 12-X-1988           | 15:45              |
| COLLETIDAE | Colletes sp.2                 | H    | 21-IX-1987          | 8:45               |
| COLLETIDAE | Colletes sp.2                 | H    | 8-IX-1988           |                    |
| COLLETIDAE | Colletes sp.2                 | M    |                     |                    |
| COLLETIDAE | Colletes sp.2                 | M    | 12-IX-1988          | 11:35              |
| COLLETIDAE | Colletes sp.2                 | M    | 12-IX-1987          | 13:15              |
| COLLETIDAE | Colletes sp.2                 | M    | 23-IX-1988          | 16:30              |
| HALICTIDAE | Lasioglossum                  | H    | 11-IX-1987          | 12:00              |
| HALICTIDAE | Paragapostemon<br>coelestinus | H    | 11-IX-1987          | 9:46               |
| HALICTIDAE | Paragapostemon<br>coelestinus | H    | 28-X-1987           | 10:00              |
| HALICTIDAE | Paragapostemon<br>coelestinus | H    | 28-X-1987           | 10:15              |
| HALICTIDAE | Paragapostemon<br>coelestinus | M    | 25-VIII-1987        | 14:10              |
| HALICTIDAE | Paragapostemon<br>coelestinus | M    | 30-VIII-1987        | 15:30              |

LISTA PARCIAL APIFAUNISTICA  
SAN PABLO ATLAZALPA, EDO. MEXICO

| FAMILIA      | ESPECIE                       | SEXO | FECHA DE<br>COLECTA | HORA DE<br>COLECTA |
|--------------|-------------------------------|------|---------------------|--------------------|
| HALICTIDAE   | Paragapostemon<br>coelestinus | M    | 30-VIII-1987        | 15:30              |
| HALICTIDAE   | Paragapostemon<br>coelestinus | M    | 30-VIII-1987        | 15:30              |
| HALICTIDAE   | Paragapostemon<br>coelestinus | M    | 30-VIII-1987        | 15:30              |
| HALICTIDAE   | Paragapostemon<br>coelestinus | M    | 30-VIII-1987        | 15:30              |
| HALICTIDAE   | Paragapostemon<br>coelestinus | M    | 11-IX-1987          | 9:24               |
| HALICTIDAE   | Paragapostemon<br>coelestinus | M    | 14-X-1987           | 11:40              |
| HALICTIDAE   | Paragapostemon<br>coelestinus | M    | 16-X-1987           | 10:36              |
| MEGACHILIDAE | Coelioxys                     | H    | 25-VIII-1988        | 15:20              |
| MEGACHILIDAE | Megachile                     | H    | 14-X-1987           | 11:30              |
| MEGACHILIDAE | Megachile                     | H    | 17-VIII-1988        | 15:30              |
| MEGACHILIDAE | Osmia azteca                  | H    | 25-VIII-1987        | 13:35              |
| MEGACHILIDAE | Osmia azteca                  | H    | 4-IX-1987           |                    |
| MEGACHILIDAE | Osmia azteca                  | H    | 8-IX-1987           | 10:05              |
| MEGACHILIDAE | Osmia azteca                  | H    | 8-IX-1987           | 9:00               |
| MEGACHILIDAE | Osmia azteca                  | H    | 21-IX-1987          | 12:30              |
| MEGACHILIDAE | Osmia azteca                  | H    | 21-IX-1987          | 12:30              |
| MEGACHILIDAE | Osmia azteca                  | H    | 25-IX-1987          |                    |
| MEGACHILIDAE | Osmia azteca                  | H    | 25-IX-1987          | 10:00              |
| MEGACHILIDAE | Osmia azteca                  | H    | 25-IX-1987          | 10:30              |
| MEGACHILIDAE | Osmia azteca                  | H    | 25-IX-1987          | 10:30              |
| MEGACHILIDAE | Osmia azteca                  | H    | 25-IX-1987          | 11:30              |
| MEGACHILIDAE | Osmia azteca                  | H    | 25-IX-1987          | 12:30              |
| MEGACHILIDAE | Osmia azteca                  | H    | 25-IX-1987          | 13:00              |
| MEGACHILIDAE | Osmia azteca                  | H    | 19-X-1987           |                    |
| MEGACHILIDAE | Osmia azteca                  | H    | 19-X-1987           | 14:00              |
| MEGACHILIDAE | Osmia azteca                  | H    | 25-VIII-1988        | 14:45              |
| MEGACHILIDAE | Osmia azteca                  | H    | 12-X-1988           | 12:45              |
| MEGACHILIDAE | Osmia azteca                  | M    | 4-IX-1988           |                    |
| MEGACHILIDAE | Osmia azteca                  | M    | 9-IX-1987           | 10:00              |
| MEGACHILIDAE | Osmia azteca                  | M    | 14-X-1987           | 11:30              |
| MEGACHILIDAE | Osmia azteca                  | M    | 11-VIII-1988        | 11:20              |
| MEGACHILIDAE | Osmia azteca                  | M    | 11-VIII-1988        | 11:20              |
| MEGACHILIDAE | Osmia azteca                  | M    | 25-VIII-1988        | 14:10              |
| MEGACHILIDAE | Osmia azteca                  | M    | 13-IX-1988          | 12:50              |
| MEGACHILIDAE | Osmia azteca                  | M    | 31-VIII-1989        | 11:15              |
| MEGACHILIDAE | Osmia azteca                  | M    | 31-VIII-1989        | 11:15              |
| MEGACHILIDAE | Paranthidium                  | M    | 25-IX-1989          | 13:41              |

APENDICE III

LISTA FLORISTICA PARCIAL  
SAN PABLO ATLAZALPA, EDO. MEXICO

| FAMILIA        | ESPECIE  | FECHA DE<br>COLECTA |
|----------------|--|---------------------|
| ANACARDIACEAE  | Schinus molle L.   | 18-IX-1987          |
| ANACARDIACEAE  | Schinus molle L.   | 14-X-1987           |
| BIGNONIACEAE   | Podranea ricasoliana (Tanf.)<br>Spra.                        | 14-X-1987           |
| BIGNONIACEAE   | Podranea ricasoliana (Tanf.)<br>Spra.                        | 16-X-1987           |
| BIGNONIACEAE   | Podranea ricasoliana (Tanf.)<br>Spra.                        | 19-X-1987           |
| BIGNONIACEAE   | Podranea ricasoliana (Tanf.)<br>Spra.                        | 22-X-1987           |
| BIGNONIACEAE   | Podranea ricasoliana (Tanf.)<br>Spra.                        | 28-X-1987           |
| BIGNONIACEAE   | Podranea ricasoliana (Tanf.)<br>Spra.                        | 25-VIII-1988        |
| BIGNONIACEAE   | Podranea ricasoliana (Tanf.)<br>Spra.                        | 30-VIII-1988        |
| BIGNONIACEAE   | Podranea ricasoliana (Tanf.)<br>Spra.                        | 6-IX-1988           |
| BIGNONIACEAE   | Podranea ricasoliana (Tanf.)<br>Spra.                        | 9-IX-1988           |
| BIGNONIACEAE   | Podranea ricasoliana (Tanf.)<br>Spra.                        | 12-IX-1988          |
| BIGNONIACEAE   | Podranea ricasoliana (Tanf.)<br>Spra.                        | 20-IX-1988          |
| CAPRIFOLIACEAE | Lonicera xylosteum L.  | 16-X-1987           |
| CAPRIFOLIACEAE | Lonicera xylosteum L.  | 19-X-1987           |
| CAPRIFOLIACEAE | Lonicera xylosteum L.  | 28-X-1987           |
| COMPOSITAE     | Bidens odorata Cav. (B. pilosa<br>L. sensu Sherff, en parte) | 17-VIII-1988        |
| COMPOSITAE     | Bidens odorata Cav. (B. pilosa<br>L. sensu Sherff, en parte) | 25-VIII-1988        |
| COMPOSITAE     | Bidens odorata Cav. (B. pilosa<br>L. sensu Sherff, en parte) | 30-VIII-1988        |
| COMPOSITAE     | Bidens odorata Cav. (B. pilosa<br>L. sensu Sherff, en parte) | 6-IX-1988           |
| COMPOSITAE     | Bidens odorata Cav. (B. pilosa<br>L. sensu Sherff, en parte) | 9-IX-1988           |
| COMPOSITAE     | Bidens odorata Cav. (B. pilosa<br>L. sensu Sherff, en parte) | 12-IX-1988          |
| COMPOSITAE     | Bidens odorata Cav. (B. pilosa<br>L. sensu Sherff, en parte) | 20-IX-1988          |
| COMPOSITAE     | Bidens odorata Cav. (B. pilosa<br>sensu Sherff, en parte)    | 9-IX-1987           |

LISTA FLORISTICA PARCIAL  
SAN PABLO ATLAZALPA, EDO. MEXICO

| FAMILIA    | ESPECIE   | FECHA DE<br>COLECTA |
|------------|---|---------------------|
| COMPOSITAE | <i>Bidens odorata</i> Cav. (B. pilosa<br>sensu Sherff, en parte)  | 11-IX-1987          |
| COMPOSITAE | <i>Bidens odorata</i> Cav. (B. pilosa<br>sensu Sherff, en parte)  | 15-IX-1987          |
| COMPOSITAE | <i>Bidens odorata</i> Cav. (B. pilosa<br>sensu Sherff, en parte)  | 18-IX-1987          |
| COMPOSITAE | <i>Bidens odocrata</i> Cav. (B. pilosa<br>sensu Sherff, en parte) | 19-IX-1987          |
| COMPOSITAE | <i>Bidens odorata</i> Cav. (B. pilosa<br>sensu Sherff, en parte)  | 21-IX-1987          |
| COMPOSITAE | <i>Bidens odorata</i> Cav. (B. pilosa<br>sensu Sherff, en parte)  | 28-IX-1987          |
| COMPOSITAE | <i>Bidens odorata</i> Cav. (B. pilosa<br>sensu Sherff, en parte)  | 5-X-1987            |
| COMPOSITAE | <i>Bidens odorata</i> Cav. (B. pilosa<br>sensu Sherff, en parte)  | 14-X-1987           |
| COMPOSITAE | <i>Cosmos bipinnatus</i> L.                                       | 9-X-1987            |
| COMPOSITAE | <i>Cosmos bipinnatus</i> L.                                       | 14-X-1987           |
| COMPOSITAE | <i>Cosmos bipinnatus</i> L.                                       | 10-X-1987           |
| COMPOSITAE | <i>Cosmos bipinnatus</i> L.                                       | 6-IX-1988           |
| COMPOSITAE | <i>Florestina tripteris</i> D.C.                                  | 18-IX-1987          |
| COMPOSITAE | <i>Florestina tripteris</i> D.C.                                  | 23-VIII-1988        |
| COMPOSITAE | <i>Florestina tripteris</i> D.C.                                  | 25-VIII-1988        |
| COMPOSITAE | <i>Florestina tripteris</i> D.C.                                  | 30-VIII-1988        |
| COMPOSITAE | <i>Florestina tripteris</i> D.C.                                  | 6-IX-1988           |
| COMPOSITAE | <i>Florestina tripteris</i> D.C.                                  | 9-IX-1988           |
| COMPOSITAE | <i>Florestina tripteris</i> D.C.                                  | 12-IX-1988          |
| COMPOSITAE | <i>Florestina tripteris</i> D.C.                                  | 20-IX-1988          |
| COMPOSITAE | <i>Montanoa tomentosa</i> Cerv.                                   | 18-IX-1987          |
| COMPOSITAE | <i>Montanoa tomentosa</i> Cerv.                                   | 9-IX-1988           |
| COMPOSITAE | <i>Montanoa tomentosa</i> Cerv.                                   | 12-IX-1988          |
| COMPOSITAE | <i>Sanvitalia procumbens</i> Lam.                                 | 21-IX-1987          |

LISTA FLORISTICA PARCIAL  
SAN PABLO ATLAZALPA, EDO. MEXICO

| FAMILIA    | ESPECIE                                     | FECHA DE<br>COLECTA |
|------------|---|---------------------|
| COMPOSITAE | <i>Simsia amplexicaulis</i> Cav.<br>(Pers.) | 17-VIII-1988        |
| COMPOSITAE | <i>Simsia amplexicaulis</i> Cav.<br>(Pers.) | 25-VIII-1988        |
| COMPOSITAE | <i>Simsia amplexicaulis</i> Cav.<br>(Pers.) | 30-VIII-1988        |
| COMPOSITAE | <i>Simsia amplexicaulis</i> Cav.<br>(Pers.) | 6-IX-1988           |
| COMPOSITAE | <i>Simsia amplexicaulis</i> Cav.<br>(Pers.) | 9-IX-1988           |
| COMPOSITAE | <i>Simsia amplexicaulis</i> Cav.<br>(Pers.) | 12-IX-1988          |
| COMPOSITAE | <i>Simsia amplexicaulis</i> Cav.<br>(Pers.) | 20-IX-1988          |
| COMPOSITAE | <i>Simsia amplexicaulis</i><br>Cav. (Pers). | 9-IX-1987           |
| COMPOSITAE | <i>Simsia amplexicaulis</i><br>Cav. (Pers). | 11-IX-1987          |
| COMPOSITAE | <i>Simsia amplexicaulis</i><br>Cav. (Pers). | 12-IX-1987          |
| COMPOSITAE | <i>Simsia amplexicaulis</i><br>Cav. (Pers). | 11-IX-1987          |
| COMPOSITAE | <i>Simsia amplexicaulis</i><br>Cav. (Pers). | 18-IX-1987          |
| COMPOSITAE | <i>Simsia amplexicaulis</i><br>Cav. (Pers). | 19-IX-1987          |
| COMPOSITAE | <i>Simsia amplexicaulis</i><br>Cav. (Pers). | 23-IX-1987          |
| COMPOSITAE | <i>Simsia amplexicaulis</i><br>Cav. (Pers). | 28-IX-1987          |
| COMPOSITAE | <i>Simsia amplexicaulis</i><br>Cav. (Pers). | 7-X-1987            |
| COMPOSITAE | <i>Simsia amplexicaulis</i><br>Cav. (Pers). | 14-X-1987           |
| COMPOSITAE | <i>Simsia amplexicaulis</i><br>Cav. (Pers). | 19-X-1987           |
| COMPOSITAE | <i>Simsia amplexicaulis</i><br>Cav. (Pers). | 28-X-1987           |
| COMPOSITAE | <i>Tagetes erecta</i> L.                    | 18-IX-1987          |
| COMPOSITAE | <i>Tagetes erecta</i> L.                    | 14-X-1987           |
| COMPOSITAE | <i>Tagetes erecta</i> L.                    | 9-IX-1988           |
| COMPOSITAE | <i>Tagetes erecta</i> L.                    | 12-IX-1988          |
| COMPOSITAE | <i>Tagetes tenuifolia</i> Cav.              | 14-X-1987           |
| COMPOSITAE | <i>Tagetes tenuifolia</i> Cav.              | 12-IX-1988          |

LISTA FLORISTICA PARCIAL  
SAN PABLO ATLAZALPA, EDO. MEXICO

| FAMILIA        | ESPECIE                                     | FECHA DE<br>COLECTA |
|----------------|---|---------------------|
| COMPOSITAE     | <i>Tagetes tenuifolia</i> Cav.              | 20-IX-1988          |
| COMPOSITAE     | <i>Tithonia tubaeformis</i> (Jacq.)<br>Cas. | 18-IX-1987          |
| COMPOSITAE     | <i>Tithonia tubaeformis</i> (Jacq.)<br>Cas. | 21-IX-1987          |
| COMPOSITAE     | <i>Tithonia tubaeformis</i> (Jacq.)<br>Cas. | 14-X-1987           |
| COMPOSITAE     | <i>Tithonia tubaeformis</i> (Jacq.)<br>Cas. | 19-X-1987           |
| COMPOSITAE     | <i>Tithonia tubaeformis</i> (Jacq.)<br>Cas. | 17-VIII_1988        |
| COMPOSITAE     | <i>Tithonia tubaeformis</i> (Jacq.)<br>Cas. | 23-VIII_1988        |
| COMPOSITAE     | <i>Tithonia tubaeformis</i> (Jacq.)<br>Cas. | 25-VIII_1988        |
| COMPOSITAE     | <i>Tithonia tubaeformis</i> (Jacq.)<br>Cas. | 6-IX-1988           |
| COMPOSITAE     | <i>Tithonia tubaeformis</i> (Jacq.)<br>Cas. | 9-IX-1988           |
| COMPOSITAE     | <i>Tithonia tubaeformis</i> (Jacq.)<br>Cas. | 12-IX-1988          |
| COMPOSITAE     | <i>Tithonia tubaeformis</i> (Jacq.)<br>Cas. | 20-IX-1988          |
| COMPOSITAE     | <i>Viguiera dentata</i> (Cav.)<br>Spreng.   | 5-X-1987            |
| COMPOSITAE     | <i>Viguiera dentata</i> (Cav.)<br>Spreng.   | 22-X-1987           |
| COMPOSITAE     | <i>Zaluzania augusta</i> (Lag) Sch.<br>Bip. | 21-IX-1987          |
| COMPOSITAE     | <i>Zaluzania augusta</i> (lag) Sch.<br>Bip. | 87-IX-1987          |
| CONVOLVULACEAE | <i>Ipomoea purpurea</i> Lamm.               | 9-IX-1987           |
| CONVOLVULACEAE | <i>Ipomoea purpurea</i> Lamm.               | 18-IX-1987          |
| CONVOLVULACEAE | <i>Ipomoea purpurea</i> Lamm.               | 21-IX-1987          |
| CONVOLVULACEAE | <i>Ipomoea purpurea</i> Lamm.               | 25-VIII-1988        |
| CONVOLVULACEAE | <i>Ipomoea purpurea</i> Lamm.               | 30-VIII-1988        |
| CONVOLVULACEAE | <i>Ipomoea purpurea</i> Lamm.               | 20-IX-1988          |
| CONVOLVULACEAE | <i>Ipomoea tricolor</i> Cav.                | 14-X-1987           |
| CONVOLVULACEAE | <i>Ipomoea tricolor</i> Cav.                | 16-X-1987           |

LISTA FLORISTICA PARCIAL  
SAN PABLO ATLAZALPA, EDO. MEXICO

| FAMILIA        | ESPECIE                                     | FECHA DE<br>COLECTA |
|----------------|---|---------------------|
| CONVOLVULACEAE | <i>Ipomoea tricolor</i> Cav.                | 19-X-1987           |
| CONVOLVULACEAE | <i>Ipomoea tricolor</i> Cav.                | 11-VIII-1988        |
| CONVOLVULACEAE | <i>Ipomoea tricolor</i> Cav.                | 9-IX-1988           |
| CONVOLVULACEAE | <i>Ipomoea tricolor</i> Cav.                | 12-IX-1988          |
| CONVOLVULACEAE | <i>Ipomoea tricolor</i> Cav.                | 20-IX-1988          |
| COPMOSITAE     | <i>Tagetes tenuifolia</i> Cav.              | 18-IX-1987          |
| COPMOSITAE     | <i>Zaluzania augusta</i> (Lag) Sch.<br>Bip. | 18-IX-1987          |
| CUCRUBITACEAE  | <i>Cucurbita (sosoria)</i> L.H.<br>Bailey   | 2-VIII-1988         |
| CUCRUBITACEAE  | <i>Cucurbita (sosoria)</i> L.H.<br>Bailey   | 11-VIII-1988        |
| CUCRUBITACEAE  | <i>Cucurbita (sosoria)</i> L.H.<br>Bailey   | 17-VIII-1988        |
| CUCRUBITACEAE  | <i>Cucurbita (sosoria)</i> L.H.<br>Bailey   | 23-VIII-1988        |
| CUCRUBITACEAE  | <i>Cucurbita (sosoria)</i> L.H.<br>Bailey   | 25-VIII-1988        |
| CUCRUBITACEAE  | <i>Cucurbita (sosoria)</i> L.H.<br>Bailey   | 30-VIII-1988        |
| CUCRUBITACEAE  | <i>Cucurbita (sosoria)</i> L.H.<br>Bailey   | 6-IX-1988           |
| CUCRUBITACEAE  | <i>Cucurbita (sosoria)</i> L.H.<br>Bailey   | 9-IX-1988           |
| CUCRUBITACEAE  | <i>Cucurbita (sororia)</i> L.H.<br>Bailey   | 11-IX-1987          |
| CUCRUBITACEAE  | <i>Cucurbita (sosoria)</i> L.H.<br>Bailey   | 12-IX-1988          |
| CUCRUBITACEAE  | <i>Cucurbita (sororia)</i> L.H.<br>Bailey   | 18- IX-1987         |
| CUCRUBITACEAE  | <i>Cucurbita (sororia)</i> L.H.<br>Bailey   | 21-IX-1987          |
| CUCRUBITACEAE  | <i>Sicyos deppei</i> G. Don                 | 17-VIII-1988        |
| CUCRUBITACEAE  | <i>Sicyos deppei</i> G. Don                 | 25-VIII-1988        |
| CUCRUBITACEAE  | <i>Sicyos deppei</i> G. Don                 | 30-VIII-1988        |
| CUCRUBITACEAE  | <i>Sicyos deppei</i> G. Don                 | 6-IX-1988           |
| CUCRUBITACEAE  | <i>Sicyos deppei</i> G. Don                 | 9-IX-1988           |

LISTA FLORISTICA PARCIAL  
SAN PABLO ATLAZALPA, EDO. DE MEXICO

| FAMILIA       | ESPECIE                          | FECHA DE<br>COLECTA |
|---------------|----------------------------------|---------------------|
| CUCURBITACEAE | <i>Sicyos deppei</i> G. Don      | 12-IX-1988          |
| CUCURBITACEAE | <i>Sicyos deppei</i> G. Don      | 20-IX-1988          |
| CUCURBITACEAE | <i>Sicyos deppei</i> G. Don.     | 18-IX-1987          |
| CUCURBITACEAE | <i>Sicyos deppei</i> G. Don.     | 9-X-1987            |
| FABACEAE      | <i>Crotalaria capensis</i> Jacq. | 19-X-1987           |
| FABACEAE      | <i>Crotalaria capensis</i> Jacq. | 28-X-1987           |
| FABACEAE      | <i>Phaseolus coccineus</i> L.    | 18-IX-1987          |
| FABACEAE      | <i>Phaseolus coccineus</i> L.    | 2-VIII-1988         |
| FABACEAE      | <i>Phaseolus coccineus</i> L.    | 11-VIII-1988        |
| FABACEAE      | <i>Phaseolus coccineus</i> L.    | 17-VIII-1988        |
| FABACEAE      | <i>Phaseolus coccineus</i> L.    | 23-VIII-1988        |
| FABACEAE      | <i>Phaseolus coccineus</i> L.    | 25-VIII-1988        |
| FABACEAE      | <i>Phaseolus coccineus</i> L.    | 30-VIII-1988        |
| FABACEAE      | <i>Phaseolus coccineus</i> L.    | 6-IX-1988           |
| FABACEAE      | <i>Phaseolus coccineus</i> L.    | 9-IX-1988           |
| LABIATAE      | <i>Marrubium vulgare</i> L.      | 18-IX-1987          |
| LABIATAE      | <i>Marrubium vulgare</i> L.      | 21-IX-1987          |
| LABIATAE      | <i>Marrubium vulgare</i> L.      | 12-IX-1988          |
| LABIATAE      | <i>Salvia tiliifolia</i> Vahl    | 9-IX-1988           |
| LABIATAE      | <i>Salvia tiliifolia</i> Vahl    | 12-IX-1988          |
| LABIATAE      | <i>Salvia tiliifolia</i> Vahl    | 20-IX-1988          |
| LABIATAE      | <i>Salvia tiliifolia</i> Vahl.   | 18-IX-1987          |
| LABIATAE      | <i>Salvia tiliifolia</i> Vahl.   | 21-IX-1987          |
| LOGANIACEAE   | <i>Buddleia cordata</i> H.B.K.   | 9-IX-1987           |

LISTA PARCIAL FLORISTICA  
SAN PABLO ATLAZALPA, EDO. DE MEXICO

| FAMILIA       | ESPECIE                              | FECHA DE<br>COLECTA |
|---------------|--------------------------------------|---------------------|
| LOGANIACEAE   | Buddleia cordata H.B.K.              | 25-VIII-1988        |
| LOGANIACEAE   | Buddleia cordata H.B.K.              | 30-VIII-1988        |
| LOGANIACEAE   | Buddleia cordata H.B.K.              | 6-IX-1988           |
| MALVACEAE     | Althaceae rosea L.                   | 16-X-1987           |
| MALVACEAE     | Althaceae rosea L.                   | 19-X-1987           |
| MALVACEAE     | Althaceae rosea L.                   | 28-X-1987           |
| MALVACEAE     | Malva silvestris L.                  | 16-X-1987           |
| MALVACEAE     | Malva silvestris L.                  | 19-X-1987           |
| NYCTAGINACEAE | Mirabilis jalapa L.                  | 9-IX-1987           |
| NYCTAGINACEAE | Mirabilis jalapa L.                  | 18-IX-1987          |
| NYCTAGINACEAE | Mirabilis jalapa L.                  | 21-IX-1987          |
| NYCTAGINACEAE | Mirabilis jalapa L.                  | 20-IX-1988          |
| ONAGRACEAE    | Lopezia racemosa Cav.                | 9-IX-1987           |
| ONAGRACEAE    | Lopezia racemosa Cav.                | 18-IX-1987          |
| ONAGRACEAE    | Lopezia racemosa Cav.                | 9-IX-1988           |
| ONAGRACEAE    | Lopezia racemosa Cav.                | 12-IX-1988          |
| ONAGRACEAE    | Lopezia racemosa Cav.                | 20-IX-1988          |
| ROSACEAE      | Crataegus platyceras Link et<br>Ort. | 21-IX-1987          |
| ROSACEAE      | Crataegus platyceras Link et<br>Ort. | 11-VIII-1988        |
| SOLANACEAE    | Nicotiana glauca Graham              | 18-IX-1987          |
| SOLANACEAE    | Nicotiana glauca Graham              | 21-IX-1987          |
| SOLANACEAE    | Nicotiana glauca Graham              | 25-VIII-1988        |
| SOLANACEAE    | Nicotiana glauca Graham              | 20-IX-1988          |
| SOLANACEAE    | Physalis chenopodioides              | 18-IX-1987          |
| SOLANACEAE    | Physalis chenopodioides              | 16-IX-1987          |

LISTA FLORISTICA PARCIAL  
 SAN PABLO ATLAZALFA, EDO. MEXICO

| FAMILIA    | ESPECIE                        | FECHA DE<br>COLECTA |
|------------|--------------------------------|---------------------|
| SOLANACEAE | <i>Solanum nigrum</i> L.       | 21-IX-1987          |
| SOLANACEAE | <i>Solanum rostratum</i> Dunal | 87-IX-1987          |
| SOLANACEAE | <i>Solanum rostratum</i> Dunal | 18-IX-1987          |
| SOLANACEAE | <i>Solanum rostratum</i> Dural | 17-VIII-1988        |
| SOLANACEAE | <i>Solanum rostratum</i> Dural | 25-VIII-1988        |
| SOLANACEAE | <i>Solanum rostratum</i> Dural | 30-VIII-1988        |
| SOLANACEAE | <i>Solanum rostratum</i> Dural | 6-IX-1988           |
| SOLANACEAE | <i>Solanum rostratum</i> Dural | 9-IX-1988           |
| SOLANACEAE | <i>Solanum rostratum</i> Dural | 12-IX-1988          |
| SOLANACEAE | <i>Solanum rostratum</i> Dural | 20-IX-1988          |