

Estructura y fenología de la comunidad de abejas nativas (Hymenoptera: Apoidea)

Alejandra Domínguez-Álvarez¹, Zenón Cano-Santana¹ y Ricardo Ayala-Barajas²

¹ Departamento de Ecología y Recursos Naturales, Facultad de Ciencias

² Estación de Biología Chamela, Instituto de Biología,
Universidad Nacional Autónoma de México
aledomingueza@yahoo.com.mx

Introducción

La relación entre las abejas y las flores constituye una de las interacciones mutualistas más estudiadas por los ecólogos y los naturalistas de todos los tiempos (Dirzo *et al.*, 2004). Los himenópteros polinizan una gran variedad de taxones de plantas (Heithaus, 1979; Schoonhoven *et al.*, 2005), y algunas de sus especies tienen una gran importancia económica (Buchmann y Nabhan, 1996; Proctor *et al.*, 1996; Inouye, 2007). Esta relación de las abejas con las flores es muy estrecha debido a que, a diferencia de otros insectos holometábolos, éstas requieren en todas las etapas de su ciclo de vida de polen y néctar para sobrevivir (Winston, 1987; Roubik, 1989; Proctor *et al.*, 1996). Estos productos florales les proveen de todos los elementos nutricionales y energéticos indispensables para su supervivencia: el néctar contiene carbohidratos, mientras que el polen les provee de proteínas, lípidos y vitaminas (Roubik, 1989; Roulston, 2000).

Los himenópteros polinizadores son constantes a una o pocas especies de plantas, lo cual minimiza los costos relacionados con el aprendizaje para manipular de forma adecuada las flores de cada especie vegetal de las cuales obtendrán alimento (Woodward y Alberti, 1992). Adicionalmente, los experimentos realizados por Wilson y Stine (1996) y por Gegear y Laverty (2001) con abejorros y abejas sugieren que esta constancia depende más del color que de la forma de las flores.

De acuerdo con lo anterior, se han publicado en numerosos artículos en los que se muestra la afinidad que las abejas presentan por las flores amarillas y violetas, que

son precisamente las que más reflejan los rayos UV (Faegri y van der Pijl, 1971; Silberglied, 1979; Bertin, 1989; Barth, 1991). Esta capacidad que tienen las abejas de reconocer los rasgos florales, como el color, el olor y la forma, les permite optimizar los periodos de forrajeo y conseguir de manera exitosa su alimento (Chittka *et al.*, 2004; Guiurfa y Lehrer, 2004).

Actualmente, se cuentan con pocos estudios de abejas nativas de la Reserva Ecológica del Pedregal de San Ángel (en lo sucesivo, REPSA o Reserva del Pedregal). Uno de ellos, el de Hinojosa-Díaz (1996) presenta un listado apifaunístico basado en la revisión de los ejemplares presentes en la colección de abejas del Museo de Zoología "Alfonso L. Herrera". En él se reportan 97 especies, y se aportan ciertos datos sobre la variación estacional de la actividad en la comunidad de abejas y su relación con el clima y la floración. César-García (2002) ha reportado la mayor parte de las especies de plantas (61.1%) florecen en septiembre en la REPSA, poco después del pico de mayor precipitación, así como que la temporada de sequía en este lugar se presenta de noviembre a mayo y la de lluvias de junio a octubre.

Este trabajo tiene como objetivos: (1) conocer la estructura de la comunidad y la fenología de las abejas de la Reserva del Pedregal, (2) conocer la fenología de las especies de abejas encontradas, (3) determinar el color de trampas jabonosas más eficientes para la captura del mayor número de especies y ejemplares de abejas, y (4) determinar la relación que tienen la fenología reproductiva de plantas y la variación anual de las condiciones ambientales con la fenología de abejas.

Métodos

Sitios de estudio y tipos de muestreo

Con el fin de registrar la estacionalidad de la actividad de las abejas se utilizaron dos métodos de muestreo: la red entomológica aérea capturando las abejas en las flores a lo largo de los senderos y sitios de estudio permanentes y el uso platos trampa de colores con agua jabonosa (TC).

Se seleccionaron las veredas o senderos en las Zonas Núcleo Poniente (en las inmediaciones del Jardín Botánico) y Oriente (en las inmediaciones del Espacio Escultórico) para llevar a cabo parte de la colecta con red entomológica aérea. Otra parte del estudio fue realizado en dos sitios de estudio permanente (SEP) de 120 × 15 m, el primero localizado en las inmediaciones del Jardín Botánico y el segundo en las inmediaciones del Espacio Escultórico. En estos SEP se muestreó con trampas jabonosas de colores, se obtuvieron los registros de fenología reproductiva de las plantas con flores entomófilas y se hizo el muestreo de abejas con redes aéreas.

Muestreo con redes

Se llevaron a cabo colectas quincenales de abejas en los senderos de ambas zonas y en los SEP. Se usó el método de intercepción de vuelo con las redes entomológicas aéreas muestreando de 09:00 a 17:00 h. Los ejemplares colectados fueron sacrificados en cámaras letales con acetato de etilo y colocados en bolsas de papel glassine, debidamente etiquetados.

Muestreo con trampas de colores con agua jabonosa

A lo largo de cada línea, en los SEP, se colocaron trampas jabonosas de cada uno de los siguientes colores: rojo, anaranjado, amarillo, y violeta, dispuestas en orden aleatorio y separadas 15 m entre sí con tres repeticiones por color, dando un total de 16 trampas. Las trampas se mantenían en el campo de 09:00 a 17:00 h. Estas trampas consisten en recipientes de plástico de 20 cm de diámetro y 7 cm de profundidad, en cuyo interior se coloca 125 ml de una solución al 5% de shampoo

de manzanilla y miel Mennen® en agua, la cual tiene la propiedad de romper la tensión superficial cuando los insectos entran en contacto con la solución jabonosa, muriendo por ahogamiento. Los organismos fueron extraídos de los recipientes y colocados en frascos de alcohol al 70%.

Para conocer si existe un efecto del color de las trampas y el mes de colecta sobre la atracción de las abejas, se realizó un análisis de varianza de dos vías, corrigiendo los datos como $\sqrt{(x+0.5)}$, por tratarse de valores discretos (Zar, 1999) utilizando el programa Statistica 7.0.

Con el fin de comparar la composición de especies colectadas con trampas de distinto color se calculó el índice de similitud de Sørensen (Southwood, 1978).

Fenología floral

En ambos SEP se registró la fenología de la floración de las plantas con flores entomófilas, por lo que se excluyeron a las especies de las familias Poaceae y Cyperaceae. La fenología floral se registró de septiembre de 2005 a agosto de 2006, llevando a cabo visitas quincenales. Las especies no identificadas fueron herborizadas para su posterior identificación. La determinación de las especies vegetales en floración se hizo usando como base en el trabajo de Castillo-Argüero *et al.* (2007).

Fenología de las abejas y su relación con variables ambientales

Se registraron los datos meteorológicos temperatura, humedad relativa y precipitación del periodo de estudio, en la Estación Meteorológica de la Facultad de Filosofía y Letras de la UNAM. Para estimar si existía un efecto del número de especies vegetales en floración, la temperatura media mensual, humedad relativa promedio mensual y la precipitación acumulada mensual sobre la riqueza de abejas, se realizó un análisis de regresión múltiple por el método hacia atrás, utilizando el programa Statistica 7.0 que, de acuerdo con Zar (1999), es el análisis más indicado para variables correlacionadas entre sí, como es el caso que aquí se maneja.

Resultados

Composición de la comunidad de abejas

Utilizando ambos métodos de muestreo se colectaron 374 ejemplares de abejas pertenecientes a cinco familias, 19 géneros y 29 especies (Tabla 1). Por el número de especies la familia mejor representada es Apidae con 13 especies (45%), seguida de Halictidae con nueve (32%) (Tabla 1). Las especies que registraron mayor abundancia relativa fueron: *Apis mellifera* (33.2%), *Ceratina mexicana* (20.6%), *Lasioglossum (Dialictus) sp.1* (10.2%), *Lasioglossum (Dialictus) sp. 2* (5.6%) y *Anthidium maculosum* (4.5%) (Tabla 2). Dieciocho especies están representadas por menos de cinco individuos y siete de ellas por un solo ejemplar. La mayor parte de los ejemplares (197) fueron colectados utilizando trampas jabonosas de colores, y el resto (175) con redes entomológicas.

El mayor número de especies (25) fue colectado por el método de intercepción de vuelo y 11 especies exclusivamente con este método; sólo cuatro de las 29 especies fueron colectadas exclusivamente mediante el uso de trampas: *Hyaleus sp.1*, *Andrena sp. 2*, *Lasioglossum (Dialictus) sp. 3*. y *Ceratina capitosa* (Tabla 2). Catorce especies pudieron ser colectadas con ambos métodos.

Plantas en floración

En ambas zonas de la REPSA, se registró un total de 151 especies de plantas en floración pertenecientes a 46 familias. Algunas especies muestran una marcada estacionalidad, ya que 89 de ellas presentan flores durante la época de lluvias y sólo 11 son exclusivas de la época seca. En el caso de las especies que presentan flores en ambas épocas del año se registran dos patrones de actividad, 37 especies tienen floración que inicia en la época de lluvia, y que se extiende hasta el inicio de la época seca. (noviembre y diciembre) y nueve especies que florecen en la última etapa de la época seca (marzo y abril) y continúan su floración en el primer mes lluvioso (junio). Por último identificamos el patrón de especies que florecen a lo largo de todo el año representado por sólo cinco especies.

Fenología de las abejas y su relación con otros factores ambientales

El número de especies de abejas activas varía a lo largo del año. Se registra un mayor número de especies en la temporada lluviosa (de junio a octubre) y el menor número durante la sequía (de noviembre a mayo) (Fig. 1). El mes en el que se registra la menor riqueza específica es diciembre (con cinco especies); mientras que se presentaron dos picos de actividad, uno en julio (con 15 especies) y otro en octubre (con 13) (Fig. 1).

Tabla 1. Abundancia y número de géneros y especies de las abejas colectadas en la Reserva del Pedregal separadas por familia. Se presentan los datos agrupados de las abejas colectadas con redes aéreas y trampas jabonosas de colores entre septiembre de 2005 y agosto de 2006.

Familia	Abundancia	%	Géneros	%	Especies	%
Colletidae	1	0,2	1	5	1	3
Andrenidae	3	0,8	1	5	3	10
Halictidae	80	21	4	21	9	32
Megachilidae	30	8	3	16	3	10
Apidae	260	70	10	53	13	45
Total	374	100	19	100	29	100

Tabla 2. Especies de abejas y número de individuos, colectados en la Reserva del Pedregal, separadas por familia. Se presenta también la información del método por el que fueron colectadas.

Familia	Genero	Especie	Red	Tjc	Total
Colletidae	<i>Hylaeus</i>	sp. 1	0	1	1
Andrenidae	<i>Andrena</i>	sp. 1	0	1	1
	<i>Andrena</i>	sp. 2	1	0	1
	<i>Andrena</i>	sp. 3	1	0	1
Halictidae	<i>Augochlora</i>	<i>smaragdina</i> (Friese)	1	1	2
	<i>Augochlorella</i>	<i>pomonoella</i> (Cokerel)	1	1	2
	<i>Lasioglossum (Dialictus)</i>	sp. 1	8	30	38
	<i>Lasioglossum (Dialictus)</i>	sp. 2	5	16	21
	<i>Lasioglossum (Dialictus)</i>	sp. 3	0	1	1
	<i>Lasioglossum (Dialictus)</i>	sp. 4	2	1	3
	<i>Lasioglossum (Dialictus)</i>	sp. nov. 1	4	0	4
	<i>Lasioglossum (Dialictus)</i>	sp. nov. 2	1	3	4
	<i>Lasioglossum (Lasioglossum)</i>	sp. 1	4	1	5
Megachilidae	<i>Anthidium</i>	<i>maculosum</i> (Cresson)	17	0	17
	<i>Megachile</i>	sp. 1	4	1	5
	<i>Osmia</i>	<i>azteca</i> (Cresson)	5	0	5
Apidae	<i>Apis</i>	<i>mellifera</i> (Linneo)	54	68	54
	<i>Bombus</i>	<i>ephippiatus</i> (Say)	1	0	1
	<i>Bombus</i>	<i>pennsylvanicus sonorus</i> (Say)	16	0	16
	<i>Centris</i>	<i>mexicana</i> (Smith)	3	0	3
	<i>Ceratina</i>	<i>capitosa</i> (Smith)	15	62	77
	<i>Ceratina</i>	<i>mexicana</i> (Cresson)	1	1	2
	<i>Deltoptila</i>	<i>elephas</i> (Friese)	1	0	1
	<i>Diadasia</i>	<i>olivacea</i> (Cresson)	10	0	10
	<i>Diadasia</i>	<i>rinconis</i> (Cockerell)	1	1	2
	<i>Exomalopsis</i>	<i>mellipes</i> (Cresson)	1	1	2
	<i>Melissodes</i>	<i>tepaneca</i> (Cresson)	1	1	2
	<i>Thygater</i>	<i>analís</i> (Lepelletier)	10	0	10
	<i>Xylocopa</i>	<i>tabaniformis azteca</i> (Cresson)	13	4	17

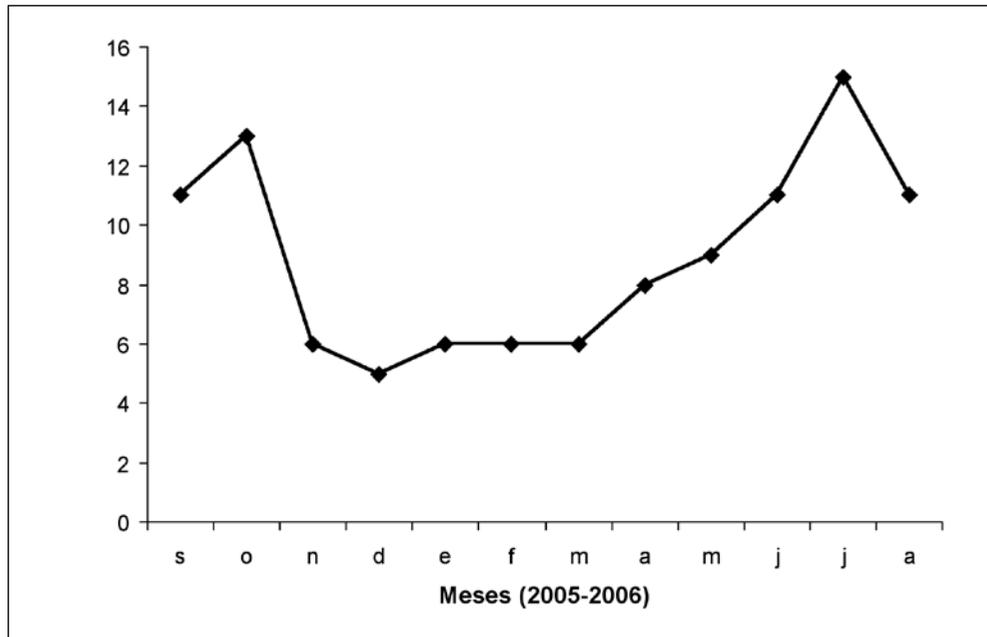


FIG 1. Variación mensual del número de especies de abejas registrado en la REPSA. Datos de septiembre de 2005 a agosto de 2006.

Se registraron cuatro patrones fenológicos en las especies de abejas en la REPSA (Tabla 3). Uno de ellos, el más frecuente, es el de actividad restringida a la temporada de lluvias, con 15 especies, entre las que destacan por su abundancia: *Tygater analis* y *Diadasia olivacea*. Otro patrón, es el de actividad intermedia, en el cual las abejas registran actividad tanto en meses de lluvias como en los de secas, en el que se registran siete especies, por ejemplo, *Anthidium maculosum*, *Ceratina capitosa*, *Exomalopsis mellipes* y *Lasioglossum (Dialictus) sp. 2*. Otro más es el de abejas que presentan actividad durante todo el año, en el cual se registran seis especies, entre ellas: *Apis mellifera*, *Lasioglossum (Dialictus) sp. 1* y *Bombus pennsylvanicus*. Por último, se registró una sola especie de abejas, *Lasioglossum (Dialictus) sp. 4*, que tiene actividad exclusiva durante los meses secos.

Los factores que afectaron significativamente la riqueza mensual de abejas (S_a) son la temperatura y la humedad relativa: $S_a = 0.475 T + 0.643 HR$ ($r^2 = 0.788$, $F_{2,9} = 16.753$, $P = 0.0009$), donde T es la temperatura promedio mensual y HR la humedad relativa promedio mensual.

Efecto del color de las trampas

La cantidad de abejas colectadas en las trampas de colores, fue afectada significativamente por el color ($F_{3,60} = 106.6$, $P < 0.0001$), el mes de colecta ($F_{3,60} = 5.175$, $P < 0.0001$) y la interacción mes \times fecha ($F_{3,60} = 1.840$, $P < 0.0001$). Las trampas de color violeta y amarillo registraron significativamente mayor cantidad de abejas que las de color anaranjado y rojo ($F_{3,44} = 53.479$, $P < 0.0001$; Fig. 3). Los meses en los que se colectó el mayor número de abejas fueron noviembre, abril y febrero, con 33, 28 y 18 abejas, respectivamente; mientras que los que en los que se colectaron muy pocos individuos fueron: septiembre y agosto con once individuos, enero con nueve y diciembre con ocho. El color violeta atrajo más abejas en noviembre, abril y febrero, mientras que el amarillo lo hizo en noviembre, abril y junio (Fig. 4). Las trampas de color violeta, amarillo y anaranjado registraron siete, tres y dos especies exclusivas, respectivamente (Tabla 4).

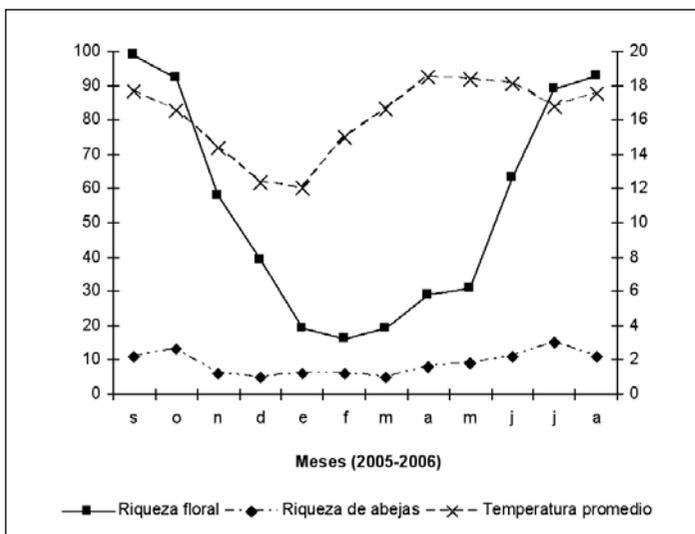
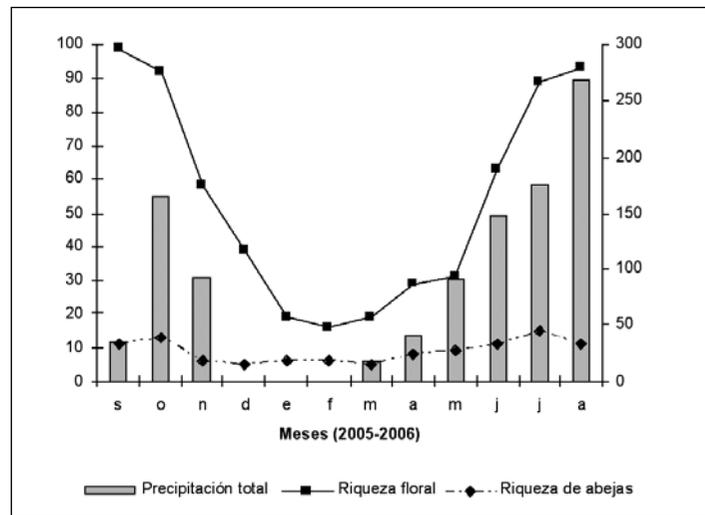
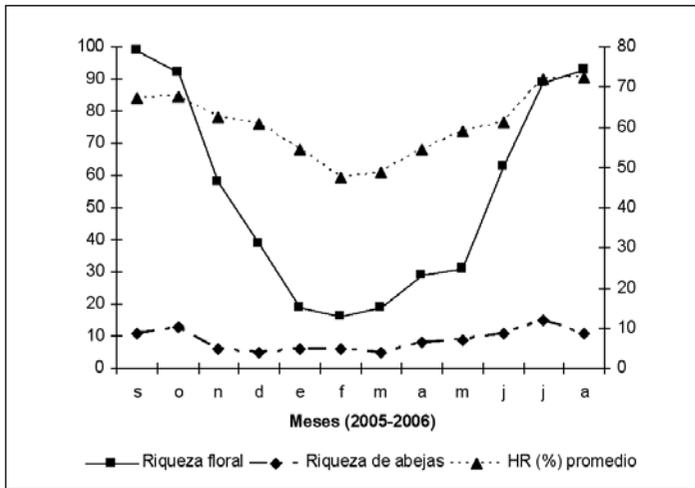


FIG. 2. Variación mensual del número de especies de abejas y su relación con el número de especies vegetales en floración, y la precipitación acumulada mensual (A), la humedad relativa (B) y la temperatura media mensual (C), en la Reserva del Pedregal. Datos de septiembre de 2005 a agosto de 2006.

Tabla 3. Variación mensual de actividad de las especies de abejas en la Reserva Ecológica del Pedregal de San Ángel. "X" denota presencia de la especie señalada.

Especies	Meses (2005-2006)											
	s	o	n	d	e	f	m	a	m	j	j	a
<i>Hylaeus</i> sp.1											x	
<i>Andrena</i> sp.1										x		
<i>Andrena</i> sp.2										x		
<i>Andrena</i> sp.3	x											
<i>Augochlora smaragdina</i>											x	x
<i>Augochlorella pomoniella</i>											x	x
<i>Lasioglossum (Dialictus)</i> sp.1	x	x		x	x	x	x	x	x	x	x	x
<i>Lasioglossum (Dialictus)</i> sp.2	x	x						x	x	x	x	x
<i>Lasioglossum (Dialictus)</i> sp.3		x										
<i>Lasioglossum (Dialictus)</i> sp.4								x	x			
<i>Lasioglossum (Dialictus)</i> sp. nov. 1	x						x				x	
<i>Lasioglossum (Dialictus)</i> sp. nov. 2		x			x	x						
<i>Lasioglossum (Lasioglossum)</i> sp.1											x	
<i>Antidium maculosum</i>	x	x	x									x
<i>Megachile</i> sp.1								x	x	x	x	
<i>Osmia azteca</i>		x										
<i>Apis mellifera</i>	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
<i>Bombus ephippiatus</i>		x										
<i>Bombus pensylvanicus sonorus</i>	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
<i>Centris mexicana</i>		x										
<i>Ceratina capitosa</i>									x	x		
<i>Ceratina mexicana</i>	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
<i>Deltoptila elefas</i>	x	x										
<i>Diadasea olivacea</i>											x	
<i>Diadasea rinconis</i>											x	x
<i>Exomalopsis mellipes</i>	x		x									
<i>Melissodes tepaneca</i>									x	x		
<i>Thygater analis</i>											x	x
<i>Xilocopa tabaniformis azteca</i>	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Total de especies	11	13	6	5	6	6	6	8	9	11	15	11

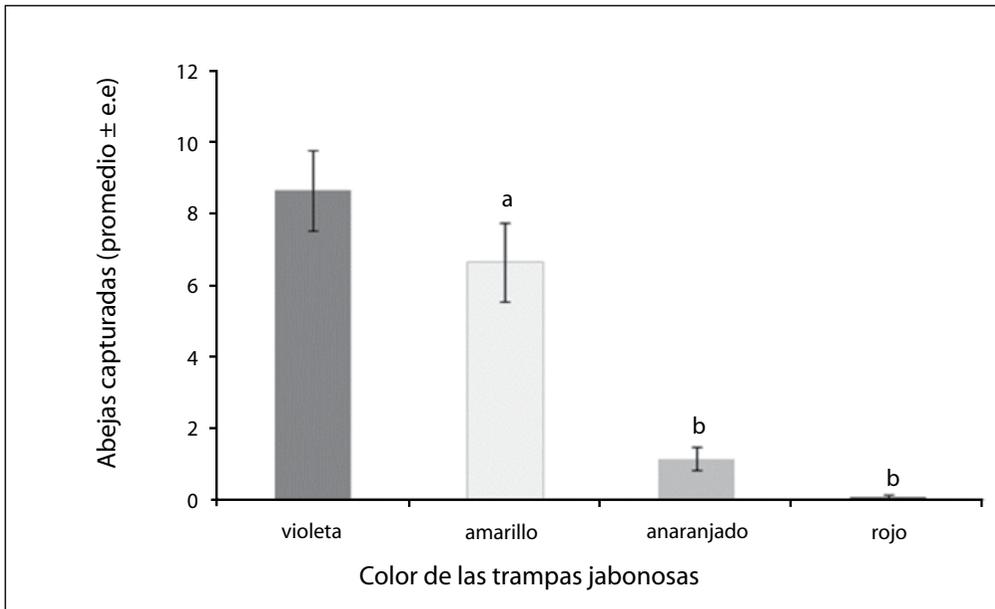


FIG. 3. Promedio de las abejas capturadas en cada mes con trampas TC. Las letras distintas representan diferencias significativas.

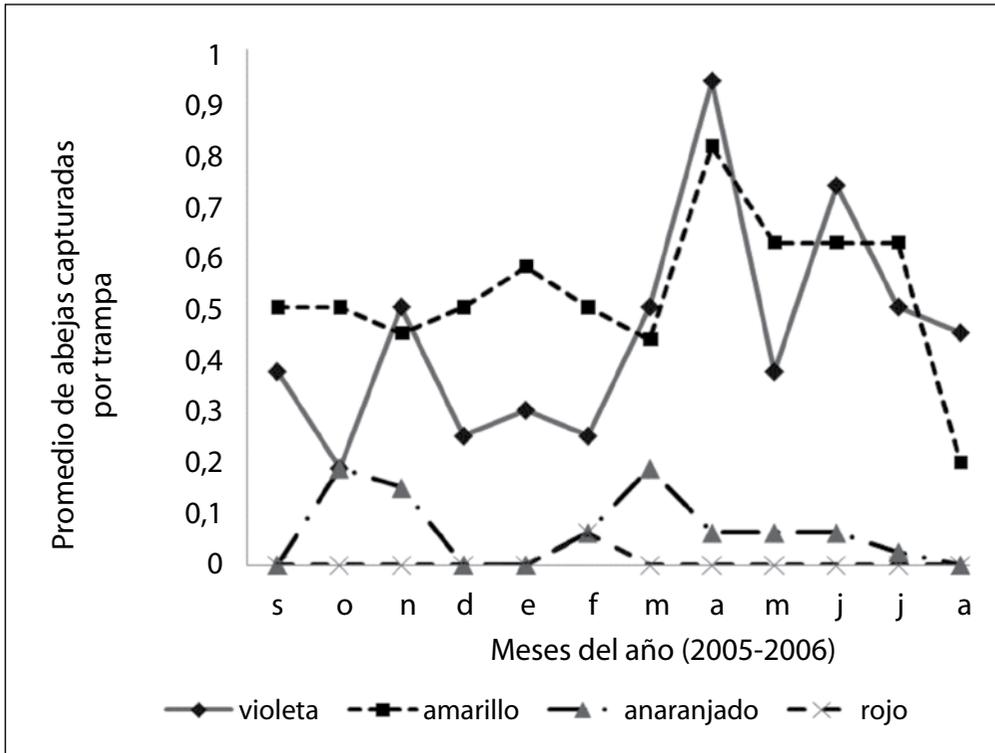


FIG. 4. Variación mensual en el número de abejas capturadas por medio de trampas jabonosas de distinto color entre septiembre de 2005 y agosto de 2006 en la Reserva del Pedregal.

Las comunidades de abejas colectadas con trampas de color violeta, anaranjado y amarillo registraron altos índices de similitud entre ellas (42.1 a 54.5%), mientras que las colectadas con trampas de color rojo registraron los índices de similitud más bajos con el resto (14.3 a 28.6%) (Tabla 4).

Con las trampas jabonosas se colectaron también ejemplares de insectos de los órdenes Collembola, Hemiptera, Homoptera, Tysanoptera, Diptera, Coleoptera, Hymenoptera y Lepidoptera. El color violeta atrajo gran cantidad de coleópteros y dípteros sobre todo de la familia Syrphidae, mientras que el color anaranjado atrajo a un gran número de áfidos, seguido por el rojo, en este último también se registraron mariposas.

Discusión

Composición

En su trabajo Hinojosa-Díaz (1996) reporta 97 especies, 34 géneros y cinco familias de abejas para la Reserva del Pedregal. Al realizar una comparación con nuestros datos, se observa que solamente se comparten con seguridad once especies. Dos de las registradas en el presente estudio son especies nuevas aún no descritas, ambas del género *Lasioglossum* (*Dialictus*), y seis más son nuevos registros para la REPSA: *Augochlora smaragdina* (Friese), *Augochorella pomoniella* (Cockerell), *Centris mexicana* (Smith), *Ceratina mexicana* (Cresson), *Diadasia olivacea* (Cresson) y *Melissodes tepaneca* (Cresson). Al igual que en el trabajo realizado por Hinojosa-Díaz (1996), un tercio de las especies colectadas no pudo ser determinado a nivel de especie, por lo que probablemente, al realizarse las revisiones taxonómicas de los géneros *Colletes*, *Hyleus*, *Andrena*, *Lasioglossum* (*Dialictus*), *Lasioglossum* (*Lasioglossum*) y *Ceratina* se reduzca el número de especies registradas. Es posible que la riqueza de especies registrada por Hinojosa-Díaz (1996) esté sobrestimada, ya que este dato correspondería a sitios de bosque de pino o bosques templados del centro de México. Esto es particularmente cierto para las especies de los géneros *Ceratina* y *Lasioglossum* (*Dialictus*). Por ejemplo, se pudo detectar que *Ceratina mexicana* es una especie con una alta variación de tamaño y coloración en el tegumento, lo que podría prestarse a mucha confusión y a una sobrestimación del número de especies en la Reserva del Pedregal.

Tabla 4. Número de ejemplares (*N*), especies (*S*) y especies exclusivas capturados con trampas jabonosas de colores en la Reserva del Pedregal. Datos acumulados de 12 meses.

Color de trampa	<i>N</i>	<i>S</i>	No. especies exclusivas
Violeta	103	13	7
Amarilla	79	9	3
Anaranjada	14	6	2
Roja	1	1	0

Tabla 5. Valores del índice de similitud (%) de Sørensen entre comunidades de abejas colectadas con trampas TC en la Reserva Ecológica del Pedregal de San Ángel.

	Amarilla	Anaranjada	Roja
Violeta	54.5	42.1	14.3
Amarilla		53.3	20.0
Anaranjada			28.6

Fenología de las abejas de la REPSA

Se encontró que las especies que están activas todo el año son precisamente aquellas que tienen una conducta social o ciclos de vida multivoltinos, tal como es el caso de *Apis mellifera*, *Xilocopa tabaniformis azteca*, *Bombus pennsylvanicus sonorus*, *Ceratina mexicana* y *Lasioglossum* (*Dialictus*) sp. 1. La mayoría de las especies (15) se presentan durante la época de lluvias, que es también cuando ocurre el pico de floración en las plantas con flores entomófilas. Nuestros datos sugieren que el principal factor que puede determinar la riqueza de especies de abejas activas a lo largo del año es, en primer lugar, la temperatura y en segundo, la humedad relativa. Para un gran número de insectos la temperatura es el factor ambiental utilizado para la inducción de la diapausa, este fenómeno es de gran importancia para algunas especies que necesitan

recurrir en algunas fenofases o etapas de su ciclo de vida a periodos en los cuales el crecimiento, el desarrollo o la reproducción son suprimidos con la finalidad de conservarse hasta el próximo periodo que presente los recursos óptimos (Tauber y Tauber, 1981). Las abejas son organismos exotérmicos que presentan mayor actividad a mayores temperaturas, para estos organismos forrajear en temperaturas bajas les requiere un mayor gasto energético. Por otro lado, se ha reportado que la nubosidad puede ocasionar la disminución de la temperatura corporal de los insectos que reduce su capacidad de vuelo (Kingsolver, 1983), pues éstos acumulan calor gracias a la exposición a la radiación solar, lo que les permite llevar a cabo actividades como el vuelo (Heinrich, 1986).

Por otro lado, la diversidad de abejas puede ser favorecida por la humedad relativa, ya que reduce el rigor ambiental al impedir que los organismos se deshidraten (Warburg, 1965; Loveridge, 1968); asimismo en la literatura se han visto ejemplos de cómo el rigor ambiental reduce la diversidad de organismos (Townsend *et al.*, 1983; Gough *et al.*, 2000).

Por otro lado, se sugiere vigilar la presencia de *Apis mellifera* en el Pedregal de San Ángel ya que las colonias ferales y controladas de esta especie pueden extraer grandes cantidades de polen y néctar de cualquier hábitat en donde pueda vivir y puede competir por los limitados recursos florales con otras especies nativas de insectos polinizadores (Paini, 2004). Durante el periodo de este estudio se pudo observar la presencia constante

de *A. mellifera* a lo largo del día y a lo largo del año y presente en un gran cantidad de especies florales, incluso se le observó robando néctar haciendo orificios a los tépalos de la orquídea *Spirantes llaveana*.

Efecto del color de las trampas

Las trampas no habían sido utilizadas anteriormente en la Reserva del Pedregal. Este método resultó ser un método eficaz, ya que cuatro especies fueron colectadas exclusivamente mediante este sistema.

Por otro lado, los colores que resultaron ser los más atractivos para las abejas son el violeta y el amarillo, en tanto que el anaranjado y el rojo resultaron ser poco atractivos. Sin embargo, se registró que el uso de distintos colores complementa el poder atractivo de las trampas, ya que ciertas especies de abejas son atraídas por un color particular (Tabla 2). Por lo anterior, para llevar a cabo un programa de monitoreo estacional de abejas se recomienda hacer colectas con redes y trampas de los colores violeta, amarillo y anaranjado. Se registró que el rojo fue evitado sistemáticamente por las abejas, ya que en las trampas de este color fue capturado un solo ejemplar; sin embargo fue un color atractivo para otro grupo de insectos como los áfidos y las mariposas. Las trampas violeta, por su parte, también atrajeron a insectos de los órdenes Diptera (sobre todo de la familia Syrphidae) y Coleoptera. Lo anterior sugiere que las trampas jabonosas de colores podrían ser utilizadas para monitorear otros grupos de insectos.

Agradecimientos

Agradecemos a Leticia Moyers y Rebeca Velázquez su ayuda en el trabajo de campo. A la Biól. Yuriana Martínez la identificación del material botánico y a la M. en C. Leticia Chávez por facilitar la información meteorológica utilizada en este estudio. A Marco Romero Romero le agradecemos su asistencia técnica en el manejo del equipo de cómputo.

Literatura citada

- BARTH, F. G. 1991. *Insects and flowers. The biology of the partnership*. Princeton University Press, Nueva York.
- BERTIN, R. I. 1989. *Pollination Biology*. Pp. 23-83, en Abrahamson, W.G. (ed.). *Plant-animal interactions*. McGraw Hill, Nueva York.
- BUCHMANN, S. L. Y G. P. NABHAN. 1996. *The forgotten pollinators*. Island Press, Washington, D.C.
- CASTILLO-ARGÜERO S., G. M. CARTAS, M. A. ROMERO, Y. MARTÍNEZ, P. GUADARRAMA, I. SÁNCHEZ Y O. NÚÑEZ. 2004. Dinámica y conservación de la flora del matorral xerófilo de la Reserva Ecológica del Pedregal de San Ángel (D.F., México) *Boletín de la Sociedad Botánica de México*, **74**: 51-75.
- CÉSAR-GARCÍA, S. F. 2002. Análisis de algunos factores que afectan la fenología reproductiva de la comunidad vegetal de la Reserva del Pedregal de San Ángel, D. F. (México). Tesis profesional. Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México, México.
- DIRZO, R., L. ZENTENO Y R. I. MARTÍNEZ. 2004. Estudios de interacciones artrópodo planta en México. Pp. 189-202, en: Llorente, J., J. J. Morrone, O. Yañez e I. Vargas (eds.). *Biodiversidad, taxonomía y biogeografía de artrópodos de México: hacia una síntesis de su conocimiento*. Vol. IV. Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, México.
- FAEGRI, K. Y L. VAN DER PIJL. 1979. *The principles of pollination ecology*. 3a. ed. Pergamon Press, Oxford.
- GEGEAR, R. J. Y T. M. LAVERTY. 2001. The effect of variation among floral traits on the flower constancy of pollinators. Pp. 1-20, en: Chittka L. y J. D. Thomson (eds.). *Cognitive ecology of pollination animal behavior and floral evolution*. Cambridge University Press, Cambridge.
- GOUGH, L., G. R. SHAVER, J. CARROLL, D. L. ROYER Y J. A. LAUNDRE. 2000. Vascular plant species richness in Alaskan arctic tundra: *The importance of soil pH*. *Journal of Ecology*, **88**: 54-66.
- HEINRICH, B. 1986. Thermoregulation and flight activity of a satyrine, *Coenonympha inornata* (Lepidoptera: Satyridae). *Ecology*, **67**: 593-597.
- HEITHAUS, E. R. 1979. Community structure of Neotropical flower visiting bees and wasps: diversity and phenology. *Ecology*, **60**: 190-202.
- HINOJOSA-DÍAZ, I. A. 1996. Estudio faunístico de las abejas silvestres (Hymenoptera: Apoidea) del Pedregal de San Ángel, D.F. Tesis profesional. Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México, México.
- INOUYE, D. W. 2007. The value of bees (Carta al editor). *Biological Conservation*, **140**: 198-99.
- KINGSOLVER, J. G. 1983. Thermoregulation and flight in *Colias* butterflies: Elevational patterns and mechanistic limitations. *Ecology*, **64**: 534-545.
- LOVERIDGE, J. P. 1968. The control of water loss in *Locusta migratoria migratorioides* R. + F. I. cuticular water loss. *Journal of Experimental Biology*, **49**: 1-13.
- PAINI, D. R. 2004. Impact of the introduced honey bee: A review. *Austral Ecology*, **29**: 399-407.
- PROCTOR, M., P. YEO Y A. LACK. 1996. *The natural history of pollination*. Harper Collins, Londres.
- RICHARDS, A. J. 1986. *Plant breeding system*. Allen and Unwin, Londres.
- ROUBIK, D. W. 1989. *Ecology and natural history of tropical bees*. Cambridge University Press, Cambridge.
- ROULSTON, T. A., J. H. CANE, Y S. L. BUCHMANN. 2000. What governs protein content pollen; pollinator preferences, pollen-pistil interactions, or phylogeny? *Ecological Monographs*, **70**: 617-43.
- SILBERGLIED, R. 1979. Communication in the ultraviolet. *Annual Review of Ecology and Systematics*, **10**: 373-398.
- SCHOONHOVEN, L. M., J. J. A. VAN LOON Y M. DIKE. 2005. *Insects plant biology*. Oxford University Press, Nueva York.
- SOUTHWOOD, T. R. E. 1978. *Ecological methods*. Chapman & Hall. Londres.
- TAUBER, C. A. Y M. J. TAUBER. 1981. Insect cycles: Genetics and evolution. *Annual Review of Ecology and Systematics*, **12**: 281-303.
- TOWNSWEND, C. R., A. G. HILDREW Y J. E. FRANCIS. 1983. Community structure in some Southern English streams: The influence of physiochemical factors. *Freshwater Biology*, **13**: 521-544.
- WARBURG, M. R. 1965. Water relations and internal body temperature of isopods from mesic and mesic habitats. *Physiological Zoology*, **38**: 99-109.
- WILSON, P. Y M. STINE. 1996. Floral constancy in bumble bees: handling efficiency or perceptual conditioning? *Oecologia*, **106**: 493-499.

- WINSTON, M. L. 1987. The biology of the honey bee. Harvard University Press, Londres.
- WOODWARD, G. L. Y T. M. LAVERTY. 1992. Recall of flower handling skills by bumble bees: a test of Darwin's interface hypothesis. *Animal Behavior*, **44**: 1045-1051.
- ZAR, J. H. 1999. Biostatistical analysis. 4a. ed. Prentice Hall, Upper Saddle River, N. J.