

Universidad de Buenos Aires
Facultad de Ciencias Exactas y Naturales

Entomofauna relacionada con la
polinización del girasol (*Helianthus
annuus* L.) en Argentina

Tesis presentada para optar al título de Doctor de la
Universidad de Buenos Aires en el área de Ciencias Biológicas

Juan Pablo Torretta

Director de Tesis: Dr. Ing. Agrón. Diego Medan

Lugar de Trabajo: Facultad de Agronomía. Universidad de Buenos Aires.

Buenos Aires - 2007

Entomofauna relacionada con la
polinización del girasol (*Helianthus
annuus* L.) en Argentina

Entomofauna relacionada con la polinización del girasol (*Helianthus annuus* L.) en Argentina

En este trabajo se relevaron los visitantes florales del girasol en un amplio rango de su área de cultivo en Argentina. Se colectaron 73 especies de insectos diurnos pertenecientes a 7 órdenes. Los himenópteros fueron los más representados y los más abundantes visitantes florales. La abeja doméstica (*Apis mellifera*) fue el principal polinizador del cultivo en todos la mayoría de los estudiados. Se comprobó que esta especie remueve efectivamente granos de polen de los estambres y los deposita en los estigmas en sus visitas a los capítulos de girasol. Especies de abejas nativas, principalmente *Melissodes* spp. y *Melissoptila* spp. (Apidae, Eucerini) y *Megachile* spp. (Megachilidae), también visitaron a los capítulos pero debido a su menor abundancia su participación como polinizadores del girasol parece ser limitada.

Gran cantidad de especies de insectos nocturnos (ca. 80 especies o morfoespecies en 4 órdenes, principalmente lepidópteros de la familia Noctuidae) visitaron al girasol durante las primeras horas de la noche, en un momento en que el estigma no se encuentra receptivo. Debido a esto, las interacciones del girasol con sus visitantes nocturnos parecen tener carácter antagónico en lugar de mutualístico.

También se analizó la estructura de la red planta-polinizador que involucra al girasol y a la vegetación circundante a los lotes del cultivo. En todos los sitios relevados las malezas interactuaron con los principales visitantes florales del girasol. La bordura de malezas permite la supervivencia de gran cantidad de especies de insectos benéficos así como también constituye un refugio para numerosas especies de plantas nativas.

Palabras clave: abejas nativas, agroecosistema, *Apis mellifera*, conservación del borde del cultivo, girasol, *Helianthus annuus*, polinización, visitantes florales diurnos, visitantes florales nocturnos

Insects related with sunflower (*Helianthus annuus* L.) pollination in Argentina

Floral visitors to sunflowers heads were recorded over a wide range of the crop area in Argentina. Seventy-three diurnal insect species belonging to 7 orders were collected. Hymenoptera was both the most species-rich order and the most abundant group of floral visitors. The domestic bee (*Apis mellifera*) was the main crop pollinator at most of the eight studied sites. For this species, effective pollen grain removal from anthers and pollen deposition on sunflower stigmas was unequivocally demonstrated. Several native bee species, mainly *Melissodes* spp. and *Melissoptila* spp. (Apidae, Eucerini) and *Megachile* spp. (Megachilidae) visited the heads too, but they were far less abundant than the honeybee and therefore their share in sunflower pollinators seems to be limited.

A high number of nocturnal insects (ca. 80 species or morphospecies in 4 orders, mainly noctuid moths) visited the heads at dusk, when the stigma is not receptive. These visitors consumed nectar and probably wasted pollen, therefore the interaction between the sunflower and its nocturnal visitors seems to have an antagonistic, instead of mutualistic, character.

The structure of the plant-pollinator network involving the sunflower and the vegetation strips which surround the sunflower fields was also analysed. At all sites the weeds of the field borders interacted with the main floral visitors of the crop. Thus, the crop marginal vegetation allows for the survival of many beneficial insect species and at the same time it constitutes a refuge for many local native plants species.

Key words: native bees, agroecosystem, *Apis mellifera*, crop border conservation, sunflower, *Helianthus annuus*, pollination, diurnal floral visitors, nocturnal floral visitors.

Agradecimientos

Cierro otro capítulo y nuevamente mucha gente me ha ayudado a lograrlo.

Dentro del ámbito académico agradezco a:

Dr. Ing. Agrón. Diego Medan, mi director, quien me dio la posibilidad de trabajar en ciencias y colonizar un nuevo sitio de trabajo, la cátedra de Botánica Agrícola de la Facultad de Agronomía.

Ing. Agrón. Norberto H. Montaldo, Dr. Ing. Agrón. Diego Medan, Lic. Gabriela Cilla y Julieta Sciarra por el apoyo en el trabajo de campo.

Miguel Angeloni (INTA Sáenz Peña), M. Sc. María Ana Sosa (INTA Reconquista), familia Bolzán (productores de Paraná), Ing. Agrón. Diego Álvarez (productor de Balcarce), Gabriela Cencig (INTA Rafaela), Lic. Vanina Gómez Hermida (INTA San Luis), familia Pernás (productores de Paunero), familia Encina (productores de Realicó) y a la Facultad de Agronomía, Universidad de Buenos Aires, por la ayuda para conseguir lotes cultivados de girasol (¡en fecha de floración!) y/o la posibilidad de trabajar en sus propios lotes.

Para la determinación de muchos de los insectos obtuve la colaboración de numerosos especialistas, a quienes les agradezco: Dr. Arturo Roig Alsina del Museo Argentino de Ciencias Naturales (Hymenoptera), Dra. Silvana Durante

del Museo de La Plata (Megachilidae), Dr. Juan Carlos Mariluis y Lic. Pablo Mulieri del Departamento de Vectores del Instituto Carlos G. Malbrán (Muscoidea), Dr. Fernando Navarro del Instituto Miguel Lillo (Lepidoptera nocturnos), Dra. Susana Aranda del Instituto Miguel Lillo (Elateridae), Dr. Axel Bachmann y Dr. Osvaldo Di Dorio de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la U.B.A. (Coleoptera), Dr. Francisco Crespo del Departamento de Vectores del Instituto Carlos G. Malbrán (Blattaria) y Dr. F. Christian Thompson del USDA (Syrphidae).

Ing. Agrón. Norberto Bartoloni me ayudó en el análisis estadístico de los datos y Gabriela Zarlavsky colaboró conmigo en el laboratorio, para el preparado y montaje de los estigmas y de las cargas polínicas en los insectos.

A la Agencia Nacional de Promoción Científica y Tecnológica por haberme entregado una beca para poder llevar a cabo mi doctorado.

Ahora fuera del ámbito académico quiero agradecer también a muchas personas

Mi familia, con su apoyo constante, es un pilar fundamental para todo. Mi mamá Teresa, mis hermanos Diego y Ramiro, mis dos sobrinas Agustina y Serena, me apoyan en todo. Mis otros dos hermanos (los de la vida) Fernando y Carlos quienes (a veces sin entender por que me gusta tanto lo que hago!!) me

siguen acompañando a lo largo de la vida. Mi papá, a su (especial) manera también hizo mucho por mí y donde esté, seguramente también estará contento. A mis abuelos Mario y Haydeé. En mi nuevo lugar de trabajo conocí a dos personas hermosas a quién también quiero agradecer: Sandra y Gabriela (deberían estar en el ámbito académico pero prefiero agradecerles desde este ámbito). También quiero agradecerle a Patricia, una persona que quiero mucho y quién hizo mucho por mí y le estaré siempre agradecido.

Espero no olvidarme de nadie, y si lo hago que me disculpe.

Tabla de Contenidos

Introducción	1
Metodología	9
Sitios de muestreo	9
1 - Fenología floral del girasol	11
1.1 - Determinación de néctar	11
1.2 - Receptividad estigmática del girasol	11
2- Visitantes florales diurnos del girasol	12
2.1 - Relevamientos de los visitantes florales	12
2.2 - Censos de visitantes florales	13
2.3 - Correlación entre las variables climáticas y el número de visitantes florales	14
2.4 - Correlación entre el tamaño de los capítulos y el número de visitantes florales	14
2.5 - Descripción del comportamiento de forrajeo de los visitantes diurnos del girasol	15
2.6 - Determinación de la carga polínica corporal del visitante	15
2.7 - Deposición de polen en estigmas de girasol tras visitas de abejas melíferas	16
3 - Visitantes nocturnos del girasol	16
3.1 - Relevamiento de los visitantes	16
3.2 - Descripción del comportamiento de forrajeo	17
3.3 - Determinación de las cargas polínicas corporales	17
4 - Vegetación acompañante del cultivo de girasol	18
4.1 - Relevamiento de las malezas del cultivo y de sus visitantes florales	18
5 - Calidad del servicio de polinización del cultivo de girasol	19

5.1 - Determinación de carga polínica estigmática en flores de girasol expuestas a polinización libre	19
6 – Análisis estadístico	20
Resultados	21
1 - Fenología floral del girasol	21
1.1 - Determinación de néctar	21
1.2 - Receptividad estigmática del girasol	22
2- Visitantes florales diurnos del girasol	23
2.1 - Relevamientos de los visitantes florales	23
2.2 - Censos de visitantes florales	28
2.3 - Correlación entre las variables climáticas y el número de visitantes florales	31
2.4 - Correlación entre el tamaño de los capítulos y el número de visitantes florales	31
2.5 - Descripción del comportamiento de forrajeo de los visitantes diurnos del girasol	33
2.6 - Determinación de la carga polínica corporal del visitante	36
2.7 - Deposición de polen en estigmas de girasol tras visitas de abejas melíferas	37
3 - Visitantes nocturnos del girasol	37
3.1 - Relevamiento de los visitantes	37
3.2 - Descripción del comportamiento de forrajeo	39
3.3 - Determinación de las cargas polínicas corporales	40
4 - Vegetación acompañante del cultivo de girasol	41
4.1 - Relevamiento de las malezas del cultivo y de sus visitantes florales	41
5 - Calidad del servicio de polinización del cultivo de girasol	44
5.1 - Determinación de carga polínica estigmática en flores de girasol expuestas a polinización libre	44

Discusión	46
Polinizadores y visitantes florales diurnos del girasol	46
Visitantes nocturnos del girasol	57
Interacción del girasol, las malezas del borde del cultivo y sus visitantes florales	58
Conclusiones	61
Bibliografía	63
Apéndice I. Especies vegetales entomófilas colectadas en flor en borduras de lotes comerciales de girasol	76
Apéndice II. Especies de visitantes florales diurnos colectados sobre flores de la vegetación del borde cultivo en flor en los sitios	84

Introducción

El género *Helianthus* (Asteraceae) tiene 49 especies (Schilling & Heiser, 1981), con especies diploides ($2n=2x=34$), tetraploides ($2n=4x=68$) y hexaploides ($2n=6x=102$) (Jan, 1997). El girasol, *Helianthus annuus* L. es un cultivo originario de América del Norte, donde actualmente se encuentra la forma silvestre de la especie. Ésta es una hierba anual, sucesional temprana, auto-incompatible, común en áreas agrícolas y costados de caminos en Estados Unidos, Canadá y México (Minckley et al. 1994, Fick & Miller 1997). Estas plantas exhiben alta variabilidad morfológica y de hábitat, asociadas principalmente a ambientes disturbados (Seiler & Rieseberg 1997). Usualmente son ramificadas y tienen numerosos capítulos con 50-400 flores por capítulo (Minckley et al. 1994).

La variedad cultivada (*H. annuus* var. *macrocarpus*) es una planta no ramificada que tiene sólo un capítulo, de mayor tamaño que la variedad silvestre. Los capítulos tienen 700-3000 flores en los híbridos para aceite y más de 8000 en los híbridos empleados para otros fines. Las flores del disco son perfectas, están dispuestas en arcos que radian desde el centro del capítulo y son las que forman frutos (Seiler, 1997). Las flores liguladas son amarillas, llamativas y estériles. La corola de estas flores absorbe fuertemente la luz UV contribuyendo posiblemente a la atracción de los polinizadores (Sammataro et al. 1983, en Seiler 1997).

Las flores del disco son epíginas, con la corola formada por cinco pétalos casi totalmente soldados (excepto en el ápice). Dentro del tubo formado por la corola está el androceo sinantéreo. Los filamentos estaminales, libres entre sí, están fusionados con la base de la corola. Encerrado por el tubo formado por las anteras está el estilo. En la base del estilo de las flores del disco se encuentran los nectarios florales (Seiler 1997). El sentido de la floración, como en todos los capítulos, es centrípeto. De una a cuatro filas de flores del disco abren por día, la longevidad floral es de 36-48 horas y la duración total de floración del capítulo varía entre 10 y 15 días. Las flores son protándricas: la antesis comienza con la elongación de los filamentos estaminales, lo que deja exertas a las anteras, que presentan dehiscencia introrsa de los granos de polen. Al emerger el estigma, las ramas estigmáticas, que permanecen cerradas, arrastran al exterior todo el polen que estaba alojado en el interior del tubo anteral. El polen queda adherido a las paredes externas del estigma, que no poseen una superficie receptiva. En este momento, los filamentos estaminales pierden turgencia y se introducen en la corola. El estigma comienza a aparecer hacia la tarde del mismo día y las ramas estigmáticas se expanden totalmente, exhibiendo la superficie receptiva, al día siguiente. Una vez que la superficie estigmática receptiva es expuesta puede ocurrir la polinización. Luego, el estilo también se retrae y se introduce en la corola (Seiler 1997). Debido a que la longevidad floral es de dos días y la del capítulo es de 10 a 15 días, en un mismo capítulo se pueden observar flores postantéticas, flores en fase masculina, en fase femenina, y botones florales aún cerrados, en círculos concéntricos (Figura 1).

Figura 1. Capítulos de girasol. (a) Aspecto general y (b) Detalle de los círculos concéntricos de flores postantéticas, en fase femenina, en fase masculina y cerradas.



Un sistema de auto-incompatibilidad contribuye a los altos niveles de polinización cruzada observados en girasoles silvestres y en algunos de los híbridos cultivados. El sitio de la reacción de incompatibilidad podría localizarse en el estigma, el estilo o el óvulo (Seiler 1997). Los mejoradores genéticos han logrado cultivares comerciales auto-compatibles, que alcanzan el 80-90% de compatibilidad, aunque los frutos formados por polinización cruzada tienen mayor proporción de aceite. El girasol es uno de los cuatro principales cultivos mundiales empleados para la obtención de aceites comestibles junto con la soja (*Glycine max* (L.) Merr.), la colza (*Brassica rapa* L. y *B. napus* L.) y el maní (*Arachis hypogaea* L.) (Putt 1997).

En Argentina el girasol se cultiva comercialmente desde Chaco hasta el sur de Buenos Aires. Argentina cuenta con ambientes agroecológicos favorables para su siembra, lo que ha permitido que el país se constituya en uno de los líderes en la producción de este cultivo. Los máximos registros de área sembrada para el girasol ocurrieron en la campaña 1998-1999 donde la superficie ocupada por el cultivo fue de 4,2 millones de hectáreas, que permitieron producir más de 7,1 millones de toneladas. Nuestro país es el cuarto productor mundial de girasol detrás de Rusia, Ucrania y la Unión Europea (SAGPyA 2005).

Los primeros trabajos acerca de visitantes florales de girasol son de comienzos del siglo XX. Alfken (1913, citado en Hurd et al. 1980) registró 8 especies de *Bombus*, 3 de *Psithyrus*, dos de *Megachile*, una de *Halictus*, una de

Coelioxys y una de *Anthidium*, además de la abeja doméstica *Apis mellifera*, en cultivos de girasol en Bremen, Alemania. Por otro lado, Cockerell (1914a, citado en Hurd et al. 1980) comentó que los girasoles de jardines europeos eran visitados por *Bombus*, *Psithyrus*, *Megachile*, *Halictus*, y *Hierades*. En Colorado, Estados Unidos, Cockerell (1914b, citado en Hurd et al. 1980) encontró *Melissodes* spp., *Megachile agustini*, *Halictus* sp., *Dufourea marginata*, *Andrena helianti*, *Pseudopanurgus innuptus* y *Apis mellifera* como visitantes de girasoles cultivados. En 1929, Robertson (citado en Hurd et al. 1980) colectó sobre girasol insectos de 42 especies, de las cuales 28 eran abejas de los géneros *Melissodes*, *Apis*, *Bombus* y *Megachile* entre otros. En un trabajo exhaustivo, Hurd et al. (1980) mencionan 412 especies de abejas colectadas en capítulos de girasol, en un sitio donde el girasol es nativo.

Con la aparición de líneas androestériles de girasol, utilizadas para la formación de híbridos comerciales, comenzaron a realizarse trabajos para establecer el efecto de las visitas de distintas especies de abejas a los capítulos con relación a la formación de frutos. Parker (1981a) comparó el efecto de la abundancia, la diversidad y la estacionalidad de distintas especies de abejas sobre la producción de frutos. DeGrandi-Hoffman & Watkins (2000) compararon la actividad de forrajeo de *Apis mellifera* con otras abejas y su influencia sobre la polinización cruzada y la formación de frutos en híbridos comerciales. También se realizaron trabajos acerca de la tasa de visita de abejas (principalmente *Apis mellifera*) sobre cultivares androestériles y androfértiles (Parker 1981b,

DeGrandi-Hoffman & Martin 1993), así como también estudios acerca de la eficiencia de polinización de abejas nativas y *Apis mellifera* como polinizadores de girasol (Parker 1981c). Recientemente, Greenleaf & Kremen (2006) hallaron que las interacciones comportamentales interespecíficas (entre las abejas nativas y *Apis mellifera*) incrementan la eficiencia de polinización de esta última en capítulos de girasol cultivados para la formación de semillas híbridas en el Valle Central del norte de California, Estados Unidos.

En Argentina, los trabajos que se realizaron sobre polinización de girasol son locales, escasos y están publicados en boletines técnicos del INTA (Iglesias 1984, Lorenzatti de Diez 1984, Woodward & Zorzín 1986), en actas de congresos (Basualdo et al. 1994, Basualdo et al. 1996) o reuniones técnicas (Bailéz et al. 1987, Bailéz & Bedascarrasbure 1987). Estos trabajos analizan principalmente la actividad pecoreadora de la abeja doméstica y la influencia de *Apis mellifera* sobre la formación de semillas híbridas, y formulan recomendaciones para productores de girasol (Bailéz et al. 1987, 1990).

La calidad del servicio de polinización provisto por la suma de los polinizadores nativos y las abejas melíferas (sean éstas provenientes de apiarios estacionarios de la zona del cultivo, o de colmenas instaladas ex profeso) que recibe el girasol comercial no ha sido examinada críticamente en los últimos años. Trabajos realizados en Santa Fe en la década de 1980 (Lorenzatti de Diez 1979, 1984, 1986) mostraron que el rendimiento y el tenor de aceite del grano

aumentaba significativamente aportando colmenas al cultivo. Esto indica que la acción de los insectos nativos era insuficiente para polinizar adecuadamente al girasol. Veinte años más tarde, no hay motivos para suponer que la situación haya mejorado en el país; por el contrario, hay indicios de que la declinación en la diversidad de los polinizadores que se registra en muchas agriculturas intensivas del mundo (Buchmann & Nabhan 1997) puede estar afectando también al área pampeana (Viglizzo et al. 2002).

El girasol probablemente sufre un déficit de servicio de polinización en la Argentina, salvo en los sitios donde coinciden un aporte muy significativo de colmenas y una alta disponibilidad de polinizadores nativos. El desconocimiento actual acerca del servicio de polinización tiene dos implicancias: por una parte, si no se conoce la calidad del servicio de polinización, no es posible decidir cuándo ni cuánto suplementarlo mediante el aporte de polinizadores manejados; por otro lado, si se desconocen los factores que controlan este servicio de polinización, no es posible optimizarlo. No hay respuestas aceptables a las siguientes preguntas:

a) ¿Cómo están constituidos los elencos de polinizadores del girasol en Argentina?

b) ¿Cuál es la importancia de cada especie de polinizador?

Los escasos datos disponibles en el país conciernen sólo al primer interrogante: en cultivos de Santa Fe se observaron visitas de abejas nativas

pertenecientes a cuatro familias de Apoidea (Halictidae, Andrenidae, Megachilidae, y Apidae), y de coleópteros, dípteros y lepidópteros (Sívori 1941, Lorenzatti de Diez 1986). Además, Tellería (2000) y Abrahamovich et al. (2001) hallaron polen de girasol sobre diferentes especies de Apidae.

Los objetivos de este trabajo fueron:

(a) determinar la composición de los elencos de visitantes florales y la frecuencia de las visitas en diferentes sitios en que se practica el cultivo de girasol en Argentina,

(b) describir el comportamiento de los principales visitantes, en cuanto a su eficiencia en el transporte y deposición de polen en el estigma, y

(c) establecer la estructura de la red de interacciones planta-polinizador que involucra al girasol y a la vegetación circundante al lote de cultivo.

Metodología

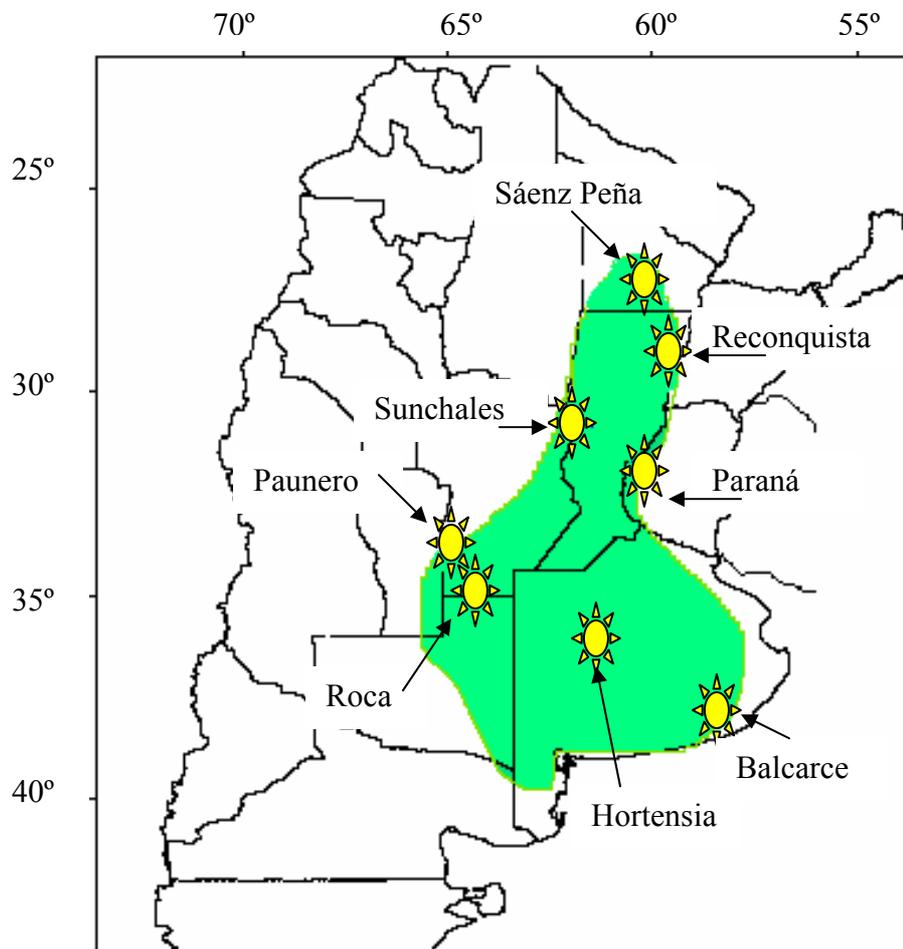
Sitios de muestreo

El girasol se cultiva en Argentina desde Chaco hasta el S de Buenos Aires (Figura 2). Durante las campañas agrícolas 2004-2005, 2005-2006 y 2006-2007 se relevaron ocho sitios en las distintas regiones girasoleras del país (Tabla 1). En cada sitio de muestreo se eligió un lote comercial del cultivo en el cual la mayoría de las plantas ya se encontraban florecidas (estadio R-5 de Schneiter & Miller, 1981).

Tabla 1. Localización de los lotes estudiados y períodos en que fueron relevados.

SITIO	REGIÓN GIRASOLERA	PERÍODO DE RELEVAMIENTO
Sáenz Peña, Chaco (SP)	Norte	9-13 de noviembre de 2004
Reconquista, Santa Fe (RE)	Norte	15-19 de noviembre de 2004
Paraná, Entre Ríos (PA)	Centro	18-22 de diciembre de 2004
Balcarce, Buenos Aires (BA)	Sur	21 al 27 de enero de 2005
Sunchales, Santa Fe (SU)	Centro	14-21 de diciembre de 2005
Paunero, Córdoba (P)	Centro	4-9 de enero de 2006
Roca, Córdoba (RO)	Centro	18-22 de diciembre de 2006
Hortensia, Buenos Aires (HO)	Centro	4-12 de enero de 2007

Figura 2. Localización de los ocho sitios relevados. El área pintada demarca la zona de cultivo del girasol en Argentina



En la elección de los sitios se dio prioridad a conseguir un muestreo homogéneo del área girasolera argentina. Dada la magnitud del muestreo no fue posible relevar todos los sitios durante la misma campaña agrícola, y las posibles diferencias interanuales en condiciones ambientales no pudieron tenerse en cuenta. En la elección del lote relevado se buscó tener una muestra del cultivo y vegetación acompañante representativa del sitio. Como se trabajó con lotes implantados por productores comerciales no relacionados con la presente investigación, las técnicas de manejo del cultivo pudieron variar entre los

distintos sitios, así como la identidad del híbrido sembrado en cada lote muestreado.

1 - Fenología floral del girasol

1.1 - Determinación de néctar

Se determinó el volumen y la concentración de néctar en flores en fase masculina y en fase femenina. Para extraer y medir el volumen de néctar se utilizó una jeringa Hamilton, y un refractómetro manual especial para pequeños volúmenes para leer la concentración de azúcares. El néctar fue medido en capítulos que permanecieron cubiertos durante los dos días previos a la medición con cofias de cirujano blancas para evitar remoción de néctar por parte de visitantes florales.

1.2 - Receptividad estigmática del girasol

Para conocer la variación de la receptividad estigmática a lo largo del día, se evaluaron estigmas empleando el papel reactivo Peroxtesmo (Dafni & Motte-Maués 1998). La prueba de Peroxtesmo se utiliza para comprobar la presencia de peroxidasas en estigmas. Cuando los estigmas están receptivos, las tiras de papel Peroxtesmo reaccionan tornándose azules. La intensidad de la coloración depende de la concentración de peroxidasas presentes en el estigma. Subjetivamente, a cada estigma tratado con Peroxtesmo se le asignó un valor de 0 (estigma no receptivo, sin coloración en la tira), 1 (estigma muy poco receptivo, tinte azulado pálido), 2 (estigma medianamente receptivo, tinte

azulado fuerte) o 3 (estigma fuertemente receptivo, color azul fuerte). Los valores asignados a los estigmas tratados en cada horario se promediaron para obtener un “índice de receptividad estigmática” a lo largo del día.

Las flores se emascularon para evitar falsos positivos ya que los granos de polen también reaccionan con Peroxtesmo. La receptividad fue medida en enero de 2006 en muestras de 6-9 estigmas tomados de 2-3 capítulos cada dos horas desde las 6:00 hasta las 20:00, y cada hora entre las 20:00 y las 23:00, en un cultivo experimental en la Facultad de Agronomía de la Universidad de Buenos Aires.

2- Visitantes florales diurnos del girasol

2.1 - Relevamientos de los visitantes florales

Se capturaron los visitantes florales diurnos caminando a lo largo de las hileras de girasol a distintas horas del día, entre las 8:00 hasta las 19:00. Los insectos se capturaron con redes entomológicas, se sacrificaron en el campo con frascos con cianuro de potasio, se montaron empleando alfileres entomológicos, y luego fueron determinados en el laboratorio o con ayuda de especialistas (ver Agradecimientos). La colección (ca. 1000 individuos) está depositada en la Colección Entomológica de la Cátedra de Botánica Agrícola de la Facultad de Agronomía de la U.B.A., salvo los insectos cedidos a los especialistas que colaboraron con las determinaciones.

2.2 - Censos de visitantes florales

Para evaluar la abundancia de las distintas especies de visitantes florales se realizaron censos estáticos a tres distancias del borde del cultivo (2 m, 20 m y 100 m) y en tres momentos del día (9:00-10:00, 12:00-13:00, y 17:00-18:00). En cada censo se observaron a la vez cinco capítulos de girasol durante diez minutos, registrándose la especie visitante y el número de visitas para cada capítulo por separado. Debido a que algunas especies de abejas nativas difícilmente se pueden diferenciar en el campo, las visitas se registraron asignándolas a un género (por ejemplo, *Melissodes*, *Megachile*, *Bombus*), una tribu (por ejemplo, Eucerini) o una familia (por ejemplo, Halictidae). Excepto en el sitio BA, los censos se hicieron por duplicado, es decir que dos observadores separados entre sí por una distancia de entre 20 y 40 m censaron a la vez grupos distintos de cinco capítulos. Los censos se realizaron durante tres días en cada sitio de muestreo (excepto en SP y BA, 2 días). Para evaluar si existía algún efecto del horario y/o de la distancia sobre el número de visitas en los censos se realizó un análisis log-lineal, agrupando la variable respuesta en cuatro categorías (0, 1, 2-3, y 4 o más visitas).

Las condiciones climáticas de los días en los que se realizaron los censos fueron similares, evitándose los días de lluvia. En cada horario de censo se registró la temperatura y la humedad relativa del aire con un termo-higómetro digital.

2.3 - Correlación entre las variables climáticas y el número de visitantes florales

Con los valores obtenidos para cada una de estas variables se realizó una correlación lineal simple con el número promedio de visitas para cada uno de los tres horarios, es decir, el promedio de las vistas a los capítulos censados a 2m, 20m y 100m a las 9:00, a las 12:00 y a las 17:00.

2.4 - Correlación entre el tamaño de los capítulos y el número de visitantes florales

En los cuatro sitios relevados en la primera campaña (SP, RE, PA y BA), en los capítulos incluidos en los censos de visitantes se calculó el área ocupada por a) botones florales, b) flores abiertas (discriminando entre flores en fase masculina y fase femenina), y c) flores postantéticas, para determinar si existía correlación entre el número de visitas y alguno de esos parámetros.

Para calcular el área ocupada por los botones florales se utilizó la fórmula de la superficie del círculo: $\text{área botones florales} = \pi * r^2$, donde $\pi = 3,1415$ y r es el radio del círculo. Las otras áreas (flores en fase masculina, femenina o postantéticas), con forma de corona circular, se calcularon sustrayendo del área del capítulo que incluía las flores en cuestión, el área ocupada por las flores más internas en el capítulo. Por ejemplo, $\text{área de flores en fase femenina} = (\pi * r_{\text{flores femen}}^2) - (\pi * r_{\text{flores masc. + flores cerradas}}^2)$

2.5 - Descripción del comportamiento de forrajeo de los visitantes diurnos del girasol

Se realizaron observaciones de los principales visitantes florales diurnos del girasol, con especial referencia al comportamiento de forrajeo y a la recompensa buscada por los insectos.

2.6 - Determinación de la carga polínica corporal del visitante

Para determinar la cantidad de granos de polen transportados en el cuerpo de los visitantes florales, se capturaron, sacrificaron y mantuvieron aislados (para evitar contaminación de polen) individuos de las especies visitantes más frecuentes. Estas capturas se llevaron a cabo en distintos sitios de muestreo y mientras los individuos se encontraban forrajeando (por néctar y/o polen) sobre capítulos de girasol.

Tres especies de abejas que visitan el girasol con frecuencia (*Apis mellifera*, *Melissodes tintinnans* y *M. rufithorax*) colectan polen en las patas III (corbículas en *A. mellifera* L. y escopas en las otras especies), y esta fracción de la carga polínica corporal se considera poco o nada disponible para la polinización. Para evaluar la fracción de la carga polínica total que se encuentra disponible para la polinización, a los especímenes colectados de estas especies se les removió dicho par de patas. Se determinó si existían diferencias en la cantidad de polen transportado entre a) individuos de *A. mellifera* con y sin patas III, y b) diferentes especies de *Melissodes* (individuos sin patas III). Además se

comparó el conjunto de las especies de *Melissodes* con *A. mellifera* (individuos sin patas III). Estas comparaciones se realizaron utilizando la prueba de Wilcoxon para dos muestras independientes.

2.7 - Deposición de polen en estigmas de girasol tras visitas de abejas melíferas

En SU se mantuvieron capítulos androestériles cubiertos con cofias durante dos días, para asegurar que las flores recientemente abiertas se mantuvieran vírgenes (es decir, sin haber recibido polen por la llegada de algún visitante). Luego, bajo una estricta vigilancia, cada capítulo se descubrió y, una vez producida una única visita de una abeja doméstica, se colectaron los estigmas de las flores contactadas por el visitante para determinar la cantidad de polen depositado. Los estigmas se maceraron en NaOH 20% durante 24 hs. y luego se montaron en gelatina-glicerina coloreada con safranina siguiendo la técnica arriba mencionada.

3 - Visitantes nocturnos del girasol

3.1 - Relevamiento de los visitantes

Las capturas nocturnas se llevaron a cabo en cinco de los sitios muestreados (BA, SU, P, RO y HO). Se capturaron los insectos que visitaban a los capítulos de girasol durante las primeras horas de la noche (21:00-23:00). Las capturas se realizaron caminando a lo largo de los surcos, iluminando a los

capítulos con linternas de cabeza. Los individuos colectados se sacrificaron con frascos con acetato de etilo y se prepararon como los insectos diurnos. Las determinaciones de los lepidópteros nocturnos, escarabajos y cucarachas capturados fueron realizadas en la mayoría de los casos por especialistas (ver Agradecimientos).

3.2 - Descripción del comportamiento de forrajeo

Se realizaron observaciones de los principales visitantes florales nocturnos del girasol, con especial referencia al comportamiento de forrajeo y a la recompensa buscada por los insectos, en SU, P, RO y HO.

3.3 - Determinación de las cargas polínicas corporales

Para determinar si los lepidópteros nocturnos transportaban granos de polen de girasol, en dos de los sitios muestreados (SU y HO) se capturaron individuos que libaban en flores de girasol, se sacrificaron y mantuvieron aislados (para evitar contaminación de polen). En el laboratorio, se cortó y montó la espiritrompa en un portaobjetos con gelatina-glicerina coloreada con safranina siguiendo la técnica arriba mencionada.

4 - Vegetación acompañante del cultivo de girasol

4.1 - Relevamiento de las malezas del cultivo y de sus visitantes florales

En cada sitio se recorrió diariamente el perímetro del cultivo y se registraron todas las malezas que presentaban flores entomófilas. Las plantas se identificaron provisionalmente en el campo, se herborizaron y se determinaron definitivamente en el laboratorio, comparándolas cuando fue necesario con material depositado en el Herbario ‘Gaspar Xuarez’ de la Facultad de Agronomía de la UBA (sigla internacional BAA). En los casos de especies infrecuentes el material se depositó en el mencionado herbario. La nomenclatura botánica y el status de las especies (nativa o exótica) sigue a Zuloaga & Morrone (1996, 1999).

Para establecer la estructura de la red de interacciones planta-polinizador que vincula al cultivo y la vegetación circundante, se capturaron los insectos que visitaban las malezas florecidas en los bordes del cultivo en cada sitio de muestreo. Las capturas se realizaron entre las 8:00 y las 19:00, es decir, durante la misma franja horaria en que se realizaban las capturas sobre girasol, y los insectos se sacrificaron, prepararon e identificaron con las técnicas arriba mencionadas. En cada sitio se calculó el esfuerzo de muestreo como el número de horas-hombre durante las cuales se capturaron visitantes florales sobre las malezas.

También se realizaron correlaciones múltiples ($n = 8$ sitios) entre el número de especies de visitantes del girasol y a) el número de especies de malezas, b) el número de especies de malezas con visitantes florales, c) el número de especies de visitantes florales en todas las malezas, d) el número total de interacciones flor-visitante, e) el esfuerzo de muestreo y f) la latitud geográfica del sitio.

5 - Calidad del servicio de polinización del cultivo de girasol

5.1 - Determinación de carga polínica estigmática en flores de girasol expuestas a polinización libre

Para determinar si existía remoción y/o deposición de polen por parte de los visitantes florales, en los sitios ocho sitios relevados y en cada una de las tres distancias de trabajo (2m, 20m y 100m del borde del cultivo) se colectaron estigmas de 10 flores en dos diferentes capítulos expuestos a los polinizadores. Puesto que en cuatro sitios (RE, BA, SU y RO) además de capítulos normales se encontraron capítulos androestériles (en los cuales las flores del disco carecen de androceo funcional), de éstos últimos también se colectaron estigmas. En el laboratorio, los estigmas fueron colocados sobre portaobjetos, se maceraron durante 24 h con NaOH 20% en cámara húmeda, se cubrieron con solución fluida de gelatina-glicerina coloreada con safranina, se cubrieron con cubreobjetos y se dejó solidificar el medio de montaje. Los estigmas dañados o en mal estado fueron descartados. Luego, bajo microscopio óptico se contó el

número de granos de polen sobre cada estigma, discriminándose entre polen de girasol y cualquier otro tipo polínico.

6. Análisis estadístico

Las pruebas estadísticas empleadas se indican en el lugar pertinente de Metodología o de Resultados. En todos los casos, las mediciones se expresan como media \pm 1 desvío estándar.

Resultados

1 - Fenología floral del girasol

1.1 - Determinación de néctar

En siete de los sitios (SP, RE, PA, BA, P, RO y HO) se midió el volumen y la concentración del néctar. En total se evaluaron 272 flores, de las cuales 159 estaban en fase masculina y 113 en fase femenina. En P sólo pudo obtenerse néctar de flores en fase masculina y en SU no se pudo medir el néctar en ninguna flor. En todos los sitios fue necesario hacer varios intentos hasta obtener néctar, lo que indica que no todas las flores del capítulo secretan néctar, o al menos no en forma simultánea. El volumen de néctar fue mayor en las flores en fase femenina ($H=58,43$; $P<0,000$, Tabla 2) aunque la concentración del néctar no varió entre las flores de ambas fases ($H=2,13$; $P=0.1442$, Tabla 3).

Tabla 2. Comparación entre los volúmenes de néctar (μ l). de flores de girasol en fase femenina y masculina, en siete de los sitios relevados. (Test de Kruskal-Wallis).

FASE	N	MEDIA	S.D.	MEDIANA	H	P
Femenina	113	0,87	0,37	0,8	58,43	<0,0001
Masculina	159	0,55	0,33	0,5		

Tabla 3. Comparación entre las concentraciones de azúcares en néctar (%) de flores de girasol en fase femenina y masculina en siete de los sitios relevados. (Test de Kruskal-Wallis).

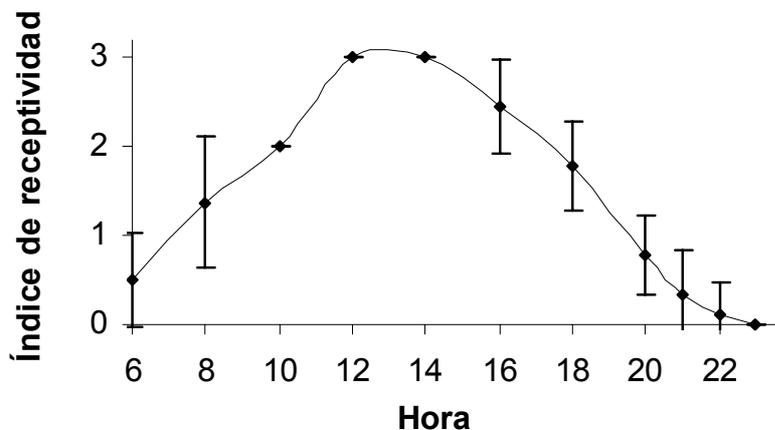
FASE	N	MEDIA	S.D.	MEDIANA	H	P
Femenina	113	34,42	5,99	35,00	2,13	0,1442
Masculina	159	33,34	7,48	33,50		

Debido a que los distintos sitios de muestreo fueron muestreados en distintas campañas agrícolas y/o estaban separados entre sí por grandes distancias, y puesto que el volumen de néctar está influido por varios factores climáticos (por ejemplo la temperatura, Mani & Saravanan, 1999) no se realizaron comparaciones entre los diferentes sitios muestreados.

1.2 - Receptividad estigmática del girasol

Las mediciones mostraron que en girasol el estigma se encuentra receptivo durante las horas de luz del día (Figura 3). A la mañana la receptividad fue intermedia y alcanzó su máximo hacia el mediodía y primeras horas de la tarde, seguido de una marcada disminución hacia el final de la tarde. A la noche, si bien las ramas estigmáticas estaban abiertas la superficie del estigma no estaba receptiva.

Figura 3. Variación de la receptividad estigmática en flores emasculadas de girasol a lo largo del día. Se representa la media \pm desvío estándar.



2- Visitantes florales diurnos del girasol

2.1 - Relevamientos de los visitantes

Sumando los ocho sitios relevados, se capturaron 196 individuos pertenecientes a 73 especies de visitantes florales diurnos en capítulos de girasol. La tabla 4 muestra la cantidad de especies capturadas en cada sitio discriminando entre órdenes de insectos.

Tabla 4. Especies de visitantes florales diurnos capturados en capítulos de girasol en los ocho sitios relevados.

SITIO	SP	RE	PA	BA	SU	P	RO	HO	TOTAL
Especies	19	17	7	9	17	14	17	11	73
Hymenoptera	13	8	4	4	6	9	7	8	34
Coleoptera	4	2	2	3	5	4	6	1	18
Diptera		5	1	2	6		2	1	14
Lepidoptera	1	1				1			3
Orthoptera							2		2
Heteroptera	1	1							2
Blattaria								1	1

Los himenópteros fueron los visitantes más abundantes en todos los sitios (Tabla 4) y constituyeron también el orden más rico (Tabla 5). Las especies más capturadas fueron *Apis mellifera* (Apidae, tribu Apini) y *Melissodes tintinnans* (Apidae Eucerini). Otras especies de ápidos capturados en menor número fueron *Melissodes rufithorax*, *Melissoptila tandilensis*, *Melissoptila desiderata* (Eucerini), *Bombus atratus*, *B. morio* (Bombini), *Xylocopa augusti*,

Tabla 5. Himenópteros capturados sobre capítulos de girasol en los seis sitios relevados.

			SP	RE	PA	BA	SU	P	RO	HO
Apidae										
Apinae										
Apini										
	<i>Apis</i>	<i>A. mellifera</i> L.	X	X	X	X	X	X	X	X
Bombini										
	<i>Bombus</i>	<i>B. atratus</i> Franklin	X	X	X					
		<i>B. morio</i> (Swederus)	X				X			
Eucerini										
	<i>Florilegus</i>	<i>F. condignus</i> (Cresson)	X							
	<i>Melissodes</i>	<i>M. rufithorax</i> Brèthes						X	X	X
		<i>M. tintinnans</i> (Holmberg)	X	X	X		X		X	X
	<i>Melissoptila</i>	<i>M. desiderata</i> (Holmberg)	X	X						
		<i>M. tandilensis</i> Holmberg				X			X	X
Emphorini										
	<i>Ptilothrix</i>	<i>P.</i> sp. 1	X							
Xylocopinae										
Xylocopini										
	<i>Xylocopa</i>	<i>X. augusti</i> Lepeletier				X	X		X	X
		<i>X. subcyanea</i> Pérez			X					
		<i>X. splendidula</i> Lepeletier								X
Nomadinae										
Epeolini										
	<i>Doeringiella</i>	<i>D. holmbergi</i> (Schrottky)	X							
Megachilidae										
<i>Megachile</i>										
		<i>M. cordialis</i> Mitchell		X						
		<i>M. gomphrenae</i> Homberg		X					X	
		<i>M. hieronymi</i> Friese						X		
		<i>M. hoffmannseggiae</i> Jörgensen	X							
		<i>M. neutra</i> Vachal						X		
		<i>M. cf. stenophora</i> Holmberg	X							
		<i>M. (Acentron)</i> sp. 1		X						
		<i>M. (Leptorachis)</i> sp. 1		X						
		<i>M. (Dactylomegachile)</i> sp. 1	X							
		<i>M.</i> sp.							X	
Andrenidae										
	<i>Callonychium</i>	<i>C.</i> sp. 1						X		
Halictidae										
<i>Lasioglossum</i>										
		<i>L. (Dialictus)</i> sp. 1	X							
		<i>L. (Dialictus)</i> sp. 2						X		
		<i>L. (Dialictus)</i> sp. 3								X
		<i>L. (Dialictus)</i> sp. 4								X
<i>Pseudagapostemon</i>										
		<i>P. (N.)</i> sp.						X		
Formicidae										
	<i>Acromyrmex</i>	<i>A.</i> sp. 1					X			
	<i>Camponotus</i>	<i>C.</i> sp. 1					X			
Sphecidae										
Larrini										
	<i>Tachytes</i>	<i>T.</i> sp. 1						X		
Crabronini										
	<i>Ectemnius</i>	<i>E.</i> sp. 2						X		
Tiphiidae										
		Tiphiidae sp. 4				X				

Tabla 6. Coleópteros, dípteros, lepidópteros, heterópteros y blátidos capturados sobre capítulos de girasol en los ocho sitios relevados.

			SP	RE	PA	BA	SU	P	RO	HO
Coleoptera										
Scarabaeidae										
		Scarabaeidae sp. 1		X						
		Scarabaeidae sp. 2		X						
		Scarabaeidae sp. 3			X					
		Scarabaeidae sp. 4			X					
Melyridae										
	<i>Astylus</i>	<i>A. atromaculatus</i> Blanchard						X	X	
		<i>A. quadrilineatus</i> (Germ.)							X	
		<i>A. sp.1</i>		X						
Carabidae cf. <i>Calosoma</i>										
		<i>C. sp. 1</i>				X				
Chrysomelidae										
	<i>Diabrotica</i>	<i>D. speciosa</i> (Germ.)		X	X	X	X	X	X	X
	<i>Spintherophyta</i>	<i>S. sp.</i>								X
Coccinellidae										
	<i>Eriopis</i>	<i>E. connexa</i> (Germ.)		X	X	X	X	X	X	X
Familias no determinadas										
		Coleoptera sp. 1			X					
		Coleoptera sp. 2			X					
		Coleoptera sp. 3						X		
		Coleoptera sp. 4						X		
		Coleoptera sp. 5						X		
		Coleoptera sp. 6								X
Diptera										
Syrphidae										
	<i>Palpada</i>	<i>P. distinguenda</i> Wiedemann		X				X		X
		<i>P. geniculata</i> Fabricius						X		
		<i>P. furcata</i> Weidemann		X						
		<i>P. rufiventris</i> Macquart			X			X		
	<i>Eristalinus</i>	<i>E. taeniops</i> Wiedemann		X						
Tachinidae										
		Tachinidae sp. 1				X	X			
		Tachinidae sp. 2		X						
		Tachinidae sp. 3		X						
		Tachinidae sp. 4								X
Sarcophagidae										
	<i>Oxysarcodexia</i>	<i>O. varia</i> (Walker)				X	X		X	
Muscidae										
		Muscidae sp. 1						X		
Heteroptera										
Familia no determinada										
		Heteroptera sp. 1		X						
		Heteroptera sp. 2			X					
Lepidoptera										
Hesperiidae										
	<i>Codatractus</i>	<i>C. aminos</i> (Hewitson)		X						
	<i>Lerodea</i>	<i>L. eufala</i> (Edwards)						X		
Pyralidae										
		Pyralidae sp. 1		X						(cont.)

(cont.)

	SP	RE	PA	BA	SU	P	RO	HO
Blattaria								
Blatellidae								
<i>Pseudomops</i>								
<i>P. neglecta</i> Shelford								X
Orthoptera								
Familia no determinada								
Orthoptera sp. 1								X
Orthoptera sp. 2								X

X. splendidula Lepeletier y *X. subcyanea* Pérez (Xylocopini). Todas estas especies son de tamaño mediano a grande y visitaban las flores del girasol en busca de polen y/o néctar.

Otra familia con numerosas especies capturadas fue Megachilidae. Al menos 10 especies de *Megachile* fueron capturadas en cuatro sitios de muestreo, pero la mayoría de las especies fueron encontradas en un único sitio de muestreo (Tabla 5). A excepción de *Megachile gomphrenae* que fue encontrada en RE y RO, *M. stenophora*, *M. hoffmansseggiae* y *M. (Dactylomegachile)* sp. fueron capturadas sólo en SP; *M. cordialis*, *M. (Leptorachis)* sp., *M. (Acentron)* sp. fueron capturadas sólo en RE, y *M. hieronymi* y *M. neutra* fueron atrapadas en capítulos de girasol en P y *M. sp. 1* fue capturada en RO. En los cuatro sitios restantes (PA, BA, SU y HO) no se capturaron individuos de *Megachile* forrajeando sobre flores de girasol.

Cinco especies de abejas de la familia Halictidae fueron atrapadas en flores de girasol. Cuatro de ellas pertenecen al género *Lasioglossum* (subgénero *Dialictus*), una de las cuales fue capturada en SP, otra en RO y las dos restantes

en HO. Una especie de *Pseudagapostemon* (*Neagapostemon*) fue capturada en RO (Tabla 5).

Otros himenópteros capturados en capítulos de girasol de SU fueron hormigas de los géneros *Camponotus* y *Acromyrmex*, las cuales cortaban las corolas de las flores liguladas y las transportaban a sus nidos.

En P se capturaron dos especies de avispas de la familia Sphecidae, *Tachytes* sp. (subfamilia Crabroninae: tribu Larrini) y *Ectemnius* sp. (Crabroninae: Crabronini), las cuales buscaban néctar en la base del tubo floral.

El segundo orden de insectos en cantidad de especies capturadas fue Coleoptera (Tabla 4). Dieciocho especies fueron colectadas en los ocho sitios de muestreo (Tabla 6). Las especies *Eriopis connexa* (Coccinellidae) y *Diabrotica speciosa* (Chrysomelidae) fueron capturadas en ocho y siete de los sitios de muestreo, respectivamente. La familia con mayor cantidad de especies colectadas fue Scarabaeidae, aunque con bajo número de individuos (Tabla 6).

En P el “siete de oro” (*Astylus atromaculatus*) fue el coleóptero más abundante. Este coleóptero utiliza los capítulos para alimentarse así como también como sitio de apareamiento (*rendezvous pollination*; Steiner, 1998). En algunos capítulos se pudieron observar más de 50 individuos simultáneamente. En RO la especie también fue observada pero con menor abundancia.

Dentro de los dípteros, la familia Syrphidae fue la más abundante tanto en número de especies como de número de individuos capturados. Al menos cinco especies de sírfidos cristalinos fueron capturados en capítulos de girasol (Tabla 6). También se capturaron especies de otras familias como Tachinidae, Sarcophagidae y Muscidae (Tabla 6).

Sólo tres especies de mariposas diurnas fueron colectadas libando néctar en flores de girasol (Tabla 6). Las dos especies de Heteroptera capturadas sobre capítulos de girasol son predadoras de visitantes florales. La especie de cucaracha capturada es de hábitos diurnos y fue también encontrada sobre flores de otras especies.

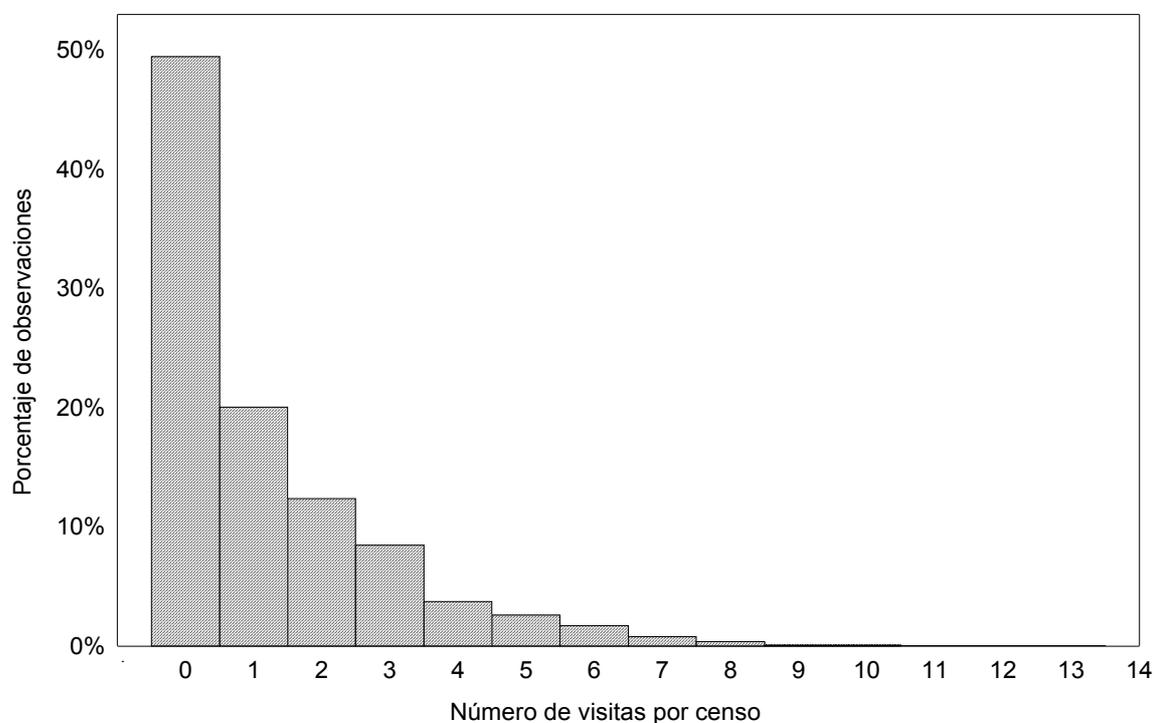
2.2 - Censos de visitantes florales diurnos

Durante los censos (en total, 27,5 h de observación; 3,5; 3; 5; 4,5; 1,5; 4; 4,5; 4,5 h para SP, RE, PA y BA, SU, P, RO y HO, respectivamente) se censaron visitas de insectos a un total de 1908 capítulos. Se registraron en total 2300 visitas de insectos. La especie más abundante fue *Apis mellifera* con 2146 visitas (aprox. 93%), mientras que los insectos nativos sólo efectuaron 154 visitas (aprox. 7%). De las 154 visitas de insectos nativos, 105 fueron realizadas por Eucerini (*Melissodes* spp. y *Melissoptila* spp.), 8 por Halictidae, 3 por *Megachile* spp., 2 por *Bombus*, 7 por moscas, de las cuales 4 fueron *Palpada* spp., y las restantes 29 por coleópteros (principalmente, *Eriopis connexa* y *Diabrotica speciosa*). En HO, la cantidad de visitas de *A. mellifera* y de *Melissodes* spp.

observadas durante los censos fue muy similar (83 visitas vs. 67 visitas, respectivamente). En el resto de los sitios las abejas domésticas fueron mucho más abundantes en relación con las abejas nativas. Los capítulos recibieron entre 0 y 13 visitas por censo, aunque aproximadamente el 50% de los capítulos no recibieron visitas (Figura 4).

En SP, PA, SU, RO y HO se observaron colmenas de *A. mellifera*, colocadas en los bordes del cultivo o en las cercanías de los lotes de girasol por parte del productor agropecuario local o por productores de establecimientos vecinos.

Figura 4. Distribución de frecuencia de visitas por capítulo (n=200 censos; 1908 capítulos).



La tasa de visita en SP, PA, RE, HO, SU y RO respectivamente, fue de 0,361; 0,188; 0,169; 0,07; 0,06 y 0,06 visitas.min⁻¹.capítulo⁻¹, mientras que en BA y P no se registraron visitas durante los censos, por lo cual estos sitios no se incluyeron en los análisis.

En SP se hallaron diferencias significativas en el número de visitas entre horarios ($\chi^2=21,26$; $P=0,0016$; g.l.=6): las visitas fueron más abundantes a la mañana (9:00), disminuyendo hacia el mediodía (12:00) y a la tarde (17:00) (Figura 5).

La frecuencia de visitas también varió entre distancias ($\chi^2=20,24$; $P=0,0025$ g.l.=6): las visitas fueron más abundantes en los capítulos cercanos al borde del lote (Figura 5). La interacción horario*distancia no exhibió diferencias significativas ($\chi^2=10,60$; $P=0,5631$; g.l.=12). En RE el horario tuvo un efecto altamente significativo sobre el número de visitas a los capítulos ($\chi^2=25,58$; $P=0,0002$; g.l.=6). Se observaron más visitantes a la mañana y al mediodía que a la tarde (Figura 5). El efecto de las distancias también fue significativo en este sitio ($\chi^2=14,67$; $P=0,0230$; g.l.=6), siendo más visitados los capítulos a 20 m y a 100 m del borde del cultivo durante las horas de mayor actividad de los insectos (Figura 5). La interacción horario*distancia fue significativa ($\chi^2=28,19$; $P=0,0052$; g.l.=16). En PA, SU y RO no se hallaron efectos significativos de horario ni de distancia. En PA los valores obtenidos del modelo log-lineal fueron los siguientes: entre horarios ($\chi^2=8,23$; $P=0,2212$; g.l.=6), entre distancias ($\chi^2=3,07$; $P=0,8006$; g.l.=6), la interacción horario*distancia ($\chi^2=18,59$; $P=0,0990$; g.l.=12) (Figura 5). Para SU: entre horarios ($\chi^2=10,51$; $P=0,1045$;

g.l.=6), entre distancias ($\chi^2=7,92$; $P=0,2441$; g.l.=6), interacción horario*distancia ($\chi^2=8,54$; $P=0,7414$; g.l.=12). Para RO: entre horarios ($\chi^2=9,22$; $P=0,1614$; g.l.=6), entre distancias ($\chi^2=3,31$; $P=0,7692$; g.l.=6), interacción horario*distancia ($\chi^2=6,29$; $P=0,9006$; g.l.=12). Finalmente, en HO horario generó diferencias significativas en el número de visitas ($\chi^2=24,39$; $P=0,0004$; g.l.=6): las visitas fueron más abundantes en el horario de las 12:00. Pero la frecuencia de visitas no varió significativamente con la distancia al borde del lote ($\chi^2=3,58$; $P=0,7329$; g.l.=6), y la interacción horario*distancia tampoco fue significativa ($\chi^2=8,58$; $P=0,7378$; g.l.=12 (Figura 5).

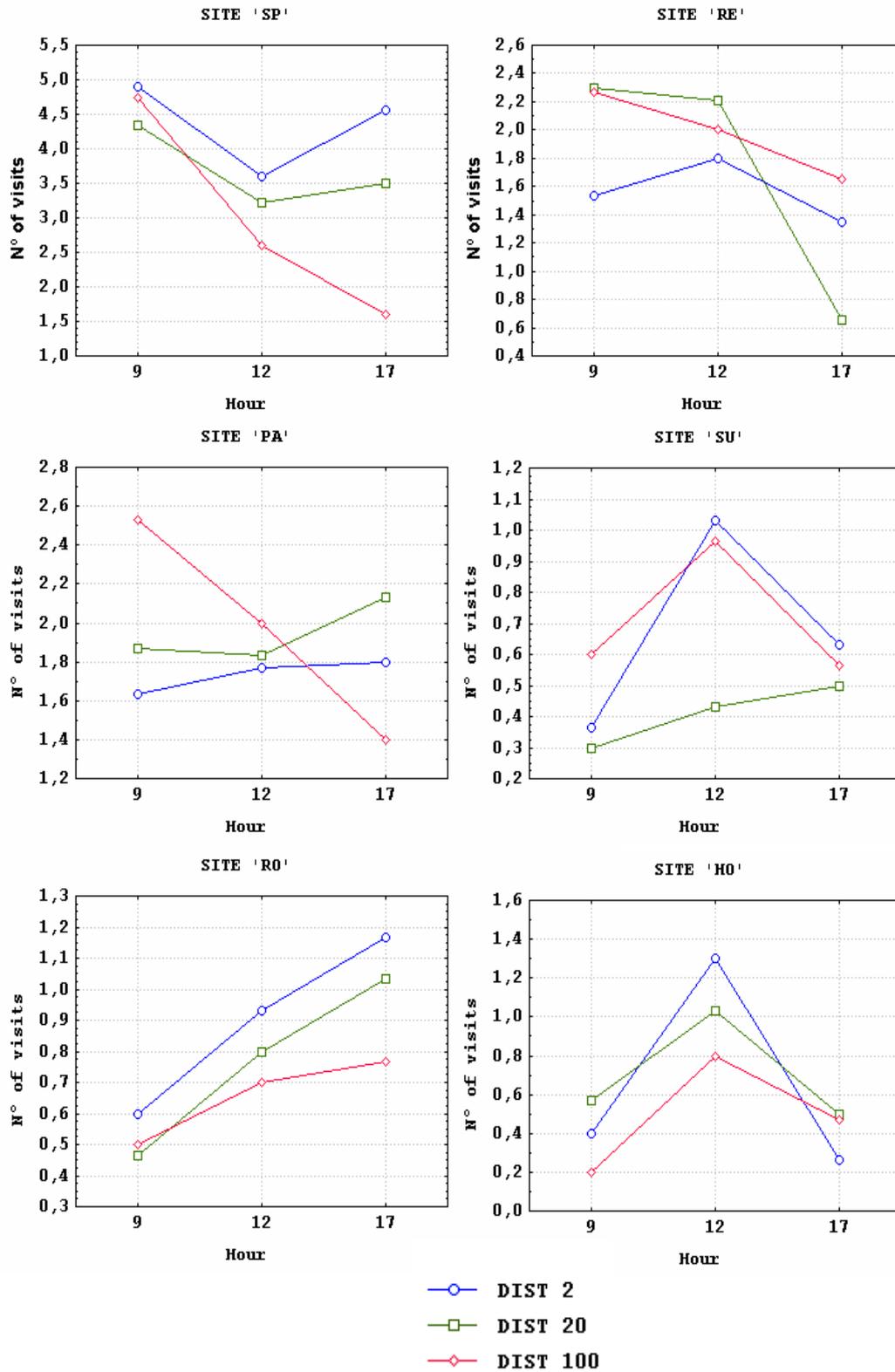
2.3 - Correlación entre las variables climáticas y el número de visitantes florales

La frecuencia de visitas a los capítulos no mostró correlación lineal con la temperatura ni con la humedad ambiente en ninguno de los horarios (Figura 6). Sólo se encontró una ligera correlación negativa ($R^2=0,43$; $P=0,0021$) entre la temperatura y la frecuencia de visitas a las 17:00 hs.

2.4 - Correlación entre el tamaño de los capítulos y el número de visitantes florales

Considerando los 96 censos efectuados en SP, RE, PA y BA, no se halló correlación lineal entre el número total de visitas por capítulo y el área ocupada por flores abiertas ($R^2=0,013$; $P=0,0012$), ni con el porcentaje del área del capítulo ocupado por flores abiertas ($R^2=0,015$; $P=0,000508$).

Figura 5. Variación de la frecuencia de visitas a los capítulos de girasol en función del sitio y de la distancia del capítulo al borde del lote (N = 158 censos por distancia y por sitio)



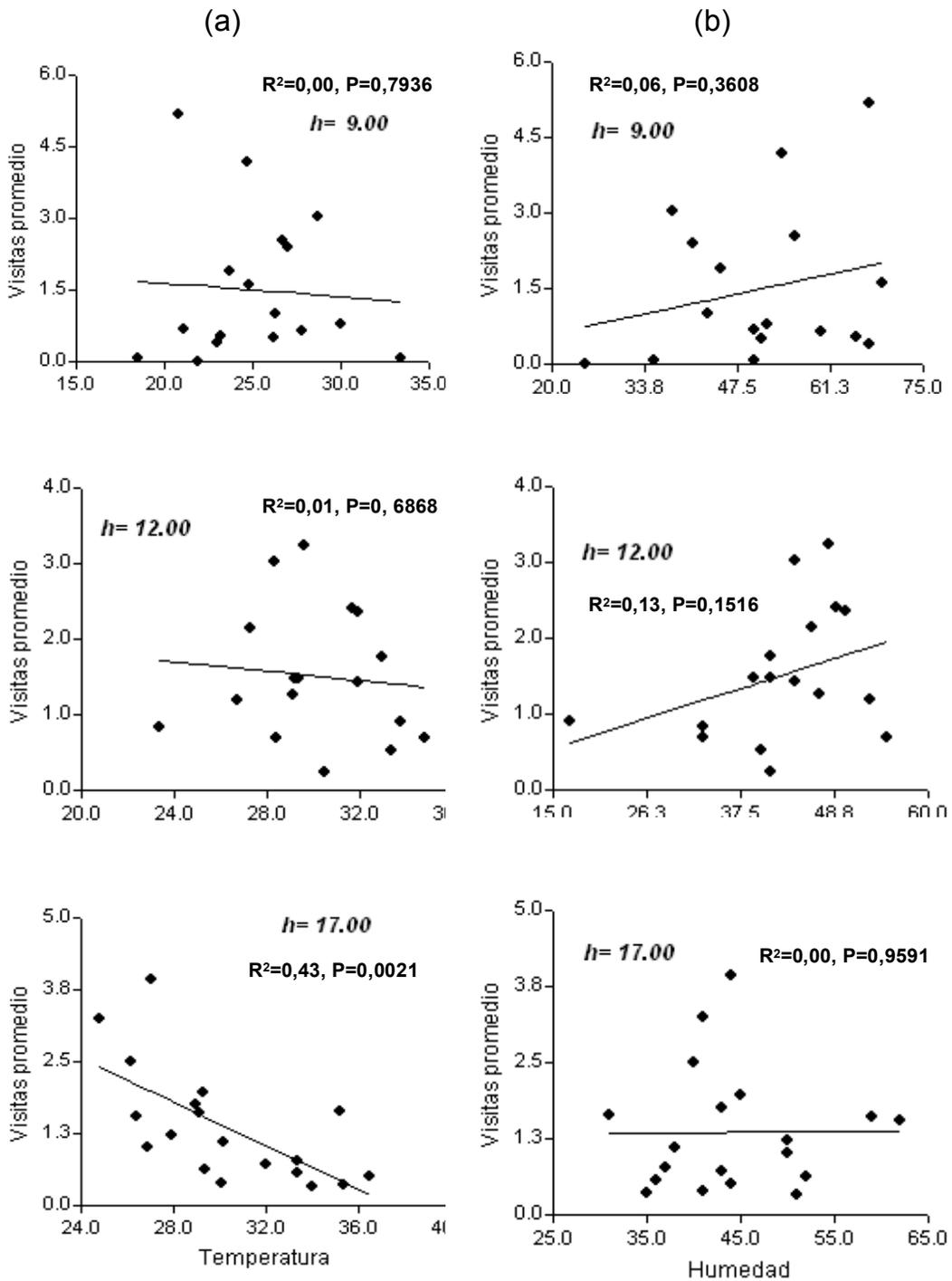
2.5. Descripción del comportamiento de forrajeo de los visitantes diurnos del girasol

Las flores de girasol ofrecen las dos principales recompensas florales (Simpson & Neff 1983): polen y néctar. La abeja doméstica forrajeó principalmente por néctar. Durante sus visitas, los individuos de *A. mellifera* recorrían numerosas flores buscando néctar en la base del tubo corolino. A medida que caminaban por el capítulo, las abejas colectaban pasivamente polen.

Cuando estaban muy cubiertas de polen se alejaban volando a 5-10-(15) cm del capítulo y mientras sobrevolaban removían el polen de sus cuerpos y lo desechaban, para volver al capítulo y continuar la búsqueda de néctar. En muy pocas oportunidades se observaron individuos de *A. mellifera* colectando polen activamente en sus corbículas. Cuando lo hacían caminaban más rápidamente que cuando forrajeaban por néctar y a intervalos se detenían y acomodaban el polen en las corbículas.

A diferencia de *A. mellifera*, las abejas nativas *Melissodes* spp., *Melissoptila* spp. y *Megachile* spp., principalmente forrajeaban por polen. Sus visitas eran más rápidas, recorrían pocas flores y colectaban polen en sus escopas. En HO, el sitio donde hubo mayor cantidad de abejas eucerinas, se observó que en las últimas visitas del día (alrededor de las 18:00 hs) a los capítulos las abejas forrajeaban principalmente por néctar, alargando el tiempo en el que se quedaban en el capítulo.

Figura 6. Correlación lineal simple entre la frecuencia de visitas y (a) la temperatura y (b) la humedad en los tres horarios en que se efectuaron censos de visitantes del girasol (n=158 censos y seis sitios).



Por otro lado, los abejorros (*Bombus* spp. y *Xylocopa* spp.) libaban néctar en los capítulos de girasol y colectaban polen en las malezas del borde del cultivo. Las especies de estos dos géneros son de tamaño corporal grande (más de 1,5 cm.) y pueden transportar grandes cantidades de polen y contactar el estigma de numerosas flores durante sus visitas, pero no fueron visitantes frecuentes ni constantes de los capítulos de girasol. Todas las especies de la familia Halictidae capturadas forrajeando en flores de girasol eran abejas de tamaño pequeño (menos de 7 mm) que recorrían los capítulos en busca de polen.

Los coleópteros capturados fueron principalmente consumidores de polen y/o partes florales. Dentro del grupo de las moscas, los sírfidos cristalinos fueron los visitantes más constantes a las flores de girasol. Los machos del género *Palpada* que son territoriales y recorrían sus parches florales activamente, desplazando de ellos a otros machos, así como también a abejas nativas como *Melissodes* spp. y pequeños Halictidae e incluso a *Apis mellifera*. Estas moscas forrajeaban principalmente por polen que tomaban de las anteras o de los estigmas. Los taquínidos, sarcófágidos y otras especies de moscas libaban néctar y sus visitas fueron ocasionales y rápidas.

2.6 - Determinación de carga polínica corporal en visitantes del girasol

En total, se contaron las cargas polínicas corporales en 82 visitantes diurnos. De ellos, 57 pertenecían a *A. mellifera*, 19 a *Melissodes tintinnans*, 5 a *M. rufithorax* y 1 a *Melissoptila tandilensis*.

De las 57 abejas domésticas capturadas, los individuos enteros (n=16) llevaban $1986,94 \pm 743,95$ granos de polen y aquellos sin las patas III (n=41) sólo transportaban $839,34 \pm 773,63$ granos de polen. La diferencia es altamente significativa (W=651,0; P=0,0009). En este segundo grupo, las abejas que visitaban capítulos normales (n=27) transportaban en sus cuerpos $1183,93 \pm 743,95$ granos de polen, mientras que las visitantes de capítulos androestériles (n=14) llevaban sólo $174,79 \pm 111,26$ granos (la diferencia es altamente significativa; W=119,50; P<0,0001).

Melissodes tintinnans llevaba $912,42 \pm 721,72$ granos, mientras que *M. rufithorax* transportaba $1505 \pm 1023,41$ granos (cargas polínicas corporales sin patas III; diferencia no significativa; W=80; P=0,2135). Como sólo se dispuso de un ejemplar de *M. tandilensis* esta especie no se tuvo en cuenta en el análisis. Como las especies de *Melissodes* no diferían entre sí en la cantidad de granos de polen que transportaban, se las agrupó y se comparó el conjunto (*Melissodes* spp.: $1035,88 \pm 806,37$ granos) con *A. mellifera* (diferencia no significativa; W=578,0; P=0,3854).

2.7 - Deposición de polen en estigmas de girasol tras visitas de abejas melíferas

Se procesaron 181 estigmas de flores de 10 capítulos androestériles colectados en SU luego de que en cada capítulo se hubiera producido una única visita de *A. mellifera*, para determinar el número de granos de polen que estas abejas depositan en cada visita. El número de estigmas contactados por *A. mellifera* fue de $18,1 \pm 7,35$ (rango = 7-30), y el número de granos de polen depositado en cada estigma fue de 23 ± 40 (rango 0-229).

3 - Visitantes nocturnos del girasol

3.1 - Relevamiento de los visitantes florales

En los cinco sitios relevados se colectaron 635 visitantes florales nocturnos pertenecientes a cuatro órdenes de insectos: Lepidoptera, Coleoptera, Blattaria y Orthoptera (Tabla 7). De ellos, 575 fueron lepidópteros nocturnos de las familias Noctuidae, Pyralidae, Geometridae y Sphingidae, 45 fueron coleópteros, 10 cucarachas y 5 langostas.

Los lepidópteros nocturnos más abundantes pertenecieron a la familia Noctuidae (510 ejemplares; 49 morfo-especies), mientras que las familias Pyralidae (47 ejemplares; 8 morfo-especies), Geometridae (3 ejemplares; 3 morfo-especies) y Sphingidae (2 ejemplares de *Hyles lineata* (Fabricius))

estuvieron poco representadas. Trece individuos (aprox. 2%) no se han podido identificar a nivel de familia.

Las morfo-especies más comunes fueron Noctuidae sp. 40, Noctuidae sp. 44, y Noctuidae sp. 41, lo que corresponde a 292 individuos de los 575 capturados. Otras especies de noctúidos comunes fueron *Rachiplusia nu* (Guenée), *Peridroma saucia* (Hübner), *Agrotis anteposita* Guenée, y *Pseudaletia* sp. 1. Los pirálidos estuvieron representados por un bajo número de individuos. La única especie abundante fue Pyralidae sp. 16 (30 individuos).

Tabla 7. Número de visitantes nocturnos del girasol en cinco sitios del área del cultivo en Argentina, tiempo empleado en la captura (minutos) y tasa de captura (individuos por minuto).

SITIO	BA	SU	P	RO	HO	TOTALES
Total	56	194	110	243	32	635
Lepidoptera	52	172	105	217	29	575
Coleoptera	4	11	5	23	2	45
Blattaria		9			1	10
Orthoptera		2		3		5
Tiempo de captura	210	645	160	240	60	1315
Tasa de captura	0,27	0,30	0,68	1,01	0,53	0,48

Los restantes visitantes nocturnos fueron 45 individuos de coleópteros de diferentes familias como Elateridae (*Conoderus alfredoi* y seis especies más), Melyridae (*Astylus atromaculatus*), Carabidae (cf. *Calosoma* sp.), Scarabaeidae y otras familias no determinadas. Además, en SU y HO se capturaron 10 individuos de la cucaracha *Ischnoptera bilunata* (Blatellidae) y en SU y RO se capturaron 5 individuos de dos especies de ortópteros.

3.2 - Comportamiento de forrajeo de los visitantes

Tanto las polillas como los demás insectos nocturnos se movían muy poco dentro del capítulo o entre capítulos. Las polillas libaban posadas en los capítulos, pero el cuerpo quedaba separado de las flores. Algunas especies, como *Rachiplusia nu*, aleteaban constantemente mientras libaban. Las polillas de tamaño mediano, como los noctuidos, introducían la espiritrompa en el tubo corolino y libaban néctar. El largo de la espiritrompa superaba al tubo floral por lo que el animal no introducía su cabeza en la flor, con lo cual ésta no contactaba las anteras y/o estigmas. Incluso un mismo individuo podía libar de varias flores sin necesidad de desplazarse por el capítulo. A diferencia de las polillas, los dos ejemplares capturados de esfingidos libaban néctar sobrevolando el capítulo, un comportamiento conocido para la familia (Moré et al. 2005).

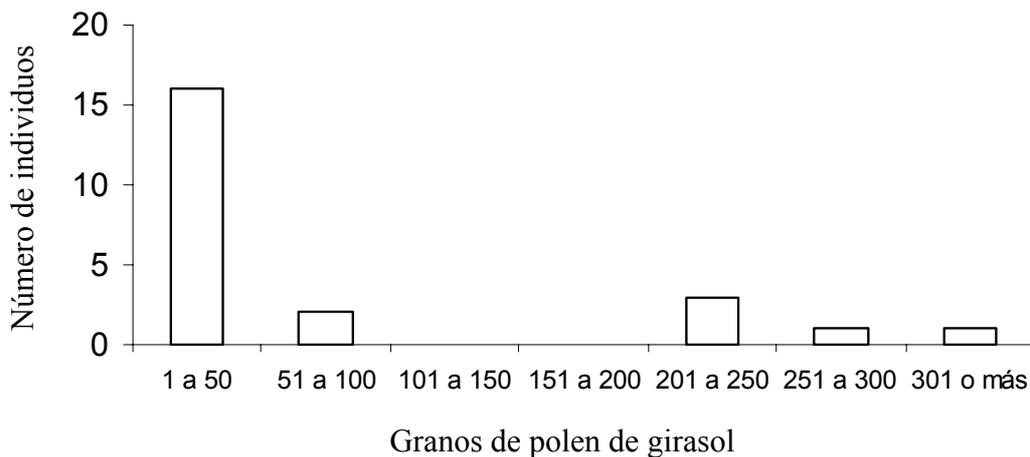
Entre los coleópteros, algunas especies comían polen y otras se alimentaban de tejidos florales o, incluso, del receptáculo del capítulo. Las

langostas y posiblemente también las cucarachas se alimentaban de granos de polen que forrajearon en las anteras o sobre los estigmas.

3.3 - Cargas polínicas corporales de los visitantes

Se revisaron las cargas polínicas de 23 polillas: 21 noctuidos (9 de Noctuidae sp. 44, 3 de *Pseudaletia* sp. 1, 2 de *Peridroma saucia*, 2 de *Rachiplusia nu*, 2 de Noctuidae sp. 26, 2 de Noctuidae sp. 43 y 1 de Noctuidae sp. 46) y 2 pirálidos (Pyralidae sp. 16). En las espiritrompas las polillas estudiadas transportaban $78,34 \pm 98,72$ (rango = 1-320) granos de polen de girasol. Sin embargo, de los 23 individuos procesados, 16 transportaban menos de 50 granos (Figura 7) y sólo 5 llevaban más de 200 granos.

Figura 7. Distribución de frecuencias de granos de polen de girasol en espiritrompas de polillas capturadas sobre capítulos de girasol (N=23 polillas de 8 morfoespecies)



4 - Vegetación acompañante del cultivo de girasol

4.1 - Relevamiento de las malezas del cultivo y de sus visitantes florales

El número total de especies de malezas colectadas en los ocho sitios de muestreo fue de 152, de las cuales 44 eran exóticas. Las especies pertenecían a 38 familias vegetales, de las cuales las mejor representadas fueron Asteraceae (36 especies), Fabaceae (14 especies), Solanaceae (13 especies) y Verbenaceae (10 especies). Las familias que aportaron mayor número de especies exóticas fueron Asteraceae (15 de 36), Fabaceae (6 de 14) y Brassicaceae (7 de 7).

Solamente dos especies de malezas estuvieron presentes en 5 sitios (*Ammi majus* L. y *Carduus acanthoides* L.), 7 especies fueron halladas en cuatro sitios, 7 en tres sitios, 26 en dos sitios y 107 especies vegetales fueron colectadas en los bordes del cultivo en sólo uno de los sitios estudiados. Las especies vegetales colectadas en cada sitio de muestreo se presentan en el apéndice I. No todas las especies de malezas entomófilas florecidas en el momento de floración del girasol interactuaron con visitantes florales (Tabla 8).

Por otro lado, sumando los ocho sitios, fueron capturados 756 individuos de insectos, pertenecientes a 248 especies, mientras visitaban flores de las malezas del borde del cultivo. Estos insectos pertenecían a los órdenes Hymenoptera (155 especies), Diptera (62 especies), Lepidoptera (22 especies), Coleoptera (8 especies) y Blattaria (1 especie). La tabla 9 muestra la cantidad de

especies capturadas en cada sitio de muestreo. El listado de las especies se presenta en el apéndice II.

Los órdenes más abundantes fueron Hymenoptera y Diptera. Las especies de estos dos grupos interactuaron con gran cantidad de malezas. Las especies de abejas (*Apis mellifera*, *Melissodes* spp., *Melissoptila* spp.) y moscas (*Palpada* spp.) más abundantes en los capítulos del girasol interactuaron también con la vegetación del borde del cultivo en todos los sitios estudiados.

Las mariposas diurnas fueron numéricamente abundantes pero estuvieron representadas por pocas especies. Los coleópteros no fueron muy abundantes en las flores de las malezas. El único representante de Blattaria fue la cucaracha diurna *Pseudomops neglecta*, colectada en dos sitios (PA y HO) y también registrada sobre capítulos de girasol.

Tabla 8. Especies de malezas con flores entomófilas abiertas asociadas con ocho sitios de cultivo de girasol. Se indica el número de malezas por sitio, el número de malezas con interacciones (es decir, con visitantes florales observados) y el esfuerzo de muestreo (horas hombre de observación de visitantes).

SITIO	MALEZAS EN FLOR	MALEZAS CON INTERACCIONES	ESFUERZO DE MUESTREO
SP	40	13	22
RE	26	12	27
PA	17	11	19
BA	18	9	12
SU	33	21	26
P	13	7	26
RO	36	22	24
HO	36	19	20

Tabla 9. Composición de los elencos de visitantes florales de las malezas del borde del cultivo de girasol en los ocho sitios relevados. Se muestra el número de especies por sitio y por orden.

SITIO	HYMENOPTERA	DIPTERA	LEPIDOPTERA	COLEOPTERA	BLATTARIA
SP	26	1			
RE	36	30	7		
PA	25	17	7	1	1
BA	4	5	4	1	
SU	20	19	5		
P	21	7	2	2	
RO	32	10	3	4	
HO	38	11	4	4	1
Total	155	62	22	8	1

Si bien el número de sitios relevado fue relativamente bajo ($n=8$) es interesante remarcar que el número total de especies de malezas en flor se correlacionó positivamente con el número de especies de insectos que visitaban al girasol ($r=0,72$, $p=0,042$). El esfuerzo de muestreo también se correlacionó positivamente, aunque marginalmente, con el número de especies de visitantes del girasol ($r=0,71$, $p=0,049$). El número de especies de malezas con interacciones ($r=0,60$, $p=0,112$), el número total de especies de visitantes ($r=0,55$, $p=0,160$), el número total de interacciones insecto-planta ($r=0,58$, $p=0,130$) y la latitud geográfica ($r=-0,65$, $p=0,076$) no se correlacionaron significativamente con el número de especies de visitantes a los capítulos de girasol.

5 - Calidad del servicio de polinización del cultivo de girasol

5.1 - Determinación de carga polínica estigmática en flores de girasol expuestas a polinización libre

Considerando simultáneamente los ocho sitios y las tres distancias al borde del lote, la frecuencia de visitas a capítulos normales de girasol se correlacionó negativamente con el número de granos de polen depositados en el estigma de las flores hermafroditas de dichos capítulos. Por el contrario, en capítulos androestériles (en este caso, en sólo cuatro sitios: RE, PA, SU y RO) a mayor frecuencia de visitas el número de granos de polen por estigma aumentó (Figura 8). Para este cálculo, la frecuencia de visitas utilizada es el promedio de las frecuencias de visita obtenidas de los censos efectuados en cada combinación de sitio y distancia al borde del lote.

Las ecuaciones de las regresiones lineales son:

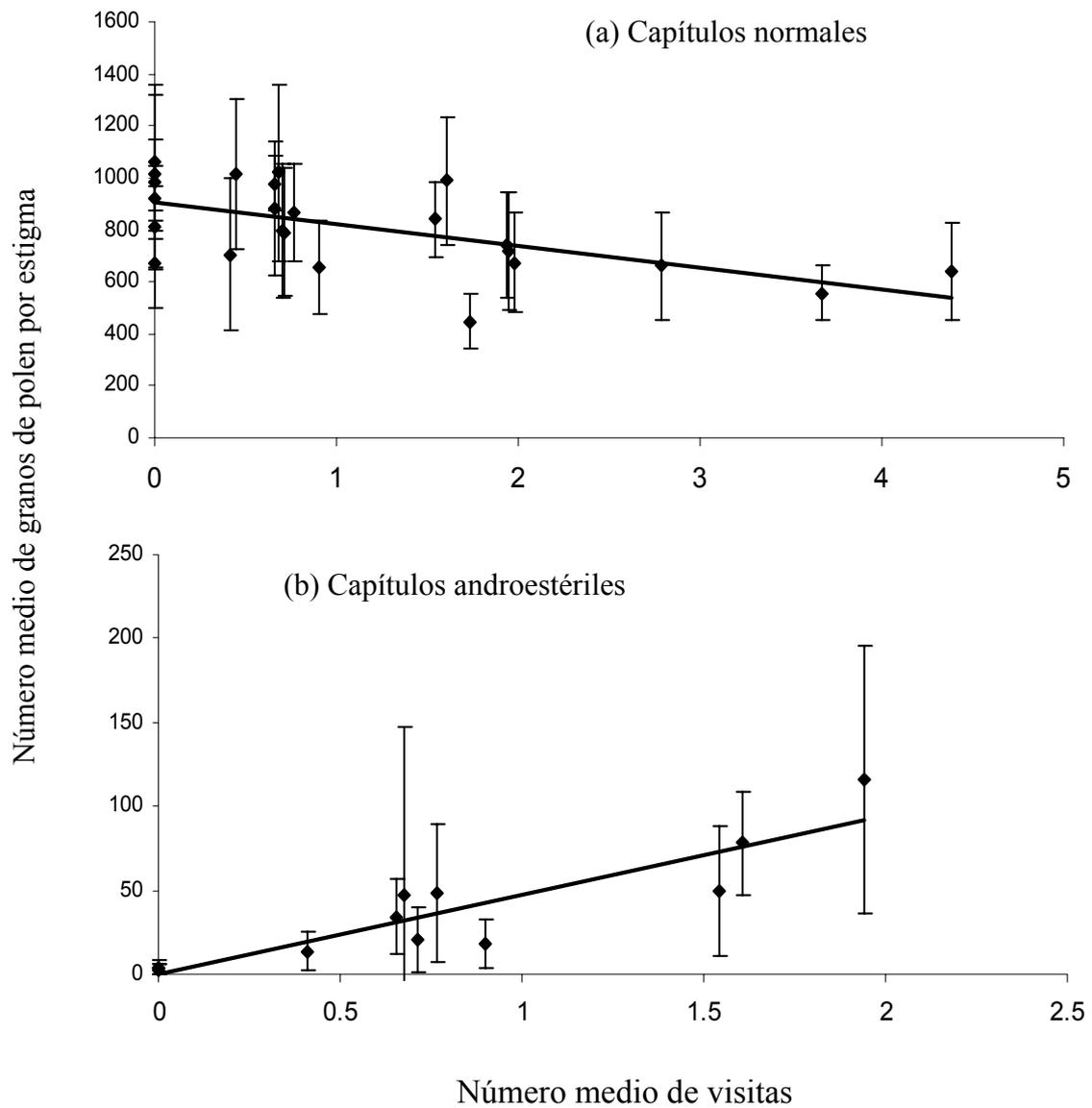
(a) para capítulos normales:

número medio de granos por estigma = $906,57 - 84,26 * \text{visitas promedio por capítulo}$, $R^2=0,33$, $p=0,0019$, $n=24$;

(b) para capítulos androestériles:

número medio de granos por estigma = $-0,30 + 47,85 * \text{visitas promedio por capítulo}$, $R^2=0,82$, $p=0,0001$, $n=12$

Figura 8. Regresión lineal simple entre el número medio de granos de polen (\pm S. D.) por estigma en flores (a) hermafroditas (capítulos normales) y (b) androestériles (capítulos androestériles) expuestas a polinización libre, y la frecuencia de visitas experimentada por el capítulo (número de visitas recibidas por un capítulo en diez minutos). N=214 y 112 estigmas, respectivamente.



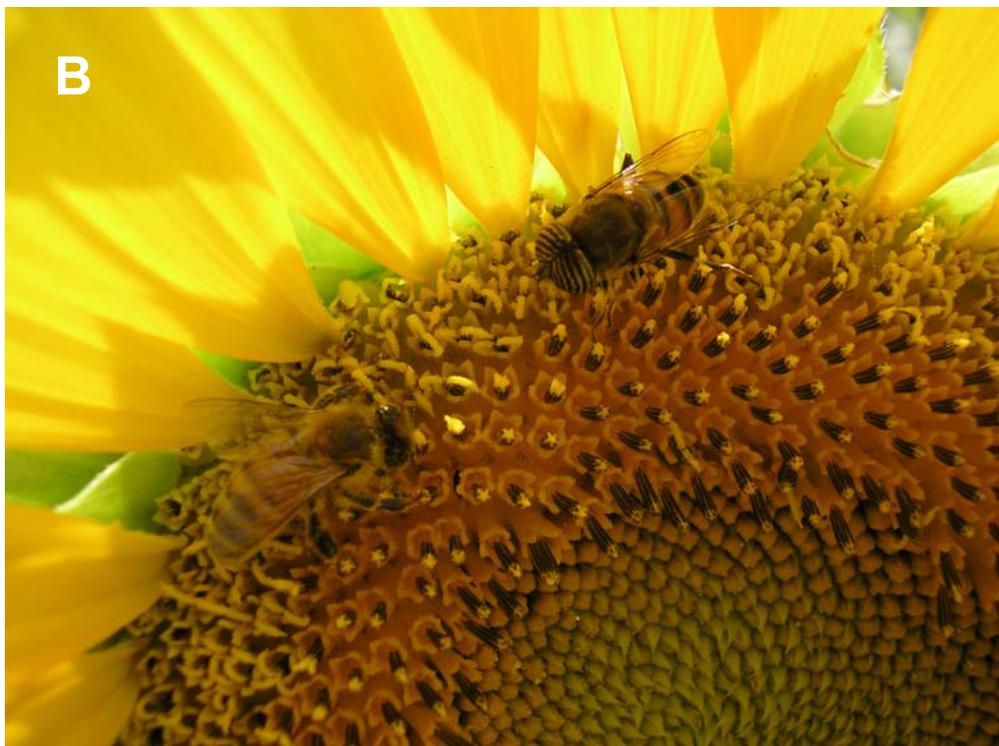
Discusión

Polinizadores y visitantes florales diurnos del girasol

Si bien se registraron numerosas especies de insectos como visitantes del girasol, la abeja doméstica (*Apis mellifera*) fue el principal polinizador del girasol en todos los sitios relevados (Figura 9). Fue la especie más abundante en los censos y se comprobó la remoción efectiva de granos de polen de los estambres y la deposición de granos en los estigmas en sus visitas a los capítulos de girasol. El papel preponderante de la abeja doméstica en la polinización del girasol en Argentina concuerda con numerosos trabajos realizados acerca de polinización de girasol en otras regiones (McGregor 1976, Griffiths & Erickson 1983, Free 1993, Delaplane & Mayer 2000).

La gran cantidad de visitas de abejas a los capítulos de girasol (aprox. 93% de las visitas) podría estar asociada a la presencia de colmenas colocadas por los productores agropecuarios o a la falta de un recurso floral alternativo. Porcentajes algo mayores de visitas de abejas domésticas fueron reportados para Queensland, Australia: 99,5% (Radford et al. 1979, citado en Sosa 1988); para Victoria, Australia: 99,3% (Landgride & Goodman, 1974, citado en Sosa 1988) y para California, Estados Unidos: 98,9% (Skinner 1987, citado en Sosa 1988).

Figura 9. Visitantes florales diurnos del girasol. (a) *Apis mellifera* (Apidae: Apini) y *Melissodes* sp. (Apidae: Eucerini) y (b) *Apis mellifera* v *Eristalinus taeniops* (Syrphidae).



La abeja melífera, un polinizador cosmopolita y generalmente muy eficiente, no manifiesta preferencia acentuada por el girasol, por lo cual abandona el cultivo cuando otras fuentes de polen y néctar están disponibles (Visscher & Seeley 1982, Camazine & Sneyd 1991, Seeley & Towne 1992). En Argentina esa falta de preferencia se manifiesta cuando florecen simultáneamente especies más apetecidas como *Eucalyptus* spp., *Trifolium repens*, *T. pratense*, *Brassica nigra*, *Melilotus albus*, *Lotus* sp., *Carduus acanthoides*, *Centaurea solstitialis*, *Taraxacum officinale*, *Medicago sativa*, y *Echium plantagineum*, entre otras (Basualdo et al. 1993a, b, 2000; Paoloni 2001). En presencia de algunas de estas especies, la proporción de polen de girasol sobre el cuerpo de las abejas se redujo entre el 70 y el 80% al cabo de seis días de la instalación de las colmenas en un lote de producción de híbridos en General Villegas, indicando el rápido abandono del cultivo por parte de las abejas domésticas (Basualdo et al. 2000). Andrada et al. (2004) mencionan que las abejas melíferas de colmenas colocadas en lotes de girasol para producción de semillas híbridas en el Valle Inferior del Río Colorado (extremo sur del cultivo del girasol en Argentina) forrajean intensamente por polen en flores de la vegetación del borde del cultivo. Estos autores argumentan que una posible explicación para ello sea el bajo contenido de proteínas (menos del 15%) que tienen los granos de polen del girasol.

El comportamiento de limpieza de polen observado en la abeja doméstica mientras forrajeaba por néctar en los capítulos de girasol, también fue observado en otros sitios (Free 1993 y citas allí). Este comportamiento posiblemente está

relacionado con la forma de vida de estas abejas. *Apis mellifera* es una especie social, que requiere abundantes recursos alimenticios para las larvas que se encuentran en las colmenas. En cada viaje de forrajeo, las abejas obreras se especializan en coleccionar néctar o polen (Free 1993); es por eso que las abejas obreras en los viajes de forrajeo en los que coleccionan néctar desechan el polen que se pega al cuerpo. Esto concuerda con el hecho observado de que muy pocas *Apis mellifera* tienen las corbículas llenas de granos de polen cuando liban néctar en las flores del girasol. No obstante esto, en este estudio se comprobó que las abejas domésticas transportan una carga polínica suficiente para depositar ca. de 20 granos de polen en el estigma de cada flor visitada.

Otras especies de abejas que visitaron los capítulos son los eucerinos *Melissodes* spp. y *Melissoptila* spp. (Figura 9 y Figura 10) así como también las numerosas especies de *Megachile* coleccionadas en los distintos sitios (Figura 11 y Figura 12). Excepto en el sitio Hortensia, el número de visitas realizadas por estas abejas nativas al girasol fue bajo, lo cual impidió la realización de pruebas para determinar si realizan una transferencia exitosa de granos de polen. En América del Norte visitan al girasol mayor cantidad de especies de eucerinos, posiblemente debido a que el género *Helianthus* y este grupo de abejas comparten la historia evolutiva. En Argentina, Medan et al. (2003) observaron *Melissodes rufithorax*, *M. tintinnans*, *Melissoptila desiderata* y *M. tandilensis* en cultivos de girasol en Gral. Villegas (NO de Buenos Aires) y Andrada et al.

Figura 10. Visitantes florales diurnos del girasol. (a) *Melissodes rufithorax* (Apidae: Eucerini) y (b) abeja nativa de la tribu Eucerini (Apidae).



Figura 11. Visitantes florales diurnos del girasol. (a) *Megachile* sp. (Megachilidae) y (b) *Bombus atratus* (Apidae: Bombini)



(2004) mencionan a *Melissoptila tandilensis* como la especie nativa más abundante en cultivos de girasol en el extremo sur del cultivo del girasol en Argentina.

Los eucerinos nativos, al igual que los megaquílidos, son especies solitarias que mantienen a un número reducido de crías (Free 1993, Michener 2000). Muchas de estas especies de abejas son oligolécticas (LaBerge 1956, 1961, Silva-Pereira 2003), dependiendo de un número reducido de plantas huéspedes donde colectan polen para la alimentación de sus larvas. Estas abejas forrajean principalmente por polen, por lo cual no visitan capítulos androestériles. Este hecho imposibilitó poder registrar fehacientemente el depósito de granos de polen sobre los estigmas de las flores del girasol, a diferencia de lo ocurrido con la abeja doméstica *Apis mellifera* que sí visita ese tipo de capítulos. Debido al comportamiento de forrajeo de los eucerinos (las abejas caminaban rápidamente por el capítulo contactando los estigmas), y a la presencia de granos de polen en las cargas polínicas corporales, tanto las especies de eucerinos como los megaquílidos podrían ser polinizadores efectivos del girasol. Una posible ventaja que estas especies nativas tienen sobre las abejas domésticas (desde el ‘punto de vista’ de la planta) es que la duración de sus visitas a un mismo capítulo es menor, con lo cual cada individuo tiende a visitar más capítulos por unidad de tiempo, lo que genera mayor flujo polínico entre individuos del cultivo.

Otros visitantes y posibles polinizadores eficientes de girasol son las especies de *Bombus* (Figura 11) y *Xylocopa* capturadas en diversos sitios. Aunque las visitas fueron ocasionales, estas especies de gran tamaño corporal transportan granos de polen de girasol en su cuerpo. Tellería (2000) encontró granos de polen de girasol en nidos de *Xylocopa splendidula* (aunque en muy baja proporción) y Abrahamovich et al. (2001) reportan observaciones de *Bombus atratus* y *B. bellicosus* a capítulos de girasol. Sin embargo, el aporte de estas especies a la polinización del girasol parece bajo.

Las demás especies de abejas encontradas en capítulos de girasol sólo parecen ser visitantes ocasionales o posiblemente se comportan como ladrones de polen. *Florilegus condignus* y *Ptilothrix* sp. fueron capturadas en Sáenz Peña mientras libaban néctar y se las observó con poco polen en sus cuerpos. Las especies de halictidos y la especie de andrénido, debido a su pequeño tamaño, probablemente sean ladronas de polen y no sean polinizadores eficientes.

Dentro del grupo de los dípteros, merecen destacarse los sírfidos cristalinos (Figura 9 y Figura 12) que son considerados polinizadores eficientes de numerosas especies (Proctor et al. 1996). Las especies de *Palpada* podrían ser polinizadores eficientes del girasol, debido a su abundancia y sus repetidas visitas a los capítulos. Si bien no se estudió la carga polínica corporal de estas especies, fue evidente que todos los individuos capturados transportaban polen en sus cuerpos. Las otras familias de moscas capturadas sobre el girasol no son

Figura 12. Visitantes florales diurnos del girasol. (a) *Megachile* sp. (arriba, derecha), Halictidae (abajo, centro) y *Palpada* sp. (arriba, izquierda, sobrevolando frente al capítulo) y (b) *Ersitalinus taeniops* (Syrphidae: Eristalini)



reconocidas como polinizadores eficientes (Proctor et al. 1996), aunque son ocasionalmente encontradas en flores (Larson et al. 2001).

Muchas de las especies de coleópteros registradas en los capítulos son conocidas plagas del girasol, como *Astylus atromaculatus* (Melyridae) (Saini 2004, Di Iorio 2004). Por lo general, los escarabajos tienden a ser visitantes sedentarios, es decir, circulan poco dentro y entre capítulos (Proctor et al. 1996), por lo que su actividad como polinizadores es probablemente de poca importancia. Sin embargo, el escarabajo *A. atromaculatus* introducido en Sudáfrica (Human & Nicolson 2003), fue un polinizador tan eficiente como la abeja *A. mellifera* en un experimento llevado a cabo con capítulos embolsados con escarabajos dentro de las bolsas (du Toit 1990).

El mayor volumen de néctar encontrado en flores en fase femenina posiblemente se debe a la acumulación de esta recompensa en las flores que no fueron visitadas debido a que se encontraban embolsadas. La cantidad de néctar puede o no variar entre diferentes cultivares (Free 1993). Como se mencionó anteriormente, no todas las flores del capítulo de girasol tienen néctar. Este hecho podría favorecer al movimiento inter-capítulos de las abejas. Frankie & Haber (1983) explican el movimiento de las abejas entre árboles neotropicales de floración en masa por diferencias intraespecíficas en el flujo de néctar (volumen o calidad) que determinan que éste sea un recurso azaroso que debe ser monitoreado continuamente. Otra posible explicación para este hecho es que,

sencillamente, el cultivo está en déficit hídrico y destina baja cantidad de agua para la producción de néctar.

La actividad de los visitantes florales en los capítulos de girasol no mostró un patrón definido. En algunos sitios se encontraron diferencias significativas en el número de visitas entre los horarios y/o entre las distancias al borde del lote, mientras que en otros sitios esta variable no osciló significativamente. Diversos factores no controlados, como la presencia de colmenas de *Apis mellifera* en diferentes ubicaciones respecto al lote estudiado, la existencia de otras posibles fuentes de néctar y/o polen cercanas al lote, diferencias climáticas entre los sitios muestreados, etc. pueden haber influido sobre el comportamiento de los visitantes del girasol y su acción pudo haber atenuado o anulado los efectos de horario y distancia al borde del lote.

Los resultados de este trabajo sugieren que el rendimiento del girasol en Argentina no depende fuertemente del aporte de polinizadores nativos diurnos, excepto en la zona oeste de la provincia de Buenos Aires donde la abeja doméstica y los eucerinos parecen hacer contribuciones equivalentes a la polinización. Para poner a prueba esta hipótesis es necesario realizar estudios que comprueben la transferencia de granos de polen por abejas eucerinas a estigmas vírgenes de girasol.

Visitantes nocturnos del girasol

El presente trabajo es el primero en relevar sistemáticamente las especies de visitantes nocturnos del girasol en un amplio rango del área del cultivo de esta especie en uno de los principales países productores, la Argentina. Los resultados mostraron que, llamativamente, visitan el girasol más especies de polillas que de himenópteros. En la literatura existen muy pocos datos acerca de visitas de lepidópteros nocturnos al girasol. Lehman et al. (1973) informaron la visita de grandes poblaciones de dos especies de noctuidos, *Spodoptera exigua* (citado como *beet army worm*) y *Trichoplusia ni* (citado como *cabbage looper moth*) en capítulos de girasoles en áreas desérticas del sur de California. Del Socorro & Gregg (2001) informaron que *Helicoverpa armigera* (Noctuidae) se alimenta de girasol en Queensland, Australia.

La interacción del girasol con los visitantes nocturnos parecería constituir un antagonismo debido a que las polillas consumen néctar y malgastan polen, transfiriéndolo entre flores de la misma planta o entre plantas, en un momento del día en el cual el estigma no está receptivo. Estos datos apoyan los obtenidos por Chamer et al. (2004), quienes no encontraron diferencias significativas en la tasa de formación de frutos entre capítulos de girasol expuestos exclusivamente a visitantes nocturnos, y capítulos privados completamente de visitas de insectos.

Como ocurre con los coleópteros, la mayoría de las especies de polillas más abundantes sobre las flores de girasol son consideradas plagas en sus estadios larvales. *Peridroma saucia*, *Rachiplusia nu*, (Cordo et al. 2004), *Agrotis anteposita* (como *A. subterranea*, Pastrana 2004) han sido citadas como especies fitófagas del girasol aunque no han sido citadas en la bibliografía como ladronas de néctar. El hecho de que los adultos roben néctar podría aumentar el efecto antagónico de estos visitantes florales sobre el girasol.

Interacción del girasol, las malezas del borde del cultivo y sus visitantes florales

Las malezas son generalmente consideradas antagonistas de los cultivos, aunque ellas pueden ser componentes importantes de los agroecosistemas (Marshall et al. 2003). Los modernos paisajes agrícolas son mosaicos de campos cultivados, hábitats semi-naturales, infraestructuras de origen humano (por ejemplo, caminos) y ocasionalmente hábitats naturales (Marshall & Moonen 2002). En estos paisajes los bordes de los campos cultivados se comportan como hábitats semi-naturales lineales (Marshall 2004) los cuales son benéficos para las poblaciones de insectos polinizadores y plantas nativas.

Éste es el primer estudio que analiza el papel de la bordura de malezas de lotes comerciales como fuente de polinizadores del cultivo de girasol en Argentina, y el enfoque a escala geográfica permitió detectar la importancia de la

bordura en todos los sitios relevados. Los resultados indican que las malezas del borde del cultivo de girasol sostienen poblaciones de adultos (y en algunos casos, también de formas inmaduras) de una gran cantidad de especies de visitantes florales, muchos de los cuales son polinizadores del girasol como *A. mellifera*, *Melissodes* sp., *Megachile* spp, *Bombus morio*, *B. atratus* y *Xylocopa augusti*.

De las 153 especies vegetales colectadas en los ocho sitios muestreados, 108 fueron especies nativas y 45 exóticas. Muchas de las malezas nativas estuvieron presentes en un solo sitio. Este hecho implica que la simple existencia de la vegetación del borde de los campos cultivados contribuye a la supervivencia de especies vegetales nativas, las que a su vez son utilizadas por diversas especies de polinizadores nativos. La presencia de la bordura de malezas antes y después de la floración del girasol hace posible que los polinizadores nativos ya estén presentes cuando el cultivo florece, y permite su supervivencia cuando el girasol deja de florecer.

Una posible estrategia para mejorar la situación de los insectos polinizadores de cultivos en los paisajes agrícolas es aumentar la superficie de los márgenes de los campos cultivados, protegerlos de los agroquímicos y crear nuevas zonas con vegetación permanente (Lagerlöf et al. 1992). Por ejemplo, Carreck & Williams (2002) sugieren que cultivar mezclas de plantas floríferas anuales para los polinizadores en los bordes de los cultivos puede tener ventajas agronómicas y biológicas. Las ventajas agronómicas incluyen el hecho de que la

siembra y el manejo de estos “cultivos de malezas” son semejantes a los de cualquier cultivo, que se establecen rápidamente, no son caras y no requieren agroquímicos. Las ventajas biológicas incluyen largos períodos de floración, alta densidad floral, abundante producción de néctar y/o polen y una gran atracción para insectos polinizadores.

Conclusiones

Con los datos obtenidos en este trabajo podemos entonces responder los objetivos planteados.

(a) La abeja doméstica (*Apis mellifera*) es el principal polinizador del girasol en toda el área de cultivo en Argentina. Abejas nativas, como *Melissodes tintinnans*, *M. rufithorax*, *Melissoptila tandilensis*, *Megachile* spp., son visitantes de los capítulos en diversas zonas del área del cultivo, pero dada su baja frecuencia de visitas su aporte a la polinización del girasol es limitado. Futuras investigaciones deberán determinar si los eucerinos nativos son de importancia equivalente a la de *Apis mellifera* en el oeste de la provincia de Buenos Aires, como lo sugieren algunos de los resultados.

Los ensambles de visitantes, si bien variaron en su composición específica entre los distintos sitios muestreados, mostraron un patrón general uniforme en el nivel de orden. Los visitantes más abundantes fueron los himenópteros, que forrajearon por néctar y/o polen. Los coleópteros y los dípteros estuvieron bien representados, aunque su actividad como polinizadores (excepto los sírfidos cristalinos) no parece ser importante. Las visitas de mariposas, chinches, langostas y cucarachas son ocasionales y carecen de importancia para la polinización.

Numerosas especies de polillas visitan a los capítulos del girasol por las noches. En estas visitas estos lepidópteros consumen néctar y transportan pequeñas cantidades de polen en sus espiritrompas en un momento en el cual el estigma no se encuentra receptivo.

(b) La abeja doméstica remueve granos de polen de las anteras de las flores en fase masculina y deposita granos de polen en los estigmas de las flores en fase femenina durante sus visitas. Esta especie forrajea principalmente por néctar, descartando gran cantidad de polen de su cuerpo.

Si bien no se comprobó fehacientemente la transferencia polínica por parte de visitantes nativos como los eucerinos y los megaquíidos, éstos posiblemente también sean eficientes polinizadores del girasol, debido a su comportamiento de forrajeo. A diferencia de *Apis mellifera*, estas abejas visitan a los capítulos de girasol, principalmente, en busca de polen.

(c) La descripción de la estructura de la red de interacciones planta-polinizador que involucra al girasol y a la vegetación circundante al lote de cultivo permitió entender el rol que juega este hábitat semi-natural en este agroecosistema. La bordura de malezas permite la supervivencia de gran cantidad de especies de insectos benéficos, incluyendo los polinizadores de las malezas pero también los del girasol, y constituye un refugio para numerosas especies de plantas nativas.

Bibliografía

- Abrahamovich A. H., M. C. Tellería & N. B. Díaz. 2001. *Bombus* species and their associated flora in Argentina. *Bee World* 82: 76-87.
- Andrada, A., A. Valle, P. Paolini & L. Gallez. 2004. Pollen and nectar sources used by honeybee colonies pollinating sunflower (*Helianthus annuus*) in the Colorado river valley, Argentina. *Boletín de la Sociedad Argentina de Botánica* 39: 75-82.
- Bailéz, O. E. & E. Bedascarrasbure. 1987. Evaluación de la preferencia de las abejas por las líneas androestériles de girasol. V Reunión técnica nacional de girasol.
- Bailéz, O. E., E. Bedascarrasbure & G. Cuenca Estrada. 1987. Actividad pecoreadora de la abeja mellifera (*Apis mellifera* L.) en líneas macho estériles de girasol. *Anales V Reunión Técnica Nacional de Girasol*, Bahía Blanca, pp. 43-50.
- Bailéz, O. E., E. L. Bedascarrasbure & G. Cuenca Estrada. 1990. Polinización de girasol. Reunión PROGIRA'90, Balcarce.

Basualdo, M, A. Palacio, E. Bedascarrasbure, E. Rodriguez & M. Del Hoyo.

1993a. Selección de colonias de abejas (*Apis mellifera*) más recolectoras de polen de girasol (*Helianthus annuus*). Actas V Jornadas Pampeanas de Ciencias Naturales. Santa Rosa. La Pampa.

Basualdo M, Del Hoyo M, Bedascarrasbure EL, Palacio A & Rodríguez E.

1993b. Estudio de la dinámica de transferencia de polen por las abejas (*Apis mellifera*) en lotes de producción de semilla de girasol (*Helianthus annuus*). Actas V Jornadas Pampeanas de Ciencias Naturales.

Basualdo, M., M. Del Hoyo, E. Bedascarrasbure, A. Palacio & E. Rodriguez.

1994. Estudio de la dinámica de transferencia de polen por las abejas (*Apis mellifera* L.) en lotes de producción de semillas de girasol (*Helianthus annuus*). Actas IV Congreso Iberoamericano de Apicultura: 139-142. Córdoba. Argentina.

Basualdo, M., E. Rodriguez, M. Del Hoyo, E. Bedascarrasbure & L. de Jong.

1996. Distribución de la población de *Apis mellifera* en líneas macho-estériles y macho-fértiles de girasol, colectoras de néctar. Actas V Congreso Iberoamericano de Apicultura: 205-206.

- Basualdo M, E. Bedascarrasbure & L. de Jong. 2000. Africanized honey bees have a greater fidelity to sunflowers than do European bees. *Journal of Economic Entomology* 93: 304-307.
- Buchmann, S. L. & Nabhan G. P. 1997. *The forgotten pollinators*. Washington: Island Press.
- Camazine, S. & J. Sneyd. 1991. A model of collective nectar source selection by honey bees: self-organization through simple rules. *Journal of Theoretical Biology* 149: 547-551.
- Carreck, N. L. & I. H. Williams. 2002. Food for insect pollinators on farmland: insect visits to flowers of annual seed mixtures. *Journal of Insect Conservation* 6: 13-23.
- Chamer, A. M., M. Devoto; J. P. Torretta; D. Medan; A. I. Mantese; N. H. Montaldo y N. Bartoloni. 2004. Polinización del girasol: efecto sobre el rendimiento. II Encuentro Binacional de Ecología. XXI Reunión Argentina de Ecología. XI Reunión de la Sociedad de Ecología de Chile. Mendoza. Argentina.

Cordo, H. A., G. Logarzo, K. Braun & O. Di Iorio. 2004. Catálogo de los insectos fitófagos de la Argentina y sus plantas asociadas. Sociedad Entomológica Argentina ediciones. Buenos Aires.

Dafni, A. & M. Motte-Maués. 1998. A rapid and simple procedure to determine stigma receptivity. *Sexual Plant Reproduction* 11: 177-180.

DeGrandi-Hoffman, G. & J. H. Martin. 1993. The size and distribution of the honey bee (*Apis mellifera* L.) cross-pollinating population on male-sterile sunflowers (*Helianthus annuus* L.). *Journal of Apicultural Research* 32: 135-142.

DeGrandi-Hoffman, G. & J. C. Watkins. The foraging activity on honey bees *Apis mellifera* and non-*Apis* bees on hybrid sunflowers (*Helianthus annuus*) and its influence on cross-pollination and seed set. *Journal of Apicultural Research* 39: 37-45.

Delaplane, K. S. & D. F. Mayer. 2000. Crop pollination of bees. CABI Publishing. Oxon.

- Del Socorro, A. P. & P. C. Gregg. 2001. Sunflower (*Helianthus annuus* L.) pollen as a marker for studies of local movement in *Helicoverpa armigera* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae). Australian Journal of Entomology 40: 257-263.
- Di Iorio, O. R. 2004. Melyridae. En: Cordo, H. A., G. Logarzo, K. Braun & O. Di Iorio (eds.). 2004. Catálogo de los insectos fitófagos de la Argentina y sus plantas asociadas. Sociedad Entomológica Argentina ediciones. Buenos Aires.
- du Toit, A. P. 1990. The importance of certain insects as pollinators of sunflower (*Helianthus annuus* L.). South African Journal of Plant and Soil 7: 159-162.
- Fick, G. N. & J. F. Miller. 1997. Sunflower breeding. En: A. Schneiter (ed.) Sunflower technology and production. Amer. Soc. Agronomy, Madison. pág. 395-439.
- Frankie, G. W. & W. A. Haber. 1983. Why bees move among mass-flowering neotropical trees. En: Handbook of experimental pollination biology. C. E. Jones & R. J. Little (eds.) pp. 360-372. New York. Van Nostrand Reinhold.
- Free, J. B. 1993. Insect pollination of crops. Academic Press San Diego.

- Greenleaf, S. S. & C. Kremen. 2006. Wild bees enhance honey bees' pollination of hybrid sunflower. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 103: 13890-13895.
- Griffiths, W. A. & E. H. Erickson Jr. 1983. Hybrids sunflowers. En: C. E. Jones & R. J. Little (eds.) *Handbook of experimental pollination biology*. Van Nostrand Reinhold, New York. pp. 522-530.
- Human H. & S. W. Nicolson. 2003. Digestion of maize and sunflower pollen by the spotted maize beetle *Astylus atromaculatus* (Melyridae): is there a role for osmotic shock? *Journal of Insect Physiology* 49 (2003) 633–643.
- Hurd, P. D. Jr., W. E. LaBerge & E. G. Linsley. 1980. Principal sunflower bees of North American with emphasis on the southwestern United States (Hymenoptera: Apoidea). *Smithsonian Contributions to Zoology* 310: 1-158.
- Iglesias, S. W. 1984. Himenópteros polinizadores y su efecto en el contenido de aceite y rendimiento en girasol (*Helianthus annuus* L.). *Boletín Oleico* 26: 11-13.
- Jan, C. C. 1997. Cytology and interspecific hybridization. En: A. Schneiter (ed.) *Sunflower technology and production*. Amer. Soc. Agronomy, Madison. pág. 497-558.

LeBerge, W. E. 1956. A revision of the bees of the genus *Melissodes* in North and Central America. Part II (Hymenoptera, Apoidea). University of Kansas Science Bulletin 38: 533-578.

LaBerge, W. E. 1961. A revision of bees of the genera *Melissodes* in North and Central America. Part III (Hymenoptera, Apoidea). University of Kansas Science Bulletin 42: 282-663.

Lagerlöf, J., J. Stark & B. Svensson. 1992. Margins of agricultural fields as habitat for pollinating insects. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 40: 117-124.

Larson, B. M. H., P. G. Kevan & D. W. Inouye. 2001. Flies and flowers: taxonomic diversity of anthophiles and pollinators. *The Canadian Entomologist* 133: 439-465.

Lehman, W. F., F. E. Robinson, P. F. Knowles, R. A. Flock, 1973. Sunflowers in the desert valley areas of southern California. *California Agriculture* 27: 12-14.

Lorenzatti de Diez, S. 1979. Estudios de polinización de girasol (*Helianthus annuus*) con abejas melíferas (*Apis mellifera*) comparando la aislación

individual de capítulos frente a la de parcelas con jaula. Boletín Oleico 7: 9-14.

Lorenzatti de Diez, S. 1984. Observaciones sobre polinización por abejas en un lote de producción de semilla híbrida de girasol. Boletín Oleico 27: 19-20.

Lorenzatti de Diez, S. 1986. Estudios de polinización de girasol (*Helianthus annuus* L.) por abejas melíferas (*Apis mellifera* L.). Boletín Oleico 33: 41-50.

Mani, M. S. & J. M. Saravanan. 1999. Pollination ecology and evolution in Compositae (Asteraceae). Science Publishers. India.

Marshall, E. J. P. 2004. Agricultural landscape: field margin habitat and their interaction with crop production. Journal of Crop Improvement 12: 365-404.

Marshall, E. J. P. & A. C. Moonen. 2002. Field margins in northern Europe: their functions and interactions with agriculture. Agriculture, Ecosystems and Environment 89: 5-21.

- Marshall, E. J. P., V. K. Brown, N. D. Boatman, P. J. W. Lutman, G. R. Squire & L. K. Ward. 2003. The role of weeds in supporting biological diversity within crop fields. *Weed Research* 43: 77-89.
- McGregor, S. E. 1976. Insect pollination of cultivated plants. *Agriculture Handbook N° 496*. Agricultural Research Service. USDA. Washington.
- Medan, D., Chamer, A.M., Devoto, M., Montaldo, N.H., Mantese, A.I., Bartoloni, N.J., Roig-Alsina, A. & Leguizamón, S. 2003. ¿Necesitan polinizadores los girasoles argentinos? Resúmenes, II Congreso Argentino de Girasol, Buenos Aires.
- Michener, C. D. 2000. *The Bees of the World*. Johns Hopkins University Press.
- Minckley, R. L., W. T. Wcislo, D. Yanega & S. L. Buchmann. 1994. Behavior and phenology of a specialist bee (*Dieunomia*) and sunflower (*Helianthus*) pollen availability. *Ecology* 75: 1406-1419.
- Moré, M., I. J. Kitching & A. A. Cocucci. 2005. *Sphingidae: Esfingidos de Argentina. Hawkmoths of Argentina*. Buenos Aires. Editorial L.O.L.A.
- Paoloni, P. J. 2001. Producción de semilla híbrida de girasol (*Helianthus annuus* L.) bajo riego en el valle inferior del río Colorado. Tesis de Magister en

Producción Vegetal, Departamento de Agronomía, Universidad Nacional del Sur. Bahía Blanca. Argentina.

Pastrana, J. A. 2004. Los lepidópteros argentinos y sus plantas hospedadoras y otros sustratos alimenticios. Braun, K, G. Logarzo, A. Cordo & O. Di Iorio (coord.) Sociedad Entomológica Argentina ediciones. Tucumán.

Parker, F. D. 1981a. Sunflower pollination: abundance, diversity and seasonality of bees and their effects on seed yields. *Journal of Apicultural Research* 20: 49-61.

Parker, F. D. 1981b. Sunflower pollination: abundance, diversity and seasonality of bees on male-sterile and male-fertile cultivars. *Environmental Entomology* 10: 1012-1017.

Parker, F. D. 1981c. How efficient are bees in pollinating sunflowers? *Journal of the Kansas Entomological Society* 54: 61-67.

Proctor, M., P. Yeo & A. Lack. 1996. *The natural history of pollination*. Timber Press, Portland, Oregon.

Putt, E. D. 1997. Early history of sunflower. En: A. Schneiter (ed.) *Sunflower technology and production*. Amer. Soc. Agronomy, Madison. pág. 1-19.

- SAGPyA. 2005. Indicadores del sector girasolero 2003/2004 y 2004/2005.
<http://www.sagpya.mecon.gov.ar/new/0-0/agricultura/otros/granos/girasol.php>
- Saini, E. D. 2004. Insectos y ácaros perjudiciales al cultivo del girasol y sus enemigos naturales. Publicación del Instituto de Microbiología y Zoología Agrícola N° 8. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. Buenos Aires.
- Schilling, E. E. & C. B. Heiser. 1981. Infrageneric classification of *Helianthus* (Compositae). *Taxon* 30: 393-403.
- Schneiter, A. A. & J. F. Miller. 1981. Description of sunflower growth stages. *Crop Sciences* 21: 901-903.
- Seeley, T. D. & W. F. Towne. 1992. Tactics of dance choice in honey bees: do foragers compare dances? *Behavioral Ecology and Sociobiology* 30: 59-69.
- Sieler, G. J. 1997. Anatomy and morphology of sunflower. En: A. Schneiter (ed.) *Sunflower technology and production*. American Society of Agronomy, Madison . pág.. 67-111.

- Sieler G. J. & L. H. Rieseberg. 1997. Systematics, origin, and germoplasm resource of the wild and domesticated sunflower. En: A. Schneiter (ed.) Sunflower technology and production. American Society of Agronomy, Madison . pág. 21-65.
- Silva-Pereira V. da, I. Alves-dos-Santos ,K. S. Malagodi-Braga & F. A. L. Contrera. 2003. Forrageamento de *Melissoptila thoracica* Smith (Hymenoptera, Eucerini, Apoidea) em flores de *Sida* (Malvaceae). Revista Brasileira de Zoologia 20: 427–432.
- Sívori, E. M. 1941. Biología floral del girasol. Revista Argentina de Agronomía 8: 150-154.
- Simpson, B. B. & J. L. Neff. 1983. Evolution and diversity of floral rewards. En C. E. Jones & R. J. Little (eds.) Handbook of experimental pollination biology. Van Nostrand Reinhold, New York. pág. 142-159.
- Sosa, M. A. 1988. Hymenoptera pollinators on sunflower in North Dakota. M. Sc. Thesis. North Dakota State University. Fargo, North Dakota.
- Tellería, M. C. 2000. Exploitation of pollen resources by *Xylocopa splendidula* in the Argentine pampas. Journal of Apicultural Research 39: 55-60.

Viglizzo, E. F., A. J. Pordomingo, M. G. Castro & F. A. Lértora. 2002. La sustentabilidad ambiental de la agricultura pampeana: oportunidad o pesadilla? *Ciencia Hoy* 12 (68): 38-51.

Visscher, P. K. & T. D. Seeley. 1982. Foraging strategy of honeybee colonies in a temperate deciduous forest. *Ecology* 63: 1790-1801.

Woodward, A. J. & H. A. Zorzín. 1986. Experiencias en polinización de girasoles (*Helianthus annuus* L.) con abejas melíferas (*Apis mellifera* L.). *Boletín Oleico* 35: 33-40.

Zuloaga, F. O. & O. Morrone. 1996. Catálogo de las plantas vasculares de la República Argentina. I. Pteridophyta, Gymnospermae y Angiospermae (Monocotyledoneae). *Monographs in Systematic Botany from the Missouri Botanical Garden* 60.

Zuloaga, F. O. & O. Morrone. 1999. Catálogo de las plantas vasculares de la República Argentina. I. Pteridophyta, Gymnospermae y Angiospermae (Monocotyledoneae). *Monographs in Systematic Botany from the Missouri Botanical Garden* 74.

**Apéndice I. Especies vegetales entomófilas colectadas en flor en
borduras de lotes comerciales de girasol, durante la floración del
cultivo, en los ocho sitios relevados. * especie exótica.**

Saéñz Peña (SP)

Amaranthaceae, *Pfaffia tuberosa* (Spreng.) Hicken;

Apiaceae, *Eryngium horridum* Malme;

Asclepiadaceae, *Morrenia odorata* (Hook. & Arn.) Lindl.;

Asteraceae, *Eupatorium macrocephalum* Less., *Vernonia cognata* Less., *V.
incana* Less., *Wedelia glauca* (Ortega) O. Hoffm. ex Hicken;

Bignoniaceae, *Dolichandra cynanchoides* Cham., *Pithecoctenium cynanchoides*
DC.,

Buddlejaceae, *Buddleja tubiflora* Benth.;

Capparaceae, *Capparis tweediana* Eichler;

Caricaceae, *Carica quercifolia* (A. St.-Hil.) Hieron.;

Commelinaceae, *Commelina diffusa* Burm. f.;

Convolvulaceae, * *Convolvulus arvensis* L.;

Erythroxylaceae, *Erythroxylum microphyllum* A. St.-Hil.;

Fabaceae, *Desmanthus virgatus* (L.) Willd., *Desmodium cuneatum* Hook. &
Arn., *Indigofera asperifolia* Bong. & Benth., *Rhynchosia edulis* Grises.;

Lamiaceae. * *Leonurus sibiricus* L., *Hyptis lappacea* Benth.;

Lythraceae, *Heimia salicifolia* (Kunth) Link.;

Malpighiaceae, *Mascagnia brevifolia* Griseb.;

Malvaceae, *Abutilon* sp., *Sphaeralcea bonariensis* (Cav.) Griseb.;

Passifloraceae, *Passiflora chrysophylla* Chodat, *P. mooreana* Hook. f.;

Ranunculaceae, *Clematis montevidensis* Spreng.;

Rubiaceae, *Spermacoceodes glabrum* (Michx.) Kuntze;

Scrophulariaceae, *Angelonia integerrima* Spreng., *Stemodia lanceolata* Benth.;

Solanaceae, *Cestrum parqui* L'Hér., *Solanum claviceps* Griseb., *S. sisymbriifolium* Lam., *Solanum* sp.;

Turneraceae, *Turnera grandiflora* (Urb.) Arbo;

Verbenaceae, *Glandularia peruviana* (L.) Small., *Lantana montevidensis* (Spreng.) Briq., *Lippia asperrima* Cham.;

Zygophyllaceae, *Kallstroemia tucumanensis* Descole, O'Donell & Lourteig.

Reconquista (RE)

Amaranthaceae, *Gomphrena celosioides* Mart.;

Apiaceae, *Eryngium horridum* Malme;

Asteraceae, *Aspilia pascalioides* Griseb., *Bidens pilosa* L., *Hymenoxys tweediei* Hook. & Arn., *Hypochaeris microcephala* var. *albiflora* (Kuntze) Cabrera, *Porophyllum obscurum* (Spreng.) DC., *Tagetes minuta* L.;

Boraginaceae, *Heliotropium amplexicaule* Vahl;

Brassicaceae, * *Brassica rapa* L.;

Calyceraceae, *Acicarpa tribuloides* Juss.;

Commelinaceae, *Tripogandra* sp. ;

Fabaceae, *Acacia caven* (Molina) Molina, *Desmodium incanum* DC., *Indigofera suffruticosa* Mill., * *Melilotus albus* Desr.;

Lamiaceae, * *Leonurus sibiricus* L.;

Lythraceae, *Heimia salicifolia* (Kunth) Link.;

Malvaceae, *Sphaeralcea bonariensis* (Cav.) Griseb.,

Onagraceae, *Ludwigia* sp.;

Scrophulariaceae, *Scoparia montevidensis* (Spreng.) R. E. Fr.;

Solanaceae, *Cestrum strigillatum* Ruiz & Pav., *Physalis viscosa* L.;

Turneraceae, *Turnera grandiflora* (Urb.) Arbo;

Verbenaceae, *Glandularia incisa* (Hook.) Tronc., *G. pulchella* (Sweet.) Tronc.

Paraná (PA)

Amaranthaceae, *Iresine diffusa* Humb. & Bonpl.;

Apiaceae, *Eryngium horridum* Malme,

Asclepiadaceae, *Araujia angustifolia* (Hook. & Arn.) Decne, *Morrenia brachystephana* Griseb.;

Asteraceae, * *Carduus acanthoides* L., * *C. thoermeri* Weinm., *Viguiera anchusaefolia* (DC.) Baker;

Bignoniaceae, *Pithecoctenium cynanchoides* DC.;

Brassicaceae, * *Rapistrum rugosum* (L.) All.;

Commelinaceae, *Commelina diffusa* Burm. f.;

Fabaceae, *Acacia bonariensis* Gillies Hook. & Arn.;

Malvaceae, *Sphaeralcea bonariensis* (Cav.) Griseb.;

Phytolaccaceae, *Rivina humilis* L.;

Polygonaceae, *Muehlenbeckia sagittifolia* (Ortega) Meisn.;

Ranunculaceae, *Clematis montevidensis* Spreng.;

Solanaceae, *Cestrum parqui* L'Hér, *Solanum sisymbriifolium* Lam..

Balcarce (BA)

Apiaceae, * *Ammi majus* L., *Hydrocotyle* sp.;

Asteraceae, * *Arctium minus* (Hill.) Bernh., * *Carduus acanthoides* L., *

Centaurea calcitrapa L., * *Cichorium intybus* L., * *Hypochaeris radicata* L., *

Onopordon acanthium L.,

Brassicaceae, * *Brassica rapa* L., * *Raphanus sativus* L.;

Fabaceae, * *Lotus glaber* Mill., * *Medicago sativa* L., * *Melilotus albus* Desr.,

* *Trifolium pretense* L., * *Trifolium repens* L.; repens L.?

Lamiaceae, * *Mentha pulegium* L.,

Onagraceae, *Ludwigia grandiflora* (Michx.) Greuter & Burdet;

Verbenaceae, *Phyla canescens* (Kunth) Greene.

Sunchales (SU)

Apiaceae, * *Ammi majus* L., *Eryngium coronatum* Hook. & Arn.;

Asteraceae, * *Anthemis cotula* L., *Baccharis pingraea* DC., * *Carduus*

acanthoides, * *C. thoermeri* Weinm., * *Cichorium intybus* L., * *Cirsium vulgare*

(Savi) Ten., *Holocheilus hieracioides* (D. Don) Cabrera, *Hypochaeris*

microcephala var. *albiflora* (Kuntze) Cabrera, *Picrosia longifolia* D. Don,

Senecio grisebachii Baker, *Vernonia incana* Less., * *Xanthium spinosum* L.;

Brassicaceae, * *Rapistrum rugosum* (L.) All.;

Campanulaceae, *Wahlenbergia linarioides* (Lam.) A. DC.;

Fabaceae, * *Melilotus albus* Desr., * *Trifolium repens* L.;

Gentianaceae, * *Centaurium pulchellum* (Sw.) Druce;

Malvaceae, *Modiolastrum gilliesi* (Steud.) Krapov., *Sphaeralcea bonariensis* (Cav.) Griseb.,

Martyniaceae, *Ibicella lutea* (Lind.) Van Eselt.;

Primulaceae, * *Anagallis arvensis* L.;

Rubiaceae, *Borreria verticillata* (L.) G. Mey.;

Scrophulariaceae, *Mecardonia tenella* (Cham. & Schtdl.) Pennel.;

Solanaceae, *Nicotiana longiflora* Cav., *Nierembergia aristata* D. Don, *Solanum sisymbriifolium* Lam.;

Verbenaceae, *Glandularia incisa* (Hook.) Tronc., *Phyla canescens* (Kunth) Greene, *Verbena gracilescens* (Cham.) Herter, *Verbena litoralis* Kunth.

Paunero (P)

Amaranthaceae, *Gomphrena martiana* Gillies ex Moq.;

Apiaceae, * *Ammi majus* L.;

Asclepiadaceae, *Morrenia brachystephana* Griseb.;

Asteraceae, *Baccharis ulicina* Hook. & Arn., *Gaillardia megapotamica* (Spreng.) Baker.;

Brassicaceae, * *Sisymbrium officinale* (L.) Scopoli.;

Cucurbitaceae, * *Citrullus lanatus* (Thunb.) Matsum. & Nakai.;

Papaveraceae, *Argemone burkartii* Sorarú.;

Potulacaceae, *Portulaca grandiflora* Hook.;

Ranunculaceae, *Clematis montevidensis* Spreng.;

Solanaceae, *Jaborosa bergii* Hieron., *Physalis viscosa* L.;

Verbenaceae, *Verbena intermedia* Gillies & Hook.

Roca (RO)

Apiaceae, * *Ammi majus* L., *Eryngium* sp.;

Asclepiadaceae, *Morrenia brachystephana* Griseb, *Oxypetalum solanoides*
Hook. & Arn.;

Asteraceae, * *Carduus acanthoides* L., * *C. thoermeri* Weinm., * *Centaurea*
solstitialis L., * *Cichorium intybus* L., *Gaillardia megapotamica* (Spreng.)

Baker, *Schkuhria pinnata* (Lam.) Kuntze ex Thell, * *Taraxacum officinale* Weber
ex F. H. Wigg, *Verbesina encelioides* (Cav.) Benth. & Hook.;

Brassicaceae, * *Diplotaxis tenuifolia* (L.) DC , * *Hirschfeldia incana* (L.) Lagr.-
Fossat, * *Raphanus sativus* L., * *Rapistrum rugosum* (L.) All., * *Sisymbrium irio*
L.;

Cactaceae, *Opuntia* sp.;

Convolvulaceae, *Convolvulus bonariensis* Cav.;

Fabaceae, * *Medicago sativa* L., * *Melilotus albus* Desr., *M. officinalis* (L.)
Lam.;

Lamiaceae, * *Marrubium vulgare* L.;

Oxalidaceae, *Oxalis conorrhiza* Jacq.;

Polygonaceae, * *Polygonum aviculare* L., * *P. convolvulus* L.;

Portulacaceae, *Portulaca grandiflora* Hook., * *P. oleracea* L.;

Ranunculaceae, *Clematis montevidensis* Spreng.;

Solanaceae, *Physalis mendocina* Phil., *Solanum elaeagnifolium* Cav.;

Turneraceae, *Turnera sidoides* L. subsp. *pinnatifida* (Juss. Ex Poir) Arbo;

Verbenaceae, *Glandularia* sp., *Phyla canescens* (Kunth) Greene, *Verbena gracilescens* (Cham.) Herter, *V. litoralis* Kunth.

Hortensia (HO)

Amaranthaceae, *Alternanthera philoxeroides* (Mart.) Griseb.;

Apiaceae, * *Ammi majus* L., * *Conium maculatum* L., * *Foeniculum vulgare* Mill.;

Asclepiadaceae, *Araujia hortorum* E. Fourn.;

Asteraceae, * *Anthemis cotula* L., *Baccharis pingraea* DC, * *Carduus acanthoides* L., * *Cirsium vulgare* (Savi) Ten., * *Crepis setosa* Haller, *Eclipta prostrata* (L.) L., *Galinsoga parviflora* Cav., * *Lactuca serriola* L., * *Sonchus oleraceus* L., * *Taraxacum officinale* Weber ex F. H. Wigg.;

Brassicaceae, * *Hirschfeldia incana* (L.) Lagr.-Fossat, * *Sisymbrium irio* (L.) Scop.;

Commelinaceae, *Commelina erecta* L.;

Cucurbitaceae, *Cucurbita maxima* Duchesne var. *andreana* (Naudin) Filov.;

Fabaceae, * *Trifolium repens* L.;

Gentaniaceae, * *Centaurium pulchellum* (Sw.) Druce.;

Lamiaceae, * *Lamium amplexicaule* L.;

Lythraceae, *Lythrum hyssopifolia* L.;

Malvaceae, * *Malva nicaeensis* All.;

Oleaceae, * *Ligustrum lucidum* W. T. Aiton;

Onagraceae, *Ludwigia peploides* (Kunth) P. H. Raven;

Polygonaceae, * *Polygonum aviculare* L., * *P. persicaria* L.;

Portulacaceae, * *P. oleracea* L.;

Solanaceae, *Nicotiana longiflora* Cav., *Physalis viscosa* L., *Solanum glaucophyllum* Desf., *S. sisymbriifolium* Lam., *S. sublobatum* Willd.;

Verbenaceae, *Phyla canescens* (Kunth) Greene, *Verbena gracilescens* (Cham.)

Herter, *V. intermedia* Gillies & Hook.

Apéndice II. Especies de visitantes florales diurnos colectados sobre flores de la vegetación del borde cultivo en flor en los sitios relevados.

Saéñz Peña (SP)

Diptera:

Syrphidae, *Palpada rufiventris*;

Hymenoptera:

Apidae, **Apini**, *Apis mellifera*, **Centridini**, *Centris catsal*, *C. mourei*, *C. tarsata*,

Emphorini, *Diadasia* sp. 1, **Eucerini**, *Melissodes rufithorax*, *Melissoptila*

desiderata, *Melitoma segmentaria*, *Peponapis fervens*, *Thygater analis*,

Exomalopsini, *Exomalopsis* sp. 1, *E.* sp. 2, **Meliponini**, *Tetragonisca angustula*,

Tapinotaspidini, *Caenonomada bruneri*, *Chalepogenus unicolor*; **Halictidae**,

Augochlora amphitrita, *Augochlorella* sp. 2, *Augochloropsis* sp. 9, *A.* sp. 10, *A.*

sp. 11, *Lasioglossum* sp. 3, *L.* sp. 4, *Pseudagapostemon* sp. 2; **Megachilidae**,

Coelioxys sp. 2, *Megachile gomphrenae*, *M.* cf. *stenophora*.

Reconquista (RE)

Diptera:

Bibionidae, *Bibionidae* sp. 1, **Bombyliidae**, *Geron* sp. 6, **Calliphoridae**,

Chrysomya albiceps, *Cochliomyia macellaria*, **Conopidae**, *Conopidae* sp. 1,

Muscidae, *Muscidae*, sp. 31, **Sarcophagidae**, *Sarcophagidae* sp. 25, *S.* sp. 33, *S.*

sp. 34, *S.* sp. 36, *S.* sp. 38, *S.* sp. 52, **Stratiomyidae**, *Stratiomyidae* sp. 4, *S.* sp.

7, **Syrphidae**, *Allograpta exotica*, *Copestylum compactum*, *C. sexmaculatum*,

Palpada furcata, *P. rufiventris*, *Psuedodoros clavatus*, *Salpingogaster halcyon*,

Tachinidae, *Archytas incertus*, *Belvosia* sp., *Trichopoda* sp. 1, Tachinidae sp. 52, T. sp. 53, T. sp. 54, T. sp. 55, T. sp. 56, T. sp. 58;

Hymenoptera:

Andrenidae, *Anthrenoides* sp. 3, *Protandrena* sp. 3, *Psaenythia* sp. 4, *P.* sp. 5,

Apidae, **Apini**, *Apis mellifera*, **Bombini**, *Bombus morio*, **Emphorini**, *Diadasina distincta*, **Epeolini**, *Doeringiella holmbergi*, *Trophocleptria* sp., **Eucerini**,

Melissodes rufithorax, *M. tintinnans*, *Melissoptila* cf. *bonariensis*, **Osirini**,

Parepeolus aterrimus, **Tapinotaspidini**, *Caenonomada bruneri*, **Xylocopini**,

Ceratina morrensis, *Xylocopa nigrocincta*, **Colletidae**, *Leioproctus* sp. 9,

Halictidae, *Augochlora* sp. 1, *Augochloropsis* sp. 8, *A.* sp. 9, *A.* sp. 12,

Pseudagapostemon (*Pseudagapostemon*) sp. 2, *P.* sp. 4, **Megachilidae**,

Coelioxys sp. 2, *C.* sp. 4, *C.* sp. 5, *Megachile aetheria*, *M. hoffmannseggiae*, *M.*

sp. 1, *M.* sp. 2, *M.* sp. 3, **Sphecidae**, *Prionyx* sp. 3, **Vespidae**, *Brachygastra* sp.

2, *Pachocynerus* cf. *guadulpensis*, *Polistes* sp. 4, *Polybia* sp. 4.

Lepidoptera:

Arctiidae, *Eurata baeri*, *Philoros opaca*, **Hesperiidae**, *Pyrgus oileus*,

Lycaenidae, *Strymon eurytulus*, **Nymphalidae**, *Tegosa frisia*, **Pieridae**, *Pyrisitia*

nise, **Riodinidae**, *Audre* cf. *Notialis*.

Paraná (PA)

Blattaria:

Blatellidae, *Pseudomops neglecta*;

Coleoptera:

Melyridae, *Astylus quadrilineatus*;

Diptera:

Calliphoridae, *Chrysomya albiceps*; **Muscidae**, *Musca domestica*, Muscidae sp. 30, Muscidae sp. 31; **Sarcophagidae**, Sarcophagidae sp. 25, S. sp. 37, S. sp. 38, S. sp. 39, **Syrphidae**, *Eristalis tenax*, *Palpada furcata*, **Tachinidae**, *Archytas incertus*, A. sp. 2, *Trichopoda* sp. 1, Tachinidae sp. 1, T. sp. 52, T. sp. 55, T. sp. 57;

Hymenoptera:

Andrenidae, *Protandrena* sp. 3, **Apidae**, **Apini**, *Apis mellifera*, **Bombini**, *Bombus atratus*, **Emphorini**, *Leptometriella separata*, **Epeolini**, *Doeringiella nobilis*, **Eucerini**, *Melissodes rufithorax*, *M. tintinnans*, *Melissoptila* cf. *bonariensis*, *M. desiderata*, *Thygater analis*, **Xylocopini**, *Ceratina rupestris*, **Colletidae**, *Colletes* sp. 9, **Halictidae**, *Augochlora semiramis*, *Augochloropsis* sp. 3, A. sp. 10, **Megachilidae**, *Megachile botucatus*, *M. cf. stenophora*, *M. cordialis*, *M. gomphrenae*, *M. pallefacta*, *M. sp.*, **Vespidae**, *Brachygastra lecheguana*, *Ectemnius* sp. 1, *Polistes* sp. 4, *Polybia* sp. 3;

Lepidoptera:

Nymphalidae, *Agraulis vanillae*, *Junonia genoveva*, *Ortilia ithra*, *Tegosa claudina*, *Vanessa* sp., **Pieridae**, *Glutophrissa drusilla*, **Riodinidae**, *Riodina lysippoides*

Balcarce (BA)

Coleoptera:

Cantharidae, *Chauliognatus scriptus*;

Diptera:

Anthomyiidae, *Calythea* sp. 1, **Syrphidae**, *Allograpta exotica*, *Palpada rufiventris*, **Tachinidae**, Tachinidae sp. 1, T. sp. 59;

Hymenoptera:

Apidae, **Bombini**, *Bombus bellicosus*, **Eucerini**, *Melissoptila tandilensis*,

Megachilidae, *Megachile gomphrenae*, *M.* sp.;

Lepidoptera:

Lycaenidae, *Strymon eurytulus*, **Pieridae**, *Colias lesbias*, *Tatochila autodice*,
Sphingidae, *Aellops tantalus*.

Sunchales (SU)

Diptera:

Bombyliidae, Bombyliidae sp. 1, **Calliphoridae**, *Chrysomya albiceps*,

Culicidae, Culicidae sp. 1, **Sarcophagidae**, *Oxysarcodexia paulistanensis*, *O. varia*, **Syrphidae**, *Allograpta exotica*, *Copestylum spinigerum*, *Eristalis tenax*,
Palpada distinguenda, *P. elegans*, *Pseudodoros clavatus*, *Toxomerus* sp. a,

Tabanidae, *Tabanus* sp. 1, **Tachinidae**, *Archytas incertus*, *A.* sp. 3, Tachinidae sp. 1, T. sp. 62;

Hymenoptera:

Andrenidae, *Anthrenoides* sp. 4, *Parapsaenythia* sp. 1, *Psaenythia* sp. 2, *Rhophitulus* (*Cephalurgus*) sp. 1, **Apidae**, **Apini**, *Apis mellifera*, **Emphorini**, *Diadasia patagonica*, **Exomalopsini**, *Exomalopsis* sp. 3, **Eucerini**, *Melissodes tintinnans*, *Melissoptila desiderata*, Eucerini sp. 1, **Tapinotaspidini**, *Caenonomada bruneri*, *Chalepogenus parvus*, *Tapinotaspis chalybea*, **Xylocopini**, *Xylocopa splendidula*, **Halictidae**, *Augochloropsis* cf. *euterpe*, *Lasioglossum* (*Dialictus*) sp. 18, *Pseudagapostemon* sp. 6, **Sphecidae**, *Larra burmeisterii*, **Vespidae**, *Polistes* sp. 4, Vespidae sp. 1;

Lepidoptera:

Lycaenidae, *Strymon eurytulus*, **Nymphalidae**, *Agraulis vanillae*, *Euptoieta claudia*, **Riodinidae**, *Audre erycina*, *Riodina lysippoides*.

Paunero (P)

Coleoptera:

Cantharidae, *Chauliognathus scriptus*, **Melyridae**, *Astylus atromaculatus*;

Diptera:

Sarcophagidae, *Oxysarcodexia paulistanensis*, *O.* sp. 1, **Stratiomyidae**, Stratiomyidae sp. 4, *S.* sp. 8, **Syrphidae**, *Palpada distinguenda*, **Tachinidae**, *Gonia* sp., *Trichopoda* sp. 1, Tachinidae sp. 63;

Hymenoptera:

Andrenidae, *Callonychium* sp. 5, *C.* sp. 7, *Panurgillus* sp. 1, **Apidae**, **Emphorini**, *Alepidosceles filitarsis*, **Epeolini**, *Doeringiella nobilis*, **Eucerini**,

Melissodes rufithorax, **Halictidae**, *Pseudagapostemon* sp., **Megachilidae**,
Coelioxys sp. 6, *C.* sp. 7, *Megachile* sp. 35, **Pompilidae**, *Ceropales* sp., *Pepsis*
sp. 3, **Sphecidae**, *Bembyx* cf. *citripes*, *Cerceris* sp. 3, *Cerceris* sp. 4, *Oxybelus* sp.
3, *Sphex argentinus*, *Stangeella cyaniventris*, *Tachytes* sp. 1, **Vespidae**,
Pachodynerus argentinus, Vespidae sp. 2;

Lepidoptera:

Pieridae, *Tatochila vanvolxemii*, **Riodinidae**, *Ematurgina bifasciata*.

Roca (RO)

Coleoptera:

Cantharidae, *Chauliognatus scriptus*; **Chrysomelidae**, *Spintherophyta* sp.;

Elateridae, *Conoderus* sp. 1; **Melyridae**, *Astylus quadrilineatus*;

Diptera:

Bombyliidae, *Geron* sp.1, *Geron* sp. 2; **Sarcophagidae**, *Oxysarcodexia varia*,

Tricharaea occidua, Sarcophagidae sp. 41, **Syrphidae**, *Allograpta exotica*,

Toxomerus sp. a, **Tachinidae**, *Gonia* sp. 3, *Trichopoda* sp. 1, Tachinidae sp. 63;

Hymenoptera:

Andrenidae, *Protandrena* sp.4, *Psaenythia* sp. 6, *P.* sp. 7, *P.* sp. 8, *P.* sp. 9, *P.*

sp. 10; **Apidae**, **Apini**, *Apis mellifera*, **Emphorini**, *Ptilothrix tricolor*, **Epeolini**,

Doeringiella holmbergi, *D. nobilis*, **Eucerini**, *Alloscirtetica vara*, *Melissodes*
rufithorax, *M. tintinnans*, *Melissoptila* cf. *desiderata*, *M. tandilensis*,

Exomalopsini, *Exomalopsis* sp. 4, **Nomadini**, *Nomada* sp. 1, **Xylocopini**,

Xylocopa ciliata, *X. splendidula*, **Colletidae**, *Colletes* sp. 11, **Halictidae**,

Lasioglossum (Dialictus) sp. 18, **Megachilidae**, *Coelioxys* sp. 8, *C.* sp. 9, *M.* cf. *gomphrenae*, **Pompilidae**, *Pompilidae* sp. 1, **Sphecidae**, *Larra* sp. 1, *L.* sp. 2, *Tachytes* sp. 3, *Trachypus* sp. 2, **Tiphiidae**, *Thipiidae* sp. 5, *T.* sp. 6, **Vespidae**, *Trimeria* sp.

Lepidoptera:

Lycaenidae, *Strymon eurytulus*, **Pieridae**, *Tatochila vanvolxemii*, **Riodinidae**, *Audre epulus*

Hortensia (HO)

Blattaria:

Blatellidae, *Pseudomops neglecta*

Coleoptera:

Cantharidae, *Chauliognathus scriptus*, **Chrysomelidae**, *Diabrotica speciosa*,

Lampyridae, *Lampyridae* sp. 1, *L.* sp. 2,

Diptera:

Bombyliidae, *Geron* sp. 7, *Thyridanthrax* sp. 20, **Calliphoridae**, *Cochliomyia macellaria*, **Syrphidae**, *Allograpta exotica*, *Palpada distinguenda*, *P. rufiventris*, *Toxomerus* sp. a, **Tachinidae**, *Tachinidae* sp. 70, *T.* sp. 71, *T.* sp. 72, **Familia no identificada**, *Diptera* sp. 1

Hymenoptera:

Andrenidae, *Parapsaenythia* sp. 2, *Psaenythia* sp. 11, *P.* sp. 12, *P.* sp. 13, *P.* sp.

14, **Apidae**, **Apini**, *Apis mellifera*, **Brachynomadini**, *Brachynomada* sp. 1,

Eucerini, *Melissodes rufithorax*, *M. tintinnans*, *Melissoptila tandilensis*,

Peponapis fervens, **Colletidae**, *Colletes argentinus*, *C.* sp. 10, *Tetraglossula* sp. 1, **Halictidae**, *Augochlora amphitrita*, *A.* sp. 2, *Augochloropsis tupacamaru*, *Lasioglossum (Dialictus)* sp. 19, *L. (D.)* sp. 20, *L. (D.)* sp. 21, *L. (D.)* sp. 22, *Pseudagapostemon (Neagapostemon) puelchanus*, *Pseudagapostemon (Pseudagapostemon) cf. hurdi*, *Ruizantheda divaricata*, **Megachilidae**, *Epanthidium* sp. 1, *Megachile cf. gomphrenae*, **Pompilidae**, *Pompilidae* sp. 1, *P.* sp. 3, **Sphecidae**, *Cerceris* sp. 5, *Ectemnius* sp. 3, *E.* sp. 4, *Sphex* sp. 1, *Trachypus* sp. 1, **Tiphiidae**, *Tiphiidae* sp. 4, *T.* sp. 6, *T.* sp. 7, **Vespidae**, *Brachygastra lecheguana*, *Polybia scutellaris*,

Lepidoptera:

Hesperiidae, *Epargyreus tmolis*, *Erynnis funeralis*, *Vinius pulcherrimus*,
Lycaenidae, *Strymon eurytulus*.