

## PLANTAS NATIVAS DEL SUDOESTE BONAERENSE POTENCIALMENTE ÚTILES PARA LA CONSERVACION DE LOS POLINIZADORES EN AGROECOSISTEMAS

Haedo Joana<sup>1</sup>, Stalldecker Pamela<sup>1</sup> y Marrero Hugo J.<sup>2</sup>

1- GEKKO, Grupo de Estudios en Conservación y Manejo, Departamento de Biología Bioquímica y Farmacia, Universidad Nacional del Sur, 8000, Bahía Blanca, Buenos Aires, Argentina; 2- Instituto Argentino de Investigaciones de las Zonas Áridas, CONICET, CC 507, 5500, Mendoza, Argentina. [joanahaedo@gmail.com](mailto:joanahaedo@gmail.com)

### Resumen

Los parques y las reservas naturales conforman ecosistemas donde se conserva la diversidad de plantas y visitantes florales. El objetivo de nuestro estudio fue describir la comunidad de plantas entomófilas y visitantes florales presentes en tres parcelas de una hectárea dentro del parque provincial Ernesto Tornquist. En cada parcela, registramos la riqueza y la abundancia de plantas entomófilas y las especies de visitantes florales que se encontraron forrajeando sobre las mismas. Finalmente, buscamos identificar las especies vegetales que interactuaron con la mayor riqueza de especies de visitantes florales y con floraciones más extendidas que podrían ser utilizadas en los bordes de los cultivos de la región. Encontramos 109 especies vegetales, de las cuales 45 se hallaron interactuando con 74 especies de visitantes florales. La familia Asteraceae fue el grupo donde se registró el mayor número de interacciones, siendo las especies *Zexmenia buphthalmiflora* y *Baccharis crispa* las que presentaron mayor cantidad de visitas y mayor centralidad en las redes de interacciones. Ambas especies poseen potencialidad para ser utilizadas en los bordes de cultivo para el mantenimiento de los polinizadores.

**Palabras clave:** planta entomófila, visitante floral, polinización, agroecosistemas, borde de cultivo, polinizador

### Abstract

The parks and natural reserves constitute ecosystems where the diversity of plants and floral visitors are preserved. The aim of our study was to describe the entomophilous plant community and floral visitors present in three plots of one hectare each inside the Ernesto Tornquist Provincial Park. In each plot we recorded the abundance of entomophilous plants and the species of floral visitors foraging on plants. Finally, we identified the plant species that interacted with a greater richness of floral visitor species and with extensive floral phenologies which could be used at the surrounding crops of the region. We found 109 plant species, 45 of which had interaction with 74 species of floral visitors. The Asteraceae were the group of plants with most interactions recorded where *Zexmenia buphthalmiflora* and *Baccharis crispa* had a higher number of visits and greater centrality in the interactions network. Both species have potential for use as crop borders to preserve pollinators.

**Key words:** entomophilous plant, floral visitor, pollination, agroecosystems, crop border, pollinator.

## INTRODUCCIÓN

La actividad antrópica modificó el 50% de la superficie terrestre en los últimos 300 años, transformando los ecosistemas naturales en áreas principalmente de uso agropecuario (agroecosistemas) (Ellis *et al.* 2010). La región Pampeana no estuvo exenta de este cambio tanto por el ingreso de ganado vacuno y equino en el siglo XVI, como con la expansión de la agricultura a partir de la década de los 80s (León y Burkart 1998, Bilenca y Miñarro 2004, Medan *et al.* 2011). Los escasos relictos de pastizales naturales encontrados actualmente en la región Pampeana se encuentran confinados a parques, reservas o áreas no productivas (Bilenca y Miñarro 2004).

Los parques y las reservas naturales conforman ecosistemas que proporcionan ambientes donde se conserva la diversidad de organismos (Burkart 2006). Muchos de los cuales brindan servicios al ecosistema que pueden aumentar el bienestar humano (Kremen *et al.* 2007). La polinización es uno de los servicios ecosistémicos que puede ser resguardado en áreas naturales (Marrero *et al.* 2014). Recientemente, se demostró que la estabilidad del servicio de polinización de los cultivos se reduce con el incremento en la distancia desde los lotes agrícolas a las áreas naturales (Garibaldi *et al.* 2011, 2013). Al igual que los parques y las reservas, las áreas no cultivadas de los agroecosistemas (por ejemplo, bordes de cultivos) pueden brindar ambientes propicios para albergar especies de polinizadores (Lentini *et al.* 2012, Torretta y Poggio 2013). Sin embargo, la expansión de la frontera agrícola está generando una homogenización de los paisajes, con la subsecuente pérdida de la diversidad de especies (Sala *et al.* 2000).

La disminución de abundancia y/o riqueza de polinizadores silvestres en los agroecosistemas se relaciona con la disminución en la diversidad de hábitats y recursos florales (Roulston y Goodell 2011). Los ambientes naturales o conservados dentro de los agroecosistemas, contienen recursos florales que ayudan a mantener poblaciones de polinizadores silvestres y aumentan la producción de cultivos (Garibaldi *et al.* 2011, 2013, 2016, Nicholls y

Altieri 2012). Recientemente, se ha propuesto que los polinizadores silvestres podrían utilizarse para la polinización de los cultivos en combinación de la abeja doméstica (*Apis mellifera*) (Winfree *et al.* 2008, Park *et al.* 2010, Roulston y Goodell 2011, Garibaldi *et al.* 2013). En algunos agroecosistemas se está promoviendo un aumento de la diversidad de especies vegetales en los bordes de cultivo como estrategia para favorecer a los polinizadores silvestres, los que podrían beneficiar la producción de los cultivos dependientes de polinización biótica (Garibaldi *et al.* 2014, Sidhu y Joshi 2016). En Argentina esta estrategia todavía no se ha probado, para ello, primero es necesario conocer cómo se estructuran las comunidades, así luego poder elegir potenciales especies vegetales que podrían ser utilizadas en los bordes de cultivo.

El objetivo de este trabajo fue describir la comunidad de plantas entomófilas y visitantes florales del parque provincial Ernesto Tornquist. Particularmente nos focalizamos en las interacciones de las plantas entomófilas más abundantes encontradas en los pastizales de piedemonte de la reserva. Finalmente, buscamos identificar las especies de plantas que interactúan con la mayor riqueza de visitantes florales, con mayor abundancia y floraciones más extendidas, que podrían ser utilizadas en los bordes de los cultivos de la región para actuar como atrayentes de potenciales polinizadores de determinados cultivos.

## MÉTODOS

### Área de estudio

El trabajo se realizó en el Parque Provincial Ernesto Tornquist, localizado en el partido de Tornquist, provincia de Buenos Aires (38° 03' S – 62° 02' W). Se trata de un sistema serrano de 6.718 ha que va desde los 250 a los 1.239 msnm y cuyo hábitat principal son los pastizales naturales serranos (Birochio *et al.* 2004). La vegetación dominante en toda la región es la estepa de gramíneas, dominada por grandes matas de especies del género *Stipa* (Cabrera, 1971), entre las cuales se pueden encontrar especies de plantas entomófilas en diferentes épocas del año.

## Muestreo

El trabajo se realizó sobre tres parcelas de una hectárea localizadas dentro de la zona de reserva. Se realizó un relevamiento con frecuencia mensual en cada parcela durante el pico de floración de las plantas entomófilas de la región de estudio (de noviembre a marzo de 2014-2015). En cada visita se registraron las especies de plantas entomófilas que se encontraron florecidas. Se colectaron ejemplares, se herborizaron y en el laboratorio se determinaron al menor nivel taxonómico posible. Por otro lado, en cada parcela se estimó la abundancia floral caminando a lo largo una transecta de 50 metros de largo, en la cual se dispusieron al azar 5 cuadrantes de un 1 m<sup>2</sup>. En cada cuadrante se contabilizó el número de flores o inflorescencias (en adelante, unidades de atracción floral- UAF) abiertas de cada especie. Debido a la metodología de muestreo que se utilizó para medir las abundancias, no todas las especies que se encontraron florecidas en las parcelas fueron registradas en los cuadrantes. Cuando esto ocurrió, esas especies fueron consideradas en los análisis como poco abundantes (ver análisis).

En cada visita mensual, para registrar las interacciones planta – visitante floral, se realizaron observaciones durante una hora en cada parcela durante el horario de mayor actividad de los visitantes florales (10.00-17.00 hs.). Se recorrió la parcela caminando al azar, evitando pasar por el mismo lugar y se registraron las especies de visitantes florales que se encontraron forrajeando sobre cada especie de planta entomófila (15 horas de muestreo total). Los visitantes florales que se encontraron forrajeando sobre una UAF que no pudieron ser identificados en el campo, se capturaron con una red y se colocaron en un frasco de sacrificio. Luego, se depositaron en recipientes plásticos, se transportaron al laboratorio y se montaron con alfileres entomológicos para su determinación bajo lupa estereoscópica. Las plantas y los visitantes florales se depositaron en el laboratorio del Grupo GEKKO, en el Departamento de Biología Bioquímica y Farmacia de la Universidad Nacional del Sur.

## Análisis

Se calculó la abundancia promedio de UAF por m<sup>2</sup> utilizando los datos de las tres parcelas de estudio. Las especies vegetales florecidas y registradas en cada parcela que no fueron contabilizadas en los cuadrantes por no quedar dentro de los mismos, fueron consideradas poco abundantes. Con estos datos, se estimó la extensión y los picos de la floración de cada especie vegetal. Finalmente, se utilizó una aproximación con redes de interacciones para la determinación de las especies vegetales con mayores cantidades de visitas y con mayor centralidad en las redes.

La red de interacciones se construyó como una matriz donde cada columna representó una especie de visitante floral y cada fila, una especie de planta entomófila. En las intersecciones entre cada columna y fila se representó la presencia (1) o ausencia (0) de la interacción entre las especies (para una explicación detallada sobre redes de interacciones ver Bascompte y Jordano 2007). La centralidad se estimó con la función *Betweenness* del paquete *Bipartite* (Dormann *et al.* 2009) en software estadístico R (R Development Core Team 2013). La centralidad es una estimación de la importancia relativa de una especie en la interconexión de las especies de la red. Es decir, que es el grado en que una especie conecta a otras especies de otro nivel trófico (por ejemplo, cómo los visitantes florales se conectan entre sí, a través una especie de planta que comparten) (Fang y Huang 2013).

## RESULTADOS

Se encontraron 109 especies vegetales pertenecientes a 33 familias. Las familias con mayor número de especies fueron Asteraceae (37 spp.) y Fabaceae (12 spp.). Se hallaron 74 especies (o morfo-especies) de visitantes florales, pertenecientes a los órdenes Diptera (27 spp.), Hymenoptera (19 spp.), Coleoptera (17 spp.), Lepidoptera (10 spp.) y Hemiptera (una sp.). Del total de especies vegetales, 45 interactuaron con visitantes florales (Tablas 1 y 2). Las especies vegetales que recibieron mayor riqueza de visitas fueron *Zexmenia buphthalmiflora* y *Baccharis crispa*

(23 y 19 especies de visitantes florales respectivamente) (Figura 1).

La extensión de floración de las especies vegetales fue variable. Algunas especies exhibieron alta abundancia de UAF concentradas en un pico de floración de sólo un mes (*Echium sp.*, *Glandularia pulchella*) o con una floración de escasa duración (*B. crispera*) y otras especies, como *Z. buphtalmiflora*, tuvieron abundancias

mensuales bajas, pero estuvieron florecidas en la mayor parte de los meses muestreados (floraciones más extendidas) (Figura 2).

Las tres especies vegetales con mayor centralidad en la red de interacciones pertenecieron a la familia Asteraceae (Figura 3). *B. crispera* resultó la especie con mayor centralidad, seguida por *Z. buphtalmiflora* e *Hypochaeris variegata* (Figura 3).

Tabla 1. Especies vegetales que se encontraron en interacción.

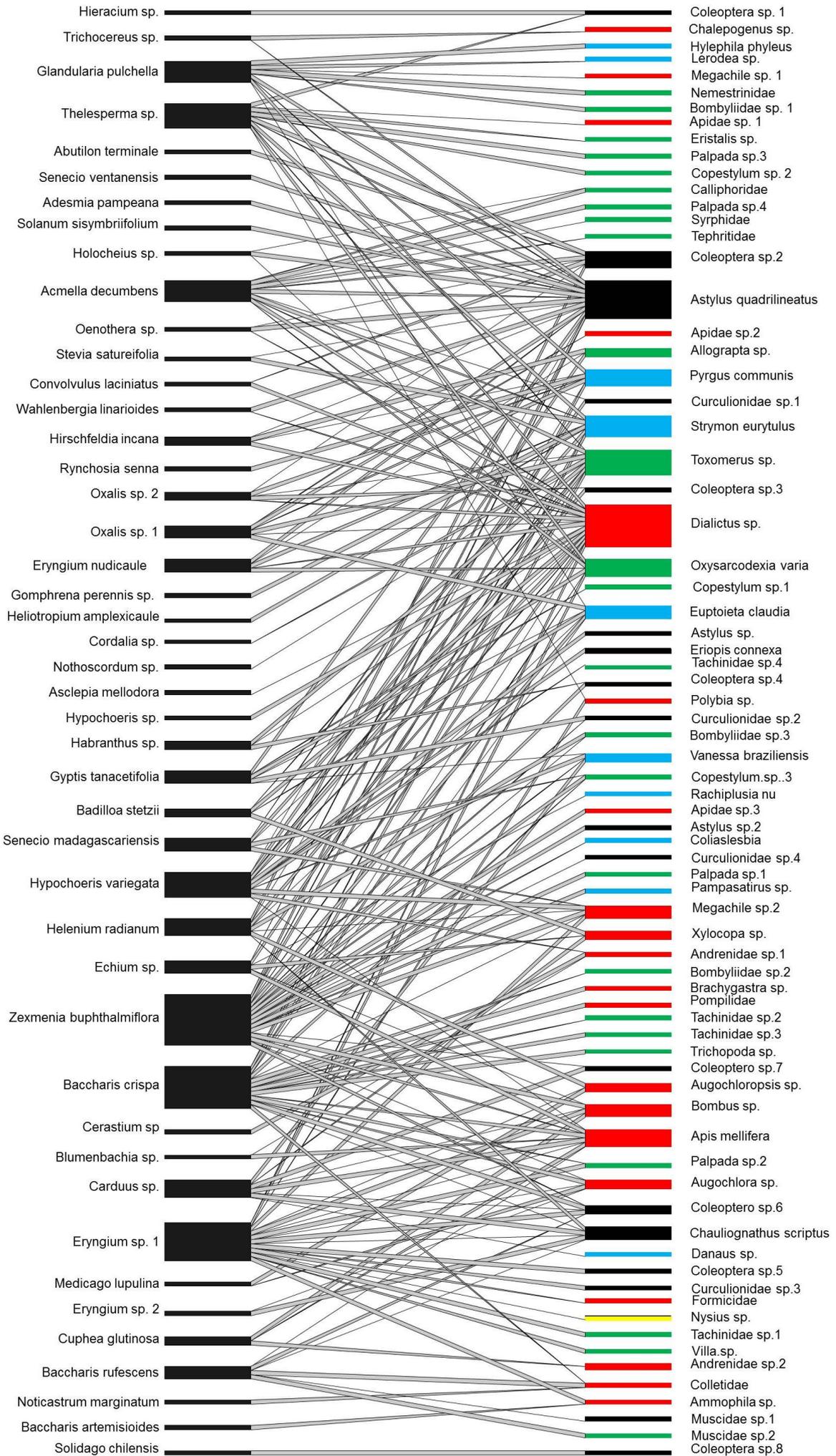
Espece	Familia
<i>Gomphrena perennis</i> L.	Amaranthaceae
<i>Habranthus sp.</i>	Amarillidaceae
<i>Asclepias mellodora</i> A. St.-Hil	Asclepiadaceae
<i>Baccharis artemisioides</i> Hook. y Arn.	Asteraceae
<i>Baccharis crispera</i> Spreng.	Asteraceae
<i>Baccharis rufescens</i> Spreng.	Asteraceae
<i>Badilloa steetzii</i> (B.L.Rob.) R.M.King y H.Rob.	Asteraceae
<i>Carduus acanthoides</i> L.	Asteraceae
<i>Gyptis tanacetifolia</i> (Gillies ex Hook. y Arn.) D.J.N. Hind y Flann	Asteraceae
<i>Hieracium sp.</i>	Asteraceae
<i>Holocheilus sp.</i>	Asteraceae
<i>Hypochaeris sp.</i>	Asteraceae
<i>Hypochaeris variegata</i> (Lam.) Baker	Asteraceae
<i>Noticastrum marginatum</i> (Kunth) Cuatrec.	Asteraceae
<i>Senecio madagascariensis</i> Poir.	Asteraceae
<i>Senecio ventanensis</i> Cabrera	Asteraceae
<i>Solidago chilensis</i> Meyen	Asteraceae
<i>Stevia satureiifolia</i> (Lam.). Sch. Bip. ex Klotzsch	Asteraceae
<i>Thelesperma sp.</i>	Asteraceae
<i>Zexmenia buphtalmiflora</i> (Lorentz) Ariza	Asteraceae

<i>Acmella decumbens</i> (Sm.) R.K. Jansen	Asteraceae
<i>Echium sp.</i>	Boraginaceae
<i>Heliotropium amplexicaule</i> Vahl	Boraginaceae
<i>Hirschfeldia incana</i> (L.) Lagr.-Foss,	Brassicaceae
<i>Trichocereus sp.</i>	Cactaceae
<i>Cerastium sp.</i>	Caryophyllaceae
<i>Caryophyllaceae sp.</i>	Caryophyllaceae
<i>Convolvulus laciniatus</i> Desr.	Convolvulaceae
<i>Adesmia pampeana</i> Speg.	Fabaceae
<i>Medicago lupulina</i> L.	Fabaceae
<i>Rhynchosia senna</i> Gillies ex Hook.	Fabaceae
<i>Nothoscordum sp.</i>	Liliaceae
<i>Wahlenbergia linarioides</i> (Lam.) A. DC.	Liliaceae
<i>Blumenbachia insignis</i> Schrad.	Loasaceae
<i>Cuphea glutinosa</i> Cham. y Schltld.	Lythraceae
<i>Abutilon terminale</i> (Cav.) A. St.-Hil.	Malvaceae
<i>Oenothera sp.</i>	Onagraceae
<i>Oxalis sp. 1</i>	Oxalidaceae
<i>Oxalis sp. 2</i>	Oxalidaceae
<i>Solanum sisymbriifolium</i> Lam.	Solanaceae
<i>Eryngium nudicaule</i> Lam.	Umbelliferae
<i>Eryngium sp. 1</i>	Umbelliferae
<i>Eryngium sp. 2</i>	Umbelliferae
<i>Glandularia pulchella</i> (Sweet) Tronc.	Verbenaceae

Tabla 2. Especies de visitantes florales.

<b>Especie</b>	<b>Orden</b>
<i>Astylus quadrilineatus</i>	Coleoptera
<i>Astylus sp. 1</i>	Coleoptera
<i>Astylus sp.2</i>	Coleoptera
<i>Chauliognathus scriptus</i>	Coleoptera
<i>Coleoptera sp. 1</i>	Coleoptera
<i>Coleoptera sp.2</i>	Coleoptera
<i>Coleoptera sp.3</i>	Coleoptera
<i>Coleoptera sp.4</i>	Coleoptera
<i>Coleoptera sp.5</i>	Coleoptera
<i>Coleoptera sp.6</i>	Coleoptera
<i>Coleoptera sp.7</i>	Coleoptera
<i>Coleoptera sp.8</i>	Coleoptera
<i>Curculionidae sp. 1</i>	Coleoptera
<i>Curculionidae sp.2</i>	Coleoptera
<i>Curculionidae sp.3</i>	Coleoptera
<i>Curculionidae sp.4</i>	Coleoptera
<i>Eriopsis connexa</i>	Coleoptera
<i>Allograpta sp.</i>	Diptera
<i>Bombyliidae sp. 1</i>	Diptera
<i>Bombyliidae sp.2</i>	Diptera
<i>Bombyliidae sp.3</i>	Diptera
<i>Calliphoridae</i>	Diptera
<i>Copestylum sp. 1</i>	Diptera
<i>Copestylum sp. 2</i>	Diptera
<i>Copestylum sp. 3</i>	Diptera
<i>Eristalis sp.</i>	Diptera
<i>Muscidae sp. 1</i>	Diptera
<i>Muscidae sp.2</i>	Diptera
<i>Nemestrinidae</i>	Diptera
<i>Brachygastra sp.</i>	Diptera
<i>Oxysarcodexia varia</i>	Diptera
<i>Palpada sp. 1</i>	Diptera
<i>Palpada sp.2</i>	Diptera
<i>Palpada sp.3</i>	Diptera
<i>Palpada sp.4</i>	Diptera
<i>Syrphidae</i>	Diptera
<i>Tachinidae sp. 4</i>	Diptera
<i>Tachinidae sp. 1</i>	Diptera

<i>Tachinidae sp.2</i>	Diptera
<i>Tachinidae sp.3</i>	Diptera
<i>Tephritidae</i>	Diptera
<i>Toxomerus sp.</i>	Diptera
<i>Trichopoda sp.</i>	Diptera
<i>Villa sp.</i>	Diptera
<i>Nysius sp.</i>	Hemiptera
<i>Ammophila sp.</i>	Hymenoptera
<i>Andrenidae sp. 1</i>	Hymenoptera
<i>Andrenidae sp.2</i>	Hymenoptera
<i>Apidae sp. 1</i>	Hymenoptera
<i>Apidae sp.2</i>	Hymenoptera
<i>Apidae sp.3</i>	Hymenoptera
<i>Apis mellifera</i>	Hymenoptera
<i>Augochlora sp.</i>	Hymenoptera
<i>Augochloropsis sp.</i>	Hymenoptera
<i>Bombus sp.</i>	Hymenoptera
<i>Chalepogenus sp.</i>	Hymenoptera
<i>Colletidae</i>	Hymenoptera
<i>Dialictus sp.</i>	Hymenoptera
<i>Formicidae</i>	Hymenoptera
<i>Megachile sp. 1</i>	Hymenoptera
<i>Megachile sp. 2</i>	Hymenoptera
<i>Polybia sp.</i>	Hymenoptera
<i>Pompilidae</i>	Hymenoptera
<i>Xylocopa sp.</i>	Hymenoptera
<i>Colias lesbia</i>	Lepidoptera
<i>Danaus sp.</i>	Lepidoptera
<i>Euptoieta claudia</i>	Lepidoptera
<i>Hylephila phyleus</i>	Lepidoptera
<i>Lerodea sp.</i>	Lepidoptera
<i>Pampasatyrus sp.</i>	Lepidoptera
<i>Pyrgus communis</i>	Lepidoptera
<i>Rachiplusia nu</i>	Lepidoptera
<i>Strymon eurytulus</i>	Lepidoptera
<i>Vanessa braziliensis</i>	Lepidoptera

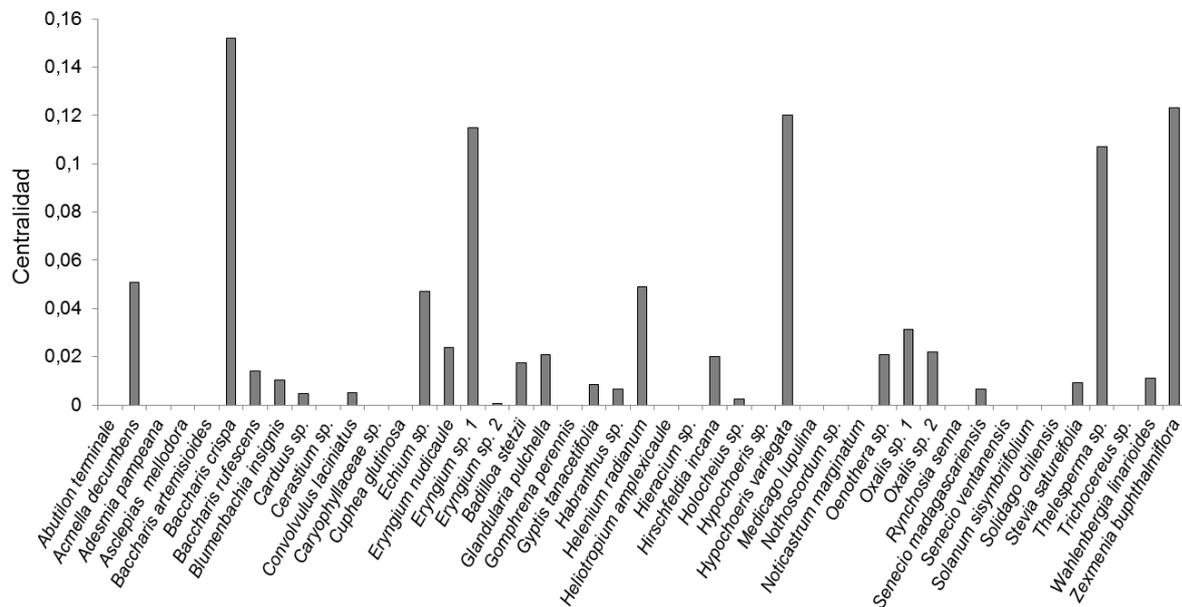


**Figura 1.** Red planta-visitante floral. Red de interacción entre plantas (nodos de la izquierda) y visitantes florales (nodos de la derecha) encontrados durante el pico de floración en tres parcelas de una hectárea en el parque provincial Ernesto Tornquist. El tamaño de los nodos se relaciona con la cantidad de especies con las que interactúa. Los diferentes colores de nodo representan los órdenes a los que pertenecen los visitantes florales: rojo para Hymenoptera, verde para Diptera, negro para Coleoptera, celeste para Lepidoptera y amarillo para Heteroptera.

Especie	Noviembre	Diciembre	Enero	Febrero	Marzo
<i>Abutilon terminale</i>					
<i>Acmella decumbens</i>					
<i>Adesmia pampeana</i>					
<i>Asclepias mellodora</i>					
<i>Baccharis artemisioides</i>					
<i>Baccharis crispa</i>					
<i>Baccharis rufescens</i>					
<i>Badilloa steetzii</i>					
<i>Blubembachia insignis</i>					
<i>Carduus acanthoides</i>					
<i>Cerastium sp.</i>					
<i>Convolvulus laciniatus</i>					
<i>Caryophyllaceae sp.</i>					
<i>Cuphea glutinosa</i>					
<i>Echium sp.</i>					
<i>Eryngium nudicaule</i>					
<i>Eryngium sp. 1</i>					
<i>Eryngium sp. 2</i>					
<i>Glandularia pulchella</i>					
<i>Gomphrena perennis</i>					
<i>Gyptis tanacetifolia</i>					
<i>Habranthus sp.</i>					
<i>Habranthus tubipatus</i>					
<i>Heliotropium amplexicaule</i>					
<i>Helenium radianum</i>					
<i>Hieracium sp.</i>					
<i>Holocheius sp.</i>					
<i>Hypochoeris sp.</i>					
<i>Hypochoeris variegata</i>					
<i>Medicago lupulina</i>					
<i>Nothoscordum sp.</i>					
<i>Noticastrum marginatum</i>					
<i>Oenothera sp.</i>					
<i>Oxalis sp. 1</i>					
<i>Oxalis sp. 2</i>					
<i>Rynchosia senna</i>					
<i>Senecio madagascariensis</i>					
<i>Senecio ventanensis</i>					
<i>Solanum sisymbriifolium</i>					
<i>Solidago chilensis</i>					
<i>Stevia satuireifolia</i>					
<i>Thelesperma sp.</i>					
<i>Trichocereus sp.</i>					
<i>Wahlenbergia linarioides</i>					
<i>Zexmenia bupthalmiflora</i>					

**Figura 2.** Extensión de la floración y abundancia floral. Extensión de la floración y abundancias de unidades de atracción floral (UAF) de las plantas que se encontraron en interacción durante el pico de floración en tres parcelas de una hectárea en el parque provincial Ernesto Tornquist. Los espacios en blanco corresponden las plantas no florecidas. Los espacios rayados corresponden a especies poco abundantes (no encontradas en el

muestreo de abundancia, pero sí registradas florecidas en las parcelas de estudio). Los espacios grisáceos corresponden a especies con abundancias entre 1 y 85 UAF/m<sup>2</sup> (abundante), mientras que los espacios negros corresponden a especies con abundancias entre 85 y 170 UAF/m<sup>2</sup> (muy abundante).



**Figura 3.** Centralidad. Centralidad de las plantas obtenida de la red de interacciones plantas-visitante floral construida con datos obtenidos durante el pico de floración en tres parcelas de una hectárea en el parque provincial Ernesto Tornquist.

## DISCUSIÓN

En este estudio encontramos una gran riqueza de especies de plantas nativas en interacción con diferentes especies de visitantes florales. Especies como *Z. buptharmiflora* y *B. crispa* resultaron altamente generalistas (ya que interactuaron con una gran cantidad de especies de visitantes florales). Aunque hay otras variables a considerar (por ej. tolerancia a los disturbios agrícolas, capacidad invasiva de las especies vegetales), estas dos especies de plantas podrían ser buenas candidatas para ser utilizadas en bordes de cultivo para el mantenimiento de los polinizadores. Ambas especies podrían complementarse debido a que interactuaron con diferentes grupos funcionales de polinizadores. Por ejemplo, *Z. buptharmiflora* recibió la visita principalmente de himenópteros y

lepidópteros, mientras que *B. crispa* interactuó principalmente con dípteros.

Comunidades florísticas más diversas presentan una mayor amplitud fenológica, dado que distintas especies vegetales poseen épocas de floración características, que tienden a diferir entre ellas (Kudo 2006). Una mayor amplitud fenológica permite el sustento de poblaciones de un mayor número de especies de polinizadores debido a que diferentes polinizadores presentan picos de actividad temporal distintos (Olesen *et al.* 2008). Por ello, es importante al proponer especies para establecer en los bordes de cultivos, que el conjunto de especies cuente con alta amplitud fenológica. Además, la presencia casi permanente de flores aumenta significativamente el valor estético del paisaje agrícola (Sidhu y Joshi 2016). Por otro lado, los recursos florales adicionales deben complementar el cultivo al

estar disponibles antes y después de la floración de los mismos, para extender la temporada de forrajeo total de la comunidad de polinizadores (Menz *et al.* 2011). En nuestro estudio, *Z. bupthalmiflora* presentó una alta amplitud fenológica con abundancias de florales mensuales bajas en relación a otras especies, pero distribuidas equitativamente a lo largo de los 5 meses del estudio. Por otro lado, *B. crispa* presentó una gran abundancia floral, pero concentrada sólo en el mes de marzo. Ambas especies tuvieron las mayores centralidades en las redes de interacciones (en relación con resto de las plantas de la comunidad) lo que las hace potencialmente útiles para el uso en los bordes de cultivo.

Sáez y colaboradores (2014) demostraron que tanto la riqueza como la frecuencia de visita de los polinizadores silvestres a las inflorescencias del girasol se ven influenciadas de forma positiva por la diversidad floral presente en el borde de los caminos rurales linderos al cultivo. Por otro lado, los recursos brindados por los cultivos (néctar, polen y sitios de nidificación) son temporalmente restringidos, por lo que las plantas presentes en los bordes de cultivos, permitirían la continuidad temporal en la provisión de recursos para los polinizadores (Sáez *et al.* 2014, Shidu y Joshi 2016). Los recursos alimentarios y de nidificación deben estar tanto espacial como temporalmente disponibles, permitiendo sostener poblaciones de polinizadores silvestres (Williams y Kremen 2007, Zurbuchen *et al.* 2010). Sería interesante realizar mediciones de tipo y cantidad de recursos que ofrece cada especie de planta nativa para evaluar la potencialidad de las mismas para su uso en bordes de cultivo.

Este es el primer estudio de interacciones planta-visitante floral realizado en el Parque Provincial E. Tornquist y se pretende que sirva como base para futuros trabajos ecológicos y de conservación. Es importante destacar que en este trabajo proponemos el uso de plantas nativas en los bordes de cultivos, pero es necesario que se realicen más estudios evaluando la eficiencia de esas especies vegetales. Por ejemplo, aunque los cultivos tienen gran tolerancia a las malezas, es posible que algunas especies vegetales compitan por ciertos recursos con el cultivo y esto tenga un efecto negativo en la producción (Nicholls

y Altieri 2012). Otros factores importantes a considerar son el área del borde y la cercanía de éste al cultivo. Se ha demostrado que estos factores se correlacionan positivamente con la riqueza, abundancia, número de sitios de nidificación, la magnitud y la estabilidad de los servicios de polinización proporcionados por abejas silvestres (Kremen *et al.* 2004, Greenleaf 2005, Kim *et al.* 2006, Ricketts 2004, Chacoff y Aizen 2006).

## AGRADECIMIENTOS

Queremos agradecer al Parque Provincial Ernesto Tornquist y a sus Guardaparques; al Jardín Botánico Pillahuinco y a Sergio Zalba por la ayuda brindada, la cual hizo posible la realización de este trabajo. Andrea Long y Juan P. Torretta colaboraron con la determinación de plantas e insectos respectivamente. Juan P. Torretta y dos revisores anónimos hicieron valiosas sugerencias que ayudaron a mejorar el manuscrito.

## BIBLIOGRAFIA CITADA

- Bascompte, J. y Jordano, P. 2007. Plant-Animal mutualistic networks: the architecture of biodiversity. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics*, 38: 567–93.
- Birochio D.E., Long M.A. y De Villalobos A.B. 2004. *Parque Provincial Ernesto Tornquist*. En: Bilenca D. y Miñarro F. Identificación de áreas valiosas de pastizal en las pampas y campos de Argentina, Uruguay y sur de Brasil (AVPs). Fundación Vida Silvestre, Argentina, Buenos Aires
- Bilenca D. y Miñarro F. 2004. *Identificación de áreas valiosas de pastizal (AVPs) en las Pampas y Campos de Argentina, Uruguay y sur de Brasil*. Fundación Vida Silvestre Argentina, Buenos Aires
- Burkart, R. 2006. *Las áreas protegidas de la Argentina*. En Brown, A., Martínez Ortiz U., Acerbi M. y Corcuera J. (Eds.), *La Situación Ambiental Argentina 2005*, Fundación Vida Silvestre Argentina, Buenos Aires
- Cabrera, A.L. 1971. Fitogeografía de la república Argentina. *Boletín de la*

- Sociedad Argentina de Botánica*, 14: 1-42.
- Chacoff, N. y Aizen, M.A. 2006. Edge effects on flower-visiting insects in grapefruit plantations bordering premontane subtropical forest. *Journal of Applied Ecology*, 43: 18–27.
- Dormann, C.F., Fründ, J., Blüthgen, N. y Gruber, B. 2009. Indices, graphs and null models: analyzing bipartite ecological networks. *The Open Ecology Journal*, 2: 7-24.
- Ellis, E. C., Klein Goldewijk, K., Siebert, S., Lightman, D., y Ramankutty, N. 2010. Anthropogenic transformation of the biomes, 1700 to 2000. *Global ecology and biogeography*, 19: 589-606.
- Fang, Q. y Huang, S.Q. 2013. A directed network analysis of heterospecific pollen transfer in a biodiverse community. *Ecology*, 94: 1176-1185.
- Garibaldi, L.A., Steffan-Dewenter, I., Kremen, C., Morales, J.M., Bommarco, R., Cunningham, S.A., Carvalheiro, L.G., Chacoff, N.P., Dudenhöffer, J.H., Greenleaf, S.S., Holzschuh, A., Isaacs, R., Krewenka, K., Mandelik, Y., Mayfield, M.M., Morandin, L.A., Potts, S.G., Ricketts, T.H., Szentgyorgyi, H., Viana, B.F., Westphal, C., Winfree, R., Klein, A.M. 2011. Stability of pollination services decreases with isolation from natural areas despite honey bee visits. *Ecology Letters*, 14: 1062-1072.
- Garibaldi, L.A., Steffan-Dewenter, I., Winfree R., Aizen, M.A., Bommarco R., Cunningham, S.A., Kremen C., Carvalheiro L.G., Harder, L.D., Afik O., Bartomeus, I., Benjamin, F., Boreux, V., Cariveau, D., Chacoff, N.P., Dudenhöffer, J.H., Freitas, B.M., Ghazoul, J., Greenleaf, S., Hipólito, J., Holzschuh, A., Howlett, B., Isaacs, R., Javorek, S.K., Kennedy, C.M., Krewenka, K.M., Krishnan, S., Mandelik, Y., Mayfield, M.M., Motzke, I., Munyuli, T. Nault, B.A., Otieno, M., Petersen, J., Pisanty, G., Potts, S.G., Rader, R., Ricketts, T.H., Rundlöf, M., Seymour, C.L., Schüepp, C., Szentgyörgyi, H., Taki, H., Tscharntke, T., Vergara, C.H., Viana, B.F., Wanger, T.C., Westphal, C., Williams, N., Klein, A.M. 2013. Wild pollinators enhance fruit set of crops regardless of honey bee abundance. *Science*, 339: 1608-1611.
- Garibaldi, L. A., Carvalheiro, L. G., Leonhardt, S. D., Aizen, M. A., Blaauw, B. R., Isaacs, R., Kuhlmann, M., Kleijn, D., Klein, A. M., Kremen, C., Morandin, L., Scheper, J. and Winfree, R. 2014. From research to action: enhancing crop yield through wild pollinators. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 12: 439–447.
- Garibaldi, L.A., Carvalheiro, L.G., Vaissière, B.E., Gemmill-Herren, B.G., Hipólito J., Freitas, B.M., Ngo, H.T., Azzu, N., Sáez, A., Åström, J., An, J., Blochtein, B., Buchori D., Chamorro García, F.J., Oliveira da Silva, F., Devkota, K., de Fátima Ribeiro, M., Freitas, L., Gaglianone, M.C., Goss, M., Irshad M., Kasina, M., Pacheco Filho, A.J.S., Piedade Kiill, L.H., Kwapong, P., Parra, G.N., Pires, C., Pires, V., Rawal, R.S., Rizali, A., Saraiva, A.M., Veldtman, R., Viana, B.F., Witter, S., Zhang, H. 2016. Mutually beneficial pollinator diversity and crop yield outcomes in small and large farms. *Science*, 351: 388-391.
- Greenleaf, S.A.S. 2005. *Local-scale and foraging scale affect bee community abundances, species richness, and pollination services in northern California*. Princeton University Press.
- Kim, J., Williams, N. y Kremen, C. 2006. Effects of cultivation and proximity to natural habitat on ground-nesting native bees in California sunflower fields. *Journal of the Kansas Entomological Society*, 79: 309–320.
- Kremen, C., Williams, N.M., Bugg, R.L., Fay, J.P. y Thorp, R.W. 2004. The area requirements of an ecosystem service: crop pollination by native bee communities in California. *Ecology Letters*, 7: 1109–1119.
- Kremen, C., Williams, N.M., Aizen, M.A., Gemmill Herren, B., LeBuhn, G., Minckley, R., Packer, L., Potts, S.G., Roulston, T., Steffan-Dewenter, I., Vazquez, D.P., Winfree, R., Adams, L., Crone, E.E., Greenleaf, S.S., Keitt, T.H., Klein, A.M., Regetz, J. y Ricketts, T.H. 2007. Pollination and other ecosystem services produced by mobile organisms: a

- conceptual framework for the effects of land-use change. *Ecology letters*, 10: 299-314.
- Kudo, G. 2006. Flowering phenologies of animal pollinated plants: reproductive strategies and agents of selection. En: Harder, A.D. y Barret, S.C.H. 2006. *Ecology and evolution of flowers*, Oxford University press, Oxford, Reino Unido
- Lentini, P.E., Martin, T.G., Gibbons, P., Fischer, J., Cunningham, S.A. 2012. Supporting wild pollinators in a temperate agricultural landscape: Maintaining mosaics of natural features and production. *Biological Conservation*, 149: 84–92
- León, R.J. y Burkart, S.E. 1998. El pastizal de la Pampa Deprimida: estados alternativos. *Ecotrópicos*, 11: 121-130.
- Marrero, H.J., Torretta, J.P., y Medan, D. 2014. Effect of land use intensification on specialization in plant–floral visitor interaction networks in the Pampas of Argentina. *Agriculture, Ecosystems y Environment*, 188: 63-71.
- Medan, D., Torretta, J.P., Hodara, K., Elba, B., y Montaldo, N.H. 2011. Effects of agriculture expansion and intensification on the vertebrate and invertebrate diversity in the Pampas of Argentina. *Biodiversity and Conservation*, 20: 3077-3100.
- Menz, M.H.M., Phillips, R.D., Winfree, R., Kremen, C., Aizen, M.A., Johnson, S.D., Dixon, K.W. 2011. Reconnecting plants and pollinators: challenges in the restoration of pollination mutualisms. *Trends Plant Science*, 16: 4–12.
- Nicholls, C.I. y Altieri, M.A. 2012. Plant biodiversity enhances bees and other insect pollinators in agroecosystems. A review. *Agronomy for Sustainable Development*, 33: 257-274.
- Olesen, J.M., Bascompte J., Elberling H. y Jordano P. 2008. Temporal dynamics of a pollination network. *Ecology*, 89: 1573-1582.
- Park M.G., Orr M.C., y Danforth B.N. 2010. The role of native bees in apple pollination. *New York Fruit Quarterly*, 18: 21-25.
- R Development Core Team. 2013. R: A language and environment for statistical computing (R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria). Available at: <http://www.R-project.org/>. Last accessed 15 June 2015.
- Ricketts, T.H. 2004. Tropical forest fragments enhance pollinator activity in nearby coffee crops. *Conservation Biology*, 18: 1262–1271.
- Roulston, T.A.H. y Goodell, K. 2011. The role of resources and risks in regulating wild bee populations. *Annual review of entomology*, 56: 293-312.
- Sala, O.E., Chapin, F.S., Armesto, J.J., Berlow, E., Bloomfield, J., Dirzo, R. y Leemans, R. 2000. Global biodiversity scenarios for the year 2100. *Science*, 287: 1770-1774.
- Sáez, A., Sabatino, M. y Aizen, M.A. 2014. La diversidad floral del borde afecta la riqueza y abundancia de visitantes florales nativos en cultivos de girasol. *Ecología Austral*, 24: 94-102.
- Sidhu, C.S y Joshi, N.K. 2016. Establishing wildflower pollinator habitats in agricultural farmland to provide multiple ecosystem services. *Frontiers in Plant Science*, 7:363
- Torretta, J.P. y Poggio, S.L. 2013. Species diversity of entomophilous plants and flower-visiting insects is sustained in the field margins of sunflower crops. *Journal of Natural History*, 47: 139-165.
- Williams, N.M. y Kremen, C. 2007. Resource distribution among habitats determine solitary bee offspring production in mosaic landscape. *Ecological applications*, 17:910–921.
- Winfree, R., Williams, N. M., Gaines, H., Ascher, J.S. y Kremen, C. 2008. Wild bee pollinators provide the majority of crop visitation across land use gradients in New Jersey and Pennsylvania, USA. *Journal of Applied Ecology*, 45: 793-802.
- Zurbuchen, A., Cheesman, S., Klaiber, J., Müller, A., Hein, S. y Dorn, S. 2010. Long foraging distances impose high costs on offspring production in solitary bees. *Journal of Animal Ecology*, 79: 674–681.