



**Universidad Nacional De Córdoba**  
**Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales**



**Escuela de Biología**  
**Carrera de Ciencias Biológicas**

**ABUNDANCIA DE INSECTOS  
ENTOMÓFAGOS EN RELACIÓN A LOS  
RECURSOS FLORALES DE LA  
VEGETACIÓN ESPONTÁNEA EN HUERTAS  
AGROECOLÓGICAS**

**TESINISTA: ROJAS RODRÍGUEZ, JOSEFINA**

**FIRMA: .....**

**DIRECTOR: DR. VIDELA, MARTÍN**

**FIRMA: .....**

**CO-DIRECTORA: DRA. ROSSETTI, MARÍA ROSA**

**FIRMA: .....**

**CENTRO DE INVESTIGACIONES ENTOMOLÓGICAS DE CÓRDOBA**

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CÓRDOBA**

**2018**

**ABUNDANCIA DE INSECTOS ENTOMÓFAGOS EN RELACIÓN A  
LOS RECURSOS FLORALES DE LA VEGETACIÓN  
ESPONTÁNEA EN HUERTAS AGROECOLÓGICAS**

**TRIBUNAL EXAMINADOR**

- **DRA. SALVO, ADRIANA**

**FIRMA:** .....

- **DRA. DEFAGÓ, MARÍA TERESA**

**FIRMA:** .....

- **DR. VISINTIN, ANDRÉS**

**FIRMA:** .....

**CALIFICACIÓN:** .....

**FECHA:** .....

# ÍNDICE

<b>RESUMEN</b>	-----	<b>4</b>
<b>INTRODUCCIÓN</b>	-----	<b>5</b>
<b>MATERIALES Y MÉTODOS</b>	-----	<b>8</b>
<b>RESULTADOS</b>	-----	<b>11</b>
<b>DISCUSIÓN</b>	-----	<b>19</b>
<b>ANEXO 1</b>	-----	<b>23</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	-----	<b>25</b>
<b>AGRADECIMIENTOS</b>	-----	<b>29</b>

## **RESUMEN**

El control biológico conservativo consiste en manejar el ambiente para incrementar la efectividad de los enemigos naturales para controlar a las plagas. La disponibilidad de recursos florales (néctar y polen) frecuentemente incrementa la longevidad, fecundidad y capacidad de control de plagas de los insectos entomófagos. En agroecosistemas, estos recursos pueden ser provistos por flores que crecen espontáneamente en los bordes de los cultivos. La abundancia de los insectos en general y los benéficos en particular puede depender de la cantidad de recursos florales, su diversidad y/o la composición de especies florales como así también del origen (nativo o exótico) de dichas especies. En este trabajo se evaluó la influencia de la abundancia, riqueza y composición de especies de plantas en flor sobre la abundancia de insectos pertenecientes a diferentes grupos taxonómicos (Órdenes) y, en particular de los himenópteros entomófagos y se analizó qué especies de plantas son las más visitadas por distintos grupos de insectos y por himenópteros entomófagos en particular, teniendo en cuenta su origen nativo o exótico. El estudio se realizó en 5 huertas agroecológicas de Córdoba durante Diciembre-Enero de 2015-2016. En cada muestreo (6xhuerta) se registró el número de flores de cada especie en 20 cuadratas ( $1m^2$ ), capturando los insectos que las visitaron en 5min. de observación. Los insectos colectados se identificaron mediante claves dicotómicas. Se realizaron análisis de componentes principales, de correlación y modelos lineales mixtos para evaluar la influencia de la comunidad florística sobre la abundancia de insectos. Se calcularon índices de preferencia y mediante test t apareado se examinó la preferencia de los himenópteros entomófagos por flores nativas y exóticas. Se muestrearon 20014 flores pertenecientes a 57 especies vegetales y se registraron 5807 insectos de 9 órdenes diferentes. La abundancia total de insectos dependió de la interacción entre la riqueza y abundancia de flores mientras que la abundancia de himenópteros entomófagos no se relacionó con dichas variables. La composición no influyó en las comunidades de insectos totales y de himenópteros entomófagos. El índice de preferencia por plantas nativas fue levemente superior al de exóticas, aunque no se observaron diferencias significativas entre estos grupos de plantas. Parte de la comunidad de plantas de crecimiento espontáneo proveería de recursos florales a una gran cantidad de insectos. La preferencia no estuvo relacionada al origen de las plantas sino que otros factores (morfología de la flor, cantidad y calidad de la recompensa, etc.) podrían ser más influyentes. Las especies preferidas podrían ser utilizadas en el marco de control biológico conservativo, para un mejoramiento del control de plagas en huertas agroecológicas.

## **PALABRAS CLAVE**

CONTROL BIOLÓGICO CONSERVATIVO, ENEMIGOS NATURALES, INTENSIFICACIÓN ECOLÓGICA, PLAGAS HORTÍCOLAS, RIQUEZA DE FLORES

## INTRODUCCIÓN

El acelerado crecimiento poblacional y la necesidad de satisfacer la demanda de alimentos de la población humana han desencadenado la intensificación de los sistemas agrícolas a nivel mundial (Godfray et al. 2010; FAO 2014). Esto implica procesos de erosión, contaminación de suelos y pérdida de hábitats naturales, lo que representa una importante amenaza para la biodiversidad (Matson et al. 1997; Stoate et al. 2001; Kleijn et al. 2006) y los servicios ecosistémicos (polinización, control biológico, etc.) de los cuales depende la agricultura (Matson et al. 1997; Stoate et al. 2001; Kleijn et al. 2006; Crowder & Jabbour 2014; Garibaldi et al. 2014). La producción de alimentos mediante la agricultura convencional se caracteriza por una creciente utilización de pesticidas y fertilizantes sintéticos (Roubos et al. 2014) que ocasionan graves consecuencias para la salud humana (Guillette & Iguchi 2012). Además de estos efectos secundarios no deseados, el uso de insecticidas sintéticos ocasiona frecuentemente una pérdida de especies de organismos benéficos como polinizadores, parasitoides y predadores y desencadena resistencia a los compuestos químicos por parte de las plagas (Pimentel 2005; Heckel 2012) lo que finalmente resulta en la falta de un efectivo control de plagas (Devine & Furlong 2007).

Las estrategias alternativas que evitan el uso de compuestos químicos sintéticos para controlar plagas, como el control biológico, están alcanzando un creciente auge debido a su alta efectividad y al bajo impacto de sus efectos colaterales (Van Driesche et al. 2010). Dentro de este marco, el control biológico conservativo consiste en manejar el ambiente para incrementar la efectividad de los enemigos naturales, ya sea proveyéndoles insumos que los beneficien (ej.: recursos florales, sitios para refugio y hospederos alternativos) o bien disminuyendo la incidencia de factores que los perjudiquen (ej.: viento, el polvo en suspensión y la labranza agresiva del suelo) (Landis et al. 2000; Eilenberg et al. 2001). En este sentido, existen varias estrategias destinadas a diversificar la vegetación a escala de campo que, mediante distintos mecanismos, propician la reducción de la abundancia de plagas y los daños que ocasionan (Letourneau et al. 2011; Parolin et al. 2012). Por ejemplo, incrementar la disponibilidad de recursos florales (néctar y polen), los cuales son generalmente escasos en agroecosistemas, permite aumentar la oferta de recursos azucarados esenciales para los requerimientos energéticos y el mantenimiento fisiológico de los enemigos naturales (Heimpel & Jervis 2005; Wäckers & van Rijn 2012; Segoli &

Rosenheim 2013). Al aumentar la disponibilidad de recursos florales es posible incrementar la longevidad, fecundidad, capacidad de búsqueda y las tasas de parasitismo y depredación de los enemigos naturales y, como consecuencia, aumentar su efectividad como agentes de control biológico (Jervis & Kidd 1996).

El aumento de la diversidad y abundancia de recursos florales, comúnmente se logra a través de la siembra de franjas de una mezcla de especies que típicamente son anuales y en su mayoría exóticas ya que son originarias de distintos continentes (Fiedler & Landis 2007; Isaacs et al. 2009). Sin embargo, las flores disponibles en la vegetación espontánea que crece en los bordes de los campos puede presentar algunas ventajas respecto de la opción anterior (Isaacs et al. 2009). En principio se evita el riesgo de introducir especies invasoras. A su vez, preservar la vegetación espontánea permite conservar especies de plantas nativas y los insectos que interactúan con ellas. Además, las especies de crecimiento espontáneo no requieren el suministro de agua, nutrientes, etc. ya que se encuentran adaptadas al ambiente local. Tampoco es necesario resembrarlas todos los años ya que una vez establecidas pueden perdurar por largos periodos de tiempo y las especies perennes, a su vez, garantizan la provisión de distintos recursos (alimento, refugio, etc.) para los artrópodos benéficos, durante todo el año (Isaacs et al. 2009).

Diferentes características de la vegetación espontánea pueden influir sobre la abundancia y diversidad de los insectos que visitan las flores. Frecuentemente se ha observado que un incremento en la abundancia y diversidad de flores aumenta la abundancia de insectos benéficos, lo que ha sido principalmente evaluado sobre polinizadores (ej. Vrdoljak et al. 2016) y en menor medida sobre enemigos naturales (ej. Lu et al. 2014; Damien et al. 2017). Sin embargo, los estudios realizados muestran patrones contradictorios (Balzan et al. 2014) probablemente porque en algunos casos la composición de las especies florales o la presencia de especies particularmente atractivas para los enemigos naturales resulte más influyente que la abundancia o diversidad de flores (Russell 2015). Factores relacionados a las características morfológicas de las flores, calidad de recompensa, entre otras, determinan la existencia de preferencias por parte de los insectos (ej. Patt et al. 1997; Begum et al. 2004; Fiedler & Landis 2007). A su vez, el origen nativo o exótico de dichas plantas puede también afectar las interacciones que mantienen con los visitantes florales. En este sentido, se conoce que la presencia de plantas exóticas puede

causar perturbaciones de las interacciones en las comunidades nativas de insectos mediante diversos mecanismos (revisado por Bezemer et al. 2014), aunque también se ha observado que estas especies contribuyen a sostener la abundancia y diversidad de insectos nativos (Williams et al. 2011). Los efectos de las plantas exóticas sobre la interacción que estas mantienen con los polinizadores ha sido la más estudiada, observándose que dichas plantas pueden proveer recursos suficientes a sus polinizadores particularmente en ambientes disturbados (Williams et al. 2011; Morandin & Kremen 2013; Salisbury et al. 2015). Sin embargo, no existe información acerca de los efectos de las plantas introducidas sobre parasitoides y predadores que consumen recursos florales.

En función de lo mencionado anteriormente, este estudio se plantea evaluar el rol de la vegetación espontánea como proveedora de recursos florales para distintos grupos de insectos profundizando sobre la abundancia de los himenópteros entomófagos en huertas agroecológicas de Córdoba. En Argentina, aproximadamente el 92% de la población vive en áreas urbanas (Cepal 2016), por lo que la producción agrícola en el interior y periferia de las ciudades cumple un papel cada vez más importante para alimentar a sus habitantes, como es el caso de las ciudades de Córdoba (Giobellina & Quinteros 2015) y Rosario (Municipalidad de Rosario 2017). Actualmente, el área de producción hortícola de la ciudad de Córdoba, denominado cinturón verde, ha sufrido una profunda reducción quedando restringida a un pequeño número de huertas rodeadas por una matriz urbanizada que condiciona el manejo con plaguicidas (Giobellina 2014). En este contexto, el estudio del rol de los recursos florales sobre la entomofauna y los himenópteros entomófagos es crucial para el control de plagas mediante estrategias amigables con el ambiente y para la conservación de sistemas proveedores de alimentos y, a la vez, reservorios de biodiversidad dentro de la ciudad.

## **OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- 1) Conocer los visitantes florales y las especies de plantas en flor que crecen espontáneamente en los bordes de huertas agroecológicas de la ciudad de Córdoba.

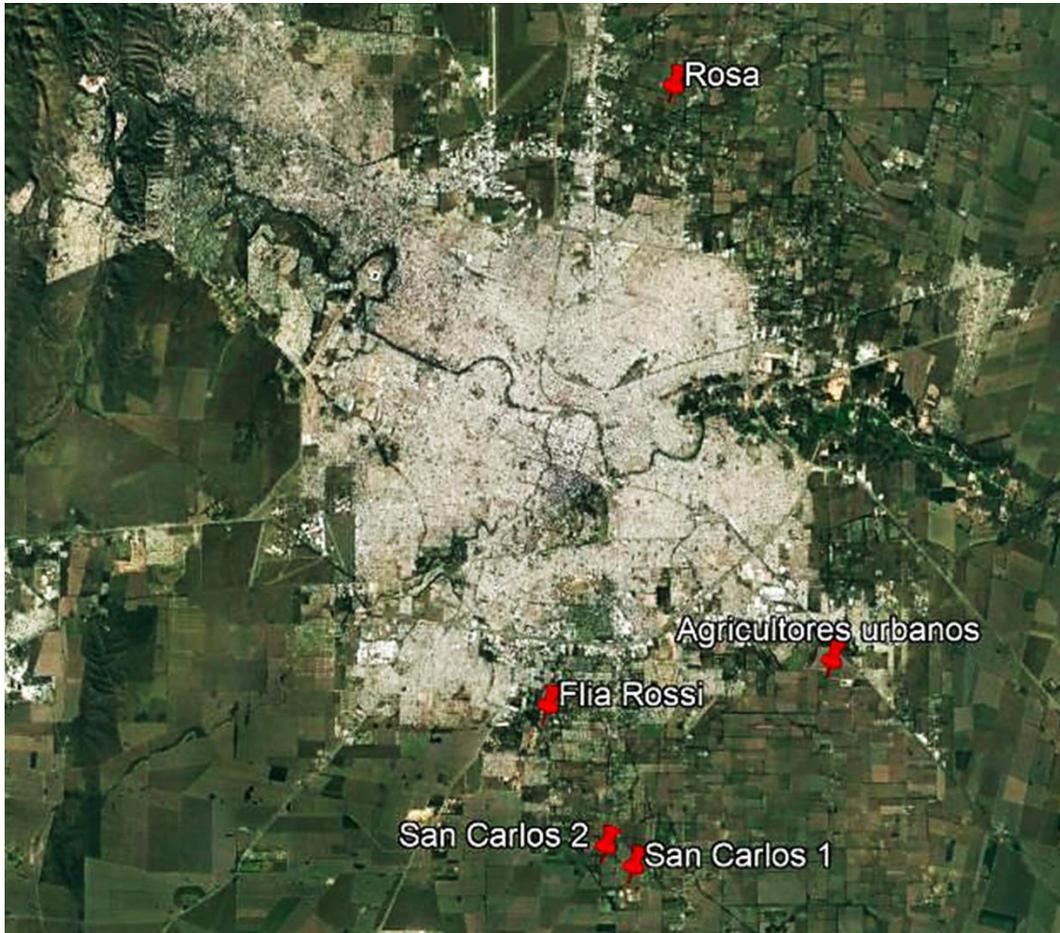
- 2) Evaluar la influencia de la abundancia, riqueza y composición de especies de plantas en flor sobre la abundancia de insectos pertenecientes a diferentes grupos taxonómicos (Órdenes) y, en particular de los himenópteros entomófagos.
- 3) Determinar qué especies de plantas son las más visitadas por distintos grupos de insectos y por himenópteros entomófagos en particular, teniendo en cuenta su origen nativo o exótico.

## **MATERIALES Y MÉTODOS**

### Área de estudio

El estudio se llevó a cabo en sistemas hortícolas ubicados en el cinturón verde de la ciudad de Córdoba, Argentina. Esta zona se caracteriza por ser de clima templado subtropical húmedo con precipitaciones predominando en la estación estival (Gobierno de la provincia de Córdoba; Alvarez & Severina 2012).

En base a visitas previas realizadas en el marco de un proyecto relacionado, se seleccionaron 5 huertas agroecológicas (Figura 1) con dimensiones que variaron entre 2,5 a 8 hectáreas, separadas entre sí por un mínimo de 1,3 km y un máximo de 22,67 km. Las huertas se caracterizaron por el empleo de prácticas amigables con el medio ambiente que reducen al máximo o eliminan el uso de insumos sintéticos como insecticidas, herbicidas y fertilizantes. Estas prácticas incluyen: uso de compuestos botánicos para el control de plagas (por ej. extractos de *Melia azedarach*), alta diversidad de cultivos (papa, espinaca, rúcula, zapallo, lechuga, etc.), rotación anual de los mismos y mantenimiento de la vegetación espontánea en los bordes de las huertas conservando así alta diversidad vegetal.



**Figura 1:** Ubicación de las huertas agroecológicas en el cinturón verde de la ciudad de Córdoba.

### Muestreo de insectos

Se realizaron 6 muestreos quincenales en cada huerta entre los meses de diciembre de 2015 a marzo del 2016. En cada huerta agroecológica y fecha de muestreo se dispusieron, de manera sistemática, 20 cuadratas de 1m<sup>2</sup> (5 cuadratas por cada uno de los 4 lados del campo) separadas entre sí por al menos 20 m, donde se realizó la colecta y observación de insectos. En cada cuadrata se registró el número de flores por especie de planta y se capturaron todos los insectos que visitaron las flores durante 5 minutos de observación. Para las especies con inflorescencias fuertemente agrupadas (ej: familia Asteraceae) se consideraron a las inflorescencias como flores únicas teniendo en cuenta la dificultad de contar de manera eficiente el número total de flores (Williams et al. 2011). Las

observaciones fueron llevadas a cabo por un observador que permaneció inmóvil frente a cada cuadrata a 1 m de distancia para evitar cualquier alteración y se efectuaron en días soleados, con vientos leves o moderados y en el horario de mayor actividad de los insectos (entre las 9:00 h y las 18:00h). Finalmente se colectaron flores (máx.10 por especie vegetal) en vasos plásticos para capturar los insectos pequeños u ocultos. Luego, estos recipientes con flores fueron trasladados al laboratorio, donde se revisaron con ayuda del microscopio óptico, para la colección de los insectos más pequeños que se encuentren asociados a cada flor. Todos los artrópodos fueron identificados y clasificados hasta el nivel de orden (Superfamilia en el caso de los himenópteros entomófagos), utilizando claves de identificación y consulta a especialistas. Para la identificación de las especies de plantas se confeccionó un herbario y la determinación de los especímenes colectados se realizaron bajo la supervisión de especialistas.

### Análisis de datos

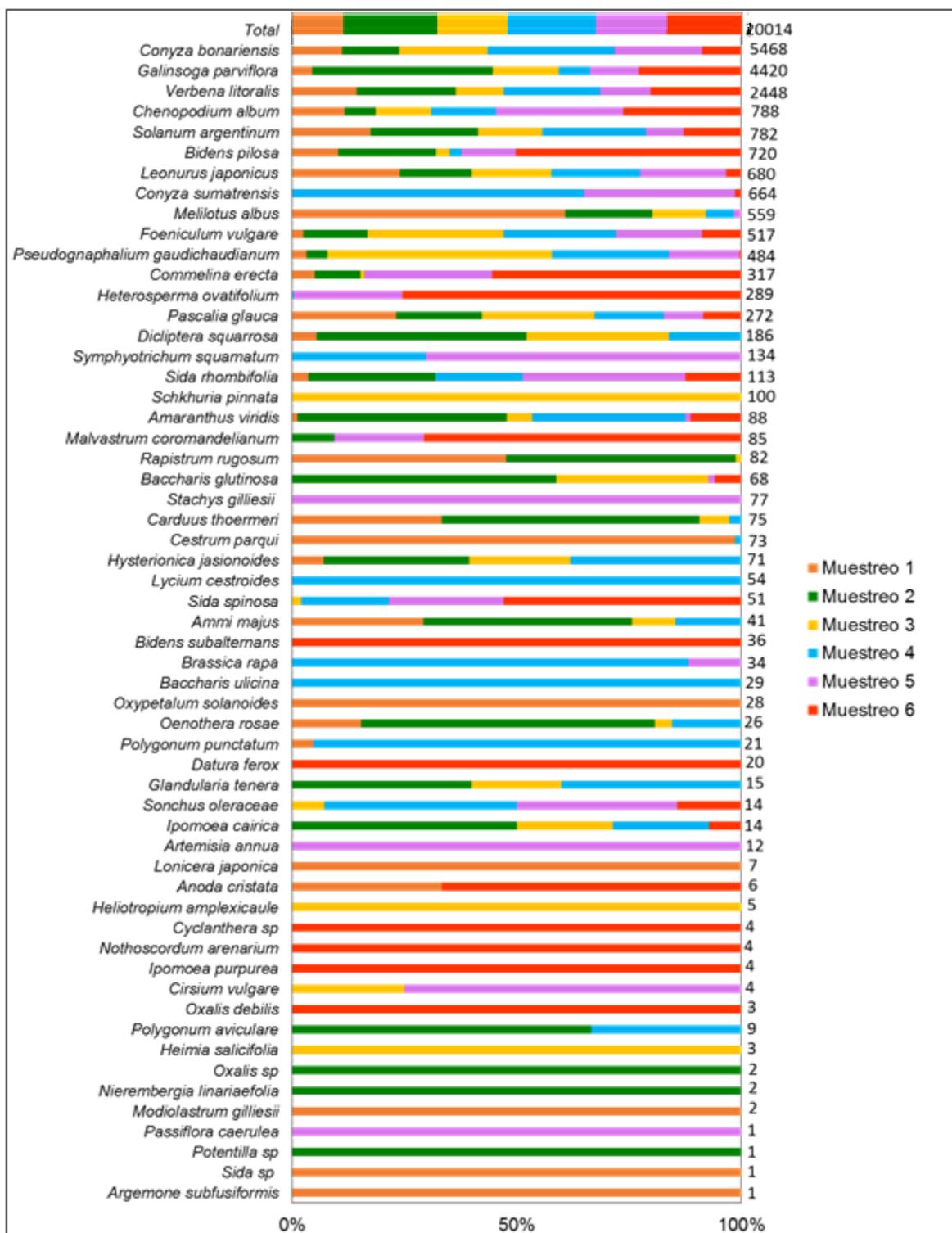
Para evaluar la influencia de la composición de flores sobre la abundancia de insectos totales y de himenópteros entomófagos se realizó, en primer lugar, un Análisis de Componentes Principales (ACP) (Legendre & Legendre 1998) basado en una matriz de distancia Euclidiana de la riqueza y abundancia de las especies de flores por campo y fecha de muestro. En segundo lugar, se llevaron a cabo correlaciones entre el primer y segundo eje del ACP y la abundancia de insectos totales y de himenópteros entomófagos. Para evaluar la influencia de la abundancia y riqueza de flores sobre abundancia de insectos totales y de himenópteros entomófagos se construyeron modelos lineales mixtos para cada variable respuesta (Zuur et al.2009). El número de flores y riqueza de especies se incluyeron como variables explicativas y la abundancia de insectos totales y de himenópteros entomófagos como variable respuesta. La fecha de muestreo fue considerada como un factor aleatorio para contemplar la dependencia temporal (Zuur et al. 2009). Tanto las variables explicativas (número y riqueza de flores) como las variables respuestas (abundancia de insectos totales y de himenópteros entomófagos) fueron incluidas en los modelos mediante el cálculo de un valor por sitio y muestreo (N=30) para lo cual se sumó

la abundancia y riqueza de los 20 plots. Las correlaciones y los modelos lineales mixtos se llevaron a cabo en R, versión 3.4.0 (R Development Core Team 2017).

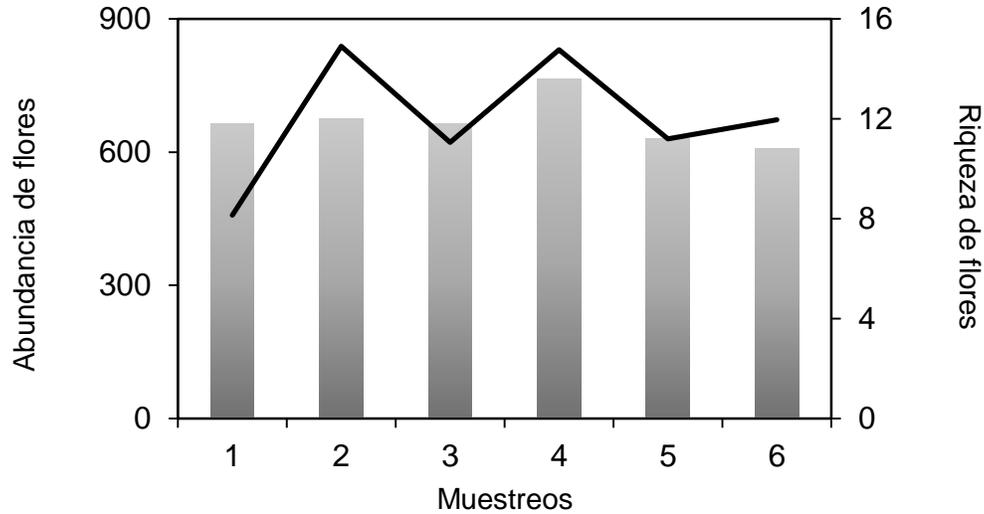
Para evaluar el uso de los recursos florales por parte de los himenópteros entomófagos se calculó un índice de preferencia por especie de planta y campo (Ivlev 1961). Este índice de preferencia es el más utilizado en estudios de este tipo y considera la abundancia local de las flores según la siguiente fórmula:  $(N^{\circ} \text{ insectos himenópteros entomófagos en flores de especie } i / N^{\circ} \text{ total de himenópteros entomófagos}) / (N^{\circ} \text{ flores especie } i / N^{\circ} \text{ total de flores})$ . Mediante Test t apareado se comparó el índice de preferencia por flores de plantas nativas y exóticas para lo cual se calculó un promedio del índice para todas las especies nativas y exóticas por campo (en total 5 réplicas). Los datos fueron analizados utilizando el Software Infostat (Di Rienzo et al. 2013).

## **RESULTADOS**

Se muestrearon 20014 flores pertenecientes a 57 especies vegetales (ANEXO 1), de las cuales *Conyza bonariensis*, *Galinsoga parviflora*, *Verbena litoralis*, *Chenopodium album* y *Bidens pilosa* fueron las especies más abundantes porque tuvieron un mayor número de flores totales y se encontraron en los 5 sitios (Figura 2). Las especies que estuvieron presentes en los 6 muestreos fueron menos de la mitad, mientras que 23 especies de flores se hallaron en 1 solo muestreo (Figura 2). La abundancia total de flores no presentó grandes variaciones a lo largo de los 6 muestreos, mientras que la riqueza de flores alcanzó los valores máximos en el segundo y cuarto muestreo (Figura 3).

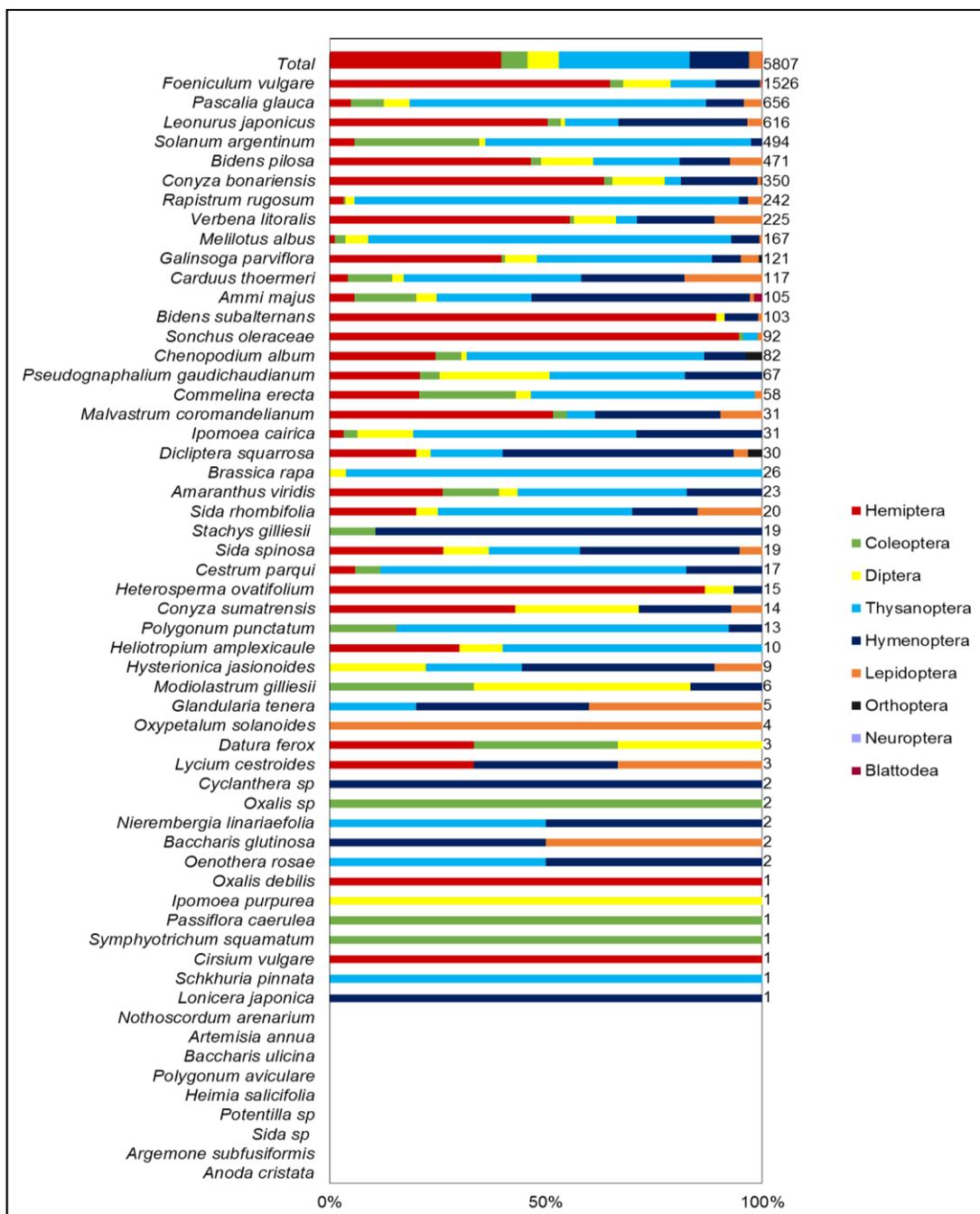


**Figura 2:** Abundancia de flores en cada uno de los 6 muestreos en las huertas agroecológicas de Córdoba. Los valores representan el porcentaje de flores de cada especie vegetal en cada fecha de muestreo respecto al total de flores muestreadas de esa especie. A la derecha de cada barra se indica el número total de flores.



**Figura 3:** Abundancia (barras) y riqueza (línea) de flores (promedio de los 5 sitios) para cada uno de los 6 muestreos quincenales entre el 30/12/15 y el 21/03/16.

En cuanto a los insectos que visitaron las flores, se registró un total de 5807 insectos pertenecientes a 9 órdenes diferentes, de los cuales Hemiptera y Thysanoptera fueron los más abundantes con respecto a los demás órdenes (Figura 4). La mayoría de los insectos (83%) fueron colectados en sólo 10 especies de plantas, siendo *Foeniculum vulgare* (Apiaceae) la especie en la que se observó un mayor número de visitantes florales, alcanzando el 26% de los insectos registrados.

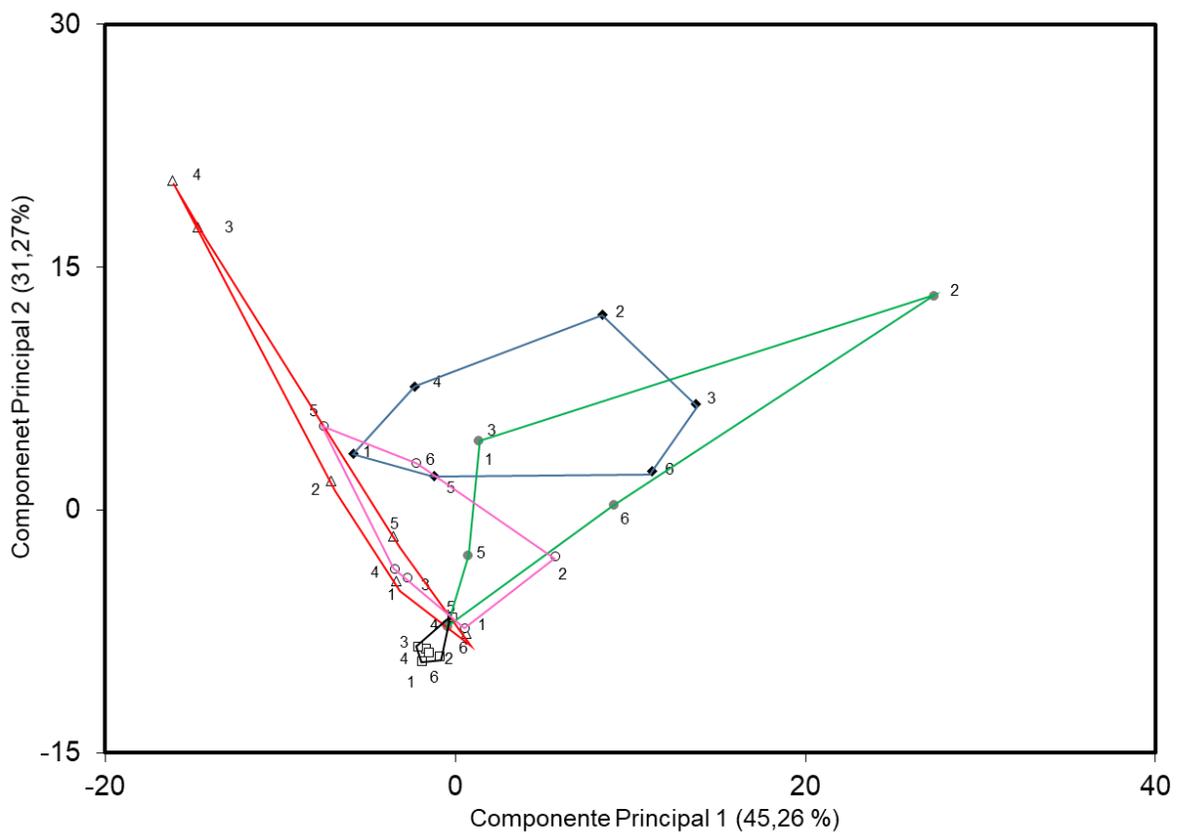


**Figura 4:** Abundancia de insectos sobre las 57 especies de plantas con flor en huertas agroecológicas de Córdoba. Los valores a la derecha de cada barra representan el número total de insectos colectados en cada especie vegetal. Los colores de las barras corresponden a distintos órdenes de insectos y su tamaño indica la contribución relativa de cada orden en términos de abundancia de insectos. Especies sin barras corresponden a las plantas que no fueron visitadas por insectos.

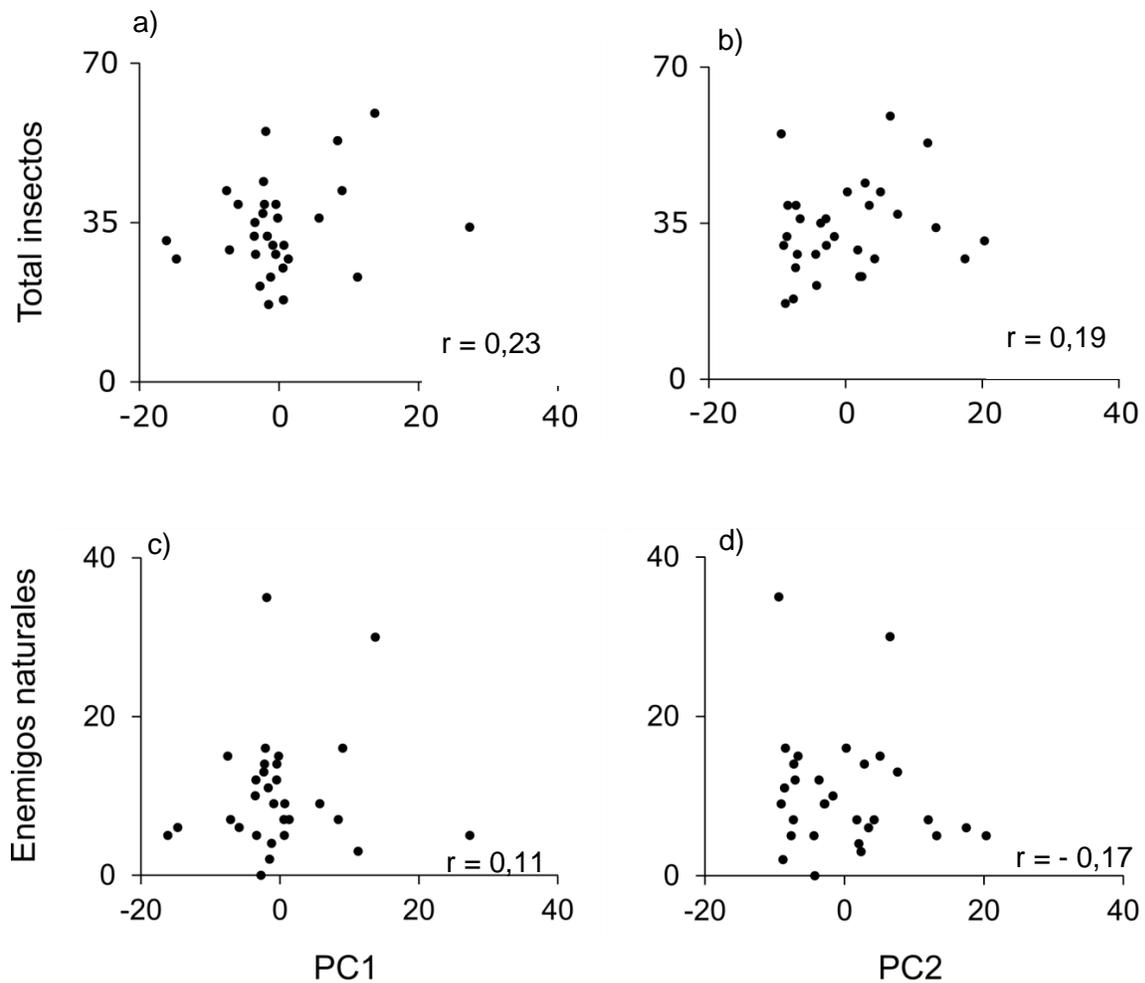
El análisis de componentes principales muestra que el primer y segundo componentes extraídos del análisis explicaron el 45,26% y el 31,27% de la variación en la comunidad de plantas con flor respectivamente. Esta variación fue explicada principalmente por la variabilidad entre sitios, mientras que no se observaron claros agrupamientos de acuerdo a las fechas de muestreos (Figura 5). Los análisis de correlación efectuados para evaluar si las variaciones en la composición de las comunidades vegetales se asociaron a las variaciones en la abundancia de insectos no fueron significativos tanto para la abundancia de insectos totales (CP1:  $p = 0,22$  y CP2:  $p > 0,31$ ) como para la abundancia de himenópteros entomófagos (CP1:  $p = 0,56$  y CP2:  $p > 0,35$ ; Figura 6). En cambio, los modelos lineales mixtos mostraron que la abundancia de insectos dependió de la interacción entre las variables consideradas, aumentando el efecto de la riqueza de flores a medida que disminuye la abundancia de las mismas (Tabla 1). No se observaron efectos significativos de las variables sobre la abundancia de himenópteros entomófagos (Tabla 1).

**Tabla 1:** Resultados de modelos lineales mixtos evaluando la influencia de la abundancia y riqueza de flores sobre la abundancia de insectos totales y de himenópteros entomófagos. Se destacan en negrita las variables explicativas cuando los valores de probabilidad alcanzaron valores significativos.

Variable respuesta	Variables explicativas	Estimador	$gl$	$T$	$P$
Abundancia de insectos	<b>Abundancia de flores</b>	<b>0.0048</b>	<b>22</b>	<b>2.4387</b>	<b>0.0233</b>
	Riqueza de flores	0.2097	22	1.9595	0.0628
	<b>Abundancia*Riqueza</b>	<b>-0.0003</b>	<b>22</b>	<b>-2.1605</b>	<b>0.0419</b>
Abundancia de himenópteros entomófagos	Abundancia de flores	-0.0048	22	-0.2351	0.8163
	Riqueza de flores	0.0119	22	0.1027	0.9191
	Abundancia*Riqueza	0.0001	22	0.1899	0.8511

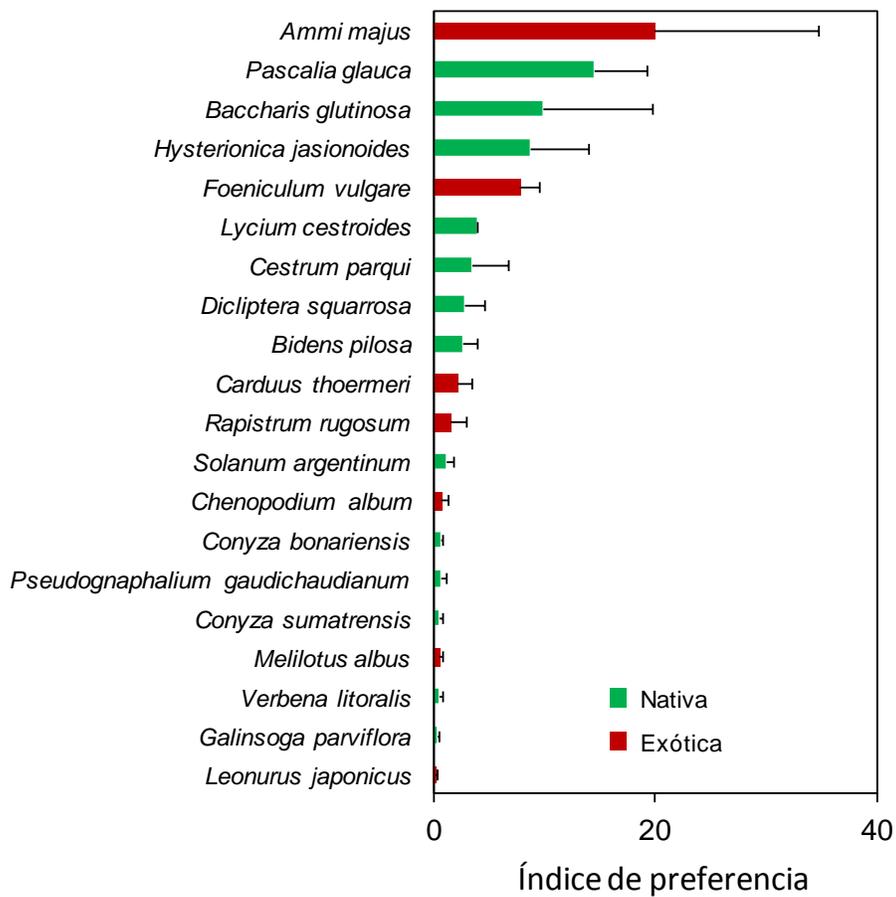


**Figura 5:** Biplot del Análisis de Componentes Principales de la comunidad de especies vegetales con flor. Los polígonos comprenden los puntos de las diferentes huertas agroecológicas (rojo: Flia Rossi, azul: Agricultores urbanos, verde: Rosa, rosa: San Carlos 2 y negro: San Carlos 1) y los números indican las diferentes fechas de muestreo (6 en total). Entre paréntesis se indica el porcentaje de la variabilidad explicada por los dos primeros componentes principales.

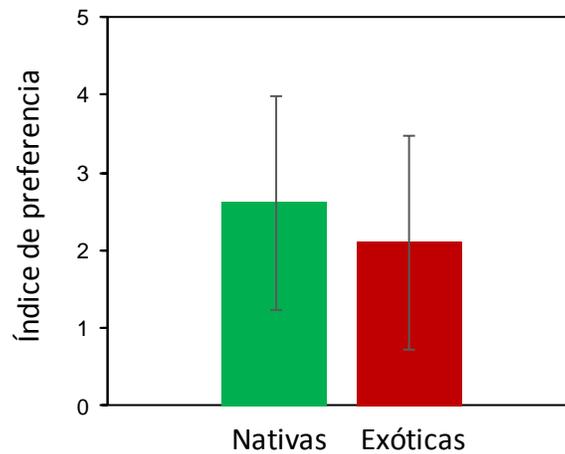


**Figura 6:** Abundancia total de insectos (a, b) y de himenópteros entomófagos (c, d) en función de los dos componentes principales que absorbieron el mayor porcentaje de variabilidad.

El 5% del total de los insectos colectados fueron himenópteros entomófagos que se registraron visitando 20 especies de plantas en flor (Figura 7). Estos insectos visitaron preferencialmente *Ammi majus* (Apiaceae) seguida por *Pascalía glauca*, *Baccharis glutinosa*, *Hysterionica jasionoides* (Asteraceae) y *Foeniculum vulgare* (Apiaceae) (Figura 7). Estas preferencias no variaron en relación al origen de las plantas ya que, si bien el índice de preferencia por plantas nativas fue en promedio levemente superior al de exóticas, no se observaron diferencias significativas entre estos grupos de plantas ( $t = 0,42$ ,  $p = 0,69$ ) (Figura 8).



**Figura 7:** Índice de preferencia de los himenópteros entomófilos por las flores de especies nativas y exóticas.



**Figura 8:** Índice de preferencia de himenópteros entomófilos por especies de plantas nativas y exóticas. Se muestra el promedio ( $\pm$  error estándar) de los 5 sitios y de todas las especies de plantas según el status nativo vs exótico.

## DISCUSIÓN

En este trabajo se observó que las flores de la comunidad de plantas que crecen espontáneamente en las huertas agroecológicas son visitadas por una gran cantidad de insectos los cuales obtendrían de ellas recursos florales (néctar y polen) necesarios para su subsistencia. A su vez, los resultados indican que no todas las especies son visitadas de igual manera sino que hay especies que reciben una mayor cantidad de visitas que otras como es común en este tipo de estudios (ej. García & Miñarro 2014).

En general, las especies vegetales que presentan flores abiertas con fácil acceso al néctar son visitadas por una gran cantidad y diversidad de insectos (Sivinski et al. 2011; Campbell et al. 2017). Un grupo de plantas que típicamente tienen esta morfología en sus flores es la familia Apiacea, por lo que algunas de las especies incluidas en esta familia son sembradas individualmente o en mezclas de especies para proveer recursos florales a insectos benéficos (ej. Wäckers 2004; Balzan et al. 2014; Mendes de Haro et al. 2015). En nuestro estudio observamos que *Foeniculum vulgare*, una apiácea naturalizada en nuestro país (Steibel & Troiani 2000), concentró alrededor de un cuarto del total de insectos muestreados, posiblemente debido a las características de sus flores. Estudios previos indican que las flores de esta especie constituyen una fuente de alimento para varios insectos benéficos, entre ellos coccinélidos que consumen su polen (D'Avila et al. 2016). A su vez, en la región central de Argentina, *F. vulgare* hospeda a varias especies de pulgones, los cuales son atacados en esta planta por coccinélidos (*Coccinella ancoralis*, *Cycloneda sanguinea* y *Eriopis connexa*), sírfidos (*Allograpta exotica*), crisópidos (*Chrysopa* sp.) y parasitoides (*Aphidius colemani*) por lo que constituye una especie de sumo interés para el desarrollo de estrategias de control biológico conservativo (Lopez et al. 2003).

La mayoría de las especies de la comunidad de plantas en flor (85%) fue visitada por insectos, aunque el 82 % de los individuos muestreados fueron obtenidos en sólo 10 especies de plantas, de las cuales 4 pertenecen a la familia Asteraceae. Las flores de esta familia son comúnmente muy visitadas por varios grupos de insectos dadas las características morfológicas de sus flores y la recompensa que ofrecen (ej. Sivinski et al. 2011; Géneau et al. 2012). En este trabajo se registraron 17 especies de esta familia (30% del total de especies) entre las cuales se destacaron *Pascalina glauca*, *Bidens pilosa*, *Conyza*

*bonariensis* y *Galinsoga parviflora* por la cantidad de visitantes florales que recibieron. Por otra parte, dos especies de plantas también visitadas por un número considerable de insectos, *Leonorus japonicus* y *Solanum argentinum*, representaron dos familias diferentes, Lamiaceae y Solanaceae respectivamente, y ofrecieron distinto tipo de recompensa. Mientras *L. japonicus* posee un néctar con alta concentración de azúcares (Galletto & Torres 2010), *S. argentinum* sólo ofrece polen a sus visitantes (Sérsic et al. 2006).

Si bien las características de las flores son muy importantes para los insectos que las visitan, la abundancia de estos recursos también resulta determinante. En este sentido, varias de las 10 especies más visitadas mencionadas anteriormente estuvieron entre las más abundantes (según el número de flores) y se encontraron presentes en todas las fechas de muestreo contribuyendo así sustancialmente al número de flores disponibles para los visitantes florales a lo largo de la temporada de muestreo. Los resultados de los modelos lineales mixtos también apoyan esta idea ya que la abundancia de visitantes florales fue afectada positivamente por la abundancia de flores, tal como se ha observado en varios trabajos previos (ej. García & Miñarro 2014; Vrdoljak et al. 2016). Esto puede ocurrir debido a que una mayor disponibilidad de néctar y polen permite aumentar la longevidad y fecundidad de los insectos (Bianchi & Wäckers 2008; Gonzalez et al. 2016; Lebeau et al. 2016). Además, el gasto energético de forrajeo para conseguir esos recursos sería menor como así también la competencia entre los visitantes florales. A su vez, el comportamiento de los insectos puede variar en función de la abundancia de recursos, siendo más atractivos y en consecuencia más visitados los hábitats con mayor abundancia de flores (Wäckers 2004; Williams et al. 2011). Todos estos mecanismos podrían estar involucrados en el sostenimiento de poblaciones más numerosas en aquellos sitios donde la abundancia de recursos es mayor aunque nuestro estudio no permite discriminar cuál sería la importancia relativa de cada uno de estos mecanismos y serían necesarias investigaciones posteriores para determinarla.

La riqueza de especies en flor puede ser también un factor importante en determinar la abundancia de insectos tal como se ha observado en estudios previos (Winkler et al. 2010; Letourneau et al. 2011). Las variaciones morfológicas de las flores, como así también variaciones en la calidad y cantidad de recompensa (polen y néctar) que éstas ofrecen, se acrecientan con mayor número de especies vegetales aumentando su diversidad

funcional lo que comúnmente se relaciona con el incremento en la abundancia de visitantes florales (Balzan et al. 2014; 2016). Los resultados del presente trabajo muestran que hubo una relación positiva entre la riqueza de especies de plantas en flor y la abundancia de insectos, aunque esta resultó marginalmente significativa. A su vez, esta variable tuvo una interacción significativa y negativa con la abundancia de flores, lo que está indicando que la pendiente de la relación entre la riqueza de flores y la abundancia de insectos cambia al aumentar la abundancia de flores. Es decir que la riqueza de flores tendría mayor influencia sobre la abundancia de insectos cuando la disponibilidad de recursos florales es escasa o, alternativamente, que esta última variable afecta en mayor medida al número de insectos cuando la riqueza de flores es baja.

Los insectos comúnmente muestran preferencias por determinadas flores de acuerdo a diversas características morfológicas, cantidad y calidad de la recompensa que ofrecen, el aroma, color, etc. (Loayza & Ríos 1999; Valdés 2004; Campbell et al. 2012) por lo que cambios en la composición de especies florales pueden influir sobre la entomofauna asociada. Los resultados aquí encontrados no revelan efectos de la composición de especies florales sobre la abundancia de los insectos muestreados. Esto podría deberse a que la mayoría de los visitantes florales sean generalistas o que existan cambios en la composición específica de las comunidades de insectos que no se trasladen en cambios de abundancia. A su vez, puede ocurrir que los cambios en composición estén dados por especies de plantas que no contribuyen significativamente a determinar la abundancia de los insectos que las visitan.

A diferencia de lo observado para la comunidad de insectos en general, la abundancia de los himenópteros entomófagos no fue afectada por la abundancia, riqueza o la composición de especies vegetales en flor. Esto podría deberse a que estos insectos visitaron sólo 20 de las 57 plantas registradas mostrando marcadas preferencias por algunas de ellas. Especies de las familias Apiaceae (*Ammi majus* y *Foeniculum vulgare*) y Asteraceae (*Pascalina glauca*, *Baccharis glutinosa* e *Hysterionica jasionoides*) se encontraron entre las 5 flores más preferidas. Algunas de estas especies como *F. vulgare* y *A. majus* han sido reportadas en trabajos previos por aumentar la longevidad o fecundidad de especies de insectos entomófagos (ej. Geneau et al. 2012; Gonzalez et al. 2016) lo que resalta el potencial de estas especies para ser utilizadas en el control biológico por

conservación. Por otra parte, los insectos no mostraron mayor preferencia por las flores nativas como se esperaba ya que utilizaron igualmente a los recursos florales exóticos, en concordancia con estudios que examinaron comunidades de insectos polinizadores en flores nativas y exóticas (Williams et al. 2011; pero ver: Morandin & Kremen 2013). Las características morfológicas parecen ser los factores más importantes para las comunidades de los himenópteros entomófagos. Sin embargo, futuros estudios deben ser llevados a cabo para evaluar si las variaciones en abundancia y riqueza de los recursos florales afectan a la diversidad de la comunidad de himenópteros entomófagos, lo cual no ha sido analizado en este estudio.

En resumen, los resultados obtenidos muestran que la comunidad de plantas de la vegetación espontánea ofrece recursos florales a una gran cantidad de insectos de los cuales una parte tiene el importante rol de controlar plagas en los cultivos de huertas agroecológicas de Córdoba. La conservación de una alta diversidad de flores, entre ellas plantas consideradas como malezas, garantiza recursos alimenticios para los insectos en general. Especies de plantas de la familia Apiaceae y Asteraceae, muchas consideradas como malezas, se destacaron por el número considerable de enemigos naturales que registraron. Dichos resultados tienen gran potencial de aplicabilidad en el control biológico por conservación a la hora de brindar recomendaciones adecuadas a los agricultores de huertas agroecológicas. Las plantas nativas como las exóticas ofrecieron de igual manera recursos florales a la comunidad de himenópteros entomófagos aunque resulta necesario estudiar si la composición de la comunidad de estos insectos es afectada por los cambios en los recursos florales.

## ANEXO 1

<b>Familia</b>	<b>Especie</b>	<b>Status</b>
Acanthaceae	<i>Dicliptera squarrosa</i>	Nativa
Amaranthaceae	<i>Amaranthus viridis</i>	Nativa
Amaryllidaceae	<i>Nothoscordum arenarium</i>	Nativa
Apiaceae	<i>Foeniculum vulgare</i>	Adventicia
Apiaceae	<i>Ammi majus</i>	Adventicia
Apocynaceae	<i>Oxypetalum solanoides</i>	Nativa
Asteraceae	<i>Conyza bonariensis</i>	Nativa
	<i>Galinsoga parviflora</i>	Nativa
	<i>Bidens pilosa</i>	Nativa
	<i>Conyza sumatrensis</i>	Nativa
	<i>Pseudognaphalium gaudichaudianum</i>	Nativa
	<i>Heterosperma ovatifolium</i>	Nativa
	<i>Pascalina glauca</i>	Nativa
	<i>Symphotrichum squamatum</i>	Nativa
	<i>Schkuhria pinnata</i>	Nativa
	<i>Baccharis glutinosa</i>	Nativa
	<i>Carduus thoermeri</i>	Adventicia
	<i>Hysterionica jasionoides</i>	Nativa
	<i>Bidens subalternans</i>	Nativa
	<i>Baccharis ulicina</i>	Nativa
	<i>Sonchus oleraceus</i>	Adventicia
	<i>Artemisia annua</i>	Adventicia
	<i>Cirsium vulgare</i>	Adventicia
Boraginaceae	<i>Heliotropium amplexicaule</i>	Nativa
Brassicaceae	<i>Rapistrum rugosum</i>	Adventicia
	<i>Brassica rapa</i>	Adventicia
Caprifoliaceae	<i>Lonicera japonica</i>	Adventicia
Chenopodiaceae	<i>Chenopodium album</i>	Adventicia
Commelinaceae	<i>Commelina erecta</i>	Nativa
Convolvulaceae	<i>Ipomoea cairica</i>	Nativa
	<i>Ipomoea purpurea</i>	Nativa
Cucurbitaceae	<i>Cyclanthera sp</i>	-
Fabaceae	<i>Melilotus albus</i>	Adventicia
Lamiaceae	<i>Leonurus japonicus</i>	Adventicia
	<i>Stachys gilliesii</i>	Nativa
Lythraceae	<i>Heimia salicifolia</i>	Nativa

Malvaceae	<i>Sida rhombifolia</i>	Nativa
	<i>Malvastrum coromandelianum</i>	Nativa
	<i>Sida spinosa</i>	Nativa
	<i>Anoda cristata</i>	Nativa
	<i>Modiolastrum gilliesii</i>	Nativa
	<i>Sida sp</i>	Nativa
Onagraceae	<i>Oenothera rosea</i>	Adventicia
Oxalidaceae	<i>Oxalis debilis</i>	Nativa
	<i>Oxalis sp</i>	-
Papaveraceae	<i>Argemone subfusiformis</i>	Nativa
Passifloraceae	<i>Passiflora caerulea</i>	Nativa
Polygonaceae	<i>Polygonum punctatum</i>	Nativa
	<i>Polygonum aviculare</i>	Adventicia
Rosaceae	<i>Potentilla sp</i>	Adventicia
Solanaceae	<i>Solanum argentinum</i>	Nativa
	<i>Cestrum parqui</i>	Nativa
	<i>Lycium cestroides</i>	Nativa
	<i>Datura ferox</i>	Nativa
	<i>Nierembergia linariaefolia</i>	Nativa
Verbenaceae	<i>Verbena litoralis</i>	Nativa
	<i>Glandularia tenera</i>	Nativa

---

## BIBLIOGRAFÍA

- Alvarez C & Severina I (2012) INTA <https://inta.gob.ar/documentos/temperaturas-promedio.-informacion-meteorologica-mensual-de-la-e.e.a.-manfredi>
- Balzan MV, Bocci G & Moonen AC (2014) Augmenting flower trait diversity in wildflower strips to optimise the conservation of arthropod functional groups for multiple agroecosystem services. *Journal of Insect Conservation* 18: 713-728.
- Balzan MV, Bocci G & Moonen AC (2016) Utilisation of plant functional diversity in wildflower strips for the delivery of multiple agroecosystem services. *Entomologia Experimentalis et Applicata* 158: 304-319.
- Begum M, Gurr GM, Wratten SD (2004) Flower colour affects tri-trophic biocontrol interactions. *Biological Control* 30: 584-590.
- Bezemer TM, Harvey JA & Cronin JT (2014) Response of native insect communities to invasive plants. *Annual Review of Entomology* 59: 119-141.
- Bianchi FJ & Wäckers FL (2008) Effects of flower attractiveness and nectar availability in field margins on biological control by parasitoids. *Biological Control* 46: 400-408.
- Campbell AJ, Biesmeijer JC, Varma V & Wäckers FL (2012) Realising multiple ecosystem services based on the response of three beneficial insect groups to floral traits and trait diversity. *Basic and Applied Ecology* 13:363-370.
- Campbell AJ, Wilby A, Sutton P & Wäckers F (2017) Getting more power from your flowers: multi-functional flower strips enhance pollinators and pest control agents in apple orchards. *Insects* 8:101.
- Cepal N (2016) Comisión Económica para América Latina. <http://www.cepal.org/es/temas/proyecciones-demograficas/estimaciones-proyecciones-poblacion-total-urbana-rural-economicamente-activa>.
- Crowder DW & Jabbour R (2014) Relationships between biodiversity and biological control in agroecosystems: current status and future challenges. *Biological Control* 75: 8-17.
- Damien M, Le Lann C, Desneux N, Alford L, Al Hassan D, Georges R & Van Baaren J (2017) Flowering cover crops in winter increase pest control but not trophic link diversity. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 247: 418-425.

- Devine GJ & Furlong MJ (2007) Insecticide use: contexts and ecological consequences. *Agriculture and Human values* 24: 281-306.
- Di Rienzo JA, Casanoves F, Balzarini MG, Gonzalez L, Tablada M & CW Robledo InfoStat versión (2013) Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. URL <http://www.infostat.com.ar>
- Eilenberg J, Hajek A, Lomer C (2001) Suggestions for unifying the terminology in biological control. *BioControl* 46: 387-400.
- FAO (2014) The state of food insecurity in the world 2014: strengthening the enabling environment for food security and nutrition. FAO, Rome.
- Fiedler AK & Landis DA (2007) Plant characteristics associated with natural enemy abundance at Michigan native plants. *Environmental Entomology* 36: 878-886.
- Galetto L & Torres C (2010) Nectar sugar composition and pollinators for the naturalize exotic *Leonurus japonicus* (Lamiaceae) in Central Argentina. *The International Journal of Plant Reproductive Biology* 2: 167-170.
- García RR & Miñarro M (2014) Role of floral resources in the conservation of pollinator communities in cider-apple orchards. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 183: 118-126.
- Géneau CE, Wäckers FL, Luka H, Daniel C & Balmer O (2012) Selective flowers to enhance biological control of cabbage pests by parasitoids. *Basic and Applied Ecology* 13: 85-93.
- Giobellina B (2014) El cinturón verde de Córdoba, un recurso estratégico para la sustentabilidad territorial. Xª Bienal del Coloquio de Transformaciones Territoriales “Desequilibrios regionales y políticas públicas. Una agenda pendiente”, Asociación de Universidades del Grupo Montevideo. Córdoba.
- Giobellina B & Quinteros M (2015) Perspectivas de la agricultura urbana y periurbana en Córdoba. Aportes del programa Pro Huerta a la producción agroecológica de alimentos. 1a ed. Ediciones INTA. Córdoba, Argentina.
- Gonzalez D, Nave A, Gonçalves F, Nunes FM, Campos M & Torres L (2016) Higher longevity and fecundity of *Chrysoperla carnea*, a predator of olive pests, on some native flowering Mediterranean plants. *Agronomy for Sustainable Development* 36: 30.
- Godfray H, Beddington J, Crute I, Haddad L, Lawrence D, Muir J, Pretty J, Robinson S, Thomas S & Toulmin C (2010) Food security: the challenge of feeding 9 billion people. *Science* 327:812–818.
- Gobierno de la provincia de Córdoba. <http://www.cba.gov.ar/provincia/aspectos-generales/clima/>
- Guillette LJ & Iguchi T (2012) Life in a contaminated world. *Science* 337: 1614-1615.

- Heckel DG (2012) Insecticide resistance after silent spring. *Science* 337: 1612-1614.
- Heimpel GE & Jervis MA (2005) Does floral nectar improve biological control by parasitoids? Plant-provided food for carnivorous insects: A protective mutualism and its applications (ed. por FL Wäckers, PCJ van Rijn & J Bruin) pp 267–304. Cambridge: Cambridge University Press.
- Ivlev VS (1961) Experimental ecology of the feeding of fishes. Yale University Press, New Haven, Connecticut.
- Jervis MA & Kidd NAC (1996) Phytophagy. Insect natural enemies-practical approaches in their study and evaluation (ed. por M Jervis & N Kidd), pp 375-394. Chapman & Hall, London.
- Kleijn D, Baquero RA, Clough Y, Diaz M, Esteban JD et al .(2006). Mixed biodiversity benefits of agri-environment schemes in five European counties. *Ecology Letters* 9: 243-254.
- Landis DA, Wratten SD & Gurr GM (2000) Habitat management to conserve natural enemies of arthropod pest in agriculture. *Annual Review of Entomology* 45: 175-201.
- Lebeau J, Wesselingh RA & Van Dyck H (2016) floral resource limitation severely reduces butterfly survival, condition and flight activity in simplified agricultural landscapes. *Oecologia* 180: 421-427.
- Legendre P & Legendre N (1998). *Numerical Ecology*, 2<sup>da</sup> edición. Elsevier, Amsterdam.
- Letourneau DK, Armbrrecht I, Salguero Rivera B, Montoya Lerma J, Jimenez Carmona E et al. (2011) Does plant diversity benefit agroecosystems? A synthetic review. *Ecological Applications* 21: 9-21.
- Loayza A & Ríos R (1999) «Características del néctar y visitas de insectos a flores de *Nicotiana glauca* L. (Solanaceae): ¿Asociadas a cambios de la temperatura y humedad del ambiente?», *Ecología en Bolivia* 33: 51-61.
- Lu ZX, Zhu PY, Gurr GM, Zheng XS, Read DMY, Heong KL, Yang YJ, Xu HX (2014) Mechanisms for flowering plants to benefit arthropod natural enemies of insect pests: Prospects for enhanced use in agriculture. *Insect Science* 21: 1-12.
- Matson PA, Parton WJ, Power AG & Swift MJ (1997) Agricultural intensification and ecosystem properties. *Science* 277: 504-509.
- Mendes de Haro MM, Resende ALS, Silva VF, Souza B & Silveira LCP (2015) Parasitoids of horticultural pests associated to commercial development stages of Apiaceae plants. *Entomotropica* 30: 174-180.
- Morandin LA & Kremen C (2013) Bee preference for native versus exotic plants in restored agricultural hedgerows. *Restoration Ecology* 21: 26-32.

- Parolin P, Bresch C, Poncet C & Desneux N (2012) Functional characteristics of secondary plants for increased pest management. *International Journal of Pest Management* 58: 369-377.
- Patt JM, Hamilton GC, Lashomb JH, (1997) Foraging success of parasitoid wasps on flowers: interplay of insect morphology, floral architecture and searching behavior. *Entomological Experimentalis et Applicata* 83: 21–30.
- Pimentel D (2005) Environmental and economic costs of the application of pesticides primarily in the United States. *Environment, Development and Sustainability* 7: 229-252.
- Roubos CR, Rodriguez-Saona C, Isaacs R, ubos et al. (2014) Scale-dependent impacts of insecticides on arthropod biological control. *Biological Control* 75: 28-38.
- Russell M (2015) A meta-analysis of physiological and behavioral responses of parasitoid wasps to flowers of individual plant species. *Biological Control* 82: 96-103.
- Salisbury A, Armitage J, Bostock H, Perry J, Tatchell M & Thompson K (2015) Enhancing gardens as habitats for flower visiting aerial insects (pollinators): should we plant native or exotic species? *Journal of Applied Ecology* 52: 1156-1164.
- Segoli M & Rosenheim JA (2013) Spatial and temporal variation in sugar availability for insect parasitoids in agricultural fields and consequences for reproductive success. *Biological Control* 67: 163-169.
- Sivinski J, Wahl D, Holler T, Al-Dobai S, Sivinski R (2011) Conserving natural enemies with flowering plants: estimating floral attractiveness to parasitic Hymenoptera and attraction's relationship to flower and plant morphology. *Biological Control* 58: 208–214.
- Steibel PE & Troiani HO (2000) Las umbelíferas (Umbelliferae) nativas, naturalizadas y adventicias de la provincia de La Pampa, República Argentina. *Revista de la Facultad de Agronomía, Universidad Nacional de La Pampa* pp 47-74.
- Stoate C, Boatman ND, Borralho RJ, Rio Carvalho C, de Snoo GR, Eden P (2001) Ecological impacts of arable intensification in Europe. *Journal of Environmental and Management* 63: 337-365.
- Valdés G (2004) El polen. Características y explotación. *Apicultura, Asociación Cubana de Técnicos Agrícolas y Forestales* pp 83-100.
- Van Driesche RG, Carruthers RI, Center T, Hoddle MS, Hough-Goldstein J, Morin et al (2010) Classical biological control for the protection of natural ecosystems. *Biological Control* 54: 2-33.
- Vrdoljak SM, Samways MJ & Simaika JPI (2016) Pollinator conservation at the local scale: flower density, diversity and community structure increase flower visiting insect activity to mixed floral stands. *Journal of Insect Conservation* 20: 711-721.

- Wäckers FL (2004) Assessing the suitability of flowering herbs as parasitoid food sources: flower attractiveness and nectar accessibility. *Biological Control* 29: 307-314.
- Wäckers FL & van Rijn PC (2012) Pick and mix: selecting flowering plants to meet the requirements of target biological control insects. *Biodiversity and Pest Management* (ed. por G Gurr) pp 39-165. Wiley Blackwell.
- Williams NM, Cariveau D, Winfree R & Kremen C (2011) Bees in disturbed habitats use, but do not prefer, alien plants. *Basic and Applied Ecology* 12: 332-341.
- Zuur AF, Ieno EN, Walker NJ, Saveliev AA & Smith GM (2009) *Mixed effects models and extensions in ecology with R*. Springer, Berlin.

## **AGRADECIMIENTOS**

A mi Director Martin Videla y Co-Directora María Rosa Rossetti, por dirigirme y ayudarme en todo este proceso, por compartirme sus conocimientos y brindarme ayuda en cada parte de esta tesina.

Al Centro de Investigaciones Entomológicas de Córdoba, por permitirme realizar este trabajo y a los profesionales que trabajan allí por hacerme sentir cómoda y permitirme ser una más del equipo.

A los miembros de este tribunal.

A mis amigas de toda la vida y amigos por estar siempre acompañándome.

A las Biolocas por compartir este camino hermoso que es la universidad y estar presente siempre.

A mi familia por acompañarme y apoyarme en todo este proceso, y ayudarme siempre y dándome fuerzas para seguir este hermoso camino.

A mis hermanas que sin ellas no sé qué haría, por estar en cada momento y ayudarme en todo siempre. Son incondicionales.

Y por último a mis papas, por confiar en mí y ayudarme en esta etapa, por sus consejos y empuje constante para seguir.