



Universidad Nacional de Córdoba
Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales
Carrera Ciencias Biológicas

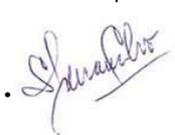
Tesina de Grado para optar por el título de Biólogo

**Interacciones tróficas entre lepidópteros
ectofitófagos y parasitoides en cultivos hortícolas
de la Región Alimentaria de Córdoba**

Tesinista: Francisco Cognigni

Firma:  **.....**

Directora: Adriana R. Salvo

Firma:  **.....**

Codirector: Hernán M. Beccacece

Firma:  **.....**

Centro de Investigaciones Entomológicas de Córdoba (CIEC)

Instituto Multidisciplinario de Biología Vegetal (IMBIV) - CONICET - UNC

- Córdoba, Argentina, Marzo 2023 -

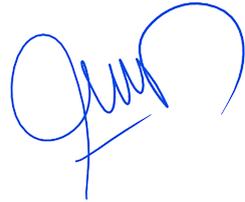
**Interacciones tróficas entre lepidópteros
ectofitófagos y parasitoides en cultivos hortícolas
de la Región Alimentaria de Córdoba**

Tribunal Examinador:

Dra. Adriana I. Zapata

Firma:


Dr. Andrés Visintin

Firma:


Dra. Itatí Molina

Firma:

Dra Silvia Molina

Calificación:10(diez).....

Fecha:31/03/2023.....

Índice

Resumen.....	5
Introducción.....	7
Objetivos e hipótesis:.....	10
Materiales y Métodos.....	11
Área de estudio.....	11
Muestreos de larvas de lepidópteros.....	14
Caracterización de la vegetación espontánea presentes en bordes.....	15
Análisis de datos.....	16
Resultados.....	19
Caracterización de la trama tritrófica y parasitismo asociado.....	19
Composición estructural y taxonómica de los bordes de vegetación.....	23
Variables respuesta en función de variables de borde y de campo.....	25
Discusión.....	47
Conclusiones.....	54
Bibliografía.....	56
Anexo de resultados.....	63

Agradecimientos

A mis directores, Adriana Salvo y Hernán Beccacece

Al tribunal evaluador

A la comisión de tesinas

A todos los productores que nos abrieron sus puertas

Al Instituto Multidisciplinario de Biología Vegetal

Al Centro de Investigaciones Entomológicas de Córdoba

A la doctora Patricia Ficchetti (Fac. Cs. Agrop. UNC)

Al doctor Ezequiel González (IMBIV) por su asesoramiento con los GLMM

A la doctora Leticia Zumoffen (CONICET-INTA Centro Operativo Experimental Angel Gallardo, Santa Fe)

Al CIN por la beca que se me otorgó para el desarrollo de esta tesina

A Mauricio Benitti, Jimena Dornauf, Malena González y Pilar Molina por su ayuda durante los muestreos de octubre

A mi familia y a mis amigos por su apoyo incondicional.

Resumen

Las larvas de lepidópteros son un problema frecuente en cultivos hortícolas de la Región Agroalimentaria de Córdoba. Se trabajó bajo la hipótesis de que bordes de huertas agroecológicas son hábitats más diversificados y estructuralmente más complejos con mayor diversidad y abundancia de parasitoides de lepidópteros y mayor incidencia de parasitismo, que los de huertas convencionales. Se realizaron muestreos cuantitativos en ocho campos hortícolas, cuatro agroecológicos y cuatro convencionales, en los meses de marzo y octubre de 2022. Las comunidades de lepidópteros y parasitoides presentaron importantes variaciones temporales, presentando mayor riqueza de especies y abundancia a fines del verano que a comienzos de la primavera, en concordancia con menores tasas de parasitismo totales. La práctica de manejo de la huerta tuvo una influencia menos marcada que la fecha de muestreo sobre la estructura y la composición específica de especies vegetales en los bordes de los cultivos. Considerando abundancias acumuladas, los campos convencionales presentaron casi el doble de orugas que los agroecológicos, tendencia que fue más marcada para la especie más abundante, *P. xylostella*. La abundancia de parasitoides fue mayor en campos agroecológicos, con tasas de parasitismo similares en ambos tipos de huertas. *Plutella xylostella* fue la especie de lepidóptero más abundante y presentó un complejo parasítico diverso desde el punto de vista taxonómico y de la biología de sus especies. El icneumonídeo *Diadegma leontinae* fue su parasitoide más importante. El parasitismo observado para esta especie plaga en huertas agroecológicas fue un 66% mayor al observado en convencionales. Teniendo en cuenta los datos obtenidos por campo, las prácticas de manejo no mostraron diferencias relevantes en cuanto a la riqueza de insectos ni al parasitismo. Otros factores incidieron en las variables analizadas, tales como el tamaño del campo, la riqueza de especies cultivadas, la cantidad de suelo desnudo y la riqueza de flores en los bordes.

Palabras clave: Córdoba, Región Alimentaria de Córdoba, bordes de cultivos, larvas, orugas, plagas Lepidoptera, Hymenoptera, Diptera, Agroecología.

Abstract

Lepidoptera larvae are a frequent problem in horticultural crops in the Agri-Food Region of Central Córdoba. We worked under the hypothesis that the edges of agroecological orchards are more diversified and structurally more complex habitats, with greater diversity and abundance of lepidopteran parasitoids and a higher incidence of parasitism than those of conventional orchards. Quantitative samplings were carried out in eight horticultural fields, four agroecological and four conventional, in the months of March and October, 2022. The communities of lepidoptera and parasitoids presented important temporal variations, being richer and more abundant at the end of summer than in early spring, in concordance with lower rates of parasitism. The orchard management practice had a less marked influence than the sampling date on the structure and specific composition of plant species in the borders of the crops. Considering accumulated abundances, the conventional fields had almost twice as many caterpillars as the agroecological ones, a trend that was even more noticeable for the most abundant species *P. xylostella*. The abundance of parasitoids was higher in agroecological fields, with similar total parasitism rates in fields under both types of management. *Plutella xylostella* was the most abundant lepidopteran species, with a diverse parasitic complex from both aspects, taxonomy and biology. The ichneumonid *Diadegma leontinae* was its most important parasitoid. Parasitism rate recorded for *P. xylostella* in agroecological fields was 66% higher than the observed in conventional fields. Taking into account the data obtained by field, management practices did not show relevant differences in terms of insect richness or parasitism. Other factors affected the variables analyzed, such as field size, richness of cultivated plant species, amount of bare soil and number of flowers at the edges.

Keywords: Córdoba, Agri-Food Region of Central Córdoba, field margins, larvae, caterpillars, Lepidoptera pests, Hymenoptera, Diptera, Agroecology.

Introducción

Uno de los problemas más evidentes de la agricultura convencional (la que utiliza un amplio espectro de químicos de síntesis para la producción) es la utilización de herbicidas e insecticidas en niveles cada vez más elevados (Kim et al. 2017), provocando importantes perjuicios a la salud humana y a los ecosistemas, así como un incremento sostenido del número de especies plaga debido a la resistencia a los agroquímicos (Borel 2017). Sumado a esto, existe una tendencia hacia la simplificación de los agroecosistemas, lo que provoca una pérdida de los espacios naturales necesarios para sustentar la biodiversidad (Crowder & Harwood 2014). Por lo tanto, el desafío actual que enfrenta la agricultura es, por un lado, garantizar la producción de alimentos para satisfacer a una población humana en crecimiento y, por el otro, reducir el uso de insumos sintéticos, limitar los impactos ambientales y disminuir la pérdida de biodiversidad (Bommarco et al. 2013, Crowder & Harwood 2014, Tiftonell 2014, 2019).

La agroecología puede definirse como un conjunto de prácticas, un movimiento político y una disciplina recientemente formalizada que aplica conceptos y principios ecológicos para el diseño y manejo de agroecosistemas sustentables (Bommarco et al. 2013, Borel 2017, Reddy 2017, Tiftonell 2014, 2019). Esta disciplina utiliza el conocimiento de los procesos, relaciones e interacciones que intervienen en un sistema de cultivos, y tiene como principal objetivo que los sistemas agrícolas puedan ser administrados de manera más sustentable y con menor uso de insumos externos, disminuyendo así los impactos negativos en el medio ambiente y la sociedad (Altieri 1999). La importancia de la Agroecología ha crecido en las últimas décadas como un enfoque alternativo a la agricultura convencional. Se estima que con la implementación de prácticas agroecológicas en el 10% de los ambientes cultivados en el mundo, el valor económico obtenido de los servicios ecosistémicos (principalmente fijación de nitrógeno con productos naturales, polinización y control biológico de plagas) podría superar los costos de plaguicidas y fertilizantes (Reddy 2017).

El orden Lepidoptera es un grupo de insectos que incluye a las mariposas y polillas. Se caracterizan por ser holometábolos (metamorfosis completa), esto quiere decir que incluye cuatro estados: huevo, larva (en este orden también se las suele denominar orugas, gusanos o isocas), pupa y adulto (Valladares et al. 2019, Beccacece et al. en prensa). Este orden lo componen alrededor de 150.000 especies (van Nieukerken et al. 2014), casi en su

totalidad poseen larvas fitófagas, que pueden consumir grandes cantidades de hojas, tallos, frutos o incluso granos almacenados de las plantas (Beccacece et al. en prensa). En este sentido, algunas especies de lepidópteros se cuentan entre las plagas más problemáticas, tanto en cultivos extensivos como hortícolas, causando disminuciones en el rendimiento o incluso pérdidas totales (Beccacece et al. en prensa). Dependiendo del hábito de vida de cada especie, algunas larvas pueden refugiarse en el centro de las inflorescencias, nacimiento de las hojas o ingresar a frutos, quedando así parcialmente protegidas de los insecticidas o bio-repelentes aplicados (Daly et al. 1988, Janowska 2006, Barchuk et al. 2018). Sumado a esto, varias especies de lepidópteros desarrollan resistencia a distintos productos químicos en pocas generaciones (Souza et al. 2023), por lo que constantemente se exploran nuevas estrategias para controlar sus poblaciones con el fin de disminuir las pérdidas que ocasionan y, a su vez, reducir el uso de plaguicidas (Sharma et al. 2019).

Entre las estrategias más efectivas para controlar plagas de lepidópteros, se destacan aquellas enmarcadas en el Control Biológico (CB) (Crowder & Harwood 2014). El CB propicia la acción de enemigos naturales como fuente de mortalidad de las plagas, entre los que se destacan parasitoides de los órdenes Hymenoptera y Diptera como los principales controladores, tanto en cultivos extensivos como intensivos (Avalos et al. 2020, Masry & El-Wakeil 2020). Para completar su ciclo biológico, los parasitoides requieren de un hospedador, al que paralizan permanente (parasitoides idiobiontes) o momentáneamente (koinobiontes) en el momento de la oviposición, ya sea en estado de huevo, larva o pupa. Al continuar alimentándose en un hospedador que muda y alcanza un nuevo estadio larval o un nuevo estado de desarrollo, los koinobiontes tienden a presentar rangos de hospedadores más estrechos que los idiobiontes (Hawkins et al. 1990). Numerosas especies de himenópteros parasitoides completan su desarrollo a expensas de lepidópteros, destacándose por su importancia aquellas de las familias Ichneumonidae, Braconidae y Encyrtidae, con gran variedad de ciclos de vida y efectividad para disminuir las poblaciones de sus hospedadores (Stireman & Singer 2003, Stireman & Shaw 2022).

Brindar las mejores condiciones en un agroecosistema para que los parasitoides desplieguen su máxima acción como reguladores de las poblaciones plaga es un objetivo particular del Control Biológico Conservativo (CBC). Se ha propuesto, por ejemplo, que la presencia de vegetación espontánea en los bordes de cultivos permitiría una mayor riqueza y abundancia de parasitoides, dado que estas plantas ofrecen recursos alimenticios (polen, néctar y presas alternativas), refugio y sitios de reproducción (Gurr et al. 2000, Winkler et

al. 2010). En concordancia con lo planteado anteriormente, se ha observado que cultivos con bordes que presentan una mayor estructura vegetal, riqueza de especies vegetales y disponibilidad de recursos adicionales frecuentemente poseen un mayor nivel de control biológico de plagas por parte de parasitoides (Rossetti et al. 2013, Balzan & Moonen 2014, Isbell et al. 2017). De este modo, el borde de vegetación tendría un rol importante en el manejo de lepidópteros (Pffiffer et al. 2009; Winkler et al. 2010, Balzan & Moonen 2014). No todas las especies de parasitoides son afectadas por las características del ambiente de igual forma (Quicke 2015, Kendall & Ward 2016), lo cual es esperable por la enorme diversidad taxonómica y funcional de este grupo de insectos. Por ejemplo, una menor diversidad vegetal tendrá mayor efecto sobre especies con rango alimenticio estrecho y de pequeño tamaño, por su mayor dependencia a los recursos alimenticios que necesitan explotar y su menor capacidad de desplazamiento (Kendall & Ward 2016).

En la Ciudad de Córdoba (Córdoba, Argentina), los campos frutihortícolas que abastecían a la población con productos alimenticios de origen vegetal se ubicaban en una zona en forma de anillo, que abarcaba toda la periferia de la ciudad. En los últimos años, el denominado “Cinturón verde”, ha sufrido un proceso de reducción de superficie y desplazamiento, y ha quedado principalmente reducido a dos áreas, al norte y al sur de la ciudad, conocidas en conjunto como “Región Alimentaria de Córdoba” (RAC) (Giobellina & Quinteros 2015, Giobellina 2018, Giobellina et al. 2022). La RAC cuenta con más de 320 unidades productivas de las cuales el 70% presenta una gran diversidad de cultivos, tales como crucíferas (brócoli, coliflor, repollo), otros cultivos de hojas (lechuga, acelga) o de frutos (tomate, pimiento, zapallo), principalmente para el comercio urbano diario, y se caracteriza por tener bajas inversiones en mecanización y maquinaria motora (Giobellina et al. 2022). Por otro lado, más del 90% de las unidades tienen un manejo convencional y utilizan un amplio espectro de insumos sintéticos entre los que se destacan insecticidas como Cipermetrina, Deltametrina e incluso algunos prohibidos por la Organización Mundial de la Salud como Paratión (Giobellina et al. 2022). La aplicación de plaguicidas se debe a los problemas que ocasionan las plagas de insectos entre las que se destacan los pulgones, trips y larvas de lepidópteros.

En Argentina, y específicamente en la RAC, el conocimiento de las interacciones entre el complejo de larvas de lepidópteros que atacan plantas hortícolas y sus parasitoides está centrado en especies muy abundantes como *Plutella xylostella* (polilla de las coles),

mientras que se desconocen las plantas hospedadoras y los complejos parasíticos de la gran mayoría (Zalazar & Salvo 2007, Urretabizkaya 2010, Espinoza-Gavilanez & Grilli 2019, Grilli & Espinoza-Gavilanez 2021). Los estudios realizados para analizar las interacciones lepidóptero-parasitoide en la provincia de Córdoba están enfocados en cultivos extensivos (Avalos et al. 2016, 2020). Por todo lo expuesto, y con el fin de recomendar estrategias para el CBC de orugas de lepidópteros, en el presente estudio se describen las interacciones observadas entre larvas de lepidópteros y parasitoides en los cultivos hortícolas y las plantas acompañantes bajo diferentes modalidades de manejo de los cultivos (Parolin et al. 2012). También se explora cómo influye el tipo de manejo (convencional vs. agroecológico) y las características de los bordes de cultivos como proveedoras de recursos para los parasitoides (recurso floral, composición, riqueza y estructura de la vegetación entre otros) en el parasitismo.

Objetivos e hipótesis:

Objetivo general:

Describir y cuantificar interacciones entre plantas, lepidópteros ectofitófagos y sus parasitoides en campos de cultivos hortícolas con la finalidad de recomendar prácticas de CBC de lepidópteros plaga.

Objetivos específicos:

- 1) Determinar la riqueza y abundancia de lepidópteros ectofitófagos y sus parasitoides en huertas convencionales y agroecológicas de la RAC.
- 2) Evaluar diferencias en riqueza de especies parasíticas y su parasitismo en poblaciones de lepidópteros ectófagos en relación con el tipo de manejo del campo (convencional/agroecológico) y las características de los bordes de vegetación espontánea.

Hipótesis y Predicciones:

La hipótesis de los enemigos naturales (Root 1973) plantea que los hábitats diversificados ofrecen una mayor gama de recursos alimenticios (polen, néctar, presas alternativas), refugio y lugares de reproducción para los enemigos naturales que aquellos hábitats menos diversificados. Bajo la premisa que los bordes de huertas agroecológicas son hábitats más diversificados y estructuralmente más complejos que los bordes de huertas convencionales, se predice que la diversidad y abundancia de parasitoides de lepidópteros ectofitófagos, así como el parasitismo, sea mayor en las primeras que en las últimas. De no cumplirse esta premisa, se espera que huertas que posean bordes con vegetación más diversa, con mayor cobertura vegetal horizontal y vertical, y mayor disponibilidad de recursos florales (en términos de riqueza y abundancia) en bordes de vegetación espontánea presenten mayor diversidad y abundancia de parasitoides de lepidópteros ectofitófagos, así como mayores tasas de parasitismo. A su vez, se predice que parasitoides más generalistas y de mayor tamaño corporal serán menos perjudicados por la simplificación del hábitat que los más especialistas y de menor tamaño corporal (Perović et al. 2018).

Materiales y Métodos

Área de estudio

El estudio se realizó en un total de ocho huertas de tamaño relativamente pequeño (hasta ocho ha) localizadas en la RAC, cuatro al norte y cuatro al sur de la Ciudad de Córdoba, en las que previamente se han desarrollado distintas investigaciones entomológicas (Rojas-Rodríguez et al. 2019, Pérez Roig et al. 2023). Los campos estuvieron separados por una distancia máxima de 28 km aproximadamente, siendo colindantes en un único caso (ver Fig. 1, Tabla S1: Campos A3 y C3). Cuatro de estas huertas (dos al norte y dos al sur) son agroecológicas. Se caracterizan 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 (manejo agroecológico). Estas prácticas incluyen: uso de compuestos botánicos para el control de plagas (por ejemplo: extractos vegetales de paraíso, *Melia azedarach*, Meliaceae) y uso de fertilizantes de origen natural. En contrapartida, se seleccionaron otras cuatro huertas convencionales (dos al norte y dos al sur). Las huertas se eligieron de a pares (una agroecológica y una

convencional) a fin de evitar la influencia de la ubicación geográfica en la comparación (Fig. 1).



Figura 1. Ubicación de los campos seleccionados para el estudio con información sobre tipo de manejo, zona donde se ubica en la RAC (Córdoba, Argentina) y el tamaño en metros cuadrados. Manejo: A= agroecológico, C = convencional. Datos precisos de ubicación geográfica en Tabla S1.

Muestreos de larvas de lepidópteros

Se realizaron muestreos cuantitativos en los meses de abril y octubre de 2022. En cada campo se realizaron cuatro transectas transversales (2 m de ancho x el ancho del campo) a los cultivos con el fin de recolectar larvas presentes en los mismos (Fig. 2a-b). Para homogeneizar el esfuerzo de muestreo, se inspeccionaron plantas presentes en cada transecta durante 30 minutos para localizar daños en hojas y excrementos de larvas ectofitófagas. Una vez detectadas, las larvas se colectaron en bolsas plásticas para su traslado y cría en el laboratorio del Centro de Investigaciones Entomológicas de Córdoba (IMBIV-CIEC) (Stireman & Singer 2003). Además, en cada borde se realizó una búsqueda de larvas presentes en la vegetación espontánea, con igual número de transectas y tiempo dedicado a la inspección de las plantas en cada una de ellas (Fig. 2). Se fotografiaron y herborizaron aquellas plantas en las que se encontraron larvas alimentándose (Fig. 2e). La cría de las larvas se realizó en condiciones ambientales semicontroladas en recipientes individuales hasta la emergencia del adulto o de los parasitoides. Para esto, se utilizaron potes plásticos de 500 cc que fueron tapados con un voile para evitar que los parasitoides emergidos pudieran escapar. Cada larva fue alimentada con la planta hospedadora en la que se encontró en el campo. Se realizó una limpieza diaria de las heces y reposición del alimento evitando de esta manera hongos o virus que pudieran afectar el desarrollo de la larva (Savino et al. 2016). Los parasitoides obtenidos fueron conservados individualmente y secos en tubos de Khan para su posterior identificación. Tanto para la identificación de las plantas como para las larvas de lepidópteros y sus parasitoides, se utilizó bibliografía especializada, plantas: Sérsic et al. (2006, 2015), lepidópteros: Beccacece et al. (en prensa) y parasitoides: Bouček (1988), Gibson et al. (1997), Fernandez & Sharkey (2006); además de consultas a especialistas (Lepidoptera: Dra. Patricia Fichetti, ver agradecimientos).



Figura 2. Muestreo de larvas y caracterización de los bordes de vegetación espontánea. **a.** Transectas realizadas en cultivos (flechas rojas) y bordes (flechas azules) para encuentro de larvas. **b.** Larva de *Spodoptera cosmiodes* alimentándose de acelga. **c.** Caracterización de cobertura vertical y altura máxima con paño vertical. **d.** Caracterización de cobertura vegetal horizontal con cuadrata. **e.** Planta herborizada en laboratorio para su identificación.

Caracterización de la vegetación espontánea presentes en bordes

Se estimó el porcentaje de cobertura de cada especie vegetal presente, suelo desnudo y número de unidades florales (flores individuales o inflorescencias) que estuvieron abiertas al momento del muestreo mediante dos cuadratas (1x1 m; Fig. 2d) colocadas al azar en cada borde y separadas al menos por 50 m. Las inflorescencias de Poaceae y Chenopodiaceae no se tuvieron en cuenta ya que no ofrecen recursos de importancia a los insectos (Zomlefer 1994, Rojas-Rodríguez et al. 2019). Todas las especies de la familia Poaceae fueron consideradas en conjunto para el análisis de cobertura, ya que son potenciales refugios para los insectos (Lagerlöf & Wallin 1993).

Además, en cada cuadrata se estimó la cobertura vertical y altura de la vegetación mediante la técnica de paño vertical (Fig. 2c; Pérez Roig et al. 2023).

Se realizaron dos Análisis de Componentes Principales (ACP) para caracterizar a los bordes de vegetación de los campos hortícolas, uno basado en variables de estructura (en adelante “ACP de estructura”) y otro basado en la cobertura de todas las especies vegetales presentes (en adelante “ACP taxonómico”), por campo y por fecha de muestreo. Las variables de estructura fueron: altura, cobertura horizontal, cobertura vertical, número de especies presentes, suelo desnudo y número de flores abiertas, y sus valores fueron estandarizados antes de realizar el análisis. La cobertura de especies vegetales se calculó como un promedio de la obtenida en las cuadratas (dos por borde, ocho por campo, en cada fecha de muestreo) y no fueron estandarizadas por estar medidas en la misma unidad (%). A través de este análisis se evaluó si la práctica de manejo incide efectivamente en la estructura de la vegetación de bordes y en la cobertura de las especies vegetales presentes, lo cual constituyó una premisa para la formulación de las hipótesis planteadas (ver sección Hipótesis y Predicciones). Por otra parte, los valores del primer eje de ordenación del ACP taxonómico, que absorbió mayor porcentaje de la varianza de los datos, fueron incluidos como variables explicativas en los modelos lineales generalizados. Estos índices condensan información sobre las variables que le dieron origen, evitando la colinealidad (Jolliffe 2022).

Análisis de datos

A partir de las interacciones tróficas establecidas entre cultivos, especies de lepidópteros defoliadores y sus parasitoides se construyó una trama trófica cuantitativa con datos acumulados, obtenidos en todos los campos, en las dos fechas de muestreo. Estos diagramas de interacciones permiten reflejar de manera rápida y sencilla la abundancia proporcional de especies en los tres niveles y la fortaleza de las interacciones que establecen; lo cual permite encontrar patrones de uso de recursos en los sistemas estudiados (Zumoffen et al. 2016, 2018, Avalos et al. 2020). Las redes tritróficas se diagramaron gráficamente en entorno R, utilizando la función QFW desarrollada por Hirao & Murakami (2007). No se consideraron las plantas de bordes en las tramas tróficas debido

a que el registro de las larvas en dichos sectores fue acotado y, en la mayoría de los casos, las larvas no estaban alimentándose al momento de encontrarlas.

La comunidad de parasitoides se analizó desde un punto de vista taxonómico y funcional, describiendo la comunidad en relación a su ciclo de vida, etapas del ciclo del hospedador en las cuales oviponen y emergen, etc.

La tasa de parasitismo total y para cada especie de lepidóptero se calculó, tanto para el total de plantas como por especie de planta, en forma de proporción: número de larvas parasitadas / total de larvas criadas, o en forma de porcentaje como:

$$\left(\text{número de larvas parasitadas} / \text{total de larvas criadas} \right) \times 100$$

El número de larvas parasitadas también fue considerado como un estimador de parasitismo.

Para evaluar el efecto del tipo de manejo, del borde y de otras características del campo se realizaron Modelos Lineales Generalizados Mixtos (GLMM, por sus siglas en inglés) (Bolker et al. 2009). Se construyeron dos grupos de modelos, en el primer grupo se analizaron aquellas variables respuestas de abundancia y riqueza de especies (lepidópteros y parasitoides) con una distribución de errores Poisson y función de enlace log. El parasitismo, evaluado como abundancia de larvas parasitadas, también fue analizado en este grupo de modelos. En el segundo grupo, se analizaron las tasas de parasitismo (en forma de proporciones), con distribución de errores binomial y función de enlace logit.

Luego de realizar modelos exploratorios preliminares se decidió realizar una sumatoria de los datos obtenidos por transecta en cada campo y fecha y trabajar con datos simplificados para evitar el exceso de ceros en los análisis. También con base en el efecto significativo de la fecha de muestreo sobre la mayoría de las variables que se observó en el análisis exploratorio, este factor fue incluido en todos los modelos como factor fijo. En todos los casos el campo fue incluido como factor aleatorio para contemplar la dependencia de los datos. Las variables explicativas que se añadieron como factores fijos en relación al campo fueron práctica de manejo, número de cultivos y tamaño del campo (en hectáreas). Como variables descriptivas de los bordes se incluyeron: altura, cobertura horizontal y vertical de la vegetación, riqueza de especies vegetales y abundancia de flores

abiertas en el momento del muestreo. También se incluyó el primer eje del ACP taxonómico de la vegetación de borde.

Con el fin de explorar los efectos de la disponibilidad de orugas sobre los parasitoides y el parasitismo, se hicieron una serie de regresiones entre variables respuesta: abundancia de orugas parasitadas en función de la abundancia total de orugas; riqueza de parasitoides en función de orugas parasitadas, de riqueza de orugas y de abundancia de orugas. Además, a fin de ver si el parasitismo es aditivo (aumenta con la riqueza de parasitoides) se exploró la relación entre la tasa de parasitismo y la riqueza de parasitoides.

En todos los casos también se incluyó la fecha como factor fijo y se exploró la interacción de ésta con la variable explicativa. Para evitar ajustar modelos complejos con muchas variables independientes (lo cual, debido al tamaño muestral reducido, llevaría a una sobreparametrización) se ajustó una serie de modelos simples incluyendo una de estas variables, la fecha de muestreo y la interacción entre ambas. Todas las variables explicativas continuas fueron previamente estandarizadas utilizando la función “scale” propia de R. Los GLMM y gráficos asociados se realizaron en R, mediante los paquetes lme4, ggeffects, Matrix.

En caso de constatarse sobredispersión (explorada mediante el análisis de los residuos de Pearson a través de una función custom extraída de: <https://bbolker.github.io/mixedmodels-misc/glmmFAQ.html#overdispersion>), se realizaron modelos con una distribución de errores binomial negativa con función de enlace log. Sin embargo, si bien la sobredispersión se solucionaba, dado que esta no es relevante para modelos con dicha distribución (Bolker 2022), los valores de AIC resultaron infinitos, indicando que la familia binomial negativa tampoco era adecuada para estos datos (<https://stackoverflow.com/questions/38859906/why-is-the-likelihood-aic-of-my-poisson-regression-infinite>). Algunos modelos presentaron una sobredispersión significativa, la cual aumenta la significancia de las variables explicativas (Saputro 2021). Al informar los resultados se señalan estos modelos de validez cuestionable, en los que se requiere un tratamiento especial de los datos y en los que se aplicará una estadística más avanzada en posteriores etapas de la investigación. Dichos modelos no fueron tenidos en cuenta en la interpretación y discusión de los resultados.

Resultados

Caracterización de la trama tritrófica y parasitismo asociado

El total de interacciones entre cultivos, orugas defoliadoras y parasitoides registradas en los campos hortícolas se muestran en la Figura 3. Se registraron un total de 34 especies cultivadas (Tabla 1, Fig. 4) y 83 especies de vegetación espontánea en el borde de los cultivos (Tabla 2, Fig. 4). En 18 especies vegetales se detectaron larvas ectofitófagas, 14 de ellas siendo plantas cultivadas y otras cuatro especies de crecimiento espontáneo (Tabla 3, 4, Fig. 3). Cabe aclarar que, al mencionar “cultivos” o “especies cultivadas”, se hace referencia indistintamente a especies y subespecies. Esta falta de distinción puede sobreestimar el rango de especies atacadas por *Plutella xylostella* al atacar varias subespecies y variedades de *Brassica oleracea*. La decisión de trabajarlas así se debe a que dichas variedades o subespecies son muy diferentes en tamaño, morfología, órgano consumido y contenido de glucosinolatos. Las plantas en las que se encontraron una mayor cantidad de orugas pertenecieron a la familia Brassicaceae: repollo blanco, repollo morado, coliflor y brócoli (Tab. 1, Fig. 3). Con respecto a las larvas, se recolectaron un total de 618 individuos de 12 especies de lepidópteros (Tabla 4, Figs. 3-5). Seis especies se presentaron en ambos tipos de manejo, mientras que cuatro fueron exclusivas de campos agroecológicos y dos de campos convencionales (Fig. 4). Durante el muestreo de octubre sólo se registraron dos especies de lepidópteros (*Plutella xylostella* y *Trichoplusia ni*), también presentes en el muestreo de marzo. La especie dominante de la trama fue *P. xylostella* (n=442), seguida por *T. ni* (n=71) y *Diaphania hyalinata* (n=46) (Fig. 5, Tabla S2). Con respecto al tipo de manejo, 209 larvas se encontraron en cultivos agroecológicos y 409 en convencionales (Fig. 5, Tabla S2). De las 442 larvas de *P. xylostella*, 356 se encontraron en cultivos convencionales y 86 en cultivos agroecológicos (Fig. 5, Tabla S2).

La tasa de parasitismo total fue de 19,71% (19,13% en campos agroecológicos y 19,80% en convencionales) (Fig. 5, Tabla S3). Las larvas de *P. xylostella* fueron las más parasitadas (n=112, 25,34% en total; 38,55% en campos agroecológicos y 23,19% en convencionales), mientras que las restantes especies presentaron un bajo número de larvas parasitadas (Figs. 3 y 5, Tabla S2, Tabla S3).

En cuanto a los parasitoides, se detectaron 14 especies/morfoespecies de parasitoides, 11 pertenecientes al orden Hymenoptera y tres a Diptera (ocho y una especies exclusivas de cultivos agroecológicos y convencionales respectivamente) (Tabla 5, Fig. 4). La especie de parasitoide que mayor número de eventos de parasitismo produjo fue *Diadegma leontinae* (Hymenoptera: Braconidae) atacando a *P. xylostella* en un total de 70 individuos (Tabla 5, Fig. 3).

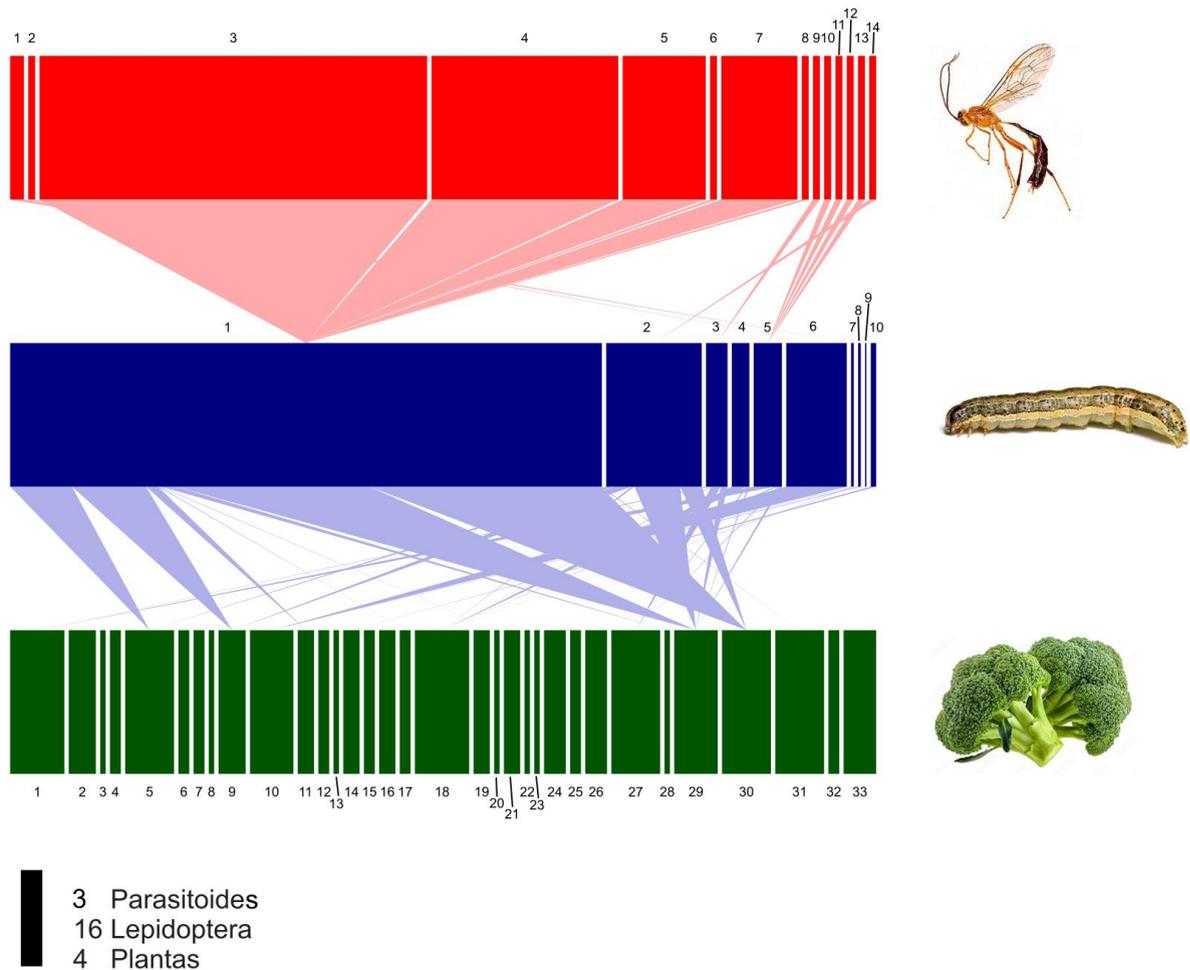


Figura 3. Redes tróficas de plantas cultivadas (nivel inferior), orugas de lepidópteros defoliadores (nivel medio) y parasitoides (nivel superior) en campos hortícolas del Cinturón verde de Córdoba. Los datos corresponden a la sumatoria de datos obtenidos en ocho campos en dos muestreos. Los rectángulos representan a las especies y son proporcionales a su abundancia relativa de especies, con diferente escala en cada nivel (ver abajo, a la izquierda de la trama); la abundancia de las plantas está medida en número de campos en los que estuvo presente. En el caso de especies poliembriónicas se consideró un único individuo de la descendencia. Triángulos grises indican interacciones tróficas, de tamaño proporcional a la fortaleza de la interacción. Códigos para el nivel superior: 1 *Copidosoma* sp. 2 Microgastrinae sp1 3 *Diadegma leontinae* 4 *Oomyzus* sp. 5 *Apanteles piceotrichosus* 6 *Apanteles* sp1 7 *Siphona* sp. 8 *Conura pseudofulvovariegata* 9 Tachinidae sp1 10 *Bassus* sp. 11 *Chelonus insularis* 12 *Hyposoter* sp. 13 Microgastrinae sp2 14 Tachinidae sp2. Códigos para el nivel medio: 1 *Plutella xylostella* 2 *Trichoplusia ni* 3 *Spodoptera cosmiodes* 4 *Rachiplusia nu* 5 *Spodoptera frugiperda* 6 *Diaphania hyalinata* 7 *Chrysodeixis includens* 8 *Helicoverpa gelatopoeon* 9 *Agrotis ipsilon* 10 *Anticarsia gemmatalis*. Códigos para el nivel inferior: se encuentran en la **Tabla 1.**

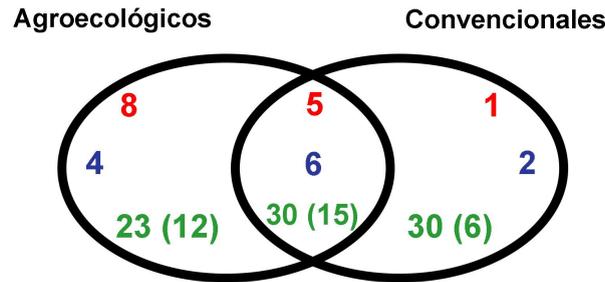


Figura 4. Diagrama de Venn en el que se representa a las especies exclusivas y compartidas en campos hortícolas agroecológicos y convencionales de la RAC de plantas de borde y cultivadas entre paréntesis (verde), lepidópteros (azul) y parasitoides (rojo).

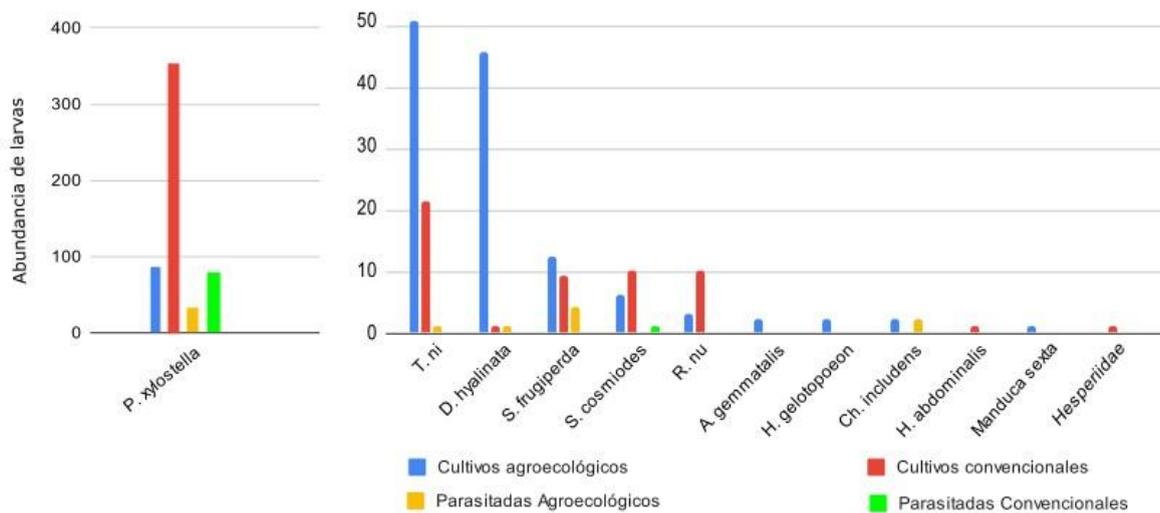


Figura 5. Abundancia de larvas en campos hortícolas (n=8). Total en convencional (rojo), total en agroecológico (azul), total parasitadas en convencional (amarillo) y total parasitadas agroecológico (verde).

En la Figura 6 se muestran las etapas del ciclo de un lepidóptero en que las especies de parasitoides oviponen y de las cuales emergen (datos tomados de laboratorio y bibliografía, ver Tabla 5). La mayoría de las especies presentes (nueve de 13) son larvo-pupales; dos especies son ovo-larvales (*Chelonus insularis* y *Copidosoma* sp.), una especie es larvo-larval (*Hyposoter* sp.) y por último, *Conura pseudofulvovariiegata*, es pupal, siendo además un hiperparasitoide facultativo que puede parasitar tanto a la pupa en desarrollo como a parasitoides que se encuentran en su interior (Tabla 5, Fig. 6). El bajo número de parasitoides idiobiontes impidió la realización de análisis funcionales en los que pudiera explorarse la respuesta diferencial de las especies parasíticas en relación a su especialización alimenticia.

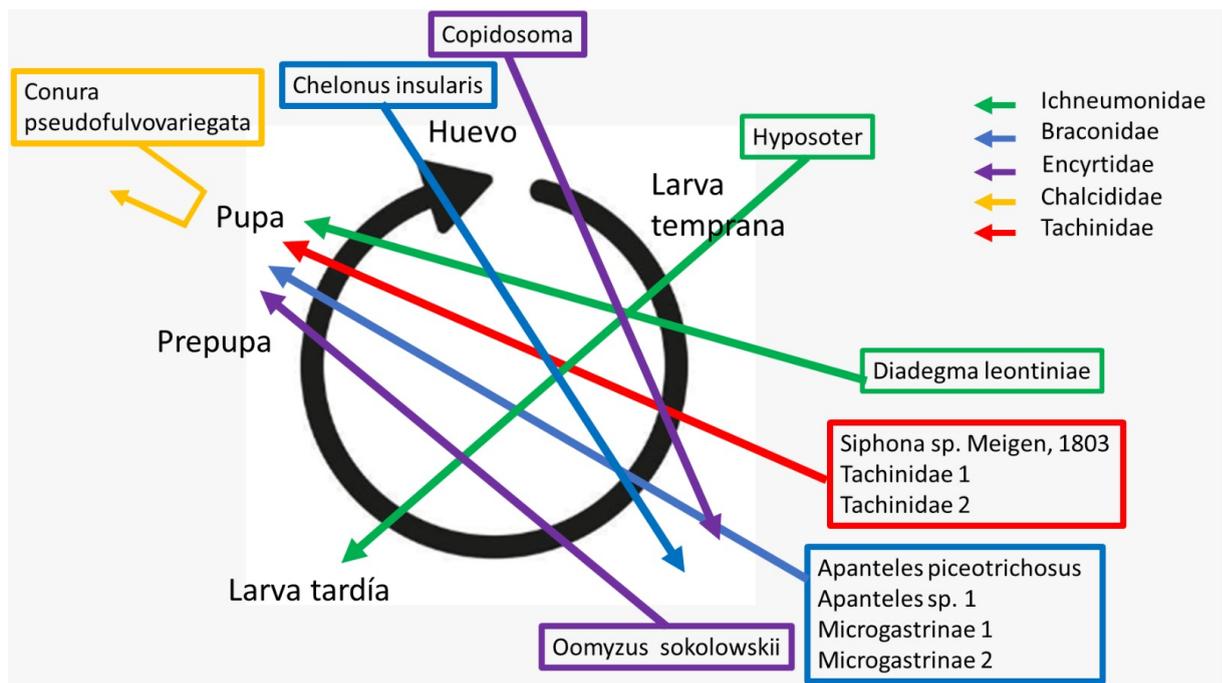


Figura 6. Representación gráfica de los momentos de oviposición y emergencia de las especies de parasitoides durante el desarrollo de los estados inmaduros de Lepidoptera (huevo a pupa). Colores de flechas representan cada familia (datos tomados e laboratorio y bibliografía).

Composición estructural y taxonómica de los bordes de vegetación

La ordenación de los bordes de vegetación (por campo y fecha de muestreo) basadas en la estructura de la vegetación y la cobertura de las especies presentes se muestra en la Figura 7. En ambos análisis se observó que la fecha de muestreo tuvo un mayor efecto en la ordenación de las muestras que la práctica de manejo. El primer eje de ordenación del ACP estructural absorbió 44% de la varianza de los datos y se correlacionó con la cobertura vertical, la altura y la cobertura horizontal de la vegetación, mientras que el segundo (21% de varianza) se correlacionó en mayor medida con la riqueza de especies vegetales (Tabla 6).

En relación al ACP taxonómico, el primer eje de ordenación absorbió 60% de la varianza, siendo las poáceas en general y la especie *Bidens* sp. 2 las que se relacionaron en mayor medida con este eje, mientras que el segundo eje (13%) se relacionó positivamente con *Bidens* sp. 2 y negativamente con las poáceas (Tabla 6).

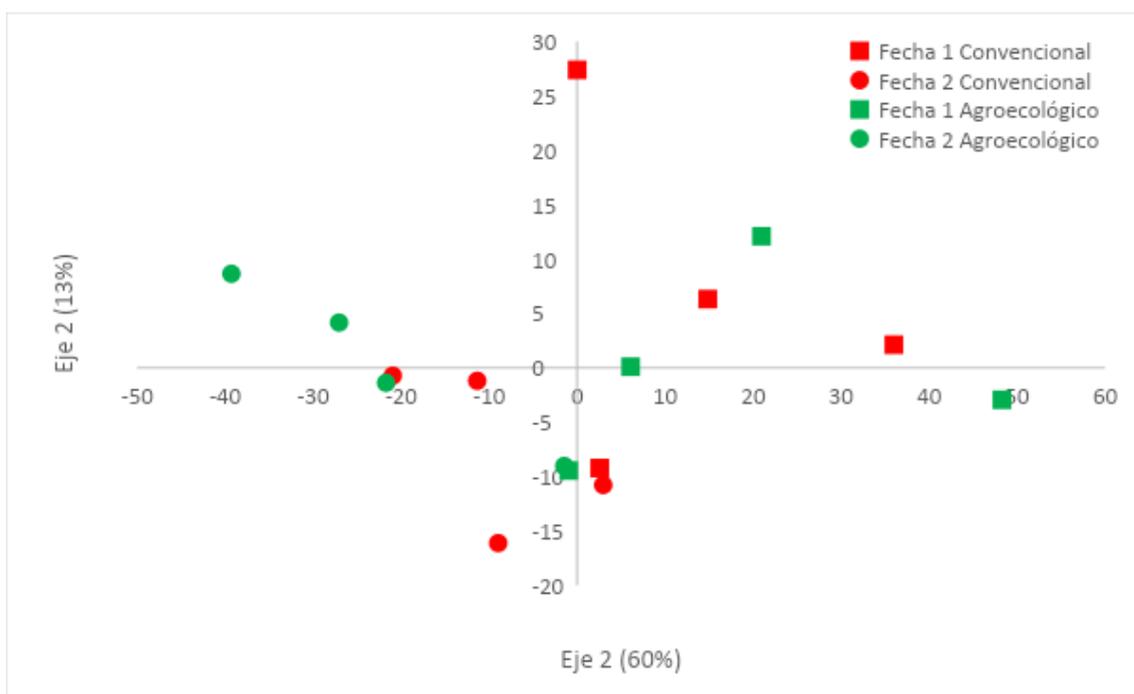
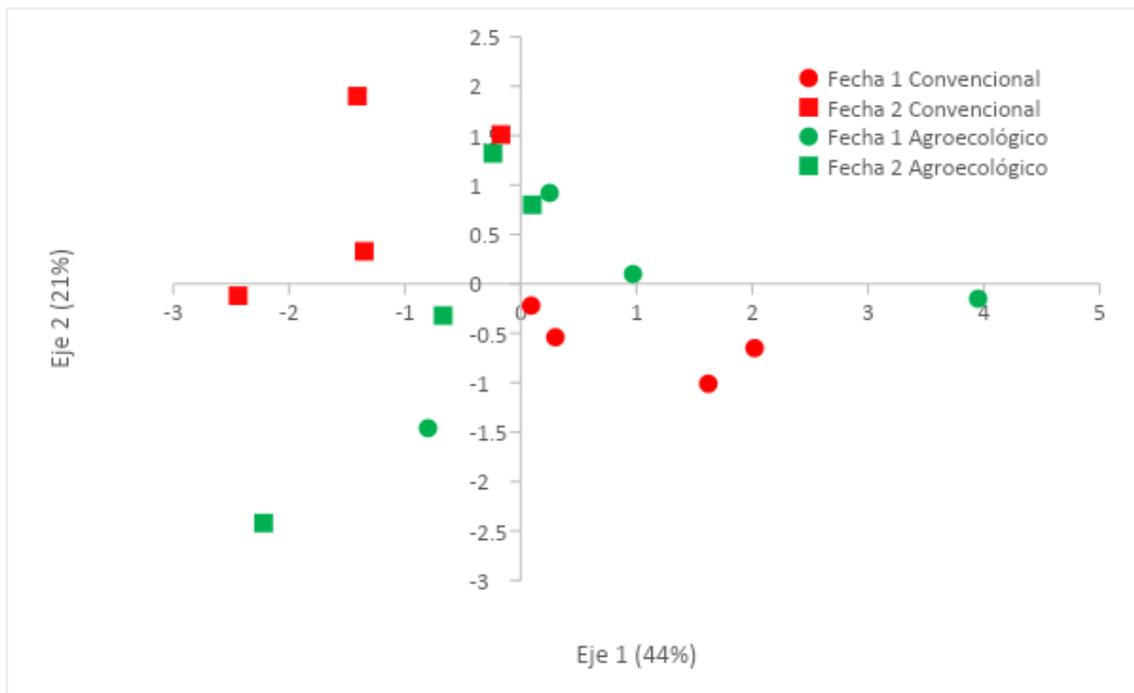


Figura 7. Muestréos de vegetación de bordes tomadas en campos hortícolas ordenados en planos determinados por los dos primeros ejes resultantes del Análisis de Componentes Principales. **Arriba:** ordenación basada en seis variables indicativas de estructura de hábitat (cobertura horizontal, cobertura vertical, suelo desnudo, riqueza de especies vegetales, número de flores y altura). **Abajo:** ordenación basada en la cobertura de las especies vegetales presentes. Entre paréntesis se indica el porcentaje de varianza en los datos absorbida por cada eje de ordenación.

VARIABLES RESPUESTA EN FUNCIÓN DE VARIABLES DE BORDE Y DE CAMPO

A partir del total de modelos válidos (ver sección Materiales y Métodos) se observó significancia estadística para el efecto de alguno de los factores considerados (Tabla 7), tal como se detalla a continuación para cada variable respuesta.

Riqueza de parasitoides: La riqueza de especies de parasitoides aumentó con el número de cultivos presentes en el campo (Fig. 8).

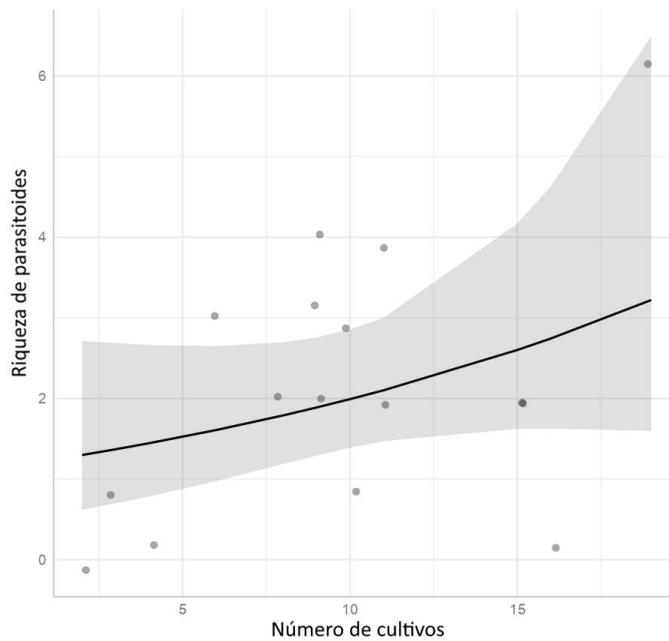


Figura 8. Relación significativa entre la riqueza de parasitoides y el número de cultivos presentes en el campo. Detalles de los análisis en texto y **Tabla 7**.

Abundancia de orugas parasitadas: el número de flores, la fecha y la interacción de la fecha con la cobertura de suelo desnudo fueron las variables que incidieron sobre el número de casos de parasitismo. La abundancia de orugas parasitadas aumentó con el número de flores presentes en los bordes (Fig. 9). En ambas fechas, el porcentaje de suelo desnudo influyó inversamente sobre la abundancia de orugas parasitadas, aunque la relación fue más fuerte en marzo que en octubre.

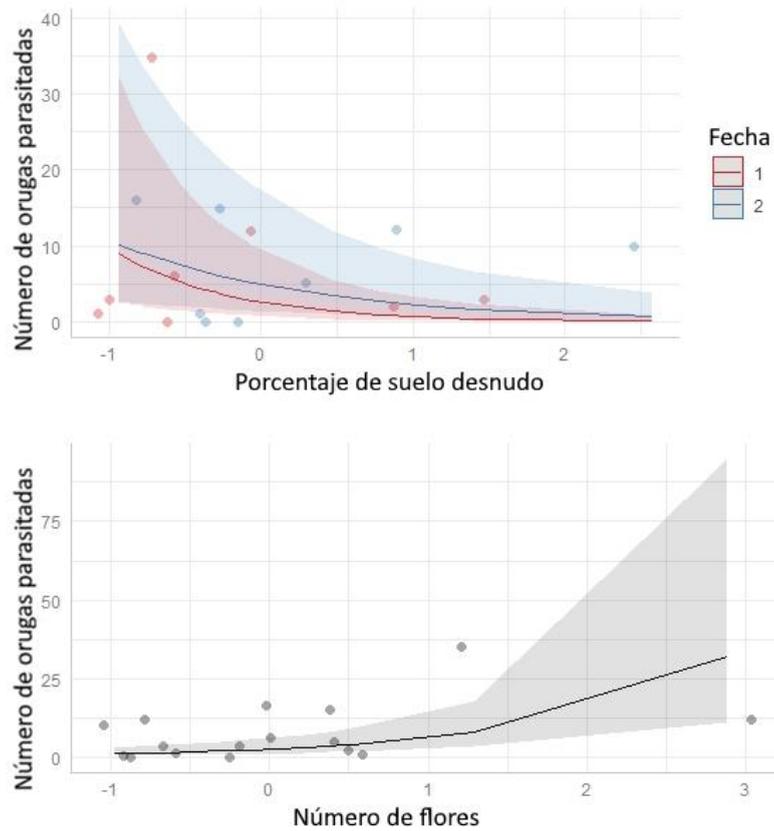


Figura 9. Relaciones significativas observadas para el número de orugas parasitadas. Arriba: Interacción entre fecha y porcentaje de suelo desnudo. Abajo: número de flores presentes en el borde. Detalles de los análisis en texto y **Tabla 7**.

Tasa de parasitismo: la fecha incidió significativamente sobre nueve de los once modelos realizados para esta variable, que siempre arrojó valores más altos en octubre. Se observaron interacciones significativas de la fecha con dos factores: tamaño del campo y práctica de manejo (Fig. 10). La tasa de parasitismo fue distinta entre fechas de muestreo en los campos con manejo agroecológico, pero no en los de manejo convencional. Por otra parte, la tasa de parasitismo aumentó con el tamaño del campo, no siendo significativa esta relación en octubre pero sí en marzo.

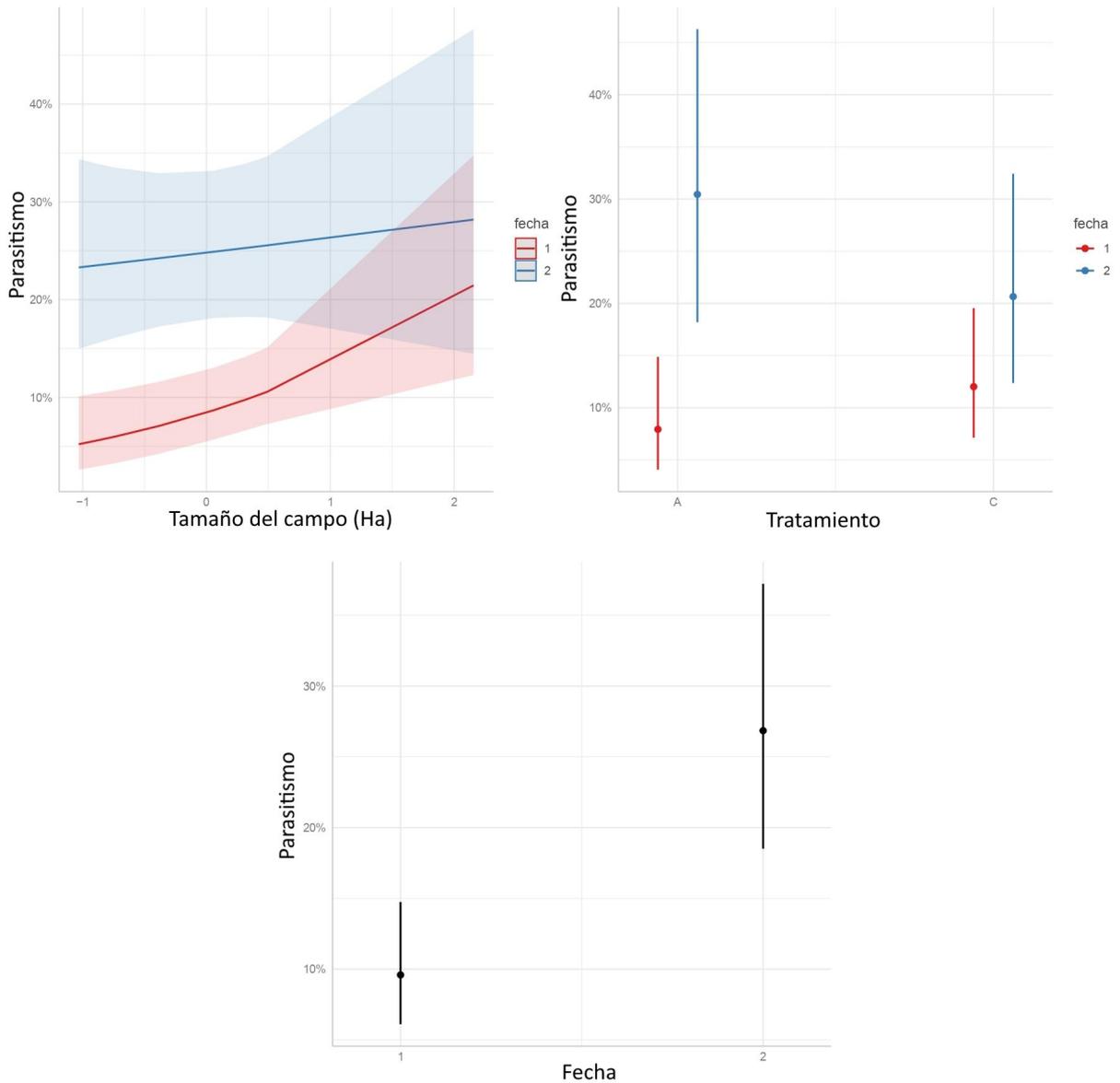


Figura 10. Relaciones significativas observadas para la tasa de parasitismo. Arriba izquierda: interacción entre fecha y tamaño del campo (Ha). Arriba derecha: interacción entre fecha y práctica de manejo (tratamiento). Abajo: fecha de muestreo. Fecha 1: marzo, Fecha 2: octubre. Detalles de los análisis en texto y **Tabla 7**.

Riqueza de orugas: Cinco modelos presentaron diferencias significativas para la fecha (Fig. 11), nuevamente indicando una fuerte variabilidad temporal: mayor número de especies de orugas en marzo que en octubre.

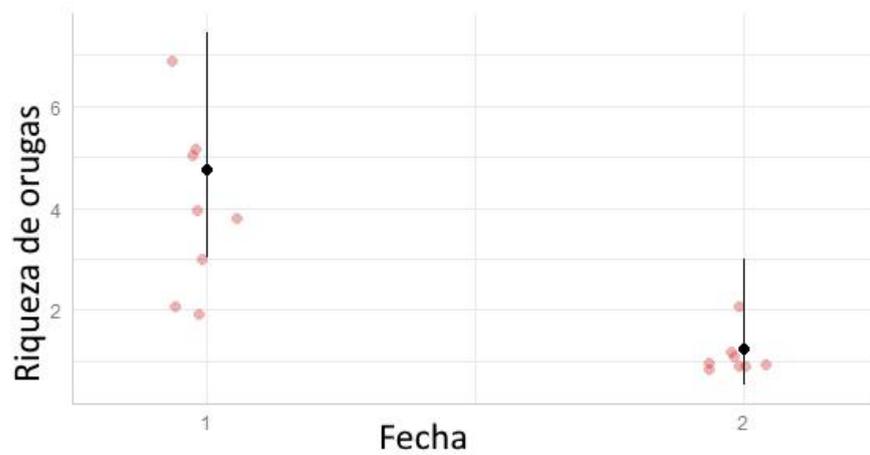


Figura 11. Relación significativa entre riqueza de orugas y fecha de muestreo. Detalles del análisis en texto y **Tabla 7**.

Abundancia y riqueza de parasitoides en función de la abundancia de recursos (orugas): La abundancia de orugas parasitadas fue significativamente mayor en octubre que en marzo, y se relacionó directamente con la abundancia de orugas (Fig. 12). No se detectaron relaciones significativas entre la abundancia de orugas y la riqueza de especies de parasitoides.

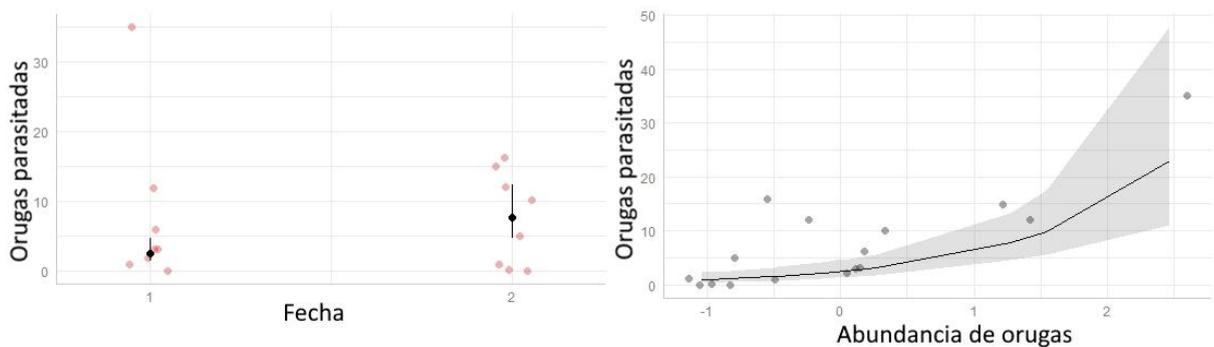


Figura 12. Relaciones significativas observadas para el número de orugas parasitadas. Izquierda: fecha de muestreo. Derecha: abundancia de orugas en el campo. Detalles de los análisis en texto y **Tabla 7**.

Parasitismo en función de riqueza de parasitoides: El parasitismo fue aditivo en marzo, mientras que la relación parasitismo - riqueza de especies parasíticas fue inversa en octubre (interacción entre fecha y riqueza de parasitoides significativa) (Fig. 13).

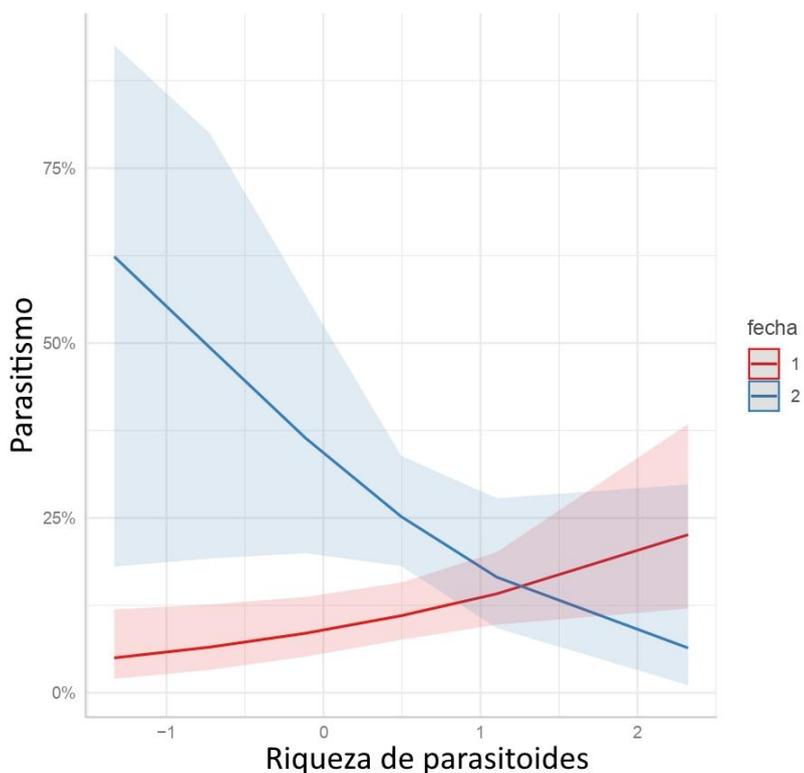


Figura 13. Relación significativa entre tasa de parasitismo y riqueza de parasitoides en interacción con la fecha de muestreo. Detalles del análisis en texto y **Tabla 7**.

Tabla 1. Especies y variedades cultivadas observadas a campo para registrar presencia de orugas en campos hortícolas, ordenadas de acuerdo al código utilizado en la trama tritrófica (Fig. 3).

Código	Nombre vulgar	Especie/variedad	Familia
1	Acelga	<i>Beta vulgaris</i> L. var. <i>cicla</i>	Amaranthaceae
2	Achicoria	<i>Cichorium intybus</i> L.	Asteraceae
3	Apio	<i>Apium graveolens</i> L.	Apiaceae
4	Berenjena	<i>Solanum melongena</i> L.	Solanaceae
5	Brócoli	<i>Brassica oleracea</i> var. <i>italica</i> L.	Brassicaceae
6	Cebolla	<i>Allium cepa</i> L.	Amaryllidaceae

Código	Nombre vulgar	Especie/variedad	Familia
7	Cebolla de verdeo	<i>Allium fistulosum</i> L.	Amaryllidaceae
8	Cilantro	<i>Coriandrum sativum</i> L.	Apiaceae
9	Coliflor	<i>Brassica oleracea</i> var. <i>botrytis</i> L.	Brassicaceae
10	Zapallo	<i>Cucurbita maxima</i> L.	Cucurbitaceae
11	Endivia	<i>Cichorium endivia</i>	Asteraceae
12	Espinaca	<i>Spinacia oleracea</i> L.	Chenopodiaceae
13	Frutilla	<i>Fragaria x ananassa</i> Duch.	Rosaceae
14	Haba	<i>Vicia faba</i> L.	Fabaceae
15	Hinojo	<i>Foeniculum vulgare</i> Mill.	Apiaceae
16	Kale blanco	<i>Brassica oleracea</i> var. <i>sabellica</i>	Brassicaceae
17	Kale morado	<i>Brassica oleracea</i> var. <i>acephala</i>	Brassicaceae
18	Lechuga	<i>Lactuca sativa</i> L.	Asteraceae
19	Lechuga morada	<i>Lactuca sativa</i> L.	Asteraceae
20	Nabo	<i>Brassica rapa rapa</i> L.	Apiaceae
21	Perejil	<i>Petroselinum crispum</i> (Miller) A.W. Hill.	Apiaceae
22	Pimiento	<i>Capsicum annuum</i> L.	Solanaceae
23	Poroto	<i>Phaseolus vulgaris</i> L.	Fabaceae
24	Puerro	<i>Allium ampeloprasum</i> var. <i>porrum</i>	Amaryllidaceae
25	Quinoa	<i>Chenopodium quinoa</i> Willdenow	Chenopodiaceae
26	Rabanito	<i>Raphanus sativus</i> L.	Brassicaceae
27	Remolacha	<i>Beta vulgaris</i> L. var. <i>vulgaris</i>	Amaranthaceae
28	Col de Bruselas	<i>Brassica oleracea</i> var. <i>gemmifera</i> L.	Brassicaceae
29	Repollo blanco	<i>Brassica oleracea</i> var. <i>capitata</i> L.	Brassicaceae
30	Repollo morado	<i>Brassica oleracea</i> var. <i>capitata</i> f. <i>rubra</i> L.	Brassicaceae
31	Rúcula	<i>Eruca vesicaria</i> (L.) Cav.	Brassicaceae
32	Zanahoria	<i>Daucus carota</i> L.	Apiaceae
33	Zapallito verde	<i>Cucurbita maxima</i> var. <i>zapallito</i> L.	Cucurbitaceae

Tabla 2. Cobertura promedio (%) de especies vegetales registradas mediante cuadratas (ocho por campo) en muestreos realizados en bordes de campos hortícolas, en los meses de marzo y octubre.

Familia	Especie - Morfoespecie	Muestreo marzo		Muestreo octubre	
		Agroec.	Conven.	Agroec.	Conven.
Amaryllidaceae	<i>Nothoscordum</i> Kunth sp. 1			0,63	
Amaranthaceae	<i>Chenopodium album</i> L.	1,88	0,03	1,44	0,88
	<i>Chenopodium</i> L. sp. 1	2,97	0,78	0,19	
	<i>Beta vulgaris</i> L. var. <i>cicla</i> L.			0,63	
	Amaranthaceae sp. 1	1,56			
	<i>Gomphrena pulchella</i> Mart.		0,63		0,16
	<i>Alternanthera pungens</i> H.B.K.				0,03
Apiaceae	<i>Bowlesia incana</i> Ruiz & Pav				1,09
	<i>Foeniculum vulgare</i> Mill.	4,69		1,56	
	<i>Phoenix</i> L. sp. 1			0,50	
Asteraceae	Asteraceae sp. 1	0,16			
	Asteraceae sp. 2				0,63
	Asteraceae sp. 3				0,03
	Asteraceae sp. 4	0,63	0,03		
	Asteraceae sp. 5			0,22	
	<i>Bidens</i> L. sp. 1	0,16	1,41	0,03	
	<i>Bidens</i> L. sp. 2	15,94	18,44		1,25
	<i>Bidens</i> L. sp. 3	0,16	2,81	0,03	
	<i>Bidens</i> L. sp. 4	1,56			
	<i>Sonchus oleraceus</i> L.	0,03		2,38	1,75
	<i>Conyza</i> Less. sp. 1	0,03	6,75		
	<i>Conyza</i> Less. sp. 2		0,94		
	<i>Galinsoga parviflora</i> Cav.	2,09	1,09	0,16	1,75

Familia	Especie - Morfoespecie	Muestreo marzo		Muestreo octubre	
	<i>Gamochaeta</i> (Mill.) Wedd. sp. 1	0,16	0,47		0,03
	<i>Wedelia glauca</i> (Ortega). O. Hoffm. ex Hicken	3,44	0,94	0,09	0,81
Brassicaceae	Brassicaceae sp. 1				0,03
	<i>Capsella bursa-pastoris</i> L.				0,66
	<i>Rapistrum rugosum</i> (L.)		0,03		0,63
	<i>Sisymbrium irio</i> L.				2,56
	<i>Sisymbrium officinale</i> (L.) Scop				2,03
Cannabaceae	<i>Celtis ehrenbergiana</i> (Klotzsch) Liebm.			0,16	
Caryophyllaceae	<i>Stellaria media</i> (L.) Vill.			0,16	0,94
Commelinaceae	<i>Commelina erecta</i> L.		1,59		
Convolvulaceae	<i>Dichondra repens</i> J.R.Forst. & G.Forst.				0,03
	<i>Ipomoea cairica</i> (L.) Sweet	2,81	0,31	0,94	
	<i>Ipomoea purpurea</i> (L.) Roth	0,47	1,41		
Cucurbitaceae	<i>Cucumis sativus</i> L.	0,78			
Fabaceae	<i>Medicago sativa</i> L.	1,72	0,47	5,03	1,00
	<i>Medicago lupulina</i> L.				0,78
	<i>Vicia villosa</i> Roth			0,19	5,63
Lamiaceae	<i>Leonurus japonicus</i> Houtt.	1,09	1,25	1,19	1,75
Malvaceae	<i>Malvastrum coromandelianum</i> (L.) Garcke	2,19	1,09	1,13	0,19
	<i>Modiolastrum gilliesii</i> (Steud.) Krapov.				0,16
Meliaceae	<i>Melia azedarach</i> L.	0,31		0,31	
Oleaceae	<i>Jasminum mesnyi</i> Hance			0,47	
	<i>Ligustrum lucidum</i> W.T. Aiton			3,28	0,31
Onagraceae	<i>Oenothera rosea</i> L'Hér. ex Aiton				1,09
Oxalidaceae	<i>Oxalis corniculata</i> L.			0,16	0,03
Plantaginaceae	<i>Veronica persica</i> Poir.			0,63	7,25

Familia	Especie - Morfoespecie	Muestreo marzo		Muestreo octubre	
Poaceae	Poaceae spp.	61,25	54,69	24,59	37,56
Polygonaceae	<i>Polygonum</i> L. sp. 1		1,09		
	<i>Polygonum arenastrum</i> Boreau			0,63	
	<i>Rumex</i> L. sp. 1				0,31
	<i>Rumex</i> L. sp. 2			0,47	
	<i>Rumex obtusifolius</i> L.	0,47			
Portulacaceae	<i>Portulaca oleracea</i> L.	0,94	0,03		
Ranunculaceae	<i>Clematis montevidensis</i> Spreng.			3,31	
Rosaceae	<i>Potentilla indica</i> (Andrews) Th. Wolf			3,13	1,41
Solanaceae	<i>Ipomoea batatas</i> (L.) Lam.			0,63	
	<i>Cestrum parqui</i> L'Hér.	1,25		0,78	1,56
	<i>Solanum</i> L. sp. 1	2,81	1,56	8,28	0,16
Ulmaceae	<i>Ulmus pumila</i> L.				0,94
Urticaceae	<i>Urtica dioica</i> L.			0,31	0,03
Verbenaceae	<i>Pitraea cuneato-ovata</i> (Cav.)		0,31		
	<i>Verbena intermedia</i> Gillies & Hook.		2,03	1,25	0,50
	Especie no identificada 1			0,16	
	Especie no identificada 2			0,16	
	Especie no identificada 3				0,16
	Especie no identificada 4				0,31
	Especie no identificada 5		0,94		
	Especie no identificada 6		1,25		
	Especie no identificada 7		0,97		
	Especie no identificada 8			1,09	
	Especie no identificada 9	0,63			
	Especie no identificada 10		0,31		
	Especie no identificada 11		1,25		

Familia	Especie - Morfoespecie	Muestreo marzo		Muestreo octubre	
	Especie no identificada 12			0,63	0,53
	Especie no identificada 13				2,03
	Especie no identificada 14		0,34		
	Especie no identificada 15	1,56			
	Especie no identificada 16				0,94
	Especie no identificada 17			1,25	0,31
	Especie no identificada 18			0,63	

Tabla 3. Lista de especies vegetales cultivadas y presentes en bordes, ordenadas alfabéticamente por su nombre común, en las que se registraron larvas de lepidópteros defoliadores, indicando los porcentajes de parasitismo por himenópteros y dípteros observados para cada especie en la planta hospedadora.

Familia Tribu	Especie vegetal	Nombre común	Especies de lepidópteros que la consume	Parasitismo (%)
Amaranthaceae Beteae	<i>Beta vulgaris</i> L. var. <i>cicla</i>	Acelga	<i>Spodoptera frugiperda</i>	14
			<i>Spodoptera cosmiodes</i>	
			<i>Agrotis ipsilon</i>	
Brassicaceae Brassicaceae	<i>Brassica oleracea</i> var. <i>italica</i> L.	Brócoli	<i>Plutella xylostella</i>	12
			<i>Trichoplusia ni</i>	

Familia Tribu	Especie vegetal	Nombre común	Especies de lepidópteros que la consume	Parasitismo (%)
	<i>Brassica oleracea</i> var. <i>botrytis</i> L.	Coliflor	<i>Plutella xylostella</i>	33
			<i>Trichoplusia ni</i>	
Cucurbitaceae Cucurbiteae	<i>Cucurbita maxima</i> L. spp.	Zapallo	<i>Diaphania hyalinata</i>	4
Asteraceae Cichorieae	<i>Cichorium endivia</i> L.	Endivia	<i>Plutella xylostella</i>	11
Fabaceae Fabeae	<i>Vicia faba</i> L.	Haba	<i>Anticarsia gemmatalis</i>	
Brassicaceae Brassicaceae	<i>Brassica oleracea</i> var. <i>acephala</i> L.	Kale morado	<i>Plutella xylostella</i>	
Asteraceae Lactuceae	<i>Lactuca sativa</i> L.	Lechuga	<i>Chrisodeixis includens</i>	25
			<i>Trichoplusia ni</i>	
			<i>Rachiplusia nu</i>	
			<i>Spodoptera frugiperda</i>	
			<i>Spodoptera cosmiodes</i>	
Brassicaceae Brassicaceae	<i>Brassica rapa rapa</i> L.	Nabo	<i>Plutella xylostella</i>	100
Amaranthaceae Beteae	<i>Beta vulgaris</i> L. var. <i>vulgaris</i>	Remolacha	<i>Spodoptera cosmiodes</i>	11

Familia Tribu	Especie vegetal	Nombre común	Especies de lepidópteros que la consume	Parasitismo (%)
			<i>Spodoptera frugiperda</i>	
			<i>Rachiplusia nu</i>	
Brassicaceae Brassicaceae	<i>Brassica oleracea</i> var. <i>gemmifera</i> L.	Col de Bruselas	<i>Plutella xylostella</i>	91
Brassicaceae Brassicaceae	<i>Brassica oleracea</i> var. <i>capitata</i> L.	Repollo blanco	<i>Plutella xylostella</i>	19
			<i>Trichoplusia ni</i>	
			<i>Spodoptera cosmiodes</i>	
			<i>Rachiplusia nu</i>	
			<i>Spodoptera frugiperda</i>	
Brassicaceae Brassicaceae	<i>Brassica oleracea</i> var. <i>capitata</i> f. <i>rubra</i> L.	Repollo morado	<i>Plutella xylostella</i>	21
			<i>Trichoplusia ni</i>	
Brassicaceae Brassicaceae	<i>Eruca vesicaria</i> (L.) Cav.	Rúcula	<i>Plutella xylostella</i>	
			<i>Chrysodeixis includens</i>	
			<i>Helicoverpa gelotopoeon</i>	
Solanaceae Solaneae	<i>Solanum</i> L.sp.	-	<i>Manduca</i>	

Familia Tribu	Especie vegetal	Nombre común	Especies de lepidópteros que la consume	Parasitismo (%)
Malvaceae Malveae	<i>Malvastrum coromandelianum</i> (L.) Garcke, 1857	-	<i>Helicoverpa gelotopoeon</i>	
Malvaceae Malveae	<i>Abutilon gradifolium</i> (Willd.) Sweet	-	<i>Hesperidae</i>	
Brassicaceae Sisymbrieae	<i>Sisymbrium officinale</i> (L.) Scop.	-	<i>Plutella xylostella</i>	

Tabla 4. Especies de lepidópteros defoliadores registrados en campos hortícolas convencionales y agroecológicos, ordenadas de acuerdo a la familia taxonómica a la que pertenecen. Se indica ubicación taxonómica, plantas hospedadoras y porcentaje de parasitismo registrado en el total de muestras tomadas (independientemente de la planta hospedadora).

FAMILIA Subfamilia Tribu	Especie	Tasa de parasitismo (%)	Plantas hospedadoras
CRAMBIDAE Spilomelinae Margaroniini	<i>Diaphania hyalinata</i> (Linnaeus, 1767)	2	<i>Cucurbita</i> spp
EREBIDAE Eulepidotinae -	<i>Anticarsia gemmatalis</i> Hübner, 1818	0	Haba
Arctiinae	<i>Hypercompe abdominalis</i> (Walker, [1865])	0	-

FAMILIA Subfamilia Tribu	Especie	Tasa de parasitismo (%)	Plantas hospedadoras
Arctiini			
HESPERIIDAE	No identificado	0	<i>Abutilon</i>
NOCTUIDAE Heliiothinae Heliiothini	<i>Helicoverpa gelotopoeon</i> (Dyar, 1921)	0	<i>Cucurbita</i> spp, <i>Malvastrum coromandelianum</i>
Noctuinae Noctuini	<i>Agrotis ipsilon</i> (Hufnagel, 1766)	0	Acelga
	<i>Agrotis ipsilon</i> (Hufnagel, 1766)	0	Acelga
Xylenini	<i>Spodoptera cosmiodes</i> Walker, 1858	6	Repollo blanco, Remolacha, Acelga, Lechuga
	<i>Spodoptera frugiperda</i> (Smith, 1797)	19	Repollo blanco, Remolacha, Acelga, Lechuga
Plusiinae Argyrogrammatini	<i>Trichoplusia ni</i> (Hübner, [1803])	14	Repollo blanco, Brócoli, Repollo morado, Coliflor, Lechuga
	<i>Chrysodeixis includens</i> (Walker, 1858)	100	<i>Cucurbita</i> spp, Lechuga
Autographini	<i>Rachiplusia nu</i> (Guenée, 1852)	0	Repollo blanco, Remolacha,

FAMILIA Subfamilia Tribu	Especie	Tasa de parasitismo (%)	Plantas hospedadoras
			Lechuga
PLUTELLIDAE Plutellinae	<i>Plutella xylostella</i> (L., 1758)	26	Repollo blanco, Brócoli, Repollo morado, Coliflor, Col de Bruselas, Kale morado, Endivia, Rúcula, Nabo, <i>Sisymbrium officinale</i>
SPHINGIDAE Sphinginae Sphingini	<i>Manduca sexta</i> (Linnaeus, 1763)	0	<i>Solanum</i> sp.

Tabla 5. Parasitoides de lepidópteros defoliadores registrados en campos hortícolas de la RAC, indicando su ubicación taxonómica y rasgos de su biología. En la columna O-E se indica el estado del hospedador en el que el parasitoide ovipone y del cual emerge (H: huevo, L: larva, P: pupa). La columna PH/SG/IK indica si el parasitoide es primario (P) o hiperparasitoide (H), solitario (S) o gregario (G), idiobionte (I) o Koinobionte (K), en casos en los que se conozca la información. Se indican también las especies de lepidópteros registradas como hospedadores en este trabajo.

ORDEN

SUPERFAMILIA

Familia

Subfamilia

Especie

O-E

PH/SG/IK

Hospedador

HYMENOPTERA

ICHNEUMONOIDEA

Braconidae

Microgastrinae	<i>Apanteles piceotrichosus</i> (Blanchard, 1947)	L-P	P S K	<i>Plutella xylostella</i>
	<i>Apanteles</i> Nixon sp. 1	L-P	P S K	<i>Plutella xylostella</i>
	Microgastrinae 1	L-P	P S K	<i>Diaphania hyalinata</i>
	Microgastrinae 2	L-P	P S K	<i>Spodoptera frugiperda</i>
Agathidinae	<i>Bassus</i> sp. Fabricius, 1804	----	----	<i>Spodoptera frugiperda</i>
Cheloninae	<i>Chelonus insularis</i> Cresson	H-L	P S K	<i>Spodoptera frugiperda</i>

Ichneumonidae

Campopleginae	<i>Diadegma leontinae</i> Brethes	L-P	P S K	<i>Plutella xylostella</i>
	<i>Hyposoter</i> sp. Förster, 1869	LT-LD	P S K	<i>Spodoptera frugiperda</i>

CHALCIDOIDEA

Chalcididae

Chalcidinae	<i>Conura pseudofulvovariegata</i> (Becker)	P-P	H	<i>Plutella xylostella*</i>
Encyrtidae				
Encyrtinae	<i>Copidosoma</i> sp. Ratzeburg	H-L	P G K	<i>Chrysodeixis includens</i>
Eulophidae				
Tetratischinae	<i>Oomyzus sokolowskii</i> (Kurdjumov, 1912)	L-P	P G K	<i>Plutella xylostella</i>

DIPTERA

OESTROIDEA

Tachinidae

Tachininae	<i>Siphona</i> sp. Meigen, 1803	L-P	P S K	<i>Plutella xylostella</i>
No det.	Tachinidae 1	L-P	P S K	<i>Spodoptera cosmiodes</i>
No det.	Tachinidae 2	L-P	P S K	<i>Trichoplusia ni</i>

Tabla 6. Coeficientes de combinación lineal con los que fueron ponderadas las variables en los análisis de componentes principales (ACP) basados en la estructura de la vegetación de borde y abundancia relativa de especies vegetales.. En el primer caso se indica el total de las variables y en el segundo las seis con mayor peso (mayor valor absoluto) para cada eje de ordenación. Recordar que los valores más relevantes son los correspondientes a los ejes 1.

ACP	Variables	Coefficientes combinación linear eje 1	Variables	Coefficientes combinación linear eje 2
Estructura	Cobertura vertical	0,54	Riqueza de especies	0,88
	Altura	0,46	Número de flores	0,33
	Cobertura horizontal	0,45	Altura	-0,20
	Número de flores	0,46	Cobertura Horizontal	-0,18
	Suelo desnudo	- 0,30	Suelo desnudo	-0,15
	Riqueza de especies	0,05	Cobertura vertical	-0,13
Cobertura por especie vegetal	Poaceae spp	0,90	<i>Bidens</i> sp2	0,76
	<i>Bidens</i> sp2	0,38	Poaceae spp	-0,32
	<i>Foeniculum vulgare</i>	0,10	<i>Conyza</i> sp. 1	0,22
	<i>Solanum</i> sp. 1	-0,10	<i>Veronica persica</i>	-0,21
	<i>Potentilla indica</i>	-0,05	<i>Vicia villosa</i>	-0,22
	<i>Ligustrum lucidum</i>	-0,05	<i>Solanum</i> sp. 1	0,20

Tabla 7. Efectos de cada una de las variables explicativas sobre la abundancia de orugas, riqueza de parasitoides, abundancia de parasitoides y tasa de parasitismo. Para cada variable respuesta se muestran sus estimaciones, errores estándar, y los valores Z y P. Con asteriscos se indican los niveles de significancia “****” (P< 0,001), “***” (P< 0.01) y “*” (< 0.05). Los modelos marcados en gris presentaron sobredispersión significativa calculada mediante los residuos de Pearson, su validez es cuestionable y no han sido considerados en la interpretación y discusión de los resultados.

Variable respuesta	Variables explicativas	Estimador	Error estándar	Z	Valor P	AIC
Abundancia de orugas	Altura	-0.003628	0.009491	-0.382	0.7023	
	Fecha	-1.212516	0.614570	-1.973	0.0485 *	
	Altura*Fecha	0.009681	0.006561	1.476	0.1400	278.5
	Riqueza vegetal bordes	0.51543	0.08247	6.250	4.12e-10 ***	
	Fecha	3.65042	0.51780	7.050	1.79e-12 ***	
	Riqueza vegetal bordes*Fecha	-0.32484	0.04162	-7.805	5.94e-15 ***	205.7

Variable respuesta	VARIABLES explicativas	Estimador	Error estándar	Z	Valor P	AIC
	Suelo desnudo	-0.25985	0.02611	-9.953	< 2e-16 ***	
	Fecha	-1.57718	0.17291	-9.121	< 2e-16 ***	
	Suelo desnudo*Fecha	0.11085	0.01402	7.904	2.7e-15 ***	187.3
	Cobertura vertical	0.16407	0.04700	3.491	0.000482 ***	
	Fecha	1.26416	0.52850	2.392	0.016758 *	
	Cobertura vertical*Fecha	-0.10124	0.03992	-2.536	0.011221 *	265.1
	Cobertura horizontal	0.16305	0.01790	9.109	< 2e-16 ***	
	Fecha	5.40190	0.74662	7.235	4.65e-13 ***	
	Cobertura horizontal*Fecha	-0.07272	0.01044	-6.967	3.24e-12 ***	191.6
	Número de flores	0.0006767	0.0003661	1.848	0.0646	
	Fecha	-0.3972964	0.1730551	-2.296	0.0217 *	
	Número de flores*Fecha	0.0006798	0.0002981	2.281	0.0226 *	210.5
	Número de cultivos	0.10934	0.05431	2.013	0.04410 *	
	Fecha	0.98473	0.36080	2.729	0.00635 **	
	Número de cultivos*Fecha	-0.18077	0.03478	-5.198	2.01e-07 ***	255.6
	Tamaño del campo	0.60539	0.16993	3.562	0.000367 ***	
	Fecha	0.08219	0.15023	0.547	0.584312	
	Tamaño del campo*Fecha	-0.31787	0.05082	-6.255	3.99e-10 ***	261.5
	Práctica de manejo	0.55037	0.60557	0.909	0.363	
	Fecha	-0.70754	0.14644	-4.832	1.36e-06 ***	
	Práctica de manejo*Fecha	-0.07294	0.18156	-0.402	0.688	307.6
	Eje 1 ACP taxonómico bordes	0.07564	0.02097	3.608	0.000309 ***	
	Fecha	-0.10216	0.14924	-0.685	0.493623	
	Eje 1 ACP tax bordes*Fecha	-0.02713	0.01126	-2.408	0.016028 *	276.4
Riqueza de parasitoides	Altura	-0.008573	0.016127	-0.532	0.595	
	Fecha	-0.720041	1.102318	-0.653	0.514	
	Altura*Fecha	0.006020	0.012033	0.500	0.617	68.2
	Riqueza vegetal borde	0.15575	0.15134	1.029	0.303	

Variable respuesta	VARIABLES explicativas	Estimador	Error estándar	Z	Valor P	AIC
	Fecha	1.25999	1.41126	0.893	0.372	
	Riqueza vegetal borde*Fecha	-0.10172	0.09581	-1.062	0.288	67.3
	Suelo desnudo	-0.06472	0.08043	-0.805	0.4210	
	Fecha	-0.48218	0.48511	-0.994	0.3202	
	Suelo desnudo*Fecha	0.04172	0.04642	0.899	0.3688	67.6
	Cobertura vertical	-0.06017	0.07868	-0.765	0.444	
	Fecha	-0.84066	0.90935	-0.924	0.355	
	Cobertura vertical*Fecha	0.04639	0.07092	0.654	0.513	67.8
	Cobertura horizontal	-0.05527	0.04339	-1.274	0.203	
	Fecha	-2.87422	2.05403	-1.399	0.162	
	Cobertura horizontal*Fecha	0.04075	0.02923	1.394	0.163	66.4
	Número de flores	-0.0007322	0.0013924	-0.526	0.599	
	Fecha	-0.4341353	0.6648965	-0.653	0.514	
	Número de flores*Fecha	0.0008665	0.0011634	0.745	0.456	67.0
	Número de cultivos	0.11739	0.04595	2.555	0.0106 *	
	Fecha	1.27843	0.88559	1.444	0.1489	
	Número de cultivos*Fecha	-0.12794	0.07495	-1.707	0.0878	61.8
	Tamaño del campo	0.2983	0.2822	1.057	0.290	
	Fecha	0.1780	0.5948	0.299	0.765	
	Tamaño del campo*Fecha	-0.1343	0.1894	-0.709	0.478	66.8
	Práctica de manejo	-0.8892	1.0619	-0.837	0.4024	
	Fecha	-0.4520	0.4833	-0.935	0.3497	
	Práctica de manejo*Fecha	0.5698	0.6852	0.832	0.4057	67.7
	Eje 1 ACP taxonómico borde	-0.02548	0.01684	-1.513	0.1303	
	Fecha	-0.10389	0.44518	-0.233	0.8155	
	Eje 1 ACP tax. borde*Fecha	0.05436	0.02663	2.041	0.0412 *	63.7
Abundancia de orugas parasitadas	Altura	-0.01868	0.02576	-0.725	0.468	
	Fecha	-1.48114	1.63793	-0.904	0.366	

Variable respuesta	VARIABLES explicativas	Estimador	Error estándar	Z	Valor P	AIC
	Altura*Fecha	0.02486	0.01761	1.411	0.158	118.1
	Riqueza vegetal borde	0.40745	0.14297	2.850	0.00437 **	
	Fecha	4.87909	1.12984	4.318	1.57e-05 ***	
	Riqueza vegetal borde*Fecha	-0.31829	0.07563	-4.209	2.57e-05 ***	111.4
	Suelo desnudo	-0.16630	0.04039	-4.117	3.83e-05 ***	
	Fecha	0.6501	0.2783	2.336	0.0195 *	
	Suelo desnudo*Fecha	0.07036	0.03238	2.173	0.029781 *	111.4
	Cobertura vertical	0.3505	0.1448	2.420	0.0155 *	
	Fecha	4.2708	1.7029	2.508	0.0121 *	
	Cobertura vertical*Fecha	-0.2522	0.1216	-2.073	0.0381 *	120.6
	Cobertura horizontal	0.07751	0.03678	2.107	0.0351 *	
	Fecha	3.01238	1.65010	1.826	0.0679	
	Cobertura horizontal*Fecha	-0.03361	0.02206	-1.523	0.1277	130.8
	Número de flores	0.8921	0.1815	4.914	8.91e-07 ***	
	Fecha	1.1866	0.3220	3.685	0.000229 ***	
	Número de flores*Fecha	0.5953	0.4139	1.438	0.150347	103.7
	Número de cultivos	0.43588	0.14465	3.013	0.002583 **	
	Fecha	3.47018	0.96916	3.581	0.000343 ***	
	Número de cultivos*Fecha	-0.34653	0.09293	-3.729	0.000192 ***	117.3
	Tamaño del campo	0.99609	0.25811	3.859	0.000114 ***	
	Fecha	1.49285	0.36592	4.080	4.51e-05 ***	
	Tamaño del campo*Fecha	-0.46804	0.09643	-4.853	1.21e-06 ***	107.3
	Práctica de manejo	2.1936	1.0526	2.084	0.03716 *	
	Fecha	0.7309	0.3311	2.208	0.02726 *	
	Práctica de manejo*Fecha	-1.1570	0.4003	-2.890	0.00385 **	127.6
	Eje 1 ACP taxonómico borde	-0.02180	0.03630	-0.600	0.5482	
	Fecha	0.20169	0.33023	0.611	0.5414	
	Eje 1 ACP taxon. borde *Fecha	0.02219	0.02163	1.026	0.3049	134.2

Variable respuesta	VARIABLES explicativas	Estimador	Error estándar	Z	Valor P	AIC
Tasa de parasitismo	Altura	0.1254	0.2675	0.469	0.639328	
	Fecha	1.2923	0.3550	3.640	0.000273 ***	
	Altura*Fecha	0.2627	0.5647	0.465	0.641800	78.6
	Riqueza vegetal borde	0.109729	0.241933	0.454	0.65015	
	Fecha	0.891880	0.282259	3.160	0.00158 **	
	Riqueza vegetal borde*Fecha	0.002921	0.336988	0.009	0.99308	80.0
	Suelo desnudo	-0.31098	0.27277	-1.140	0.254	
	Fecha	1.24021	0.28998	4.277	1.89e-05 ***	
	Suelo desnudo*Fecha	-0.01829	0.30883	-0.059	0.953	76.1
	Cobertura vertical	0.1686	0.2294	0.735	0.462	
	Fecha	1.0787	0.8241	1.309	0.191	
	Cobertura vertical*Fecha	-0.2347	1.4996	-0.157	0.876	79.7
	Cobertura horizontal	-0.1341	0.4321	-0.310	0.7563	
	Fecha	0.9349	0.4372	2.138	0.0325 *	
	Cobertura horizontal*Fecha	0.2265	0.4766	0.475	0.6346	80.0
	Número de flores	0.2188	0.1742	1.257	0.208888	
	Fecha	1.3062	0.3607	3.621	0.000293 ***	
	Número de flores*Fecha	0.1402	0.4681	0.300	0.764478	78.1
	Número de cultivos	0.3596	0.2684	1.340	0.180	
	Fecha	1.0541	0.2560	4.117	3.84e-05 ***	
	Número de cultivos*Fecha	-0.6489	0.5035	-1.289	0.197	77.7
	Tamaño del campo	0.5024	0.1795	2.798	0.00514 **	
	Fecha	1.2725	0.2803	4.540	5.62e-06 ***	
	Tamaño del campo*Fecha	-0.4220	0.1873	-2.253	0.02423 *	71.3
	Práctica de manejo	0.4608	0.4563	1.010	0.3126	
	Fecha	1.6253	0.4160	3.907	9.34e-05 ***	
	Práctica de manejo*Fecha	-0.9806	0.4956	-1.979	0.0478 *	76.2
	Eje 1 ACP taxonómico borde	-0.2823	0.3789	-0.745	0.45630	

Variable respuesta	VARIABLES explicativas	Estimador	Error estándar	Z	Valor P	AIC
	Fecha	0.9155	0.3409	2.685	0.00725 **	
	Eje 1 ACP tax. borde *Fecha	0.4336	0.4611	0.940	0.34703	79.3
Riqueza de orugas	Altura	-0.012119	0.016376	-0.740	0.4593	
	Fecha	-2.070325	1.248952	-1.658	0.0974	
	Altura*Fecha	0.009071	0.014360	0.632	0.5276	57.1
	Riqueza vegetal borde	-0.009554	0.135657	-0.070	0.944	
	Fecha	-0.977253	1.436371	-0.680	0.496	
	Riqueza vegetal borde*Fecha	-0.013407	0.096646	-0.139	-0.139	57.4
	Suelo desnudo	-0.04459	0.06420	-0.695	0.48733	
	Fecha	-1.59117	0.56743	-2.804	0.00504 **	
	Suelo desnudo*Fecha	0.03575	0.04440	0.805	0.42069	57.2
	Cobertura vertical	-0.023508	0.092139	-0.255	0.79862	
	Fecha	-1.572822	0.996714	-1.578	0.11456	
	Cobertura vertical*Fecha	0.008516	0.088254	0.096	0.92313	56.8
	Cobertura horizontal	-0.001566	0.038384	-0.041	0.967	
	Fecha	-1.193267	1.832492	-0.651	0.515	
	Cobertura horizontal*Fecha	-0.005702	0.029037	-0.196	0.844	57.3
	Número de flores	-0.0001857	0.0002974	-0.624	0.5324	
	Fecha	-1.2602023	0.5547336	-2.272	0.0231 *	
	Número de flores*Fecha	-0.0002762	0.0012538	-0.220	0.8256	57.3
	Número de cultivos	0.10949	0.10526	1.040	0.298	
	Fecha	-0.66792	0.93200	-0.717	0.474	
	Número de cultivos*Fecha	-0.05670	0.08637	-0.656	0.512	55.5
	Tamaño del campo	0.1587	0.2961	0.536	0.59209	
	Fecha	-1.0030	0.6393	-1.569	0.11670	
	Tamaño del campo*Fecha	-0.1173	0.2376	-0.494	0.62148	57.5
	Práctica de manejo	-0.5358	0.9840	-0.545	0.58606	
	Fecha	-1.3350	0.5026	-2.656	0.00791 **	

Variable respuesta	VARIABLES explicativas	Estimador	Error estándar	Z	Valor P	AIC
	Práctica de manejo*Fecha	0.1563	0.7613	0.205	0.83728	56.6
	Eje 1 ACP taxonómico borde	-0.0002936	0.0335047	-0.009	0.99301	
	Fecha	-1.6404108	0.6203798	-2.644	0.00819 **	
	Eje 1 ACP tax. borde *Fecha	-0.0073292	0.0275150	-0.266	0.78995	57.0
Abundancia de orugas parasitadas	Abundancia de orugas	0.91073	0.17307	5.262	1.42e-07 ***	
	Fecha	1.13086	0.29732	3.803	0.000143 ***	
	Abundancia de orugas*Fecha	0.04027	0.34385	0.117	0.906771	92.1
Riqueza de parasitoides	Orugas parasitadas	-0.6416	0.5394	-1.189	0.2343	
	Fecha	-0.3675	0.3952	-0.930	0.3524	
	Orugas parasitadas*Fecha	0.8667	0.4666	1.857	0.0633	59.2
	Riqueza de orugas	0.5200	1.3267	0.392	0.695	
	Fecha	1.2317	1.0042	1.226	0.220	
	Riqueza de orugas*Fecha	0.1947	1.2436	0.157	0.876	60.8
	Abundancia de orugas	-0.07213	0.48959	-0.147	0.883	
	Fecha	0.07855	0.36845	0.213	0.831	
	Abundancia de orugas*Fecha	0.35507	0.34242	1.037	0.300	61.7
Tasa de parasitismo	Riqueza de parasitoides	1.8099	0.6312	2.868	0.00414 **	
	Fecha	1.6635	0.3697	4.499	6.82e-06 ***	
	Riqueza de parasitoides*Fecha	-1.3407	0.5408	-2.479	0.01317 *	71.9

Discusión

El presente trabajo es un importante aporte para el conocimiento de las interacciones presentes entre larvas defoliadoras de Lepidoptera, plantas hospedantes y parasitoides en campos hortícolas de la RAC. Hasta el momento sólo se contaba con información limitada a ciertas especies plagas sin considerar las redes de interacción

presentes en este sector hortícola (Zalazar & Salvo 2007, Espinoza-Gavilanez & Grilli 2019). Por otro lado, la mayoría de los estudios en Córdoba estaban enfocados a conocer tramas tróficas de lepidópteros en cultivos extensivos, por ejemplo soja y alfalfa, entre otros (Avalos et al. 2016, 2020).

En primer lugar, debe señalarse que de acuerdo a los ACPs, los bordes de vegetación espontánea de huertas agroecológicas y convencionales no difirieron ni en estructura general ni en composición taxonómica. Se observó una influencia muy marcada de la fecha de muestreo sobre las comunidades vegetales, debida casi con seguridad a las diferencias climáticas estacionales. Es posible que en marzo se hayan detectado especies propias de la estación estival, mientras que en octubre estuvieran presentes aquellas más resistentes a las bajas temperaturas y al menor contenido hídrico del suelo, características del fin del invierno y previos al comienzo de las lluvias. Si bien existieron especies vegetales exclusivas de cada tipo de manejo las diferencias en su cobertura no fue suficiente para que el análisis multivariado las haya agrupado en el plano de ordenación. De acuerdo a lo esperado, la cobertura horizontal y vertical, así como el número de flores registradas en los campos durante el mes de octubre fueron menores a las de marzo, mientras que el porcentaje de suelo desnudo fue mayor.

La escasa influencia del tipo de manejo sobre la estructura y la composición de los bordes podría deberse a una falta de manejo activo de la vegetación espontánea por parte de los productores, tanto agroecológicos como convencionales, que dejaría al tipo de insumos utilizados en los cultivos como única diferencia entre ambos tratamientos. Estos bordes también son similares en su baja “calidad”, considerando que tanto en campos agroecológicos como convencionales, las Poaceae fueron dominantes en ambas fechas de muestreo. Esta familia vegetal, con flores anemófilas, no ofrecerían recursos alimenticios para los parasitoides (Zomlefer 1994, Rojas-Rodríguez et al. 2019), sin embargo su follaje podría ofrecer refugio ante condiciones climáticas extremas (Bernaschini et al. 2020). Entre éstas, la gramínea más representativa fue el sorgo de alepo (*Sorghum halepense*), que además sirve de alimento al menos para una de las especies de lepidóptero encontradas en el cultivo, *Spodoptera frugiperda* (Capinera 2002).

Cerca de la mitad de las especies de cultivos registradas en los campos (45%) fueron encontradas tanto en huertas convencionales como agroecológicas. Muchos de estos cultivos “compartidos” pertenecieron a la familia Brassicaceae, donde se encontraron la

amplia mayoría de los ejemplares de *P. xylostella*. Esta especie es un problema actual para los productores de la RAC por los daños que ocasiona (Espinoza-Gavilanez & Grilli 2019, Grilli & Espinoza-Gavilanez 2021). Sólo un 36% de los cultivos fueron exclusivos de campos agroecológicos y un 18% de campos convencionales. En cuanto a los lepidópteros, el 50% de las especies fueron registradas en ambos tipos de huertas, con sólo cuatro especies exclusivas de agroecológicas y dos de convencionales. En el caso de los parasitoides, el 57% de las especies registradas fueron exclusivas de las huertas agroecológicas (n=8) y solo el 36% fueron comunes a ambos tipos de huertas (n=5), lo cual apoya la hipótesis de que las prácticas convencionales van en detrimento de la riqueza de enemigos naturales (Rusch et al. 2010, Perez Roig et al. 2023). En números acumulados, la abundancia de orugas encontrada en campos convencionales fue casi el doble que la encontrada en campos agroecológicos (409 orugas en convencionales, 209 en agroecológicos). Las diferencias fueron aún más marcadas si solo se considera a *P. xylostella*, especie que fue cuatro veces más numerosa en campos convencionales. Esta mayor abundancia de lepidópteros en huertas convencionales podría deberse a una regulación menos eficiente por parte de los parasitoides, que presentaron menor abundancia total en este tipo de huertas. No debemos dejar de tener en cuenta, sin embargo, que otros factores podrían estar contribuyendo con estas diferencias. Por ejemplo el tamaño del campo, que en promedio es mayor en los convencionales (Tabla S6), o el número de cultivos que es mayor en los campos agroecológicos. De hecho, de acuerdo a la hipótesis de la concentración de recursos planteada por Root (1973), las dos diferencias mencionadas deberían contribuir al menos parcialmente a explicar la tendencia encontrada.

La trama trófica de lepidópteros defoliadores, parasitoides y plantas diagramada a partir de la totalidad de datos colectados en todos los cultivos hortícolas y en dos fechas de muestreo permite visualizar las interacciones tróficas a una escala mayor que la de campo. Se observó una gran dominancia de una de las especies de lepidópteros, lo cual es una característica común en comunidades de sistemas agrícolas (Tylianakis et al. 2007, Avalos et al. 2016) en comparación con las que provienen de ambientes no antropizados, que en general, presentan una distribución de abundancias más equitativa (Valladares & Salvo 1999). Esto también se vio reflejado en el tercer nivel trófico, en el que cuatro especies de parasitoides representan más del 80% del total de individuos obtenidos.

La especie plaga dominante y más frecuente en los campos estudiados fue *P. xylostella* (Tabla S2). Esta especie está presente principalmente en Brassicaceae ya que se

trata de una especie oligófaga (Espinoza-Gavilanez & Grilli 2019), aunque aquí fue también observada en endivia, una asterácea. Los parasitoides asociados a *P. xylostella* en este trabajo, han sido previamente citados por Espinoza-Gavilanez & Grilli (2019) excepto por *Apanteles* sp. El aporte a la tasa de parasitismo de las especies difiere según lo observado por Espinoza-Gavilanez & Grilli (2019), mientras estos autores reportan al taquinido *Siphona* sp. como el parasitoide dominante (parasitismo mayor a 50 %), en el presente trabajo se observó que *Diadegma leontinae* es el que presenta mayor incidencia (13%, Tabla S5). Esto tampoco coincide con lo registrado por Pérez (2013) en el cinturón verde de la ciudad de Santa Fé, donde el parasitoide más abundante fue *Oomyzus sokolowskii*.

Oomyzus sokolowskii ha sido mencionado por su potencial como controlador biológico de *P. xylostella* en distintas partes del mundo (Talekar & Hu 1996, Chen et al. 2008, Sow et al. 2013). Esta especie fue detectada en el presente estudio causando un porcentaje de parasitismo del 6% (Tabla S5), similar al registrado previamente en Córdoba, que fue de 2 al 16% según el sitio (Espinoza-Gavilanez & Grilli 2019); en Paraguay, que fue cercano al 9% (Kim Han et al. 2022); Chile entre 3 y 9% (Guerrero et al. 1986) y en Senegal del 7% (Labou et al. 2016). En el caso de Chile, también fue registrada *Diadegma leontinae*, que incidió con tasas de parasitismo mayores que *O. sokolowskii*, de 14 a 48% según el sitio, aún mayores a las aquí registradas (13%) (Tabla S5) (Guerrero et al. 1986). Es de destacar que en Senegal, al igual que lo observado en el presente trabajo, las mayores tasas de parasitismo de *P. xylostella* fueron registradas hacia el final de la temporada seca (Labou et al. 2016).

Otros autores han citado parasitoides para *Rachiplusia nu*, *Anticarsia gemmatalis* y *Helicoverpa gelotopoeon* cuando estos lepidópteros se alimentaron de soja (Molinari & Avalos 1997, Molinari & Monetti 1997, Avalos et al. 2016, 2020), sin embargo no fue posible registrar parasitoides de estas especies en los muestreos realizados para este estudio. En el caso de *Spodoptera frugiperda* y *Spodoptera cosmiodes* sucedió algo similar, encontrándose en dichos estudios una mayor riqueza de parasitoides, y en el caso de *S. frugiperda*, especies distintas a las aquí registradas. En plantaciones de maíz en Tucumán, se registraron para *S. frugiperda* varios de los parasitoides citados por Avalos et al. (2016, 2020), además de *Chelonus insularis* (Murua et al. 2006), especie también registrada en el presente estudio. Es posible que la mayor abundancia de estos lepidópteros en cultivos que aparentemente son preferidos como soja y maíz, esté determinando un complejo parasítico

más rico y diverso que el detectado en cultivos hortícolas de la RAC, aunque también puede deberse a diferencias en el tamaño de los campos y a la distinta pureza de los parches (poli o monocultivos).

Los parasitoides registrados se comportaron en todos los casos como especialistas. Las especies de lepidópteros, en cambio, mostraron un rango trófico más amplio, ya que la mayoría de las especies se alimentaron de más de tres especies de plantas. Aquellas especies de lepidópteros que se comportaron aparentemente como especialistas fueron las que presentaron menor abundancia, por lo que es posible que un mayor esfuerzo de muestreo permitiera ampliar su lista de hospedadores. Contrariamente, es interesante destacar que la abundancia relativa de las plantas hospedadoras en los campos no fue un determinante para que se les asocie un mayor número de especies de lepidópteros, por lo que no sería esperable que las interacciones planta-fitófago aumenten con el esfuerzo muestral.

De las cinco especies de lepidópteros que se encontraron en bordes, *Helicoverpa gelotopoeon*, *Manduca sexta*, y *P. xylostella* fueron las únicas que podrían generar daños en cultivos. Sin embargo, en los bordes no se registró más de un individuo de cada una de estas especies. La presencia de *M. sexta* en plantas de crecimiento espontáneo en los bordes debiera considerarse al momento de cultivar solanáceas, como papa o tomate, debido al carácter oligófago de esta especie (Wrubel & Bernays 1990).

Cabe destacar que la única oruga de *P. xylostella* en los bordes se encontró en *Sisymbrium officinale*, lo cual es sorprendente por la gran abundancia que allí presentaron estas brasicáceas entre otras de la misma familia. De este modo, los bordes no proveerían recursos importantes para *P. xylostella*, dato destacable por la gran relevancia de esta especie como plaga de cultivos hortícolas (Guilloux et al. 2003, Urretabizkaya 2010, Lietti et al. 2020).

Finalmente, *H. gelotopoeon* es una especie muy polífaga que se ha registrado como plaga en otros sistemas de cultivos, principalmente en extensivos (Avalos et al. 2016, 2020). Sin embargo, algunos de estos cultivos también han estado presentes en campos de los estudiados aquí, tales como la alfalfa o el maíz (Herrero et al. 2018).

No se registró parasitismo de larvas en los bordes, de modo que no se puede afirmar que estas actúen como reservorio de parasitoides. Sin embargo, se requiere un mayor esfuerzo de muestreo para detectar más larvas y poder confirmarlo.

Al descartar efectos de la práctica de manejo sobre la estructura y composición taxonómica de especies vegetales en los bordes, el análisis se dirigió a observar relaciones entre la riqueza y abundancia de orugas y parasitoides, y el parasitismo, sobre las variables relacionadas a los bordes. La riqueza de parasitoides mostró una relación directamente proporcional al aumento en el número de cultivos, lo cual concuerda con las teorías y las evidencias que indican que los policultivos promueven la riqueza de enemigos naturales (Root 1972, Andow 1991, Tiftonell 2014, Liebman 2018).

Para la abundancia de orugas parasitadas se encontraron dos factores significativos: la interacción entre el porcentaje de suelo desnudo y la fecha, y el número de flores. Para el primer factor, ambas fechas muestran una relación inversamente proporcional entre el porcentaje de suelo desnudo y la abundancia de orugas parasitadas, mientras que la relación es directa con el número de flores. Ambos efectos son los esperados y probablemente estén reflejando el uso que los parasitoides hacen del ambiente. Por una parte, es posible que los parasitoides busquen a sus hospedadores en lugares con mayor follaje, debido a que tienen mayor probabilidad de encontrarlos donde las orugas se alimentan. De este modo, áreas con mayor cantidad de suelo desnudo podrían ser menos exploradas por hembras en busca de hospedadores. Menores tasas de incidencia de enemigos naturales en parches con alta proporción de suelo desnudo ha sido mencionada para otros sistemas (Schmidt et al. 2004). En cuanto a la abundancia de flores es ampliamente conocido que el néctar que éstas ofrecen sirve para adquirir carbohidratos (energía) para prolongar la vida de las hembras y facilitar el encuentro de sus hospedadores para la oviposición (He et al. 2021).

La variabilidad en la riqueza de orugas solo pudo ser explicada por la fecha, encontrándose mayor riqueza en marzo que en octubre, tendencia que se observó repetidamente en los análisis. Es conocido que la abundancia de larvas plagas suele ser mayor en época estival, influida por la temperatura y la precipitación (Bentancourt & Scatoni 2006). Es posible que en octubre, las poblaciones de lepidópteros no se encontraban activas, o no hayan acumulado los grados día necesarios para completar sus ciclos de vida, lo cual puede ser particularmente cierto para aquellas de ciclos más largos. Esto está apoyado por el hecho de que la especie más abundante en octubre fue *P. xylostella*. El ciclo de vida de esta especie es más corto que todas las otras especies registradas en este estudio (Bentancourt & Scatoni 2006).

En los modelos para la tasa de parasitismo se encontraron tres factores significativos: la fecha y su interacción tanto con el tamaño del campo como con el tipo de

manejo. En cuanto al tamaño del campo, se observó que en marzo campos más grandes presentaron mayores tasas de parasitismo. Si se tiene en cuenta que a mayor tamaño del campo, menor es la proporción de bordes y por lo tanto menor la disponibilidad de recursos florales y de hibernación para los parasitoides adultos, esta tendencia pareciera contradecir a la esperada (Brand 2014). Sin embargo, como se ha mencionado anteriormente, la baja calidad de los bordes de las huertas en la RAC podría disipar el efecto benéfico de una mayor proporción de bordes en campos pequeños. Por otra parte, es probable que la mayor concentración de plantas cultivadas en campos de mayor tamaño esté proporcionando un mayor número de pistas (visuales y químicas) que permita a los parasitoides localizarlas y permanecer más tiempo buscando en parches mayores (Root 1973).

La interacción entre la fecha y el tipo de manejo que se observó en relación al parasitismo indicó que en campos agroecológicos la tasa de parasitismo fue tres veces más elevada en octubre que en marzo, mientras que en campos convencionales los parasitoides incidieron en menor medida sobre sus hospedadores, sin diferencia entre fechas. Posiblemente, la abundancia diferencial de las especies de lepidópteros en huertas con distinta práctica de manejo esté explicando estas diferencias estacionales en el parasitismo total.

La relación positiva observada entre la abundancia de orugas colectadas y las parasitadas concuerda con la hipótesis de concentración de recursos (Root 1973) que sostiene que una mayor cantidad de pistas ofrecidas por las orugas favorece la detección y por lo tanto el parasitismo observado para estos herbívoros. Por otra parte, se observó una relación directa de la tasa de parasitismo con el número de especies de parasitoides que lo causaron en marzo, mientras que existió una relación inversa en octubre. Los resultados encontrados en marzo se condicen con lo observado en algunos sistemas, en los que un mayor número de especies parasíticas adicionan mortalidad al hospedador, por lo que el parasitismo total resulta mayor a medida que aumenta el número de especies que actúan. Este tipo de parasitismo se denomina parasitismo aditivo o “especie - dependiente” (Barbosa et al. 2019, Wang et al. 2021) que suele ocurrir cuando las especies que actúan no compiten entre sí. La tendencia contraria observada en el mes de octubre indica que la presencia de una única o unas pocas especies resultaron más eficientes en causar mortalidad al hospedador que la presencia de varias, probablemente por presentar una mayor habilidad competitiva. Los fenómenos de competencia y facilitación han sido ampliamente estudiados en comunidades de parasitoides (Cusumano et al. 2016, Saini &

Sharma 2021). Es posible que la exploración de estas tendencias para especies de lepidópteros particulares facilite la comprensión de los mecanismos involucrados.

Finalmente, el hecho de que algunos factores analizados en este trabajo no tuvieron efectos significativos sobre las variables estudiadas o incluso afectaran de manera contraria a lo hipotetizado, es importante tener en cuenta que en las interacciones planta - insecto no solo intervienen variables locales como las aquí exploradas. Existen también factores a escala de paisaje que influyen sobre estas variables, en algunos casos con mayor relevancia que aquellos ocurriendo a escala local (Gurr et al. 2017). Entre ellos se puede mencionar la conectividad y el aislamiento de los parches de hábitat favorable, la permeabilidad de las matrices que rodean a los cultivos, la disponibilidad de alimento para los adultos a una mayor escala, la posibilidad de dispersión de las distintas especies, entre otras (Sánchez et al. 2022). Sumado a esto, también hay que considerar el número de campos analizados y que los bordes de los mismos podrían no haber sido suficientemente heterogéneos o no haber proporcionado los recursos requeridos por los parasitoides. Esto podría haber sido una limitante para poner a prueba las hipótesis planteadas.

Conclusiones

- Se presenta la primera trama tritrófica de cultivos hortícolas de la Región Alimentaria de Córdoba, sus lepidópteros defoliadores y sus parasitoides asociados.
- Las comunidades de lepidópteros y parasitoides presentaron importantes variaciones temporales, siendo más ricas y abundantes a fines de verano que a comienzos de la primavera, con tasas de parasitismo un 100% mayores en octubre.
- La práctica de manejo de la huerta tuvo una influencia menos marcada que la fecha de muestreo sobre la estructura y la composición específica de especies vegetales en los bordes de los cultivos.
- Considerando abundancias acumuladas, los campos convencionales presentaron casi el doble de orugas que los agroecológicos, tendencia que fue más marcada para la especie más abundante *P. xylostella*.

- La abundancia de parasitoides fue mayor en campos agroecológicos, con tasas de parasitismo que para *P. xylostella* casi duplican a las observadas en campos convencionales.
- Teniendo en cuenta los datos obtenidos en cada campo, como réplicas para el diseño estadístico, las prácticas de manejo no mostraron diferencias relevantes en cuanto a la riqueza de orugas ni parasitoides o las tasas de parasitismo. Otros factores fueron relevantes como el tamaño del campo, la riqueza de especies cultivadas, la cantidad de suelo desnudo y la riqueza de flores en los bordes.
- *Plutella xylostella* fue la especie de lepidóptero más abundante y presentó un complejo parasítico diverso desde el punto de vista taxonómico y funcional. *Diadegma leontinae* fue su parasitoide más importante.

En base a los resultados obtenidos en este trabajo, podríamos recomendar a los productores como práctica de CBC para aumentar las tasas de parasitismo de lepidópteros defoliadores, que eviten la pérdida de cobertura vegetal en los bordes, para que no queden extensiones importantes de suelo desnudo. Otra recomendación es que promuevan la presencia de plantas que ofrezcan un mayor número de recursos florales. Finalmente, sería importante que se cultive un número elevado de especies y variedades vegetales. Si bien dentro del rango de tamaños aquí estudiado (entre 0,53 y 6,03 ha) se observó que campos más grandes presentaron mayores tasas de parasitismo, es posible que una mayor calidad de los bordes atenúe el efecto observado. Estudios más detallados permitirán ampliar el conocimiento de estos sistemas a fin de mejorar el aprovechamiento de sus interacciones tróficas para el control sustentable de las plagas hortícolas.

Bibliografía

- Altieri MA (1999) The ecological role of biodiversity in agroecosystems. En: *Invertebrate biodiversity as bioindicators of sustainable landscapes*. Elsevier, Amsterdam, pp. 19-31.
- Andow DA (1991) Vegetational diversity and arthropod population response. *Ann. Rev. Entomol.*, 36(1), 561-586.
- Avalos DS, Mangeaud A, & Valladares GR (2016) Parasitism and Food Web Structure in Defoliating Lepidoptera – Parasitoid Communities on Soybean. *Neotrop. Entomol.*, 45(6), 712-717.
- Avalos S, González E, Mangeaud A, & Valladares G (2020) Caterpillar-parasitoid food webs and biological control in two extensive crops. *Biol. Control*, 143, 104184.
- Balzan MV & Moonen AC (2014) Field margin vegetation enhances biological control and crop damage suppression from multiple pests in organic tomato fields. *Entomol. Exp. Appl.*, 150(1), 45-65.
- Barbosa RH, Pereira FF, Motomiya AVA, Kassab SO, et al. (2019) *Tetrastichus howardi* density and dispersal toward augmentation biological control of sugarcane borer. *Neotrop. Entomol.*, 48, 323-331.
- Barchuk AH, Suez LS, Locati L, Guzmán ML, et al. (2018) *Manual para la transición agroecológica: Guía para agricultoras y agricultores agroecológicos*. 1e, Ed. Brujas, Córdoba, Argentina.
- Beccacece HM, Acosta Parra LG, Barrionuevo MJ, Casmuz AS, et al. (en prensa). Orugas de lepidópteros de importancia agrícola de la Argentina. En: *Biodiversidad de Artrópodos Argentinos, Vol. X*. Sociedad Entomológica Argentina, San Miguel de Tucumán, pp. 1-114.
- Bentancourt CM & Scatoni IB (2006) Lepidópteros de importancia económica en Uruguay: reconocimiento, biología y daños de las plagas agrícolas y forestales. 2e, Ed. Hemisferio Sur, Montevideo, Uruguay.
- Bernaschini ML, Valladares G, & Salvo A (2020) Edge effects on insect–plant food webs: assessing the influence of geographical orientation and microclimatic conditions. *Ecol. Entomol.*, 45(4), 806-820.
- Bolker BM, Brooks ME, Clark CJ, Geange SW, et al. (2009) Generalized linear mixed models: a practical guide for ecology and evolution. *Trends Ecol. Evol.*, 24(3), 127-135.

- Bolker BM (2022) *GLMM FAQ*. Github. Disponible en: <https://bbolker.github.io/mixedmodels-misc/glmmFAQ.html#overdispersion> (acceso 14 de marzo de 2023).
- Bommarco R, Kleijn D, & Potts SG (2013) Ecological intensification: harnessing ecosystem services for food security. *Trends Ecol. Evol.*, 28(4), 230-238.
- Borel B (2017) When the pesticides run out. *Nature*, 543, 302-304.
- Bouček Z (1988) *Australasian Chalcidoidea (Hymenoptera). A biosystematic revision of genera of fourteen families, with a reclassification of species*. CAB International, Wallingford, Gran Bretaña.
- Brand T (2014) *Modelling the Effect of Field Margins on Parasitoid-host Interactions*. Thesis report. Wageningen University and Research eDepot. Wageningen, Países Bajos.
- Capinera JL (2002) Fall Armyworm, *Spodoptera frugiperda* (JE Smith) (Insecta: Lepidoptera: Noctuidae). *EDIS*, 2002(7), EENY-098.
- Chen RX, Zhang F, Huangfu WG, et al. (2008) Reproductive attributes of the eulophid *Oomyzus sokolowskii*, a biological control agent of diamondback moth, *Plutella xylostella* (Lepidoptera: Plutellidae). *Biocontrol Sci. Techn.*, 18(8), 753-765.
- Crowder DW & Harwood JD (2014) Promoting biological control in a rapidly changing world. *Biol. Control*, 75, 1-7.
- Cusumano A, Peri E, & Colazza S (2016) Interspecific competition/facilitation among insect parasitoids. *Curr. Opin. Insect. Sci.*, 14, 12-16.
- Daly JC, Fisk JH, & Forrester NW (1988) Selective mortality in field trials between strains of *Heliothis armigera* (Lepidoptera: Noctuidae) resistant and susceptible to pyrethroids: functional dominance of resistance and age class. *J. Econ. Entomol.*, 81(4), 1000-1007.
- Dormann CF, Fründ J Blüthgen N, & Gruber B (2009) Indices, graphs and null models: analyzing bipartite ecological networks. *Open J. Ecol.*, 2(1), 7-24.
- Espinoza-Gavilanez R & Grilli MP (2019) First record of the spatio-temporal variation of *Plutella xylostella* (Lepidoptera: Plutellidae) and its parasitoids complex in the horticultural area of Córdoba city in central Argentina. *Biol. Control*, 133, 1-8.
- Fernández F & Sharkey MJ (2006) *Introducción a los Hymenoptera de la Región Neotropical*. Sociedad Colombiana de Entomología y Universidad Nacional de Colombia. Humboldt, Colombia.
- Gibson G, Huber J, & Woolley J (1997) *Annotated keys to the genera of Nearctic Chalcidoidea (Hymenoptera)*. NRC Research Press, Ottawa, Canadá.

- Giobellina BL (2018) *La alimentación de las ciudades. Transformaciones territoriales y cambio climático en el cinturón verde de Córdoba*. Ediciones INTA, Córdoba, Argentina.
- Giobellina BL & Quinteros M (2015) *Perspectivas de la agricultura urbana y periurbana en Córdoba*. Ediciones INTA, Córdoba, Argentina.
- Giobellina BL, Marinelli MV, Lobos DA, Eandi M, et al. (2022) *Producción frutihortícola en la Región Alimentaria de Córdoba. Caracterización y mapeo 2018-2020*. Ediciones INTA, Agencia de Extensión Rural Córdoba, Córdoba Argentina.
- Grilli MP & Espinoza-Gavilanez R (2021) Brassica patch geometry and adjacent matrix: how small-scale changes in landscape can affect *Plutella xylostella* populations. *Int. J. Pest Manag.*, 1-11.
- Guerrero MA, Lamborot Ch L, & Arretz P (1986) Parasitic action of three species of Hymenoptera [*Diadegma leontiniae*, *Apanteles* sp., *Tetrastichus sokolowskii*] on larvae and pupae of *Plutella xylostella* L. in cabbage. *Rev. Chil. Entomol.*, 13, 17-20.
- Guilloux T, Monnerat R, Castelo-Branco M, Kirk A, et al. (2003) Population dynamics of *Plutella xylostella* (Lep., Yponomeutidae) and its parasitoids in the region of Brasilia. *J. App. Entomol.*, 127(5), 288-292.
- Gurr GM, Wratten SD, & Barbosa P (2000) Success in conservation biological control of arthropods. En: *Biological control: Measures of success*. Springer, Dordrecht, pp. 105-132.
- Gurr, GM, Perović DJ, Le Mottee K (2017) Pests, predators and parasitoids. En: *Routledge Handbook of Agricultural Biodiversity*. Routledge, pp. 99-111.
- Hawkins BA, Askew RR, & Shaw MR (1990) Influences of host feeding-niche and foodplant type on generalist and specialist parasitoids. *Ecol. Entomol.*, 15(3), 275-280.
- He X, Kiær LP, Jensen PM, & Sigsgaard L (2021) The effect of floral resources on predator longevity and fecundity: A systematic review and meta-analysis. *Biol. Control*, 153, 104476.
- Herrero MI, Fogliata SV, Vera A, Casmuz A, et al. (2018) Biological characterization and mating compatibility of *Helicoverpa gelotopoeon* (D.) (Lepidoptera: Noctuidae) populations from different regions in Argentina. *B. Entomol. Res.*, 108(1), 108-115.
- Hirao T & Murakami M (2007) Quantitative food webs of lepidopteran leafminers and their parasitoids in a Japanese deciduous forest. *Ecol. Res.*, 23, 159-168.
- Isbell F, Adler PR, Eisenhauer N, Fornara D, et al. (2017) Benefits of increasing plant diversity in sustainable agroecosystems. *J. Ecol.*, 105(4), 871-879.
- Janowska B (2006) The occurrence of some Lepidoptera pests on different cabbage vegetables. *J. Plant Prot. Res.*, 46(2), 181-192.

- Jolliffe I (2022) A 50-year personal journey through time with principal component analysis. *J. Multivar. Anal.*, 188, 104820.
- Kendall LK & Ward DF (2016) Habitat determinants of the taxonomic and functional diversity of parasitoid wasps. *Biodivers. Conserv.*, 25(10), 1955-1972.
- Kim KH, Kabir E, & Jahan SA (2017) Exposure to pesticides and the associated human health effects. *Sci. Total Environ.*, 575, 525-535.
- Kim Han SR, Cabral Antúnez CC, Ramírez de López MB, & Garcete Barret BR (2022) Larvae parasitoids of the order lepidoptera in vegetable crops in San Lorenzo, Paraguay. *Rev. Cientif. UCSA*, 9, 15-23.
- Labou B, Brévault T, Bordat D, & Diarra K (2016) Determinants of parasitoid assemblages of the diamondback moth, *Plutella xylostella*, in cabbage farmer fields in Senegal. *Crop Prot.*, 89, 6-11.
- Lagerlöf J & Wallin H (1993) The abundance of arthropods along two field margins with different types of vegetation composition: an experimental study. *Agric. Ecosys. Environ.*, 43(2), 141-154.
- Liebman M (2018) Polyculture cropping systems En: *Agroecology*. CRC Press, pp. 205-218.
- Lietti M, Grilli MP, Fernandez CA, & Espinoza-Gavilanez R (2020) *Plutella xylostella*: Bioecología y control. *Inta Ediciones*, 444-484
- Masry SH & El-Wakeil N (2020) Egg parasitoid production and their role in controlling insect pests. En: *Cottage industry of biocontrol agents and their applications*. Springer, Cham, pp. 3-47.
- Molinari AM & Avalos DS (1997) Contribución al conocimiento de taquínidos (Diptera) parasitoides de defoliadoras (Lepidoptera) del cultivo de soja. *Rev. Soc. Entomol. Arg.*, 56(1-4), 131-132.
- Molinari AM & Monetti C (1997) Parasitoides (Hymenoptera) de insectos plaga del cultivo de soja en el centro sur de la provincia de Santa Fé (Argentina). *Rev. Soc. Entomol. Arg.*, 56(1-4), 43-46.
- Murúa G, Molina-Ochoa J, & Coviella C (2006) Population dynamics of the fall armyworm, *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) and its parasitoids in northwestern Argentina. *Fla. Entomol.*, 89(2), 175-182.
- Parolin P, Bresch C, Desneux N, Brun R, et al. (2012) Secondary plants used in biological control: a review. *Int. J. Pest Manage.*, 58(2), 91-100.

- Pérez GI (2013) *Efecto de franjas marginales de Brassica campestris L. en repollo sobre Plutella xylostella (Lepidoptera: Plutellidae) y sus enemigos naturales*. Tesis Doctoral, Universidad Nacional del Litoral, Santa Fé, Argentina.
- Pérez Roig C, González E, & Videla M (2023) Agroecological transition increases arthropod diversity and decreases herbivore abundance on field margins. *Agr. Forest Entomol.* versión online temprana.
- Perović DJ, Gámez-Virués S, Landis DA, Wäckers F, et al. (2018) Managing biological control services through multi-trophic trait interactions: review and guidelines for implementation at local and landscape scales. *Biol. Rev.*, 93(1), 306-321.
- Pffiffer L, Luka H, Schlatter C, Juen A, & Traugott, M (2009) Impact of wildflower strips on biological control of cabbage lepidopterans. *Agric. Ecosyst. Environ.*, 129(1-3), 310-314.
- Poore MED (1955) The use of phytosociological methods in ecological investigations: I. The Braun-Blanquet system. *J. Ecol.*, 43(1), 226-244.
- Quicke DLJ (2015) Idiobionts, koinobionts and other life history traits. En: *The braconid and ichneumonid parasitoid wasps*. JWS, Chichester, pp. 87-107.
- R Core Team (2020) *R: A language and environment for statistical computing*. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. Disponible en: <https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/indicators/oxygen-consuming-substances-in-rivers/r-development-core-team-2006> (Consultado el 16 de enero de 2021).
- Reddy PP (2017) *Agro-Ecological Pest Management – An Overview*. *Agro-Ecological Approaches to Pest Management for Sustainable Agriculture*. Springer Science Nature, Singapore.
- Rojas-Rodríguez J, Rossetti MR, & Videla M (2019) Uso de las flores en bordes de vegetación espontánea por la comunidad de insectos en huertas agroecológicas. *Rev. Fac. Cien. Agr. Univ. Nac. Cuyo*, 51, 249-259.
- Root RB (1973) Organization of a plant-arthropod association in simple and diverse habitats: the fauna of collards (*Brassica oleracea*). *Eco. Monogr.*, 43(1), 95-124.
- Rossetti MR, Salvo A, Videla M, & Valladares G (2013) Forest remnants contribute to parasitoid conservation: experimental evaluation of parasitism on a leafminer host. *J. Insect Conserv.*, 17(6), 1137-1144.
- Rusch A, Valantin-Morison M, Sarthou JP, & Roger-Estrade J (2010) Biological control of insect pests in agroecosystems: effects of crop management, farming systems, and seminatural habitats at the landscape scale: a review. *Adv. Agron.*, 109, 219-259.

- Saini A, & Sharma PL. (2020). Interspecific competition between *Cotesia vestalis* (Halliday) and *Diadegma semiclausum* (Hellen), Parasitoids of *Plutella xylostella* (L.). *Natl. Acad. Sci. Lett.*, 43, 287-289.
- Sánchez AC, Jones SK, Purvis A, Estrada-Carmona N, & De Palma A (2022) Landscape and functional groups moderate the effect of diversified farming on biodiversity: a global meta-analysis. *Agr. Ecosyst. Environ.*, 332, 107933.
- Saputro DRS, Susanti A, & Pratiwi NBI (2021) The handling of overdispersion on Poisson regression model with the generalized Poisson regression model. En: *AIP Conference Proceedings*, AIP Publishing LLC pp. 020-026.
- Savino V, Luna MG, Salas Gervasio NG, & Coviella CE (2016) Interspecific interactions between two *Tuta absoluta* (Lepidoptera: Gelechiidae) larval parasitoids with contrasting life histories. *Bull. Entomol. Res.*, 107(01), 32-38.
- Schmidt MH, Thewes U, Thies C & Tschardt T (2004) Aphid suppression by natural enemies in mulched cereals. *Entomol. Exp. Appl.*, 113(2), 87-93.
- Sersic AN, Cocucci AA, Benitez-Vieyra SM, Cosacov Martinez A, et al. (2006). *Flores del Centro de Argentina. Una Guía Ilustrada para conocer 141 especies típicas*. El Emporio Ediciones, Córdoba, Argentina.
- Sersic AN, Cocucci AA, Acosta MC, Baranzelli MC, et al. (2015). *Flores del centro de Argentina II: Nueva Guía Ilustrada para conocer 229 especies*. IMBIV - CONICET, Córdoba, Argentina.
- Sharma A, Sandhi RK & Reddy GV (2019) A review of interactions between insect biological control agents and semiochemicals. *Insects*, 10(12), 439.
- Simmons GS, Suckling DM, Carpenter JE, Addison MF, et al. (2010) Improved quality management to enhance the efficacy of the sterile insect technique for lepidopteran pests. *J. Appl. Entomol.*, 134(3), 261-273.
- Souza CDSF, Souza BHSD, Menezes CBD, Simeone MLF, et al. (2023). Multiple resistance to primary pests of grain sorghum hybrids: *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae), *Diatraea saccharalis* (Lepidoptera: Crambidae), and *Diceraeus melacanthus* (Hemiptera: Pentatomidae). *Rev. Bras. Entomol.*, 67(1), e20210118.
- Sow G, Arvanitakis L, Niassy S, Diarra K, & Bordat D (2013) Performance of the parasitoid *Oomyzus sokolowskii* (Hymenoptera: Eulophidae) on its host *Plutella xylostella* (Lepidoptera: Plutellidae) under laboratory conditions. *Int. J. Trop. Insect Sc.*, 33, 38-45.
- Stireman III JO & Singer MS (2003) Determinants of parasitoid–host associations: insights from a natural tachinid–lepidopteran community. *Ecology*, 84(2), 296-310.

- Stireman III JO & Shaw SR (2022) Natural history and ecology of caterpillar parasitoids. En: *Caterpillars in the Middle: Tritrophic Interactions in a Changing World*. Cham: Springer International Publishing, 2022. pp. 225-272.
- Talekar NS & Hu WJ (1996) Characteristics of parasitism of *Plutella xylostella* (Lep., Plutellidae) by *Oomyzus sokolowskii* (Hym., Eulophidae). *Entomophaga*, 41(1), 45-52.
- Tiftonell P (2014) Ecological intensification of agriculture—sustainable by nature. *Curr. Opin. Environ. Sustain.*, 8, 53-61.
- Tiftonell P (2019) Las transiciones agroecológicas: múltiples escalas, niveles y desafíos. *Rev. Fac. Cien. Agr. Univ. Nac. Cuyo*, 51(1), 231-246.
- Tylianakis J, Tscharntke T, Lewis O (2007) Habitat modification alters the structure of tropical host-parasitoid food webs. *Nature*, 445, 202-205
- Urretabizkaya N, Vasicek A, & Saini E (2010) *Insectos perjudiciales de importancia agronómica. I. Lepidópteros*. Ediciones INTA, Universidad Nacional de Lomas de Zamora y Universidad Nacional de La Plata, Buenos Aires, Argentina.
- Valladares GR & Salvo AS (1999) Insect-plant food webs could provide new clues for pest management. *Environ. Entomol.*, 28, 539-543.
- Valladares G, Salvo A, & Defagó MT (2019) *Insectos Guía completa para explorar su mundo*. Editorial de la UNC, Córdoba, Argentina.
- Wang XG, Wang XY, Kenis M, Cao LM, et al. (2021) Exploring the potential for novel associations of generalist parasitoids for biological control of invasive woodboring beetles. *BioControl*, 66, 97-112.
- Winkler K, Wäckers FL, Termorshuizen AJ, & van Lenteren JC (2010) Assessing risks and benefits of floral supplements in conservation biological control. *BioControl*, 55, 719-727.
- Wrubel RP & Bernays EA (1990) The relative insensitivity of *Manduca sexta* larvae to non-host plant secondary compounds. *Entomol. Exp. Appl.*, 54(2), 117-124.
- Zalazar L & Salvo A (2007) Entomofauna asociada a cultivos hortícolas orgánicos y convencionales en Córdoba, Argentina. *Neotrop. Entomol.*, 36, 765-773.
- Zomlefer WB (1994) *Guide to flowering plant families*. The University of North Carolina Press, Estados Unidos de América.
- Zumoffen L, Signorini M, & Salvo A (2018) Bidirectional movement of aphid parasitoids (Braconidae: Aphidiinae) between crops and non-crop plants in agroecosystems of central Argentina. *Appl. Entomol. Zool.*, 53(1), 1-9.

Anexo de resultados

Tabla Suplementaria 1 (S1). Características generales de las ocho huertas seleccionadas para el presente estudio. Se menciona su georeferencia, altura, ubicación con respecto a la ciudad de Córdoba, tipo de manejo y plantas cultivadas presentes en los muestreos.

Código	Georeferencia (grados decimales)	Altura (m)	Zona	Tipo de manejo
A1	-31,4852451 -64,1911823	450,63	Sur	Agroecología
C2	-31,5130953 -64,1871608	452,41	Sur	Convencional
A2	-31,5338606 -64,1608534	445,66	Sur	Agroecología
C1	-31,529711 -64,1529714	440,38	Sur	Convencional
C4	-31,2994961 -64,130994	446,68	Norte	Convencional
A3	-31,3295931 -64,1540446	438,92	Norte	Agroecología
C3	-31,3282778 -64,1537165	439,05	Norte	Convencional
A4	-31,2992842 -64,1181161	437,14	Norte	Agroecología

Tabla Suplementaria 2 (S2). Abundancia total de larvas por especie encontradas en los dos tipos de manejo.

Especie	Cultivos Agroecológicos	Cultivos Convencionales	Total por especie
<i>Plutella xylostella</i>	86	356	442
<i>Trichoplusia ni</i>	50	21	71
<i>Diaphania hyalinata</i>	45	1	46
<i>Spodoptera frugiperda</i>	12	9	21
<i>Spodoptera cosmiodes</i>	6	10	16
<i>Rachiplusia nu</i>	3	10	13
<i>Anticarsia gemmatalis</i>	2	0	2
<i>Helicoverpa gelotopoeon</i>	2	0	2
<i>Chrysodeixis includens</i>	2	0	2
<i>Hypercompe abdominalis</i>	0	1	1
<i>Manduca sexta</i>	1	0	1
Hesperiidae sp.	0	1	1
Total cultivo	209	409	618

Tabla Suplementaria 3 (S3). Abundancia total de larvas parasitadas por especie en función al tipo de manejo.

Especie	Agroecológicos	Convencionales	Total por especie
<i>Plutella xylostella</i>	32	80	112
<i>Trichoplusia ni</i>	1	0	1
<i>Diaphania hyalinata</i>	1	0	1
<i>Spodoptera frugiperda</i>	4	0	4
<i>Spodoptera cosmiodes</i>	0	1	1
<i>Rachiplusia nu</i>	0	0	0
<i>Anticarsia gemmatalis</i>	0	0	0
<i>Helicoverpa gelotopoeon</i>	0	0	0
<i>Chrysodeixis includens</i>	2	0	2
<i>Hypercompe abdominalis</i>	0	0	1
<i>Manduca sexta</i>	0	0	0
Hesperiidae sp.	0	0	0
Total cultivo	40	81	121

Tabla Suplementaria 4 (S4): especies vegetales por campo.

A1	A2	A3	A4
<i>Especie no identificada 9</i>	<i>Medicago sativa</i>	<i>Beta vulgaris</i> var. <i>cicla</i>	<i>Medicago sativa</i>
<i>Amaranthaceae sp. 1</i>	<i>Asteraceae sp. 4</i>	<i>Medicago sativa</i>	<i>Bidens sp. 2</i>
<i>Asteraceae sp. 1</i>	<i>Asteraceae sp. 5</i>	<i>Ipomoea batatas</i>	<i>Bidens sp. 3</i>
<i>Asteraceae sp. 5</i>	<i>Bidens sp. 2</i>	<i>Bidens sp. 1</i>	<i>Sonchus oleraceus</i>
<i>Bidens sp. 3</i>	<i>Especie no identificada 2</i>	<i>Bidens sp. 2</i>	<i>Clematis motevidensis</i>
<i>Galinsoga parviflora</i>	<i>Sonchus oleraceus</i>	<i>Bidens sp. 4</i>	<i>Conyza sp. 1</i>
<i>Jasminum mesnyi</i>	<i>Clematis motevidensis</i>	<i>Clematis motevidensis</i>	<i>Galinsoga parviflora</i>
<i>Urtica dioica</i>	<i>Conyza sp. 1</i>	<i>Cestrum parqui</i>	<i>Especie no identificada 17</i>
<i>Pennisetum purpureum</i>	<i>Especie no identificada 8</i>	<i>Especie no identificada 8</i>	<i>Especie no identificada 18</i>
<i>Cucumis sativus</i>	<i>Galinsoga parviflora</i>	<i>Galinsoga parviflora</i>	<i>Ipomea cairica</i>
<i>Especie no identificada 12</i>	<i>Gamochoeta sp. 1</i>	<i>Especie no identificada 15</i>	<i>Malvastrum coromandelianum</i>
<i>Poaceae spp.</i>	<i>Especie no identificada 1</i>	<i>Ipomea cairica</i>	<i>Poaceae spp.</i>
<i>Chenopodium album</i>	<i>Foeniculum vulgare</i>	<i>Ipomea purpurea</i>	<i>Chenopodium album</i>
<i>Chenopodium sp. 1</i>	<i>ipomea cairica</i>	<i>Leonorus japonicus</i>	<i>Chenopodium sp. 1</i>
<i>Ligustrum lucidum</i>	<i>Leonorus japonicus</i>	<i>Malvastrum coromandelianum</i>	<i>Rumex sp. 2</i>
<i>Solanum sp. 1</i>	<i>Malvastrum coromandelianum</i>	<i>Nothoscordum sp. 1</i>	<i>Rumex obtusifolius</i>
<i>Portulaca oleracea</i>	<i>Oxalis corniculata</i>	<i>Phoenix sp. 1</i>	<i>Solanum sp. 1</i>
	<i>Poaceae spp.</i>	<i>Melia azedarach</i>	<i>Celtis ehrenbergiana</i>
	<i>Solanum sp. 1</i>	<i>Especie no identificada 12</i>	<i>vicia villosa</i>
	<i>Stellaria media</i>	<i>Poaceae spp.</i>	<i>Wedelia glauca</i>
	<i>Veronica persica</i>	<i>Polygonum arenastrum</i>	
	<i>Wedelia glauca</i>	<i>Potentilla indica</i>	
		<i>Chenopodium album</i>	
		<i>Ligustrum lucidum</i>	
		<i>Solanum sp. 1</i>	
		<i>Verbena intermedia</i>	

		<i>Wedelia glauca</i>	
n= 17	n= 22	n= 27	n= 20

C1	C2	C3	C4
Asteraceae sp. 4	Asteraceae sp. 3	Medicago sativa	Medicago sativa
<i>Especie no identificada 4</i>	<i>Bidens sp. 1</i>	<i>Especie no identificada 10</i>	<i>Bidens sp. 2</i>
<i>Bowlesia incana</i>	<i>Bidens sp. 2</i>	<i>Especie no identificada 11</i>	<i>Especie no identificada 3</i>
<i>Brassicaceae sp1</i>	<i>Sonchus oleraceus</i>	<i>Asteraceae sp. 2</i>	<i>Sonchus oleraceus</i>
<i>Capsella bursa-pastoris</i>	<i>Comelina erecta</i>	<i>Bidens sp. 1</i>	<i>Conyza sp. 1</i>
<i>Sonchus oleraceus</i>	<i>Conyza sp. 1</i>	<i>Bidens sp. 2</i>	<i>Conyza sp. 2</i>
<i>Comelina erecta</i>	<i>Dichondra repens</i>	<i>Bidens sp. 3</i>	<i>Gamochaeta sp. 1</i>
<i>Conyza sp. 1</i>	<i>Especie no identificada 7</i>	<i>Bowlesia incana</i>	<i>Gomphrena pulchella</i>
<i>Galinsoga parviflora</i>	<i>Galinsoga parviflora</i>	<i>Capsella bursa-pastoris</i>	<i>Especie no identificada 16</i>
<i>Gamochaeta sp. 1</i>	<i>Especie no identificada 16</i>	<i>Conyza sp. 1</i>	<i>Especie no identificada 17</i>
<i>Especie no identificada 14</i>	<i>Urtica dioica</i>	<i>Cestrum parqui</i>	<i>Ipomea cairica</i>
<i>Especie no identificada 16</i>	<i>Pennisetum purpureum</i>	<i>Galinsoga parviflora</i>	<i>Ipomea purpurea</i>
<i>Leonorus japonicus</i>	<i>Especie no identificada 12</i>	<i>Especie no identificada 14</i>	<i>Especie no identificada 13</i>
<i>Medicago lupulina</i>	<i>Poaceae spp.</i>	<i>Ipomea purpurea</i>	<i>Poaceae spp.</i>
<i>Pitraea cuneato-ovata</i>	<i>Sisymbrium irio</i>	<i>Leonorus japonicus</i>	<i>Polygonum sp. 1</i>
<i>Poaceae spp.</i>	<i>Solanum sp. 1</i>	<i>Malvastrum coromandelianum</i>	<i>Potentilla indica</i>
<i>Polygonum sp. 1</i>	<i>Wedelia glauca</i>	<i>Modiolastrum gilliesi</i>	<i>Chenopodium album</i>
<i>Chenopodium album</i>	<i>Alternanthera pungens</i>	<i>Oenothera rosea</i>	<i>Chenopodium sp. 1</i>
<i>Chenopodium album</i>		<i>Oxalis corniculata</i>	<i>Rapistrum rugosum</i>
<i>Especie no identificada 5</i>		<i>Especie no identificada 12</i>	<i>Rumex sp. 1</i>
<i>Sisymbrium irio</i>		<i>Especie no identificada 13</i>	<i>Sisymbrium irio</i>

C1	C2	C3	C4
<i>Sisymbrium officinale</i>		<i>Poaceae spp.</i>	<i>Verbena intermedia</i>
<i>Veronica persica</i>		<i>Chenopodium album</i>	<i>Portulaca oleracea</i>
<i>Wedelia glauca</i>		Especie no identificada 6	<i>Veronica persica</i>
		<i>Ligustrum lucidum</i>	<i>vicia villosa</i>
		<i>Sisymbrium irio</i>	<i>Wedelia glauca</i>
		<i>Solanum sp. 1</i>	
		<i>Stellaria media</i>	
		<i>Ulmus pumila</i>	
		<i>Verbena intermedia</i>	
		<i>Veronica persica</i>	
n= 24	n= 18	n= 31	n= 26

Tabla suplementaria 5 (S5): Porcentajes relativos y absolutos de parasitismo por especie de parasitoide.

Oruga	Parasitoide	Parasitismo relativo	Parasitismo total
<i>Plutella xylostella</i>	<i>Diadegma leontinae</i>	52,25	13,18
	<i>Oomyzus sokolowskii</i>	24,32	6,14
	<i>Apanteles piceotrichosus</i>	10,81	2,73
	<i>Siphona sp</i>	9,91	2,50
	<i>Apanteles sp. 1</i>	0,9	0,23
	<i>Conura pseudofulvovariegata</i>	0,9	0,23
<i>Spodoptera frugiperda</i>	<i>Chelonus insularus</i>	25	4,76
	Tachinidae 1	25	4,76
	<i>Hyposoter sp.</i>	25	4,76
	<i>Bassus sp.</i>	25	4,76
<i>Spodoptera cosmiodes</i>	Tachinidae 1	100	6,25
<i>Trichoplusia ni</i>	Microgastrinae 2	100	1,41
<i>Chrisodeixis includens</i>	<i>Copidosoma sp.</i>	100	100,00
<i>Diaphania hyalinata</i>	Microgastrinae 1	100	2,17

Tabla suplementaria 6 (S6): valores de las variables independientes para cada campo

Campo	Zona	Fecha	Práctica de manejo	Hectáreas	Suelo desnudo	Riqueza borde	Cobertura horizontal	Cobertura vertical	Nro de flores	Altura	Nro de cultivos	Eje 2 ACP taxonómico
C1	1	marzo	Conv.	1,65	15,75	10	65,63	22,67	745	115,46	9	-9.22
A2	1	marzo	Agro.	3,15	0,00	13	99,36	49,11	802	184,66	3	-2.94
C2	2	marzo	Conv.	0,80	3,75	9	96,86	14,20	124	53,83	4	2.12
A1	2	marzo	Agro.	0,53	18,75	11	67,50	16,43	74	92,42	15	-9.45
C3	3	marzo	Conv.	2,85	5,63	20	86,88	40,55	2.142	151,59	11	27.4
A3	3	marzo	Agro.	2,40	1,38	14	83,13	13,11	470	73,95	19	0.1
C4	4	marzo	Conv.	6,03	1,25	12	87,50	31,81	1.254	130,79	11	6.32
A4	4	marzo	Agro.	1,05	0,63	9	95,63	17,45	418	88,96	8	12.1
C1	1	octubre	Conv.	1,65	4,50	15	68,13	10,83	831	71,56	9	-10.78
A2	1	octubre	Agro.	3,15	3,25	13	49,50	11,19	106	101,00	10	-1.38
C2	2	octubre	Conv.	0,80	7,00	12	34,50	2,59	25	37,80	2	-0.73
A1	2	octubre	Agro.	0,53	28,13	10	34,37	9,02	0	109,82	9	8.65
C3	3	octubre	Conv.	2,85	11,25	22	56,25	5,70	662	50,88	15	-1.2
A3	3	octubre	Agro.	2,40	5,00	23	61,25	15,55	370	92,31	16	4.16
C4	4	octubre	Conv.	6,03	13,75	18	64,38	11,47	175	51,19	10	-16.12
A4	4	octubre	Agro.	1,05	0,00	15	66,88	12,63	429	93,93	6	-9.03