



UNIVERSIDAD
NACIONAL
DE LA PLATA



Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales
UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA PLATA

Cilantro (*Coriandrum sativum* L.)
como atrayente de enemigos naturales
de áfidos en cultivo de lechuga
(*Lactuca sativa* L.) en invernadero

*Tesis presentada para optar al título de Magister Scientiae de la
Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales. Universidad Nacional
de La Plata*

Ing. Agr. Victoria Fernández Acevedo

2022

Directora

Ing. Agr. (Mgter.) Mariana del Pino

Co-Director

Ing. Agr. Dr Andrés Polack

Miembros del jurado

Dra. Sonia Z. Viña

Dra. Marilina Fogel

Dra. Claudia Cédola

Fecha de defensa de tesis

AGRADECIMIENTOS

A toda mi familia por el apoyo, la compañía y los pensamientos positivos. En especial a Blas mi compañero de la vida, por toda la paciencia en los peores momentos, el acompañamiento en cada paso y el amor incondicional.

A mi mamá por el apoyo constante y absoluto. Por las palabras en cada peor momento, por sus mates sanadores.

A mi abuela, por introducirme en este mundo hermoso de las plantas. Sé que estaría feliz leyendo esto en compañía de unos mates dulces.

A Mariana por apoyarme desde el momento cero en esta locura y tantas otras. Por la compañía, por el cariño, por el trabajo a la par, por siempre tenerme en cuenta y ser un igual. Simplemente por tu amistad.

A Andrés por toda la ayuda y consejos para realizar este trabajo a pesar de todas las dificultades.

A Mili y Gaby, por los momentos, por compartir horas y horas de charlas y trabajos. Por los asados y los mates, por la distancia que nos unió mucho más.

A todo el comité de la Maestría de Protección Vegetal que me permitió realizar este posgrado desde el primer momento, apoyando y acompañando en todo.

PUBLICACIONES DERIVADAS DE LA TESIS

Presentación a congreso: Primer registro de *Microtechnites spegazzinii* (Heteroptera: Miridae) en cultivo de lechuga para La Plata, Buenos Aires. Fernández Acevedo, Victoria; Minghetti, Eugenia & del Pino, Mariana.

Trabajo a revista:

Descripción de arañas depredadoras de áfidos en lechuga. En proceso.

Cilantro como planta acompañante en el cultivo de lechuga bajo invernadero. En proceso.

Uso de bandas florales para el aumento de diversidad en agroecosistemas. En proceso.

ÍNDICE GENERAL

AGRADECIMIENTOS	III
PUBLICACIONES DERIVADAS DE LA TESIS.....	IV
ÍNDICE GENERAL	V
ÍNDICE DE TABLAS	VIII
ÍNDICE DE FIGURAS.....	IX
ABREVIATURAS.....	XIV
GLOSARIO	XV
RESUMEN.....	XVI
ABSTRACT	XX
CAPÍTULO I.....	1
1. INTRODUCCIÓN	1
1.1 Producción y manejo del cultivo de lechuga	2
1.1.1 Descripción botánica.....	2
1.1.2 Origen y domesticación.....	4
1.1.3 Difusión y usos del cultivo de lechuga	5
1.1.4 Producción de lechuga en Argentina.....	5
1.1.5 Manejo del cultivo de lechuga	6
1.2 Adversidades bióticas en el cultivo de lechuga y su control.....	8
1.2.1 Complejo de áfidos en el cultivo de lechuga	9
1.3 Antecedentes y experiencia previa al tema	11
1.3.1 El manejo del hábitat como alternativa de manejo al control de plagas.	11
1.3.2 El control biológico por conservación	13
1.3.3 La biodiversidad en los agroecosistemas	15

1.3.4 El cilantro como planta acompañante en los cultivos con CBC	16
1.4 Objetivos	18
1.4.1 Objetivos generales	18
1.4.2 Objetivos particulares	18
1.5 Hipótesis.....	19
CAPÍTULO II	20
2. MATERIALES Y MÉTODOS	20
2.1 Localización	21
2.2 Material vegetal e insectos de inoculación.....	21
2.3 Diseño experimental y tratamientos.....	22
2.4 Variables evaluadas.....	28
2.4.1 Evaluación del cilantro como atrayente de enemigos naturales para el control biológico de áfidos	28
2.4.2 Evaluación de la diversidad de artrópodos influenciados por el cilantro como planta acompañante.....	29
2.5 Relevamiento de datos	29
2.6 Identificación de muestras en laboratorio	33
2.7 Análisis de datos	34
2.7.1 Análisis estadístico.....	34
2.7.2 Análisis de diversidad	34
CAPÍTULO III.....	37
3. RESULTADOS.....	37
3.1 Evaluación del cilantro como atrayente de enemigos naturales para el control biológico de áfidos	38
3.1.1 Fluctuación de la población de áfidos:.....	38
3.1.2 Fluctuación de otras plagas (no áfidos):.....	46

3.1.3 Presencia de enemigos naturales:.....	50
3.2 Evaluación de la diversidad de artrópodos influenciados por el cilantro como planta acompañante.....	59
Monitoreo 1.....	61
Monitoreo 2.....	66
Monitoreo 3.....	69
Monitoreo 4.....	73
CAPÍTULO IV.....	80
4. DISCUSIÓN.....	80
4.1 Discusión.....	81
CAPÍTULO V.....	92
5.CONCLUSIONES.....	92
BIBLIOGRAFIA.....	96

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Valores medios de áfidos/hoja para el ensayo 1.	38
Tabla 2: Valores de media de áfidos/hoja para el ensayo 3.	41
Tabla 3: Valores medios de Enemigos Naturales/hoja (EN/hoja) y de larvas de Eriopis connexa/hoja para cada uno de los muestreos y de los tratamientos del ensayo 4. El análisis estadístico se realizó entre tratamientos a igual fecha de muestreo, a letras iguales entre tratamiento no existen diferencias significativas.	55
Tabla 4: Valores medios de Enemigos Naturales/hoja (EN/hoja) y de larvas de sirfididos/hoja para cada uno de los muestreos y de los tratamientos del ensayo 5. El análisis estadístico se realizó entre tratamientos a igual fecha de muestreo, a letras iguales entre tratamiento no existen diferencias significativas.....	57
Tabla 5: Valores de índices de diversidad tomando en cuenta todos los ensayos a lo largo del año. Letras diferentes indican diferencias significativas ($P < 0,05$) según t de Student realizado por pares de tratamientos.....	59
Tabla 6: Individuos totales relevados en el monitoreo 1 otoño en la parcela control.	64
Tabla 7: Individuos totales relevados en el monitoreo 1 en la parcela tratamiento.	65
Tabla 8: Coeficiente de similitud de Jaccard para el monitoreo 3 por grupo de especies. ..	67
Tabla 9: Individuos totales relevados en el monitoreo invernal en la parcela control. El monitoreo fue realizado el día 21/08/2019 fin del ensayo 2.....	68
Tabla 10: Individuos totales relevados en el monitoreo invernal en la parcela tratamiento. El monitoreo fue realizado el día 21/08/2019 fin del ensayo 2.....	68
Tabla 11: Individuos totales relevados en el monitoreo primaveral en la parcela control. El monitoreo fue realizado el día 28/10/2020 fin del ensayo 4.....	72
Tabla 12: Individuos totales relevados en el monitoreo primaveral en las parcelas tratamiento. El monitoreo fue realizado el día 28/10/2020 fin del ensayo 4.....	73
Tabla 13: Individuos totales relevados en el monitoreo estival en las parcelas control. El monitoreo fue realizado el día 22/12/2020 fin del ensayo 5.....	78
Tabla 14: Individuos relevados en el monitoreo estival en las parcelas tratamiento. El muestreo fue realizado el día 22/12/2020 fin del ensayo 5.....	78

ÍNDICE DE FIGURAS

Ilustración 1: Diagrama esquemático del ensayo 1 y 2. El área roja representa zona del invernadero utilizada para otros cultivos de la experimental. Línea negra separación de cultivos por polietileno. Cada recuadro representa a un invernadero diferente.....	23
Ilustración 2: Croquis del diseño experimental realizado en el ensayo tres, cuatro y cinco. El área roja corresponde a otros cultivos de la experimental. Las líneas negras y grises corresponden a separaciones de polietileno. Cada parcela presentó una superficie de 15 m ²	25
Ilustración 3: Croquis del muestreo realizado en cada una de las parcelas experimentales del ensayo uno y ensayo dos.....	31
Ilustración 4: Croquis que señala la forma de muestreo realizado en los ensayos tres, cuatro y cinco.....	32
Fotografía 1: Cultivo tradicional de lechuga bajo invernadero en la zona de La Plata. Surcos intercalados de lechuga con espinaca y rúcula.....	7
Fotografía 2: Ubicación de los principales áfidos dentro de la planta de lechuga. Interior del cogollo: <i>N. ribisnigri</i> Fuente: Influentialpoints. Hojas exteriores <i>Acyrtosiphon auctum ex M. persicae</i> Fuente:Naturalista	11
Fotografía 3: Imagen satelital de Google Maps de la experimental Gorina (punto verde) donde se encuentran los invernaderos del ensayo.....	21
Fotografía 4: Fotografías del ensayo 1 y 2. A: Lote recién trasplantado del control. B: Poda del cilantro, posibilidad de formación de ramilletes para la venta. C: Floración del cilantro. D: Lote con lechugas recién trasplantadas en la parcela de tratamiento.....	24
Fotografía 5: Día de plantación del ensayo tres. A: Parcelas tratamiento donde el cilantro ya se encontraba sembrado. B: Parcelas control.....	26
Fotografía 6: A y B: Fotografía panorámica de cómo se realizaron las divisiones con polietileno en las parcelas en los ensayos, tres, cuatro y cinco. C: Parcela de tratamiento. D: Parcela de control.....	27
Fotografía 7: Día de plantación ensayo cinco. A: Lotes listos para el trasplante. B: Plantines de cilantro para trasplantar.....	28

Fotografía 8: Fotografía de individuos recolectados. A. <i>N. ribisnigri</i> . B: <i>Thrips</i> sp. Fotografía tomada con microscopio digital.	46
Fotografía 9: Fotografías tomadas del ensayo 4 al momento de los muestreos. A: Araña sobre el cultivo de lechuga. B: <i>Eripios connexa</i> sobre el cultivo de lechuga.	56
Fotografía 10: Especímenes de: A: <i>Drosophila</i> sp. y B: <i>Lygaeidae</i> (Especie 1) recolectados mediante muestreos de aspiración. Foto obtenida con lupa binocular Leica® M205a.	66
Fotografía 11: Especímenes de: A: <i>Cicadidae</i> (Especie 1) y B: <i>Araneae</i> recolectados mediante muestreos de aspiración. Foto obtenida con lupa binocular Leica® M205a.	69
Fotografía 12: Especímenes de dípteros que no pudieron ser determinados. En el análisis se nombraron como: A: <i>Acalyptratae</i> (especie 3). B: <i>Chloropidae</i> (especie 1).	73
Fotografía 13: Especímenes de <i>Microtechnites spagazzinii</i> muestreados mediante monitoreo de aspiración y conservados en alcohol 70%. Foto obtenida con lupa binocular Leica® M205a.	79

Gráfico 1: Grafico de cajas para cantidad de áfidos relevados en el ensayo 1. El análisis estadístico se realizó entre tratamientos a igual fecha de muestreo, a letras iguales entre tratamiento no existen diferencias significativas. Los asteriscos representan valores extremos de los datos.	39
Gráfico 2: Valor medio de áfidos/hoja según momento de muestreo del ensayo 2.	40
Gráfico 3: Grafico de cajas para cantidad de áfidos relevados en el ensayo 2. El análisis estadístico se realizó entre tratamientos a igual fecha de muestreo, a letras iguales entre tratamiento no existen diferencias significativas. Los asteriscos representan valores extremos de los datos.	41
Gráfico 4: Valor medio de áfidos/hoja según momento de muestreo del ensayo 4.	42
Gráfico 5: Grafico de cajas para cantidad de áfidos relevados en el ensayo 4. El análisis estadístico se realizó entre tratamientos a igual fecha de muestreo, a letras iguales entre tratamiento no existen diferencias significativas. Los asteriscos representan valores extremos de los datos.	43
Gráfico 6: Valor medio de áfidos/hoja según muestreo de monitoreo del ensayo 5.	44
Gráfico 7: Grafico de cajas para cantidad de áfidos presentes en el ensayo 5. Se separó por tratamiento y fecha de monitoreo. El análisis estadístico se realizó entre tratamientos a igual	

fecha de muestreo, a letras iguales entre tratamiento no existen diferencias significativas. Los asteriscos representan valores extremos de los datos.....	45
Gráfico 8:Cantidad individuos de plaga secundaria relevados en el ensayo 1.Se separaron por tratamiento y fecha de muestreos. Se clasificaron los individuos por especie o género.....	47
Gráfico 9:Grafico de cajas para cantidad de trips presentes en el ensayo 3.Se separó por tratamiento y fecha de muestreo. El análisis estadístico se realizó entre tratamientos a igual fecha de muestreo, a letras iguales entre tratamiento no existen diferencias significativas. Los asteriscos representan valores extremos de los datos.....	48
Gráfico 10:Cantidad individuos de plaga secundaria relevados en el ensayo 3.Se separaron por tratamiento y fecha de muestreo. Se clasificaron los individuos por especie.....	49
Gráfico 11: Cantidad de individuos de plaga secundaria relevados en el ensayo 5.Se clasificaron por especie o género.	50
Gráfico 12: Recuento de individuos separados por especies de enemigos naturales muestreados en el ensayo 1. Se clasificaron por fecha de muestreo y tratamiento.....	51
Gráfico 13: Recuento de individuos separados por especies de enemigos naturales muestreados en el ensayo 2. Se clasificaron por fecha de muestreo y tratamiento.....	52
Gráfico 14:Gráfico de cajas para cantidad de momias de áfidos infectadas con Pandora sp. presentes en el ensayo 3.Se separó por tratamiento y fecha de muestreo. El análisis estadístico se realizó entre tratamientos a igual fecha de muestreo, a letras iguales entre tratamiento no existen diferencias significativas. Los asteriscos simbolizan valores extremos de los datos.	53
Gráfico 15:Recuento de individuos separados por especies de enemigos naturales muestreados en el ensayo 3. Se clasificaron por fecha de muestreo y tratamiento.....	54
Gráfico 16: Recuento de individuos separados por especies de enemigos naturales muestreadas en el ensayo 4. Se clasificaron por fecha de muestreo y tratamiento.....	55
Gráfico 17: Recuento de individuos separados por especies o géneros de enemigos naturales mouestreadas en el ensayo 5. Se clasificaron por fecha de muestreo y tratamiento.....	57
Gráfico 18: Análisis de Índice de Shannon-Wiener (H) e Índice de equidad de Pielou (Eh) para los diferentes tratamientos en las diferentes estaciones del año. Las barras indican H en eje primario. Las líneas de error indican e.t. Letras diferentes indican diferencias	

significativas ($P < 0,05$) según t de Student realizado por pares de tratamientos. Las líneas indican Eh representado en el eje secundario.	60
Gráfico 19: Coeficiente de similitud de Jaccard para cada época de muestreo. Las comparaciones están realizadas entre las especies presentes en el control y el tratamiento.	61
Gráfico 20: Índice de Shannon-Wiener para el monitoreo 1. Las barras indican el valor de H para cada tratamiento diferenciado el grupo de enemigos naturales y plagas. Letras diferentes indican diferencias significativas ($P < 0,05$) según t de student, realizado por pares de tratamientos La línea indica Eh. En ambos casos las líneas de error indican e.t.	62
Gráfico 21: Coeficiente de Jaccard para monitoreo 1. Se separaron las especies por grupo funcional.....	63
Gráfico 22: Porcentaje de individuos del grupo de enemigos naturales relevados en la época otoñal en los tratamientos separados por especie o grupo al que pertenecen.	63
Gráfico 23: Porcentaje de individuos del grupo de plagas relevados en el monitoreo 1 en los tratamientos separados por especie o grupo al que pertenecen.....	64
Gráfico 24: Índice de Shannon-Wiener para el monitoreo 2. Las barras indican el valor de H para cada tratamiento diferenciando el grupo de enemigos naturales y plagas. Letras diferentes indican diferencias significativas ($P < 0,05$) según t de student, realizado por pares de tratamientos. La línea continua indica valor de Equidad de Pierou. En ambos casos las líneas de error indican e.t.	67
Gráfico 25: Porcentaje de individuos presentes en el T2 para la época invernal. Se separaron en plagas y enemigos naturales separados por especie o grupo al que pertenecen. El monitoreo fue realizado el día 21/08/2019 fin del ensayo 2	68
Gráfico 26: Índice de Shannon-Wiener para el monitoreo 3. Las barras indican el valor de H para cada tratamiento diferenciando el grupo de enemigos naturales y plagas. A letras diferentes diferencias significativas ($P < 0,05$) según t de student, realizado por pares de tratamientos La línea indica equidad de pierou. Las líneas de error en ambos casos indican e.t.....	70
Gráfico 27: Coeficiente de Jaccard para monitoreo 3. Se separaron las especies por grupo funcional.....	71

Gráfico 28: Porcentaje de individuos del grupo de enemigos naturales relevados en la época primaveral en los tratamientos separados por especie o grupo al que pertenecen.. El monitoreo fue realizado el día 28/10/2020 fin del ensayo 4.	71
Gráfico 29: Porcentaje de individuos del grupo de plagas relevados en la época primaveral en los tratamientos separados por especie o grupo al que pertenecen. El monitoreo fue realizado el día 28/10/2020 fin del ensayo 4.....	72
Gráfico 30: Índice de Shannon - Wiener para el monitoreo 4. Las barras indican el valor de H para cada tratamiento diferenciando el grupo de enemigos naturales y plagas. A letras diferentes diferencias significativas ($P < 0,05$) según t de student, realizado por pares de tratamientos La línea indica equidad de Pierou. Las barras de error indican para ambos casos e.t.	75
Gráfico 31: Coeficiente de Jaccard para monitoreo 4.Se separaron las especies por grupo funcional.....	75
Gráfico 32: Porcentaje de individuos del grupo de enemigos naturales relevados en la época estival en los tratamientos separados por especie o grupo al que pertenecen. El monitoreo fue realizado el día 22/12/2020 fin del ensayo 5.....	76
Gráfico 33: Porcentaje de individuos del grupo de plagas relevados en la época estival en los tratamientos separados por especie o grupo al que pertenecen. El monitoreo fue realizado el día 22/12/2020 fin del ensayo 5.	77

ABREVIATURAS

AMBA	Área Metropolitana De Buenos Aires
ANOVA	Análisis De La Varianza
BPA	Buenas Prácticas Agrícolas
CBC	Control Biológico Por Conservación
CEPAVE	Centro De Estudios Parasitológicos Y De Vectores
CONICET	Consejo Nacional De Investigaciones Científicas Y Técnicas
EN	Enemigos Naturales
FAO	Organización De Las Naciones Unidas Para La Alimentación Y La Agricultura
INTA	Instituto De Tecnología Agropecuaria
MIP	Manejo Integrado De Plagas
PA	Planta Acompañante
PS	Plagas secundarias
SENASA	Servicio Nacional De Sanidad Y Calidad Alimentaria
UDE	Umbral De Daño Económico
UNLP	Universidad Nacional De La Plata

GLOSARIO

Agroecosistema: Cualquier tipo de ecosistema modificado y gestionado por los seres humanos con el objetivo de obtener alimentos, fibras y otros materiales de origen biótico

Clase toxicológica II: Clasificación internacional de los fitosanitarios usados en agricultura. La clase dos corresponde a productos Moderadamente peligroso, representados con el color Amarillo en los envases.

Cogollo: Parte interior que es la más apretada, blanca y tierna de algunas plantas, como la lechuga y otras hortalizas.

Fumagina: patología de las plantas producida por el desarrollo de un hongo saprófito sobre un sustrato glúcido presente en la superficie de los vegetales.

Heteroico: Individuos que cumplen su ciclo en dos o más hospederos diferentes.

Holocíclico: ciclo biológico de algunos pulgones donde existen las formas sexuales masculinas.

Límite de residuos: es la concentración máxima de un residuo de fitosanitario que se tolera legalmente en los alimentos.

Periodo de carencia/Tiempo de carencia: es el período que transcurre entre la última aplicación de un agroquímico a un cultivo y la cosecha.

Tresbolillo: es un sistema de plantación en que cada tres plantas forman un triángulo equilátero.

Umbral de daño económico: es definido como la intensidad de enfermedad o ataque de plaga que causa una pérdida de cosecha equivalente al costo de control.

RESUMEN

Las actividades agropecuarias son la actividad económica más importante de Argentina. En los últimos años hubo un aumento de las actividades agrícolas intensivas en las zonas periurbanas complejizando los problemas propios de la actividad. El cultivo de lechuga en Argentina, es uno de los cultivos protegidos más importantes y el cultivo de hoja de mayor producción y consumo nacional. La zona sur del cinturón hortícola de Gran Buenos Aires, presenta un modelo de producción de hortalizas de hoja de alta productividad durante todo el año, en el cual la lechuga ocupa el primer lugar. El modelo consiste en superficies arrendadas de pequeño tamaño con el uso del invernadero para aumentar la productividad. Por su dinámica productiva y de la comercialización, los productos suelen estar fuertemente contaminados con agroquímicos siendo un grave problema para la salud de los consumidores. Estudios realizados en la zona AMBA sur muestran que en el cultivo de lechuga se usan de forma general 31 agroquímicos diferentes y solo el 61% de los utilizados en lechuga tiene registro de SENASA para su uso en este cultivo. El uso mayoritario es de insecticidas pertenecientes al grupo de neonicotinoides, carbamatos o piretroides, para el control de áfidos. Los principales áfidos sobre el cultivo de lechuga son las especies *Myzus persicae* y *Nasonovia ribisnigri*. Por su ubicación en la planta, los tratamientos sanitarios suelen perder efectividad y requiere gran número de repeticiones sumado al aumento de resistencia a los fitosanitarios. Las nuevas tendencias de manejo buscan lograr controles sanitarios dentro del manejo integrado de plagas (MIP). Dentro de estas técnicas, el control biológico por conservación (CBC) consiste en la modificación del medio ambiente o de las prácticas existentes para proteger y aumentar los enemigos naturales específicos u otros organismos con la finalidad de reducir el efecto de las plagas. Existen numerosos estudios del uso del cilantro como un gran atrayente de coccinélidos, crisópidos, braconidos y arañas siendo estas preferidas frente a otras plantas insectarias. Dado que es una especie estudiada y con una respuesta positiva conocida en el CBC y permite, además, cortes de hojas y flores para su venta, podría ser una especie de utilidad en el agroecosistema del cultivo de lechuga bajo invernadero. El objetivo de este trabajo fue evaluar la presencia espontánea de enemigos naturales de áfidos en cultivos de lechuga con cilantro como planta acompañante bajo invernadero, comprobar si la planta de cilantro es una buena alternativa para el CBC en el cultivo de lechuga bajo invernadero y si logra aumentar la diversidad del agroecosistema.

Todos los ensayos fueron realizados en la Chacra Experimental Gorina. Los cultivos se realizaron en invernaderos de madera con cobertura plástica y riego por goteo en donde se sembró lechuga francesa (*Lactuca sativa* var. *crispa*) y cilantro marroquí (*Coriandrum sativum* L.) como acompañante. A lo largo de dos años, se realizaron cinco ensayos de cultivo de lechuga, los cuales coincidieron con diferentes épocas del año. Los dos primeros ensayos contaron con un diseño de dos parcelas de 90,88 m² (7,10 m x 12,8 m), y se los consideró de tipo exploratorio. Cada ensayo consto de dos tratamientos: T1: tratamiento control, lechuga sin cilantro como planta acompañante y; T2: lechuga con cilantro como planta acompañante. El Ensayo 3, Ensayo 4 y Ensayo 5 se realizaron en un solo invernadero, y constaron de dos tratamientos con 4 repeticiones, con un diseño de parcelas distribuidas totalmente al azar. Cada parcela tuvo un área de 15 m² (4m x 3,75m), estuvieron separadas una de otra por una pared plástica de 40 cm de altura, y constaron de 72 plantas de lechuga cada una. Los tratamientos fueron: T1: tratamiento control lechuga sin cilantro y; T2: lechuga con cilantro como planta acompañante. Para los Ensayos 4 y 5 se realizó una inoculación con 90 individuos de *N. ribisnigri* por parcela. Se evaluaron las variables: Fluctuación de áfidos, y otras plagas; y presencia de enemigos naturales para la evaluación del cilantro como atrayente de enemigos naturales para el control biológico de áfidos; y presencia de artrópodos, para la evaluación de los cambios de diversidad influenciados por el cilantro como planta acompañante. Los muestreos fueron realizados en forma manual y en forma mecánica. La técnica de siembra en la bordura del invernadero, fue cómoda y permitió aprovechar áreas donde no se realiza cultivo, posibilitando que sea una técnica aplicable en campos productivos. Si bien, los ensayos no permitieron detectar diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos evaluados, la mayor diversidad de enemigos naturales observada en los tratamientos y las tendencias que se produjeron presumen que existió un efecto positivo del control biológico gracias al cilantro. Las bajas densidades de presa serían el motivo de las bajas densidades de depredadores, y el motivo por el cual no se detecten estadísticamente diferencias. En todas las estaciones se encontró en menor o mayor medida *N. ribisnigri* posicionándose como la especie de mayor constancia de aparición. Salvo en la época estival de altas temperaturas, la presencia de *N. ribisnigri* o de áfidos en general, estuvo siempre en todos los ensayos sobre el UDE (UDE=1) momento en cual los EN recién aparecían en el lote. En un planteo de CBC tal como está planteado

este estudio, es muy complejo que la población de EN se pueda establecer dentro del invernadero y controlar a los áfidos, en tan poco tiempo. Ya que, en la práctica, se alcanzaría el UDE rápidamente, y se tendría que recurrir a una aplicación química, la cual afecta también a los EN presentes. Las especies plaga fuera del complejo de áfidos, aparecieron a lo largo de los cinco ensayos. Solo en el ensayo 3, los trips fueron relevantes mostrando diferencias significativas respecto a su abundancia entre los tratamientos a favor de las parcelas con cilantro. En el resto de los ensayos, las plagas no áfidos se mantuvieron siempre por niveles poblacionales muy bajos. En la época otoñal se registró la presencia de *Spodoptera sp.* independientemente de los tratamientos, apareció *Trialeurodes vaporariorum* a fin de verano, otoño y entrado el invierno, al igual que *Diabrotica speciosa* en verano y otoño. Se registró por primera vez para este cultivo la especie *Microtechnites spegazzinii* la cual ya se encontraba señalada sobre otras plantas cultivadas para tenerla en cuenta como una posible plaga futura. Respecto a los enemigos naturales, en todos los ensayos en general tuvieron en los dos tratamientos presencias de coccinélidos, míridos y arañas. Los EN aparecieron con mayor tendencia en las parcelas con cilantro en todos los ensayos, principalmente el grupo de sírfidos y una mayor proporción de coccinélidos, representados por la especie *E. connexa*. Los crisópidos fueron el grupo de EN que apareció en menor proporción. Se destaca que en el ensayo 2 hubo una aparición importante del hongo entomopatógeno *Pandora sp.* con diferencias significativas respecto a las parcelas con cilantro. *Eriopis connexa* tuvo una tendencia de aparecer con mayor medida en las parcelas con cilantro. Los individuos de la familia sírfidos, aparecieron en su forma adulta en las aspiraciones solo en los lotes con cilantro y sus larvas en el cultivo con una tendencia de aparición en dichas parcelas. Los individuos adultos de la familia Chrysopidae aparecieron también solo en los tratamientos con cilantro, al igual que otros neurópteros depredadores. Las plantas de cilantro, podrían estar actuando como refugio o ambiente buffer para los arácnidos. *Tupiocoris cucurbitaceus* pudo migrar desde plantas de tomate dentro del invernadero al cultivo de lechuga donde tenía disponibilidad de alimentos. Respecto a los análisis de diversidad, las lechugas con cilantro como planta acompañante mostraron índices iguales o superiores respecto a los controles. Hubo un aumento de diversidad estadísticamente significativa principalmente en el monitoreo de invierno y en de primavera. Respecto a la diversidad general, las parcelas con flores tuvieron mayor presencia de dípteros. En relación a la diversidad funcional, en las

parcelas con cilantro en otoño, invierno y primavera hubo un aumento estadísticamente significativo de la diversidad de enemigos naturales representado por especies de coccinélidos, sírfidos, crisopas, arañas y míridos. Las plagas en cambio, resultaron ser igualmente diversas entre los tratamientos, salvo en el monitoreo 3 de primavera. La diferencia en los índices de diversidad en los tratamientos con cilantro en la época invernal hace pensar que el cultivo de cilantro estaría actuando como refugio de hábitat y fuente alimentaria de diferentes especies. Se puede concluir que la presencia del cilantro en los cultivos de lechuga bajo invernadero aumenta la diversidad funcional, favoreciendo la aparición en las parcelas de sírfidos (Syrphidae), crisopas (Chrysopidae) y otros enemigos naturales de importancia agronómica, aunque su densidad no logra realizar un control estadísticamente significativo de áfidos en el cultivo. Es decir, que no se logra un control efectivo de áfidos usando solamente el cilantro como planta acompañante bajo una técnica de CBC.

ABSTRACT

Agricultural activities are the most important economic activity in Argentina. In recent years, there has been an increase in intensive agricultural activities in urban areas, making the problems of the activity more complex. Lettuce cultivation in Argentina is one of the most important protected crops and the leaf crop with the highest national production and consumption. The southern zone of the horticultural belt of Greater Buenos Aires presents a high productivity leafy vegetable production model throughout the year, in which lettuce occupies the first place. The model consists of small-leased surfaces with the use of the greenhouse to increase productivity. Due to its productive and commercialization dynamics, the products are usually heavily contaminated with agrochemicals, being a serious problem for the health of consumers. Studies carried out in the southern AMBA zone show that 31 different agrochemicals are generally used in lettuce cultivation and only 61% of those used in lettuce have a SENASA registration for their use in this crop. The majority use is of insecticides belonging to the group of neonicotinoids, carbamates or pyrethroids, for the control of aphids. The main aphids on lettuce are *Myzus persicae* and *Nasonovia ribisnigri*. Due to its location in the plant, sanitary treatments tend to lose effectiveness and require a large number of repetitions, added to the increase in resistance to phytosanitary products. The new management trends seek to achieve sanitary controls within integrated pest management (IPM). Within these techniques, conservation biological control (CBC) consists of modifying the environment or existing practices to protect and increase specific natural enemies or other organisms in order to reduce the effect of pests. There are numerous studies on the use of coriander as a great attractant for coccinellids, lacewings, braconids and spiders, these being preferred over other insectary plants. Given that it is a species studied and with a known positive response in the CBC and allows cuttings of leaves and flowers for sale, it could be a useful species in the agroecosystem of greenhouse lettuce cultivation. The objective of this work was to evaluate the spontaneous presence of natural enemies of aphids in lettuce crops with coriander as a greenhouse accompanying plant, to verify if the coriander plant is a good alternative for CBC in greenhouse lettuce crops and if it achieves increase the diversity of the agroecosystem. All the tests were carried out in the Gorina Experimental Farm. Crops were grown in wooden greenhouses with plastic cover and drip irrigation where French lettuce (*Lactuca sativa* var. *crispa*) and Moroccan coriander (*Coriandrum sativum*

L.) were planted as a companion. Throughout two years, five-lettuce cultivation trials were carried out, which coincided with different times of the year. The first two trials had a design of two plots of 90.88 m² (7.10 m x 12.8 m), and were considered exploratory. Each trial consisted of two treatments: T1: control treatment, lettuce without cilantro as accompanying plant and; T2: lettuce with coriander as a companion plant. Trial 3, Trial 4 and Trial 5 were carried out in a single greenhouse, and consisted of two treatments with 4 repetitions, with a completely randomized plot design. Each plot had an area of 15 m² (4m x 3.75m), a 40 cm high plastic wall separated them from each other, and they consisted of 72 lettuce plants each. The treatments were: T1: lettuce control treatment without coriander and; T2: lettuce with coriander as a companion plant. For Trials 4 and 5, an inoculation was carried out with 90 individuals of *N. ribisnigri* per plot. The variables were evaluated: Fluctuation of aphids, and other pests; and presence of natural enemies for the evaluation of coriander as an attractant of natural enemies for the biological control of aphids; and presence of arthropods, for the evaluation of diversity changes influenced by coriander as a companion plant. Sampling was done manually and mechanically. The sowing technique on the edge of the greenhouse was comfortable and allowed to take advantage of areas where cultivation is not carried out, making it possible for it to be an applicable technique in productive fields. Although the trials did not allow detecting statistically significant differences between the evaluated treatments, the greater diversity of natural enemies observed in the treatments and the trends that occurred presume that there was a positive effect of biological control thanks to coriander. Although the trials did not allow detecting statistically significant differences between the evaluated treatments, the greater diversity of natural enemies observed in the treatments and the trends that occurred presume that there was a positive effect of biological control thanks to coriander. The low densities of prey would be the reason for the low densities of predators, and the reason why no statistical differences are detected. *N. ribisnigri* was found to a lesser or greater extent in all seasons, positioning itself as the species with the greatest constancy of appearance. Except in the summer season with high temperatures, the presence of *N. ribisnigri* or aphids in general was always present in all the trials on the UDE (UDE=1), the moment in which the EN just appeared in the lot. In a CBC approach as this study is proposed, it is very complex that the EN population can be established inside the greenhouse and control the aphids, in such a short time. Since, in practice, the UDE would be reached quickly, and a

chemical application would have to be used, which also affects the EN present. Pest species outside the aphid complex appeared throughout the five trials. Only in trial 3, the trips were relevant, showing significant differences regarding their abundance between the treatments in favor of the coriander plots. In the rest of the trials, non-aphid pests were always maintained at very low population levels. In the autumn season, the presence of *Spodoptera* sp. Regardless of the treatments, *Trialeurodes vaporariorum* appeared at the end of summer, autumn and late winter, as did *Diabrotica speciosa* in summer and autumn. The species *Microtechnites spegazzinii* was recorded for the first time for this crop, which was already reported on other cultivated plants to consider it as a possible future pest. Regarding the natural enemies, in all the tests in general they had in the two treatments presences of coccinellids, mirids and spiders. The NE appeared with a greater tendency in the coriander plots in all the trials, mainly the group of hoverflies and a higher proportion of coccinellids, represented by the species *E. connexa*. Lacewings were the EN group that appeared in the least proportion. It should be noted that in trial 2 there was an important appearance of the entomopathogenic fungus *Pandora* sp. with significant differences with respect to the plots with coriander. *Eriopis connexa* had a tendency to appear largely in the coriander plots. The individuals of the hoverfly family appeared in their adult form in the aspirations only in the coriander lots and their larvae in the crop with a trend of appearance in said plots. Adult individuals of the family Chrysopidae also appeared only in coriander treatments, like other predatory neuropteran. Coriander plants could be acting as a shelter or buffer environment for arachnids. *Tupiocoris cucurbitaceus* was able to migrate from tomato plants inside the greenhouse to the lettuce crop where food was available. Regarding diversity analyses, lettuce with coriander as a companion plant showed equal or higher rates than controls. There was a statistically significant increase in diversity mainly in winter and spring monitoring. Regarding the general diversity, the plots with flowers had a greater presence of diptera. In relation to functional diversity, in the coriander plots in autumn, winter and spring there was a statistically significant increase in the diversity of natural enemies represented by species of coccinellids, hoverflies, lacewings, spiders and mirids. The pests, on the other hand, turned out to be equally diverse among the treatments, except in the spring monitoring 3. The difference in the diversity indices in the coriander treatments in the winter season suggests that the coriander crop would be acting as a habitat refuge and food source for different

species. It can be concluded that the presence of coriander in greenhouse lettuce crops increases functional diversity, favoring the appearance in plots of hoverflies (Syrphidae), lacewings (Chrysopidae) and other natural enemies of agronomic importance, although their density fails to achieve a statistically significant control of aphids in the crop. In other words, an effective control of aphids is not achieved using only coriander as a companion plant under a CBC technique.

CAPÍTULO I

1.INTRODUCCIÓN

Las actividades agropecuarias son la actividad económica más importante de Argentina. En los últimos años hubo un aumento de las actividades agrícolas intensivas en las zonas periurbanas complejizando los problemas propios de la actividad. En los cultivos protegidos, la utilización de agroquímicos impacta en un gran número de componentes del ambiente, ya que su uso indiscriminado produce degradación de suelos, contaminación de acuíferos, reducción de biodiversidad, resistencia de plagas, deterioro de la salud de trabajadores y consumidores (Bocero 2002).

El avance de los agroecosistemas y, más aún, con predominio de monocultivos, reduce la diversidad a escala de comunidad y de paisaje si no se llevan adelante con diseños especiales orientados para conservar sus propiedades funcionales. Esto produce frecuentes situaciones de inestabilidad en el sistema, que se manifiestan, por ejemplo, con la aparición de plagas (Oesterheld 2008; Ferreyra y Dutra, 2011; Andorno et al. 2014).

El cultivo de lechuga (*Lactuca sativa* L.) en Argentina, **es uno de los cultivos en invernadero más importantes y el cultivo de hoja de mayor producción y consumo nacional**. Por su dinámica productiva y de la comercialización, los productos suelen estar fuertemente **contaminados con agroquímicos** siendo un grave problema para la salud de los consumidores (Infocampo 2016; MCBA y Pineda 2018).

La búsqueda de alternativas de manejo, con una visión más global del problema y bajo sistemas de manejo integrado de plagas (MIP) es un desafío y una necesidad para la obtención de alimentos con menor contaminación de productos de síntesis y producciones agropecuarias más limpias.

En este trabajo, se realizó un estudio de una de las técnicas de MIP, como una **alternativa** al manejo tradicional de control químico de plagas. Esta práctica planteada, busca no solo lograr una reducción del uso de agroquímicos, sino tener mayor presencia de fauna silvestre en el cultivo para lograr un agroecosistema más estable y resiliente.

1.1 Producción y manejo del cultivo de lechuga

1.1.1 Descripción botánica

La lechuga cultivada es una especie **herbácea anual**, perteneciente a la familia de las Asteráceas (ex Compuestas). Posee una raíz pivotante profunda más o menos ramificada, que puede alcanzar hasta 1 metro de profundidad. Presenta numerosas raíces laterales cercanas a la superficie, concentradas alrededor de los 30 cm superficiales, donde ocurre la mayor absorción de nutrientes (Mou 2008; INIA 2017). En estado de roseta, el tallo es corto (menos de 2 cm), está reducido a la forma de un disco donde se insertan las hojas, casi sésiles, dispuestas en espiral formando una roseta densa. Las hojas presentan diferentes formas, colores y texturas entre los diferentes tipos varietales (Mou 2008).

Al concluir la etapa vegetativa se produce el alargamiento del tallo, el cual se ramifica, alcanzando aproximadamente un metro de altura y soportando una gran cantidad de capítulos compuestos por 10 o 20 flores, a su vez agrupados en racimos o corimbos. Es una planta autógena, las semillas son aquenios de semilla única, de diferente color según la variedad, acanalados, de 2 a 4 mm de longitud, y en su base se encuentra el villano plumoso llamado pappus (INIA 2017). Las semillas generalmente presentan un periodo corto de dormancia (Mou 2008).

La clasificación de las variedades de lechuga, es controversial, ya que se encuentran diferentes clasificaciones según distintos autores. Según Ctifl (1997), esta especie presenta cuatro variedades botánicas:

Lactuca sativa var. *longifolia*: engloba a los cultivares de lechuga romana o cos, con hojas alargadas, oblongas, que tienen un porte erguido y, pueden acogollar formando cabezas más o menos laxas, o quedarse más abiertas sin acogollar. Las lechugas romanas o tipo cos, que incluyen las criollas o gallegas usadas en Argentina, pertenecen a esta variedad botánica.

Lactuca sativa var. *capitata*: incluye a todos los cultivares que forman un cogollo compacto con sus hojas. Las hojas suelen ser anchas y redondeadas y su textura crujiente o mantecosa. Ejemplos de estas variedades son las lechugas mantecosas, y las lechugas que forman cabezas compactas con hojas crujientes, como las capuchinas.

Lactuca sativa var. *intybasea* Hort.: incluye a todos los cultivares con hojas sueltas, aunque en estado avanzado de madurez pueden formar un pequeño cogollo interior. Pertenecen a

esta variedad, las lechugas crespas o tipo francesas, Lollo Bionda, hojas de roble. Puede ser de color verde o morado.

Lactuca sativa var. augustana Irish.: esta lechuga emite un tallo carnoso, que se consume junto con las hojas, puntiagudas y lanceoladas, que es usada en China y otros países de Asia. Se conoce como lechugas de tallo o tipo espárrago.

Actualmente, se prefiere clasificarlas según los grandes tipos de lechuga comerciales, que son mantecosa, arrepolladas y capuchinas, romanas, criollas, francesas o crespas (de hoja suelta, hojas de roble).

1.1.2 Origen y domesticación

La lechuga es una especie conocida desde tiempos remotos, existen pinturas egipcias que datan de 4500 años a.C., donde se observan manojos de lechuga de cabezas alargadas, similares a las que se siguen cultivando en la región. Su uso era comestible, aceitero y cultural para usos en diferentes tipos de sacrificios (Vries 1997). Se considera que *Lactuca serriola* L. es uno de sus ancestros directos o únicos de todas las lechugas usadas en la actualidad (USDA 1962; Vries 1997), aunque también se cree que las variedades usadas actualmente son producto de hibridación entre especies distintas, que luego a su vez fueron mutando (Maroto 1992). Dado que muchas de las formas primitivas se encuentran en el cercano oriente, se estima que es una especie originaria de la cuenca mediterránea, aunque hoy en día existen teorías de que su origen podría estar más cercano a Kurdistán y a la Mesopotamia que conforman los ríos Tigris y Éufrates (Vries 1997; Adlercreutz 2014).

Desde Egipto la lechuga se extendió por Grecia y Roma través de los mercaderes y conquistadores, se extendió por China y América (Mallar 1978). Los primeros escritos sobre lechuga se atribuyen a Heródoto, quien menciona su presencia en las mesas reales de Persia (550 a. C.). Más adelante fue descrita por varios autores griegos, entre ellos Hipócrates (430 a. C.), que le atribuyó propiedades medicinales y Aristóteles (356 a. C.) que la menciona como un alimento popular en la época. La lechuga fue también muy popular en Roma, cultivándose distintos tipos y variedades. Columela (42 a. C.) describió 4 tipos. Todo parece indicar que los romanos introdujeron la lechuga en el resto de Europa (Marhuenda Berenguera y Vergara 2016). La domesticación de la lechuga logró la pérdida de espinas

que contenían las especies primitivas, la disminución del contenido de látex, menor cantidad de sustancias amargas en los tejidos y semillas más resistentes a roturas (Mou, 2008).

1.1.3 Difusión y usos del cultivo de lechuga

La lechuga es el cultivo de hoja más difundido del mundo, ocupa 1.226.370 ha en el mundo con una producción de 27.660.187 t. Los principales países productores a nivel mundial son China e India, seguidos por Estados Unidos, España, Italia y Turquía (FAOSTAT 2022). La lechuga se consume comúnmente en fresco, y constituye el ingrediente principal de las ensaladas, pero en países como China y Egipto se consumen los tallos cocidos, crudos y en escabeche, aunque se trata de lechuga de tallo. Con el advenimiento de la cuarta gamma y las nuevas tendencias de alimentación más sana, el cultivo de lechuga también se incrementó en gran medida, registrando incrementos de superficie implantada en el mundo de más de un 33% en la década pasada (Viteri y García 2013). Algunos usos menos comunes, incluyen su uso en cigarrillos sin nicotina o su utilización como aceite o sedantes hechos a partir del látex (Mou, 2008).

1.1.4 Producción de lechuga en Argentina

La lechuga es uno de los principales **cultivos de hoja producidos y consumidos** en Argentina (Mallar 1978). Según el Mercado Central de Buenos Aires (MCBA), se comercializan por año aproximadamente 20 mil toneladas y más del 80% de la producción proviene de la provincia de Buenos Aires, seguidos en cantidad por la provincia de Mendoza, Santa Fe y en menor medida Santiago del Estero (Pineda 2022). Los principales tipos de lechuga comercializadas en Argentina son: latina, mantecosa, capuchina y en menor medida francesa y hoja de roble (MCBA y Pineda 2018).

Es un producto que se puede realizar todo el año, en diferentes regiones y bajo distintos tipos de producción, ya que se adapta tanto a cultivos a campo como en invernadero. El mayor volumen se consume en el Área Metropolitana de Buenos Aires (AMBA), dada la alta concentración de habitantes en el área, estimada en 14 millones de personas (37% de la población nacional) (Gobierno de Buenos Aires s. f.). La procedencia de este producto en casi todo el año es del **cinturón hortícola del Gran Buenos Aires**, considerando también que es un producto muy perecedero y no soporta largas distancias. Sin embargo, durante los

meses más cálidos ingresa lechuga de General Pueyrredón, partido de Buenos Aires y durante algunos meses del invierno, si hay escasez, también puede ingresar lechuga de otras provincias cálidas como Santa Fe, Mendoza y Santiago del Estero (Adlercreutz 2014).

La zona sur del cinturón hortícola de Gran Buenos Aires, presenta un modelo de producción de hortalizas de hoja de **alta productividad durante todo el año**, en el cual la lechuga ocupa el primer lugar y es complementada con espinaca, acelga y rúcula principalmente. El modelo consiste en superficies arrendadas de pequeño tamaño con el uso del invernadero para aumentar la productividad. Para el año 2018 estimaciones del INTA infirieron que de las 3000 Ha de invernaderos ocupados con hortalizas de hoja, el 60% correspondió al cultivo de lechuga (MCBA y Pineda 2018).

1.1.5 Manejo del cultivo de lechuga

En la zona del AMBA, tradicionalmente el cultivo de lechuga se realiza bajo invernadero de tipo capilla o capilla modificado, el cual cuenta con sistema de riego por goteo (Fotografía 1). Se realiza la iniciación del cultivo mediante **almácigo y trasplante** con cepellón de tierra. Las densidades de plantación utilizadas son de 12 a 14 plantas por metro cuadrado. Los plantines son realizados por plantineras locales, donde el productor los adquiere a un costo accesible. Los ciclos de los diferentes cultivos según época y variedad, varían de **35 a 40 días** en primavera y verano, y **55 a 80 días** en invierno, dependiendo además de la variedad sembrada, exceptuando la lechuga capuchina que tiene un ciclo mayor, pero no está difundida en el AMBA.



Fotografía 1: Cultivo tradicional de lechuga bajo invernadero en la zona de La Plata. Surcos intercalados de lechuga con espinaca y rúcula.

Los principales problemas sanitarios incluyen dentro del grupo de **enfermedades bióticas**: *Sclerotinia sclerotiorum* (Lib), *Sclerotinia minor* (Jager), *Fusarium sp*, *Bremia lactucae* (Regel) y *Botrytis cinerea* (Whetzel).

Las **plagas** principales del cultivo son: complejo de áfidos, complejo de trips, lepidópteros y minadores. La principal **enfermedad fisiológica** es el tipburn o quemado del borde de la hoja (Adlercreutz 2014, MCBA y Pineda 2018).

Las principales **virosis** encontradas en el cultivo son: Lettuce mosaic virus (LMV) transmitido por áfidos, Tomato Spotted Wilt Virus (TSWV) transmitido por trips., Necrotic yellow virus (NYV) transmitido por áfidos y Big vein o Virus de la “nervadura engrosada” transmitido por hongos de suelo (Adlercreutz et al., 2015; Millán y Gaviola s. f.).

1.2 Adversidades bióticas en el cultivo de lechuga y su control

Los problemas sanitarios están relacionados con el **manejo de la producción**. Generalmente, la superficie de los predios donde se cultiva esta especie es pequeña y en ella se colocan varios invernaderos, con una tendencia a optimizar el espacio. Esto genera en muchos casos, que la ventilación en verano sea muy dificultosa y ocasiona problemas con el manejo de agua de lluvia y la humedad ambiente en otoño y primavera. Estas condiciones ambientales adversas, sumado a la poca diversificación en los lotes, lleva a acarrear problemas sanitarios con enfermedades y artrópodos plaga que los productores compensan con el uso de agroquímicos (MCBA y Pineda 2018).

Estudios realizados en la zona AMBA sur muestran que en el cultivo de lechuga se usan de forma general 31 agroquímicos diferentes y solo el 61% de los utilizados en lechuga **tiene registro** de SENASA para su uso en este cultivo. El uso mayoritario es de **insecticidas**, casi la mitad de ellos, y se trata principalmente de productos de clase toxicológica II (Fernández Acevedo et al. 2018).

Análisis realizados por INTA y SENASA, señalan que para el año 2015, según los datos del laboratorio del Mercado Central de Buenos Aires, el **47% de las lechugas analizadas** mostraban agroquímicos por encima del límite de residuos (Infocampo 2016). Esto se complementa con información de investigaciones locales. En estudios de los productores y de las producciones de lechuga realizadas en el cinturón hortícola de La Plata, se muestra que los mismos recurren al uso de agroquímicos de forma reiterada y sistemática, en algunos casos de forma preventiva o calendario, con productos generalmente de amplio espectro y bajo costo. En gran parte de los casos las aplicaciones no son seguras (no se utilizan las protecciones adecuadas) y existe un desconocimiento sobre los riesgos que esto conlleva. Las proyecciones para la implementación de BPA, muestran que los cultivos de lechuga en La Plata, en muchos casos, **no cumplen** con los tiempos de carencia reglamentados o se utilizan productos **no autorizados**, los cuales directamente no presentan ni límite de residuo ni tiempo de carencia (Fortunato 2015; Cagigas 2018).

1.2.1 Complejo de áfidos en el cultivo de lechuga

Los áfidos (Hemiptera: Aphididae) son insectos con un aparato bucal picador-suctor que extrae savia vía floema. Tienen una distribución cosmopolita, pero con amplio desarrollo en las zonas templadas (Singh y Singh 2016).

Cuando se dan las condiciones adecuadas, las poblaciones se elevan rápidamente por encima de los niveles de umbral de daño económico (UDE). Además, se los considera “estrategas-r”, es decir, están muy bien adaptados para explotar un nuevo hábitat temporal mediante rápidos aumentos de población sumado a su facilidad de dispersión (Yano 2006).

Como daño directo tienen la capacidad de infestar todos los órganos vegetales, aunque algunas especies pueden tener preferencia por algunos en particular. Principalmente el daño que ocasionan es la deformación y/o reducción de crecimiento de los tejidos tiernos, producto de las picaduras, lo que conlleva a la desvitalización general de las plantas pudiendo provocar la muerte. El daño indirecto está dado por la melaza que secretan. La presencia física de una gran cantidad de áfidos, por ejemplo, hace que la melaza promueva el crecimiento de un tipo de fumagina negra que, a su vez, reduce la fotosíntesis del cultivo. La consistencia pegajosa de la melaza hace que el polvo, la suciedad y los restos de mudas queden adheridas al tejido vegetal y las plantas pierdan valor comercial por la caída de su valor estético (Singh y Singh 2016).

Algunos de los áfidos encontrados son *Macrosiphum euphorbiae* (Thomas), *Uroleucon sonchi* (Linnaeus), *Aphis clerodendri* subsp. *clerodendri* (Matsumura) (antigua *Aphis gossypii*), aunque los principales áfidos son las especies *Acyrtosiphon auctum* (Walker) (antigua *Mysus persicae*) y *Nasonovia ribisnigri* (Mosley). Ambos son, además, transmisores de virus, principalmente “el virus del mosaico de la lechuga”. Son especies que adquieren rápidamente **resistencia** a insecticidas por su capacidad de reproducirse no sólo en forma sexual, sino también por partenogénesis (INIA 2017; Andorno et al. 2014).

Acyrtosiphon auctum (antigua *M. persicae*) es conocido como el pulgón verde del duraznero o simplemente pulgón verde, es una especie altamente polífaga distribuida en todo el mundo (Fotografía 2). Se considera que tiene más de 50 hospederos de importancia económica. Es la segunda en importancia por la magnitud de ataque en los cultivos argentinos. Los

individuos alados se ubican en las hojas superiores, partiendo la infestación desde los bordes del cultivo y de acuerdo con la orientación de los vientos dominantes. Sus temperaturas de desarrollo se ubican entre 5° a 30°C (INIA 2017; Andorno et al. 2014).

Nasonovia ribisnigri es conocido comúnmente como el pulgón de la lechuga, es una de las principales plagas del cultivo a nivel mundial en las zonas templadas, tanto en cultivos a campo como en invernadero, y es la más importante en nuestro país (Fotografía 2). Tiene un ciclo holocíclico heteroico, sus huéspedes secundarios suelen ser otras asteráceas, solanáceas y scrophulariaceae. Suele colonizar las hojas jóvenes e invadir el interior de las cabezas en desarrollo. Por su ubicación en la planta, los tratamientos sanitarios suelen perder efectividad y requiere gran número de repeticiones sumado al aumento de **resistencia** a los fitosanitarios. Tiene una gran capacidad de dispersión al aumentar la temperatura alrededor de 20°C porque aumenta la proporción de individuos alados. A temperaturas inferiores a 16°C predominan las formas ápteras y a 25°C es capaz de desarrollar una generación en apenas seis días. Suelen tener sus máximos ataques en la época otoñal y primaveral.

El concepto de umbral de daño económico (UDE) se refiere a la máxima población de una plaga que puede tolerarse en el cultivo sin que se produzca un daño de importancia económica en las plantas. Tanto para los cultivos en Chile (INIA, 2018) como la recomendación del SINAVIMO (Sistema Nacional de Vigilancia y Monitoreo de Plagas de Argentina) para esta plaga, se establece el UDE en 1 pulgón/planta, ya sea en recuentos directos en planta como en trampas masivas de monitoreo (promedio de individuos). También estudios del INIA (2018) marcan como UDE la presencia de un individuo alado en trampa de monitoreo o 5% de plantas infestadas en el lote (Díaz y Fereres 2005; Andorno et al. 2014; INIA 2017; INIA 2018; SINAVIMO s.f.-b). Para el caso de *M. persicae* no existe un valor de UDE recomendado, solo bibliografía genérica del tema, es decir que no marca un UDE para esta especie en particular, sino simplemente para el grupo de áfidos, se recomienda aplicar insecticida cuando se vea algún pulgón en la planta (Ferratto & Fazzone, 2010).



Fotografía 2: Ubicación de los principales áfidos dentro de la planta de lechuga. Interior del cogollo: *N. ribisnigri*
 Fuente: Influentialpoints. Hojas exteriores *Acyrthosiphon auctum* ex *M. persicae* Fuente: Naturalista

1.3 Antecedentes y experiencia previa al tema

1.3.1 El manejo del hábitat como alternativa de manejo al control de plagas.

La herramienta principal de control de plagas en general y de áfidos en particular en los cultivos de lechuga del AMBA, es el **control químico**. Los principales insecticidas recomendados por el INTA y autorizados por SENASA para el control de áfidos pertenecen al grupo de neonicotinoides, carbamatos o piretroides. Estos grupos químicos son productos de amplio espectro y sumamente comprobados que producen daño al ecosistema, a polinizadores y a la salud humana (Larrea Poma et al. 2010; Blacquièrre et al. 2012; Zeng et al. 2013, Mendoza et al., 2019; Rey-Henao et al. 2020).

Es importante destacar que los agroquímicos de amplio espectro y residuales causan un brote de otras plagas consideradas secundarias o resurgimiento de la plaga, principalmente porque produce la muerte de los enemigos naturales (Dreistadt 2020). Además, los neonicotinoides que se translocan a las flores pueden envenenar a los enemigos naturales y abejas melíferas que se alimentan del néctar y polen. Aún cuando los insectos benéficos sobrevivan una aplicación, los bajos niveles de residuos de pesticidas pueden interferir con la reproducción de los enemigos naturales y su habilidad de localizar y matar a las plagas (Dreistadt 2020).

Las nuevas tendencias de manejo buscan lograr controles sanitarios dentro del manejo integrado de plagas (MIP). El MIP es definido por FAO (s. f.) como *“la consideración de todas las técnicas disponibles para combatir las plagas y la posterior integración de medidas apropiadas que disminuyen el desarrollo de poblaciones de plagas. El MIP combina estrategias y prácticas específicas de gestión biológica, química, física y agrícola para producir cultivos sanos y minimizar la utilización de plaguicidas, mitigando o reduciendo al mínimo los riesgos que plantean estos productos para la salud humana y el medio ambiente.”*

El MIP toma en cuenta el concepto de ecosistema y tiene como objetivo mantener las funciones ecosistémicas y promover el crecimiento de cultivos sanos, perturbando lo menos posible los ecosistemas agrícolas y fomentando los mecanismos naturales de control de plagas (FAO s. f.). En el MIP no se utiliza solo una técnica en particular, sino que basa su robustez en complementar técnicas atacando el problema desde varios ángulos.

El MIP busca que en el ecosistema se encuentren individuos del mayor número de especies de artrópodos que componen la fauna, limitando su población con objeto de que los daños causados entren dentro de un margen aceptable de pérdidas. Este valor, llamado nivel de tolerancia o intervención, en la práctica agronomía se basa en el umbral de daños económicos mínimos aceptados por el agricultor, lo que constituye el cero económico de la explotación, también llamado nivel de daño económico (UDE). El UDE indica el momento de actuar sobre una población y son fundamentales en los programas de MIP (Carrero, 1996).

Según la clasificación de Cucchi (2020) el MIP incluye:

Control químico; el cual comprende el uso de agroquímicos y demás productos de síntesis para el control de plagas cuando las poblaciones se encuentra por encima del umbral de daño económico;

Control mecánico; el cual busca impedir el contacto plaga-hospedante valiéndose de distintas herramientas. Incluye labranzas para exponer insectos de suelo, eliminación manual de plantas y patógenos, uso de mallas, barreras para captura de insectos, uso de trampas, vaporizaciones de suelos, etc.;

Control etológico; comprende los métodos represivos del comportamiento habitual de los insectos. Incluye el uso de feromonas, cebos alimenticios, inhibidores de alimentación y diversos productos con acción atrayente o repelente, etc.;

Control cultural; están orientados a impedir la colonización de las plagas en el cultivo, creando condiciones adversas que reduzcan la supervivencia de individuos. También comprende las modificaciones del cultivo de tal forma que no incidan en el rendimiento, e intensificar el efecto de los enemigos naturales por medio de un manejo racional del medio ambiente. Incluye a las rotaciones de cultivo, uso de materiales resistentes, siembras intercaladas, modificaciones de densidades y fechas de cultivo, manejo del riego y fertilización, uso de coberturas, etc.;

Control Biológico; uso de organismos vivos (depredadores, parasitoides, patógenos y herbívoros) para el control de las poblaciones plagas, ya sea mediante la introducción de organismos o modificando su hábitat para aumentar la población existente. Dentro del control biológico existen diferentes alternativas (van Driesche et al. 2007; Fischbein 2012):

control biológico clásico: el cual comprende la importación de un enemigo natural para controlar una plaga exótica. La plaga y el controlador provienen de la misma área de origen.

control biológico por asociación (neoclásico): comprende el control de una plaga nativa o de origen desconocido utilizando controladores biológicos de origen exótico.

control biológico aumentativo: el cual comprende la liberación periódica de enemigos naturales criados en otro lugar para aumentar su población en el agroecosistema;

control biológico de conservación: comprende todas las técnicas para mejorar las actividades de los enemigos naturales ya presentes en el área.

1.3.2 El control biológico por conservación

El control biológico por conservación (CBC) consiste en la modificación del medio ambiente o de las prácticas existentes para proteger y aumentar los enemigos naturales específicos u otros organismos con la finalidad de reducir el efecto de las plagas. Este enfoque asume que los enemigos naturales ya presentes pueden potencialmente suprimir la plaga si se les da la

oportunidad de hacerlo (van Driesche et al. 2007). Se diferencia de las otras estrategias de control biológico en que no se realizan sueltas de individuos, sino que pretende establecer, un entorno ambiental donde se promueve la abundancia y diversidad de los enemigos naturales ya presentes en el agroecosistema (Paredes et al. 2013).

La manipulación del hábitat en paisajes agrícolas en el marco del CBC tiene como objetivo mejorar las condiciones para la supervivencia y reproducción del enemigo natural en relación con las de la plaga objetivo (Gillespie et al. 2011). El manejo del hábitat incluye la introducción de plantas florales en el sistema agrícola para proporcionar recursos alimenticios adicionales; hábitats alternativos y refugios (Zhang et al. 2022).

El uso de plantas atrayentes florales consiste en colocar plantas que acompañan al cultivo, modificando el hábitat con el fin de (Andorno et al. 2014; Singh y Singh 2016; Cucchi y Uliarte 2020):

- hospedar parásitos, parasitoides y predadores de plagas;
- fomentar la biodiversidad del sistema agrícola mejorando sustancialmente las interacciones entre los distintos niveles tróficos;
- colaborar y acentuar el control biológico de plagas animales del cultivo para lograr una regulación de la abundancia de los organismos perjudiciales por sus enemigos naturales.

Los alimentos alternativos como néctar, carbohidratos, polen, fuente de nutrientes, son fundamentales para la supervivencia y la reproducción de enemigos naturales como sírfidos, parasitoides, fuentes suplementarias para arañas, entre otros. También, las presencias de plantas extras al cultivo favorecen los microclimas (temperatura y humedad) de refugio y hábitat alternativos. Del mismo modo, actúan como refugios cuando se cosecha el cultivo. Todos estos recursos suelen faltar en los monocultivos agrícolas, donde las prácticas agrícolas como la labranza y la aplicación de herbicidas reducen la diversidad y cantidad de plantas (Begum et al. 2006; van Driesche et al. 2007; Hogg et al. 2011; Xu et al. 2020).

La incorporación de estas plantas florales en forma de franjas temporales dentro de los sistemas productivos es considerada la forma más intensiva del control biológico por

conservación, siendo una práctica recomendable en cultivos anuales. Las especies florales más utilizadas a nivel mundial el aliso (*Lobularia marítima* L.), el fagopiro o trigo sarraceno (*Fagopirum esculentum* Moench), coriandro (*Coriandrum sativum* L.), hinojo (*Foeniculum vulgare* Hill), entre otras (Begum et al. 2006; van Driesche et al. 2007; Paredes et al. 2013; Díaz et al. 2020).

El estudio de especies vegetales que puedan actuar como refugio de enemigos naturales, resulta de gran interés para **mejorar** las técnicas de control biológico de plagas, de aplicación de agroquímicos, y de liberaciones de insectos; logrando una minimización de los riesgos de salud y ambientales (Gázquez Garrido et al. 2010).

1.3.3 La biodiversidad en los agroecosistemas

Tradicionalmente, la biodiversidad es el conjunto de especies que viven en un determinado ambiente (Margalef 1980). Actualmente se considera que la diversidad, tiene varias dimensiones que amplían el concepto. En los ecosistemas varía la disposición espacial de sus componentes, los procesos funcionales, las interacciones de los organismos y el genoma de los mismos. Además, los ecosistemas pueden cambiar a lo largo del tiempo tanto de forma cíclica como estacional (Sans 2007; Cucchi y Uliarte 2020).

Se considera que una mayor biodiversidad permite a un agroecosistema resistir mejor a los cambios ambientales haciéndolo menos vulnerable, ya que su equilibrio depende de interrelaciones entre especies, es decir que la biodiversidad es un componente clave de la sostenibilidad de los agroecosistemas y de su resiliencia (Cucchi y Uliarte 2020). El aumento de la diversidad favorece la diferenciación de hábitat, incrementa las oportunidades de coexistencia e interacción, proporciona una mayor cantidad de oportunidades para los enemigos naturales y generalmente lleva asociado una mayor eficiencia en el uso de los recursos. De esta manera, los agroecosistemas más diversificados tienen mayores ventajas que los altamente simplificados (Altieri et al. 2007; Sans 2007; Singh y Singh 2016; Cucchi y Uliarte 2020).

Existen prácticas agrícolas que pueden aumentar la biodiversidad: las rotaciones, los policultivos, los cultivos de cobertura, el mantenimiento de la vegetación de los márgenes,

diseño de corredores biológicos, plantas acompañantes (repelentes, atrayentes o tóxicas), la fertilización orgánica y los laboreos superficiales entre otras (Altieri et al. 2007; Sans 2007).

Una de las formas de expresar la biodiversidad es mediante índices de diversidad (Margalef 1980). Uno de los índices más importantes es el **índice de Shannon - Wiener** que representa una medida de la entropía que está presente en un sistema por ello es una medida razonable de la complejidad biológica, mide el grado promedio de la incertidumbre en predecir a qué especie pertenece un individuo escogido al azar en el agroecosistema (Lou y González-Oreja 2012). Para apoyar al índice de Shannon - Wiener se pueden utilizar índices complementarios como **índice equivalente de Pielou** y **índice de Jaccard**. El primero mide la proporción de diversidad observada con relación a la máxima diversidad esperada. Su valor va de 0 a 1, el valor 1 corresponde a situaciones donde todas las especies son igualmente abundantes y el 0 señala la ausencia de uniformidad. El segundo es una medida que permite evaluar la similitud entre comunidades basados en presencia-ausencia de especies toma valores entre 0 y 1. Cuanto más cercano a 1 corresponde a la igualdad de los conjuntos (Lou & González-Oreja 2012; Soler et al. 2012; Jost 2018; Valdez Marroquín et al. 2018).

1.3.4 El cilantro como planta acompañante en los cultivos con CBC

1.3.4.1 El cultivo de Cilantro

El cilantro (*C. sativum*) es una planta anual de la familia de las Apiáceas, y junto con la manzanilla (*Matricaria recutita* L.) son las principales plantas aromáticas exportadas en Argentina. Es una de las especias más consumidas y producidas en el mundo. Además, en los últimos años se lo considera un alimento funcional, ya que su alta proporción de fitoquímicos bioactivos tienen una amplia gama de actividades biológicas que incluyen antioxidantes, anticancerígenos, neuroprotectores, ansiolíticos, anticonvulsivos, analgésicos y antiinflamatorios (Prachayasittikul et al. 2018).

La variedad más utilizada es la “tipo marroquí” en la cual se aprovechan la planta fresca y los granos (semillas). En el mercado argentino se comercializa como grano seco para condimento bajo el nombre de coriandro. También se comercializa en fresco (bajo la denominación de cilantro): en atados de hojas frescas, similares a los atados de perejil; y en

bandejas plásticas de 35 a 40 g. No existen datos del consumo en fresco en Argentina posiblemente por la falta de tradición en su consumo (Paunero 2013; Paunero 2021) En mercados especializados y gourmet también se comercializan las flores generalmente como mix de flores comestibles (Fernández Acevedo y del Pino, no publicado).

Es una planta herbácea, de raíz fusiforme y delgada. Las hojas basales son pecioladas, pinnadas con segmentos ovales, y las superiores sentadas bi-tripinnadas con segmentos agudos. Las flores se encuentran agrupadas en inflorescencias de umbelas compuestas. Son pequeñas, de color blanco-rosado-violáceo, de estructura pentámera. El fruto es un esquizocarpo. El olor característico de la planta verde es causado por el contenido de aldehídos del aceite esencial, que luego cuando maduran los frutos disminuyen (SINAVIMO s. f.; Paunero 2021)

Posee un estado vegetativo de roseta, en el cual se producen gran número de hojas (producción de cilantro fresco) hasta llegar al estado de floración, donde el tallo se alarga y se van formando las umbelas (producción de cilantro en grano). El paso de una fase a la próxima está determinado por el fotoperiodo (día largo) y temperaturas altas (Paunero 2013; Paunero 2021).

1.3.4.2 Experiencias del cilantro como planta acompañante en el marco CBC

El cilantro junto a otras Apiáceas son algunas de las plantas más estudiadas como cultivos atrayentes insectarios. Por su anatomía floral se presume una buena candidata para la alimentación suplementaria de los enemigos naturales.

Algunas investigaciones señalan que mostró buen comportamiento como atrayente de sírfidos en el cultivo de lechuga por proveer recursos alimentarios como néctar y polen (Pascual-Villalobos et al. 2006; Bugg et al. 2008; Hatt et al. 2019). En estudios de atracción se lo presenta junto con el eneldo como un gran atrayente de coccinélidos, crisópidos, braconídeos y arañas siendo estas preferidas frente a otras plantas insectarias (Tavares et al. 2015; Hatt et al. 2019).

Se presenta como una planta que favorece a parasitoides como *Copidosoma koehleri* (Blanchard, 1940) cuando se presenta como acompañante en el cultivo de papa (Wratten et

al. 2002) y como una planta que favorece el parasitismo a campo en la especie *Trichogramma carverae* (Oatman & Pinto, 1987) en viñedos orgánicos (Begum et al. 2006).

No solo en la etapa de floración es atractiva para los enemigos naturales. Estudios muestran que, en la etapa vegetativa, las sustancias volátiles producidas son atrayentes de especies como *Cycloneda sanguinea* (Linnaeus, 1763) (Togni et al., 2016).

Los estudios de incidencia dentro de los invernaderos son más acotados. Pineda y Marcos-García (2008) utilizaron aliso y cilantro como atrayente de sírfidos, las que mostraron una respuesta positiva para diferentes especies de sírfidos.

Dado que es una especie estudiada y con una respuesta positiva conocida en el CBC y permite, además, cortes de hojas y flores para su venta, podría ser una especie de utilidad en el agroecosistema del cultivo de lechuga bajo invernadero y lograr, además, un ingreso adicional por su comercialización.

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivos generales

Evaluar la presencia espontánea de enemigos naturales de áfidos en cultivos de lechuga con cilantro como planta acompañante bajo invernadero.

1.4.2 Objetivos particulares

- Identificar la artropofauna que puede encontrarse en el cultivo de lechuga con cilantro como planta acompañante dentro del invernadero.
- Identificar las especies de áfidos presentes en el cultivo de lechuga bajo invernadero.
- Determinar si la presencia de cilantro como planta acompañante logra aumentar los enemigos naturales en el cultivo de lechuga.
- Evaluar si la planta de cilantro es una buena alternativa para el CBC en el cultivo de lechuga bajo invernadero.

1.5 Hipótesis

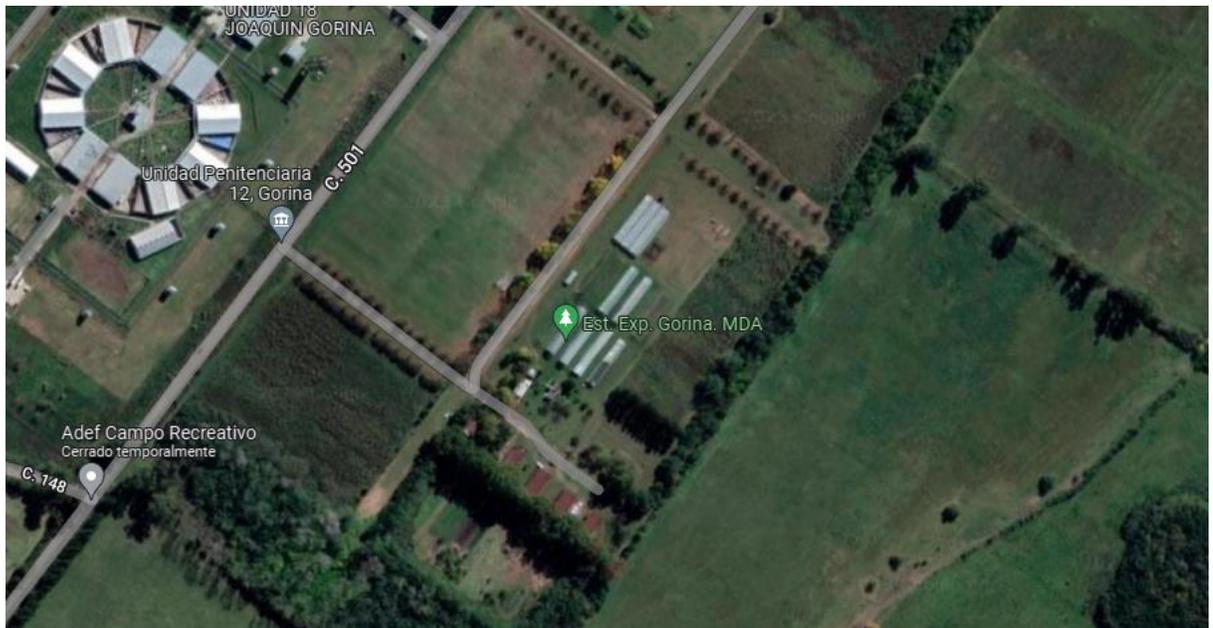
- La presencia del cilantro como planta acompañante del cultivo de lechuga bajo invernadero permite aumentar la diversidad en el agroecosistema, principalmente de los enemigos naturales de áfidos.
- Como consecuencia del enunciado anterior, el cilantro como planta acompañante del cultivo de lechuga bajo invernadero logra favorecer el control biológico sobre los áfidos.

CAPÍTULO II

2. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1 Localización

Todos los ensayos fueron realizados en la Chacra Experimental Gorina dependiente de la provincia de Buenos Aires, ubicada en las calles 501 y 149 de la ciudad de La Plata (-34.915281, -58.0395662) (Fotografía 3). La ciudad posee un clima templado, la temperatura media anual 16 °C y precipitaciones medias anuales cercanas a los 900 mm. La humedad ambiental tiende a ser abundante rondando el 80%.



Fotografía 3: Imagen satelital de Google Maps de la experimental Gorina (punto verde) donde se encuentran los invernaderos del ensayo.

Los experimentos se realizaron en invernaderos de madera con cobertura plástica y riego por goteo. Los invernaderos fueron compartidos con otros cultivos de ensayo realizados en la experimental. Todos los ensayos fueron compartidos con cultivos de tomate activos o abandonados (invierno).

2.2 Material vegetal e insectos de inoculación

En todos los ensayos realizados se utilizó la variedad de lechuga francesa (*L. sativa* var. *crispa*) las cuales fueron realizadas mediante pedido especial en plantineras locales en almácigos plásticos con tres a cuatro hojas verdaderas. Producto que las plantineras realizan

controles químicos sobre el material vegetal, para este ensayo tuvieron que encargarse con antelación para que no tuvieran ningún tipo de tratamiento. De igual manera, el cilantro utilizado corresponde al cilantro marroquí (*C. sativum*) siendo las semillas comercializadas por FECOAGRO y los plantines utilizados fueron realizados por pedido especial por plantinerías locales en contenedores plásticos.

La preparación del terreno se llevó a cabo de manera mecánica realizada por el personal del establecimiento, y todas las siembras y plantaciones fueron realizadas de forma manual.

Los áfidos utilizados para la inoculación de la especie *N. ribisnigri* fueron recolectados en el predio La Anunciación ubicado en la localidad de Abasto, Partido de La Plata. Los áfidos se encontraban sobre hojas de lechuga variedad hoja de roble (*L. sativa* var. *intybacea* L.), francesa morada y mantecosa (*L. sativa* var. *capitata* L.) bajo invernadero. Los mismos fueron recolectados junto con el material vegetal y colocados en envases plásticos con ventilación para su transporte hasta el cultivo.

2.3 Diseño experimental y tratamientos

A lo largo de dos años, se realizaron cinco ensayos de cultivo de lechuga, los cuales coincidieron con diferentes épocas del año.

El ensayo 1 y el ensayo 2 tuvieron el mismo diseño experimental. Este ensayo contó con un diseño de dos parcelas de 90,88 m² (7,10 m x 12,8 m), en dos invernaderos continuos (Ilustración 1) del mismo tamaño y tipo de estructura. Se lo consideró de tipo exploratorio ya que por su diseño no tuvo suficientes repeticiones para un análisis estadístico fiable. Se realizaron con la finalidad de probar si la orientación espacial podría ser replicable en campos productivos. Permite conocer la dinámica de la técnica, el cultivo de cilantro en invernadero, y las especies de artrópodos que aparecían.

Los ensayos constaron de dos tratamientos:

- T1: tratamiento control, lechuga sin cilantro como planta acompañante y
- T2: lechuga con cilantro como planta acompañante.

En T1, las lechugas fueron plantadas en 4 surcos a tresbolillo, a una distancia de 25 cm entre planta. En T2, las lechugas fueron plantadas en 4 surcos a tresbolillo, a una distancia de 25 cm entre planta y el cilantro fue plantado en cada borde del invernadero, en dos líneas laterales a 15 cm entre plantas, y complementado con una línea de siembra a chorrillo conjuntamente al surco plantado de cilantro. Cada parcela tuvo una densidad de plantas de lechuga de 4 pl/m² (Ilustración 1–Fotografía 4).

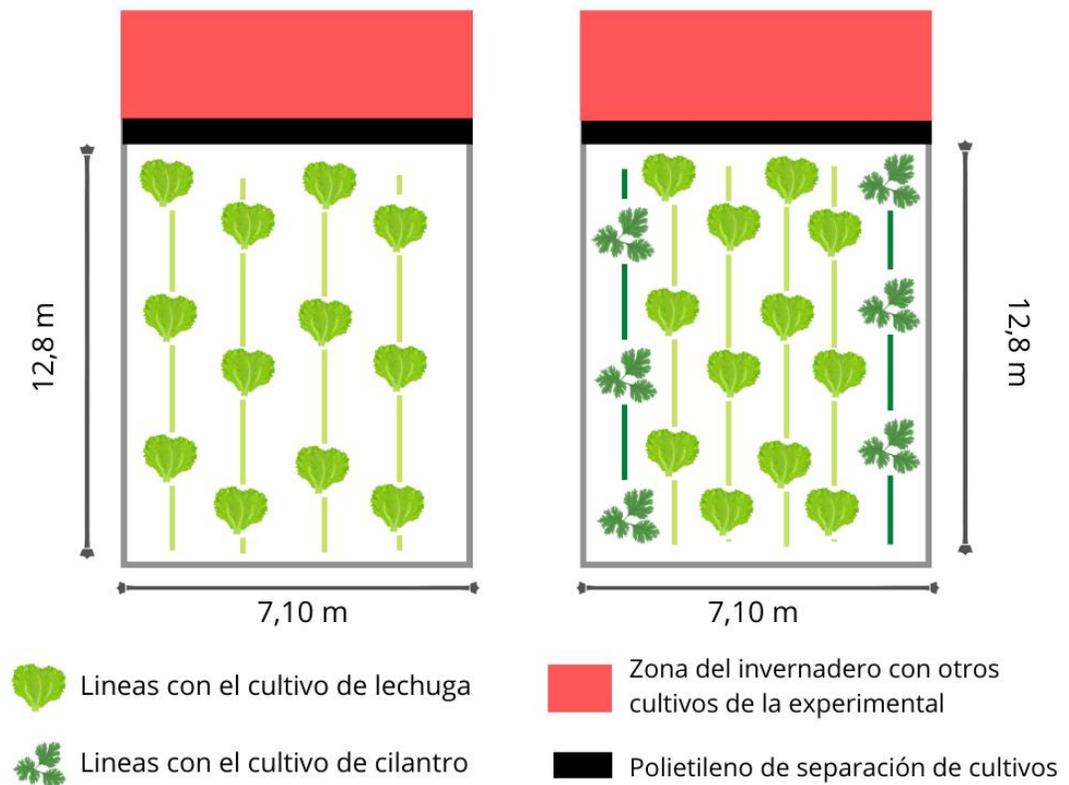


Ilustración 1: Diagrama esquemático del ensayo 1 y 2. El área roja representa zona del invernadero utilizada para otros cultivos de la experimental. Línea negra separación de cultivos por polietileno. Cada recuadro representa a un invernadero diferente.



Fotografía 4: Fotografías del ensayo 1 y 2. A: Lote recién trasplantado del control. B: Poda del cilantro, posibilidad de formación de ramilletes para la venta. C: Floración del cilantro. D: Lote con lechugas recién trasplantadas en la parcela de tratamiento.

Los ensayos 3 (Fotografía 5) , ensayo 4 y ensayo 5 (Fotografía 7) , se realizaron en un solo invernadero con el fin de aumentar las repeticiones y realizar análisis estadísticos fiables. Constaron de dos tratamientos con 4 repeticiones, con un diseño de parcelas distribuidas totalmente al azar. Cada parcela tuvo un área de 15 m² (4m x 3,75m), estuvieron separadas una de otra por una pared plástica de 40 cm de altura con el fin de aislar los efectos del cilantro (Fotografía 6), y constaron de 72 plantas de lechuga cada una. Los tratamientos fueron:

- T1: tratamiento control lechuga sin cilantro y;
- T2: lechuga con cilantro como planta acompañante.

En T1 las lechugas fueron plantadas en 3 surcos a tresbolillo, a una distancia de 25 cm entre planta en cada una de las parcelas, constando cada parcela de 72 plantas de lechuga. En T2, las lechugas fueron plantadas en 3 surcos a tresbolillo, a una distancia de 25 cm entre planta en cada una de las parcelas, constando cada parcela de 72 plantas de lechuga, y además se agregó a cada parcela plantada con las lechugas, plantas de cilantro en los dos bordes longitudinales laterales a 15 cm entre plantas, y complementado con una línea de siembra a chorrillo conjuntamente al surco plantado de cilantro (Ilustración 2).

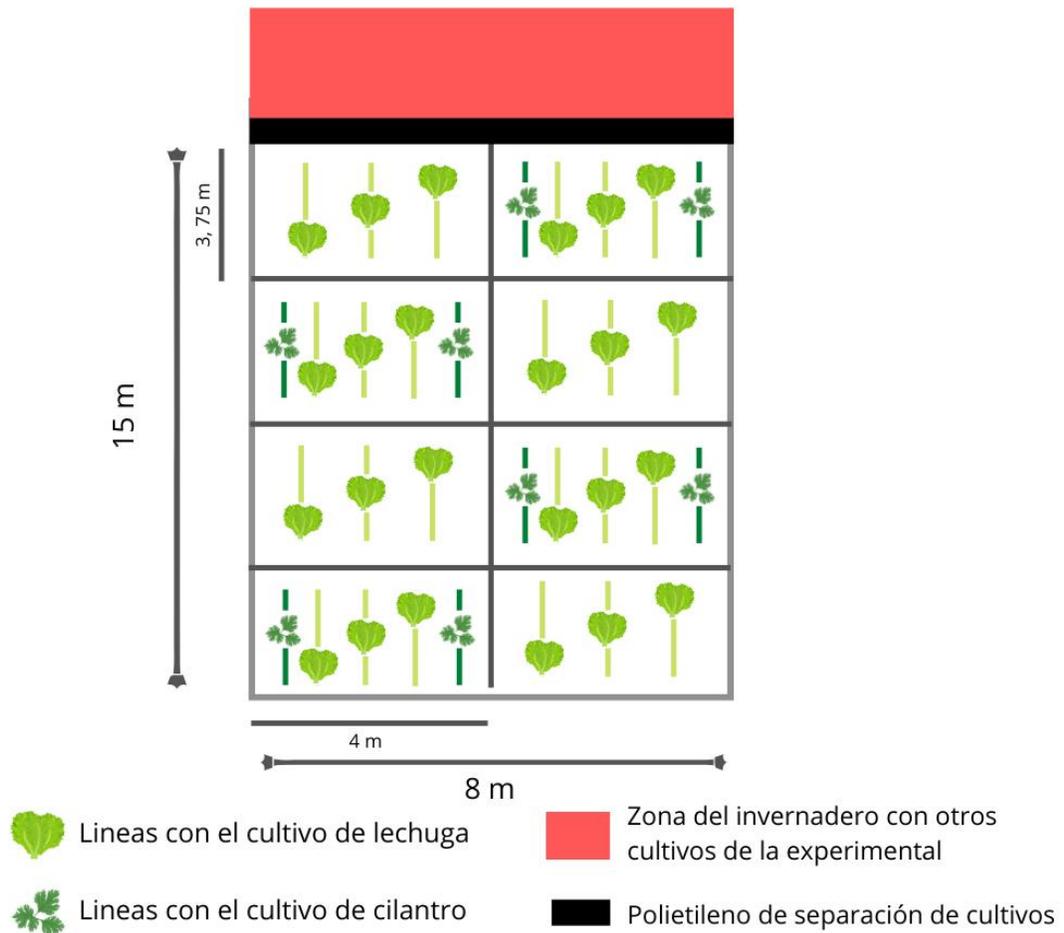


Ilustración 2: Croquis del diseño experimental realizado en el ensayo tres, cuatro y cinco. El área roja corresponde a otros cultivos de la experimental. Las líneas negras y grises corresponden a separaciones de polietileno. Cada parcela presentó una superficie de 15 m²



Fotografía 5: Día de plantación del ensayo tres. A: Parcelas tratamiento donde el cilantro ya se encontraba sembrado. B: Parcelas control.

Ya que los ensayos se estaban desarrollando en temporada de sequía, la cual comenzó en 2019 y continúa hasta 2023 (Servicio Meteorológico Nacional, 2023), situación que afecta a la población de áfidos, se decidió inocular al ensayo 4 y ensayo 5 con áfidos producto de que podría pensarse que su población era baja por el cilantro cuando realmente podría ser por una condición ambiental extrema.

Se realizó una inoculación de áfidos de la especie *N. ribisnigri* cuando las plántulas fueron trasplantadas. Se inocularon 3 plantas por parcela elegidas al azar una de cada surco, tanto en el tratamiento como en los controles. En cada planta se inocularon 30 pulgones quedando así 90 individuos por parcela.



Fotografía 6: A y B: Fotografía panorámica de cómo se realizaron las divisiones con polietileno en las parcelas en los ensayos, tres, cuatro y cinco. C: Parcela de tratamiento. D: Parcela de control.



Fotografía 7: Día de plantación ensayo cinco. A: Lotes listos para el trasplante. B: Plantines de cilantro para trasplantar.

2.4 Variables evaluadas

2.4.1 Evaluación del cilantro como atrayente de enemigos naturales para el control biológico de áfidos

Para la determinación de la efectividad del cilantro como atrayente de enemigos naturales en el cultivo el cual favorece el control biológico sobre la plaga de áfidos se determinaron:

2.4.1.1 Fluctuación de la población de áfidos:

Se determinó la abundancia y riqueza de áfidos presentes sobre las plantas en los diferentes ensayos del cultivo de lechuga, según tratamiento y época del año.

2.4.1.2 Fluctuación de otras plagas (no áfidos):

Se determinó la abundancia de artrópodos plaga, excluyendo a los áfidos, presentes sobre las plantas muestreadas en los diferentes tratamientos de cada ensayo. Se determinó la especie o grupo al cual pertenecían.

2.4.1.3 Presencia de enemigos naturales:

Se determinó la abundancia de enemigos naturales, tanto artrópodos como hongos entomopatógeno, presentes sobre las plantas muestreadas en los diferentes tratamientos de para cada ensayo realizado.

2.4.2 Evaluación de la diversidad de artrópodos influenciados por el cilantro como planta acompañante

2.4.2.1 Presencia de artrópodos:

Se evaluó la abundancia y riqueza de artrópodos en las parcelas al momento de cosecha del cultivo de lechuga y conjuntamente con los cilantros en flor.

2.5 Relevamiento de datos

Para determinar las variables presencia de áfidos, enemigos naturales y plagas secundarias en el cultivo se realizaron diferentes tipos de muestreos a lo largo de las temporadas.

Los muestreos fueron realizados en forma visual, con observaciones en la misma planta, en forma manual. Dada la dinámica espacial de los áfidos dentro de la planta, donde existen especies que habitan cogollo y otras que habitan hoja exterior o combinaciones de ubicación, la unidad muestral “hoja” se compuso por las observaciones de una hoja del cogollo (hojas nuevas internas) y una hoja exterior elegidas al azar.

En casa observación directa sobre la planta, se contabilizaron en la unidad muestral “hoja” los áfidos presentes, otros organismos plaga del cultivo y los enemigos naturales.

Los datos fueron relevados en planillas las cuales se indicó la planta relevada, la cantidad y la especie de los tres grupos antes mencionados.

Cuando fue necesario, se procedió a recolectar ejemplares para su posterior determinación. Las muestras fueron obtenidas de forma manual y colocadas en Eppendorf con alcohol 70%.

Ya que los ensayos se realizaron en diferentes épocas del año, y la longitud del cultivo pudo variar según la temperatura imperante, se estableció como parámetros para realizar el muestreo, las siguientes consideraciones:

- El primer muestreo se realizó cuando las plantas de lechuga tuvieron entre 6 a 7 hojas verdaderas,
- El segundo muestreo se realizó cuando las plantas tuvieron entre 10 a 12 hojas verdaderas, en época cálida coincidente con el momento de cosecha comercial,
- Un tercer muestreo, por el alargamiento del ciclo de cultivo en época invernal, se realizó al momento de la cosecha comercial.

Los datos de los muestreos fueron procesados y agrupados según fecha y tratamiento. Para cada fecha, parcela y tratamiento se clasificaron todos los organismos presentes identificados

En el Ensayo 1 y Ensayo 2 se muestrearon 20 plantas por parcela. Se eligieron al azar y en forma de zig/zag 5 plantas por surco (Ilustración 3).

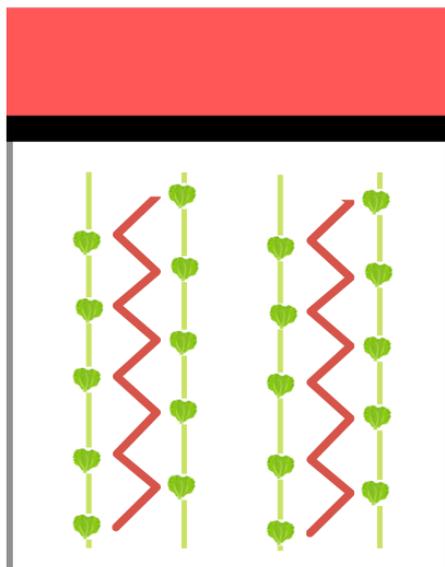


Ilustración 3: Croquis del muestreo realizado en cada una de las parcelas experimentales del ensayo uno y ensayo dos.

En el Ensayo 3, 4 y 5 se muestrearon según protocolo mencionado 6 plantas por parcela. Se eligieron al azar 2 plantas por surco (Ilustración 4).

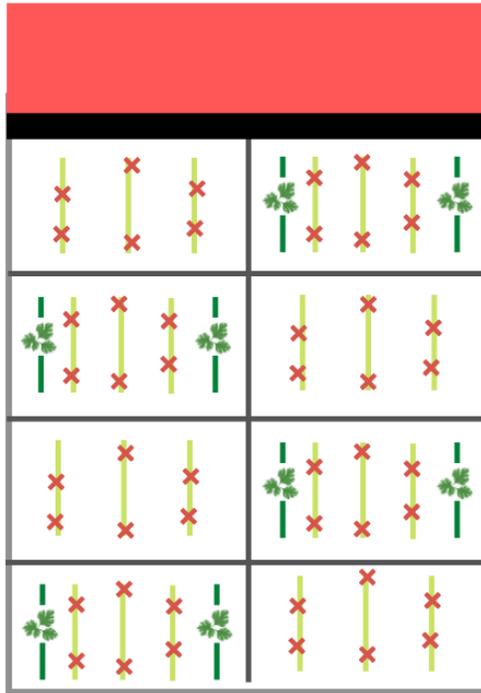


Ilustración 4: Croquis que señala la forma de muestreo realizado en los ensayos tres, cuatro y cinco.

Para la determinación de cambios en la diversidad de los artrópodos presentes en las parcelas se realizaron muestreos mediante aspiración mecánica con aspirador Stihl SH 56/86.

En este caso, se realizó un censo de cada parcela. En cada uno de los muestreos se agruparon las muestras pertenecientes a tratamientos y controles. Es decir, que en los muestreos de las parcelas de 15m², se unificaron las cuatro muestras como muestras tratadas y las cuatro muestras como control, producto de que no se buscó realizar un análisis estadístico *per se*, sino determinar las especies presentes y lo que permitiría comparar con las parcelas grandes del ensayo 1 y 2.

Las aspiraciones fueron realizadas en cuatro momentos diferentes del año, siempre al momento de la cosecha de la lechuga con el cilantro en floración.

Todas las muestras fueron recolectadas en bolsas plásticas y colocadas en frío a 4°C y luego conservadas en alcohol 70% hasta su identificación.

Se realizó un conteo directo de cada una de las especies presentes en las diferentes muestras. Las muestras fueron clasificadas según tratamiento, especie y por época del año.

Ciclo de cultivo	Fecha de realización	Superficie de parcela	Muestreo manual	Muestreo aspiración	Época considerada	Inoculación de áfidos
Ensayo 1	27/2/2019 - 12/4/2019	90,88 m ²	1ero 21/3/2019 (principio de otoño) 2do 12/4/2019 (otoño pleno)	12/4/2019 (otoño pleno)	Otoño	No
Ensayo 2	17/5/2019- 22/8/2019	90,88 m ²	1ero 26/6/2019 (principio de invierno) 2do 2/8/201 (invierno pleno) 3ero 21/8/2019 (invierno pleno)	21/8/2019 (invierno pleno)	Invierno	No
Ensayo 3	27/12/2019- 6/2/2020	15 m ²	1ero 22/1/2020 (verano pleno) 2do 6/2/2020 (verano pleno)	Sin monitoreo	Verano	No
Ensayo 4	6/8/2020 - 28/10/2020	15 m ²	1ero 16/10/2020 (primavera plena) 2do 28/10/2020 (primavera plena)	28/10/2020 (primavera plena)	Primavera	Si
Ensayo 5	28/10/2020- 22/12/2020	15 m ²	1ero 19/11/2020 (fin primavera) 2do 22/12/20 (principio verano)	22/12/20 (principio verano)	Principio de verano.	Si

2.6 Identificación de muestras en laboratorio

La identificación de las muestras fue llevada a cabo en el CEPAVE, dependiente de CONICET-CIC- UNLP, ubicado en la ciudad de La Plata, bajo lupa binocular Leica® M205a con la cual se obtuvieron las fotografías mediante el software anexo al material óptico.

Las muestras de hongos parasitados con *Pandora sp.* fueron identificadas en el CEPAVE por especialistas en el área.

Una de las muestras de aspiración, compuesta por un mrido sin identificación, pero de gran presencia, fue llevada al Museo de Ciencias Naturales, ubicado en la ciudad de La Plata, para su posterior identificación mediante la especialista Eugenia Minghetti. También fue consultado el especialista Pablo Dellape, de la misma institución.

Otras muestras, principalmente de dípteros fueron consultadas con especialistas del Museo Argentino de Ciencias Naturales "Bernardino Rivadavia". Pero dada la falta de especialista en el grupo no se pudo llegar a la especie.

Las especies de ácaros y arañas fueron determinadas por los especialistas en el CEPAVE, dependiente de CONICET-UNLP.

Las muestras de artrópodos de las cuales se pudo llegar a identificar la especie se detallaron con su nombre específico. En las muestras que no pudo ser determinada la especie, se indicó familia, orden o suborden, pero siempre teniendo en cuenta que son especies diferentes, es decir que en los recuentos y análisis no se fusionaron los datos por más que sean iguales órdenes/familia y se indicaron como especie uno, especie dos respectivamente.

2.7 Análisis de datos

2.7.1 Análisis estadístico

El análisis estadístico se realizó mediante software libre Infostat y software Minitab. Se realizó estadística descriptiva de cada uno de los ensayos. Se analizó normalidad mediante test de Shapiro-Wilk y la igualdad de varianzas fue analizada mediante test de Levene. En casos de falta de normalidad y homocedasticidad se realizó transformaciones de variables mediante la transformación de Johnson. Los datos fueron analizados por prueba de Kruskal-Wallis y test de Welch considerando siempre significancias de 0,05.

2.7.2 Análisis de diversidad

Se realizó el cálculo de índice de Shannon- Wiener (H) mediante la fórmula:

$$H = - \sum p_i \times \ln(p_i) \quad [1]$$

dónde: H : índice de Shannon-Wiener; p_i : la proporción de toda la comunidad compuesta por i especies; \ln : logaritmo natural. A valores mayores, mayor será la diversidad de especies en el ecosistema analizado.

Para el análisis estadístico del índice de Shannon-Wiener se realizó prueba t de Hutcheson (Hutcheson 1970):

$$t = \frac{H_a - H_b}{\sqrt{S_{H_a}^2 + S_{H_b}^2}} \quad [2]$$

Dónde: H son los índices de Shannon-Wiener de las dos muestras, y S_H^2 es la varianza del sitio muestral.

Para el cálculo de varianza se utiliza la fórmula:

$$S_H^2 = \frac{\sum p \cdot (\ln p)^2 - \left(\sum p \cdot \ln p\right)^2}{N} + \frac{S-1}{2N^2} \quad [3]$$

Donde: p : la proporción de toda la comunidad compuesta por i especies; \ln : logaritmo natural; N es el número total de integrantes de la muestra y S es el número de especies totales o riqueza de especies.

Los grados de libertad para el análisis estadístico de t se calculan mediante la fórmula:

$$df = \frac{(S_{H_a}^2 + S_{H_b}^2)^2}{\left(\frac{(S_{H_a}^2)^2}{N_a} + \frac{(S_{H_b}^2)^2}{N_b}\right)} \quad [4]$$

Donde: S_H^2 es la varianza del sitio muestral y N es el número total de integrantes de la muestra.

También de forma complementaria se realizó el índice de equidad de Pielou (E_H):

$$E_H = H / \ln S \quad [5]$$

dónde: *Eh*: Índice de equidad de Pielou; *H*: Índice de Shannon - Wiener; *S*: número total de especies; *In*: logaritmo natural. El índice varía entre 0-1 siendo 1 el valor de mayor uniformidad de especies.

y el Coeficiente de Similitud de Jaccard (*I*):

$$I_{ab} = \frac{C}{A + B - C} \quad [6]$$

dónde: *I*: coeficiente de similitud de Jaccard; A: número de especies presentes en el sitio A; B: número de especies presentes en el sitio B; C: número de especies presentes en ambos sitios A y B (Kent y Coker, 1992).

Todos los índices de diversidad fueron calculados para los tratamientos evaluados. Se realizaron análisis con las especies totales presentes y, además, las especies fueron agrupadas en tres categorías para un análisis más específico, siguiendo este criterio:

Especies neutras: aquellas que no afectan positiva ni negativamente al cultivo de lechuga. Se incluyeron dípteros, míridos sin identificar e individuos de Cicadidae que no pudieron considerarse plaga.

Especies plaga: se incluyeron todas las especies conocidas que afectan al cultivo directamente consideradas plagas en el cultivo de lechuga. Incluye: áfidos, trips, lepidópteros defoliadores, la especie *Nezara viridula* (Linnaeus, 1758) y *Diabrotica speciosa* (Germar, 1824). La especie *Microtechnites spegazzinii* (Berg, 1883) fue incluida ya que es una especie fitófaga que ataca otros cultivos, pero no existe información de su comportamiento en lechuga por ser una especie no citada en este cultivo.

Especies de enemigos naturales: se incluyeron todas las especies conocidas que son enemigos naturales con potencial de controlar las plagas de lechuga. Se incluyeron coccinélidos, neurópteros depredadores, *Tupiocoris cucurbitaceus* (Spinola, 1852), sírfidos, arañas, ácaros conocidos como depredadores, e individuos del grupo Braconidae, los cuales no pudieron ser identificados al nivel de especie, pero por la dinámica de comportamiento del grupo se estima que se comportan como enemigos naturales.

CAPÍTULO III

3. RESULTADOS

3.1 Evaluación del cilantro como atrayente de enemigos naturales para el control biológico de áfidos

3.1.1 Fluctuación de la población de áfidos:

Ensayo 1

En el Ensayo 1 los principales organismos muestreados correspondieron a la especie *A. gossypii* en ambos tratamientos. En ambos muestreos los controles presentaron menor presencia de individuos respecto a los tratamientos con cilantro. A partir del segundo muestreo los valores superaron los UDE (Tabla 1).

Tabla 1: Valores medios de áfidos/hoja para el ensayo 1.

		Media de áfidos/hoja
<i>Primer muestreo</i>	Control	0.00
	T2	0.95
<i>Segundo muestreo</i>	Control	1.75
	T2	10.05

Los valores de mediana también fueron superiores en los tratamientos con cilantro. Respecto al análisis estadístico, en ambos muestreos hubo diferencias significativas entre T1 y T2 respecto a la cantidad de áfidos en las parcelas a favor del control (Kruskal Wallis: $p < 0.0001$) (Gráfico 1).

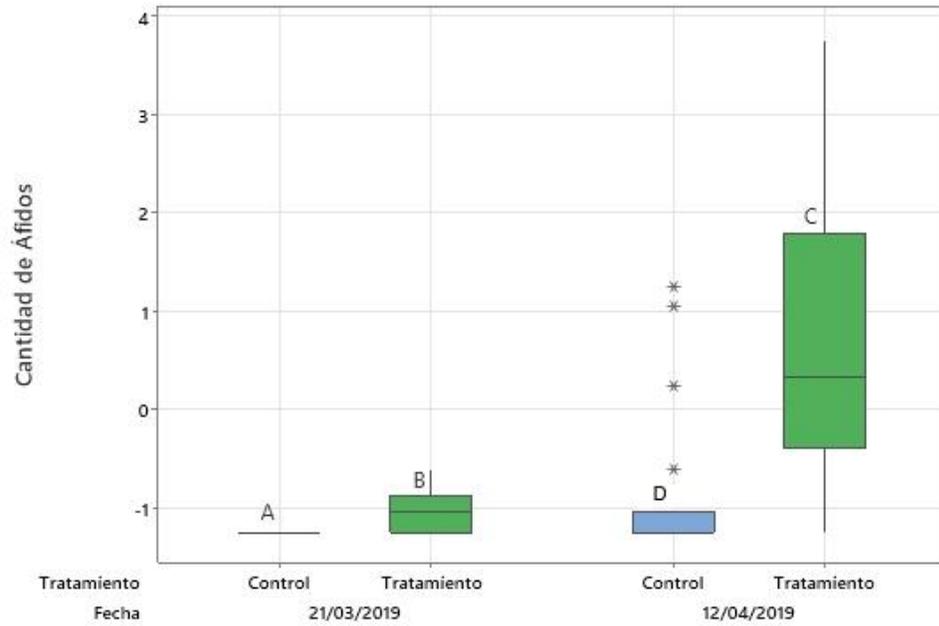


Gráfico 1: Gráfico de cajas para cantidad de áfidos (abundancia) relevados en el ensayo 1. El análisis estadístico se realizó entre tratamientos a igual fecha de muestreo, a letras iguales entre tratamiento no existen diferencias significativas. Los asteriscos representan valores extremos de los datos.

Al final del ciclo, se observaron individuos de *N. ribisnigri* en algunas plantas, no incluidas en las muestreadas.

Ensayo 2

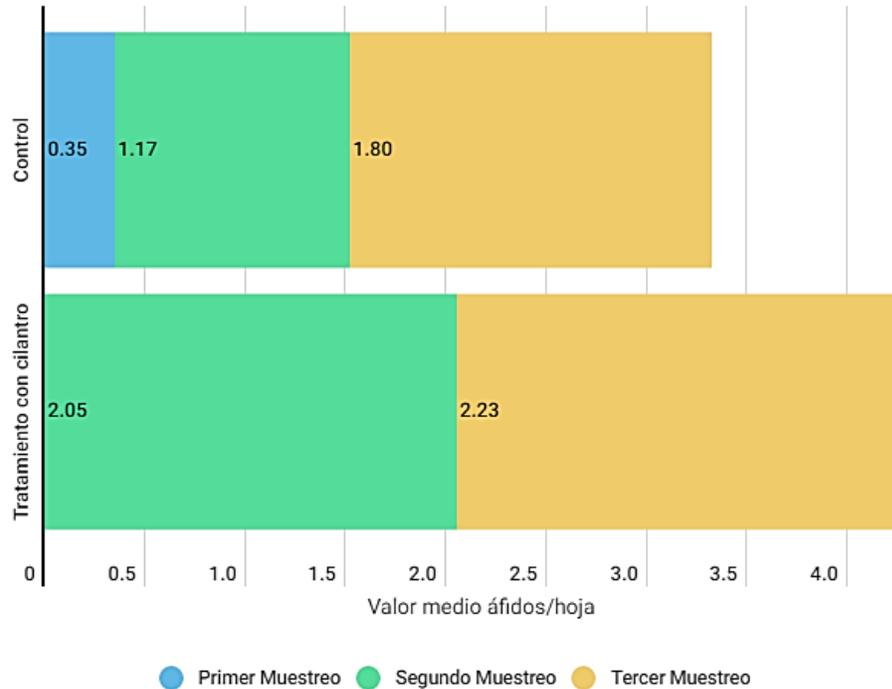


Gráfico 2: Valor medio de la densidad áfidos/hoja según momento de muestreo del ensayo 2.

En el Ensayo 2, la plaga principal fue el áfido *N.ribisnigri*. A lo largo de los muestreos hubo un aumento de la población de esta especie en ambos tratamientos. En el primero muestreo, los tratamientos con cilantro no presentaron individuos de este áfido pero a partir del segundo muestreo, el tratamiento se infectó con áfidos y comenzó a aumentar la población manteniéndose también en el tercer muestreo (Gráfico 2). Los valores de mediana fueron superiores en el tratamiento con cilantro a partir del segundo muestreo, también al final del ensayo aumento los valores de cuartiles Q1 y Q3 ubicándose entre 0,5 y 3 áfidos/hoja respectivamente, contra 0 y 1 de los cuartiles del control (Gráfico 3).

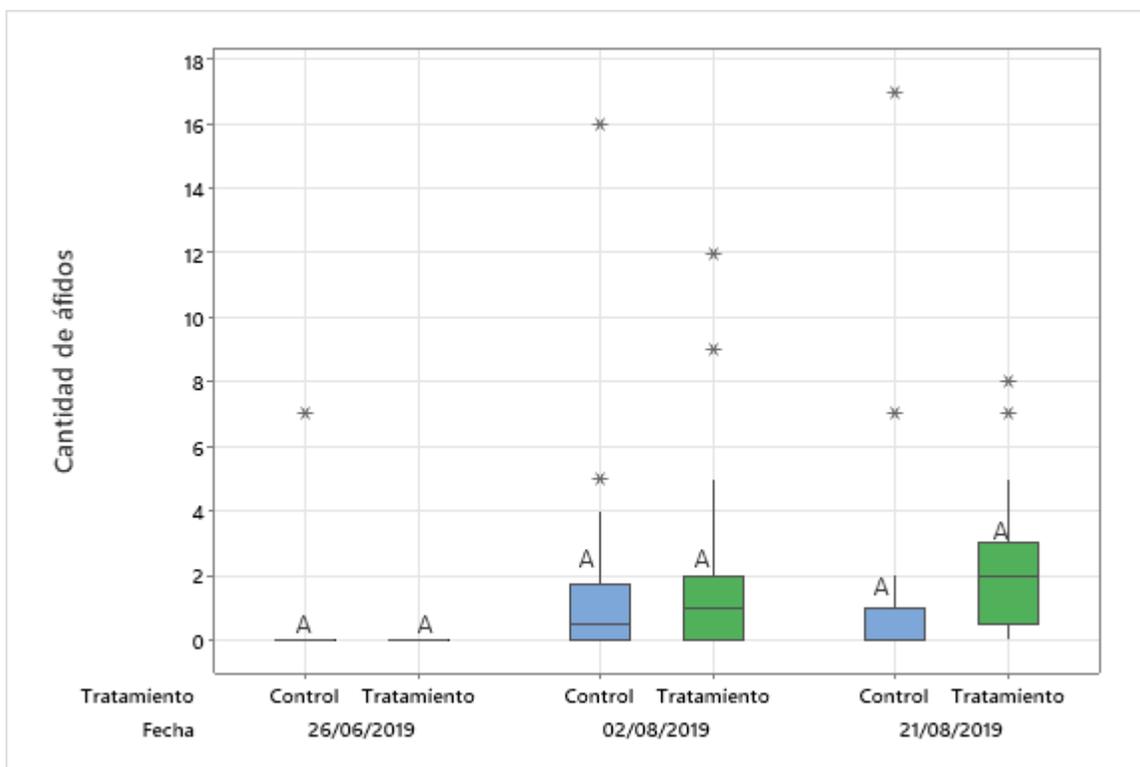


Gráfico 3: Gráfico de cajas para cantidad de áfidos (abundancia) relevados en el ensayo 2. El análisis estadístico se realizó entre tratamientos a igual fecha de muestreo, a letras iguales entre tratamiento no existen diferencias significativas. Los asteriscos representan valores extremos de los datos.

Si bien, los T2 presentaron una tendencia en contar con mayor cantidad de individuos respecto a los valores medios, los controles siempre tuvieron mayores valores máximos extremos de individuos por planta. No hubo diferencias significativas entre T1 (control) y T2 respecto a la cantidad de áfidos en las parcelas (Kruskal Wallis: $p= 0,3748$).

Ensayo 3

En el ensayo 3 la mayor presencia de áfidos estuvo dada por la especie *N. ribisnigri*. En este ensayo podemos determinar que el número de áfidos registrados por hoja en todos los casos fue muy inferior al UDE (Tabla 2). En esta época del año, se pudo determinar que los áfidos no fueron la plaga principal del cultivo.

Tabla 2: Valores de media de áfidos/hoja para el ensayo 3.

		Media de áfidos/hoja
Primer muestreo	Control	0.29a
	T2	0.00a

Segundo muestreo

Control	0.00a
T2	0.08a

El análisis estadístico mostró que no existieron diferencias significativas entre los T1 (control) y T2 respecto a la cantidad de áfidos en las parcelas (Kruskal Wallis: $p= 0,5761$).

Ensayo 4

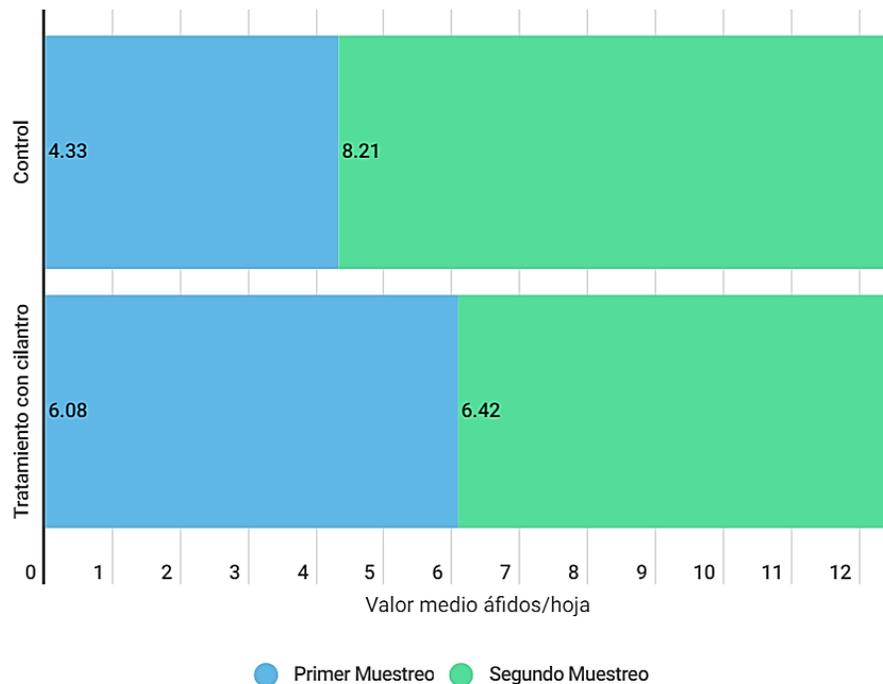


Gráfico 4: Valor medio de la densidad áfidos/hoja según momento de muestreo del ensayo 4.

En el Ensayo 4, el inóculo con *N. ribisnigri* se desarrolló ampliamente entre los tratamientos con valores medios superiores a 4 áfidos/hoja en todos los casos (Gráfico 4). En el primer muestreo los controles presentaron el 50% de las muestras concentradas entre 0 y 7,5 áfidos/hoja ($Q1=0$ y $Q3=7,5$) a diferencia del T2 donde estuvieron concentradas entre 3 y 8,75 áfidos/hoja ($Q1=3$ y $Q3=8,75$) mostrando una tendencia a que los pulgones se desarrollaron de forma más efectiva en los tratamientos. Esta situación mostró un cambio para el segundo muestreo, donde los controles y T2 presentaron valores similares de cuartiles y medianas (Gráfico 5) y hubo una tendencia al descenso de la media (Gráfico 4). En el

segundo muestreo, también se pudo destacar que existieron valores extremos más altos de áfidos/hoja en los controles que en los tratamientos.

No existieron diferencias significativas entre los T1 y T2 respecto a la cantidad de áfidos en las parcelas (Prueba de Welch: $p= 0,317$).

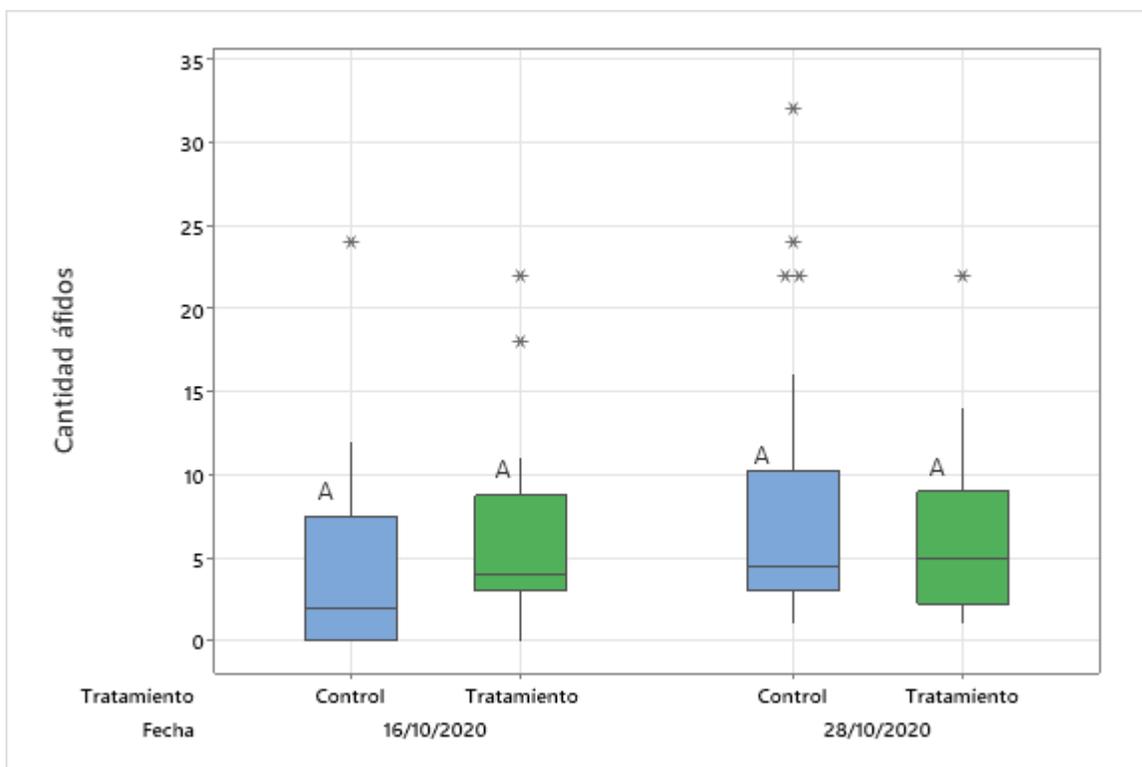


Gráfico 5: Gráfico de cajas para cantidad de áfidos (abundancia) relevados en el ensayo 4. El análisis estadístico se realizó entre tratamientos a igual fecha de muestreo, a letras iguales entre tratamiento no existen diferencias significativas. Los asteriscos representan valores extremos de los datos.

Ensayo 5

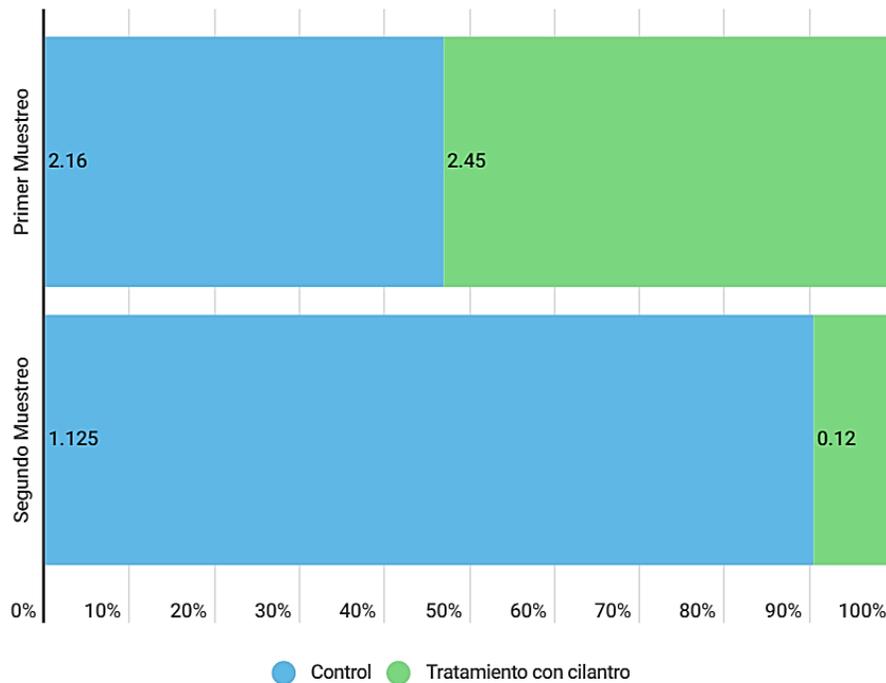


Gráfico 6: Valor medio de densidad de áfidos/hoja según muestreo de monitoreo del ensayo 5.

En el Ensayo 5, la única especie de áfidos registrada fue *N. ribisnigri*. Si bien el ensayo se encontraba inoculado, las otras especies del complejo de áfidos no desarrollaron. En el análisis de cajas (Gráfico 7) se pudo observar fácilmente que a un mes de la inoculación, en el primer muestreo la población de áfidos, estaba establecida. El 50% de las muestras mostraron para los T2 entre 1 a 4 áfidos/hoja ($Q1=1$; $Q3=4$) y los controles entre 0 y 3 áfidos/hoja ($Q1=0$; $Q3=3$). Los valores de las medias por hoja de áfidos cayeron para al final del ensayo en ambos tratamientos (Gráfico 6) y en ambos casos, las medianas están en un valor de 0. Esta abrupta caída de los individuos pudo estar relacionado con el fuerte aumento de temperatura del mes de diciembre, aunque de igual modo hubo una tendencia a una reducción mayor en el T2 de la cantidad de áfidos. El análisis estadístico señaló que no hubo diferencias significativas entre los tratamientos en ningún caso (Kruskal Wallis: $p= 0,3273$).

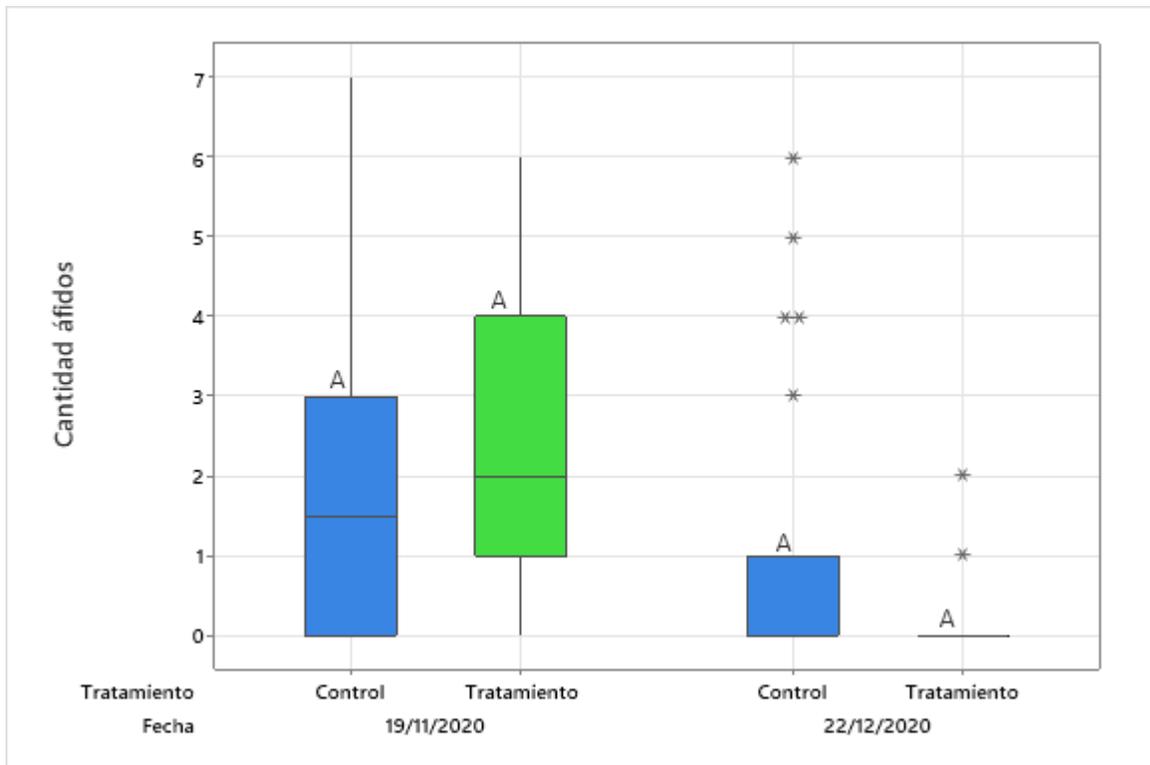


Gráfico 7: Grafico de cajas para cantidad (abundancia) de áfidos presentes en el ensayo 5. Se separó por tratamiento y fecha de monitoreo. El análisis estadístico se realizó entre tratamientos a igual fecha de muestreo, a letras iguales entre tratamiento no existen diferencias significativas. Los asteriscos representan valores extremos de los datos.



Fotografía 8: Fotografía de individuos recolectados. A. *N. ribisnigri*. B: *Thrips* sp. Fotografía tomada con microscopio digital.

3.1.2 Fluctuación de otras plagas (no áfidos):

Ensayo 1

En el Ensayo 1 la principal plaga secundaria registrada fue *D. speciosa*. Estos individuos aparecieron en los dos muestreos, tanto en los controles como en los tratamientos con cilantro. El valor medio para el control fue de 0,15 *Diabrotica*/hoja y luego aumento a 0,25 *Diabrotica*/hoja. En los T2 hubo un aumento mayor entre los muestreos pasando de 0,05 a 0,25 *Diabrotica*/hoja. En ningún caso hubo diferencias significativas (Kruskal Wallis: $p=0,56$).

Las otras plagas secundarias presentes fueron lepidópteros y moscas blancas en muy baja proporción (Gráfico 8). Para todas las plagas secundarias que se presentaron en el ensayo no existieron diferencias estadísticamente significativas (Kruskal Wallis: $p=0,0949$).

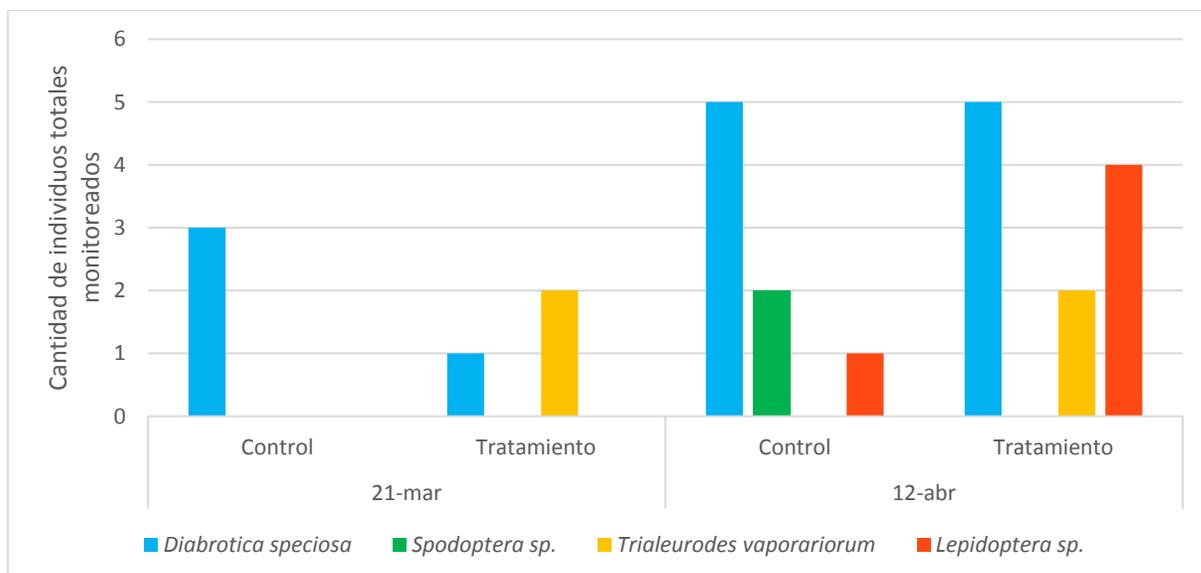


Gráfico 8: Cantidad individuos (abundancia) de plagas secundarias relevados en el ensayo 1. Se separaron por tratamiento y fecha de muestreos. Se clasificaron los individuos por especie o género.

Ensayo 2

En el Ensayo 2 las plagas secundarias que se registraron, fueron larvas de lepidópteros (sin identificar) en el T2 en el último muestreo, y *Trialeurodes vaporariorum* (Westwood), en el control en el segundo muestreo. Ambas en muy baja cantidad. Para las plagas secundarias presentes no existieron diferencias significativas (*Kruskal Wallis*: $p= 0,96$).

Ensayo 3

El Ensayo 3 mostró una presencia fuerte de trips. Para el primer muestreo las medias de trips/hoja fueron bajas (0,09 trips/hoja) pero con un aumento en el segundo muestreo principalmente en el control. El control presentó el 50% de sus valores entre 0 a 6 trips/hoja a diferencia del tratamiento que se ubicaron entre 0-1 trips/hoja (Gráfico 9: Gráfico de cajas para cantidad (abundancia) de trips presentes en el ensayo 3. Se separó por tratamiento y fecha de muestreo.). La mediana también fue superior en el control frente al tratamiento. La presencia

de la población de trips mostró diferencias significativas respecto a los tratamientos T1 (control) y T2 para el segundo muestreo (Kruskal Wallis: $p < 0.0001$) (Gráfico 9).

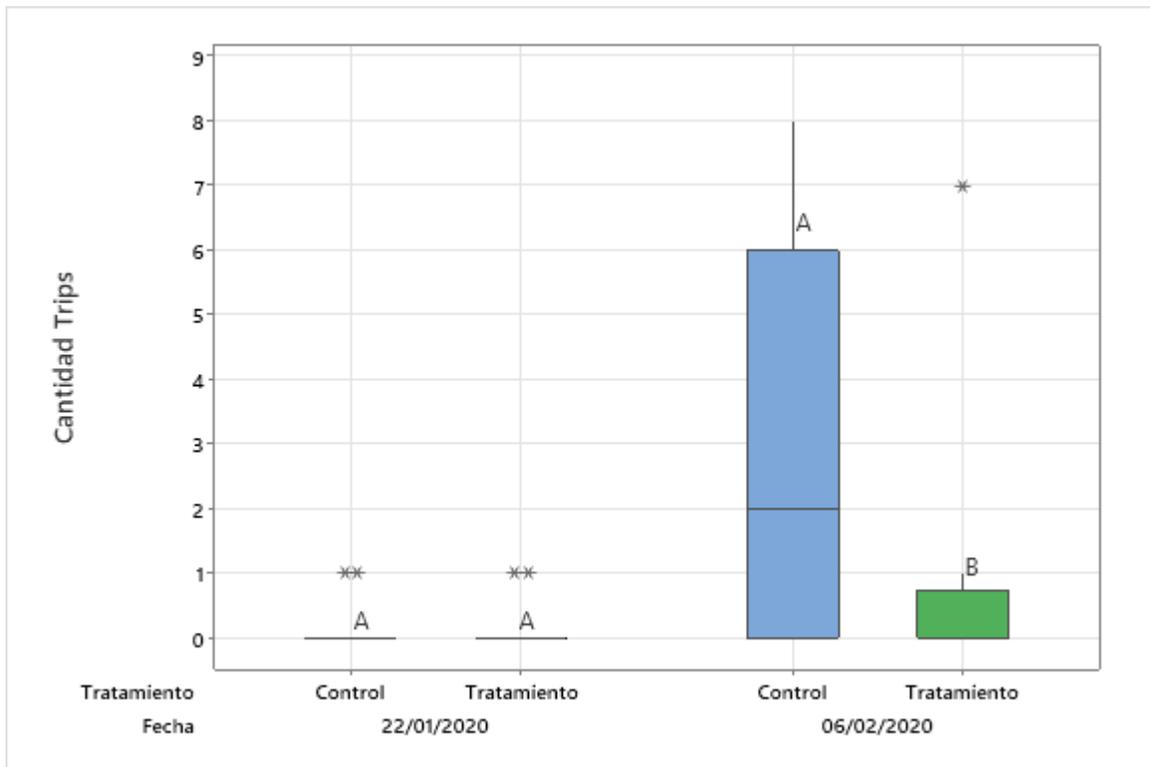


Gráfico 9: Gráfico de cajas para cantidad (abundancia) de trips presentes en el ensayo 3. Se separó por tratamiento y fecha de muestreo. El análisis estadístico se realizó entre tratamientos a igual fecha de muestreo, a letras iguales entre tratamiento no existen diferencias significativas. Los asteriscos representan valores extremos de los datos.

Además de trips, en T1 hubo en el primer muestreo individuos de otras especies plagas como *D. speciosa*, *T. vaporariorum*, *Tetranychus urticae* (Koch, 1836) y *N. viridula* en mayor proporción respecto a los tratamientos con cilantro. Para el segundo muestreo hubo un aumento en ambos tratamientos de *T. urticae* frente a otras especies (Gráfico 10).

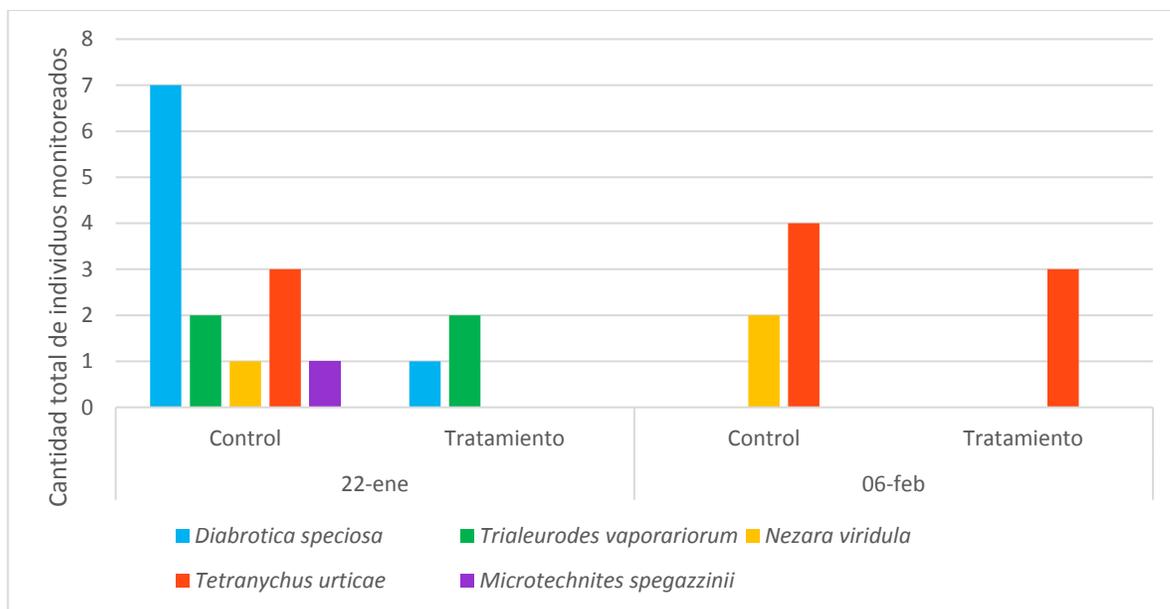


Gráfico 10: Cantidad individuos (abundancia) de plagas secundarias relevados en el ensayo 3. Se separaron por tratamiento y fecha de muestreo. Se clasificaron los individuos por especie.

Ensayo 4

En el Ensayo 4 la plaga secundaria se registró solamente en el primer muestreo del T1 (control) y en el segundo muestreo del T2 (con cilantro). En ambos casos la especie fue *Spodoptera sp.* La media para ambos registros fue 0,04 larvas/hoja. En análisis estadístico no mostro diferencias significativas entre tratamientos (Kruskal Wallis: $p = > 0,99$).

Ensayo 5

En el Ensayo 5 solo aparecieron plagas secundarias en el segundo muestreo (Gráfico 11). En ambos tratamientos se destaca la aparición de *M. spegazzinii* y de trips. Los controles tuvieron presencia de *Spodoptera sp.*

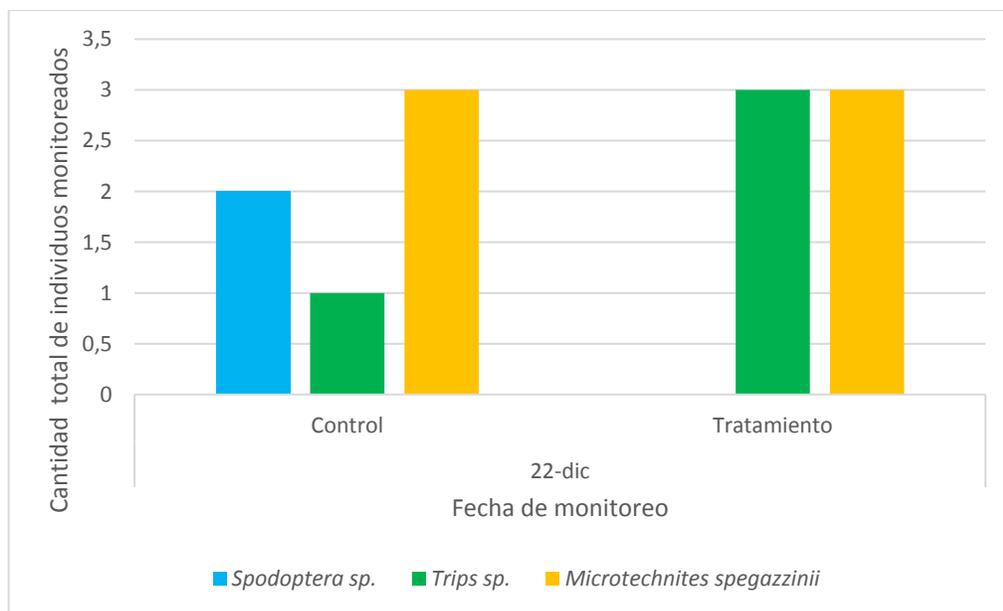


Gráfico 11: Cantidad de individuos (abundancia) de plagas secundarias relevados en el ensayo 5. Se clasificaron por especie o género.

Los valores medios del grupo de plaga secundaria en su totalidad fueron de 0,25 plaga secundaria/hoja y medianas de 0 plaga secundaria/hoja para ambos tratamientos. Las plagas secundarias no mostraron diferencias significativas entre los tratamientos (Kruskal Wallis: $p = > 0,999$).

3.1.3 Presencia de enemigos naturales:

Ensayo 1

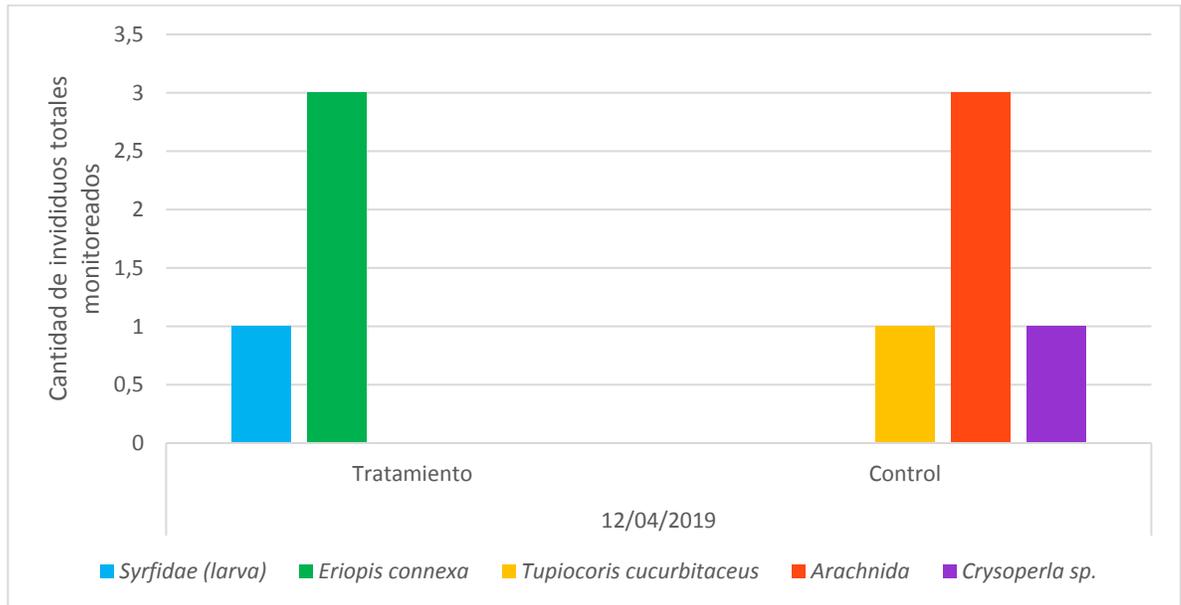


Gráfico 12: Recuento de individuos (abundancia) separados por especies de enemigos naturales muestreados en el ensayo 1. Se clasificaron por fecha de muestreo y tratamiento.

En el Ensayo 1 los enemigos naturales, se hicieron presentes a partir de segundo muestreo y en muy baja proporción. El control tuvo presencia de *T. cucurbitaceus* en un valor medio de 0,1 *tupiocoris*/hoja. También se encontraron larvas de crisópidos e individuos de Arachnida con un valor medio de 0,15 arañas/hoja. En los tratamientos con cilantro aparecieron otras especies de EN como *Eriopis connexa* (Germar) y larvas de sírfidos. El coccinélido fue el que estuvo en mayor proporción con un valor medio de 0,15 *Eriopis*/hoja (Gráfico 12).

Para los enemigos naturales no existieron diferencias significativas entre tratamientos (Kruskal Wallis: $p=0,7321$).

La presencia de *T. cucurbitaceus* en T1 (control) estuvo influenciada por el cultivo vecino de la parcela, que se trató de tomate al final de su ciclo. En los T2, el tomate fue retirado, pero en los controles, el tomate quedó abandonado y muchos individuos emigraron al cultivo de lechuga.

Ensayo 2

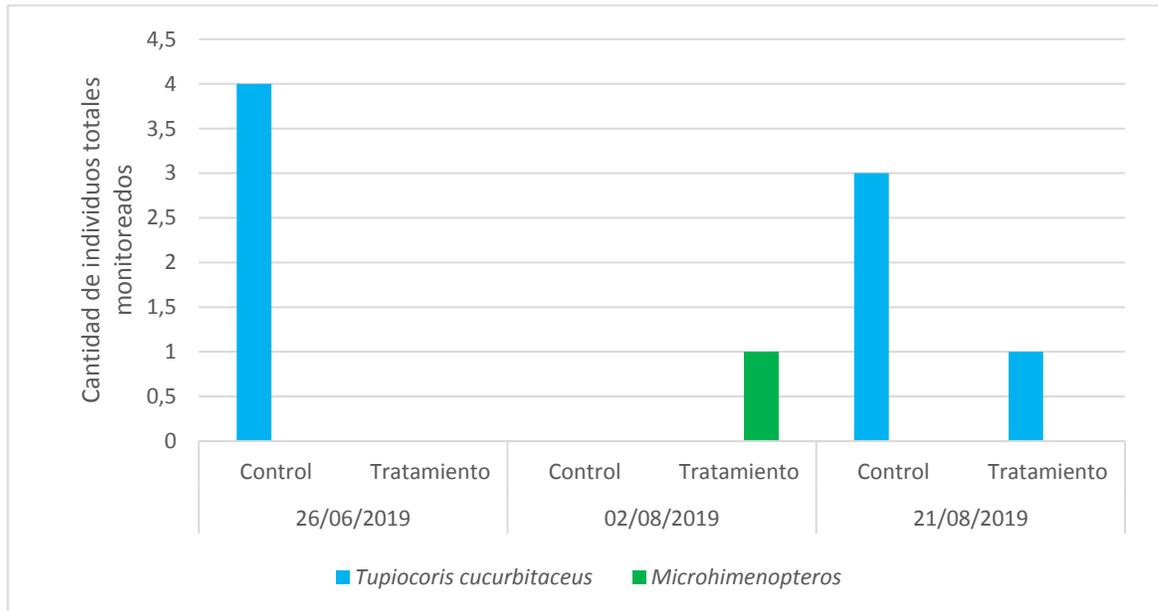


Gráfico 13: Recuento de individuos (abundancia) separados por especies de enemigos naturales muestreados en el ensayo 2. Se clasificaron por fecha de muestreo y tratamiento.

En el Ensayo 2 para el primer muestreo se registró la presencia de *T. cucurbitaceus* solo en el control. Esto se debió a que el cultivo de tomate continuó abandonado en el lote compartido. Este enemigo natural apareció recién al final del ciclo de cultivo en los tratamientos (Gráfico 13). En los tratamientos con cilantro se registraron micro himenópteros sobre el cultivo, pero en muy baja proporción. Para los enemigos naturales totales que se encontraron presentes no hubo diferencias significativas (Kruskal Wallis: $p= 0,9567$).

Asimismo, se registró la presencia del hongo entomopatógeno *Pandora sp.* Se realizó el conteo de las momias de áfidos resultantes de su parasitismo.

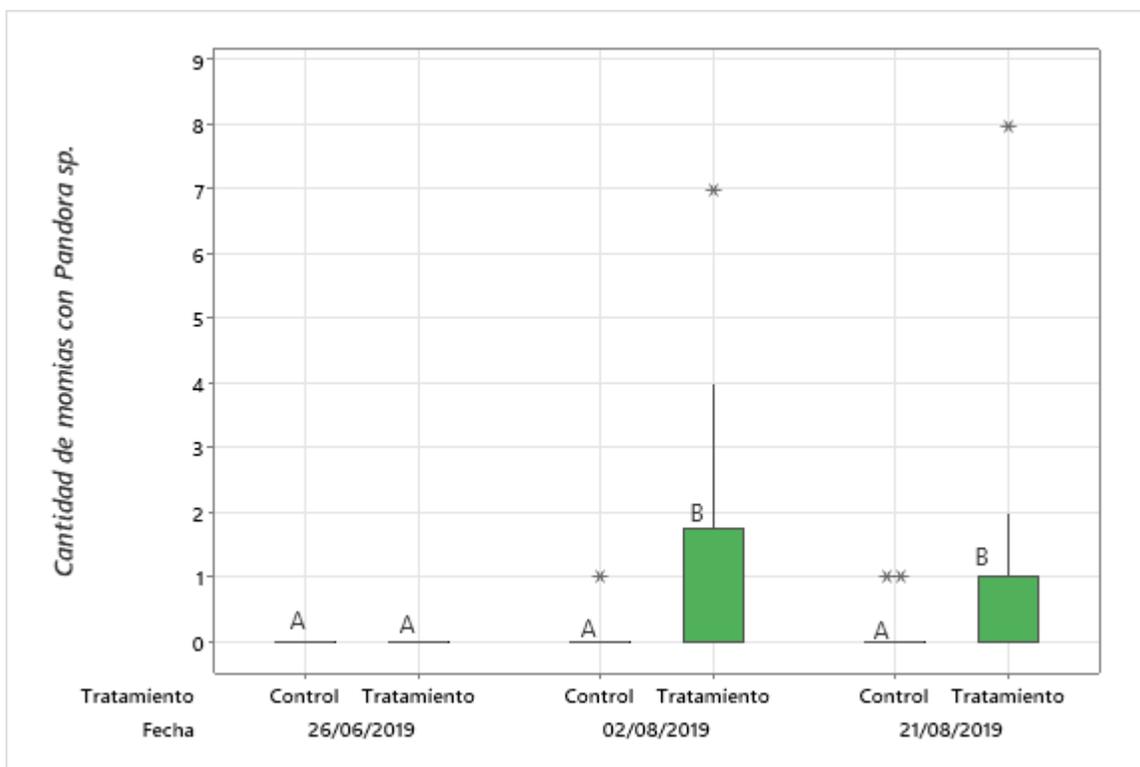


Gráfico 14: Gráfico de cajas para cantidad (abundancia) de momias de áfidos infectadas con *Pandora sp.* presentes en el ensayo 3. Se separó por tratamiento y fecha de muestreo. El análisis estadístico se realizó entre tratamientos a igual fecha de muestreo, a letras iguales entre tratamiento no existen diferencias significativas. Los asteriscos simbolizan valores extremos de los datos.

Las momias de áfidos aparecieron recién en el segundo muestreo. El mayor valor de momias se dio en el tratamiento con una media de 1,1 momias de áfidos/hoja. En todos los casos, los T2 tendieron a registrar mayores valores medios de parasitismo y mayores valores máximos de momias de áfidos (Gráfico 14: Gráfico de cajas para cantidad (abundancia) de momias de áfidos infectadas con *Pandora sp.* presentes en el ensayo 3. Se separó por tratamiento y fecha de muestreo. El análisis estadístico se realizó entre tratamientos a igual fecha de muestreo, a letras iguales entre tratamiento no existen diferencias significativas.).

Respecto al análisis estadístico, existieron diferencias significativas respecto a los pulgones infectados con *Pandora sp.* entre los tratamientos (Prueba de Welch: $p = 0.002$). En el lote con cilantro *Pandora sp.* apareció antes respecto al control y se mantuvo a lo largo del tiempo.

Ensayo 3

En el Ensayo 3, si bien hubo un bajo número de individuos relevados, la mayor abundancia perteneció al grupo de las arañas (Gráfico 15). En el primer muestreo, los controles tuvieron presencia de arañas, micro himenópteros y momias de áfidos infectadas con *Pandora sp* con una media global de 0,17 EN/hoja, contra una media de 0,04 EN/hoja en los tratamientos con cilantro representado por el grupo de arañas.

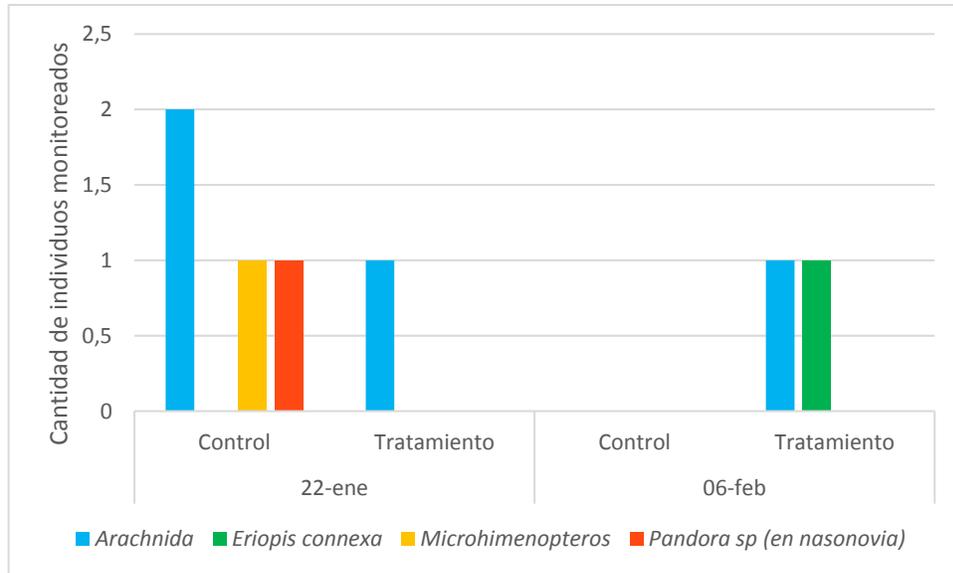


Gráfico 15: Recuento de individuos (abundancia) separados por especies de enemigos naturales muestreados en el ensayo 3. Se clasificaron por fecha de muestreo y tratamiento.

En el segundo muestreo, en los controles no se encontraron enemigos naturales, pero si en los tratamientos, con la aparición de larvas de *E. connexa*. Para este muestreo, la media del tratamiento con cilantro aumento a 0,08 EN/hoja. La cantidad de individuos muestreados como enemigos naturales, no mostró diferencias significativas entre tratamientos T1 (control) y T2 (Kruskal Wallis: $p= 0,6962$).

Ensayo 4

En el Ensayo 4, hubo mayor abundancia de especies de enemigos naturales en el T2 que en T1, principalmente en el primer muestreo. En todos los tratamientos se destaca la presencia de *E. connexa* con mayor cantidad de individuos relevados en los controles. Los tratamientos con cilantro presentaron micro himenópteros y arañas, que no se encontraron en el control (Gráfico 16). Respecto a los valores medios, los controles presentaron valores superiores en

los dos muestreos (Tabla 3), pero en ambos casos la presencia de enemigos naturales, no mostro diferencias significativas entre los tratamientos (Kruskal Wallis: $p= 0,9785$).

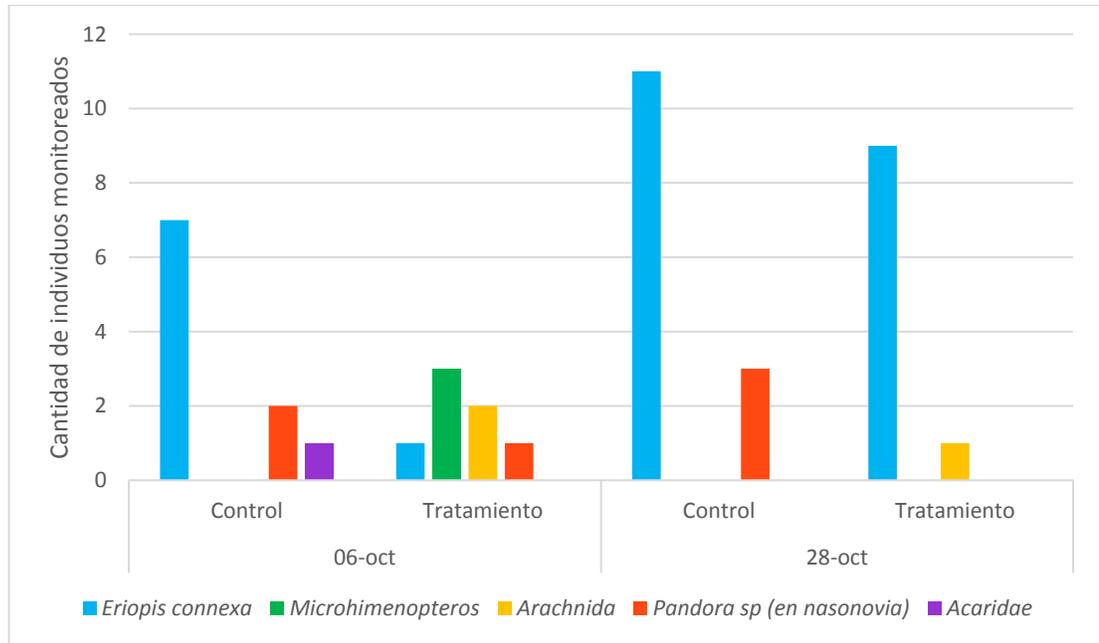


Gráfico 16: Recuento de individuos (abundancia) separados por especies de enemigos naturales muestreadas en el ensayo 4. Se clasificaron por fecha de muestreo y tratamiento.

La presencia de larvas de *E. connexa* lo posiciono como el enemigo natural principal de este ensayo. Los controles presentaron valores superiores en media para este parámetro (Tabla 3) en ambos muestreos, sin presentar diferencias significativas respecto a los tratamientos (Kruskal Wallis: $p= 0,6743$), sin embargo, podemos determinar que hubo una tendencia al aumento de la población *E. connexa* en el T2 entre los muestreos.

		Media de EN/hoja	Media larva de <i>Eriopis connexa</i> /hoja
<i>Primer muestreo</i>	Control	0.38a	0.29a
	T2	0.29a	0.04a
<i>Segundo muestreo</i>	Control	0.58a	0.42a

T2	0.42a	0.38a
----	-------	-------

Tabla 3: Valores medios de Enemigos Naturales/hoja (EN/hoja) y de larvas de *Eriopis connexa*/hoja para cada uno de los muestreos y de los tratamientos del ensayo 4. El análisis estadístico se realizó entre tratamientos a igual fecha de muestreo, a letras iguales entre tratamiento no existen diferencias significativas.



Fotografía 9: Fotografías tomadas del ensayo 4 al momento de los muestreos. A: Araña sobre el cultivo de lechuga. B: *Eriopis connexa* sobre el cultivo de lechuga.

Ensayo 5

En el Ensayo 5, los enemigos naturales presentaron mayor variedad de especies en T2 representados principalmente por individuos del grupo de arañas y larvas de crisopas, los cuales no se registraron en los controles sin cilantro (Gráfico 17).

En todos los tratamientos en este ensayo, se destaca la presencia de larvas de sírfidos sobre las hojas muestreadas. En el segundo muestreo también, aparecieron ácaros depredadores (*Parasitidae*) y una mayor proporción de *T. cucurbitaceus*

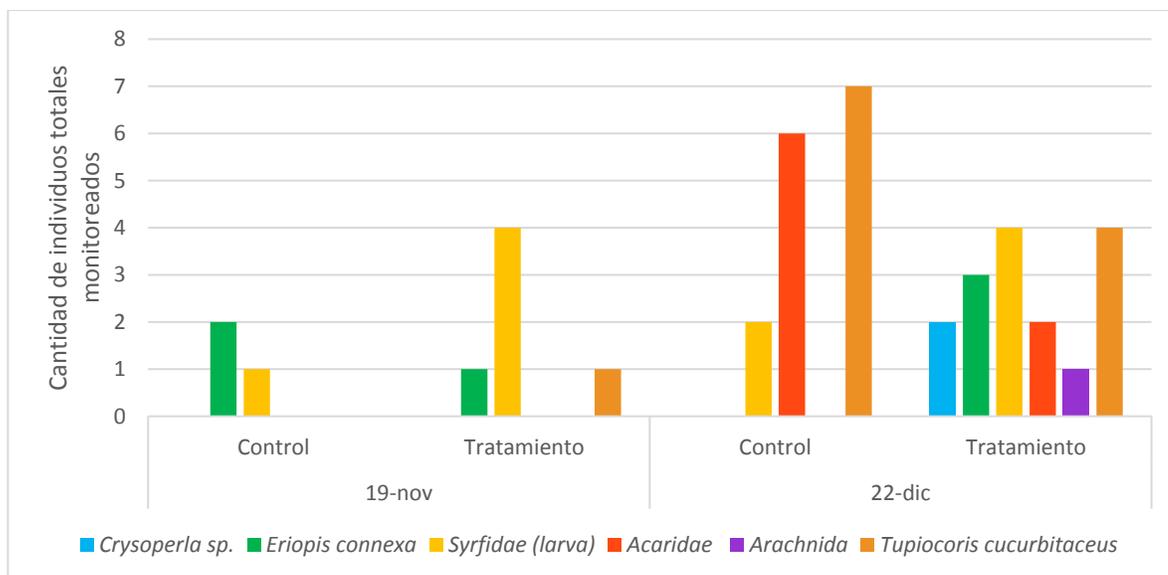


Gráfico 17: Recuento de individuos (abundancia) separados por especies o géneros de enemigos naturales muestreadas en el ensayo 5. Se clasificaron por fecha de muestreo y tratamiento.

Si consideramos a los enemigos naturales en su conjunto se puede observar que hubo un aumento en la media de enemigos naturales/hoja entre los muestreos, pero sin diferencias significativas entre ellos (Kruskal Wallis: $p= 0,9204$) (Tabla 4:Valores medios de Enemigos Naturales/hoja (EN/hoja) y de larvas de sirfidos/hoja para cada uno de los muestreos y de los tratamientos del ensayo 5. El análisis estadístico se realizó entre tratamientos a igual fecha de muestreo, a letras iguales entre tratamiento no existen diferencias significativas.. Sin embargo, hubo una tendencia de aumento de enemigos naturales en las parcelas con cilantro

		Media de EN/hoja	Media larva de Sírfidos/hoja
<i>Primer muestreo</i>	Control	0.12a	0.04a
	T2	0.16a	0.08a
<i>Segundo muestreo</i>	Control	0.45a	0.25a
	T2	0.66a	0.17a

Tabla 4:Valores medios de Enemigos Naturales/hoja (EN/hoja) y de larvas de sirfidos/hoja para cada uno de los muestreos y de los tratamientos del ensayo 5. El análisis estadístico se realizó entre tratamientos a igual fecha de muestreo, a letras iguales entre tratamiento no existen diferencias significativas.

La cantidad de sírfidos no presentaron diferencias estadísticamente significativas entre T1 (control) y T2 (Kruskal Wallis: $p= 0,4221$), aunque las larvas de sírfidos se presentaron con mayor tendencia en los T2 para ambos muestreos.

3.2 Evaluación de la diversidad de artrópodos influenciados por el cilantro como planta acompañante

Se realizó el análisis de diversidad teniendo en cuenta todos los datos a lo largo de las cuatro temporadas del año, diferenciando entre los tratamientos. Se observó que el T2 no presenta diferencias significativas para índice de Shannon-Wiener (H) respecto al T1 (control), es decir que en el análisis global son igualmente diversos. El Índice de equidad de Pielou (Eh) es un valor bastante similar, indicando una uniformidad semejante entre los tratamientos (Tabla 5).

	<i>In. de Shannon - Wiener (H)</i>	<i>In. equidad (Eh)</i>
<i>T2</i>	2.24a	0.66
<i>T1 (control)</i>	2.06a	0.65

Tabla 5: Valores de índices de diversidad tomando en cuenta todos los ensayos a lo largo del año. Letras diferentes indican diferencias significativas ($P < 0,05$) según *t* de Student realizado por pares de tratamientos.

Al separar el análisis en las diferentes estaciones del año de muestreo se pudo determinar que existieron diferencias significativas para el índice H en los muestreos de invierno y primavera y, por lo tanto, hay una diferencia de diversidad entre los tratamientos y controles. En cambio, los muestreos de otoño y verano no mostraron diferencias significativas, es decir que, con el aumento de las temperaturas, los dos sitios evaluados fueron igualmente diversos (Gráfico 18).

Si consideramos Eh, los tratamientos con cilantro presentaron mayor uniformidad frente a los controles en 3 estaciones del año, solo en el caso del otoño el control se mostró más uniforme frente al tratamiento (Gráfico 18).

Respecto al coeficiente de Jaccard (I) apoya y complementa lo señalado en el índice H (Gráfico 19). En el verano y el otoño, existieron especies similares tanto en los controles como los tratamientos con valores de I de aproximadamente 0,5. En cambio tanto en primavera como invierno, los sitios dejan de mostrar semejanza entre ellos respecto a las especies presentes con valores de I de invierno= 0,1 y I de primavera=0,22.

Podemos determinar que, tanto para primavera como invierno, no solo los sitios evaluados son diferentes en relación a las especies presentes entre ellos, sino que, además, por los valores de H los tratamientos son más diversos respecto a los controles y también tienen una distribución más equitativa. El cilantro, está modificando el ambiente de cultivo de forma tal, que permitió en las estaciones de bajas temperaturas y menor actividad de los artrópodos, mantener una diversidad en el lote.

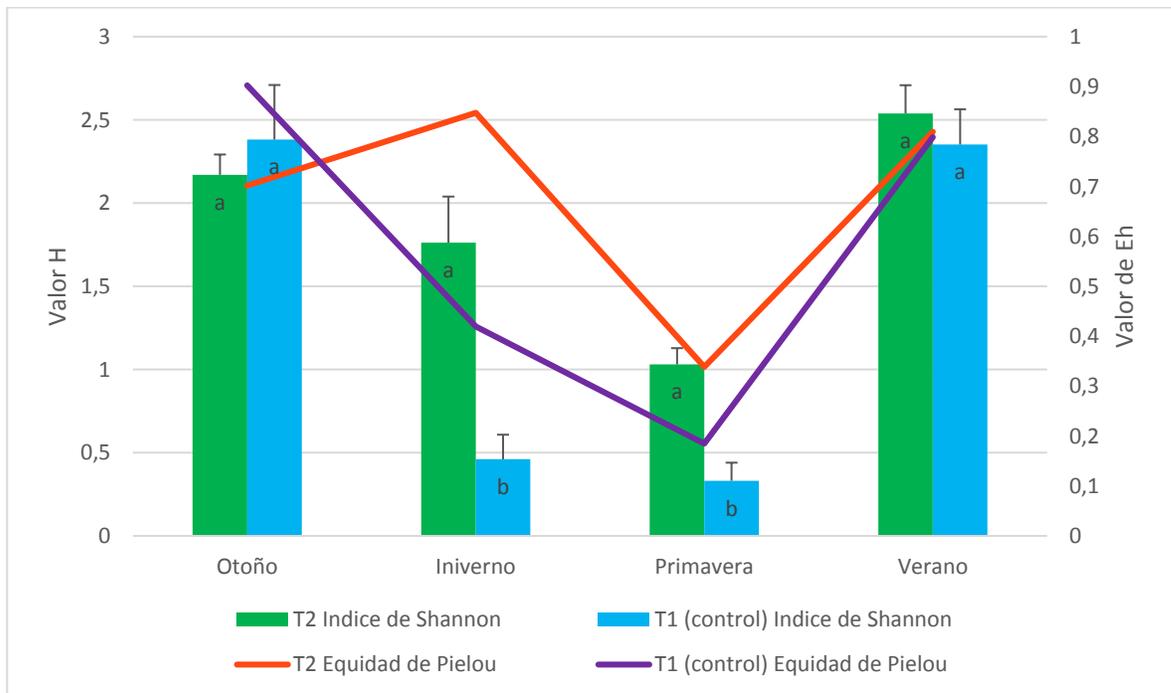


Gráfico 18: Análisis de Índice de Shannon-Wiener (H) e Índice de equidad de Pielou (Eh) para los diferentes tratamientos en las diferentes estaciones del año. Las barras indican H en eje primario. Las líneas de error indican e.t. Letras diferentes indican diferencias significativas ($P < 0,05$) según t de Student realizado por pares de tratamientos. Las líneas indican Eh representado en el eje secundario.

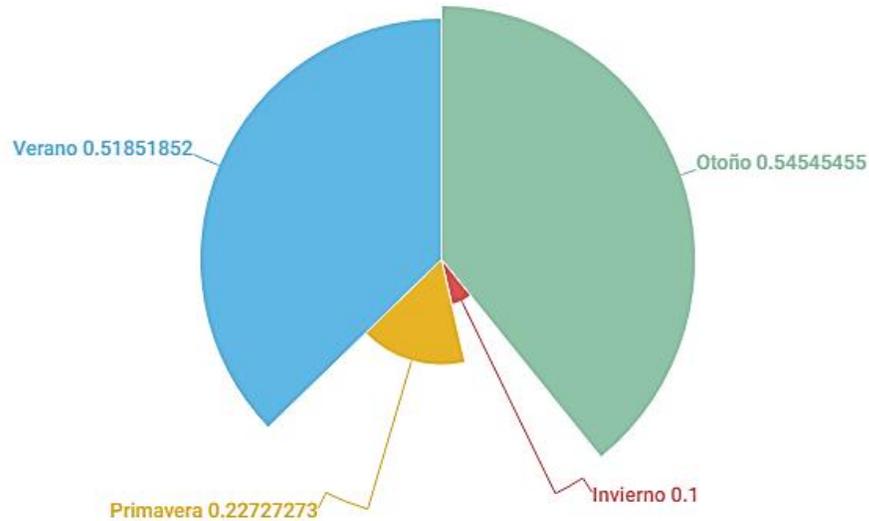


Gráfico 19: Coeficiente de similitud de Jaccard para cada época de muestreo. Las comparaciones están realizadas entre las especies presentes en el control y el tratamiento.

Monitoreo 1

En primer término, el Índice de Shannon – Wiener no presentó diferencias significativas entre los tratamientos (Gráfico 18) es decir que en forma general los dos eran igualmente diversos. Al analizar las especies presentes, se pudo determinar que existió un gran número de individuos y especies que se consideraron neutras (Tabla 6-Tabla 7) en los dos sitios analizados. El I muestra que existe una similitud entre las especies presentes ($I = 0,6$). Gran parte de las especies que no fueron compartidas estaban relacionadas a las flores del cilantro.

Respecto a las plagas, los dos tratamientos fueron igualmente diversos (Gráfico 20) y similares en las especies plaga que presentaron (Gráfico 21). El T2 fue menos uniforme con un gran porcentaje de individuos de *N. ribisnigri* y el T1 (control) una mayor presencia de trips (Gráfico 23) aunque presento una mayor uniformidad.

Al considerar los enemigos naturales conocidos pudimos observar que en T2 son más diversos respecto al control mostrando diferencias significativas en el valor de H (Gráfico 20). Además, el índice I presento valores menores respecto a los otros dos grupos de especies diferenciados indicando que las especies presentes en los dos sitios eran diferentes. El valor de Eh fue similar en el tratamiento y control, es decir que estuvieron igualmente distribuidas.

El T1 (control) tuvo una alta presencia de tres especies de enemigos naturales: *T. cucurbitaceus*, braconidos y arañas. El T2 presentó, además de las anteriores, *E.connexa* y sírfidos (Gráfico 22).

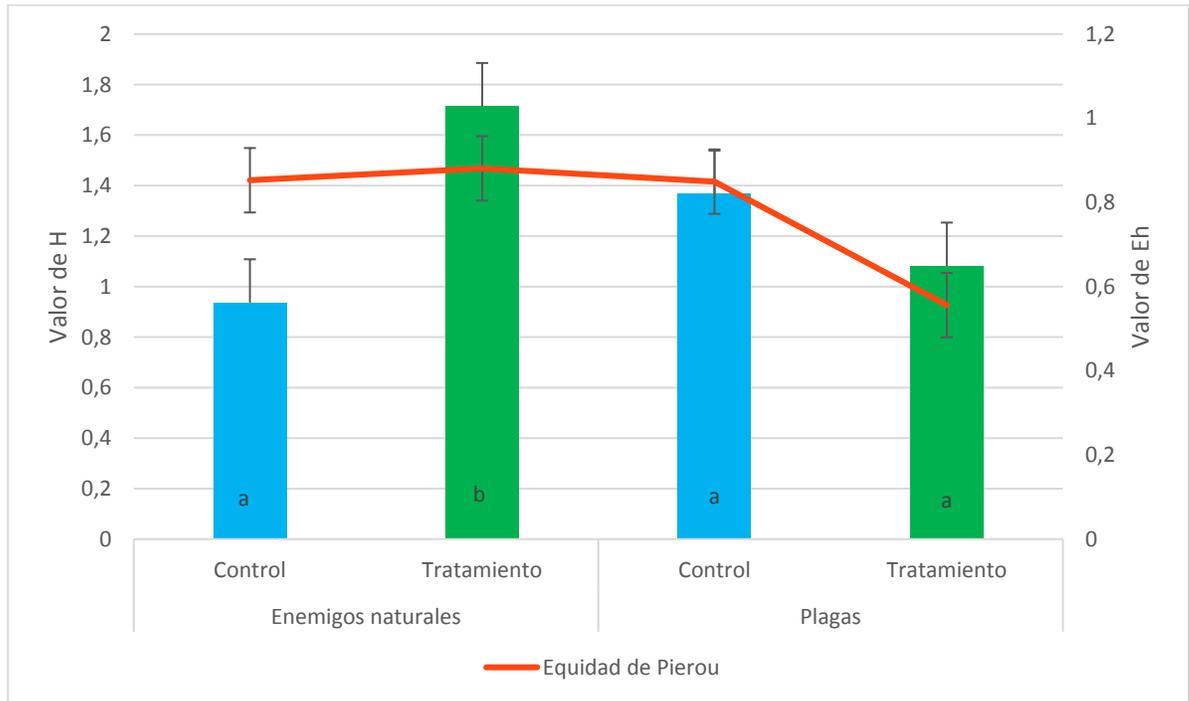


Gráfico 20: Índice de Shannon-Wiener para el monitoreo 1. Las barras indican el valor de H para cada tratamiento diferenciado el grupo de enemigos naturales y plagas. Letras diferentes indican diferencias significativas ($P < 0,05$) según t de Student, realizado por pares de tratamientos La línea indica Eh. En ambos casos las líneas de error indican e.t.

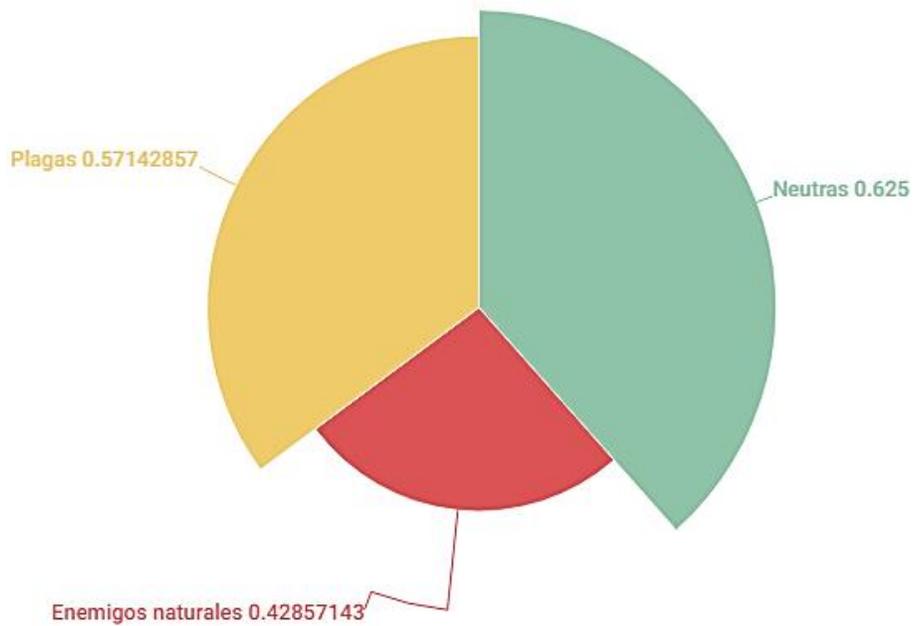


Gráfico 21: Coeficiente de Jaccard para monitoreo 1. Se separaron las especies por grupo funcional.

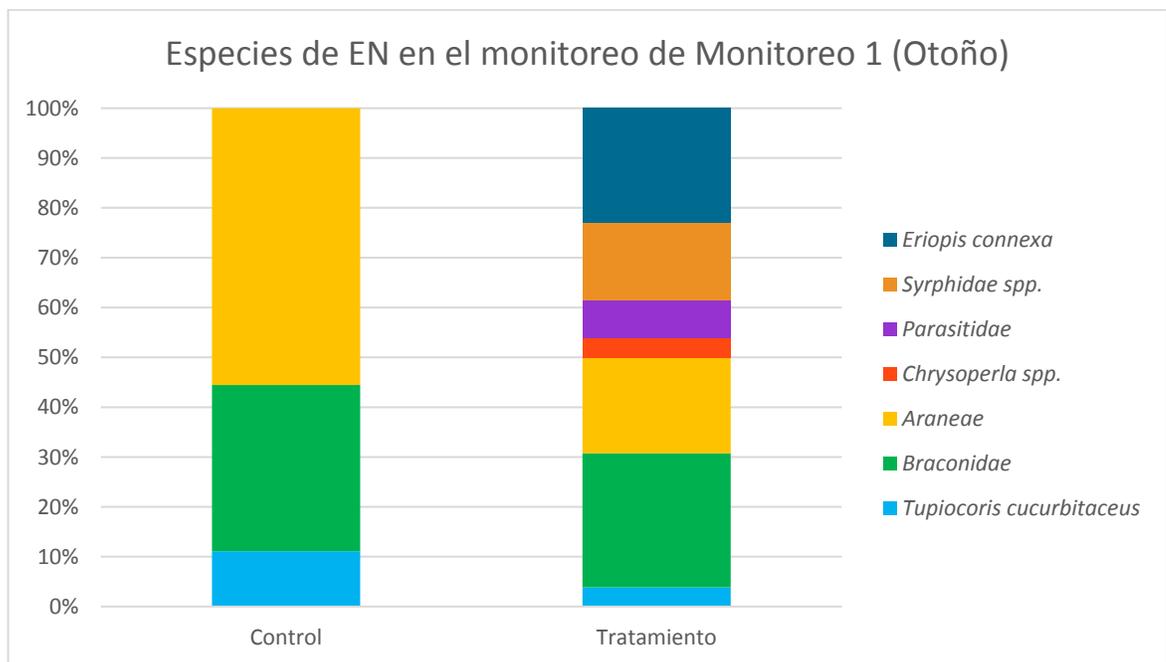


Gráfico 22: Porcentaje de individuos del grupo de enemigos naturales relevados en la época otoñal en los tratamientos separados por especie o grupo al que pertenecen.

Especies de plagas en el Monitoreo 1 (Otoño)

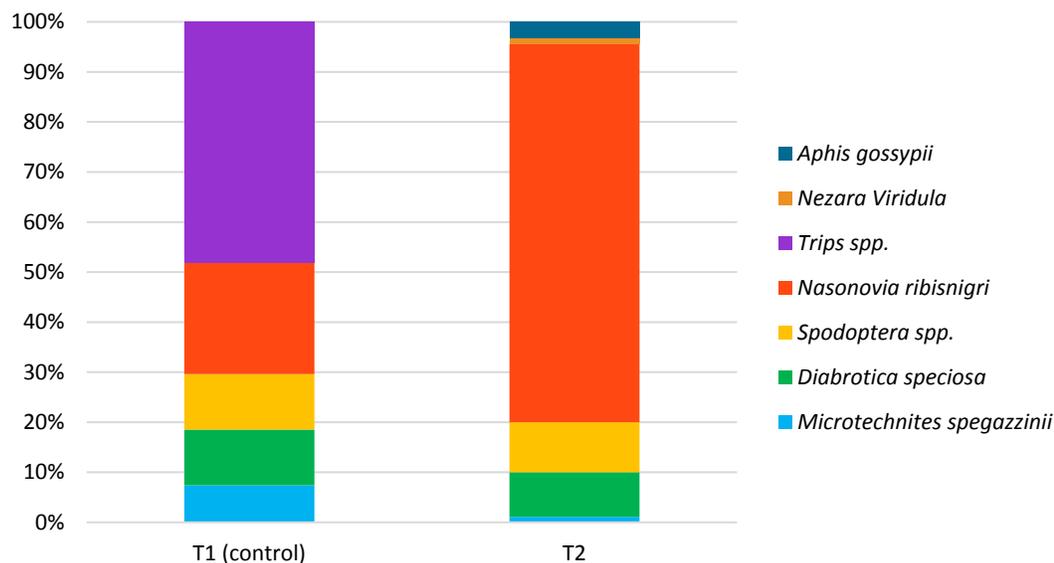


Gráfico 23: Porcentaje de individuos del grupo de plagas relevados en el monitoreo 1 en los tratamientos separados por especie o grupo al que pertenecen..

Control otoñal

Orden	Suborden	Familia	Especie	Cantidad
<i>Araneae</i>		Anyphaenidae		1
		Linyphiidae		3
		Oxyopidae		1
		Thomisidae		1
<i>Coleóptera</i>		Chrysomelidae	<i>Diabrotica speciosa</i>	3
<i>Díptera</i>	Acalyptratae	Chloropidae	<i>Especie 1</i>	6
			<i>Especie 2</i>	1
			<i>Especie 3</i>	2
	Calyptratae	Anthomyiidae	<i>Especie 1</i>	2
<i>Hemíptera</i>	Auchenorrhyncha	Cicadidae	<i>Especie 1</i>	3
	Heteroptera	Miridae	<i>Microtechnites spegazzinii</i>	2
			<i>Tupiocoris cucurbitaceus</i>	1
		Lygaeidae (Orsillinae)	<i>Especie 1</i>	2
	Sternorrhyncha	Aphididae	<i>Nasonovia ribisnigri</i>	6
<i>Himenóptera</i>	Apocrita	Braconidae	<i>Especie 1</i>	3
<i>Lepidóptera</i>	Ditrysia	Noctuidae	<i>Spodoptera spp.</i>	3
<i>Thysanoptera</i>		Thripidae	<i>Trips sp.</i>	13

Tabla 6: Individuos totales relevados en el monitoreo 1 otoño en la parcela control.

Tratamiento otoñal

Orden	Suborden	Familia	Especie	Cantidad
<i>Araneae</i>		Anyphnidae		1
		Araneidae		2
		Lynyphiidae		1
		Thomisidae		1
<i>Coleóptera</i>	Adephaga	Carabidae	<i>Especie 1</i>	2
		Chrysomelidae	<i>Diabrotica speciosa</i>	8
		Coccinellidae	<i>Eriopis connexa</i>	6
<i>Díptera</i>	Acalypratae		<i>Especie 3</i>	29
		Chloropidae	<i>Especie 2</i>	11
	Acalypratae		<i>Especie 1</i>	134
	Brachycera	Drosophilidae	<i>Drosophila sp.</i>	43
	Calyptratae	Anthomyiidae	<i>Especie 1</i>	6
	Nematocera	Cecidomyiidae	<i>Especie 1</i>	8
		Syrphidae	<i>Syrphidae sp.</i>	4
<i>Hemíptera</i>	Auchenorrhyncha	Cicadidae	<i>Especie 1</i>	27
	Heteroptera	Lygaeidae (Orsillinae)	<i>Especie 1</i>	7
		Miridae	<i>Microtechnites spegazzinii</i>	1
			<i>Tupiocoris cucurbitaceus</i>	1
		Pentatomidae	<i>Nezara Viridula</i>	1
	Sternorrhyncha	Aphididae	<i>Aphis gossypii</i>	3
		<i>Nasonovia ribisnigri</i>	68	
<i>Himenóptera</i>	Apocrita	Braconidae	<i>Especie 1</i>	7
<i>Lepidóptera</i>	Ditrysia	Noctuidae	<i>Spodoptera sp.</i>	9
		Parasitidae		2
<i>Neuroptera</i>		Crysopidae	<i>Chrysoperla sp.</i>	1

Tabla 7: Individuos totales relevados en el monitoreo 1 en la parcela tratamiento.



Fotografía 10: Especímenes de: A: *Drosophila sp.* y B: *Lygaeidae* (Especie 1) recolectados mediante muestreos de aspiración. Foto obtenida con lupa binocular Leica® M205a.

Monitoreo 2

En el análisis general de todas las especies presentes, el Índice de Shannon - Wiener mostró diferencias significativas entre la diversidad del tratamiento y el control ($H_t=1,76$ frente a $H_c=0,46$). También, basados en la equidad de Pielou, en los tratamientos las especies presentes estuvieron mejor distribuidas que en el control.

Al analizar los grupos de especies presentes, respecto a las plagas el T1 (control) presentó un $H=0$ es decir que solo existió una especie plaga dominante, al cual fue *N. ribisnigri*. Para los tratamientos con cilantro las dos plagas que estuvieron presentes fueron *Spodoptera sp.* y *N. ribisnigri* (Tabla 9-Tabla 10). Esta situación también se reflejó en el coeficiente de Jaccard el cual tomo un valor de 0,5. No hubo diferencias significativas para los índices H para este grupo.

Respecto a los enemigos naturales, el H en este caso presentó diferencias significativas (Gráfico 24). El tratamiento control no presentó individuos registrados a diferencia de T2, donde hubo presencia de enemigos naturales de dos grupos: braconidos y arañas (Gráfico 25), por ello el I arroja un valor de 0 (Tabla 8).

También, el tratamiento tuvo mayores especies neutras, y diferentes al control ($I=0$), lo que parecería indicar que el cilantro podría estar actuando de refugio o fuente de alimentación alternativa para estos individuos en la época de reposo.

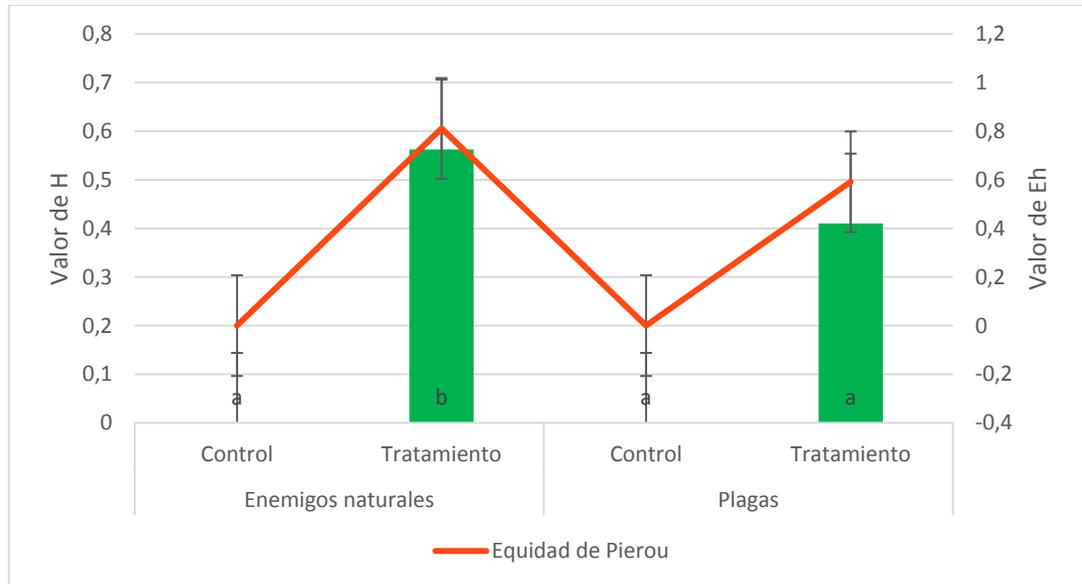


Gráfico 24: Índice de Shannon-Wiener para el monitoreo 2. Las barras indican el valor de H para cada tratamiento diferenciando el grupo de enemigos naturales y plagas. Letras diferentes indican diferencias significativas ($P < 0,05$) según t de student, realizado por pares de tratamientos. La línea continua indica valor de Equidad de Pierou. En ambos casos las líneas de error indican e.t.

Grupo de especies	Coefficiente de Similitud de Jaccard
Enemigos naturales	0
Neutras	0
Plagas	0,5

Tabla 8: Coeficiente de similitud de Jaccard para el monitoreo 3 por grupo de especies.

Especies de plagas y EN presentes en el T2 del Monitoreo 2 (Invierno)

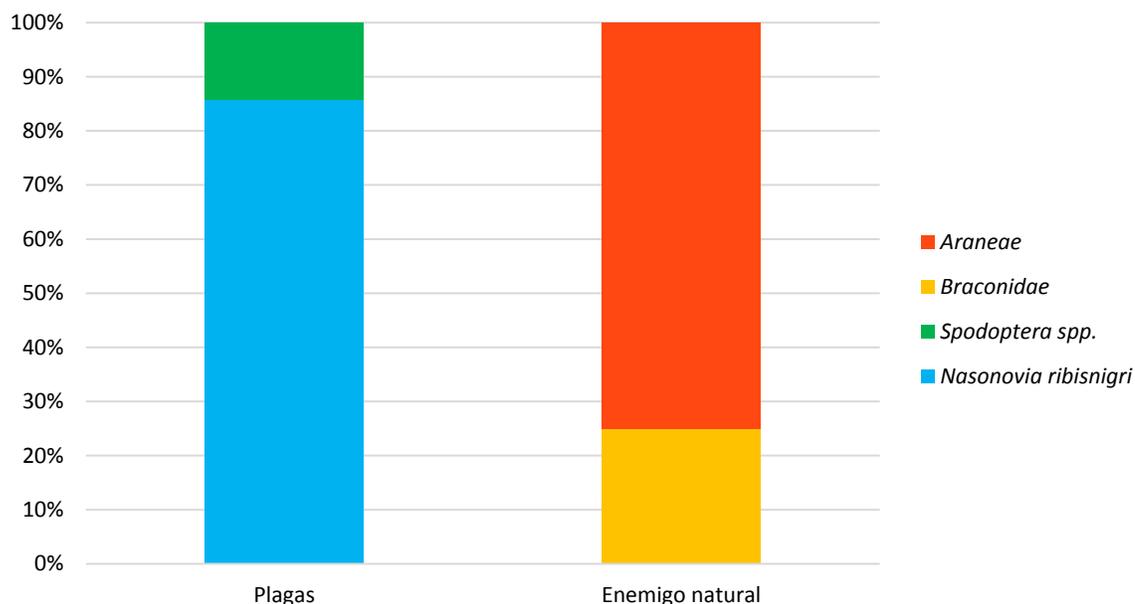


Gráfico 25: Porcentaje de individuos presentes en el T2 para la época invernal. Se separaron en plagas y enemigos naturales separados por especie o grupo al que pertenecen. El monitoreo fue realizado el día 21/08/2019 fin del ensayo 2

Control invierno

Orden	Suborden	Familia	Especie	Cantidad
Hemiptera	Sternorrhyncha	Aphididae	Nasonovia ribisnigri	35
Hemiptera	Heteroptera	Lygaeidae (Orsillinae)	Especie 1	3
Diptera	Nematocera	Cecidomyiidae	Especie 1	2

Tabla 9: Individuos totales relevados en el monitoreo invernal en la parcela control. El monitoreo fue realizado el día 21/08/2019 fin del ensayo 2

Tratamiento invierno

Orden	Suborden	Familia	Especie	Cantidad
Araneae		Salticidae		1
		Thomisidae		1
		Anyphaenidae		1
Diptera	Brachycera	Drosophilidae	Drosophila sp.	14
	Acalyptratae	Chloropidae	Especie 1	5
	Acalyptratae		Especie 2	8
Hemiptera	Sternorrhyncha	Aphididae	Nasonovia ribisnigri	6
	Auchenorrhyncha	Cicadidae	Especie 1	2
Himenóptera	Apocrita	Braconidae	Especie 1	1
Lepidóptera	Ditrysia	Noctuidae	Spodoptera sp.	1

Tabla 10: Individuos totales relevados en el monitoreo invernal en la parcela tratamiento. El monitoreo fue realizado el día 21/08/2019 fin del ensayo 2.



Fotografía 11: Especímenes de: A: Cicadidae (Especie 1) y B: Araneae recolectados mediante muestreos de aspiración. Foto obtenida con lupa binocular Leica® M205a.

Monitoreo 3

En el análisis general la temporada primaveral mostró diferencias estadísticamente para el Índice de Shannon – Wiener, siendo mayor en el T2 que en el T1 (control) ($H_t= 1,03$; $H_c=0,33$). De igual manera, se encontró mayor equitatividad en el tratamiento con cilantro.

Respecto al análisis de grupos, las plagas del tratamiento con cilantro fueron más diversas respecto al control mostrando diferencias significativas en el valor de H, el coeficiente de Jaccard arrojó un valor de 0,4, es decir que los dos sitios compartieron el 40% de las especies presentes, y fue el grupo donde más especies se compartieron (Gráfico 26: Índice de Shannon-Wiener para el monitoreo 3. Las barras indican el valor de H para cada tratamiento diferenciando el grupo de enemigos naturales y plagas. A letras diferentes diferencias significativas ($P < 0,05$) según t de Student, realizado por pares de tratamientos La línea indica equidad de Pierou. Las líneas de error en ambos casos indican e.t.-Gráfico 27: Coeficiente de Jaccard para monitoreo 3. Se separaron las especies por grupo funcional.) La principal especie que desarrolló fue *N. ristringi* que fue inoculada en el cultivo al principio del ensayo y logró prevalecer y dominar a lo largo del

cultivo en el control y en el tratamiento tuvo que compartir recurso con otras especies plaga (Gráfico 29).

Al analizar los enemigos las parcelas con cilantro presentaron un H muy superior al T1 (control) mostrando diferencias significativas (Gráfico 26). Los sitios solo compartieron el 33% de especies. El T2 tuvo una mayor proporción de sírfidos, arañas y *E. connexa*, frente al T1 (control) donde solamente aparecieron individuos de Braconidae y *E. connexa* (Gráfico 28).

El tratamiento con cilantro presento un número superior de especies neutras, las cuales no estuvieron presentes en el control, y solo presentaron una similitud del 9%. La presencia de flores podría estar aportando alimento a un número de especies considerables aumentando la diversidad y complejidad de estos sitios.

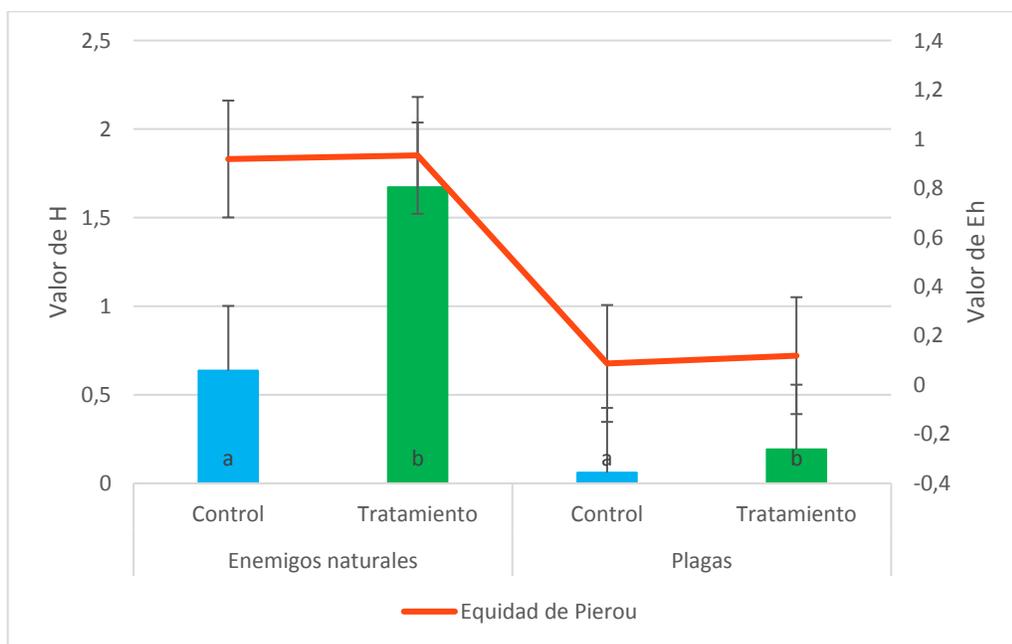


Gráfico 26: Índice de Shannon-Wiener para el monitoreo 3. Las barras indican el valor de H para cada tratamiento diferenciando el grupo de enemigos naturales y plagas. A letras diferentes diferencias significativas ($P < 0,05$) según t de Student, realizado por pares de tratamientos. La línea indica equidad de Pierou. Las líneas de error en ambos casos indican e.t..

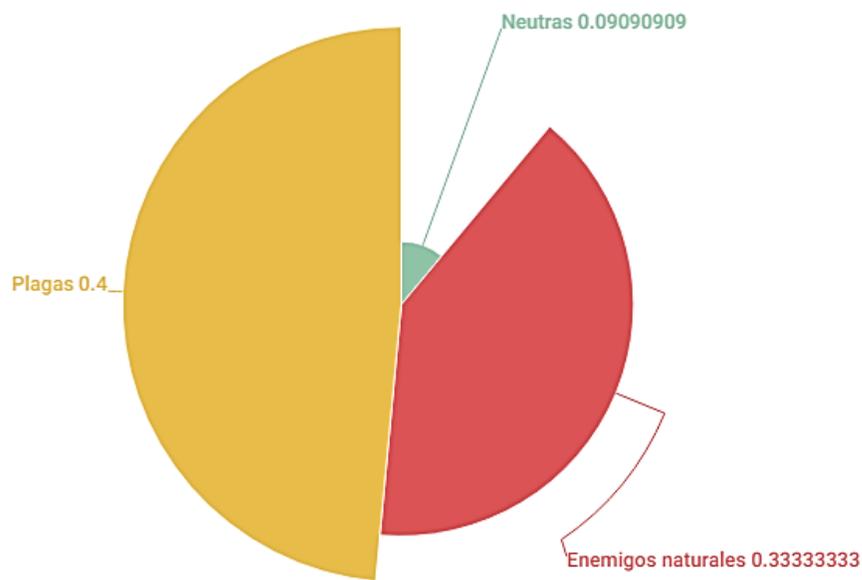


Gráfico 27: Coeficiente de Jaccard para monitoreo 3. Se separaron las especies por grupo funcional.

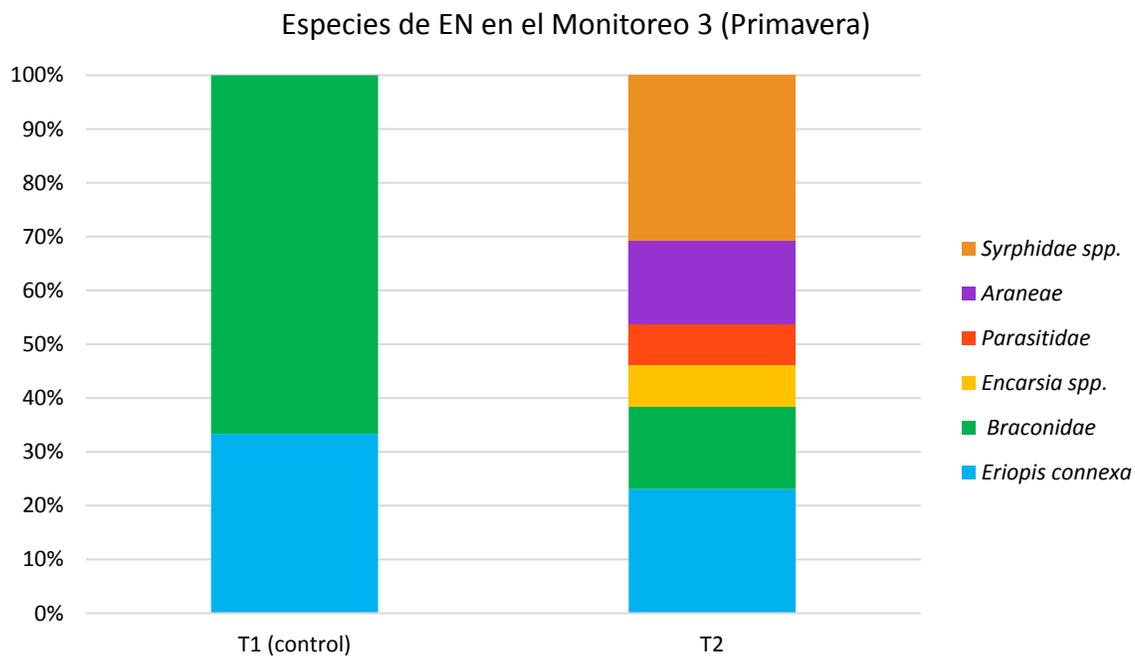


Gráfico 28: Porcentaje de individuos del grupo de enemigos naturales relevados en la época primaveral en los tratamientos separados por especie o grupo al que pertenecen.. El monitoreo fue realizado el día 28/10/2020 fin del ensayo 4.

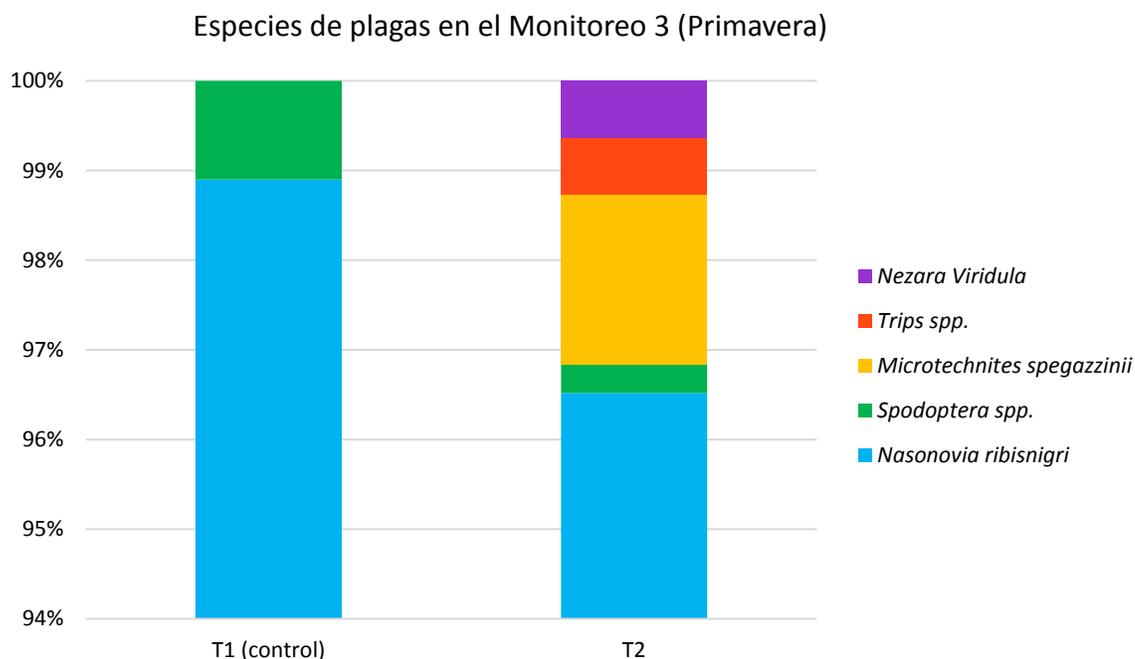


Gráfico 29: Porcentaje de individuos del grupo de plagas relevados en la época primaveral en los tratamientos separados por especie o grupo al que pertenecen. El monitoreo fue realizado el día 28/10/2020 fin del ensayo 4.

Control primavera

Orden	Suborden	Familia	Especie	Cantidad
<i>Coleóptera</i>	Adephaga	Carabidae	<i>Especie 1</i>	1
		Coccinellidae	<i>Eriopsis connexa</i>	1
<i>Díptera</i>	Brachycera	Drosophilidae	<i>Drosophila sp.</i>	1
<i>Hemíptera</i>	Sternorrhyncha	Aphididae	<i>Nasonovia ribisnigri</i>	90
<i>Himenóptera</i>	Apocrita	Braconidae	<i>Especie 1</i>	2
<i>Lepidóptera</i>	Ditryisia	Noctuidae	<i>Spodoptera sp.</i>	1

Tabla 11: Individuos totales relevados en el monitoreo primaveral en la parcela control. El monitoreo fue realizado el día 28/10/2020 fin del ensayo 4.

Tratamiento Primavera

Orden	Suborden	Familia	Especie	Cantidad
<i>Araneae</i>		Thomisidae		2
<i>Coleóptera</i>		Coccinellidae	<i>Eriopsis connexa</i>	3
			<i>Especie 1</i>	21
<i>Díptera</i>	Acalypratae	Chloropidae	<i>Especie 1</i>	8
		Chloropidae	<i>Especie 2</i>	3
			<i>Especie 3</i>	5
	Brachycera	Drosophilidae	<i>Drosophila sp.</i>	5

	Calypttratae	Anthomyiidae	<i>Especie 1</i>	1
	Nematocera	Cecidomyiidae	<i>Especie 1</i>	6
		Syrphidae	<i>Syrphidae sp.</i>	4
<i>Hemiptera</i>	Auchenorrhyncha	Cicadidae	<i>Especie 1</i>	2
	Heteroptera	Lygaeidae (Orsillinae)	<i>Especie 1</i>	2
		Miridae	<i>Microtechnites spegazzinii</i>	6
		Pentatomidae	<i>Nezara Viridula</i>	2
	Sternorrhyncha	Aphididae	<i>Nasonovia ribisnigri</i>	305
<i>Himenóptera</i>	Apocrita	Aphelinidae	<i>Encarsia sp.</i>	1
		Braconidae	<i>Especie 1</i>	2
		Vespidae	<i>Especie 1</i>	1
<i>Lepidóptera</i>	Ditrysia	Noctuidae	<i>Spodoptera sp.</i>	1
<i>Mesostigmata</i>		Parasitidae		1
<i>Thysanoptera</i>		Thripidae	<i>Trips sp.</i>	2

Tabla 12: Individuos totales relevados en el monitoreo primaveral en las parcelas tratamiento. El monitoreo fue realizado el día 28/10/2020 fin del ensayo 4.



Fotografía 12: Especímenes de dípteros que no pudieron ser determinados. En el análisis se nombraron como: A: *Acalypttratae* (especie 3). B: *Chloropidae* (especie 1).

Monitoreo 4

La temporada estival presentó un Índice de Shannon - Wiener general sin diferencias entre los tratamientos ($H=2,53$ frente a $H=2,35$) Respecto a Eh los valores fueron similares indicando una distribución de especies similar en los sitios (Gráfico 18).

En el análisis por grupo de especies, el valor de H para las plagas no presentó diferencias significativas entre T2 y T1 (control). Para Eh, el control tuvo una distribución más equitativa que el tratamiento con cilantro, situación que se ve fácilmente en el Gráfico 33 donde en el T2 existen dos especies dominantes. En los dos sitios, si bien se comparten el 60% de las especies plaga (Gráfico 31), la que presenta mayor presencia es la del mío *M. spegazzinii* (Gráfico 33).

Podemos destacar que, si bien esta especie apareció en otros monitoreos, en este en particular se produjo un gran aumento poblacional. Esta es una especie que hemos señalado como nueva para este cultivo (Fotografía 13).

Esta especie perteneciente a la subfamilia Orthotylinae, tribu Halticini, se encuentra distribuida en nueve provincias de Argentina. Es una especie fitófaga y ha sido reportada previamente en Brassicaceae cultivadas, *Phaseolus vulgaris* y malezas tradicionales de la región pampeana. Producto de la gran cantidad de especímenes recolectados, se decidió identificarla y reportarla como nueva en el cultivo. Es una especie bastante desconocida, de la cual la única información relevante es su presencia en otras especies cultivadas.

Respecto a los EN, los tratamientos no mostraron diferencias significativas respecto a H (Gráfico 30). Sin embargo, los sitios evaluados solo mostraron un 33% de similitudes entre las especies presentes (Gráfico 31). Los tratamientos con cilantro presentaron especies funcionales como braconidos y crisópidos que no se encuentran en los controles. Además, presentaron una mayor proporción de coccinélidos. Los controles en contrapartida, presentaron una mayor proporción de ácaros depredadores (Gráfico 32).

El 60% de las especies neutras estuvieron en los dos sitios, y considerando que no hay diferencias en la diversidad presente, parecería ser que el cilantro, ya no está influenciado en gran manera en los artrópodos presentes por el alimento diferencial, pudiendo estar relacionado con el aumento de las temperaturas y la disponibilidad de recursos en la época estival.

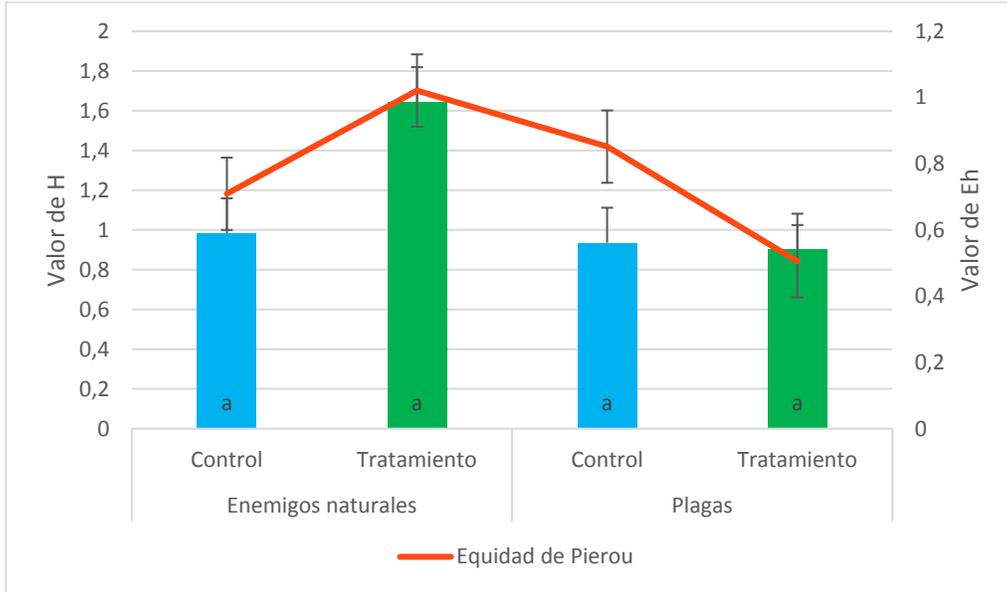


Gráfico 30: Índice de Shannon - Wiener para el monitoreo 4. Las barras indican el valor de H para cada tratamiento diferenciando el grupo de enemigos naturales y plagas. A letras diferentes diferencias significativas ($P < 0,05$) según t de Student, realizado por pares de tratamientos La línea indica equidad de Pielou. Las barras de error indican para ambos casos e.t.

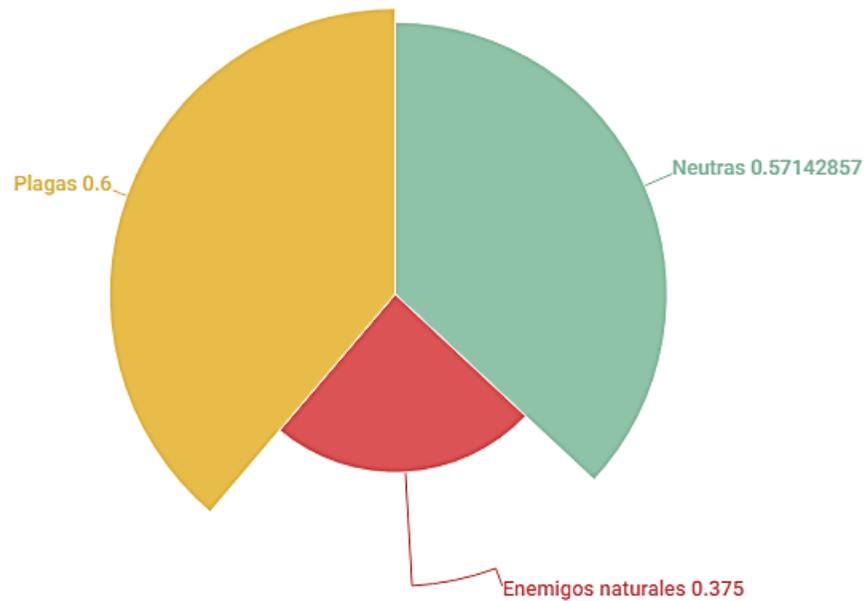


Gráfico 31: Coeficiente de Jaccard para monitoreo 4. Se separaron las especies por grupo funcional.

Especies de EN en el Monitoreo 4 (Verano)

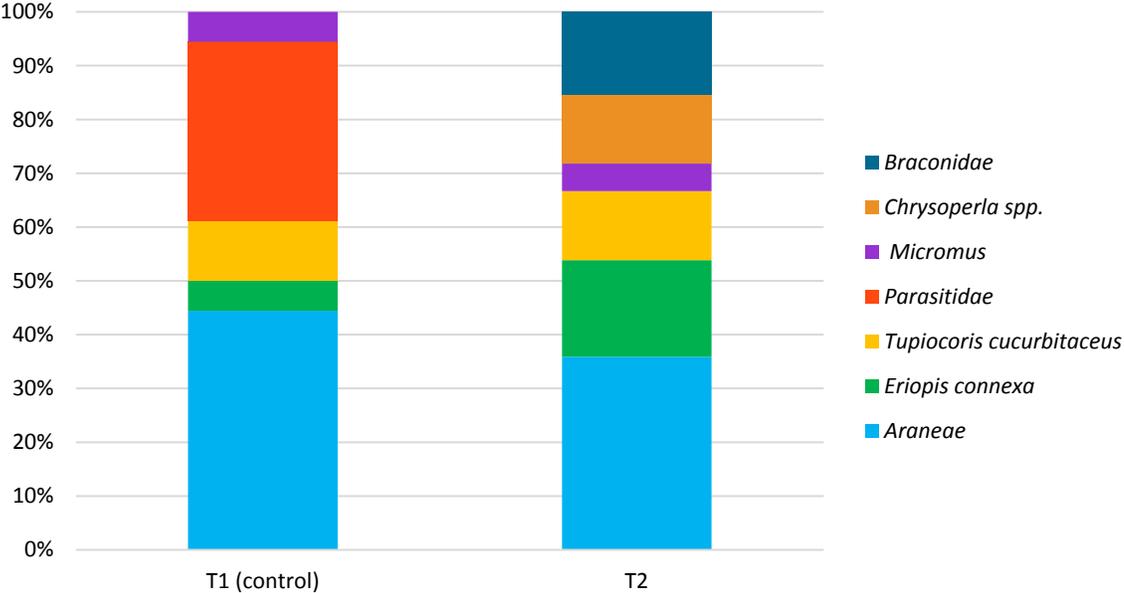


Gráfico 32: Porcentaje de individuos del grupo de enemigos naturales relevados en la época estival en los tratamientos separados por especie o grupo al que pertenecen. El monitoreo fue realizado el día 22/12/2020 fin del ensayo 5.

Especies de plagas en el Monitoreo 4 (Verano)

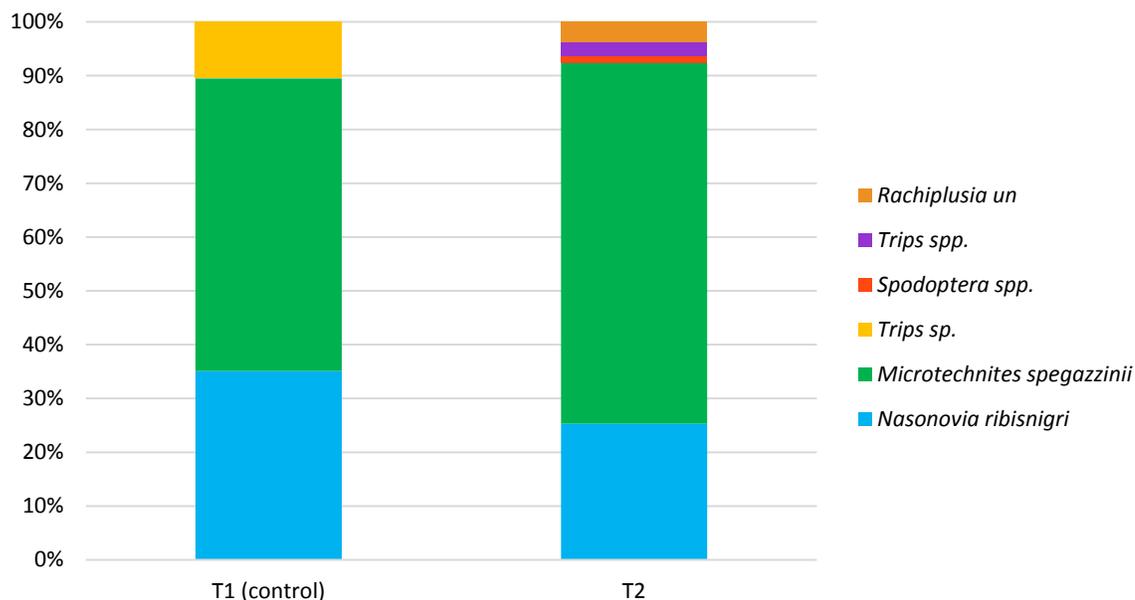


Gráfico 33: Porcentaje de individuos del grupo de plagas relevados en la época estival en los tratamientos separados por especie o grupo al que pertenecen. El monitoreo fue realizado el día 22/12/2020 fin del ensayo 5.

Control verano

Orden	Suborden	Familia	Especie	Cantidad	
Araneae		Araneidae		1	
		Linyphiidae		2	
				5	
Coleoptera		Coccinellidae	<i>Eriopis connexa</i>	1	
Diptera	Acalyptratae	Chloropidae	<i>Especie 1</i>	9	
			<i>Especie 2</i>	3	
			<i>Especie 3</i>	5	
	Brachycera	Drosophilidae	<i>Drosophila sp.</i>	3	
	Nematocera	Cecidomyiidae	<i>Especie 1</i>	4	
Hemiptera	Auchenorrhyncha	Cicadidae	<i>Especie 1</i>	27	
	Heteroptera	Lygaeidae	<i>Nysius simulans</i>	2	
			Lygaeidae (Orsillinae)	<i>Especie 1</i>	2
			Miridae	<i>Microtechnites spgazzinii</i>	31
			<i>Tupiocoris cucurbitaceus</i>	2	
		Pentatomidae	<i>Especie 1</i>	1	
	Sternorrhyncha	Aphididae	<i>Nasonovia ribisnigri</i>	20	
Lepidoptera	Glossata	Gelechiidae	<i>Tuta absoluta</i>	1	
Mesostigmata		Parasitidae		6	

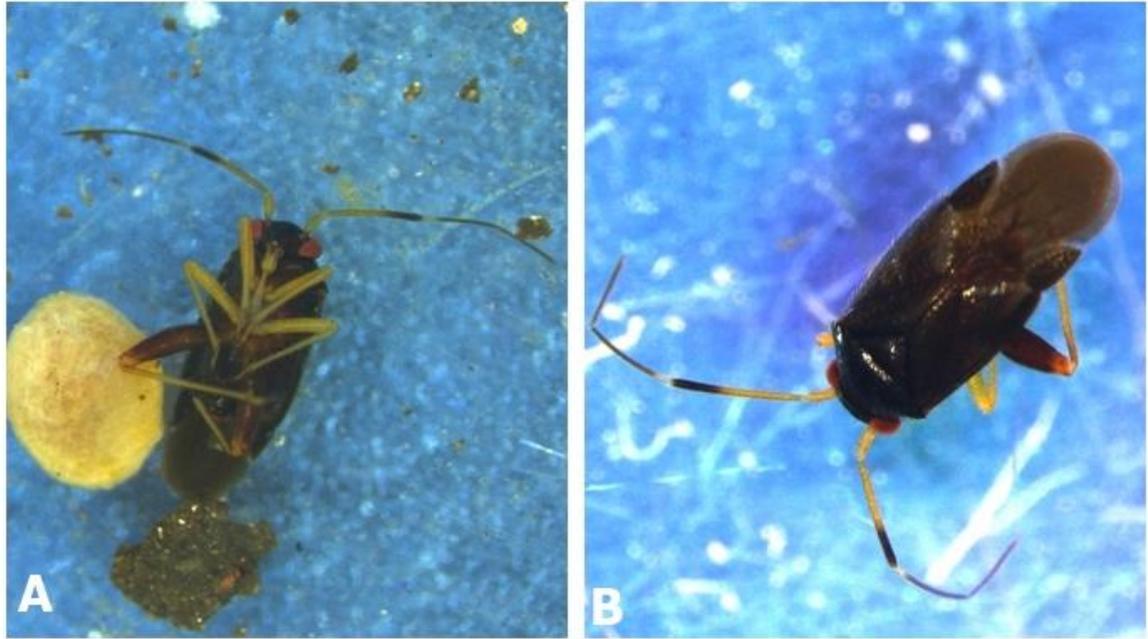
<i>Neoptera</i>	Hemerobiiformia	Micromus	<i>Especie 1</i>	1
<i>Ortoptera</i>	Ensifera	Gryllidae	<i>Especie 1</i>	1
<i>Thysanoptera</i>		Thripidae	<i>Trips sp.</i>	6

Tabla 13: Individuos totales relevados en el monitoreo estival en las parcelas control. El monitoreo fue realizado el día 22/12/2020 fin del ensayo 5.

Tratamiento verano

Orden	Suborden	Familia	Especie	Cantidad
<i>Araneae</i>				3
		Linyphiidae		6
		Thomisidae		3
		Lycosidae		1
		Tetragnathidae		1
<i>Coleoptera</i>		Coccinellidae	<i>Eriopsis connexa</i>	7
<i>Diptera</i>	Brachycera	Drosophilidae	<i>Drosophila sp.</i>	14
	Endopterygota	Culicidae	<i>Especie 1</i>	1
	Acalyptratae	Chloropidae	<i>Especie 1</i>	40
			<i>Especie 2</i>	13
			<i>Especie 3</i>	4
	Calypttratae	Anthomyiidae	<i>Especie 1</i>	1
	Nematocera	Cecidomyiidae	<i>Especie 1</i>	13
<i>Hemiptera</i>	Auchenorrhyncha	Cicadidae	<i>Especie 1</i>	17
	Heteroptera	Miridae	<i>Microtechnites spegazzinii</i>	53
			<i>Tupiocoris cucurbitaceus</i>	5
			<i>Especie 1</i>	1
	Sternorrhyncha	Aphididae	<i>Nasonovia ribisnigri</i>	20
		Lygaeidae (Orsillinae)	<i>Especie 1</i>	14
<i>Himenoptera</i>	Apocrita	Braconidae	<i>Especie 1</i>	6
		Apoidea	<i>Especie 1</i>	1
<i>Lepidoptera</i>	Ditrysia	Noctuidae	<i>Rachiplusia un</i>	3
		Noctuidae	<i>Spodoptera sp.</i>	1
<i>Neoptera</i>	Hemerobiiformia	Micromus	<i>Especie 1</i>	2
		Crysopidae	<i>Chrysoperla sp.</i>	5
<i>Thysanoptera</i>		Thripidae	<i>Trips sp.</i>	2

Tabla 14: Individuos relevados en el monitoreo estival en las parcelas tratamiento. El muestreo fue realizado el día 22/12/2020 fin del ensayo 5.



Fotografía 13: Especímenes de Microtechnites spegazzinii muestreados mediante monitoreo de aspiración y conservados en alcohol 70%. Foto obtenida con lupa binocular Leica® M205a.

CAPÍTULO IV

4. DISCUSIÓN

4.1 Discusión

Los cultivos intensivos bajo invernadero, principalmente los cultivos de hoja, enfrentan un desafío constante para la agricultura sostenible. Por su rápido crecimiento, ciclos relativamente cortos y el consumo en fresco de los productos, hacen que la agricultura tradicional, solo apoyada en productos de síntesis, sea poco sostenible en el tiempo poniendo en riesgo la salud humana y el medio ambiente. Tanto las BPA como el MIP son una alternativa que va tomando gran importancia en todo el mundo para la obtención de alimentos sin contaminación (Barrière et al. 2013).

Dentro de las prácticas del MIP, el manejo del hábitat es importante para prevenir el daño de artrópodos plaga sobre los cultivos a través del establecimiento de asociaciones que tiendan a favorecer el desempeño de los enemigos naturales, estos manejos buscan reducir o evitar el uso de agroquímicos. Numerosos estudios muestran que las manipulaciones del hábitat ya sea con plantas acompañantes o con plantas espontáneas muestran un incremento o conservación de enemigos naturales beneficiados ante todo por la fuente de néctar y polen suplementario (Vargas et al. 2011; Díaz et al. 2020; Sánchez 2021).

El manejo del hábitat, el CBC pese a su antigüedad y sus ventajas, es quizá la táctica menos adoptada, sobre todo porque su visión incluye al agroecosistema como un todo y por lo que su integración en programas de MIP se plantea como uno de los mayores desafíos (Díaz et al. 2020).

El CBC en diferentes cultivos y en lechuga, en forma particular está estudiado en cultivos al aire libre. En cambio, el CBC en invernaderos, está mucho menos desarrollado. Son pocos los estudios de cultivos en invernadero con CBC y se desconoce cómo realizar la práctica de forma efectiva, tanto en ubicación espacial como en especies a utilizar. Por ello, se considera una técnica que necesita mayor investigación (Barrière et al. 2013; Messelink et al. 2014).

En nuestro trabajo, buscamos aportar información al CBC en lechuga bajo invernadero, utilizando una especie en particular y, además, una orientación espacial que pueda ser adoptada por un establecimiento productivo.

La técnica de siembra en la bordura del invernadero, fue cómoda y permite aprovechar áreas donde no se realiza cultivo, posibilitando que sea una técnica aplicable en campos productivos en concordancia con los estudios de Pascual-Villalobos et al. (2016). Tener en cuenta que, encontrar una ubicación óptima dentro del invernadero, en el cual se maximiza el área de producción por los altos costos, es fundamental y una de las limitantes de esta técnica (Messelink et al. 2014). El cilantro se desarrolló en el invernadero adecuadamente y, además, se produjo rápidamente la floración, independientemente de la época del año. Al realizar siembras densas, el cilantro requirió una poda para evitar sombreo, los restos de la misma si bien fueron descartados en este ensayo, podrían ser comercializados en los campos productivos con un ingreso adicional.

Si bien, los ensayos no permitieron detectar diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos evaluados, la mayor diversidad de enemigos naturales observada en los tratamientos con cilantro y las tendencias que se produjeron presumen que existió un efecto positivo del control biológico gracias al cilantro.

Respecto a este punto, en todos los ensayos hubo una presencia muy baja de áfidos en general en el cultivo. Hay que tener en cuenta que los áfidos ingresan a los invernaderos y forman colonias muy dinámicas. En la escala espacial, estos individuos se agrupan en parches que se caracterizan por aumentos y disminuciones poblacionales muy rápidas. Los depredadores adultos, buscan los parches de presas más adecuados. Cuando en sus etapas inmaduras, quedan confinados en el parche y este presenta muy poca presa, las larvas mueren por canibalismo o inanición, los mayores controles se dan en altas cantidades de presa (Kindlmann y Dixon 2010). Las bajas densidades de presa serían el motivo de las bajas densidades de depredadores, y el motivo por el cual no se detecten estadísticamente diferencias.

De los tres ensayos sin inoculación, dos presentaron aparición espontánea de áfidos y se convirtieron en la plaga principal del cultivo. En el tercero la densidad poblacional fue muy baja. Las especies que aparecieron espontáneamente fueron *A. gossypi* y *N. ribisnigri* mayoritariamente. En los ensayos inoculados, los áfidos de la especie *N. ribisnigri* pudieron prevalecer en el cultivo y se mantuvieron como plaga principal no permitiendo el desarrollo

de otra especie. Podemos destacar, que en todas las estaciones se encontró en menor o mayor medida *N. ribisnigri* posicionándose como la especie de mayor constancia de aparición.

En la población de *N. ribisnigri*, estudios en campo en la región de Murcia (España) mostraron que la tasa de aumento de las poblaciones disminuyó cuando la temperatura del aire es de aproximadamente 30°C (temperatura menor que la indicada en laboratorio) con un gran impacto en la mortalidad de adultos y estadios ninfales tardíos que en estadios ninfales tempranos (Díaz & Fereres 2005). Estos datos también se comprobaron en estudios de cultivos de lechuga en Arizona donde se observan correlaciones negativas entre temperatura y población de *N. ribisnigri* (Palumbo 2008). Es lógico entonces, que exista una caída marcada de la población de este individuo en la época estival, principalmente observado en el fin del ensayo 5 y en todo el ensayo 3. Este dato es importante tenerlo en cuenta, en un planteo de MIP, ya que las temperaturas altas están actuando positivamente, es decir que están controlando la plaga, independientemente de su densidad.

Salvo en la época estival de altas temperaturas, la presencia de *N. ribisnigri* o de áfidos en general, estuvo siempre en todos los ensayos a partir del segundo monitoreo sobre el UDE (UDE=1) ya sea que se tome el valor directo de presencia de áfido en planta o el valor medio de las plantas monitoreadas, momento en cual los EN recién aparecían en el lote.

Es importante destacar, que en una agroecosistema temporal, que presenta una baja estabilidad en el tiempo, tiene características particulares. A diferencia de ecosistemas estables y de larga duración como un monte frutal, las poblaciones de individuos oportunistas se regulan principalmente por factores denso-independientes. Las poblaciones plaga dominantes son siempre estrategias-r y por ello, la forma más sencilla de regulación es mediante factores abióticos o control químico (Carrero 1996). Las poblaciones de enemigos naturales, son denso-dependientes, es decir, que actúan en forma proporcional a la densidad de la plaga, y este es el factor regulador más importante en la dinámica poblacional. Entonces, para que en los agroecosistemas temporales, de cultivo muy corto como el cultivo de lechuga, se produzca una regulación de las plagas por EN, en primer término, se tiene que dar que el EN tenga también un comportamiento de estrategia-r es decir un depredador generalista con alta tasa de reproducción (Carrero 1996; Nicholls 2008).

De los EN monitoreados, solo 2 grupos podrían ser considerados depredadores generalistas en todos sus estadios de vida: arañas y *T. cucurbitaceus*. La presencia de *T. cucurbitaceus* no fue mayoritaria salvo en el ensayo 1, donde migró desde el cultivo de tomate compartido del lote. En este caso, hubo una reducción estadísticamente significativa de la población de áfidos (*A. gossypi*), pero no podemos atribuirla al tratamiento en sí. Si bien *T. cucurbitaceus* tiene una preferencia por el consumo de mosca blanca, se sabe que ante la escasez de presas puede alimentarse de otros individuos como áfidos, larvas de lepidópteros y larvas de otros grupos de insectos (Ohashi y Urdampilleta 2003; Polack et al. 2017). Además, Rizzo (2020) determinó que *T. cucurbitaceus* se alimenta de *A. gossypi* como presa alternativa limitando la población de áfidos, situación que podría haberse producido en este ensayo.

En un planteo de CBC tal como está planteado este estudio, con un cultivo muy corto bajo invernadero y teniendo a la plaga principal *N. ribisnigri*, la cual es un estratega-r, posee un UDE muy bajo y se desarrolló en el cultivo a baja densidad, es muy complejo que la población de EN se pueda establecer dentro del invernadero y controlar a los áfidos, en tan poco tiempo. Ya que, en la práctica, se alcanzaría el UDE rápidamente, y se tendría que recurrir a una aplicación química, la cual afecta también a los EN presentes.

Existen umbrales más flexibles en diferentes manejos productivos. La Universidad de California, que establece los protocolos de MIP para lechuga orgánica a campo, determina el UDE de *M. persicae* en 20 pulgones/planta y el de *N. ribisnigri* no lo determina producto de que las aplicaciones orgánicas no llegarían a controlarlo porque se concentra en el cogollo, solo recomienda la liberación de crisópidos y el uso de larvas sírfidas, las cuales deben migrar desde las áreas circundantes (University of California s. f.).

Las especies plaga, fuera del complejo de áfidos, aparecieron a lo largo de los cinco ensayos. Solo en el ensayo 3, tuvieron un nivel de abundancia importante respecto a los áfidos. En el resto de los ensayos, las plagas exceptuando a los áfidos se mantuvieron siempre por niveles poblacionales muy bajos.

Respecto a los trips aparecieron con mayor frecuencia en la época estival, y con gran aporte de individuos en la aspiración otoñal. Cabe destacar que el año de realización del ensayo fue

temporada de sequía. Como destacable, la banda floral de cilantro logró que en el ensayo hubiera diferencias significativas a favor del tratamiento, es decir que la población fue menor. Esto es concordante con Cabrera y Vélez (2000) donde las bandas de plantas aromáticas ya establecidas o perennes producen en los cultivos de cebolla reducciones significativas de los ataques de trips, pudiendo deberse a que los volátiles de las plantas acompañantes interfieren en la localización del hospedero.

En todas las parcelas con cilantro aparecieron lepidópteros del género *Spodoptera sp.* aunque en baja proporción. *Spodoptera sp.* conforma un grupo de plagas con otros lepidópteros, llamadas comúnmente orugas defoliadoras. En los cultivos de lechuga, suelen tener mayor presencia en la época otoñal, por escases de otros cultivos hortícolas. El principal daño es la defoliación de plantas y la pérdida comercial del cogollo. Se pueden recolectar a partir del mes de septiembre y suelen pasar el invierno como crisálida (García Morató 2000). En nuestros monitoreos directos y de aspiración tuvo presencia en los ensayos de primavera, verano y otoño. En estos últimos en una proporción mayor. También en la parcela con cilantro en el invierno apareció sobre el cultivo, pudiendo indicar un microclima más favorable.

Asimismo, fueron monitoreadas individuos de *T. vaporariorum* una especie de mosca blanca de gran importancia económica en La Plata para el cultivo de tomate (del Pino et al. 2008). Produce en lechuga un daño directo por la reducción de crecimiento e indirecto por el daño estético de la fumagina. Fue encontrada, solo en los recuentos directos a fin de verano, otoño y entrado el invierno, indistintamente si las parcelas tenían cilantro o no.

Una especie a remarcar es *D. speciosa* la cual, no se encuentra citada para este cultivo mayoritariamente. Es una plaga de amplia relevancia en América del Sur, principalmente en cultivos de maíz, soja y papa. Son generalistas tanto en la etapa adulta como inmadura, pasando el invierno como adulto. Prefiere climas templados a tropicales, y son difícil de encontrar durante los meses de invierno (Walsh 2003). En nuestros monitoreos apareció reiteradamente en los dos tratamientos de en verano y otoño.

La presencia de *M. spegazzinii* la cual ya se encontraba señalada sobre otras plantas cultivadas es un dato novedoso y de apoyo para futuras investigaciones sobre esta especie y para tenerla en cuenta como una posible plaga futura. Su presencia dentro del invernadero es

totalmente nueva. Apareció principalmente en el fin de la primavera, tanto en las parcelas con cilantro, como en las parcelas control.

Respecto a los enemigos naturales, en todos los ensayos en general tuvieron en los dos tratamientos presencias de coccinélidos, míridos y arañas. Los EN aparecieron con mayor tendencia en las parcelas con cilantro en todos los ensayos, principalmente el grupo de sírfidos y una mayor proporción de coccinélidos, representados por la especie *E. connexa*. Los crisópidos fueron el grupo de EN que apareció en menor proporción. Se destaca que en el ensayo 2 hubo una aparición importante del hongo entomopatógeno *Pandora sp.*

El principal enemigo natural que con mayor tendencia apareció, tanto en los recuentos manuales como en las aspiraciones fue *E. connexa*. Es una especie de coccinélido depredador, registrado en numerosos cultivos. Estudios de su biología, revelan que tiene mejor comportamiento y actividad en climas templados a cálidos, siendo las bajas temperaturas momentos donde no eclosiona o su actividad es muy baja (Gyenge et al. 1998). En nuestro caso se lo encontró en las épocas primavera- verano - otoño situación similar registrada por García y Martel (2012), para cultivos de lechuga bajo macrotúnel en La Pampa. Existe una tendencia de que aparecen con mayor medida en las parcelas con cilantro. El trabajo de Polack (2006) donde se realizaron capturas de insectos en cultivo de pimiento bajo invernadero con plantas acompañantes, posiciona a *E. connexa* como el principal coccinélido capturado y si bien el número de individuos no presentaron diferencias significativas, existió una tendencia a que estuvieran en mayor presencia en las parcelas con flores. Estas tendencias son un dato muy relevante y en sintonía con los trabajos de Lixa et al (2010) y Resende et al. (2015). Estudios de campo en Rio de Janeiro, Brasil realizados por el primero, comprueba que el cilantro sirve de sustratos para la alimentación, el desarrollo y la reproducción de *E. connexa*; y estudios de laboratorio del segundo señalan que, durante los periodos de escasez de presas, parte de la población de este coccinélido puede sobrevivir alimentándose de los recursos florales del cilantro.

Que el cilantro, sea una fuente suplementaria de alimentos (nectarios y polen) de este EN, y que exista una tendencia a su aparición en las parcelas con esta planta, es un dato interesante para manejos de MIP con CBC a largo plazo o para complemento en liberaciones de individuos.

Los individuos de la familia sírfidos, aparecieron en su forma adulta en las aspiraciones solo en los lotes con cilantro y sus larvas en el cultivo con una tendencia de aparición en dichas parcelas. La mayor presencia de adultos se vio en otoño y primavera, y las larvas en fin de primavera, principio de verano datos concordantes con Lucas, et al. (2020).

Los sírfidos suelen tener preferencia por las flores de especies de Apiáceas por sus corolas cortas siendo el cilantro la especie al que muestran mayor preferencia (Colley y Luna 2000). Las hembras suelen tener un favoritismo mayor al consumo de polen de cilantro posiblemente relacionado con la oviposición (Hickman et al. 1995). El manejo de sírfidos, se utiliza ampliamente en varios cultivos. Existen estudios sobre aumento de presencia de sírfidos en cultivos de zanahoria a campo intercalado con cilantro en floración (Jankowska y Wojciechowicz-Żytka 2016), estudios en lechuga a campo donde el uso de aliso aumentó el número de individuos en el cultivo (Salas y Portilla 2020), y estudios donde se recomienda el uso de aliso en lechugas de invernadero ya que lograron una presencia sostenida de sírfidos a lo largo del año (Díaz 2020). Los cultivadores de lechuga orgánica en EEUU requieren inevitablemente uso de plantas insectarias para el manejo de sírfidos, siendo los usuarios principales de esta técnica. Las especies más utilizadas como acompañantes son el aliso y cilantro. Los productores realizan siembras en línea con el cultivo intercalado, borduras o manchones de la planta acompañante, compensando la pérdida de área productiva por un mejor manejo de plagas (Bugg et al. 2008). Si bien es una especie sumamente reportada como atrayente y en nuestras parcelas sucedió un aumento de individuos de este grupo, no hubo cambios significativos en la población de áfidos, esta información va en la misma línea en otros trabajos. Estudio similar realizado sobre el cultivo de pimiento en invernadero con el agregado de aliso y cilantro, mostró que aumentó la presencia de sírfidos en el cultivo, pero en el final de temporada la población de áfidos no pudo ser controlada eficazmente y se utilizó tratamiento químico (Pineda y Marcos-García 2008).

De igual manera, los individuos adultos de la familia Chrysopidae aparecieron también solo en los tratamientos con cilantro, al igual que otros neurópteros depredadores, pero no lograron controles de la plaga. Situación similar a la de Salamanca et al., (2015) donde los autores indicaron que adultos de *Chrysoperla externa* (Hagen) si bien se sintieron atraídos por el cilantro en el invernadero, su presencia no aumentó la atracción ni la oviposición en

cultivos de rosa infestados por áfidos. Igualmente, fue estudiado por Alcará Herrera et al. (2021) donde el uso de plantas florales, entre ellas el cilantro como cultivo intercalado de repollo, mostró una tendencia de aumento de presencia de crisópidos, pero no logró realizar un control estadísticamente fehaciente de los áfidos.

Estas situaciones, donde existe aumentos de EN pero no un control de plaga estadísticamente significativo, también se presenta en otro sistemas de planta acompañante/depredador. Un estudio, utilizando la especie vegetal *Rudbeckia hirta* L. en el cultivo de tomate bajo invernadero mostraron que en el cultivo hubo un aumento del enemigo natural estudiado (*Orius sp.*) pero no tuvieron diferencias significativas para el control de moscas blancas (Nagai y Hikawa 2012).

Una situación a destacar es que las plantas de cilantro, podrían estar actuando como refugio o ambiente buffer para los arácnidos. Cuando el ambiente de cultivo se perturba (limpieza de malezas, cosechas) las arañas tienden a ir hacia los bordes y luego instalarse en el cultivo. La presencia de la bordura dentro del invernadero permitió que se mantuvieran dentro del mismo, y no se dispersaran, por ello aparecieron siempre en las parcelas con cilantro. Este escenario también es señalado por Balmer et al. (2014) donde en sus estudios, colocan plantas silvestres con flores en los cultivos de repollo y logran aumentar la presencia de arañas y escarabajos carábidos depredadores producto de que se beneficiaron de la mayor complejidad estructural asociada con una especie de planta adicional. Los estudios de Vaidya y Banskota (2008) indican que, en las parcelas del cultivo de coliflor intercalado con cilantro, hay una mayor población de arañas respecto al control.

Se sabe que *T. cucurbitaceus* tiene preferencia por plantas pilosas y en muchos casos se utiliza *Nicotiana tabacum* L. como planta refugio para mantenerlo en los cultivos. Mediante nuestra experiencia, *T. cucurbitaceus* pudo migrar desde plantas de tomate dentro del invernadero al cultivo de lechuga donde tenía disponibilidad de alimentos. Goula y Alomar (1994) y Agustí y Gabarra (2009) citaron la presencia de dos míridos de características similares a *T. cucurbitaceus* en cultivos de lechuga en España, lo cual puede ser dato relevante para próximos estudios de este depredador. También podemos destacar que no existió una atracción particular del cilantro sobre esta especie.

La marcada presencia del hongo entomófago *Pandora* sp. lo hace un dato muy relevante para controles invernales como agente de control biológico. Es un hongo patógeno específico de áfidos y es el entomopatógeno más común de áfidos en regiones templadas. Los estudios de Scorsetti et al. (2010) realizados en lechugas bajo invernadero en nuestra región, muestran que *N. ribisnigri* fue el principal pulgón encontrado y que fue infectado principalmente en invierno por este patógeno. En nuestras evaluaciones, apareció espontáneamente en el ensayo de invierno y primavera. Si bien en primavera apareció tanto en los controles como en los tratamientos, en la época invernal plena apareció con diferencias significativas en los tratamientos con cilantro. De esta forma se puede destacar, que la banda de cilantro estuvo actuando positivamente en la presencia de este hongo posiblemente producido por lo que señala Ekesi et al. (2005) donde en los campos cultivos, la presencia de plantas no cultivadas en los bordes, proporcionan densidades de especies de hospedantes suficientes para la infección, transmisión y dispersión continuas del inóculo en los cultivos.

Como dato interesante, podemos mencionar que si bien se encuentran reportes de parasitoides como *Aphidius colemani* (Viereck) sobre *N. ribisnigri* (Andorro et al. 2007) en ninguno de los ensayos se recolectaron parasitoides típicos ni se observaron áfidos infectados.

Respecto a los análisis de diversidad, las lechugas con cilantro como planta acompañante mostraron índices iguales o superiores respecto a los controles (T1). Hubo un aumento de diversidad estadísticamente significativa principalmente en el monitoreo 2 de invierno y en el 3 de primavera, es decir, que en las temporadas críticas (temperaturas más bajas) las parcelas con cilantro fueron ambientes más diversos respecto a los artrópodos presentes. Los enemigos naturales tienden a beneficiarse con el aumento de la diversidad vegetal, ya que aportan alimentación suplementaria, y microclimas. El aumento de la diversidad de plantas permite a los depredadores optimizar su estado físico mediante la explotación de diversos recursos vegetales, como los sitios de nutrición y oviposición. Pero es fundamental que las plantas seleccionadas para acompañar al cultivo aumenten la diversidad de enemigos y no solo la diversidad per se (Messelink et al. 2014).

Respecto a la diversidad general, las parcelas con flores tuvieron mayor presencia de dípteros. En relación a la diversidad funcional, en las parcelas con cilantro en otoño, invierno y

primavera hubo un aumento estadísticamente significativo de la diversidad de enemigos naturales representado por especies de coccinélidos, sírfidos, crisopas, arañas y míridos. Las plagas en cambio, resultaron ser igualmente diversas entre los tratamientos, salvo en el monitoreo 3 de primavera, donde hubo presencia de áfidos, trips, chinches y lepidópteros.

Es importante resaltar que el agregado de sólo una especie vegetal que aportó refugio y alimentación suplementaria, logró aumentar a lo largo del año un 8,64% las especies del total de artrópodos. Este dato va en concordancia con estudios realizados por Sujayanand et al. (2016) en cultivos de okra (*Abelmoschus esculentus* L.) donde el agregado de especies acompañantes, como cilantro, lograron aumentar el índice de Shannon - Wiener casi al doble, que el cultivo en solitario.

Estudios realizados por Resende et al. (2012) indican que, para la época primaveral, el cilantro como planta atrayente tiene valores de índice de Shannon-Wiener muy cercanos a 1, y si bien no es la Apiáceas que posee valor más alto, es la que presenta más fauna funcional, ya que logra atraer mayor cantidad de depredadores, principalmente arañas, coccinélidos y hemípteros, datos similares a los encontrados en nuestros ensayos, en los cuales en los monitoreos de aspiración para todas las parcelas con cilantro hay una tendencia mayor a la presencia de sírfidos, coccinélidos, arañas y crisopas.

La gran diferencia de H a favor de los tratamientos con cilantro en la época invernal hace pensar que el cultivo de cilantro estaría actuando como refugio de hábitat y fuente alimentaria de diferentes especies las cuales, por las bajas temperaturas, que producen escasez de flores y material vegetal, migrarían a otros ambientes o simplemente morirían. Este dato es relevante, dado que las plantas podrían actuar como refugio en instalaciones tempranas de enemigos naturales como ocurre con la especie *Mentha suaveolens* Ehrh., que favorece la instalación de *Orius sp.* dentro de los invernaderos y como *N. tabacum* para el establecimiento de míridos depredadores en tomates tempranos (Gázquez Garrido et al. 2010; Cano et al. 2012).

Recomendaciones en el establecimiento de plantas florales acompañantes dentro de los invernaderos, aconsejan siembras en otoño con el fin de que puedan reservar enemigos naturales para el invierno. Se considera entonces, estas prácticas como un control de plagas a largo plazo y deben considerarse como planes de manejo del invernadero hasta que se

establezca el equilibrio poblacional entre plagas y enemigos naturales (Lambion y van Rijn, 2021).

Este conocimiento de la fauna útil en los cultivos bajo invernadero puede ayudar a potenciar la efectividad del control biológico y lograr técnicas de MIP efectivas para reducir el uso de agroquímicos.

CAPÍTULO V

5.CONCLUSIONES

Este trabajo permitió:

- Conocer la fauna de artrópodos asociada al cultivo de lechuga bajo invernadero, la cual en la actualidad es poco conocida para nuestro país.
- Se pudieron reconocer las plagas del cultivo de lechuga fuera del complejo de áfidos tradicionales que aparecen en la bibliografía.
- Se determinó a *D. speciosa* como plaga secundaria, la cual casi no se encuentra reconocida en el cultivo de lechuga. En nuestro trabajo apareció con una presencia marcada en verano y otoño.
- Se terminó una posible nueva plaga para los cultivos de hoja en la zona como *M. spegazzinii*.
- Se reconocieron e identificaron los arácnidos presentes en el cultivo de lechuga bajo invernadero lo cual es una investigación inédita para nuestro país.
- Se observó la funcionalidad de la lechuga como refugio del enemigo natural *T. cucurbitaceus* lo cual no se encuentra documentado.
- Se registró a *E. conexa* como el principal enemigo natural que apareció espontáneamente en el cultivo de lechuga.
- Sirvió de apoyo en semicampo de investigaciones previas sobre *Pandora sp.* señalándolo no solo, como un organismo relevante para el control de áfidos principalmente en la época invernal, sino que también se pudo comprobar que el uso de bandas de plantas no cultivadas y de refugio favorece la presencia del inóculo en el cultivo.
- Se pudo determinar en ensayo de semicampo, que el uso del cilantro como planta acompañante logra disminuir la población de trips en el cultivo de lechuga en la época estival.
- Permitted establecer un registro de cómo utilizar las bandas florales de umbelíferas anuales en los invernaderos.
- Determinar que hubo un aumento de la diversidad y particularmente de los enemigos naturales, principalmente en la época invernal y primaveral, en las parcelas con cilantro.

- Reconocer que el cilantro actuó como una fuente suplementaria de alimentos para los EN. Que exista una tendencia a su aparición en las parcelas con esta planta, es un dato interesante para manejos de MIP con CBC a largo plazo o para complemento en liberaciones de individuos.

Se puede concluir que la presencia del cilantro en los cultivos de lechuga bajo invernadero aumenta la diversidad funcional, como indican algunos estudios previos, favoreciendo la aparición en las parcelas de sírfidos (*Syrphidae*), crisopas (*Chrysopidae*) y otros enemigos naturales de importancia agronómica, aunque su densidad no logra realizar un control estadísticamente significativo de áfidos en el cultivo con la forma actual de producción.

Es decir, que no se logra un control efectivo de áfidos usando solamente el cilantro como planta acompañante bajo el paradigma de la agricultura actual. Para que las técnicas de conservación mediante el manejo de plantas florales sean efectivas se requiere replantear la horticultura a corto plazo. Mediante este análisis, se pudo concluir que el cilantro actuó como refugio de enemigos naturales principalmente en las temporadas de escasez de recursos y bajas temperaturas y les permitió permanecer en el lote, es decir que es una técnica que necesitaría plantearse a mediano plazo. Si en los lotes bajo invernadero, de cultivos de lechuga u hojas en general, se mantuvieran las bandas florales a mediano y largo plazo, los diferentes organismos podrían asentarse y desarrollar en el lote, lo que permitía que, al ingresar la plaga de rápido crecimiento, los enemigos naturales ya estuvieran disponibles y realizar controles efectivos de plagas.

Es necesario y fundamental, cuando hablamos de estrategias de MIP el uso combinado de prácticas, en este caso, el uso de plantas acompañantes de debería combinar con otras estrategias de control biológico para lograr un control efectivo, como la liberación anticipada enemigos naturales, plantas acompañante mixtas, uso de plantas búnker como alimentación suplementaria, cultivos de cobertura, distribución espacial de cultivos que permitan el mantenimiento de los enemigos naturales en los lotes, entre otras.

También es necesario que al realizar esta práctica sea acompañada de manejos sanitarios con productos químicos selectivos, ya que la mayoría de los productos utilizados en este cultivo afecta directa e indirectamente a todos los enemigos naturales que pudiesen estar en el refugio.

Es fundamental avanzar con la investigación sobre UDE para las diferentes especies plaga y en los diferentes estados fenológicos del cultivo, teniendo en cuenta manejos mucho más sustentables y amigables con el ambiente y los consumidores.

Es decir que, mediante la forma de horticultura actual en el cinturón de la ciudad de La Plata en este cultivo, es muy complejo realizar la técnica de CBC mediante el uso de cilantro.

En cambio, se requieren cambios profundos para realizar esta técnica y en muchos casos en contra de las legislaciones actuales de la producción, principalmente los productos químicos legislados.

Para que la técnica de bandas florales sea efectiva y lograr controles efectivos de plagas, lo que permitiría reducir el uso de agroquímicos, permitiendo obtener alimentos menos contaminados y una reducción en el impacto de la agricultura sobre el medio ambiente, se requiere un cambio global en la producción considerando al cultivo como parte de un todo en el ecosistema, y no solo como una producción a corto plazo.

BIBLIOGRAFIA

Adlercreutz, E, Carmona, D, Melegari, A, Szczesny, A & Viglianchino, L. (2015). Relevamiento y diagnóstico a campo de plagas y enfermedades endémicas bióticas y abióticas en cultivos de lechuga bajo cubierta en el cinturón hortícola de Mar del Plata (2010-2015). En INTA. INTA. Recuperado 8 de marzo de 2021, de https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-inta_plaga_en_lechuga_2010-2015.pdf

Adlercreutz, E. (Ed.). (2014). *Producción hortícola bajo cubierta* (1.ª ed.). Ediciones INTA.

Agustí, N. & Gabarra, R. (2009). Puesta a punto de una cría masiva del depredador polífago *Dicyphus tamaninii* Wagner (Hemiptera: Miridae). *Bol. San. Veg. Plagas.*, 35, 205-218.

Alcalá Herrera, R., Cotes, B., Agustí, N., Tasin, M. & Porcel, M. (2021). Using flower strips to promote green lacewings to control cabbage insect pests. *Journal of Pest Science*, 95(2), 669-683. <https://doi.org/10.1007/s10340-021-01419-7>

Altieri, M., Ponti, L., & Nicholls, C. (2007). El manejo de las plagas a través de la diversificación de las plantas. *Leisa. Revista de Agroecología*, 22(4). <https://leisa-al.org/web/index.php/volumen-22-numero-4/1757-el-manejo-de-las-plagas-a-traves-de-la-diversificacion-de-las-plantas>

Andorno, A. V., Botto, E., La Rossa, F., & Möhle, R. (2014). *Control biológico de áfidos por métodos conservativos en cultivos hortícolas y aromáticas* (1.ª ed.). Ediciones INTA.

Andorno, Andrea V., López, Silvia N., & Botto, Eduardo N.. (2007). Asociaciones áfido-parasitoide (Hemiptera: Aphididae; Hymenoptera: Braconidae, Aphidiinae) en cultivos hortícolas orgánicos en Los Cardales, Buenos Aires, Argentina. *Revista de la Sociedad Entomológica Argentina*, 66(1-2), 171-175. Recuperado en 30 de septiembre de 2022, de http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0373-56802007000100014&lng=es&tlng=es.

Balmer, O., Géneau, C. E., Belz, E., Weishaupt, B., Förderer, G., Moos, S., Ditner, N., Juric, I. & Luka, H. (2014, septiembre). Wildflower companion plants increase pest parasitism and yield in cabbage fields: Experimental demonstration and call for caution. *Biological Control*, 76, 19-27. <https://doi.org/10.1016/j.biocontrol.2014.04.008>

Barrière, V., Lecompte, F., Nicot, P. C., Maisonneuve, B., Tchamitchian, M., & Lescourret, F. (2013). Lettuce cropping with less pesticide. A review. *Agronomy for Sustainable Development*, 34(1), 175–198. <https://doi.org/10.1007/s13593-013-0158-5>

Begum, M., Gurr, G. M., Wratten, S. D., Hedberg, P. R. & Nicol, H. I. (2006). Using selective food plants to maximize biological control of vineyard pests. *Journal of Applied Ecology*, 43(3), 547-554. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2664.2006.01168.x>

Blacquièrre, T., Smaghe, G., van Gestel, C. A. M., & Mommaerts, V. (2012). Neonicotinoids in bees: a review on concentrations, side-effects and risk assessment. *Ecotoxicology*, 21(4), 973–992. <https://doi.org/10.1007/s10646-012-0863-x>

Bocero, S. (2002, agosto). *Cultivos protegidos y problemas ambientales: un estudio de la horticultura marplatense* (Tesis de Posgrado). Universidad de Mar del Plata.

Bugg, R. L., Colfer, R. G., Chaney, W. E., Smith, H. A., & Cannon, J. (2008). Flower Flies (Syrphidae) and Other Biological Control Agents for Aphids in Vegetable Crops. *ANT Publication*. <https://doi.org/10.3733/ucanr.8285>

Cabrera, I. & Velez, A., 2000. "Uso de insecticidas y cultivos acompañantes para el manejo de *Thrips tabaci* l. y *Liriomyza trifolii* b. en el cultivo de la cebolla en puerto rico," *36th Annual Meeting*, August 27-September 1, 2000, Boca Chica, Santo Domingo, Dominican Republic 256778, Caribbean Food Crops Society.

Cagigas, JN. (2018). *El cultivo de lechuga en La Plata: posibilidades de implementación de las Buenas Prácticas Agrícolas (BPA) en establecimientos del Cinturón Hortícola Platense* [Tesis de grado no publicada]. Universidad Nacional de La Plata.

Cano, M., Vila, E., Salvador, E., Janssen, D., Lara, L., & Téllez, M. M. (2012). Utilización de *Mentha suaveolens* Ehrh y *Ocimum basilicum* Linnaeus como plantas refugio para adelantar la instalación de *Orius laevigatus* (Hemiptera: Anthocoridae) en cultivo de pimiento. *Bol San Veg Plagas*, 38, 169-201.

Carrero, J. M. (1996). *Lucha integrada contra las plagas agrícolas y forestales*. Ediciones Mundi-Prensa.

Colley, M. R. & Luna, J. M. (2000, 1 octubre). Relative Attractiveness of Potential Beneficial Insectary Plants to Aphidophagous Hoverflies (Diptera: Syrphidae). *Environmental Entomology*, 29(5), 1054-1059. <https://doi.org/10.1603/0046-225x-29.5.1054>

Ctifl. (1997). *Laitues* (1.^a ed.). Centre technique interprofessionnel des fruits et légumes (France).

Cucchi, N. (Ed.). (2020). *Agricultura sin plaguicidas sintéticos: manejo agroecológico de plagas en cultivos argentinos* (1.^a ed.): INTA Ediciones, Estación Experimental Agropecuaria Mendoza.

Cucchi, N., & Uliarte, E. (2020). Métodos culturales, coberturas vegetales y barreras naturales. En *Agricultura sin plaguicidas sintéticos: manejo agroecológico de plagas en cultivos argentinos* (1.^a ed., pp. 82–104). INTA Ediciones, Estación Experimental Agropecuaria Mendoza.

del Pino, M., Polack, A., Gamboa, S., Castro, A. & Trigo, S. (Eds.). (2008). *Perspectiva para el control biológico de la mosca blanca de los invernáculos Trialeurodes vaporariorum en cultivos de tomate orgánico bajo invernadero* [Congreso de Horticultura - Mar del Plata]. ASAHO.

https://aulavirtual.agro.unlp.edu.ar/pluginfile.php/13416/mod_resource/content/0/Asaho_MdelpinoTupiocoris2008.pdf

Díaz, B. (2020). El uso del aliso *Lobularia maritima* para promover artrópodos Benéficos en el agroecosistema hortícola. *Ediciones INTA*, Article ISBN 978-987-8333-33-5. https://inta.gob.ar/sites/default/files/el_uso_del_aliso_2020.pdf

Díaz, B. M., & Fereres, A. (2005). Life Table and Population Parameters of *Nasonovia ribisnigri* (Homoptera: Aphididae) at Different Constant Temperatures. *Environmental Entomology*, 34(3), 527–534. <https://doi.org/10.1603/0046-225x-34.3.527>

Díaz, B., Andorno, A., & Fernandez, C. (2020). Control biológico por conservación. En *Control biológico de plagas en horticultura: experiencias argentinas de las últimas tres décadas* (1.^a ed., pp. 113–139). Ediciones INTA.

Dreistadt, S. (2020, marzo). *Notas sobre las plagas: Control biológico y los enemigos naturales de los invertebrados*. Programa Estatal MIP de la Universidad de California. Recuperado 10 de mayo de 2022, de <http://ipm.ucanr.edu/PMG/PESTNOTES/pn7500.html>

Ekesi, S., Shah, P. A., Clark, S. J., & Pell, J. K. (2005). Conservation biological control with the fungal pathogen *Pandora neoaphidis*: implications of aphid species, host plant and predator foraging. *Agricultural and Forest Entomology*, 7(1), 21-30. <https://doi.org/10.1111/j.1461-9555.2005.00239.x>

FAO. (s. f.). *Manejo integrado de plagas y plaguicidas*. Recuperado 20 de julio de 2022, de <https://www.fao.org/pest-and-pesticide-management/ipm/integrated-pest-management/es/>

FAOSTAT. (2022). Recuperado 2 de febrero de 2002, de <https://www.fao.org/faostat/es/#home>

Fernandez Acevedo, V., & delPino, M. (no publicado). Identificación y caracterización de las flores comestibles en el mercado hortícola de Buenos Aires. *Horticultura Argentina*.

Fernández Acevedo, V., del Pino, M., & Gamboa, S. B. (2018). Caracterización de los agroquímicos usados en los cultivos hortícolas de La Plata en relación a las Buenas Prácticas Agrícolas. En M. Garbi (Ed.), *Buenas Prácticas en producciones horti-florícolas en áreas periurbanas* (1.^a ed., pp. 41–50). EdunLu.

Ferratto, J. & Fazzone, M. (Eds.). (2010). Buenas Prácticas Agrícolas para la Agricultura Familiar Cadena de las principales hortalizas de hojas en Argentina (Vols. 978-92-5-306573-8). <http://www.fao.org/3/a-i1600s.pdf>

Ferreira, A., & Dutra, F. (2011, 17 octubre). Agroecosistemas, una de las causas del deterioro ambiental. *Argentina Investiga*. Recuperado 4 de marzo de 2021, de https://argentinainvestiga.edu.ar/noticia.php?titulo=agroecosistemas_una_de_las_causas_de_l_deterioro_ambiental&id=1427

Fischbein, D. (2012). Introducción a la teoría del control biológico de plagas. En J. M. Villacide & J. C. Corley (Eds.), *Serie técnica: Manejo Integrado de Plagas Forestales* (1.^a ed., Vol. 15, pp. 4–21). Ediciones INTA: INTA EEA Bariloche.

Fortunato, N. (2015). *Prácticas y representaciones sobre el uso de plaguicidas. Un crisol de razones en el cinturón hortícola platense* [Tesis de maestría no publicada]. Universidad Nacional de La Plata.

García Morató, M. (2000). Principales plagas en el cultivo de la lechuga: pulgones y orugas (y II). *Revista Vida Rural*, 46-48.

García, G., & Martel, G. (2012). *Efecto de plantas acompañantes sobre la abundancia de pulgones y sus enemigos naturales en dos variedades de lechuga en macrotúnel* (Tesis de grado). Universidad Nacional de La Pampa. <https://repo.unlpam.edu.ar/handle/unlpam/1526>

Gázquez Garrido, J., Pérez-Parra, J., López Hernández, J., Baeza Romero, E., Meca Abad, D. & Pérez Martínez, C. (2010). Técnicas de cultivo y control biológico. En *Organismos para el control de patógenos en los cultivos protegidos. Prácticas culturales para una agricultura sostenible* (1.^a ed., Vol. 1, pp. 133-164). : Fundación Cajamar.

Gillespie, M., Wratten, S., Sedcole, R., & Colfer, R. (2011). Manipulating floral resources dispersion for hoverflies (Diptera: Syrphidae) in a California lettuce agro-ecosystem. *Biological Control*, 59(2), 215–220. <https://doi.org/10.1016/j.biocontrol.2011.07.010>

Gobierno de Buenos Aires. (s. f.). *¿Qué es AMBA?* Buenos Aires Ciudad. Recuperado 5 de junio de 2021, de <https://www.buenosaires.gob.ar/>

Goula, M & Alomar, O. (1994). Míridos (Heteroptera Miridae) de interés en el control integrado de plagas en el tomate. Guía para su identificación. *Bol. San. Veg. Plagas*, 20: 131-143.

Gyenge, J. E., Edelstein, J. D., & Salto, C. E. (1998). Efectos de la temperatura y la dieta en la biología de *Eriopis connexa* (Germar) (Coleoptera: Coccinellidae). *Anais da Sociedade Entomológica do Brasil*, 27(3), 345–356. <https://doi.org/10.1590/s0301-80591998000300004>

- Hatt, S., Xu, Q., Francis, F., & Osawa, N. (2019). Aromatic plants of East Asia to enhance natural enemies towards biological control of insect pests. A review. *Entomologia Generalis*, 38(4), 275–315. <https://doi.org/10.1127/entomologia/2019/0625>
- Hickman, J. M., Lövei, G. L. & Wratten, S. D. (1995, enero). Pollen feeding by adults of the hoverfly *Melanostoma fasciatum* (Diptera: Syrphidae). *New Zealand Journal of Zoology*, 22(4), 387-392. <https://doi.org/10.1080/03014223.1995.9518057>
- Hogg, B. N., Bugg, R. L. & Daane, K. M. (2011). Attractiveness of common insectary and harvestable floral resources to beneficial insects. *Biological Control*, 56(1), 76-84. <https://doi.org/10.1016/j.biocontrol.2010.09.007>
- Hutcheson, K. (1970). A test for comparing diversities based on the Shannon formula. *J Theor Biol.*, 1(15), 1-4. [https://doi.org/10.1016/0022-5193\(70\)90124-4](https://doi.org/10.1016/0022-5193(70)90124-4)
- Infocampo. (2016, 15 noviembre). La lechuga, a la cabeza de las verduras excedidas de residuos tóxicos. *Infocampo*. <https://www.infocampo.com.ar/la-lechuga-a-la-cabeza-de-las-verduras-excedidas-de-residuos-toxicos/>
- INIA. (2017). *Manual de producción de lechuga* (Boletín INIA N° 374). INIA Santiago, Chile. ISSN 0717 – 4829
- INIA. (2018). Pulgón de la lechuga. En *INIA* (Ficha técnica 01). Recuperado 5 de abril de 2021, de <https://biblioteca.inia.cl/bitstream/handle/20.500.14001/66725/NR41190.pdf?sequence=1>
- Jankowska, B. & Wojciechowicz-Żytka, E. (2016, 1 junio). Effect of intercropping carrot (*Daucus carota* L.) with two aromatic plants, coriander (*Coriandrum sativum* L.) and summer savory (*Satureja hortensis* L.), on the population density of select carrot pests. *Folia Horticulturae*, 28(1), 13-18. <https://doi.org/10.1515/fhort-2016-0002>
- Jost, L. (2018). What do we mean by diversity? The path towards quantification. *Mètode Revistade difusió de la investigació*, 9. <https://doi.org/10.7203/metode.9.11472>

Kent, M. & P. Coker (1992). *Vegetation Description and Analysis. A Practical Approach*. CRC Press. Florida, U.S.A. 363 pp

Kindlmann, P. & Dixon, A.F. (2010). Modelling Population Dynamics of Aphids and Their Natural Enemies. In: Kindlmann P., Dixon A., Michaud J. (eds) *Aphid Biodiversity under Environmental Change*. Springer, Dordrecht.

Lambion, J. & van Rijn, P. (2021). *Flower strips: a tool for pest control in greenhouses*. Green Resilient. https://orgprints.org/id/eprint/38705/1/FlowerStrips_GreenResilient.pdf

Larrea Poma, M., Tirado Bustillos, N., & Ascarrunz, M. (2010). Daño genotóxico por exposición a plaguicidas en agricultores del Municipio de Luribay. *BIOFARBO*, 18(2), 31–43.

Lixa, A., Campos, J., Resende, A., Silva, J. & Almeida, M. (2010). Diversidad de Coccinellidae (Coleoptera) en plantas aromáticas (Apiaceae) como sitios de supervivencia y reproducción en un sistema agroecológico. *Neotrop. entomol.*, 39(3). <https://doi.org/10.1590/S1519-566X2010000300007>

Lou, J., & González-Oreja, J. A. (2012). Midiendo la diversidad biológica: más allá del índice de Shannon. *Acta zoológica lilloana*, 56(1–2), 3–14.

Lucas, María F. Diaz, Passareli, Lilián M, Maza, Noelia, Aquino, Daniel A., Greco, Nancy M, & Rocca, Margarita. (2020). Spatio-temporal variation of predatory hoverflies (Díptera: Syrphidae) and their relationship with aphids in organic horticultural crops in La Plata, Buenos Aires. *Revista de la Sociedad Entomológica Argentina*, 79(4), 15-22. <https://dx.doi.org/https://doi.org/10.25085/rsea.790403>

Mallar, A. (1978). *La lechuga* (1.ª ed.). Editorial hemisferio sur.

Margalef, R. (1980). *Ecología* (3.ª ed.). Ediciones Omega.

Marhuenda Berenguera, J. & García Vergara, J. (2016). Lechuga. En *Cultivos hortícolas al aire libre* (1.ª ed., pp. 239-275). Cajamar Caja Rural.

- Maroto, J. (1992). *Horticultura herbácea especial*. Mundiprensa.
- MCBA, & Pineda, C. (2018, mayo). *Boletín de Frutas y Hortalizas: Lechuga* (N.º 76). MCBA. <http://www.mercadocentral.gob.ar/sites/default/files/docs/boletin-INTA-CMCBA-76-lechuga.pdf>
- Mendoza, G., Becerra, V., Bustos, J., & Longone, V. (2019). *Insecticidas y herbicidas para el cultivo de lechuga*. INTA EEA Mendoza.
- Messelink, G. J., Bennison, J., Alomar, O., Ingegno, B. L., Tavella, L., Shipp, L., Palevsky, E. & Wäckers, F. L. (2014, 8 mayo). Approaches to conserving natural enemy populations in greenhouse crops: current methods and future prospects. *BioControl*, 59(4), 377-393. <https://doi.org/10.1007/s10526-014-9579-6>
- Millán, N. & Gaviola, J. (s. f.). *Manual de producción de lechuga*. INTA. Recuperado 5 de mayo de 2021, de https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-6__enfermedades.pdf
- Mou, B. (2008). Lettuce. In: Prohens, J., Nuez, F. (eds) *Vegetables I. Handbook of Plant Breeding*, vol 1. Springer, New York, NY. https://doi.org/10.1007/978-0-387-30443-4_3
- Nagai, K. & Hikawa, M. (2012). Evaluation of Black-eyed Susan *Rudbeckia hirta* L. (Asterales: Asteraceae) as an Insectary Plant for a Predacious Natural Enemy *Orius sauteri* (Poppius) (Heteroptera: Anthocoridae). *Japanese Journal of Applied Entomology and Zoology*, 56(2), 57-64. <https://doi.org/10.1303/jjaez.2012.57>
- Nicholls, C. I. (2008). *Control biológico de insectos: un enfoque agroecológico* (1.ª ed.). Alianza Editorial.
- Oesterheld, Martín. (2008). Impacto de la agricultura sobre los ecosistemas: Fundamentos ecológicos y problemas más relevantes. *Ecología austral*, 18(3), 337-346. Recuperado en 01 de septiembre de 2022, de http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1667-782X2008000300007&lng=es&tlng=es.

Ohashi, D. & Urdampilleta, J. (2003). Interacción Entre Insectos Perjudiciales Y Benéficos En El Cultivo De Tabaco De Misiones, Argentina. *RIA*, 32(2), 113-124.

Palumbo, J. (2008). Seasonal Abundance and Control of the Lettuce Aphid, *Nasonovia ribisnigri*, on Head Lettuce in Arizona. *Vegetable: A College of Agriculture Report*. <https://repository.arizona.edu/handle/10150/220018>

Paredes, D., Campos, M., & Cayuela, L. (2013). El control biológico de plagas de artrópodos por conservación: técnicas y estado del arte. *Ecosistemas*, 22(1), 56–61. <https://doi.org/10.7818/ECOS.2013.22-1.10>

Pascual-Villalobos, M., Lacasa, A., González, A., Varó, P., & García, M. (2006). Effect of flowering plant strips on aphid and syrphid populations in lettuce. *European Journal of Agronomy*, 24(2), 182–185. <https://doi.org/10.1016/j.eja.2005.07.003>

Paunero, I. (2013). *Cultivo de Cilantro*. INTA EEA San Pedro. https://inta.gov.ar/sites/default/files/script-tmp-intasp_ip_coriandro.pdf

Paunero, I. (2021). Cultivation of coriander in greenhouses for fresh consumption in San Pedro, Buenos Aires, Argentina. *Horticultura Argentina*, 40(103), 7–13. <http://id.caicyt.gov.ar/ark:/s18519342/qii5n3b9r>

Pineda, A., & Marcos-García, M. N. (2008). Use of selected flowering plants in greenhouses to enhance aphidophagous hoverfly populations (Diptera: Syrphidae). *Annales de la Société entomologique de France (N.S.)*, 44(4), 487–492. <https://doi.org/10.1080/00379271.2008.10697584>

Pineda, C. (2022, abril). *Boletín Gestión Hortícola* (N.º 5).

Polack, A. (2006). *Interacciones tritróficas involucradas en el control de plagas de cultivos hortícolas* [Tesis doctoral]. Universidad Nacional de La Plata.

Polack, L., López, S., Silvestre, C., Andorno, A. & Viscarret, M. (2017). Control biológico en tomate con el mírido *Tupiocoris cucurbitaceus*. *INTA*.

https://inta.gob.ar/sites/default/files/inta_-_control_biológico_en_tomate_con_tupiocoris_cucurbitaceus.pdf

Prachayasittikul, V., Prachayasittikul, S., Ruchirawat, S., & Prachayasittikul, V. (2018). Coriander (*Coriandrum sativum*): A promising functional food toward the well-being. *Food Research International*, *105*, 305–323. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2017.11.019>

Resende, A., de Haro, M., da Silva, V., Souza, L.C.P. Silveira, B. & Silveira, L. (2012). DIVERSIDADE DE PREDADORES EM COENTRO, ENDRO E FUNCHO SOB MANEJO ORGÂNICO. *Arq. Inst. Biol.*, *79*(2), 193-199.

Resende, A., Ferreira, R., Paterno Silveira, L., Silvério Pereira, L., Vilela Landim, D. & Carvalho, C. (2015). Desenvolvimento e reprodução de *Eriopis connexa* (Germar, 1824) (Coleoptera: Coccinellidae) alimentada com recursos florais de coentro (*Coriandrum sativum* L.). *ENTOMOTROPICA*, *30*(2), 12-19.

Rey-Henao, L. M., Vargas-Rivera, J. A., Vergara-Escudero, E., & Londoño-Velasco, E. (2020). Genotoxic effect of occupational exposure to organophosphate and pyrethroid insecticides, evaluated with the micronuclei assay: Literature review. *Salutem Scientia Spiritus*, *6*(1), 40–48.

Rizzo, M. (s. f.). *Interacciones dentro del ensamble de parasitoides y depredadores de áfidos y su efecto sobre el control biológico en el cultivo de berenjena* [Tesis doctoral]. Universidad Nacional de La Plata.

Salamanca, J., Pareja, M., Rodriguez-Saona, C., Resende, A., & Souza, B. (2015). Behavioral responses of adult lacewings, *Chrysoperla externa*, to a rose–aphid–coriander complex. *Biological Control*, *80*, 103–112. <https://doi.org/10.1016/j.biocontrol.2014.10.003>

Salas, C. & Portilla, M. (2020). Manejo del hábitat para aumentar poblaciones de moscas de las flores (sírfidos) en cultivos comerciales de lechuga. *TIERRA ADENTRO · Sanidad vegetal: el aporte de INIA a la protección de las plantas*, *113*, 17-23. <https://hdl.handle.net/20.500.14001/5475>

Sánchez, J. (2021). Contribución de la investigación al desarrollo del control biológico en pimiento en el sureste de España. *PHYTOMA*, 327, 23–27.

Sans, F. X. (2007). La diversidad de los agroecosistemas. *Ecosistemas*, 16(1), 44–49.

Scorsetti, A., Maciá, A., Steinkraus, D., & López Lastra, C. (2010). Prevalence of *Pandora neoaphidis* (Zygomycetes: Entomophthorales) infecting *Nasonovia ribisnigri* (Hemiptera: Aphididae) on lettuce crops in Argentina. *Biological Control*, 52(1), 46–50. <https://doi.org/10.1016/j.biocontrol.2009.09.005>

Servicio Meteorológico Nacional. (2023, 16 febrero). Cambio climático y sequía: ¿hay relación? Recuperado 15 de marzo de 2023, de

<https://www.argentina.gob.ar/noticias/cambio-climatico-y-sequia-hay-relacion>

SINAVIMO. (s. f.). *Coriandrum sativum*. Recuperado 21 de julio de 2022, de <https://www.sinavimo.gob.ar/cultivo/coriandrum-sativum>

SINAVIMO. (s. f.-b). *Nasonovia ribisnigri*. Sistema Nacional de Vigilancia y Monitoreo de plagas. Recuperado 15 de septiembre de 2022, de <https://www.sinavimo.gob.ar/plaga/nasonovia-ribisnigri>

Singh, R., & Singh, G. (2016). Aphids and Their Biocontrol. En Omkar (Ed.), *Ecofriendly Pest Management for Food Security* (1.a ed., pp. 63–108). Academic Press. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-803265-7.00003-8>.

Soler, P., Berroterán, J., & Gil, J. (2012). Índice valor de importancia, diversidad y similaridad florística de especies leñosas en tres ecosistemas de los llanos centrales de Venezuela. *Agronomía Trop.*, 62, 1–4.

Sujayanand, G., Sharma, R. & Shankarganesh, K. (2016). Impact of intercrops and border crops on pest incidence in okra. *Indian Journal of Horticulture*, 73(2), 219. <https://doi.org/10.5958/0974-0112.2016.00051.7>

Tavares, J., Wang, K. H., & Hooks, C. R. (2015). An evaluation of insectary plants for management of insect pests in a hydroponic cropping system. *Biological Control*, *91*, 1–9. <https://doi.org/10.1016/j.biocontrol.2015.07.004>

Togni, P. H., Venzon, M., Muniz, C. A., Martins, E. F., Pallini, A., & Sujii, E. R. (2016). Mechanisms underlying the innate attraction of an aphidophagous coccinellid to coriander plants: Implications for conservation biological control. *Biological Control*, *92*, 77–84. <https://doi.org/10.1016/j.biocontrol.2015.10.002>

University of California. (s. f.). *Agriculture: Lettuce Pest Management Guidelines*. UC-IPM. Recuperado 5 de marzo de 2022, de <https://www2.ipm.ucanr.edu/agriculture/lettuce/>

USDA. (1962, marzo). *Lettuce and its production* (Agricultural handbook N° 221). USDA Washington.

Vaidya, K. y Banskota, S. (2008). Impactos de cultivos intercalados en el control de áfidos en un cultivo de col *Brassica oleracea*. *Revista del Museo de Historia Natural*. *22*, 32–37. Obtenido de <https://www.nepjol.info/index.php/JNHM/article/view/1001>

Valdez Marroquín, C. G., Guzmán, M. A., Valdés, A., Forougbakhch, R., Alvarado, M. A., & Rocha, A. (2018). Estructura y diversidad de la vegetación del matorral espinoso tamaulipeco con condiciones prístinas en el noreste de México. *Revista de Biología Tropical*, *66*(4). <https://doi.org/10.15517/rbt.v66i4.32135>

van Driesche, R. G., Hoddle, M. S., Center, T. D., Cancino, E. R., Blanca, J. C., & Alvarez, J. M. (2007). *Control de plagas y malezas por enemigos naturales*. Academic Service.

Vargas, R., Rodríguez • R. Villaseñor, S., & Villaseñor, R. (2011). Manejo del Hábitat. En *Manejo De Plagas En Paltos Y Cítricos* (1.ª ed., Vol. 23, pp. 163–203). COLECCIÓN LIBROS INIA.

Viteri, ML & M García. 2013. Tomate y lechuga en los cinturones hortícolas de Buenos Aires. pp. 50-71. En: ML Viteri; G Ghezán & D Iglesias. Tomate y Lechuga: Producción y comercialización y consumo. Proyecto Específico: Economía de las cadenas

agroalimentarias y agroindustriales. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA). p. 1-159.

Vries, I. M. (1997). Origin and domestication of *Lactuca sativa* L. *Genetic Resources and Crop Evolution*, 44, 165–174.

Walsh, G. C. (2003, 1 abril). Host Range and Reproductive Traits of *Diabrotica speciosa* (Germar) and *Diabrotica viridula*(F.) (Coleoptera: Chrysomelidae), Two Species of South American Pest Rootworms, with Notes on Other Species of Diabroticina. *Environmental Entomology*, 32(2), 276-285. <https://doi.org/10.1603/0046-225x-32.2.276>

Wratten, S., Berndt, L., Gurr, G., Tylianakis, J., Fernando, P., & Didham, R. (Eds.). (2002). *Adding floral diversity to enhance parasitoid fitness and efficacy* (Vol. 1). 1st International Symposium on Biological Control of Arthropods.

Xu, Q., Wang, S., Li, S., & Hatt, S. (2020). Conservation Biological Control in Organic Greenhouse Vegetables. En Y. Gao (Ed.), *Integrative Biological Control. Progress in Biological Control* (Vol. 20, pp. 133–144). Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-44838-7_8

Yano, E. (2006). Ecological considerations for biological control of aphids in protected culture. *Population Ecology*, 48(4), 333–339. <https://doi.org/10.1007/s10144-006-0008-2>

Zeng, G., Chen, M., & Zeng, Z. (2013). Risks of Neonicotinoid Pesticides. *Science*, 340(6139), 1403. <https://doi.org/10.1126/science.340.6139.1403-a>

Zhang, L., Qin, Z., Zhao, X., Huang, X., & Shi, W. (2022). Effects of aphid- induced semiochemicals from cover plants on *Harmonia axyridis* (Coleoptera: Coccinellidae). *Pest Management Science*, 78(8), 3305–3313. <https://doi.org/10.1002/ps.6956>