

**UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA  
FACULTAD DE AGRONOMÍA**

**DIVERSIDAD DE ARTRÓPODOS Y FLUCTUACIÓN POBLACIONAL DE  
*TRIALEURODES VAPORARIORUM* EN CULTIVO DE TOMATE BAJO  
INVERNADERO CON DIFERENTES SISTEMAS DE MANEJO**

**por**

**Jessica SCANU GARDIOL**

**Trabajo final de grado  
presentado como uno de los  
requisitos para obtener el  
título de Ingeniero Agrónomo**

**MONTEVIDEO  
URUGUAY  
2023**

**HOJA DE APROBACIÓN**

Trabajo final de grado aprobado por:

Director/a:

---

Leticia Bao

Tribunal:

---

Guillermo Galván

---

María Eugenia Lorenzo

---

Mariana Scarlato

Fecha:

24/02/2023

Estudiante:

---

Jessica Scanu Gardiol

## AGRADECIMIENTOS

A mis tutores Leticia y Guillermo, por la paciencia, dedicación, amabilidad y conocimiento brindado.

A los productores vinculados a la tesis, por recibirme en sus predios con la mejor disposición.

A mi familia y amigos, por acompañarme en todo el proceso de formación.

A la Universidad de la República, por darme la oportunidad de realizar una carrera de grado.

A la Asociación de Estudiantes de Agronomía, por las becas brindadas, que sin ellas este logro no hubiese sido posible.

## TABLA DE CONTENIDO

HOJA DE APROBACIÓN.....	2
AGRADECIMIENTOS .....	3
LISTA DE CUADROS E ILUSTRACIONES.....	6
1. INTRODUCCIÓN.....	10
1.1. LA PROBLEMÁTICA ESTUDIADA.....	10
1.2. OBJETIVOS .....	11
2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA .....	12
2.1. EL CULTIVO DE TOMATE.....	12
2.2. MOSCA BLANCA DE LOS INVERNADEROS: MORFOLOGÍA, BIOLOGÍA Y CONTROL .....	13
2.2.1 Clasificación taxonómica .....	13
2.2.2. Origen y Distribución.....	13
2.2.3. Biología.....	13
2.2.4. Hospederos .....	15
2.2.5. Daños .....	15
2.2.6. Estrategias de control .....	16
2.3. DIVERSIDAD DE ARTRÓPODOS EN CULTIVO DE TOMATE BAJO INVERNADERO .....	19
2.3.1. Depredadores .....	19
2.3.2. Parasitoides .....	23
2.3.3. Polinizadores .....	24
3. MATERIALES Y MÉTODOS.....	25
3.1. ÁREA DE ESTUDIO.....	25
3.1.1. Descripción de los predios .....	26
3.2. MUESTREOS .....	28
3.2.1. Etapa de campo.....	28
3.2.2. Etapa de laboratorio.....	29
3.3. ANÁLISIS DE DATOS .....	32
4. RESULTADOS .....	33
4.1. SEGUIMIENTO DE LA POBLACIÓN DE MOSCA BLANCA.....	33
4.2. DIVERSIDAD DE ARTRÓPODOS .....	37
4.2.1. Diversidad de grupos funcionales .....	37
4.2.2. Diversidad dentro de los grupos funcionales.....	40
4.2.3. Análisis de diversidad .....	47

5.	DISCUSIÓN.....	50
5.1.	SEGUIMIENTO Y CONTROL DE LA MOSCA BLANCA .....	50
5.1.1.	Mosca blanca, mosca blanca parasitada y enemigos naturales.....	50
5.1.2.	Diversidad de artrópodos .....	54
6.	CONCLUSIONES.....	58
7.	BIBLIOGRAFÍA.....	59
8.	ANEXOS .....	65

## LISTA DE CUADROS E ILUSTRACIONES

### Tablas No

1. Principales órdenes y familias de insectos depredadores.....	21
2. Tipos de parasitoides según los estadios afectados de la especie hospedera. .....	24
3. Descripción de los cultivos de tomate en cada predio.....	28
4. Índices de diversidad de Shannon por predio en cultivos de tomate de producción convencional (P1 y P2) y orgánica (P3 y P4).....	48
5. Índices de diversidad de Shannon en cada una de las cinco fechas de muestreo, en 2017 (media $\pm$ E.E). ....	48

### Figuras No.

1. Ciclo de desarrollo de <i>Trialeurodes vaporariorum</i> .....	15
2. Ubicación geográfica de los cuatro predios en estudio, predios 1 y 2 con manejo convencional en Canelón Chico y La Armonía, y predios 3 y 4 con manejo orgánico en Valle Alegre, San Bautista. ....	25
3. Imagen aérea de los predios en estudio. ....	27
4. Distribución de las trampas amarillas pegajosas en el invernáculo, con una trampa por cuadrante y una trampa en posición central.....	31
5. Fluctuación de la población de mosca blanca y mosca blanca parasitada por hongo entomopatógeno (Nº de adulto/planta) en la primavera 2017 en predios convencionales (1 y 2) y orgánicos (3 y 4).....	34
6. Fluctuación de la población de mosca blanca comparando monitoreo en planta (Nº de adultos/planta) con el muestreo de trampas (acumulado en trampas). ...	36
7. Proporción de individuos por grupo funcional respecto al total de artrópodos por predio en la primavera 2017 en predios convencionales (Predios 1 y 2) y predios orgánicos (Predios 3 y 4). ....	37
8. Abundancia relativa de los grupos funcionales por predio y por fecha de muestreo de trampas amarillas, en la primavera 2017 en predios convencionales (1 y 2) y predios orgánicos (3 y 4).....	39
9. Número total de individuos acumulados en las cinco trampas según especie o familia dentro del grupo funcional Plagas por predio y fecha de muestreo de	

trampas amarillas, en la primavera 2017 en predios convencionales (1 y 2) y orgánicos (3 y 4).....	41
10. Número total de individuos acumulados en las cinco trampas según especie o familia dentro del grupo funcional Parasitoides por predio y fecha de muestreo de trampas amarillas, en la primavera 2017 en predios convencionales (1 y 2) y orgánicos (3 y 4).....	43
11. Número total de individuos acumulados en las cinco trampas según especie o familia dentro del grupo funcional depredadores por predio y fecha de muestreo de trampas amarillas, en la primavera 2017 en predios convencionales (1 y 2) y orgánicos (3 y 4). ....	44
12. Número total de Individuos acumulados en las cinco trampas según especie o familia del grupo funcional Polinizadores por predio y fecha de muestreo de trampas amarillas, en la primavera 2017 en predios convencionales (1 y 2) y orgánicos (3 y 4).....	46

## RESUMEN

El tomate (*Solanum lycopersici*) es uno de los cultivos principales en cuanto a su consumo en el Uruguay, en el sur del país se ha ido incrementando el área de este cultivo bajo invernadero. La mosca blanca de los invernaderos, *Trialeurodes vaporariorum*, es una de las principales plagas en el cultivo de tomate bajo invernadero y su control es principalmente con el uso de insecticidas, pero cada vez es más difícil el control de esta plaga mediante la herramienta mencionada. El control biológico, mediante entomopatógenos y artrópodos es una herramienta alternativa para incluir en el manejo de los predios. El objetivo de este trabajo fue evaluar y comparar la evolución de la población de mosca blanca *T. vaporariorum* y la diversidad de artrópodos en cultivos de tomate bajo invernadero de predios convencionales y orgánicos. Los muestreos se realizaron con una frecuencia de 15 días mediante monitoreo visual de hojas de tomate y cada 7 días mediante la colocación de trampas pegajosas. Los resultados obtenidos fueron que en los cuatro predios la mosca blanca estuvo presente, pero en los predios convencionales estuvo por arriba del umbral de intervención, en cambio en los predios orgánicos se mantuvo en poblaciones bajas durante todo el muestreo. En cuanto a la diversidad de artrópodos evaluada a través del cálculo de índices de Shannon a partir de las especies y/o morfoespecies, la misma fue significativamente mayor en los predios orgánicos.

*Palabras Clave:* *Trialeurodes vaporariorum*, diversidad, artrópodos, orgánico, convencional

## SUMMARY

Tomato (*Solanum lycopersici*) is one of the main crops in Uruguay in terms of consumption, and in the south of the country the area of this crop in greenhouses has been increasing in recent years. The greenhouse whitefly, *Trialeurodes vaporariorum*, is one of the main pests in the greenhouse tomato crops and its control is carried out mainly with the use of insecticides. However, controlling this pest in this way is becoming more and more difficult. Biological control, using entomopathogens and arthropods, is an alternative tool to be included in farm management. The objective of this work was to evaluate and compare the evolution of the whitefly *T. vaporariorum* population and the diversity of arthropods in greenhouse tomato crops in conventional and organic farms. Sampling was carried out with a frequency of 15 days by visual monitoring of tomato leaves and every 7 days by placing sticky traps. The results obtained were that the whitefly was present in all four farms, but in the conventional farms it was above the intervention threshold, while in the organic farms it remained in low populations throughout the sampling. The diversity of arthropods evaluated through the calculation of Shannon indexes based on species and/or morphospecies was significantly higher in the organic farms.

*Keywords:* *Trialeurodes vaporariorum*, diversity, arthropods, organic, conventional

## 1. INTRODUCCIÓN

### 1.1. LA PROBLEMÁTICA ESTUDIADA

El cultivo de tomate (*Solanum lycopersicum* L.) es el segundo cultivo hortícola más importante a nivel nacional después del cultivo de papa, considerando el volumen y el valor bruto de producción. En la región sur del país el número de productores de tomate bajo invernáculo se incrementó un 67% y la superficie de tomate protegido aumentó 70% entre 2005 y 2014 (Dirección de Investigación y Estadística Agropecuaria [DIEA], 2015). La mayor humedad y temperatura que se genera en ese ambiente de invernáculo son algunas de las condiciones que promueven la existencia de enfermedades e insectos plagas (Albajes et al., 1987). Uno de los insectos más problemáticos para el cultivo de tomate bajo invernadero es la mosca blanca de los invernaderos *Trialeurodes vaporariorum* (Westwood, 1856) (Hemiptera: Aleyrodidae) (Cardona et al., 2005).

La importancia económica de este insecto plaga se debe a su amplia distribución geográfica en el trópico, subtropical y zonas templadas del mundo, el gran número de especies cultivadas que afecta y su amplio rango de hospederos cultivados y silvestres (Cardona et al., 2005). La mosca blanca afecta de forma negativa el cultivo de tomate y otras hortalizas. Altas poblaciones de *T. vaporariorum* en cultivos de tomate bajo invernadero pueden causar pérdidas de rendimiento. Las ninfas de mosca blanca se alimentan en el envés de las hojas y producen una mielecilla que se deposita sobre el vegetal y favorece el desarrollo de fumagina sobre las hojas, reduciendo el área fotosintética y sobre los frutos, lo que reduce su calidad comercial (Bentancourt & Scatoni, 2010).

Para el control de mosca blanca los productores utilizan mayoritariamente insecticidas de síntesis, altamente tóxicos y con alta frecuencia de aplicación. Desde el punto de vista entomológico, el excesivo uso de plaguicidas y su aplicación continua en un régimen calendario, además de los altos riesgos humanos y ambientales, causan destrucción de los insectos benéficos y rompen el equilibrio biológico, lo cual posiblemente se expresa en nuevas y continuas aspersiones de plaguicidas (Jaramillo et al., 2006).

Por otro lado, el uso continuo de estos químicos trae como consecuencias: contaminación del medio ambiente con pérdida de la biodiversidad en los ecosistemas, problemas de salud en humanos asociados principalmente con riesgos de intoxicación y la presencia de residuos de

insecticidas en alimentos, entre otros efectos secundarios (Hughes et al., 2008 y Jepson, 2008, mencionados por García et al., 2014).

El diseño de estrategias agroecológicas que promuevan un control o regulación de plagas permitiría reducir el uso de agroquímicos (Espejo et al., 2014). En general, las poblaciones muestran una estabilidad considerable en un período definido en cualquier ecosistema. El control natural, que se da por la combinación de factores bióticos y abióticos naturales, es muy específico para cada especie de insecto, depende de condiciones climáticas favorables y es muy susceptible a las intervenciones de la actividad humana, quien en muchas ocasiones es responsable de la destrucción de esos mecanismos de autorregulación que existen naturalmente (Jaramillo et al., 2006).

En este contexto, el conocimiento de los roles funcionales de los insectos, su diversidad y riqueza en los cultivos en cada contexto específico resulta esencial. Al conocer la biodiversidad de insectos, se puede favorecer la conservación de los hábitats naturales, lo que contribuye con el suministro de servicios ecosistémicos que brindan los insectos benéficos sobre la regulación de las poblaciones de insectos plaga, debido a que influyen en la dinámica de gremios tróficos como los fitófagos y enemigos naturales (depredadores y parasitoides) (Díaz et al., 2018).

## **1.2. OBJETIVOS**

Estudiar la dinámica poblacional de mosca blanca y los posibles mecanismos de su regulación en cultivos de tomate en invernaderos con manejo orgánico y convencional del sur del Uruguay.

Además, como objetivos específicos, nos planteamos estudiar

- La fluctuación poblacional de la mosca blanca
- La existencia de control por hongos entomopatógenos
- La fluctuación poblacional y diversidad de enemigos naturales
- La caracterización de la comunidad de artrópodos a nivel de grupos funcionales

## **2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA**

### **2.1. EL CULTIVO DE TOMATE**

El tomate (*Solanum lycopersicum* L.) es una especie originaria de América, de las regiones montañosas de Perú, Ecuador y Chile (Escobar, 2009). Pertenece a la familia Solanáceas. Es una planta herbácea cultivada como anual. Es una hortaliza que presenta una alta diversidad genética, existiendo innumerables variedades con distinto aspecto, color y sabor (Allende, 2017).

Estimaciones de la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO, 2013) indican que el tomate es la hortaliza más cultivada e importante en el mundo. En 2013 el cultivo alcanzó 4,7 millones de hectáreas y una producción de 164 millones de toneladas (Allende, 2017).

A nivel nacional, según la encuesta hortícola de DIEA (2017) donde se investigó sobre seis rubros principales (tomate, morrón, cebolla, boniato, zapallo, zanahoria) el tomate es el cultivo hortícola principal, tanto en volumen físico como económico de la producción. Este cultivo se realiza mayormente para consumo en fresco (tomate de mesa 92%) y en menor medida para industria.

Las técnicas de producción son muy variables, destacándose su plantación bajo condiciones de invernadero con el fin de obtener un mayor rendimiento, tanto en cantidad como en calidad del fruto (Jaramillo et al., 2006), así como mantener la oferta de tomate durante todo el año (Allende, 2017). En la zona Sur del Uruguay los ciclos típicos de producción de tomate protegido son de primavera (duración de crecimiento inferior a 200 días, trasplantados del 1 de julio al 30 de septiembre), verano (menos de 200 días, trasplantado del 1 de octubre hasta el 31 de diciembre), otoño (menos de 200 días, trasplantados del 1 de enero al 31 de marzo) y cultivos largos de verano o invierno (más de 200 días) trasplantados del 1 de enero al 31 de marzo) de invierno (más de 200 días) trasplantados del 1 de agosto al 30 de octubre y del 1 de febrero al 31 de marzo, respectivamente (Berrueta et al., 2019).

Las mayores temperaturas que se dan en el interior de los invernaderos, junto con la menor oscilación de las mismas, suele desembocar en un aumento de la velocidad de desarrollo de los fitófagos, lo que supone un incremento en la tasa de crecimiento de las poblaciones y, en definitiva, una acentuación de los daños ocasionados en el cultivo (Albajes et al., 1987). En las condiciones del sur del Uruguay, Berrueta et al. (2019), identificaron que una de las principales plagas

que ocasionan problemas en el cultivo de tomate bajo invernadero es la mosca blanca.

## **2.2. MOSCA BLANCA DE LOS INVERNADEROS: MORFOLOGÍA, BIOLOGÍA Y CONTROL**

### **2.2.1 Clasificación taxonómica**

*Trialeurodes vaporariorum* pertenece al orden Hemiptera, superfamilia Aleyrodoidea, familia Aleyrodidae y subfamilia Aleyrodinae (Grille Rosa, 2011).

### **2.2.2. Origen y Distribución**

El origen de este aleyródido lo sitúan algunos autores en zonas tropicales de América del Sur. Otros en Brasil, América Central e incluso en México (Castresana, 1989). Estay (1993) señala que esta especie fue introducida a Inglaterra en 1856, en plantas procedentes de México. Desde 1934 *T. vaporariorum* es considerado como un insecto perjudicial para los cultivos hortícolas. En los años sesenta, en Europa esta plaga comienza a mostrar su peligrosidad, su gran capacidad de adaptación y su notable polifagia.

En la actualidad presenta una amplia distribución encontrándose en los cinco continentes y constituyendo una de las mayores plagas de los cultivos en invernadero del mundo (Peñaloza, 2020). La mosca blanca de los invernaderos *Trialeurodes vaporariorum* (Westwood) (Hemiptera, Aleyrodidae) es una de las plagas más importantes del tomate a nivel mundial. La importancia económica de este insecto se debe a su amplia distribución geográfica en el trópico, subtrópico y zonas templadas del mundo, el gran número de especies cultivadas que afecta y su amplio rango de hospederos cultivados y silvestres (Cardona et al., 2005).

### **2.2.3. Biología**

Los aleyródidos presentan desarrollo del tipo neometábolo, que se caracteriza por intercalar entre los estadios juveniles y el adulto un par de estados inmóviles conocidos como prepupode o (prepupa) y pupiode o (pupa) por su similitud con el estado de pupa de los holometábolos (Bentancourt & Scatoni, 2010). El ciclo biológico de *Trialeurodes vaporariorum* presenta tres estados de desarrollo: huevo, cuatro estadios ninfales y adulto (Figura 1).

El huevo es de forma oval y mide unos 0,2 mm de longitud. Se fija al órgano vegetal en forma vertical por una corta prolongación. La hembra coloca los huevos individualmente en el tejido vegetal, preferentemente en las hojas jóvenes y en general en la cara inferior (Rodríguez et al., 2003). La hembra vive entre 30

– 40 días dependiendo de la temperatura y hospederos, y puede colocar entre 150 y 300 huevos (FAO, 2013). Recién puestos, los huevos son blancos amarillentos, tornándose más oscuros a medida que van madurando, hasta adquirir una coloración marrón cuando se acerca el momento de la eclosión (Rodríguez et al., 2003).

La ninfa en su primer estadio es de color blanco verdoso y posee tres pares de patas bien desarrolladas, que le permiten desplazarse desde su eclosión hasta que encuentra un lugar para fijarse y comenzar a alimentarse, lo que suele producirse a pocos milímetros del huevo. Una vez fijada, se produce la muda, transformándose en ninfa de segunda, para lo cual atrofia las antenas y las patas. Está inmóvil y el contorno es oval como en el primer estadio pero es más larga y ancha. El cuerpo es aplanado, de color amarillo verdoso y está cubierto de setas. En el tercer estadio el cuerpo es oval y el margen ondulado, tiene el mismo color y las mismas setas que el segundo. En el cuarto estadio ninfal la forma es alargada y elíptica, el color amarillo verdoso y los ojos son dos manchas rojas casi inapreciables. La forma del cuerpo es elíptica, con la región de la cabeza semicircular y contorno generalmente irregular. En la última fase del cuarto estadio no se produce alimentación y el color del cuerpo cambia de verdoso a amarillento más opaco. Actualmente el término “pupa” tiende a reservarse como denominación de esta última fase en la que se aprecia potencialmente la futura figura del adulto. Debido al desarrollo interno de éste, el dorso puede ser más o menos convexo o elevado y los ojos aparecen como dos manchas rojas (Rodríguez et al., 2003).

El adulto sale de la pupa por una incisión que realiza en forma de T. Es de color blanco y mide aproximadamente 1,2 mm de largo, siendo el macho generalmente más pequeño y delgado que la hembra. El cuerpo es de color amarillo y está cubierto por un fino polvillo blanco, lo que provoca la coloración muy blanca característica de las alas que en principio eran transparentes (Rodríguez et al., 2003).

**Figura 1**

Ciclo de desarrollo de *Trialeurodes vaporariorum*.



*Nota.* Tomado de Cardona et al. (2005).

El desarrollo de esta especie es dependiente de la temperatura. En condiciones ambientales óptimas (25 – 30°C), la mosca blanca puede completar una generación en alrededor de 20 días (Polack, 2005). Bajo condiciones de invernadero se pueden lograr hasta 15 generaciones por año (FAO, 2013).

#### **2.2.4. Hospederos**

Las moscas blancas de la especie *T. vaporariorum* son polífagas, afectan una gran variedad de plantas cultivadas y malezas. Entre los cultivos afectados están tomate, berenjena, melón, lechuga, pepino y pimiento (Bentancourt & Scatoni, 2010).

#### **2.2.5. Daños**

Los estados de ninfa y adulto se alimentan de la savia causando dos tipos de daños. El daño directo corresponde al debilitamiento de la planta (amarillamiento y marchitez de la planta) debido a que el insecto succiona los jugos celulares mediante su aparato bucal pico suctor. El daño indirecto se asocia

a reducción del área fotosintética de la hoja debido al establecimiento y desarrollo de un complejo de hongos denominado fumagina, que afecta la fotosíntesis y los frutos. Esto ocurre, porque las ninfas y los adultos desechan una sustancia azucarada sobre las hojas inferiores que acompañada de alta humedad ambiental crea un microclima ideal para el hongo. Otro daño indirecto causado por las moscas blancas es su capacidad de transmitir enfermedades virales a las plantas (FAO, 2013).

#### **2.2.6. Estrategias de control**

En general, existen dificultades para su control, debido básicamente a su corto ciclo de vida, su gran potencial reproductivo, al elevado número de generaciones en el año, al desconocimiento por parte de los agricultores de los estadios susceptibles de controlar, su ubicación en el envés de la hoja y el amplio rango de plantas hospederas. También son numerosas las malezas hospederas de esta plaga, donde se mantiene en períodos sin cultivos y desde donde se diseminan hacia las especies cultivadas. Otro motivo por el cual es difícil su control es que la mosca blanca tiene una gran capacidad para desarrollar resistencia a los insecticidas (Estay, 1993).

Las altas poblaciones alcanzadas por *T. vaporariorum* en los cultivos conduce a los productores hortícolas a realizar repetidos tratamientos con insecticidas químicos con resultados no siempre satisfactorios. Esta práctica conlleva riesgos para la salud humana, altos niveles de contaminación ambiental y efectos sobre la sustentabilidad del sistema de producción por su directa incidencia sobre los enemigos naturales (Basso et al., 2001). Además, se genera una mayor resistencia de la plaga a estas sustancias de origen sintético (van Lenteren & Martin, 2000).

##### **2.2.6.1. Control físico**

Comprende medidas como uso de trampas de color amarillo impregnadas con una sustancia adhesiva. Estas trampas pueden ser utilizadas para monitorear la plaga, determinando el umbral ya sea para liberación de agentes biológicos como para determinación del momento en que debe aplicarse un determinado insecticida (Estay, 1993).

##### **2.2.6.2. Control cultural**

Se refiere al uso de labores que pretendan asegurar las condiciones óptimas para la planta y desfavorables para la plaga. En relación a la práctica de deshoje de las hojas basales, como también a los residuos de la cosecha anterior,

es fundamental que se retiren y eliminen inmediatamente porque es una fuente de infestación. También es importante la eliminación de malezas cercanas a los invernaderos, porque la mayoría de las malezas de hoja ancha son hospederas de mosquita blanca (Estay, 1993).

#### **2.2.6.3. Control químico**

En un programa de manejo integrado de la mosquita blanca, los productos químicos pueden ser de ayuda si se seleccionan y manejan adecuadamente, dado que los controladores biológicos funcionan mejor cuando se trabaja con poblaciones no demasiado altas. Es preciso por lo tanto contar con productos químicos que sean selectivos y de baja toxicidad para los insectos benéficos. Es importante tener en cuenta los siguientes aspectos: conocer la biología del insecto, realizar las aplicaciones a estadios susceptibles, utilizar las dosis recomendadas respetando períodos de carencia y período residual, utilizar equipos apropiados que permitan llegar al envés de la hoja con un adecuado cubrimiento, realizar rotaciones de grupos químicos y utilizar los equipos de protección adecuados (Estay, 1993).

#### **2.2.6.4. Control biológico**

De Bach (1969), como se cita en Nicholls y Altieri (1998), define el control biológico como “la acción de parásitos, predadores o patógenos para mantener la densidad de la población de un organismo plaga a un promedio menor del que ocurriría en su ausencia” (p. 7).

Paredes et al. (2013) mencionan cuatro estrategias del control biológico: 1: el control biológico clásico, que es la introducción intencionada de un agente de control biológico exótico, normalmente co-evolucionado con la plaga, para establecerlo permanentemente y controlar la plaga a largo plazo”; 2: el control biológico por inoculación que se refiere a la suelta intencionada de un organismo vivo como agente de control biológico con el objetivo de que se multiplicará y controlará la plaga durante un periodo, pero no permanentemente; 3: el control biológico por inundación, donde se usa organismos vivos para controlar plagas y 4: el control biológico por conservación, el cual se basa en la modificación del medioambiente 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.

En cuanto a los parasitoides de mosca blanca, se destacan los géneros *Encarsia* y *Eretmocerus* (Hymenoptera: Aphelinidae) (López et al., 2010).

*Encarsia formosa* es utilizada alrededor del mundo para controlar a las moscas blancas en cultivos bajo invernadero. *E. formosa* es un endoparásitoide solitario que deposita de 8 a 10 huevos por día. Los adultos se alimentan de la mielecilla y de la hemolinfa de los hospederos en los que no se han depositado huevos. *E. formosa* oviposita en todas las etapas inmaduras de *T. vaporariorum*, excepto en el huevo y en el primer estadio móvil (Nicholls & Raquin, 2007).

El adulto de *Eretmocerus mundus* es una pequeña avispa de 1 mm de longitud. Su cabeza, tórax y abdomen son de color amarillo o amarillo-marrón (siendo los machos más oscuros que las hembras). Posee tres típicos puntos rojos en forma triangular sobre la cabeza y los ojos son de color verde oscuro. Presenta un marcado dimorfismo sexual, las antenas en forma de mazo, están formadas por 5 segmentos en las hembras y 3 en los machos (Buenahora et al., 2008).

Por otro lado, como la mayoría de los organismos, los insectos son susceptibles a una variedad de enfermedades causadas por patógenos, los cuales pueden ser importantes en el corto plazo como reguladores de las poblaciones de insectos. Los patógenos generalmente invaden y se multiplican en el insecto y se dispersan mediante esporas infectando otros insectos. Matan, reducen la reproducción, detienen el crecimiento o acortan la vida de las plagas, por lo general son específicos de una plaga y su efectividad puede depender de las condiciones ambientales y de la abundancia del hospedero. Son relativamente lentos en su acción, lo cual puede tomar varios días para alcanzar un control efectivo y son ambientalmente seguros (Nicholls & Raquin, 2007).

Los hongos entomopatógenos germinan en la cutícula del insecto, la penetran y colonizan el interior del hospedero. Los géneros de hongos más reportados son *Aschersonia*, *Verticillium*, *Beauveria* y *Paecilomyces* (Manzano et al., 2003).

*Beauveria bassiana* (Deuteromycotina: Hyphomycetes) es un hongo entomopatógeno que se encuentra naturalmente en algunas plantas y en el suelo. Las epizootias son favorecidas por climas templados y húmedos. Las larvas infectadas se tornan de color blanco o gris. *Beauveria* es utilizada como insecticida microbiano en algunos países. Tiene una lista extensa de hospederos que incluye a moscas blancas, áfidos, saltamontes, termitas, escarabajos, gorgojos, chinches, hormigas y mariposas. Existen diferentes cepas de *Beauveria* que exhiben una considerable variación en cuanto a su virulencia, patogenicidad y rango de hospederos. En el suelo se desempeña como saprófito (Nicholls & Raquin, 2007).

Las condiciones de temperaturas óptimas para la infección son medias, por lo que dentro del manejo integrado se recomienda su utilización en primavera y en otoño (Galván et al., 2018).

El producto Lecafol de la empresa LAGE y Cía. se basa en una cepa del hongo *Lecanicillium lecanii*. Se trata de una formulación en polvo de aplicación foliar y de uso en cultivos bajo invernáculo. Para que actúe necesita temperaturas frescas preferentemente en el entorno a los 20 °C y alta humedad, superior al 75%. Por esta razón es conveniente realizar las aplicaciones en la tardecita, evitando siempre las horas del mediodía (Paullier & Folch, 2012).

El producto Crebio 5 (Punto Verde) se basa en una cepa del hongo *Isaria javanica*, = *Paecilomyces fumosoroseus*. Este género es comúnmente encontrado en la naturaleza en un amplio rango de hospederos, principalmente larvas de lepidópteros (Nicholls & Raquin, 2007).

### **2.3. DIVERSIDAD DE ARTRÓPODOS EN CULTIVO DE TOMATE BAJO INVERNADERO**

Una herramienta de manejo es mantener y promover la diversidad de artrópodos en los predios para que las poblaciones de insectos plaga se mantengan reguladas por sus enemigos naturales (Díaz et al., 2018). Los efectos positivos de, en particular, la diversidad de enemigos naturales se logra a través de la complementariedad de nicho, donde los depredadores y sus presas están separados temporal o espacialmente dentro de un microhábitat (Shanker et al. 2012). En función de esto será necesario mantener siempre un remanente de insectos plagas potenciales u otras formas de alimentación para permitir la sobrevivencia y reproducción de los biorreguladores, o enemigos naturales que puedan estar presentes (Forlin, 2012).

El conocimiento de la biodiversidad de insectos representada en fitófagos, enemigos naturales y polinizadores es la base para el diseño de estrategias agroecológicas fundamentadas en el aprovechamiento de los servicios que ofrecen los ecosistemas naturales. Dentro de los servicios ecosistémicos se encuentran el control biológico y la polinización natural (Altieri & Nicholls, 2007; Díaz et al., 2018).

#### **2.3.1. Depredadores**

Los depredadores son enemigos naturales de vida libre que necesitan alimentarse de varias presas (de una o más especies) para poder completar la totalidad de su ciclo biológico y se diferencian de los parasitoides, en que éstos

para completar su ciclo necesitan tan sólo una especie hospedera, cuyos individuos además mueren en el transcurso de su fase preimaginal (Urbaneja et al., 2005). Generalmente, los depredadores son más grandes que sus presas y su hábito alimenticio puede ser polífago, oligófago y monófago (Forlin, 2012).

Los artrópodos depredadores constituyen uno de los grupos más importantes de enemigos naturales (Urbaneja et al., 2005) y están bien distribuidos en la clase Insecta y Arachnida y pueden ser encontrados en un gran número de órdenes y familias. Los adultos e inmaduros son usualmente generalistas en lugar de específicos y ambos pueden ser depredadores. Matan o se alimentan de un gran número de individuos y atacan presas inmaduras y adultas. Además, requieren de polen y néctar como recurso alimenticio adicional. Las arañas, que son generalistas, matan más presas que las que consumen (Nicholls & Raquin, 2007).

En la tabla 1 se presentan los principales órdenes y familias de insectos depredadores.

**Tabla 1.***Principales órdenes y familias de insectos depredadores.*

Orden	Familia	Principales presas
Coleoptera	Coccinellidae	Pulgones, escamas, cochinillas y moscas blancas.
	Cleridae	Larvas de mariposas, picudos y chicharritas.
	Melyridae	Huevos, larvas, pupas, adultos de tamaño pequeño y cuerpo blando de diversos insectos.
	Carabidae	Larvas y pupas de mariposas y avispas.
Hemiptera	Anthocoridae	Trips, ninfas de mosquita blanca, pequeñas larvas de mariposas, ácaros y pulgones.
	Geocoridae	Pequeños insectos de diferentes grupos.
	Nabidae	Pulgones y larvas de mariposa.
	Reduviidae	Pulgones, larvas de mariposa, escarabajos y chicharritas.
	Pentatomidae	Escarabajos y crisomélidos plaga.
	Phymatidae	Abejas, moscas, mariposas y otras chinches.
Diptera	Asilidae	Escarabajos, avispas, abejas y otras moscas.
	Syrphidae	Las larvas son depredadoras de pulgones y pequeñas larvas de mariposas.
Neuroptera	Chrysopidae	Sus larvas se alimentan de pulgones, escamas, mosquitas blancas, ácaros, huevos, larvas de mariposas, escarabajos y trips.
	Hemerobiidae	Adultos y larvas son depredadores de pulgones, larvas de mariposas y otros insectos de cuerpo blando.

Hymenoptera	Formicidae	La mayoría son depredadores generalistas.
	Vespidae	Depredadores generalistas.
Dermaptera	Forficulidae	Pulgones, huevos y larvas de mariposas y palomillas.
Mantodea	Mantidae	Depredadores generalistas.
Odonata	Calopterygidae	Moscas, mosquitos y otros insectos pequeños.
	Coenagrionidae	Moscas, mosquitos y otros insectos pequeños.

*Nota.* Adaptado de Nájera y Souza (2010).

Dada la relevancia de la mosca blanca, a continuación, se destacan algunos ejemplos de especies depredadoras de mosca blanca.

*Orius insidiosus* (Orden Hemiptera, Familia Anthocoridae): Ninfas y adultos de esta chinche consumen huevos y ninfas de mosca blanca. Las ninfas son pequeñas (2-3 mm de longitud), sin alas, de color amarillo-naranja o café. Tienen forma de lágrima y son muy móviles. El adulto es aplanado y ovalado, muy pequeño (3 mm de longitud), negro, con manchas blancas en las alas (Cardona et al., 2005).

*Delphastus pusillus* (Orden Coleoptera, Familia Coccinellidae): Larvas y adultos de éste coccinélido consumen inmaduros de mosca blanca. Las larvas inicialmente son blancas y luego se tornan amarillas. El adulto es un escarabajo negro muy pequeño (1.65 mm de longitud) que vive desde 100 hasta 1900 msnm. Otros coccinélidos que pueden atacar a la mosca blanca son *Cycloneda sanguinea*, *Hippodamia convergens*, *Coleomegilla maculata* y *Harmonia axyridis* (Cardona et al., 2005).

*Chrysopa sp.* (Orden Neuroptera, Familia Chrysopidae): La larva de éste neuróptero consume inmaduros y adultos de mosca blanca; es gris o café, tiene aspecto de cocodrilo y presenta mandíbulas a manera de pinzas. El adulto es pequeño (12 - 20 mm de longitud), verde, con alas transparentes y antenas largas. Este predador está ampliamente distribuido (Cardona et al., 2005).

Sírfido (Orden Diptera, Familia Syrphidae): Las larvas se alimentan de insectos, por lo que se los considera potenciales agentes de control biológico de

plagas. Los adultos se alimentan de néctar o polen y cumple la función de polinización (Díaz et al., 2020).

Dolichopodidae: Los adultos son depredadores de otros insectos y ácaros, pero desde luego sus presas están limitadas a artrópodos más pequeños que ellos, siendo común que se alimenten de jejenes y pequeñas larvas del lodo o suelo húmedo (Ibáñez et al., 2004).

### **2.3.2. Parasitoides**

Los insectos benéficos parasitoides por su parte y, a diferencia de los insectos benéficos depredadores, son monófagos en general y son más pequeños que el insecto plaga. En su estado inmaduro se alimentan y se desarrollan dentro o sobre el cuerpo del insecto plaga hospedero, que es un solo individuo insecto adulto, huevo, larva o pupa, al que van matando lentamente. Cuando han terminado su desarrollo larvario matan al hospedero y forman una pupa dentro o fuera del mismo. Los parasitoides en su estado adulto son de vida libre y habitualmente se alimentan de néctar, polen o desechos orgánicos de origen vegetal o animal. Su hospedante pertenece a la misma clase taxonómica o una clase estrechamente relacionada a las de las formas inmaduras (Forlin, 2012).

En la tabla 2 se presentan familias de artrópodos que afectan diferentes estadios de la mosca blanca.

**Tabla 2**

*Tipos de parasitoides según los estadios afectados de la especie hospedera.*

Estadios afectados	Familia
Huevos	Mymaridae
	Trichogrammatidae
	Scelionidae
Huevos y larvas	Braconidae
Ninfa	Aphidiinae
Larva	Ichneumonidae
	Braconidae
	Tachinidae
Pupa	Chalcididae
	Ichneumonidae
	Pteromalidae
Larva y pupa	Braconidae
	Tachinidae

*Nota.* Adaptado de Nájera y Souza (2010).

### **2.3.3. Polinizadores**

La polinización por insectos es la responsable de la fecundación de la mayoría de las plantas de producción alimentaria. Más del 75% de las principales especies de cultivos del mundo dependen, o al menos se benefician, de los polinizadores, constituyendo un servicio ecosistémico muy importante (Tirado et al., 2013). Dentro de los polinizadores más conocidos se encuentran las abejas de la miel (*Apis mellifera*) y otros polinizadores silvestres, como los abejorros, abejas silvestres, avispas, dípteros, coleópteros, lepidópteros y tisanópteros (García et al., 2016).

### 3. MATERIALES Y MÉTODOS

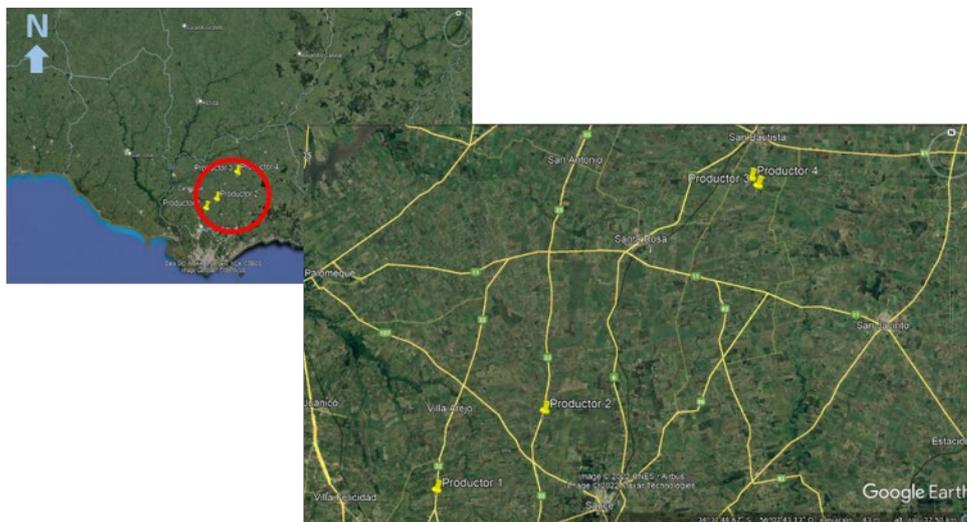
#### 3.1. **ÁREA DE ESTUDIO**

El estudio se realizó durante la primavera del año 2017, desde agosto a diciembre. El área en estudio comprendió cuatro predios de productores hortícolas ubicados en el departamento de Canelones en el Sur de Uruguay. Los predios 1 y 2 tienen un manejo convencional, donde han incorporado otras herramientas, como el uso de hongos entomopatógenos, los predios 3 y 4 tienen un manejo orgánico. En cada predio fue elegido un invernáculo para realizar el estudio, para la elección se tuvo en cuenta que el cultivo tuviera pocas semanas de instalado y la ubicación del invernáculo.

En la Figura 2 se observa la ubicación espacial de los predios en estudio. Ubicados en el departamento de Canelones, dos predios cerca de San Bautista y dos cerca de Canelón Chico.

#### **Figura 2**

*Ubicación geográfica de los cuatro predios en estudio, predios 1 y 2 con manejo convencional en Canelón Chico y La Armonía, y predios 3 y 4 con manejo orgánico en Valle Alegre, San Bautista.*



*Nota.* Tomado de Google (2022).

### **3.1.1. Descripción de los predios**

El predio 1 está situado en Ruta 32, km 31, Canelón Chico, donde produce principalmente bajo invernadero y de forma convencional, utilizando agroquímicos. En los últimos 10 años ha probado otras formas de control de insectos, como la aplicación del insecticida biológico a base del hongo *Isaria javanica* (Crebio 5) para el control biológico de la mosca blanca. Cuenta con 15000 m<sup>2</sup> de área de cultivo protegido, donde cultiva principalmente tomate, pepino, pepinillo y morrón. Está integrado a la Sociedad de Fomento Rural (SFR) Canelón Chico y la comercialización la realiza principalmente a través de agentes acopiadores que abastecen supermercados.

El predio 2 está ubicado sobre la ruta 32, en la zona de La Armonía, produce de forma convencional, utilizando agroquímicos y también ha incorporado agentes de control biológico (Beauveria, Crebio 5, Trichoderma). El predio cuenta con una superficie protegida de 5000 m<sup>2</sup>, donde principalmente se cultiva tomate.

Los predios 3 y 4 están ubicados en Valle Alegre y San Bautista, donde se producen hortalizas de forma orgánica hace más de 20 años, utilizan productos orgánicos para el control de mosca blanca y también realizan aplicaciones de hongos entomopatógenos. Ambos integran el grupo cooperativo Punto Verde que abastece la demanda de cadenas de supermercados con producción orgánica.

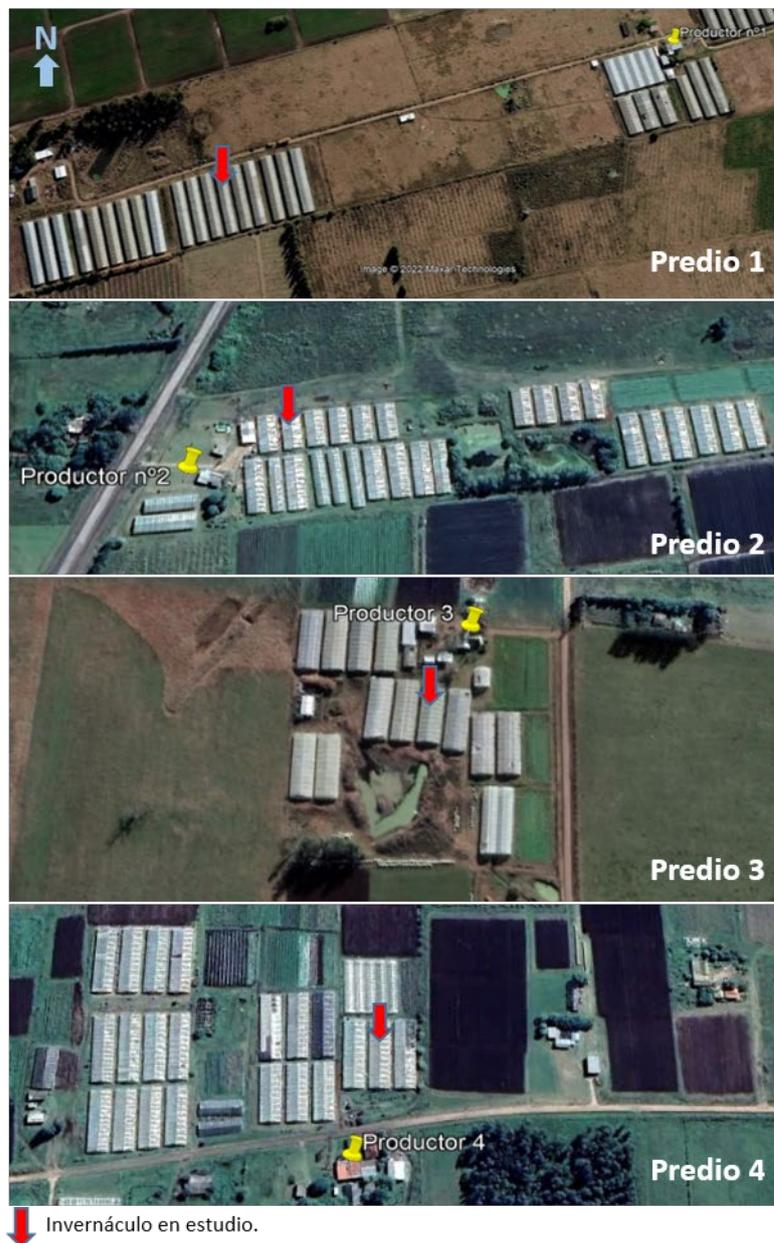
El predio 3 tiene un área de 10000 m<sup>2</sup> bajo invernadero y el predio 4 cuenta con 25.500 m<sup>2</sup> bajo invernadero. Los principales cultivos son morrón, tomate, chaucha, pepino, berenjena y cultivos de hoja principalmente en invierno. Además, tienen producción a campo donde los principales cultivos son zapallo calabacín y kabutia, puerro, repollo y coliflor.

El manejo de las aplicaciones en los cultivos en estudio es decidido por los productores.

En la tabla 3 se presenta una breve descripción de los cultivos de tomate de cada predio en estudio.

**Figura 3**

*Imagen aérea de los predios en estudio.*



*Nota.* Productores 1 y 2: Convencionales, ubicados en Canelón Chico y en La Armonía respectivamente (Canelones) y productores 3 y 4: Orgánicos, ubicados en San Bautista (Canelones). Las flechas rojas señalan el invernadero donde se llevó adelante el estudio. Tomado de Google (2022).

**Tabla 3**

*Descripción de los cultivos de tomate en cada predio.*

Productor	Variedad de tomate	Fecha de trasplante	Densidad de plantación (pl./m <sup>2</sup> )	Fin del ciclo
Manejo convencional.				
1	Bermello	22/09/2017	2,4	03/2018
2	Valouro	28/08/2017	1,8	01/2018
Manejo orgánico.				
3	Santa Paula	28/08/2017	2,0	02/2018
4	Ichiban	13/09/2017	2,4	02/2018

### **3.2. MUESTREOS**

La metodología de trabajo para recabar información de la evolución poblacional de la mosca blanca de los invernaderos fue mediante el monitoreo de plantas de tomate bajo invernadero y se realizó con una frecuencia de 15 días.

Para recabar la información sobre la diversidad de artrópodos dentro de los invernaderos de tomate se utilizaron trampas pegajosas amarillas, las mismas se colocaban y retiraban a la semana siguiente. Del análisis de trampas amarillas también se desprende información de la evolución de mosca blanca. Anexo A.

#### **3.2.1. Etapa de campo**

La etapa de campo se llevó adelante en los meses de setiembre y diciembre de 2017.

### **3.2.1.1. Monitoreo de plantas de tomate**

La frecuencia de monitoreo fue cada 15 días y en un total de 60 plantas por visita. Se realizaron 5 muestreos en el ciclo. Se dividió el invernáculo en cuatro cuadrantes, en cada uno de los cuales se evaluaron 15 plantas al azar.

En cada planta el monitoreo consistió en la observación de dos zonas: la zona apical y zona media - baja. En una hoja de la zona apical de cada planta se realizó el conteo de adultos de la mosca blanca y el conteo de mosca blanca parasitada por hongos entomopatógenos.

Además, se realizó registro de la presencia o ausencia de los insectos que aparecieran en la zona apical.

### **3.2.1.2. Trampas pegajosas**

Las trampas pegajosas amarillas se colocaron para complementar el monitoreo realizado en las plantas, en las trampas además de contabilizar la cantidad de mosca blanca se capturaron otros artrópodos.

Previo a la colocación de las trampas las mismas fueron rotuladas con la fecha, el nombre del productor y cuadrante al que pertenecía. La colocación de las trampas se realizó desde el 25 de setiembre hasta el 15 de diciembre del 2017, se colocaron cada 15 días en el invernáculo, recogéndolas a los 7 días y acondicionándolas para el trabajo en el laboratorio.

Se colocaron cinco trampas pegajosas por invernáculo, una trampa por cuadrante y la quinta en el medio del invernáculo (Figura 3). Se recolectaron 25 trampas amarillas por predio en 5 muestreos.

### **3.2.2. Etapa de laboratorio**

Luego de la recolección y acondicionamiento, las trampas pegajosas se mantuvieron en freezer hasta su procesamiento. El procesamiento de las trampas consistió en contabilizar los adultos de mosca blanca y en la identificación de los otros artrópodos adheridos a las mismas y se clasificaron en grupos funcionales. Según Cagnolo et al. (2002), los grupos funcionales se basan en la similitud de funciones que tienen diferentes especies en una comunidad, aun cuando no ocupan el mismo hábitat. La ubicación de los insectos en grupos funcionales se apoya principalmente en el modo de alimentación de cada organismo y en el tipo de alimento que consumen. Los que se identifican con mayor frecuencia, ya sea por su utilidad o porque es relativamente fácil su clasificación son: los herbívoros, los polinizadores, los depredadores, los parasitoides y los descomponedores. Los

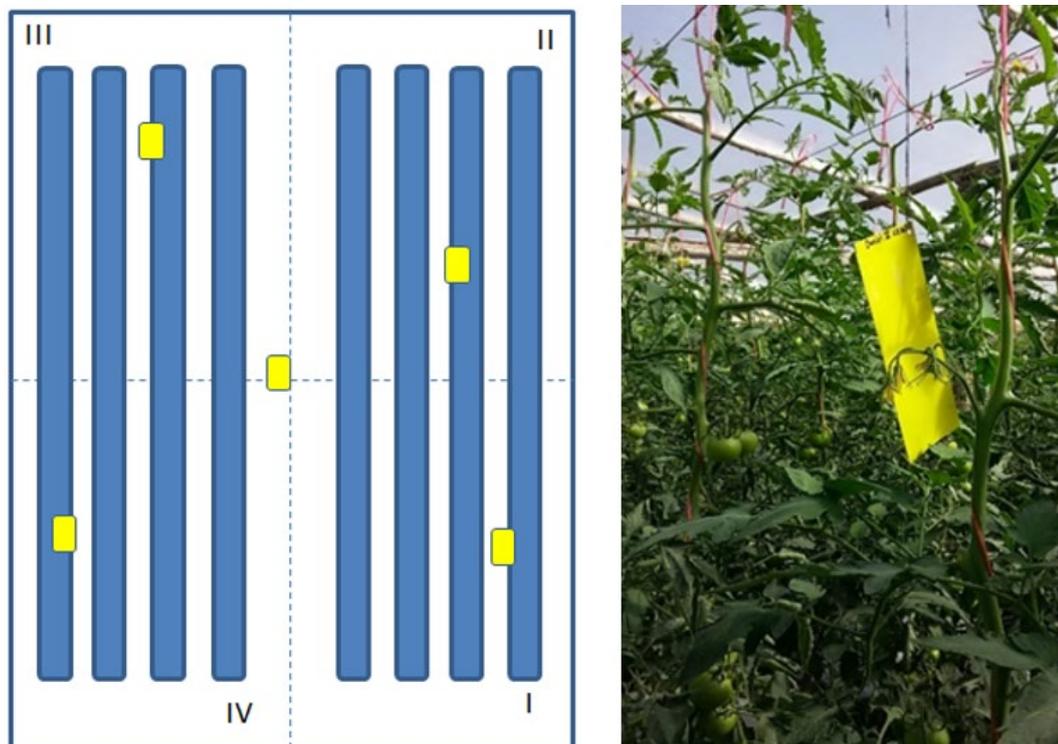
grupos funcionales identificados fueron: Plagas, Depredadores, Parasitoides y Polinizadores, Otros fitófagos y "Otros".

Los grupos están compuestos de la siguiente forma, dentro de las plagas se encuentran la mosca blanca: *Trialeurodes vaporariorum*, trips (Orden Thripidae) y San Antonio verde (*Diabrotica speciosa*, Orden Coleoptera). Los parasitoides identificados fueron *Eretmocerus mundus*, *Encarsia formosa* y otros microhimenópteros. Dentro de los predadores están *Orius* sp., arañas, coccinélidos, crisopas, sírfidos y dípteros de la familia Dolichopodidae. En el grupo de los polinizadores se encuentran integrantes de la familia Apidae (abejorros y abejas), Vespidae (avispa), Calliphoridae, Halictidae y Muscidae. El grupo de "otros fitófagos" contempla a áfidos, mariposas y polillas. Por último, en el grupo "otros" están comprendidos aquellos artrópodos que no fueron identificados, pero sí contados.

Para la clasificación se utilizó lupa, alcohol, pinzas, frascos estériles, cajas de Petri. Para realizar el reconocimiento de artrópodos se utilizaron claves de artrópodos (Bentancourt et al., 2009; Cáceres, 2020).

**Figura 4**

*Distribución de las trampas amarillas pegajosas en el invernáculo, con una trampa por cuadrante y una trampa en posición central.*



*Nota.* Cada trampa se colocó a una altura de 1,60 m del suelo.

### **3.3. ANÁLISIS DE DATOS**

Se representaron en gráficos la evolución de los niveles poblacionales de mosca blanca total y mosca blanca afectada por hongos en cada predio estudiado. Se calcularon las abundancias relativas de los siguientes grupos funcionales: plagas, depredadores, parasitoides, polinizadores, "otros" y otros fitófagos.

Por otra parte, se calcularon los índices de diversidad de Shannon Wiener mediante el programa EstimateS, en base a la presencia y abundancia de las especies/morfoespecies registradas en las trampas pegajosas amarillas en el conjunto de los cinco muestreos. Se realizó análisis de la varianza (ANAVA) y comparación de medias por LSD con el programa Infostat.

## 4. RESULTADOS

### 4.1. SEGUIMIENTO DE LA POBLACIÓN DE MOSCA BLANCA

El análisis de la variación poblacional de la mosca blanca se realizó en base al monitoreo de las plantas de tomate y también con las moscas blancas contabilizadas en las trampas amarillas. En la Figura 5 se presentan las gráficas de fluctuación de la población de mosca blanca en los cuatro predios en estudio durante el cultivo de primavera en el año 2017. También se representa la proporción de moscas blancas colonizadas por un hongo entomopatógeno.

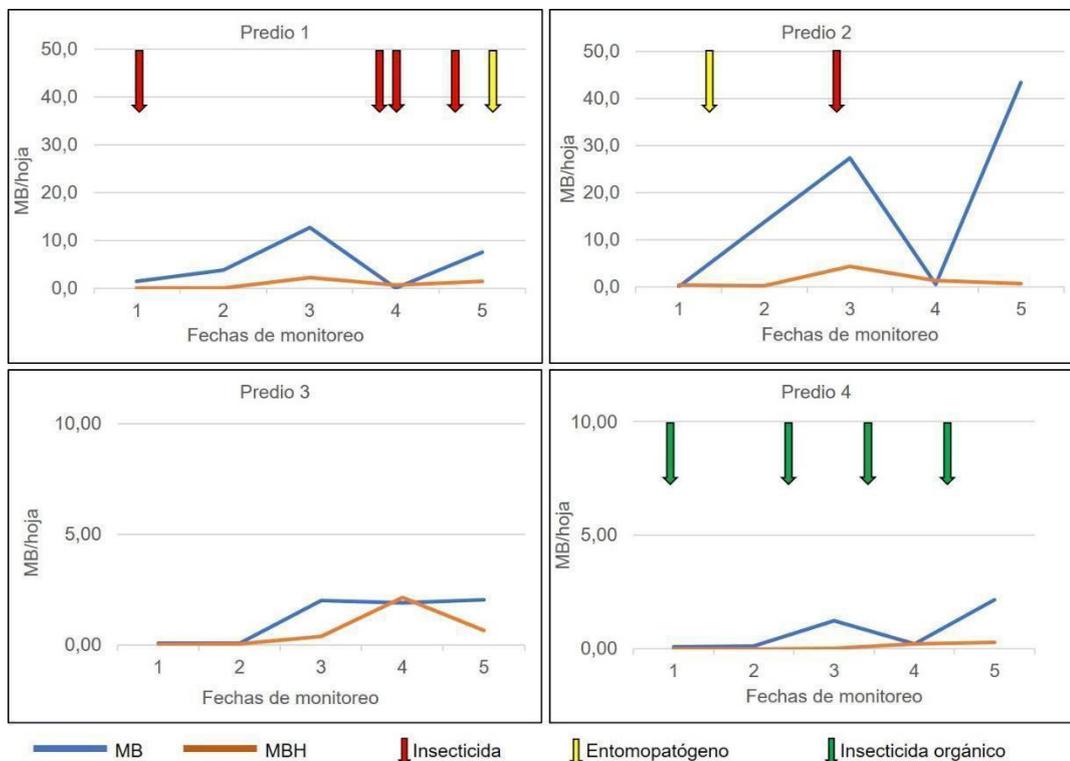
Las flechas de colores en el gráfico representan las aplicaciones de productos para controlar la mosca blanca dentro del período de monitoreo. Fuera del período de monitoreo el productor 1 realizó una aplicación de insecticida (Clorfenapir, Abamectina y Novaluron) para *Trialeurodes vaporariorum* y *Tuta absoluta* el 27 de diciembre. El productor 02 realizó una aplicación (Espirotriamato) el 15 de septiembre para *Trialeurodes vaporariorum* y el 02 de octubre aplicó *Beauveria*. El productor 03 realizó aplicación de insecticida el 15 de septiembre (Matrine) y el 01 de octubre (Spinosad - spinosyn A + spinosyn D). El productor 04 aplicó insecticidas naturales el 21 de septiembre y el 10 de octubre (Matrine y aceites esenciales) (Anexo B).

En los cuatro predios se observó una evolución creciente de la población de mosca blanca durante los últimos muestreos, a finales de noviembre y en diciembre los predios 1 y 2 tuvieron poblaciones de mosca blanca promedio notoriamente superiores a la primera evaluación.

En los dos predios orgánicos, 3 y 4, la población de mosca blanca se mantuvo en niveles bajos y de forma constante al pasar las fechas de monitoreo. Entre las fechas 17/11/17 y 13/12/17 es donde se observa un leve incremento, donde la población no superó los 5 individuos por hoja para ambos registros.

**Figura 5**

*Fluctuación de la población de mosca blanca y mosca blanca parasitada por hongo entomopatógeno (Nº de adulto/planta) en la primavera 2017 en predios convencionales (1 y 2) y orgánicos (3 y 4).*



**Nota.** Fechas de monitoreo 1: 18/10/17, 2: 4/11/17, 3: 17/11/17, 4: 29/11/17, 5: 13/12/17.

Como se observa en la figura 5 los niveles de mosca blanca fueron notoriamente diferentes entre los predios con manejo convencional (predios 1 y 2) comparado con los predios con larga trayectoria de manejo orgánico (predios 3 y 4). El promedio de individuos en los cinco monitoreos fue de 5,1 y 17 individuos en los predios 1 y 2 respectivamente, 1,2 para el predio 3 y 0,8 para el predio 4.

En los predios 1 y 2 las poblaciones de mosca blanca tuvieron fechas de muestreo donde los conteos estuvieron por encima de los valores críticos de umbral de daño. El predio 1 tuvo más de 10 individuos por hoja en el muestreo 3. El predio 2 tuvo más de 10 individuos en los muestreos 2, 3 y 5.

En los predios 1 y 2, ambos convencionales, se realizaron aplicaciones de insecticidas, donde se observa un descenso inmediato de la población de mosca blanca.

En los predios 3 y 4, con manejo orgánico, las poblaciones de mosca blanca se mantuvieron bajas, siempre por debajo de 3 individuos adultos por planta (Fig. 5 y 6) y en el entorno de decenas de individuos en el conteo total por invernáculo, hasta un máximo de 100-150 individuos.

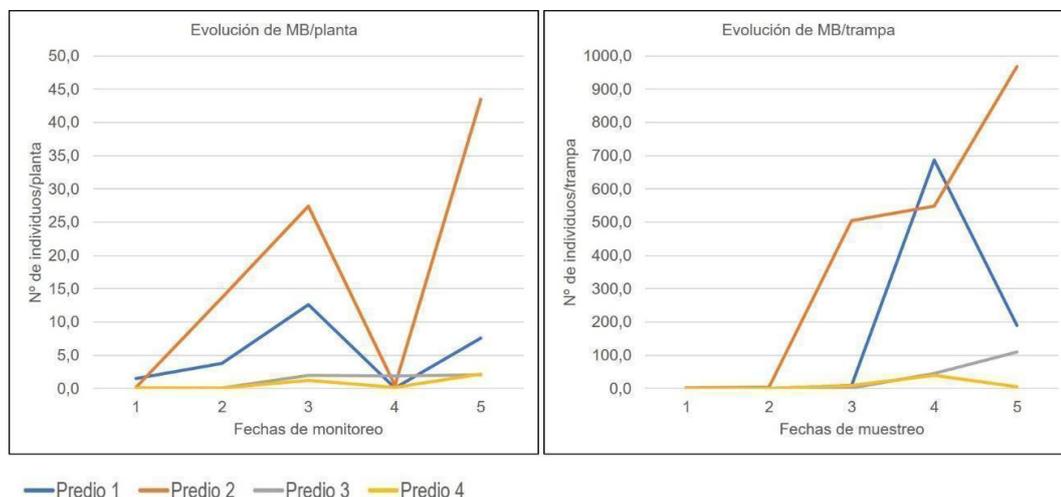
En los cuatro predios se registró la presencia de moscas afectadas por hongos entomopatógenos. En el predio 1 se realizó una aplicación de *Beauveria* el 11 de diciembre, en el predio 2 se aplicó el hongo entomopatógeno dos veces durante las primeras semanas del cultivo, y en el predio 3 se realizó una aplicación del hongo *Paecilomyces* el 4 de febrero. Finalmente, en el predio 4 no se realizó aplicación del hongo entomopatógeno.

Los predios 1 y 2 tuvieron mayor cantidad de individuos de mosca blanca en ambos métodos de muestreo al compararlos con los predios 3 y 4. En el caso del predio 1 la población de mosca blanca aumentó hasta el muestreo 3 y luego disminuyó, en la trampa lo que se observa es que disminuyó a partir de la cuarta fecha. En el predio 2 la población de individuos de mosca blanca en el monitoreo en hoja también disminuyó a partir del muestreo 3 y a partir del muestreo 4 la población se incrementó nuevamente, en cambio en el monitoreo de trampas la población se estabiliza del muestreo 3 al 4 y luego aumentó considerablemente.

En los predios 3 y 4 se observa que se mantiene la población de mosca blanca notoriamente con menos cantidad de individuos, en los primeros dos muestreos la población se mantiene y a partir del tercer muestreo la población aumenta pero no supera los 2 individuos/planta en el monitoreo/planta y en el muestreo de trampa no supera los 110 individuos/trampa.

**Figura 6**

*Fluctuación de la población de mosca blanca comparando monitoreo en planta (Nº de adultos/planta) con el muestreo de trampas (acumulado en trampas).*



**Nota.** Muestreo realizado en la primavera 2017 en predios convencionales (1 y 2) y orgánicos (3 y 4). Fechas de monitoreo y muestreo (1: 18/10/17, 2: 4/11/17, 3: 17/11/17, 4: 29/11/17, 5: 13/12/17). Se compara la fluctuación de mosca blanca en el monitoreo visual con el monitoreo de trampas amarillas. Los datos de las trampas son el resultado de artrópodos acumulados en las 5 trampas durante los días que permanecieron colgadas (7 días), el momento de muestreo corresponde al día que se hizo la recolección de las trampas

## 4.2. DIVERSIDAD DE ARTRÓPODOS

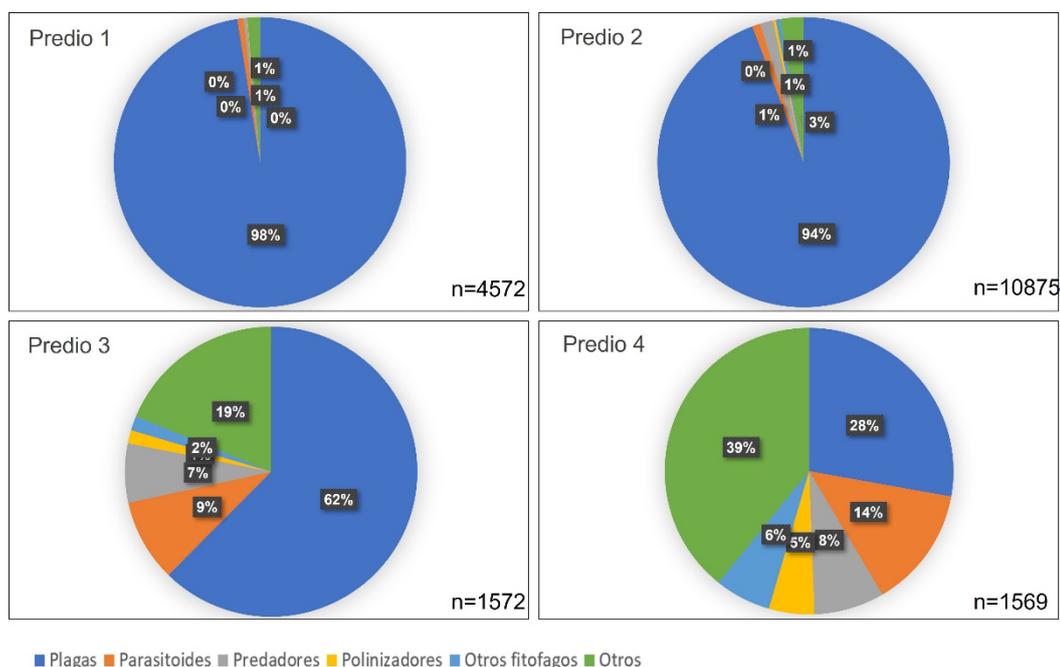
### 4.2.1. Diversidad de grupos funcionales

La diversidad de artrópodos en los predios se estudió con las trampas amarillas pegajosas colocadas en los invernaderos.

Se capturaron un total de 18588 artrópodos en los cuatro predios y todas las rondas de muestreo. De este total de artrópodos, el grupo funcional plagas ocupó el 88 %, con predominancia de mosca blanca (15615 individuos de mosca blanca en 16376 individuos plaga). El grupo parasitoides ocupó el 2,6%, el grupo predadores ocupó el 2%, el grupo polinizadores el 0,6%, el grupo otros fitófagos el 0,8% y el grupo otros el 5,9%. En la figura 7 se observa la proporción de los grupos funcionales en el total de los muestreos por predio.

#### Figura 7

*Proporción de individuos por grupo funcional respecto al total de artrópodos por predio en la primavera 2017 en predios convencionales (Predios 1 y 2) y predios orgánicos (Predios 3 y 4).*



En el acumulado de todas las fechas de muestreo se observa que, en los predios convencionales 1 y 2, el grupo funcional que más abunda es el de plagas (más del 90%) y que los demás grupos ocupan una pequeña parte del total de individuos. En el predio 3 los grupos funcionales que no son plaga toman mayor relevancia, pero el grupo de los insectos plaga sigue siendo el que mayor

proporción tiene (62%). En el predio 4 el grupo “otros” tuvo mayor cantidad de individuos (39%) que el grupo plagas (28%).

El grupo funcional “plagas” en los predios convencionales (1 y 2) estuvo compuesto principalmente por mosca blanca en un 99%, el resto correspondió a trips. En el predio 3 la mosca blanca ocupó un 80% y en el predio 4 ocupó un 39%, el resto correspondió a trips y a la especie *Diabrotica speciosa*.

En los predios 1 y 2 el grupo parasitoides ocupó menos del 1% del total de artrópodos. En el predio 3 ocupó el 9% y en el predio 4 el 14%. Dentro de este grupo los individuos fueron mayormente microhimenópteros, que en el predio 1 fueron el 100%, en el predio 2 el 95%, en el predio 3 el 87% y en el predio 4 ocuparon el 99%. El porcentaje restante para los predios 2 y 3 representó al género *Eretmocerus*, y en el predio 4 a *Eretmocerus* y *Encarsia*.

El grupo depredadores ocupó menos del 1% en el predio 1, menos de 2% en el predio 2, 7% en el predio 3 y 8% en el predio 4. Este grupo estuvo compuesto principalmente por la familia Dolichopodidae, con más del 50% del grupo en todos los predios.

El grupo polinizadores ocupó menos del 1% del total de artrópodos en los predios 1 y 2, mientras que en el predio 3 ocupó el 1% y en el predio 4 el 3%.

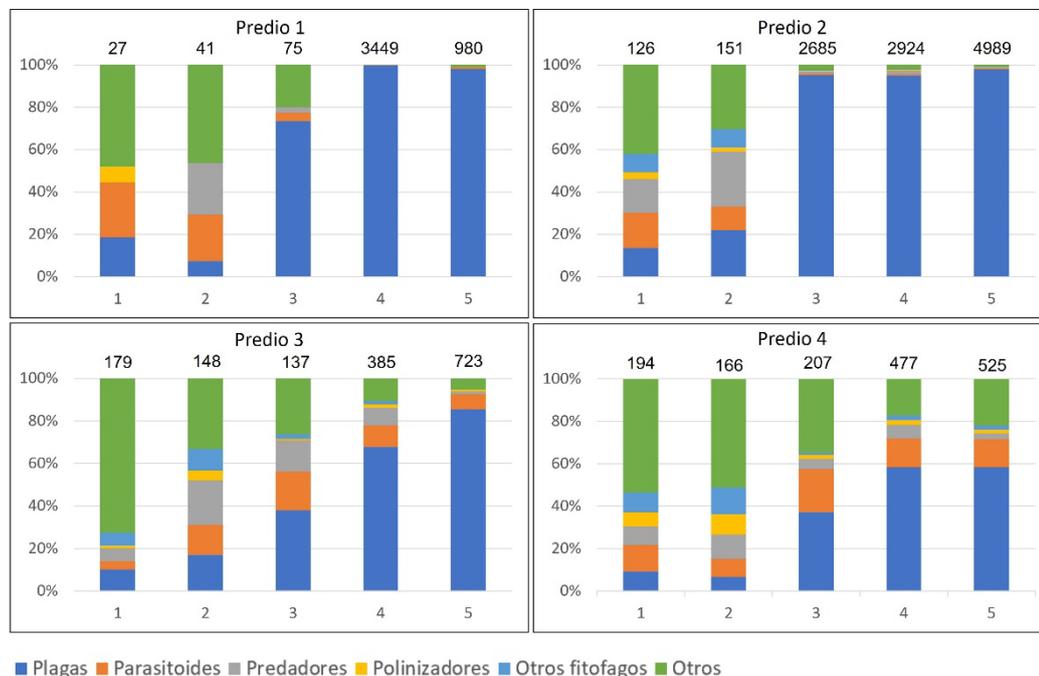
En el predio 1 no se registraron individuos del grupo otros fitófagos, en el predio 2 este grupo ocupa menos del 1%, en el predio 3 ocupa el 2% y en el predio 4 ocupa el 4%. Este grupo estuvo compuesto en su totalidad por áfidos en los predios 2 y 3, mientras que el predio 4 tiene 98% de áfidos y 2% de polillas.

El grupo “otros” ocupó menos del 3% del total de artrópodos en los predios 1 y 2, en el predio 3 el 19%, y en el predio 4 el 29%. Dentro de este grupo no se realizó la clasificación de los individuos.

Al discriminar los datos por fecha de muestreo, se observa la evolución de los distintos grupos funcionales (Figura 8). En los predios 3 y 4 todos los grupos se mantuvieron presentes en todos los muestreos.

**Figura 8**

*Abundancia relativa de los grupos funcionales por predio y por fecha de muestreo de trampas amarillas, en la primavera 2017 en predios convencionales (1 y 2) y predios orgánicos (3 y 4).*



*Nota.* Fechas de muestreo, 1: 18/10/17, 2: 4/11/17, 3: 17/11/17, 4: 29/11/17, 5: 13/12/17. Arriba de cada columna se observa el total de individuos correspondiente a la fecha de muestreo.

Al discriminar los datos por fecha de muestreo, se observa la evolución de los distintos grupos funcionales. En los predios 3 y 4 los grupos se mantuvieron presentes en todos los muestreos.

Al comienzo del cultivo, en los dos primeros muestreos de los cuatro predios el grupo que más individuos tenía fue el de “Otros”. A medida que el cultivo se desarrolla, a partir del tercer muestreo el grupo “Plagas” comenzó a aumentar notoriamente en los cuatro predios, pero en los predios 1 y 2 (convencionales) el aumento fue mayor que en los predios 3 y 4 (orgánicos).

El grupo “parasitoides” tuvo registro en los dos primeros muestreos de los predios 1 y 2, luego disminuyó considerablemente. En los predios 3 y 4 tiene registro en todos los muestreos y se mantiene en mayor proporción comparado con los predios convencionales.

En el predio 1 el grupo “depredadores” tiene registro a partir del segundo muestreo y para los siguientes muestreos disminuye considerablemente. En el

predio 2 tiene presencia este grupo en los dos primeros muestreos y luego también disminuye considerablemente. Los predios 3 y 4 tienen presencia de este grupo durante todos los muestreos. La segunda fecha de muestreo es la que más registros de individuos tiene para los cuatro predios.

En el predio 1 el grupo “polinizadores” está presente únicamente en el muestreo 1, luego no hay registro. En los predios 2, 3 y 4 este grupo tiene registro en todos los muestreos.

El grupo “otros fitófagos” no tiene registro en el predio 1, mientras que en los predios 2, 3 y 4 se registró una mayor cantidad de individuos en los dos primeros muestreos y luego disminuyó considerablemente.

#### **4.2.2. Diversidad dentro de los grupos funcionales**

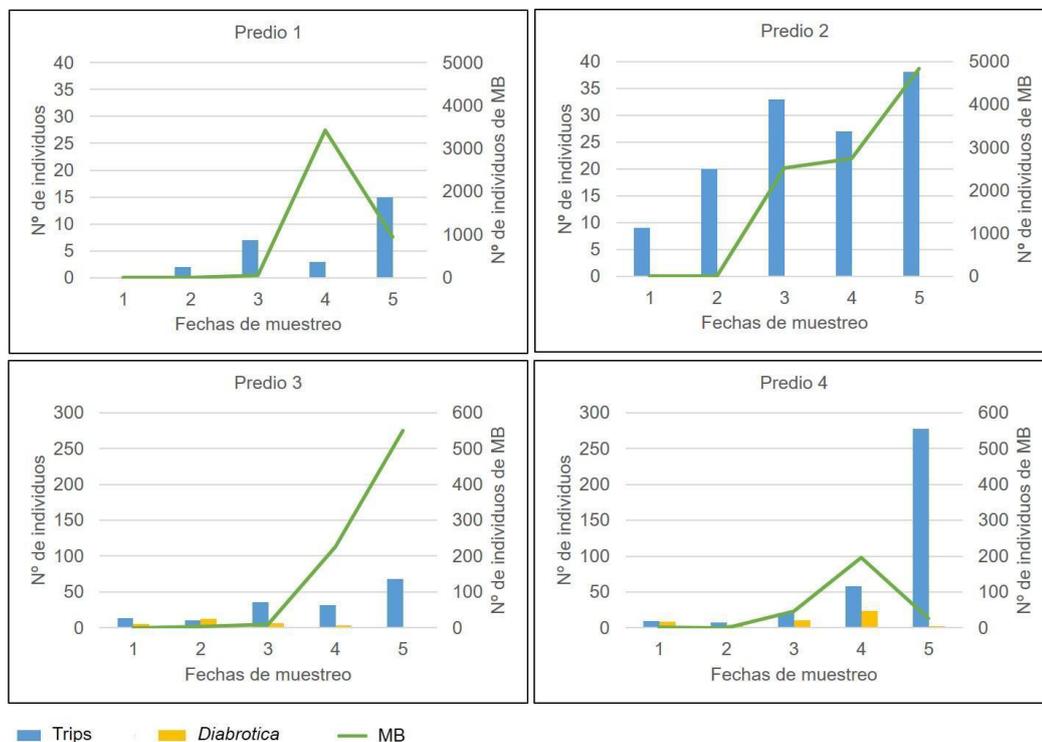
##### **4.2.2.1. Plagas**

En la Figura 9 se observa que la mosca blanca superó ampliamente en cantidad de individuos a las demás plagas monitoreadas. En el primer muestreo de los cuatro predios la población no superó los 10 individuos en el conteo total por invernáculo. A medida que el cultivo se desarrolló la población comenzó a aumentar. En los predios 1, 3 y 4 hasta el tercer muestreo la población de mosca blanca no superó los 50 individuos en las cinco trampas, pero en el predio 2 la población llegó a 2520 individuos en el tercer muestreo.

El predio 1 tuvo el máximo de individuos en el muestreo 4 con 3432 individuos acumulados, y para el quinto muestreo la población desciende a 945. El predio 2 en el cuarto muestreo tuvo una población de MB de 2745 individuos y en el quinto llegó a 4841. El predio 3 llega a tener 549 individuos en el quinto muestreo y el predio 4 tiene la máxima cantidad de individuos en el muestreo cuatro con 196, disminuyendo a 26 en el último muestreo.

**Figura 9**

Número total de individuos acumulados en las cinco trampas según especie o familia dentro del grupo funcional Plagas por predio y fecha de muestreo de trampas amarillas, en la primavera 2017 en predios convencionales (1 y 2) y orgánicos (3 y 4).



*Nota.* Fechas de muestreo: 1: 18/10/17, 2: 4/11/17, 3: 17/11/17, 4: 29/11/17, 5: 13/12/17.

En el predio 1 los trips se mantuvieron en una población menor a 15 individuos en todos los muestreos, mientras que en el predio 2 se dan dos picos de individuos, en el tercer muestreo con 33 individuos y en el quinto con 38 individuos. En los predios 3 y 4 los trips estuvieron en los dos primeros muestreos con una población baja (menos de 15) y en los siguientes tres muestreos el número de individuos aumentó, llegando a 159 en el predio 3 y a 373 en el predio 4.

La especie *Diabrotica speciosa* no se detectó en los predios convencionales (1 y 2). En el predio 3 estuvo presente en los cinco muestreos, pero con un máximo de individuos relativamente bajo que se da en el muestreo dos (12 individuos), y luego la población desciende a un individuo en el quinto muestreo. En el predio 4, *Diabrotica speciosa* también estuvo presente en todos

los muestreos, pero el máximo de individuos se dio en el muestreo 4 con 24 individuos y en el último muestreo desciende a 2 individuos.

La especie *Tuta absoluta* no se detectó en ninguno de los muestreos de los cuatro predios.

#### **4.2.2.2. Parasitoides**

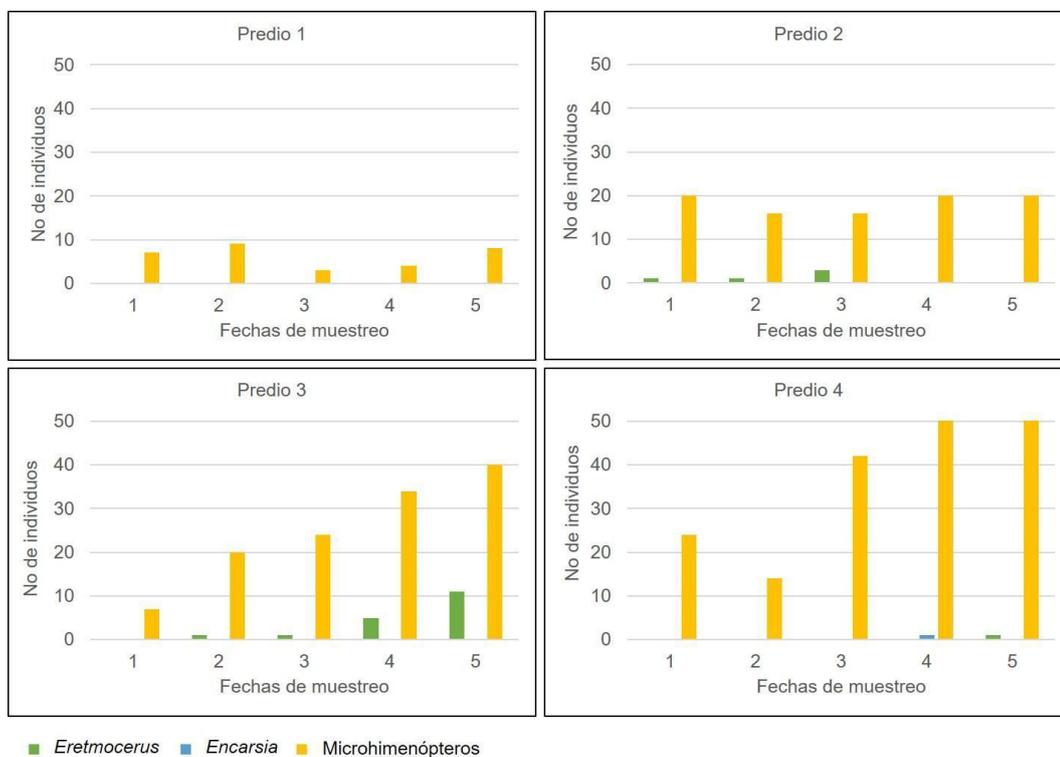
Los cuatro predios tuvieron presencia de microhimenópteros. La evolución de este grupo funcional se presenta en la Figura 10.

El predio 1 tuvo un promedio de seis individuos por muestreo, el predio 2 un promedio de 18 individuos por muestreo, y en ambos predios la población de este parasitoide se mantuvo relativamente constante durante todos los muestreos. En los predios 3 y 4 el número de individuos aumentó a medida que se desarrolló el cultivo, siendo 40 el máximo de individuos en el último muestreo para el predio 3 y 69 individuos para el predio 4 también en el último muestreo.

En el predio 1 *Eretmocerus* y *Encarsia* no se registraron en los cinco muestreos. El predio 2 tuvo presencia de *Eretmocerus* en los primeros tres muestreos, sumando 5 individuos en total (no hay registro de individuos de *Encarsia*). El predio 3 tuvo individuos de *Eretmocerus* en 4 muestreos y en el último llega a tener 11 individuos, tampoco se registraron individuos de *Encarsia*. En el predio 4 se registró un individuo de *Eretmocerus* en el quinto muestreo y un individuo de *Encarsia* en el cuarto muestreo.

**Figura 10**

Número total de individuos acumulados en las cinco trampas según especie o familia dentro del grupo funcional Parasitoides por predio y fecha de muestreo de trampas amarillas, en la primavera 2017 en predios convencionales (1 y 2) y orgánicos (3 y 4).



*Nota.* Fechas de muestreo, 1: 18/10/17, 2: 4/11/17, 3: 17/11/17, 4: 29/11/17, 5: 13/12/17.

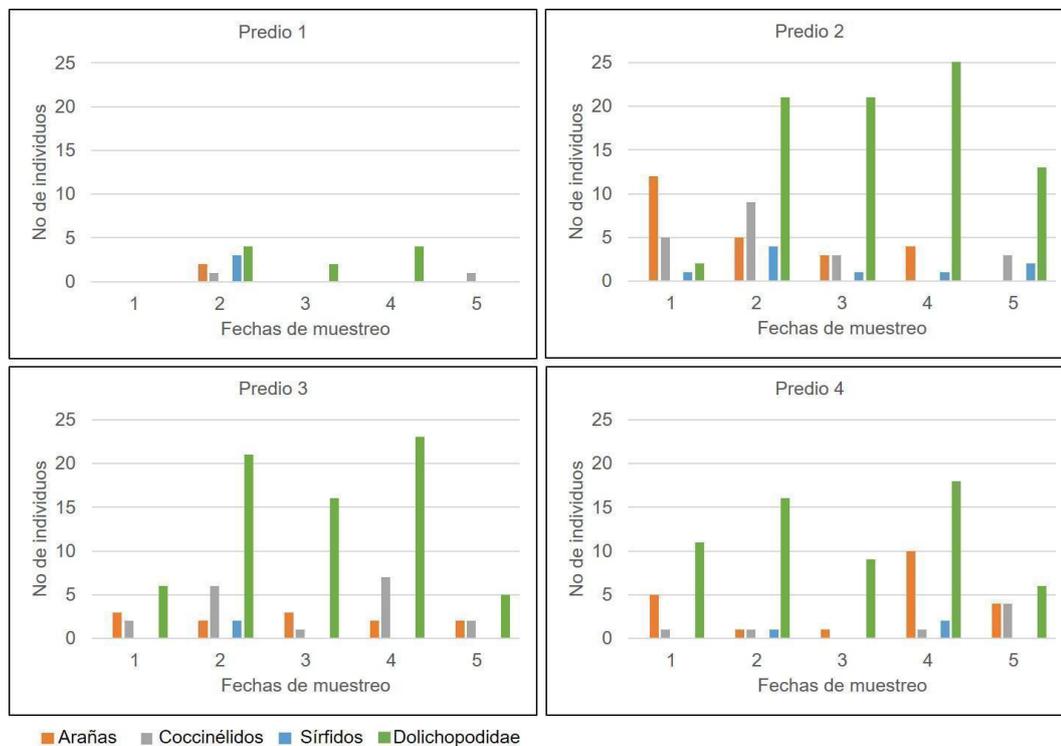
#### 4.2.2.3. Depredadores

En el grupo funcional depredadores, la evolución en cada predio se presenta en la Figura 11. No se registraron individuos del género *Orius* ni crisopas.

La especie con mayor cantidad de individuos acumulados pertenece a la familia Dolichopodidae. Aparece en la mayoría de los muestreos en los cuatro predios, el predio 1 es el que tiene menor cantidad de individuos, aparece en los muestreos 2, 3 y 4 sumando 10 individuos en total. En los predios 2, 3 y 4 el máximo se da en el cuarto muestreo, con 47 individuos para el predio 2, 23 para el predio 3 y 18 para el predio 4, y luego la población desciende en los muestreos siguientes.

**Figura 11**

*Número total de individuos acumulados en las cinco trampas según especie o familia dentro del grupo funcional depredadores por predio y fecha de muestreo de trampas amarillas, en la primavera 2017 en predios convencionales (1 y 2) y orgánicos (3 y 4).*



*Nota.* Fechas de muestreo, 1: 18/10/17, 2: 4/11/17, 3: 17/11/17, 4: 29/11/17, 5: 13/12/17.

Las arañas están presentes en los cuatro predios (Figura 11). En el predio 1 aparecen en el segundo muestreo con 2 individuos. En el predio 2 las arañas comienzan con un máximo de 12 individuos que va disminuyendo muestreo a muestreo, hasta no haber registro en el muestreo 5. En el predio 3 la población de arañas se mantiene constante en los cinco muestreos y oscila entre 2 y 3 individuos por muestreo. En el predio 4 hubo un máximo de 10 individuos de arañas en el muestreo cuatro y en el resto de los muestreos el grupo se mantuvo presente con menos de 5 individuos por muestreo.

En cuanto a los coccinélidos (Figura 11), en el predio 1 están presentes con un individuo solamente en el segundo y quinto muestreo. En el predio 2 se da un máximo de 9 individuos en el muestreo 2 y en los demás muestreos el grupo se mantuvo debajo de cinco individuos por muestreo. En el predio 3 el máximo de individuos se dio en el muestreo 4, con siete individuos, y en los demás muestreos

se mantuvo por debajo de seis individuos. El predio 4 tuvo cuatro individuos en el quinto muestreo, y en los muestreos anteriores un individuo por muestreo.

Los sírfidos estuvieron presentes en el predio 1 únicamente en el muestreo 2 con tres individuos (Figura 11). En el predio 2 estuvieron presentes en todos los muestreos, habiendo un máximo de 4 individuos en el segundo muestreo. En el predio 3 se registraron dos individuos en el muestreo 2, y en el predio 4 hay registro en los muestreos 2 y 4 con 1 y 2 individuos respectivamente (Figura 11).

#### **4.2.2.4. Polinizadores**

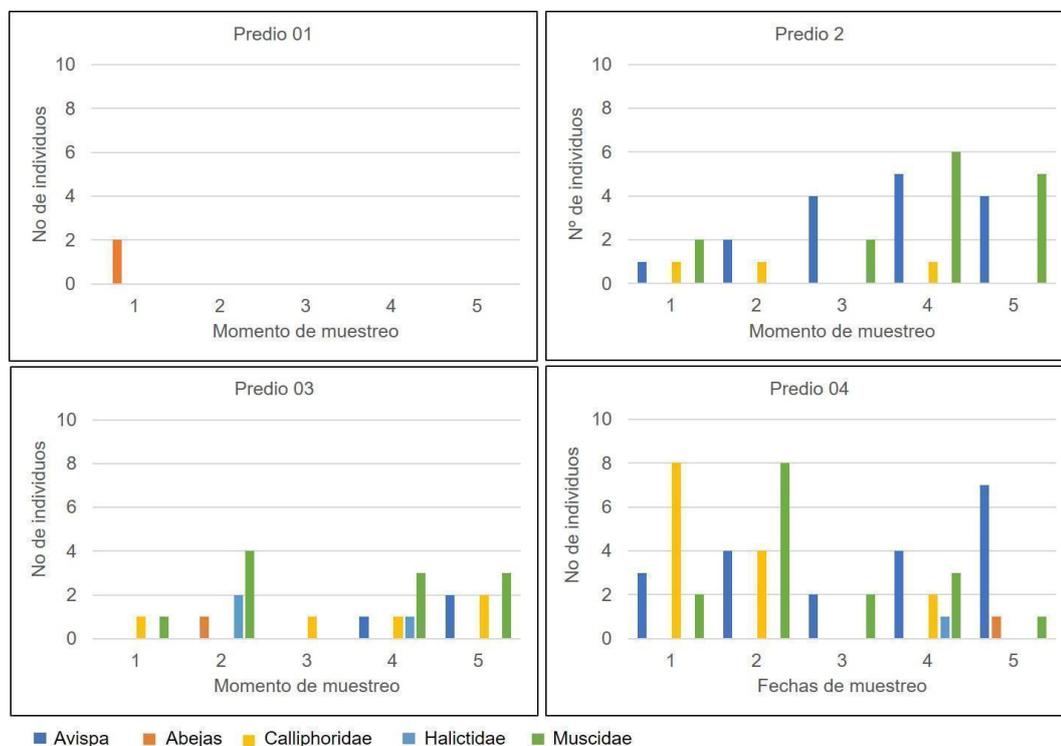
La Figura 12 presenta la evolución del grupo funcional “polinizadores” en las trampas de cada predio. El predio 1 tuvo registro de dos abejas (*Apis mellifera*, Apidae: Hymenoptera) en el muestreo 1, mientras que en los demás muestreos no se registró ningún individuo de este grupo.

El predio 2 no tiene registro de abejas. En los predios 3 y 4 aparecieron en el segundo muestreo (1 individuo) y en el quinto muestreo (1 individuo) correspondientemente.

El predio 2 tiene registro de avispas en los cinco muestreos, el máximo se da en el cuarto muestreo con 5 individuos. El predio 3 tiene registro de avispas en el cuarto (1 individuo) y quinto muestreo (2 individuos). El predio 4 tiene registro de avispas en los cinco muestreos, siendo el máximo de 7 individuos en el quinto muestreo.

**Figura 12**

Número total de Individuos acumulados en las cinco trampas según especie o familia del grupo funcional Polinizadores por predio y fecha de muestreo de trampas amarillas, en la primavera 2017 en predios convencionales (1 y 2) y orgánicos (3 y 4).



*Nota.* Fechas de muestreo, 1: 18/10/17, 2: 4/11/17, 3: 17/11/17, 4: 29/11/17, 5: 13/12/17.

No hay registro de abejorros (*Bombus* sp., Apidae: Hymenoptera) para ninguno de los predios estudiados.

La familia Calliphoridae (Apidae: Hymenoptera) está presente en los predios 2, 3 y 4. En los predios 2 y 3 no superó los dos individuos por muestreo, y en el predio 4 hay un promedio de 3 individuos por muestreo (Figura 12).

La familia Halictidae (Apidae: Hymenoptera) no tuvo registro de individuos en el predio 2. En el predio 3 se registraron individuos en los muestreos 2 (dos individuos) y 4 (un individuo). En el predio 4 se registra 1 individuo en el muestreo cuatro.

La familia Muscidae (Apidae: Hymenoptera) estuvo presente en los predios 2, 3 y 4. En el predio 2 el máximo de individuos se dio en el muestreo 4 con seis individuos. En el predio 3 el máximo se dio en el muestreo 2 con cuatro

individuos, y en el predio 4 el máximo se dio en el muestreo 2 con ocho individuos (Figura 12).

#### **4.2.2.5. Otros fitófagos y “otros”**

El predio 1 no tuvo presencia de individuos del grupo “otros fitófagos”. Los predios 2, 3 y 4 tuvieron presencia de áfidos en todos los muestreos. El máximo de individuos se dio en el muestreo 2 en los tres predios, con 13, 15 y 21 individuos correspondientemente.

Las mariposas no tuvieron registro en ningún predio. En el predio 4 hay registro de 1 polilla en el muestreo cinco.

El predio 1 contó con un promedio de 13 individuos del grupo “otros” por muestreo; el predio 2 con un promedio de 55 individuos del grupo “otros” por muestreo. En tanto, el predio 3 tuvo 59 individuos en promedio por muestreo y el predio 4 tuvo 92 individuos en promedio por muestreo.

#### **4.2.3. Análisis de diversidad**

En el Cuadro 4 se presentan los índices de diversidad de Shannon por predio, calculados en base a la presencia y abundancia de las especies/morfoespecies registradas en las trampas pegajosas amarillas en el conjunto de los cinco muestreos.

En el análisis global por predio donde se analizan las cinco fechas de muestreo conjuntamente, se observa que el predio 1 tuvo menor índice de diversidad que el 2, y estos a la vez registraron menores índices de diversidad que los predios 3 y 4. No hubo diferencias significativas entre los dos predios orgánicos (3 y 4) (Cuadro 4).

**Tabla 4**

*Índices de diversidad de Shannon por predio en cultivos de tomate de producción convencional (P1 y P2) y orgánica (P3 y P4).*

Predio	Índice de Shannon	Estadísticos
P1	0.70 ± 0.11 a	F=12.98 p<0.0001
P2	0.92 ± 0.11b	F=12.98 p<0.0001
P3	1.44 ± 0.11c	F=12.98 p<0.0001
P4	1.52 ± 0.11c	F=12.98 p<0.0001

Nota. Se tomaron los valores acumulados de las cinco trampas y los cinco muestreos.

En el Cuadro 5 se observan los valores del índice de Shannon para los cuatro productores en las cinco fechas de muestreo.

**Tabla 5**

*Índices de diversidad de Shannon en cada una de las cinco fechas de muestreo, en 2017 (media ± E.E).*

Fecha	Predio 1	Predio 2	Predio 3	Predio 4	Estadísticos
18-Oct	1.07 b ± 0.13	1.70 a ± 0.13	1.06 b ± 0.13	1.61 a ± 0.13	F=7.23 p=0.0028
4-Nov	1.15 c ± 0.13	2.02 a ± 0.13	1.96 ab ± 0.13	1.57 b ± 0.13	F=9.35 p=0.0008
17-Nov	0.99 c ± 0.07	0.33 d ± 0.07	1.77 a ± 0.07	1.56 b ± 0.07	F=82.80 p<0.0001
29-Nov	0.07 b ± 0.14	0.35 b ± 0.14	1.48 a ± 0.14	1.59 a ± 0.14	F=30.99 p<0.0001
13-Dic	0.22 c ± 0.07	0.20 c ± 0.07	0.94 b ± 0.07	1.27 a ± 0.07	F=63.24 p<0.0001

Nota. Letras diferentes dentro de la misma fila indican diferencias significativas.

Al analizar por fecha, se observa que en el primer muestreo los productores 1 y 3 no tienen diferencias significativas y que los productores 2 y 4 tuvieron mayor diversidad sin diferencia significativa entre ellos, y la diferencia si es significativa al compararlos con los predios 1 y 3 (Cuadro 5).

En la segunda fecha de muestreo, los predios 2 y 3 tuvieron significativamente mayor diversidad que los predios 1 y 4. Desde la tercera fecha de muestreo los índices de Shannon de los predios 1 y 2 fueron menores que en los predios 3 y 4, y esta diferencia significativa se mantiene hasta el último muestreo (Cuadro 5).

## 5. DISCUSIÓN

### 5.1. SEGUIMIENTO Y CONTROL DE LA MOSCA BLANCA

#### 5.1.1. Mosca blanca, mosca blanca parasitada y enemigos naturales

Uno de los objetivos de este trabajo fue realizar el seguimiento de la población de mosca blanca de los invernaderos, *Trialeurodes vaporariorum*, en cultivos de tomate manejados de forma convencional y orgánica en el sur del Uruguay. A la vez, analizar esta evolución en relación a la presencia de mosca blanca atacada por hongos entomopatógenos y la presencia de enemigos naturales, y las aplicaciones de pesticidas realizadas durante el ciclo.

El resultado general fue que *T. vaporariorum* estuvo presente en los cuatro predios en estudio durante la primavera 2017, lo que es común en cultivos de tomate bajo condiciones de invernadero. Según Albajes et al. (1987), la humedad y temperatura que se genera en ese ambiente son algunas de las condiciones que promueven el desarrollo de esta especie.

Los resultados por predios son contrastantes entre los convencionales (1 y 2) y los orgánicos (3 y 4). En los predios convencionales (1 y 2) se observó un mayor número de individuos, en contraste con lo esperado para predios que regularmente utilizan el control químico, y la eficacia esperada con esas aplicaciones. Cuando estos productores utilizaron productos químicos para el manejo de la plaga se observó una inmediata disminución posterior de la población de la mosca blanca, pero rápidamente la población comenzó a recuperarse. Esto podría deberse a que el método de control no está siendo eficaz, posiblemente uno de los motivos sea que las aplicaciones se realizaron cuando la población de mosca blanca superó el umbral de intervención, 12 individuos/hoja en el predio 1 y 27 individuos/hoja en el predio 2, cuando según Polack (2005) los umbrales de intervención para tomate son de 10 adultos por hoja y/o de 8 ninfas por folíolo.

Por otra parte, en cuanto al manejo de plaguicidas, es importante evaluar las repeticiones de los principios activos y la frecuencia de aplicación. Van Lenteren y Martin (2000) expresa que el uso repetitivo de un principio activo puede generar poblaciones de mosca blanca resistentes a ese principio activo. Los productores 1 (convencional) y 4 (orgánico) realizaron aplicaciones repetidas de diferentes principios activos y de forma periódica en el ciclo del cultivo.

Por un lado, el predio 1 realizó siete aplicaciones de insecticidas durante todo el cultivo, las mismas se realizaron intercalando 6 principios activos (Anexo B). Entre los muestreos 4 y 5 es donde se realizan aplicaciones con mayor

frecuencia y donde se logra ver que la población de mosca blanca desciende. El predio 4 realizó entre 4 y 5 repeticiones de los mismos principios activos (Anexo B). El comportamiento de la población de mosca blanca en estos dos predios fue contrastante. En el predio 4 la mosca blanca no llega a ser un problema y en el predio 1 la población se mantiene sobre el nivel crítico durante todo el cultivo. Los resultados obtenidos podrían ser consecuencia del efecto negativo de los insecticidas sobre los controladores naturales. Según Polack (2005), si se abusa de los principios activos que matan tanto plagas como enemigos naturales, se generan ambientes ideales para la proliferación de las moscas blancas en ausencia de enemigos naturales con todo el potencial reproductivo.

Los predios 2 (convencional) y 3 (orgánico) realizaron pocas intervenciones químicas durante el ciclo del cultivo y los resultados también son muy distintos. El predio 2 no logró disminuir la población de mosca blanca durante los muestreos y el predio 3 mantuvo una población baja durante todo el muestreo. Las aplicaciones del predio 2 fueron realizadas con una diferencia de dos meses, al comienzo del cultivo y cerca del tercer muestreo, posterior a esta fecha las curvas de densidad de la población de mosca blanca muestran que no fue controlada por las aplicaciones.

Como ya se mencionó los predios orgánicos (3 y 4) tuvieron niveles de población de mosca blanca bajos. Ambos productores llevaron a cabo estrategias de manejo integradas que coinciden con Cardona et al. (2005) al proponer un manejo sostenible de la mosca blanca que involucra la aplicación de prácticas de control natural y cultural y el uso racional de insecticidas de origen botánico o natural, permitidos en producción orgánica. Galván et al. (2018) expresaron que, en el caso de predios orgánicos, la biodiversidad en el diseño del sistema de producción, la historia de no utilización de agroquímicos que muchas veces afectan los enemigos naturales de las plagas, y la historia de utilización de entomopatógenos, podrían explicar la baja problemática de la plaga.

Los resultados de los predios 3 y 4 coinciden con los observados en otros trabajos donde se concluye que el uso de estrategias combinadas para el control de mosca blanca es una alternativa válida. López et al. (2010) obtuvieron resultados de control de *T. vaporariorum* en cultivos de tomate bajo invernadero mediante la combinación de estrategias de Manejo Integrado de Plagas, el empleo de *E. formosa* y el uso racional de plaguicidas.

La abundancia de enemigos naturales presente en cultivos convencionales (1 y 2) fue significativamente menor en comparación con los predios orgánicos (3 y 4). Estos resultados coinciden con diferentes autores. Zalazar y Salvo (2007) evidenciaron el aumento de la diversidad de especies y la abundancia de enemigos naturales, tanto de depredadores como parasitoides en los sistemas de manejo orgánico. Díaz et al. (2018) registraron un aumento de la abundancia de enemigos naturales en sistemas de manejo orgánico, al compararlos con ambientes menos complejos.

En los predios orgánicos (3 y 4) los microhimenópteros están presentes en mayor cantidad comparado con los predios convencionales (1 y 2). Zalazar y Salvo (2007) coinciden con Kevan (1999) en que hay mayor abundancia de microhimenópteros en los predios orgánicos y que este grupo es un bioindicador de condiciones de bajo disturbio.

Otros autores como Moreno y Fandiño (2017) realizaron un trabajo sobre el manejo integrado de mosca blanca en cultivos de tomate en Colombia, donde confirman una disminución de la población de la mosca blanca *T. vaporariorum* con métodos de control biológico mediante la introducción de los parasitoides *Encarsia formosa* y *Amitus fuscipennis*. Si bien en ninguno de los predios se realizó introducción de enemigos naturales de *T. vaporariorum*, en base a los resultados obtenidos en este trabajo, donde los predios orgánicos presentan mayor número de parasitoides comparado con los predios convencionales (Figura 10), probablemente el manejo orgánico que realizan promueve a los enemigos naturales de *T. vaporariorum*, siendo posiblemente, uno de los factores que explican las menores poblaciones de mosca blanca.

En tres predios de los cuatro estudiados se registró la presencia de *Eretmocerus mundus*, en mayor número en los predios orgánicos. Dentro del grupo de los parasitoides *E. mundus* es uno de los principales enemigos naturales de *T. vaporariorum*, un trabajo de Buenahora et al. (2008) reporta la presencia de forma natural de *E. mundus* en la región hortícola de Salto. Si bien no fue evaluado en este trabajo, la presencia de *E. mundus* en los predios 3 y 4, posiblemente también tenga efecto sobre la población de *T. vaporariorum*.

En un trabajo realizado por Castresana y Rosenbaum (2019) en cultivos de tomate bajo invernadero, donde se realizaron liberaciones del parasitoide *Encarsia formosa*, se llegó a la conclusión de que *E. formosa* logró controlar a la mosca blanca cuando el manejo fue complementado con el uso eficiente de

insecticidas de origen botánico. En los predios en estudio, se observó que cuando el manejo es orgánico, como en los predios 3 y 4, el control biológico aporta en el control de la plaga. Cuando se utilizan insecticidas químicos para mosca blanca en el predio 1 y 2 el resultado es una menor presencia de enemigos naturales. Aunque no fue evaluado, las mayores poblaciones de mosca blanca podrían ser consecuencia de un efecto negativo del control químico en la diversidad de artrópodos, reflejado en los bajos valores del índice de diversidad de Shannon en los predios convencionales (1 y 2).

Toledo-Perdomo (2019) realiza una investigación sobre los enemigos naturales nativos de mosca blanca en Guatemala y concluye que posiblemente la escasa población encontrada de *E. formosa* y *Eretmocerus sp.* sea debido al efecto de los plaguicidas empleados para el manejo de plagas de cultivos hortícolas. Estos resultados coinciden con la baja presencia de enemigos naturales detectada en los predios convencionales de este trabajo, vinculado al uso de productos químicos que perjudican a los insectos benéficos.

En cuanto a los hongos entomopatógenos en los cuatro predios se observó la presencia de hongos entomopatógenos de *T. vaporariorum*. En los predios 1, 2 y 3 se realizaron solamente una o dos aplicaciones de hongos entomopatógenos durante el ciclo del cultivo, a pesar de lo cual se registraron moscas blancas infectadas en la mayoría de los muestreos en los cuatro predios. Esto puede deberse a que los productores habían realizado aplicaciones de hongos entomopatógenos en otros ciclos de cultivo o que aparecen de forma natural en los predios. Que haya presencia natural de entomopatógenos en los predios coincide con Rodríguez y del Pozo (2003a) que demostraron que los hongos entomopatógenos *Verticillium lecanii*, *Paecilomyces fumosoroseus* y el género *Beauveria* pueden aparecer de forma natural en cultivos de tomate bajo invernáculo en Uruguay.

Rodríguez y del Pozo (2003b) concluyeron que, en condiciones de producción orgánica de tomate en invernaderos, *P. fumosoroseus* produjo un control adecuado, manteniendo a la población de mosca blanca en niveles que no afectaron la producción, lo que sugiere que el control biológico a través del uso de hongos entomopatógenos, representa una alternativa muy valiosa para Uruguay. Estos resultados coinciden con lo visto en los predios orgánicos, donde probablemente la presencia de entomopatógenos esté afectando de forma negativa a la población de *T. vaporariorum*.

Según Paullier et al. (2008), los hongos *Lecanicillium lecanii* y *Paecilomyces fumosoroseus* tienen la potencialidad para controlar la mosca blanca. En los predios convencionales cuando la población de mosca blanca disminuye es debido a una aplicación de insecticida, y los hongos entomopatógenos no impidieron que la población se dispare. Sin embargo, en los predios orgánicos la acción de los hongos logra tener mayor preponderancia porque los niveles de mosca blanca son menores. El nivel de mosca blanca en cultivos tratados con *Lecanicillium lecanii* fue siempre menor que en los cultivos con el manejo realizado por el productor (Paullier & Folch, 2012). Por otra parte, Peñaloza (2020) evaluó la efectividad de una cepa de *Beauveria bassiana* y concluyó que es una herramienta eficaz en el control de *T. vaporariorum*. Ambos resultados refuerzan que en los predios 3 y 4 los entomopatógenos contribuyen a un mayor control de *T. vaporariorum* que en los predios 1 y 2.

Además de los factores mencionados que influyen en la fluctuación de la población de *T. vaporariorum* hay otros factores que no fueron evaluados, como, por ejemplo, las variedades de tomate utilizados, el largo de los ciclos en cada predio, la intensidad del deshoje, la existencia de un intervalo sin cultivo dentro de un invernadero, entre otros.

### **5.1.2. Diversidad de artrópodos**

La diversidad de artrópodos presente en cultivos convencionales (1 y 2) fue significativamente menor en comparación con los predios orgánicos (3 y 4). Doles et al. (2001); Letourneau & Goldstein (2001) y Melnychuk et al. (2003) como se cita en Zalazar y Salvo (2007) coinciden en que una de las razones por las cuales hay mayor diversidad en predios con manejo orgánico es la ausencia o baja utilización de químicos nocivos. Estos resultados concuerdan con lo observado en los predios 3 y 4, donde se realizaron aplicaciones, pero con productos aceptados en la producción orgánica.

Baños et al. (2020) estudiaron la diversidad de artrópodos asociados a *Solanum lycopersicum* en un predio con manejo integrado y encontraron bajas densidades de enemigos naturales. La baja densidad puede estar dada por la carencia de plantas con flores o plantas refugio, y al empleo de insecticidas para moscas blancas. Esto coincide con la menor diversidad encontrada en los predios 1 y 2, donde se observó que no había zonas con plantas florales, y las zonas próximas a los invernaderos donde crecían plantas espontáneas fueron cortadas. El uso de insecticidas posiblemente esté influyendo negativamente en las

poblaciones de insectos benéficos de mosca blanca, sobre todo en el predio 1 donde las aplicaciones tienen mayor frecuencia. Basso et al. (2001) mencionan que realizar repetidos tratamientos con insecticidas químicos tiene efectos negativos directos sobre los enemigos naturales y organismos benéficos.

Según Baliotte et al. (2019) y Alonso et al. (2011) la vegetación espontánea influye en la abundancia y diversidad de insectos fitófagos y enemigos naturales. En el presente trabajo, los predios orgánicos (3 y 4) mantenían zonas del predio con vegetación espontánea y nativa para aumentar la diversidad vegetal y promover la diversidad de artrópodos. En los predios 1 y 2 no se observaron zonas con estas características. La baja diversidad de cultivos dentro de los invernaderos y la ausencia de zonas con vegetación alrededor de los mismos, posiblemente influyó en la diversidad de artrópodos encontrada, donde en los predios convencionales fue significativamente menor que en los predios orgánicos. Díaz et al. (2018) mencionan que los valores del índice de diversidad de artrópodos son mayores en los subsistemas con mayor complejidad y diversidad de especies cultivadas. Concluyen que el diseño y manejo de la diversidad vegetal en los subsistemas más complejos junto a los insumos, influyen notoriamente en la dinámica y la diversidad de grupos funcionales. Los productores 3 y 4 tenían aproximadamente 11 cultivos (pertenecientes a seis familias botánicas) mientras que los predios 1 y 2 cultivaban 4 cultivos (pertenecientes a dos familias botánicas).

Además, en los predios 3 y 4 se cultivaban plantas florales dentro de los invernaderos, con el fin de aumentar la diversidad y beneficiar a los enemigos naturales. Scarlato et al. (2023) concluyeron que la introducción de islas florales en cultivos de tomate con manejo convencional con bajo uso de pesticidas reduce la abundancia de plagas y que no tienen efecto en cultivos de manejo orgánico que ya se benefician de niveles efectivos de diversidad funcional para regular las poblaciones de plagas sin la adición de flores. Los resultados en los predios 3 y 4 estarían vinculados a la biodiversidad en el diseño del sistema de producción, la historia de no utilización de agroquímicos y la historia de utilización de entomopatógenos (Galván et al., 2018). Los predios 1 y 2 no cultivaron flores dentro de los invernaderos, pero posiblemente sea una herramienta que podrían introducir y obtener beneficios desde el punto de vista de la diversidad de artrópodos. Seguramente los resultados del predio 1 sean distintos al del predio 2, debido a que el primero realiza un mayor número de aplicaciones por ciclo y como mencionan Scarlato et al. (2023) el bajo uso de pesticidas es un factor

determinante para conservar los enemigos naturales. Los resultados obtenidos en este trabajo coinciden con Altieri y Nicholls (2007), quienes afirman que con el aumento de especies de plantas en el agroecosistema la regulación de los insectos plaga se incrementa.

Al comienzo del cultivo es cuando se observa mayor diversidad de artrópodos presentes en los cuatro predios estudiados. A medida que el cultivo se desarrolla la diversidad disminuye notoriamente (Figura 8), lo que puede deberse a las aplicaciones que realizaron los productores. Para poder discutir sobre la interacción de las aplicaciones químicas realizadas y las poblaciones de artrópodos encontradas se utilizó la información de toxicidad para abejas de las etiquetas de los productos químicos (Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca [MGAP], 2023) y trabajos que evaluaron cómo afectan determinados productos a *Eretmocerus sp.* (Cáceres, 2020) y a la familia de los míridos (Polack et al., 2017).

En las aplicaciones realizadas en el predio 1 hay dos principios activos que podrían estar afectando en mayor medida a la población de artrópodos, Clorfenapir y Abamectina, ambos son altamente tóxicos para abejas, son de peligrosidad alta para los míridos según la clasificación de Polack et al. (2017) y pueden afectar a enemigos naturales como *Eretmocerus mundus* (Cáceres, 2020) (Anexo C). En el predio 1 se observó una baja población de los grupos estudiados en la mayoría de los muestreos. Estos resultados pueden estar vinculados a las repetidas aplicaciones de insecticidas y a los principios activos utilizados. Basso et al. (2001) y Balthotte et al. (2019) coinciden en que realizar repetidos tratamientos con insecticidas químicos tiene efectos sobre la sustentabilidad del sistema de producción por su directa incidencia sobre los enemigos naturales y organismos benéficos. Granadillo et al. (2014) plantean que la diversidad de controladores naturales es gradualmente disminuida por el uso de pesticidas.

El productor 2 realizó una aplicación química cerca del tercer muestreo, el principio activo utilizado fue espirotetramato, que tiene baja toxicidad en abejas y enemigos naturales, como míridos y *Eretmocerus mundus*. Sin embargo, en los resultados se observa que a partir del tercer muestreo la diversidad disminuye (Figura 5). Al observar las figuras 10, 11 y 12 y comparar predio 1 con el 2 posiblemente el uso limitado de productos químicos en este último explica la mayor diversidad en los tres grupos funcionales.

El productor 3 realizó 2 aplicaciones al comienzo del cultivo con los productos Matriline y Espinosad, este último tóxico para abejas y de alta

peligrosidad en la clasificación de Polack et al. (2017) (Anexo C). A partir del segundo muestreo las poblaciones de los diferentes grupos aumentan en cantidad de individuos, posiblemente se deba al tiempo transcurrido desde el momento de las aplicaciones mencionadas.

En tanto, el predio 4 realizó aplicaciones periódicas cada 10 días aproximadamente de productos para control de insectos habilitados para el uso en predios orgánicos, los principios activos fueron Matrine y aceites esenciales, este último puede ser tóxico para las abejas. Cerca del muestreo 3 realiza una aplicación con el principio activo Espinosad, que es tóxico para abejas y de peligrosidad alta según la clasificación de Polack et al. (2017) (Anexo C), posiblemente esto puede explicar la disminución de la diversidad en el muestreo mencionado.

Alegre et al. (2021) llevaron a cabo un estudio sobre la toxicidad de Spinetoram y Matrine, sobre dos enemigos naturales, *Chrysoperla externa* y *Ceraeochrysa cincta* (Neuroptera: Chrysopidae). Ambos productos fueron inofensivos en todos los estadios larvales de *C. externa* y *C. cincta*, pero la máxima concentración de matrine fue ligeramente nociva en adultos de *C. cincta*. En este trabajo en los predios orgánicos no se detectó presencia de *Crisopas*, en el predio 4 puede estar relacionado a la alta frecuencia de aplicación del producto Matrine. El uso de estos bioinsecticidas puede considerarse como una alternativa a emplearse en los sistemas de producción diferenciados, como es el caso de la producción orgánica (Paullier et al., 2008). Pero es importante tener en cuenta la toxicidad del producto a utilizar, debido a que pueden estar siendo tóxicos para otros artrópodos que cumplen funciones de regulación, como por ejemplo el uso reiterativo del principio activo Matrine, aunque no fue evaluado, podría estar afectando a los enemigos naturales en el predio 4.

Como ya se discutió anteriormente, una mayor diversidad de plantas y artrópodos en el sistema productivo posiblemente tenga una relación con las plagas, donde existe una mayor regulación de estas, al compararlo con sistemas menos complejos. En el caso particular de la población de mosca blanca, donde los resultados de este trabajo mostraron menores poblaciones en los predios orgánicos es posible que la mayor diversidad encontrada en esos predios incida de forma negativa en la población de esta plaga.

## **6. CONCLUSIONES**

La abundancia de artrópodos y la mayor abundancia de plagas en particular fue mayor en los predios convencionales que en los predios orgánicos.

La riqueza y diversidad de artrópodos y familias de insectos relevadas, fue mayor en los predios orgánicos que en los predios convencionales.

La diversidad de artrópodos fue mayor en los predios que utilizan en menor medida el control químico.

La diversidad de artrópodos fue mayor en los predios que utilizan productos aceptados en la producción orgánica y suman otras herramientas para el manejo sanitario.

Si bien en todos los predios se destacó la presencia de enemigos naturales como arañas, microhimenópteros y coccinélidos, así como entomopatógenos, en los predios orgánicos fue mayor en comparación con los predios convencionales.

## 7. BIBLIOGRAFÍA

- Albajes, R., Bordas, E., Alomar, O., Gabarra, R., & Castañé, C. (1987). La lucha integrada contra las plagas en los cultivos forzados. *Horticultura: revista de frutas, hortalizas, flores, plantas ornamentales y de viveros*, (35), 79-87.
- Alegre, A., Joyo, G. E., & Iannacone, J. (2021). Toxicidad de spinetoram y matrine sobre los estados de desarrollo de dos enemigos naturales: *Chrysoperla externa* y *Ceraeochrysa cincta* (Neuroptera: Chrysopidae). *Agriscientia*, 38, 39-50.
- Allende, M. (2017). Importancia y consideraciones del cultivo de tomate. En A. Torres (Ed.), *Manual de cultivo del tomate bajo invernadero* (pp. 11-19). INIA.
- Alonso, O., Lezcano, J. C., & Suris, M. (2011). Composición trófica de la comunidad insectil en dos agroecocultivos ganaderos con *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit y *Panicum maximum* Jacq. *Pastos y Forrajes*, 34(4), 433-444.
- Altieri, M. A., & Nicholls, C. (2007). Conversión agroecológica de sistemas convencionales de producción: Teoría, estrategias y evaluación. *Ecosistemas*, 16(1), 1-10.
- Baliotte, C., Aquino, D. A., Camacho, B., Marino, L., & Dellapé, G. (2019). Diversidad de hemípteros fitófagos (Hemiptera) y parasitoides asociados (Hymenoptera) en cultivos de arándanos (*Vaccinium corymbosum* L.) del Cinturón Hortícola Platense. *Semiárida*, 29(1), 69-70.
- Baños, D. H., Miranda, C. I., Duarte, M. L., Cuellar, Y. L., Suris, C. M., & Martínez, R. M. (2020). Diversidad de artrópodos asociados a *Solanum lycopersicum* L. y *Capsicum annum* L. en una finca suburbana en Cuba. *Revista de Protección Vegetal*, 35(2), 1-7.
- Basso, C., Franco, J., Grille, G., & Pascal, C. (2001). Distribución espacial de *Trialeurodes vaporariorum* (Homoptera: Aleyrodidae) en plantas de tomate. *Boletín de Sanidad Vegetal. Plagas*, 27, 475-487.
- Berrueta, C., Borges, A., Giménez, G., & Dogliotti, S. (2019). On-farm diagnosis for greenhouse tomato in south Uruguay: Explaining yield variability and ranking of determining factors. *European Journal of Agronomy*, 110, 125932. <https://doi.org/10.1016/j.eja.2019.125932>

- Bentancourt, C., & Scatoni, I. (2010). *Guía de insectos y ácaros de importancia agrícola y forestal en el Uruguay*. (3ra. ed. rev. y ampl.). Hemisferio Sur.
- Bentancourt, C. M., Scatoni, I. B., & Morelli, E. (2009). *Insectos del Uruguay*. Universidad de la República.
- Buenahora, J., Galván, V., Rubio, L., & Amaral, J. (2008). *Eretmocerus mundus* (Hymenoptera: Aphelinidae), parasitoide de *Bemisia tabaci* (Homoptera: Aleyrodidae): Primeras evaluaciones de su actividad, sobre la mosca blanca, en invernaderos de la región de Salto. En INIA. *Jornada de sanidad en cultivos protegidos* (pp. 14-24).
- Cáceres, S. (2020). *Guía práctica para la identificación y el manejo de las plagas del tomate*. INTA.
- Cagnolo, L., Molina, S. I., & Valladares, G. R. (2002). Diversity and guild structure of insect assemblages under grazing and exclusion regimes in a montane grassland from Central Argentina. *Biodiversity & Conservation*, 11, 407-420.
- Cardona, C., Rodríguez, I., Bueno, J., & Tapia, X. (2005). *Biología y manejo de mosca blanca Trialeurodes vaporariorum en habichuela y frijol*. Instituto Colombiano Agropecuario.
- Castresana, J. (1989). La mosca blanca de los invernaderos. *Horticultura*, 44, 48-59.
- Castresana, J., & Rosenbaum, J. (2019). Transición del manejo de plagas convencional hacia el agroecológico mediante la transferencia de técnicas de control integrado de plagas en tomate bajo cubierta en Concordia - Provincia de Entre Ríos, Argentina. *Idesia (Arica)*, 37(3), 17-27.
- Díaz, B. M., Maza, N., Castresana, J. E., & Martínez, M. A. (2020). *Los sírfidos como agentes de control biológico y polinización en horticultura*. INTA.
- Díaz, L., Moreno, F., & Jaramillo, C. (2018). Estudio de la diversidad funcional entomológica asociada a agroecosistemas con manejo agroecológico. *Cadernos de agroecología*, 13(1). <https://cadernos.aba-agroecologia.org.br/cadernos/article/view/2476/2018>

- Dirección de Investigación y Estadística Agropecuaria. (2015). *Encuestas Hortícolas 2014: Zonas Sur y Litoral Norte*. MGAP.  
[https://www.gub.uy/ministerio-ganaderia-agricultura-pesca/sites/ministerio-ganaderia-agricultura-pesca/files/2020-02/encuestas\\_hortícolas\\_2014\\_-\\_zonas\\_sur\\_y\\_litoral\\_norte.pdf](https://www.gub.uy/ministerio-ganaderia-agricultura-pesca/sites/ministerio-ganaderia-agricultura-pesca/files/2020-02/encuestas_hortícolas_2014_-_zonas_sur_y_litoral_norte.pdf)
- Dirección de Investigación y Estadística Agropecuaria. (2017). *Encuestas Hortícolas 2015-2016: Zonas Sur y Litoral Norte*. MGAP.  
[https://www.gub.uy/ministerio-ganaderia-agricultura-pesca/sites/ministerio-ganaderia-agricultura-pesca/files/2020-02/texto\\_publicacion\\_hortícolas\\_2015.pdf](https://www.gub.uy/ministerio-ganaderia-agricultura-pesca/sites/ministerio-ganaderia-agricultura-pesca/files/2020-02/texto_publicacion_hortícolas_2015.pdf)
- Escobar, H. (2009). Generalidades del cultivo. En H. Escobar, & R. Lee (Eds.), *Manual de producción de tomate bajo invernadero* (pp. 13-15). Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano.
- Espejo, G. D., Hidalgo, M. J., Santamaría, G. M., & Fernandez, J. (2014). Insectos asociados entre un cultivo de curuba y un fragmento de bosque alto andino de la sabana de Bogotá. *Inventum*, 9(16), 9-16.
- Estay, P. (1993). Mosquita blanca de los invernaderos. *Investigación y progreso agropecuario La Platina*, 78, 30-36.
- Forlin, A. M. (2012). *Identificación de insectos plagas en cultivos hortícolas orgánicos: Alternativas para su control*. INTA.
- Galván, G., Bao, L., González, P., Scanu, J., Curbelo, M., & Soust, G. (2018). *Informe final del Proyecto Introducción de agentes de control biológico en sistemas de producción de tomate bajo invernadero*. Universidad de la República.
- García, M., Ríos, L., & Álvarez del Castillo, J. (2016). La polinización en los sistemas de producción agrícola: Revisión sistemática de la literatura. *Idesia (Arica)*, 34(3), 53-68.
- García, V., Soto, A., & Bacca, T. (2014). Efecto insecticida de productos alternativos en *Trialeurodes vaporariorum* (Hemiptera: Aleyrodidae). *Revista Colombiana de Entomología*, 40(2), 141-145.
- Granadillo, J. A., Villalobos, A., & Villamizar, J. (2014). Parasitoides de *Trialeurodes vaporariorum* Westwood, 1856 (Hemiptera: Aleyrodidae) en cultivos de frijol en García Rovira, Santander. *Respuestas*, 19(2), 15-24.

- Grille Rosa, G. (2011). *Preferencia y desarrollo de Encarsia formosa y Encarsia lycopersici (Hymenoptera, aphelinidae) con relación a los estadios ninfales de Trialeurodes vaporariorum (Hemiptera, aleyrodidae)* [Tesis de maestría]. Universidad de la República.
- Google. (2022). [Canelón Chico, La Armonía y San Bautista, Canelones Uruguay. Mapa]. Recuperado el 15 de setiembre de 2022, de <https://www.google.com.uy/maps/@-34.5399862,-56.0580953,29098m/data=!3m1!1e3?hl=es-419>
- Ibáñez, S., Hernández, V., Miranda, L. (2004). Dolichopodidae (Diptera). En B. J. Lorente, J. J. Morrone, O. O. Yáñez, & F. I. Vargas (Eds.), *Biodiversidad, taxonomía y biogeografía de artrópodos en México: Hacia una síntesis de su conocimiento* (pp. 759-765). Universidad Nacional Autónoma de México.
- Jaramillo, J., Rodríguez, A. V., Guzman, M., & Zapata, M. (2006). *El cultivo de tomate bajo invernadero*. Corpoica.
- Kevan, P. G. (1999). Pollinators as bioindicators of the state of the environment: Species, activity and diversity. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 74(1-3), 373-393.
- López, S., Riquelme, M., & Botto, E. (2010). Integración del control biológico y químico de la mosca blanca *Trialeurodes vaporariorum* (Hemiptera: Aleyrodidae). *Revista Colombiana de Entomología*, 36(2), 190-194.
- Manzano, M., Cardona, C. M., & van Lenteren, J. (2003). Comportamiento de búsqueda de *Amitus fuscipennis* (Hymenoptera: Platygasteridae): Tiempo de permanencia en la planta hospedera y actividad de búsqueda. *Revista Colombiana de Entomología*, 29(2), 221-226.
- Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca. (2023, 02 de febrero). *Consulta de productos fitosanitarios*. <https://www.mgap.gub.uy/profit/productosweb.aspx>
- Moreno, J. C., & Fandiño, G. (2017). Manejo integrado de la mosca blanca en cultivos de tomate en el Municipio de Sibaté. *Boletín Semillas Ambientales*, 11(1), 6-17.
- Nájera, M. B., & Souza, B., (2010). *Insectos benéficos: Guía para su identificación*. INIFAP.

- Nicholls, C. I., & Altieri, M. A. (1998). Control biológico en agroecosistemas mediante el manejo de insectos entomófagos. *Revista Facultad Nacional de Agronomía Medellín*, 51(1), 5-30.
- Nicholls, C. I., & Raquin, G. (2007). *Bases agroecológicas para la protección de cultivos*. CECTEC.
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (2013). *El cultivo de tomate con buenas prácticas agrícolas en la agricultura urbana y periurbana*.
- 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.
- Paullier, J., & Folch, C. (2012). Primer insecticida biológico formulado en Uruguay: Nueva herramienta de control de la mosca blanca. *Revista INIA*, (30), 36-38.
- Paullier, J., Núñez, P., Zignago, A., & Leoni, C. (2008). Uso de hongos entomopatógenos para el control de la mosca blanca de los invernáculos en la zona sur del país. En INIA. *Jornada de sanidad en cultivos protegidos* (pp. 25-30).
- Peñaloza, C. (2020). *Evaluación de la efectividad de la cepa BeA de Beauveria bassiana (Balsamo) Vuillemin para el control de la mosca blanca Trialeurodes vaporariorum (Westwood, 1856) (Hemiptera: Aleyrodidae) en el cultivo de tomate* [Trabajo final de grado]. Universidad de la República.
- Polack, A. (2005). Manejo integrado de Moscas Blancas. *Boletín Hortícola INTA*, 10(31), 1-7.
- Polack, L. A., López, S. N., Silvestre, C., Viscarret, M., Andorno, A., del Pino, M., Peruzzi, G., Gomez, J., & Lezzi, A. (2017). *Control biológico en tomate con el mírido Tupiocoris cucurbitaceus*. INTA.
- Rodríguez, A., & del Pozo, E. (2003a). Aislamiento de hongos entomopatógenos en Uruguay y su virulencia sobre *Trialeurodes vaporariorum* West. *Agrociencia (Uruguay)*, 7(2), 71-78.
- Rodríguez, A., & del Pozo, E. (2003b). Alternativa para el manejo de *Trialeurodes vaporariorum* Westwood en tomate orgánico en Uruguay. *Boletín de Sanidad Vegetal. Plagas*, 29, 211-218.

- Rodríguez, M., Paullier, J., Buenahora, J., & Maeso, D. (2003). *Mosca blanca: Importante plaga de los cultivos hortícolas en Uruguay*. INIA.
- Scarlato, M., Bao, L., Rossing, W. A. H., Dogliotti, S., Bertoni, P., & Bianchi, F. J. J. A. (2023). Flowering plants in open tomato greenhouses enhance pest suppression in conventional systems and reveal resource saturation for natural enemies in organic systems. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 347, 108389. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2023.108389>
- Shanker, C., Katti, G., Padmakumari, A. P., Padmavathi, C., & Sampathkumar, M. (2012). Biological Control, Functional Biodiversity and Ecosystem Services in Insect Pest Management. En B. Venkateswarlu, A. K. Shanker, C. Shanker, & M. Maheswari (Eds.), *Crop Stress and its Management: Perspectives and Strategies* (pp. 471-495). Springer.
- Tirado, T., Simon, G., & Johnston, P. (2013). *El declive de las abejas: Peligros para los polinizadores y la agricultura de Europa*. Greenpeace.
- Toledo-Perdomo, C. (2019). Enemigos naturales nativos de mosca blanca (Hemiptera: Aleyrodidae) en el cultivo de ejote francés en Chimaltenango, Guatemala. *Ciencia, tecnología y salud*, 6(2), 98-106.
- Urbaneja, A., Ripollés, J. L., Abad, R., Calvo, J., Vanaclocha, P., Tortosa, D., Jacas, J. A., & Castañera, P. (2005). Importancia de los artrópodos depredadores de insectos y ácaros en España. *Boletín de Sanidad Vegetal. Plagas*, 31, 209-223.
- Van Lenteren, J. C., & Martin, N. A., (2000). Biological control of whiteflies. En R. Albajes, M. Lodovica Gullino, J. C. van Lenteren, & Y. Elad (Eds.), *Integrated pest and disease management in greenhouse crops*. (pp. 202-216). Wageningen University.
- Zalazar, L., & Salvo, A. (2007). Entomofauna asociada a cultivos hortícolas orgánicos y convencionales en Córdoba, Argentina. *Neotropical Entomology*, 36(5), 765-773.

## 8. ANEXOS

### Anexo A

*Fechas de monitoreo y colocación de trampas amarillas.*

<b>Fecha</b>	<b>Monitoreo</b>	<b>Trampas amarillas</b>
2 octubre	Elección de invernáculos	
11-14 octubre		Colocación
18-21 octubre	Monitoreo 1	Recolección
25-27 octubre		Colocación
4 noviembre	Monitoreo 2	Recolección
10-11 noviembre		Colocación
17 noviembre	Monitoreo 3	Recolección
24 – 25 noviembre		Colocación
29 nov – 4 diciembre	Monitoreo 4	Recolección
8 – 9 diciembre		Colocación
13 – 15 diciembre	Monitoreo 5	Recolección

**Anexo B***Aplicaciones fitosanitarias en los predios.*

<b>Predio</b>	<b>Fecha</b>	<b>Principio activo</b>
<b>1</b>	20/10/2017	Tiociclam hidroxigenoxalato
		Clorfenapir
		Piriproxifen
	27/11/2017	Tiociclam hidroxigenoxalato
	2/12/2017	Clorfenapir
	9/12/2017	Espirotramato
		Pyriproxifen
	11/12/2017	Beauveria
	20/12/2017	Pyriproxifen
		Espirotramato
		Tiociclam hidroxigenoxalato
	27/12/2017	Chlorfenapyr
		Abamectina
Novaluron		
<b>2</b>	15/09/2017	Espirotramato
	2/10/2017	Beauveria
	26/10/2017	Beauveria
	11/11/2017	Espirotramato

<b>3</b>	15/09/2017	Matrine
	1/10/2017	Spinosad
	4/2/2017	Paecilomyces
<b>4</b>	21/09/2017	Aceites esenciales
		Matrine
	10/10/2017	Aceites esenciales
		Matrine
	23/10/2017	Matrine
	11/11/2017	Matrine
		Aceites esenciales
		Aceite mineral
		Espinosad
	23/11/2017	Matrine
	24/11/2017	Aceites esenciales
4/12/2017	Aceite mineral	

### Anexo C

*Modo de acción de los principios activos utilizados por los productores.*

<b>Principio activo</b>	<b>Grupo</b>	<b>Peligrosidad para abejas (Etiquetas MGAP)</b>	<b>Peligrosidad para mirmidos (Polack et al., 2017)</b>	<b>Peligrosidad para <i>Eretmocerus sp.</i> (Cáceres, 2020)</b>
Tiociclam hidroxigenoxalato	2-Dimetilamino propano -1, 3-ditiolanálogo	Moderadamente tóxico para abejas.	sin dato	Sin dato
Clorfenapir	Pirrol	Altamente tóxico para abejas.	Alta	Aplicaciones repetidas pueden afectarlo.
Novaluron	Benzoilureas	Virtualmente no tóxico para polinizadores.	Media a baja	Sin dato
Abamectina	Avermectina	Altamente tóxico para abejas. Producto sumamente peligroso.	Alta	Afecta a los adultos de <i>E. mundus</i>

Piriproxifeno	Hormona Juvenil Mímica	Ligeramente tóxico para polinizadores. virtualmente no tóxico	Baja	Moderada a levemente tóxico para <i>Eretmocerus</i> sp
Pyriproxyfen	Pirazole	Virtualmente no tóxico para abejas adultas.	Baja	Moderada a levemente tóxico para <i>Eretmocerus</i> sp.
Espirotetramato	Acidos Tetrámico	Prácticamente no tóxico para abejas.	Baja	No tóxico para <i>E. mundus</i>
Matrine	No clasificado	Virtualmente no tóxico para abejas.	Sin dato	Sin dato
Aceite mineral	.Aceite mineral	Virtualmente no tóxico para polinizadores.	Sin dato	Sin dato
Spinosad	Espinosinas	Tóxico para abejas.	Alta	No afecta a <i>E. mundus</i> .
Aceites esenciales		Puede ser tóxico para las abejas.	Sin dato	Sin dato

*Nota.* Toxicidad baja: < 25% de mortalidad; media a baja: entre 25% y 50% de mortalidad; media a alta: entre 50% y 75% de mortalidad; alta: >75% de mortalidad. Adaptado de Cáceres (2020) y Polack et al. (2017).