



PROTECCIÓN BIOLÓGICA INTEGRADA FRENTE A
MOSCA BLANCA (*Trialeurodes vaporariorum* y *Bemisia
tabaci*) Y MINADOR (*Liriomyza bryoniae*) EN
CULTIVOS DE TOMATE.



CIENCIAS AMBIENTALES
FACULTAD DE CIENCIAS EXPERIMENTALES



Autora: Fernanda C. Zambrano Molina
Tutora: Juana María Botía Aranda
Departamento. Biología Aplicada
Área Botánica
Grado en Ciencias Ambientales
Facultad de Ciencias Experimentales
Curso 2018/2019

PROTECCIÓN BIOLÓGICA INTEGRADA FRENTE A MOSCA BLANCA (*Trialeurodes vaporariorum* y *Bemisia tabaci*) Y MINADOR (*Liriomyza bryoniae*) EN CULTIVOS DE TOMATE.

RESUMEN

Los cultivos de tomate, al igual que otros tipos de cultivos, están expuestos a una serie de plagas y enfermedades que pueden poner en peligro la producción creando importantes daños económicos y medioambientales.

En este trabajo nos centramos en la plaga del minador (*Liriomyza bryoniae*) en un cultivo de tomates de producción BIO y por otra parte en las plagas de moscas blancas o aleurodes (*Trialeurodes vaporariorum* y *Bemisia tabaci*), desarrolladas en cultivos NO BIO, ambos tipos de cultivo se realizan en invernadero. Este tipo de especies de insectos son las plagas más comunes dentro del cultivo del tomate y la Protección Biológica Integrada (PBI) se utiliza para controlar la población de estas especies plaga mediante el control biológico utilizando otras especies auxiliares como: *Eretmocerus eremicus*, *Macrolophus pygmaeus*, *Encarsia formosa*, *Amblyseius swirskii* y *Diglyphus isaea*

Palabras claves: plagas, protección biológica, mosca blanca, minador

ABSTRACT

Tomato crops, like other types of crops, are exposed to a series of plagues and diseases that can endanger production, creating significant economic and environmental damage.

In this work we focus on the plague of the miner (*Liriomyza bryoniae*) in a crop of tomatoes of BIO production and on the other hand in the plagues of white flies or aleurodes (*Trialeurodes vaporariorum* and *Bemisia tabaci*), both developed in greenhouse crops NOT BIO. This type of insect species are the most common pests within the tomato crop and the Integrated Biological Protection (PBI) is used to control the population of these plague species through biological control using other predatory species, including: *Eretmocerus eremicus*, *Macrolophus pygmaeus*, *Encarsia formosa*, *Amblyseius swirskii* y *Diglyphus isaea*.

Keyword : pests, biological protection, whitefly, miner

ÍNDICE

	Pág.
1. INTRODUCCIÓN.....	5
1.1 CONCEPTO DE PROTECCIÓN BIOLÓGICA INTEGRADA.....	5
1.2 MOSCA BLANCA (ALEURODES).....	5
1.2.1 <i>Trialeurodes vaporariorum</i>	6
1.2.1.1 CARACTERÍSTICAS DE POBLACIÓN.....	6
1.2.1.2 CICLO BIOLÓGICO.....	7
1.2.1.3 DAÑOS EN EL CULTIVO.....	8
1.2.2 <i>Bemisia tabaci</i>	9
1.2.2.1 CARACTERÍSTICAS DE LA POBLACIÓN	9
1.2.2.2 CICLO BIOLÓGICO.....	10
1.2.2.3 DAÑOS EN EL CULTIVO	11
1.3 ENEMIGOS NATURALES DE LA MOSCA BLANCA	12
1.3.1 <i>Encarsia formosa</i>	12
1.3.2 <i>Eretmocerus eremicus</i>	13
1.3.3 <i>Macrolophus pygmaeus</i>	15
1.3.4 <i>Amblyseius swirskii</i>	16
1.4 MINADOR (<i>Liriomyza bryoniae</i>).....	17
1.4.1 CARACTERÍSTICAS DE LA POBLACIÓN.....	18
1.4.2 CICLO BIOLÓGICO.....	19
1.4.3 DAÑOS EN EL CULTIVO.....	20
1.5 ENEMIGOS NATURALES DEL MINADOR	22
1.5.1 <i>Diglyphus isaea</i>	22
2. ANTECEDENTES Y OBJETIVOS.....	24
3. MATERIALES Y MÉTODOS.....	25
4. RESULTADOS.....	29
4.1 PRODUCCIÓN BIOLÓGICA INTEGRADA EN CULTIVOS DE TOMATES NO BIO.....	29
4.2 PRODUCCIÓN BIOLÓGICA INTEGRADA EN CULTIVO DE TOMATES BIO.....	31
5. DISCUSIÓN.....	35
6. CONCLUSIÓN.....	36
7. BIBLIOGRAFÍA.....	36

1 INTRODUCCIÓN

1.1 CONCEPTO DE PROTECCIÓN BIOLÓGICA INTEGRADA

La protección biológica se define como la “utilización de un organismo vivo para reducir la población de otros organismos” (Van Lenteren et al., 2017). Se basa en el principio natural del control de las poblaciones de distintas especies permitiendo un equilibrio entre ellas. En el momento que una de las especies plagas, crecen de tal manera que sus “enemigos naturales” no sean capaces de mantener el equilibrio se recurre a la introducción de estos “enemigos naturales” o “auxiliares” para reducir en la mayor cantidad posible la especie que está causando daños en el cultivo, y por tanto daños económicos.

Cuando los pesticidas fueron desarrollados en el siglo XX se consideraron como la solución a todas las plagas y enfermedades (Escobar y Lee, 2001). Sin embargo, en Francia durante los últimos años se ha prohibido una gran cantidad de insecticidas siendo uno de los países líderes en prohibir este tipo de productos que producen graves daños en el medio ambiente y en la salud humana.

1.1 MOSCA BLANCA. ALEURODES

Las moscas blancas pertenecen al **Orden Hemiptera**, suborden **Sternorrhyncha** de la familia **Aleyrodidae** y las especies más abundantes de aleurodes son la mosca blanca de invernadero (*Trialeurodes vaporariorum*) y la mosca blanca del tabaco y del tomate (*Bemisia tabaci*), esta última descubierta en 1889 en Grecia afectando al tabaco; de ahí su nombre (Tabla 1).

Tabla 1: Clasificación Taxonómica de las moscas blancas *Trialeurodes vaporariorum* y *Bemisia tabaci*

Reino	Animalia
Filo	Arthropoda
Clase	Insecta
Orden	Hemiptera
Familia	Aleyrodidae
Género	<i>Trialeurodes / Bemisia</i>
Especie	<i>vaporariorum / tabaci</i>

Fuente: (Integrated Taxonomic Information System, 2016)

Características generales de las moscas blancas:

- Insectos que presentan metamorfosis simple con estadios ninfales muy parecidos entre sí. Los adultos tienen un aspecto muy uniforme de unos 2 mm
- Poseen 4 alas membranosas transparentes recubiertas por un polvo blanquecino denominado cera.
- Aparato bucal picador-chupador que les permite alimentarse de la savia de las plantas.
- Poseen 2 ojos simples u ocelos y 2 antenas segmentadas en 7 artejos.

1.2.1 *Trialeurodes vaporariorum*

1.2.1.1 Características de la población

La mosca blanca del tomate de invernadero, *Trialeurodes vaporariorum*, es considerada como una de las plagas más importantes en los cultivos de tomates de todo el mundo, no solamente afecta al tomate, sino también a un centenar de especies y destacando especialmente berenjenas, fríjoles, pepinos, rosas y flores de pascua. Los individuos de mosca blanca son pequeños insectos alados, miden entre 1 - 3 mm de longitud y con dimorfismo sexual donde los machos son ligeramente más pequeños que las hembras. (Figura 1).



Figura 1. Población de *T. vaporariorum*: huevos y adultos hembras (1) y machos (2)

El crecimiento de la población de la mosca blanca de invernaderos (*Trialeurodes vaporariorum*) depende especialmente de la temperatura y en menor influencia de la humedad. Se adaptan mejor a temperaturas bajas y su tasa de mortalidad aumenta al aumentar las temperaturas, no se conoce un estado de hibernación específico, aunque pueden llegar a sobrevivir varios días si la planta huésped es capaz de tolerar temperaturas bajo cero (Malais y Ravensberg, 2018).

1.2.1.2 Ciclo biológico

Los huevos de esta especie son depositados normalmente, en el envés de las hojas y en la parte superior de la planta; tienen un aspecto elíptico de unos 0.3 mm de longitud y se disponen en grupos de manera circular, adhiriéndose a la hoja gracias a un pedicelo.

Tienen 3 estados de larva y un último estado larvario denominado "pupa", todos los estados larvarios tienen una forma elíptica y aplanada. En el primer estado larvario, las larvas poseen una serie de patas y antenas bien desarrolladas y móviles para poder desplazarse sobre la hoja en busca del lugar idóneo para su alimentación, donde permanecerán durante todo su estado larvario. En el 2º y 3º estado larvario las antenas y las patas son limitadas y miden unos 0.5 mm de longitud; en el 4º estado o pupa se diferencian unos ojos rojos, una cutícula más endurecida y son de 0.7 mm (Figura 2). El estado adulto de *Trialeurodes vaporariorum*, se sitúa en el envés de la hoja pudiendo volar para infectar otras plantas en caso de que la densidad poblacional en una misma hoja sea muy alta.

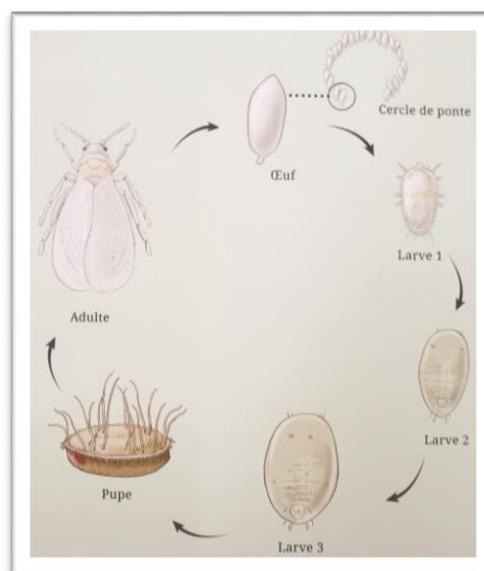


Figura 2. Ciclo biológico de mosca blanca de invernadero, *T. vaporariorum*.

1.2.1.3 Daños en el cultivo

Esta especie, cosmopolita y polífaga, causa graves daños en los cultivos de manera directa e indirecta. Afecta de manera directa al alimentarse de la savia de las hojas, extrayendo nutrientes de la planta mediante un estilete que tienen en la parte bucal e inyectando toxinas a través de la saliva. La mosca blanca se alimenta durante todo su ciclo biológico, siendo ésta más intensa en su etapa de crecimiento, es decir, en sus primeros estados larvarios, produciendo una alteración fisiológica en la planta: retardo en el crecimiento, clorosis, necrosis, disminución de producción de frutos, deshidratación, etc...

Los daños indirectos ocasionados por la mosca blanca son dos principalmente: 1) la mosca blanca segrega una sustancia azucarada sobre las hojas denominada melaza, que se produce como exceso de savia succionada, esta melaza sirve de sustento para otra especie llamada fumagina (*Cladosporium sp*). La fumagina se puede acumular en las hojas obstruyendo el paso de luz y por tanto reduciendo la fotosíntesis, también se acumula en los frutos llegando a podrirlos. (Figura.3). (García Jimenez, F., 2007)



Figura 3. Daños causados por la mosca blanca: clorosis, necrosis y fumagina.

2) Por otra parte, la mosca blanca puede actuar como un vector de transmisión de virus desde una planta enferma a una sana, causando graves problemas ya que no existe un tratamiento eficaz para los virus y la única solución

es la eliminación total de las plantas infectadas y las de su alrededor como medida de precaución.

1.2.2 *Bemisia tabaci*

Es una especie que existe de manera natural en las regiones tropicales y subtropicales del mundo, se alimenta de más de 600 especies de plantas cultivadas y silvestres (Mound y Halsey, 1978; Greathead 1986). En las poblaciones de *B. tabaci* existe un alto grado de variabilidad que los hace morfológicamente indistinguibles, por ello se recurre a los términos de "biotipos" para poder diferenciarlos. Estos biotipos difieren entres sí en la efectividad de alimentarse en un mismo tipo de huésped, la capacidad de desarrollo según la temperatura, la eficacia de transmitir virus, etc (Rosales et al., 2011).

1.2.2.1 Características de la población

Bemisia tabaci comparte muchas características con *Trialeurodes vaporariorum* pero una de las características morfológicas que las diferencia es la forma de las alas y la tonalidad de color más amarillento del cuerpo en *B. tabaci* debido a que la segregación de la cera es menos intensa que el de la mosca blanca de invernadero. Las alas de la mosca del tabaco son verticales y paralelas a su cuerpo mientras que en la mosca blanca de invernadero son horizontales y forman un triángulo (Figura 4).



Figura 4. Diferencia morfológica de las alas de la mosca blanca de invernadero *T. vaporariorum* (Derecha) y de la mosca blanca de tabaco, *B. tabaci* (Izquierda)

1.2.2.2 Ciclo biológico

El ciclo biológico de *Bemisia tabaci* es el mismo que *T. vaporariorum*, tienen un estado de huevo, tres estados larvarios, un estado de pupa y el estado adulto. El insecto adulto se parece mucho al de la mosca blanca de invernadero pero de un menor tamaño y con las características anteriormente descritas.

B. tabaci pone sus huevos a lo largo de toda la planta pero normalmente en la parte inferior de la hoja a diferencia de *T. vaporariorum* que todo su ciclo biológico se desarrolla sobre la misma hoja. Los huevos son de color amarillo verdoso que progresivamente van adquiriendo un color marrón (Figura 5). Las hembras ponen entre 4 y 11 huevos al día (unos 200 entre 3 y 6 semanas) en función de la temperatura, la humedad relativa y la planta huésped.



Figura 5. Diferencias en la coloración de los huevos de la mosca blanca de invernadero, *T. vaporariorum* (arriba) y la mosca de tabaco, *B. tabaci* (Abajo)

Las larvas del primer, segundo y tercer estado comparten las mismas características de la mosca blanca de invernadero. Al inicio del cuarto estadio la

larva se alarga, se aplanan y durante este periodo su forma se modifica y se vuelve más circular dando lugar a la pupa, que tiene una cutícula transparente pudiendo observar al aleurode en su interior. La hembra adulta mide un poco más de 1 mm y el macho adulto no llega a esa medida; al salir de la pupa tienen un color blanquecino y las alas transparentes, pero poco a poco toman el color blanco por la cera que segregan.

El crecimiento óptimo es en temperaturas alrededor de los 30°C y para *T. vaporariorum* por debajo de los 30°C; con temperaturas menores de 16°C el desarrollo se paraliza y la tasa de mortalidad de *B. tabaci* para temperaturas bajas es mayor que la de *T. vaporariorum* a mismas temperaturas.

1.2.2.3 Daños en el cultivo

Al igual que la mosca blanca de invernadero (*T. vaporariorum*) las larvas de mosca blanca de tabaco inyectan enzimas dentro de la planta produciendo alteraciones fisiológicas. También producen daños indirectos por el hongo *Cladosporium sp* (fumagina), aunque el principal daño es la infección de la planta por distintos tipos de virus circulatorios y persistentes, con más de 100 especies, englobados en 7 grupos y destacan: *Begomovirus* (Geminiviridae), *Crinivirus* (Closteroviridae), *Carlavirus* (Betaflexiviridae), e *Ipomovirus* (Potyviridae) (Polston y Anderson, 1999), siendo los más perjudiciales los *Begomovirus* y *Crinivirus* ya que causan graves daños económicos en cultivos de todo el mundo (Figura 6).



Figura 6. Síntomas en hojas (izquierda) y frutos (derecha) del tomate de virus transmitido por moscas blancas.

1.3. ENEMIGOS NATURALES

1.3.1 Encarsia formosa

Encarsia formosa es un parasitoide himenóptero que pertenece a la familia Aphelinidae, este tipo de insecto es capaz de utilizar diversas especies de aleurodes como hospedadores entre ellos la mosca blanca de invernaderos y la mosca de tabaco. Son muy utilizados en la protección biológica desde 1972, ya que este insecto parasitoide se desarrolla mucho más rápido que los aleurodes, dependiendo principalmente de la especie que parasita, el estado larvario en el que este se encuentre, la temperatura, y la planta huésped. La población de *Encarsia formosa* se compone casi exclusivamente de hembras ya que se reproduce por partenogénesis, en condiciones óptimas pueden poner hasta 150 huevos.

El ciclo biológico de *E. formosa* comprende 6 estadios: huevo, 3 estados larvarios, la pupa y el insecto adulto, todos estos estados, excepto el insecto adulto, se desarrollan en el interior del huésped (Figura 7). Las hembras pueden depositar sus huevos en cualquier estado larvario de la mosca blanca pero preferentemente lo hacen cuando estas están en el estado 3 y 4 (Figura 7). (Pérez et al., 2011)

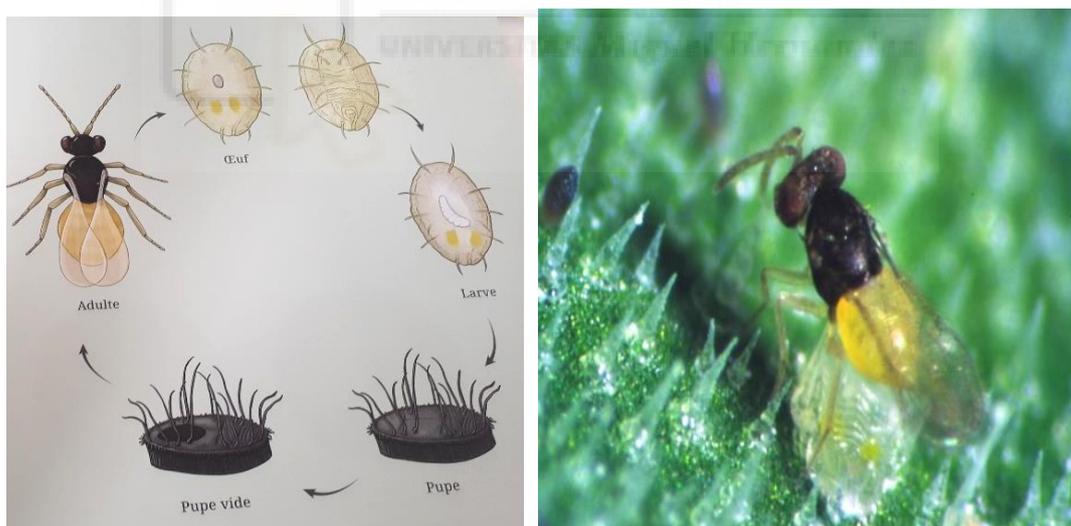


Figura 7. Ciclo biológico de *E. Formosa* (izquierda) y *E. formosa* parasitando a larva de mosca blanca de invernadero o mosca blanca de tabaco (derecha).

Los huevos miden 0.08 mm de largo y unos 0.03 mm de ancho, una vez eclosionen los huevos en el interior de la mosca blanca, las larvas de *E. formosa* comenzarán a alimentarse de los fluidos nutritivos de su huésped hasta alcanzar su

pleno desarrollo dando un color negro a las pupas de la mosca blanca, esta característica morfológica se utiliza para identificar la eficacia del parasitoide.

El adulto sale de la pupa infectada perforando su abdomen, el insecto hembra tiene una cabeza y tórax de color negro y abdomen amarillo, el adulto macho es todo negro. Las hembras adultas se alimentan del rocío de miel y de los fluidos corporales de las larvas de aleurodes que se encuentran en el segundo estadio, para ello utiliza su ovipositor u ovistapto para perforar la larva y alimentarse de ella.

Encarsia formosa tiene preferencia por *T. vaporariorum* frente a *B. tabaci* y parasita de manera óptima a la mosca blanca de invernadero, por el contrario, la mosca blanca de tabaco no es un buen huésped debido a su menor tamaño, impidiendo un correcto desarrollo del insecto parasitoide. Este insecto himenóptero se alimenta de todos los estados larvarios de *B. tabaci* mientras que de *T. vaporariorum* solo se alimenta en su segundo estadio. El ciclo de vida de *Encarsia formosa* se completa en unas 3 semanas a 21°C, pudiendo sobrevivir el adulto en el cultivo durante unos 21 días a esta misma temperatura. Durante este periodo puede poner entre 60 y 100 huevos.

1.3.2 *Eretmocerus eremicus*

Es un insecto himenóptero parasitoide de la familia de Aphelinidae, especie exótica originaria del desierto de California y Arizona. Su ciclo biológico comprende 6 estadios: huevo, tres estados larvarios, pupa, y adulto. Desde el estado de huevo al estado adulto pueden transcurrir 14 días a 28°C o 44 días a 14°C; pone sus huevos (50-200) entre las larvas de las moscas blancas en su segundo estadio. Tras eclosionar el huevo, la larva de primer estadio del parasitoide infecta a las larvas de las moscas blancas (Figura 8) y se mantienen en su interior alimentándose de ellas hasta alcanzar su estado adulto, a este fenómeno se le conoce como host feeding.

El insecto adulto es una pequeña avispa de 1 mm, con cabeza, tórax y abdomen de color amarillo marrón, y presentan un dimorfismo sexual muy pronunciado, a diferencia de *E. formosa* este insecto si realiza la copulación y en su descendencia podemos encontrar machos, pero en menor cantidad que las hembras, 40% y 60% respectivamente. El desarrollo de *E. eremicus* depende principalmente de la temperatura, siendo la temperatura mínima de 20°C, las hembras tienen una longevidad de hasta dos semanas en temperaturas de 20°C y

25°C. Esta especie resulta más efectiva para parasitar a *B. tabaci* que el insecto parasitoide *E. formosa*, ya que el tamaño de la larva huésped no es una característica limitante, además *E. eremicus* tiene una duración de vida más corta, pero con mayor descendencia, y resiste mejor a temperaturas muy elevadas (30°C-40°C) que *E. formosa*.



Figura 8. Parasitismo de *Eretmocerus eremicus* a larvas de moscas blancas.

Cuando el parasitismo está ya avanzado la pupa de la mosca blanca presenta color amarillo-dorado en lugar del negro que adquiere la larva cuando ha sido parasitada por *Encarsia formosa* (Figura 9). Otra manera de identificar si se ha producido parasitismo o no es fijándonos en el orificio de salida que presenta la pupa, si esta tiene una forma de "T" la mosca blanca no ha sido parasitada, pero si el orificio es circular es porque ha sido infectada por un parásito y con sus mandíbulas ha roto la cubierta quitinosa dejando el orificio circular por el que emerge. (García Jiménez, 2007)



Figura 9. Izquierda: Larva de mosca blanca parasitada por *E. eremicus* Derecha: Larva de mosca blanca no parasitada (blanca) y parasitada por *E. formosa* (negro)

1.3.3 *Macrolophus pygmaeus*

Este insecto pertenece al orden de los heterópteros y a la familia de los Miridae, se trata de una chinche depredadora generalista, se alimenta de pulgones, ácaros, cochinillas, huevos de mariposa, larvas del minador, incluso en ausencia de plagas esta chinche puede alimentarse de la savia de la planta huésped. Desde 1994 es utilizado en la protección biológica contra los aleurodes, *Macrolophus pygmaeus* puede alimentarse de todos los estadios de la mosca blanca, pero prefiere los huevos y larvas, llegando a consumir hasta 40 huevos de aleurodes en un día, estén parasitados o no (Figura 10).



Figura 10. *Macrolophus pygmaeus* depredando larvas y huevos de moscas blancas.

El desarrollo de la población de estas chinches se ve influenciada por la temperatura y por la disponibilidad de alimentación. Si la temperatura es muy baja los huevos pueden entrar en hibernación durante 2 meses, mientras que a temperaturas muy elevadas la tasa de mortalidad de los huevos aumenta y a 30°C solo un 40% de los huevos eclosionan (Malais y Ravensberg, 2018). Si *Macrolophus pygmaeus* se alimenta sólo de moscas blancas la cantidad de huevos que deposita al día es mayor, (5 huevos por día) que si sólo se alimenta de savia (en caso de ausencia de otras plagas).

El ciclo de vida de esta especie comprende un estado de huevo, 5 estados larvarios, y el adulto (Figura 11). Los huevos son depositados en los nervios más antiguos de la hoja, en el peciolo y tallo, evitando las partes más jóvenes de la planta, pero una vez eclosionen las larvas jóvenes y el adulto se desplazan a zonas más jóvenes de la planta en busca de las moscas blancas, los adultos vuelan muy

bien por lo que tienen una gran facilidad de dispersión, además tienen una buena visión y piezas bucales que les ayuda a encontrar y devorar a sus presas.

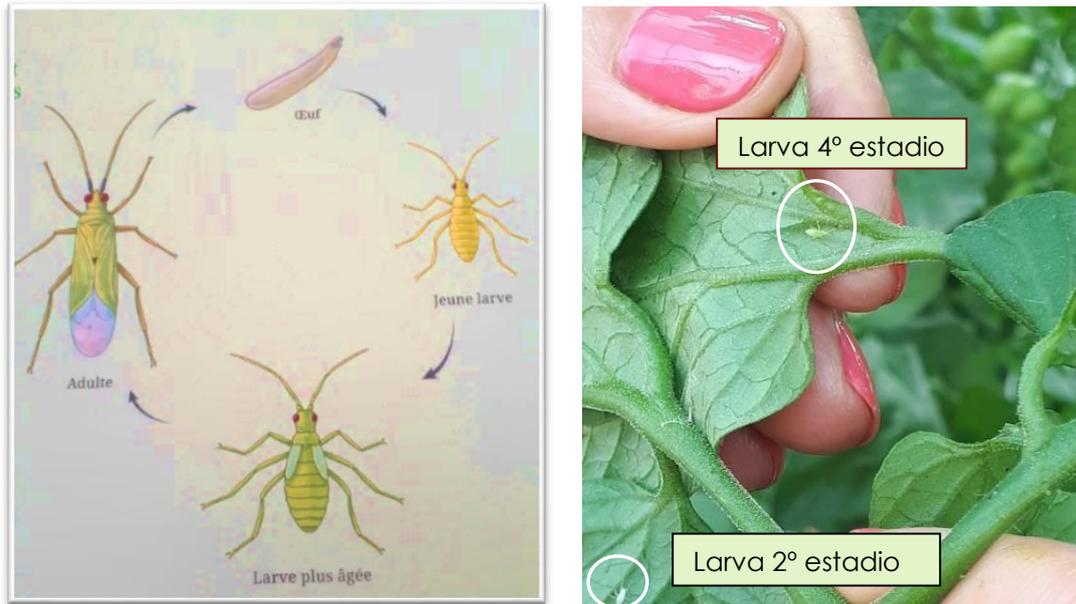


Figura 11. Ciclo biológico de *Macrolophus pygmaeus* (izquierda), y estados larvarios (derecha).

Los adultos hembras presentan un tamaño ligeramente mayor que los machos, unos 4-5 mm, son de color verde llamativo, con dos pares de ojos rojos, los élitros son de color verde y sirven para proteger a las alas transparentes, tiene un aparato bucal picador-succionador para alimentarse. En su estado larvario *Macrolophus pygmaeus* presenta un color entre amarillo y amarillo verdoso, y unas alas no muy desarrolladas.

1.3.4 *Amblyseius swirskii*

Esta especie pertenece a la Clase Arachnida, subclase Acari de la familia *Phytoseiidae*. Es una excelente especie en el uso de protección biológica contra trips y moscas blancas. El crecimiento de la población depende principalmente de la temperatura, la humedad relativa, la cantidad y naturaleza de sus presas.

Su ciclo biológico comprende los estados: huevo, larva, protoninfa, deutoninfa y adulto (Figura 12). Los huevos son puestos sobre los pelos situados en la intersección entre los nervios principales y secundarios del envés de las hojas, son ovalados, blanquecinos y de unos 0,14 mm. En el estadio de larva su tamaño es ligeramente superior al tamaño del huevo y del mismo color, es hexápodo y cuando pasa al estado de ninfas el adulto tiene 8 patas muy móviles, característica que

favorece la búsqueda activa de su alimento. El adulto de 0,4 mm tiene un cuerpo alargado y de forma aplanada, pasa de ser traslúcido a tener un color blanco opaco o amarillo dependiendo de la presa de la que se alimenta, si se alimenta de las moscas blancas su color torna a amarillento, principalmente se alimenta de los huevos y larvas de primer y segundo estadio de las moscas blancas (Figura 12).



Figura 12. Ciclo biológico de *Amblyseius swirskii* (izquierda). *Amblyseius swirskii* junto a larva de mosca blanca (derecha).

A temperaturas de 15°C el desarrollo del ácaro desde huevo a estado adulto es de unos 20 días, mientras que a 36°C el ciclo biológico se completa en 5 días. Cuando la humedad relativa es baja afecta de manera perjudicial a cualquier estado en el que se encuentre el ácaro. Es un ácaro depredador generalista que se alimenta de otros ácaros, trips, pequeños insectos, polen, y por supuesto de huevos y larvas de moscas blancas afectando de manera positiva en su desarrollo, estos ácaros perforan a sus presas y aspiran su contenido (García Jiménez, 2007).

1.4 MINADOR (*Liriomyza bryoniae*)

El minador de la hoja del tomate es una plaga presente en numerosas regiones del mundo, como África del norte, Europa, y norte de Asia. La mosca minadora pertenece al orden Dípteros (moscas y mosquitos) y a la familia de Agromyzidae (Tabla 2).

Tabla 2 : Clasificación Taxonómica del minador del tomate *Liriomyza bryoniae*

Reino	Animalia
Filo	Arthropoda
Clase	Insecta
Orden	Díptera
Familia	Agromyzidae
Género	<i>Liriomyza</i>
Especie	<i>bryoniae</i>

Fuente: (Integrated Taxonomic Information System)

En Europa tres especies son las que están causando mayor preocupación en cultivos de invernaderos y entre ellas está la mosca minadora de las hojas del tomate (Figura 13), *Liriomyza bryoniae* (Kaltenbach, 1858) que figura desde 1976 como una de las plagas principales de cultivos de legumbres y ornamentales, las otras dos son *Liriomyza trifolii* y *Liriomyza huidobrensis*.



Figura 13. Adulto de minador del tomate *Liriomyza bryoniae*

1.4.1 CARACTERÍSTICAS DE LA POBLACIÓN

Dentro de la familia Agromyzidae la polifagia no es una característica generalista, pero existen especies del género *Liriomyza* que sí lo son, nutriéndose de una gran variedad de cultivos, siendo los más comunes los cultivos de tomates en invernaderos. Las larvas del género *Liriomyza* se diferencian de otras larvas de moscas minadoras por su metamorfosis que tiene lugar en el suelo y no dentro de la galería.

El desarrollo de la población depende, entre otros factores, de la temperatura, la luminosidad, la especie y calidad de la planta huésped y en menor medida de la humedad relativa. El umbral de la temperatura óptima está entre 8°C y 10°C, por encima de 35°C el desarrollo de la especie se ve afectada. Son activos durante el día y por la tarde cesa su actividad. La población está formada por una proporción aproximada de hembras y machos de 1:1, siendo las hembras más longevas que los machos (Malais y Ravensberg, 2018).

1.4.2 CICLO BIOLÓGICO

El ciclo biológico de *Liriomyza bryoniae* comprende: un estado huevo, tres estados larvarios, un estado de pupa y un estado adulto (Figura 14). Las hembras perforan las hojas de las plantas huésped gracias al ovipositor y depositan sus huevos, el orificio que se forma en la oviposición (picadura de puesta) es menor que el que se forma para alimentarse (picadura nutricional) (Malipatil et al., 2018).

Al eclosionar los huevos, las larvas (aprox. 0,5 mm) comienzan inmediatamente a nutrirse del tejido mesófilo de la hoja formando galerías, sus tegumentos son transparentes, el grosor de dichas galerías irá aumentando a medida que crecen las larvas. En el segundo estadio larvario toma un color blanco y se observa perfectamente su tubo digestivo, y en el último estado larvario la cabeza torna a amarillo y el tubo digestivo y su contenido a un verde-negro. A ambos lados de las galerías podemos encontrar unos puntos negros o marrones, se trata de las deposiciones de las larvas a lo largo de la galería (Figura 14).

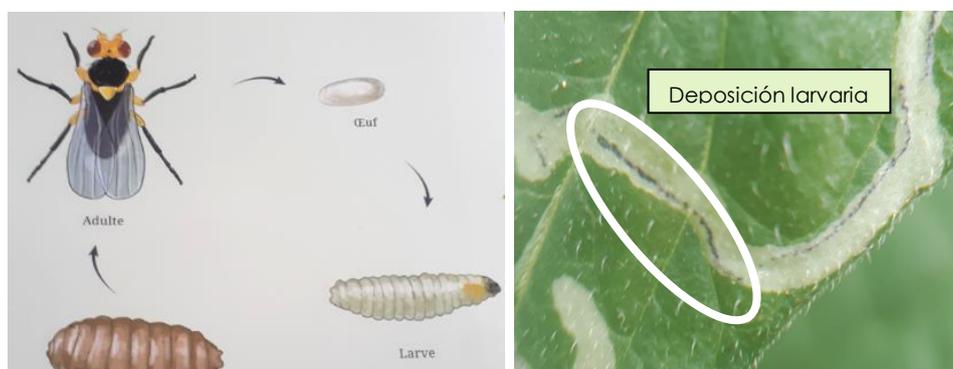


Figura 14. Ciclo biológico de *Liriomyza bryonidae* (izquierda) y Restos de deposición larvaria de *Liriomyza bryoniae* en el interior de la galería (derecha).

Una vez las larvas hayan alcanzado su desarrollo, emergen al exterior para formar la pupa creando también un orificio con sus fauces. Las pupas pueden ser de color amarillo o marrón-negruzco (Figura 15).



Figura 15. Pupas de *Liriomyza bryoniae* de color marrón (izquierda) y amarilla (derecha).

Unas horas después de la formación de la pupa, estas se dejan caer al suelo para enterrarse a unos 5 cm de profundidad, y realizar la metamorfosis pasando de pupa a adulto. El adulto tiene el tórax y abdomen negro mientras que la cabeza es amarillo al igual que un punto central en el tórax, y un par de ojos rojos, (EPPO, 2005.) características morfológicas muy utilizadas para su identificación preventiva sobre los paneles amarillos. Los machos no poseen fauces y por lo tanto utilizan las picaduras nutricionales ya hechas por las hembras para poder alimentarse, ambos se alimentan de néctar y rocío de miel. Dos días después de emerger el adulto se produce la copulación, basta con una copulación para fecundar a casi la totalidad de los huevos, por el contrario, si una hembra no es fecundada sus huevos serán estériles.

1.4.3 DAÑOS EN EL CULTIVO

Los daños causados por *Liriomyza bryoniae* pueden ser directos e indirectos siendo los más comunes los daños directos: Los daños más visibles son las galerías que forman, éstas pueden llegar a cubrir desde una pequeña porción de la hoja hasta su totalidad, produciendo como consecuencia una disminución en la funcionalidad de la hoja y por tanto en la fotosíntesis. Si existe una gran cantidad

de hojas afectadas de un mismo huésped se ve alterado su crecimiento y su correcto desarrollo. En el caso de cultivos ornamentales el principal problema es que la presencia de galerías disminuye la estética de las plantas y por tanto impide su comercialización. La presencia de una gran cantidad de orificios por picaduras de oviposición o picaduras nutricionales como de salida de las larvas, producen desgaste foliar y disminuyen el rendimiento de la fotosíntesis (Figura 16).

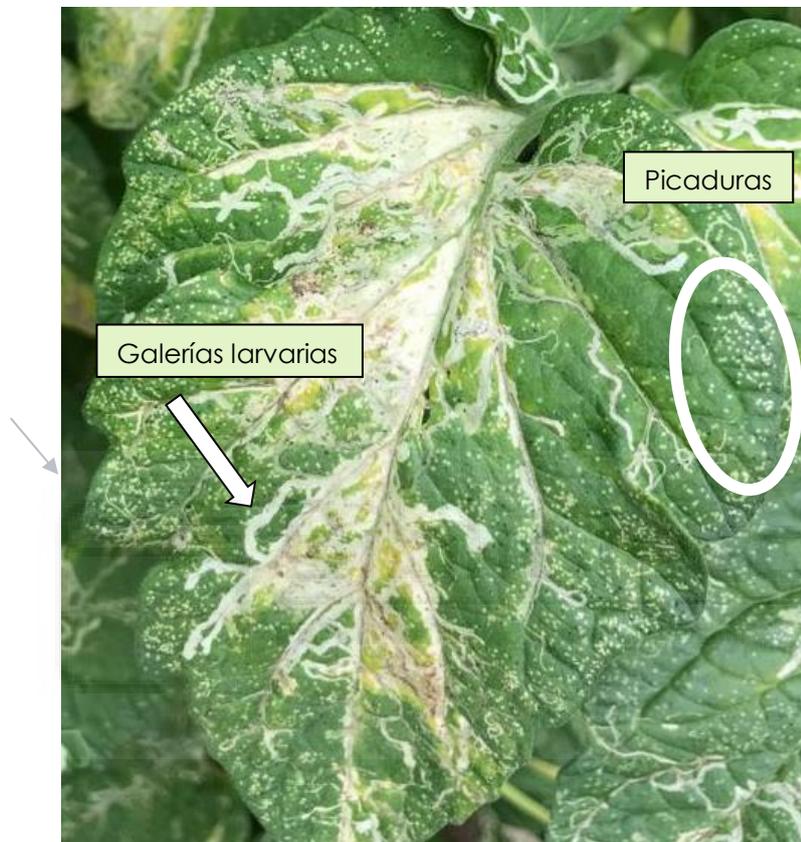


Figura 16. Galerías de larvas de *Liriomyza bryoniae* en una hoja de tomate y presencia de picaduras de alimentación, oviposición, y salida larvaria.

Con respecto a los daños indirectos, como ya hemos dicho, la presencia de la plaga de *Liriomyza bryoniae* produce gran cantidad de orificios en las hojas y la planta es más susceptible a futuras enfermedades ya que esos orificios son una entrada perfecta para determinados organismos, tales como, hongos, bacterias y virus.

1.5 ENEMIGOS NATURALES DEL MINADOR

Los parasitoides del minador de la hoja del tomate son *Diglyphus isaea* y *Dacnusa sibírica*, aunque también las chinches depredadoras, *Macrolophus sp*, pueden contribuir en cierta medida a la reducción de la población del minador si existe una carencia de aleurodes. En este trabajo nos centraremos únicamente en *Diglyphus isaea* debido a que es la especie utilizada para el control biológico del minador del tomate en nuestro cultivo de estudio, por su capacidad de desarrollarse más rápidamente a temperaturas más elevadas, a diferencia de *Dacnusa sibírica* que necesita de temperaturas más bajas (15°C-20°C).

1.5.1 *Diglyphus isaea*

Es un ectoparásito perteneciente a la familia Eulophidae, muy utilizada para la protección biológica frente a numerosas especies de la mosca minadora y puede aparecer de manera natural en los cultivos de invernaderos. Por encima de los 20°C el desarrollo de *Diglyphus isaea* es más rápido que su huésped y que los endoparásitos, siendo por este motivo mucho más eficaz a temperaturas más elevadas. El ciclo biológico de *D. isaea* comprende un estado huevo, larva, ninfa y adulto, todos ellos se desarrollan en el exterior del huésped (Figura 17).

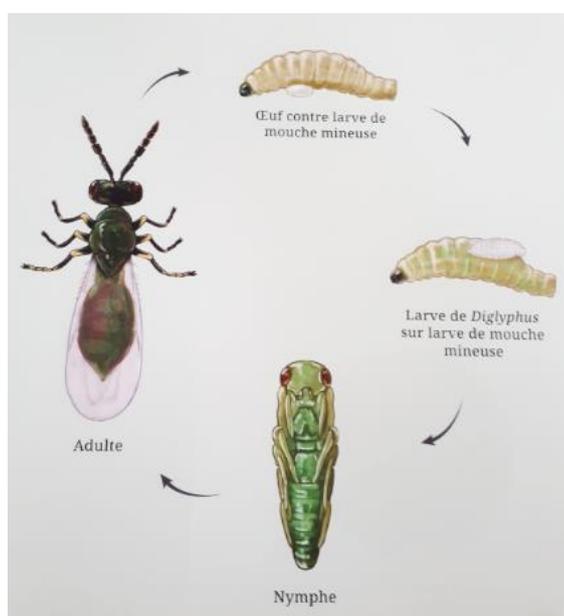


Figura 17. Ciclo biológico de *Diglyphus isaea*

Las hembras de este parasitoide paralizan los bordes de la mosca minadora y colocan su huevo cerca de las larvas. Los huevos son translucidos y blancos, miden 0,3 x 0,1 mm, son difíciles de observar al estar debajo de la larva, normalmente se pone un solo huevo por cada larva de minador. Una vez eclosiona el huevo, la larva de *D. isaea* se mantiene cerca de su anfitrión para picarle y succionar su contenido hasta causarle la muerte unos días después. Las larvas de *D. isaea* ocupan el lugar de la larva del minador ya muerta en la galería hasta transformarse en ninfas. La ninfa al principio es de color verde con los ojos rojos después pasa a color negro, mide unos 1,5 mm de largo y se pueden observar a través de las hojas.

El ectoparasitoide adulto sale de la galería formando un orificio muy característico en la capa superior de la epidermis, es de color verde oscuro a negro y posee unas pequeñas antenas. Las hembras son más gruesas que los machos y tienen una larga banda ancha en las patas anteriores mientras que los machos presentan dos pequeñas bandas negras. Cuando se produce el parasitismo de *Diglyphus isaea* a la larva del minador de la hoja (Figura 18), las ninfas se sitúan en una especie de cuna entre la capa superior e inferior de la epidermis de la hoja y con 6 pequeñas columnas de excrementos a sus costados posiblemente para evitar el colapso de la hoja una vez se seque (Figura 18)



Figura 18. Izquierda: Parasitismos de larva de *Diglyphus isaea* (zona superior) a larva minadora de las hojas del tomate (zona inferior). Derecha: Puntos de excreción indicando presencia de *Diglyphus isaea*

2 ANTECEDENTES Y OBJETIVOS

Durante las últimas décadas las políticas fitosanitarias europeas y francesas han fijado el objetivo de reducir el uso de pesticidas promoviendo las técnicas de biocontrol y de protección biológica integrada (Chapin et al., 2013) contra la lucha de plagas que afectan a los cultivos. El uso indiscriminado de estos productos en los últimos siglos ha afectado al medio ambiente y a la salud humana a nivel mundial, por esta razón se está recurriendo a la protección biológica integrada como medida de control a las plagas.

Se están llevando a cabo diversos estudios de investigación a nivel mundial sobre la PBI (protección biológica integrada) como técnica de control biológico, ya que se han obtenido distintos y muy variados resultados debido a las distintas variables que intervienen, como son las relacionadas:

- con la planta huésped (calidad, variedad, susceptibilidad a plagas, disponibilidad de nutrientes...),
- con la climatología (temperatura, humedad relativa, luminosidad, viento, época del año...),
- con el modo de cultivo (campo, invernadero, plantación directa en el suelo o en sacos, producción bio, producción no bio, extensivo, intensivo, cultivo de verano o de invierno, tipo de riego...)
- con las plagas (especie endémica o exótica, capacidad de reproducción y de extensión, grado de afeción a la planta...)
- con las especies auxiliares (disponibilidad, especificidad por una plaga o generalistas, concordancia en tiempo reproductivo con la plaga o no, capacidad de afeción a la plaga...)

Las moscas blancas y el minador del tomate son especies que han afectado durante muchos años a cultivos de tomates en invernaderos, tanto si son de producción bio o no bio. El objetivo de este trabajo es comprobar la efectividad del método de protección biológica integrada en dos cultivos de tomate en invernadero, ambos situados al sur de Francia, uno de los cultivos es de producción bio afectado por la presencia del minador y por la que utilizaremos a *Diglyphus isaea* como auxiliar, y otro cultivo de producción no bio afectado por las moscas blancas (*Trialeurodes vaporariorum* y *Bemisia tabaci*), en este caso usaremos una variedad de especies: *Macrolophus pygmaeus*, *Encarsia formosa*, *Eretmocerus eremicus*, y *Amblyseius swirskii*.

Con este trabajo conoceremos mucho mejor el funcionamiento de las plagas y de sus enemigos naturales, y así poder llegar a reconocerlas en el campo, ya que “para reconocer, hay que conocer” (Malais y Ravensberg, 2018).

3 MATERIALES Y MÉTODOS

Los cultivos de tomate se encuentran ubicados al sureste de Francia, a unos 40 km de la frontera española. En esta región el clima es mediterráneo (Figura 19) con las temperaturas más elevadas en los meses de menor precipitación (Figura 20).

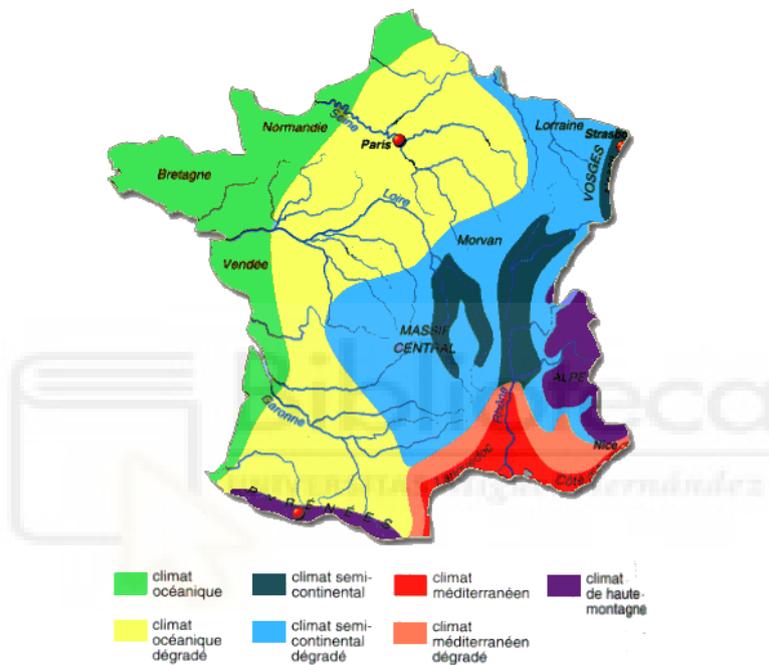


Figura 19. Mapa climático de Francia. Fuente Meteoblue

Los cultivos de tomate de **PRODUCCIÓN NO BIO** y **PRODUCCIÓN BIO** se desarrollan dentro de invernaderos, en el caso de los cultivos BIO estos se encuentran directamente en el suelo, mientras que los cultivos de tomate no BIO se plantan en sacos de cultivo de fibra de coco. Ambos tipos de cultivos son susceptibles a plagas y enfermedades:

- **PRODUCCIÓN NO BIO:** En Invernadero 1, las plagas de mayor importancia que encontramos son las moscas blancas
- **PRODUCCIÓN BIO:** En Invernadero 2 la plaga que más se desarrolló fue el del minador del tomate.

En ambos cultivos se llevó a cabo la Protección Biológica Integrada (PBI) con diferentes especies denominadas “auxiliares” obteniendo una serie de resultados

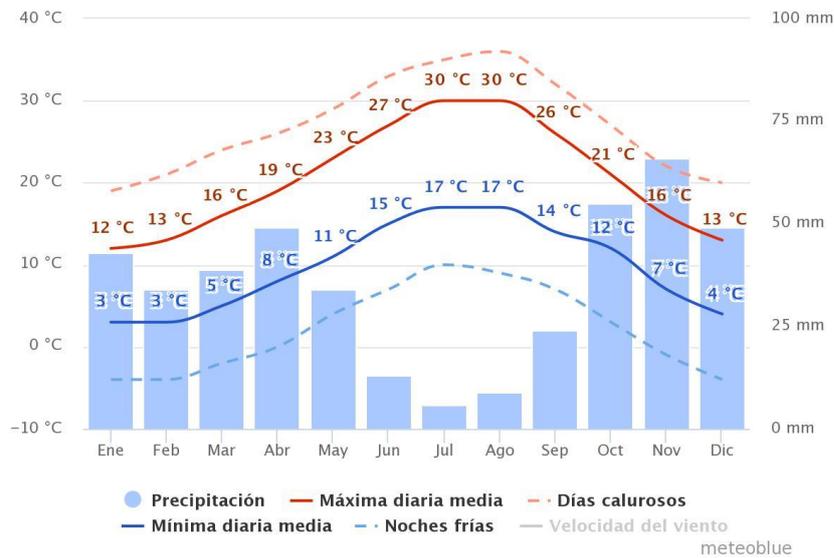


Figura 20. Histograma de temperaturas medias y precipitaciones de Perpignan – Francia. Fuente: Meteoblue

PRODUCCIÓN DE TOMATES NO BIO: El invernadero 1 está ubicado en la localidad Villerase, con una extensión total de 12400 m², de los cuales 12200 m² están cultivados. Todos los auxiliares indicados a continuación son productos de la empresa Koppert Biological Systems. Características del cultivo:

- Total de plantas de tomate, *Solanum lycopersicum*: 24400 individuos; densidad 2 plantas/m²
- Trampas cromáticas amarillas 20 cm x 30 cm
- En- Strip (*Encarsia formosa*) de 50 tiras/caja (15000 adultos) x 15 cajas.
1 tira = 5 tarjetas
- Ercal (*Eretmocerus eremicus*) de 50 tiras/caja (15000 adultos) x 15 cajas.
1 tira = 5 tarjetas
- Mirical (*Macrolophus pygmaeus*) 100 mL (500 adultos y ninfas) x 80 botes
- Swirski Ulti-Mite (*Amblyseius swirskii*). 500 sobres/caja (12500 ácaros adultos) x 10 cajas
- Lupa 6x de aumento, diámetro 26mm
- Vestimenta de protección desechable: enterizo, zapatos, gorro y guantes
- Cuaderno de campo y bolígrafo

PRODUCCIÓN DE TOMATES BIO: El invernadero 2 tiene una extensión de 13500 m² de los cuales 13312 m² están cultivados, y está ubicado en la localidad de Palau

del Vidre. La especie auxiliar indicada a continuación es de la empresa Koppert Biological Systems. Características del cultivo:

- Total de plantas de tomate, *Solanum lycopersicum*: 35950 individuos; densidad 2,7 plantas/m²
- Trampas cromáticas amarillas 20 cm x 30 cm
- Miglyphus (*Diglyphus isaea*) 100 mL (500 adultos) x 40
- Lupa 6x de aumento, diámetro 26 mm
- Vestimenta de protección desechable: enterizo, zapatos, gorro y guantes

MÉTODOS DE APLICACIÓN DE CONTROL BIOLÓGICO

El método que se utiliza en la **PRODUCCIÓN DE TOMATES NO BIO**, en el invernadero 1, es la liberación de las distintas especies auxiliares en el interior del invernadero, alternándolas entre ellas, pero teniendo en cuenta su temperatura óptima de desarrollo.

La plantación se llevó a cabo a principios de Agosto 2018 (semana 32), y las sueltas de especies auxiliares fueron:

1º) En la semana 33 se liberaron en primer lugar 10 cajas de 500 sobres cada caja, haciendo un total de 5000 sobres, es decir, 0,41 sobres/m² de Swirski Ulti-Mite (*Amblyseius swirskii*),

2º) En la semana 35 se introdujeron 15 cajas de 50 tiras (5tarjetas/tira) de Ercal (*Eretmocerus eremicus*) un total de 0,30 tarjetas/m²

3º) En la semana 37 se colocaron 0,30 tarjetas/m² de En-Strip (*Encarsia formosa*) todos ellos se introdujeron en el invernadero como medida preventiva.

4º) En la semana 37, también se liberaron 80 botes de Mirical (*Macrolophus pygmaeus*), aproximadamente 32,7 individuos/m², repartidas a lo largo del invernadero, intensificando la cantidad en los bordes, al inicio y al final del invernadero, en estas zonas la temperatura es unos grados superior al igual que la humedad, lo que favorece al desarrollo de las plagas.

En la semana 39, dos semanas después de la introducción de *M. pygmaeus* se procedió al conteo de este depredador y de las moscas blancas, repitiendo el

conteo en un intervalo de 2 semanas (aproximadamente) hasta el fin de la producción, última semana de junio (semana 22).

Para el conteo se tomó al azar las líneas de cultivo y las 6 plantas seleccionadas, si bien era importante donde estaban situadas dichas plantas. La planta 1 al inicio, 4 plantas a lo largo de la línea de cultivo y 1 planta al final; en cada conteo se toman entre 9-10 líneas del cultivo contando las moscas blancas desde las primeras hojas de la planta hasta 9-10 hojas más abajo.

El resto de auxiliares se colocaron al azar a lo largo del invernadero a una altura media de la planta procurando que la luz solar no incida directamente, así no provocar daños en los auxiliares, y también se procuró que no haya 2 tarjetas (de la misma o distintas especies) en la misma planta, para asegurar que haya una mayor dispersión de las especies auxiliares en todo el invernadero.

En la **PRODUCCIÓN DE TOMATES BIO** en el invernadero 2, se realizó la liberación de los individuos en zonas estratégicas, y donde se detectó una mayor presencia de galerías del minador. En total se utilizaron 40 botes de Miglyphus (*Diglyphus isaea*), cada bote contiene 500 adultos haciendo un total de 1.5 individuos/m². Las dosis se aplicaron en los periodos descritos en la tabla 3. Posteriormente se realizaron observaciones periódicas para comprobar la efectividad del parasitoide *Diglyphus isaea*, buscando galerías parasitadas o adultos en los tomates verdes.

Tabla 3: Tratamiento para el minador del tomate. Número de botes de Miglyphus (500 individuos) liberados en distintas semanas.

Semana del año 2019	Nº de botes de Miglyphus (500 adultos)
S 10	6
S 11	6
S 12	6
S14	4
S 15	6
S 16	6
S 17	6

4 RESULTADOS

4.1 PRODUCCIÓN BIOLÓGICA INTEGRADA EN CULTIVOS DE TOMATES NO BIO

Los resultados del conteo en el invernadero 1 durante el periodo de producción es el siguiente: (Tabla 4)

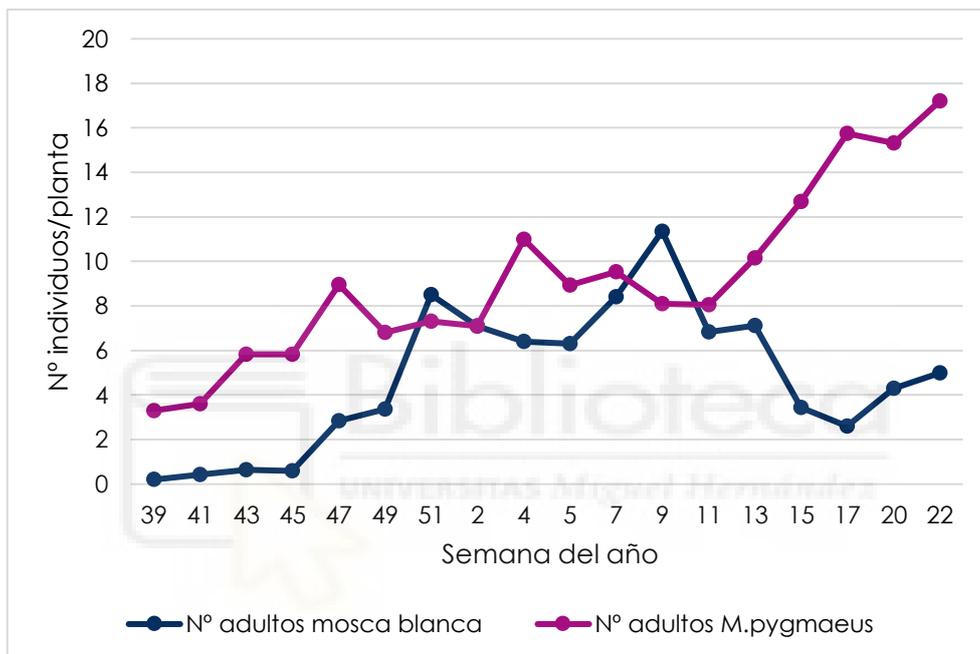
Tabla 4: Conteo de adultos de moscas blancas (*T. vaporariorum* y *B. tabaci*) y de *M. pygmaeus* realizado durante todo el periodo de producción del cultivo de tomate.

Semana del año	Nº adultos moscas blancas/planta	Nº adultos Macro ¹ /planta	% Macro/población total ²
S 39	0,2	3,3	29
S 41	0,43	3,6	39
S 43	0,63	5,83	14
S 45	0,6	5,83	14
S 47	2,83	8,96	39
S 49	3,36	6,8	44
S 51	8,5	7,3	44
S 2	7,1	7,1	25
S 4	6,4	11	23
S 5	6,3	8,93	27
S 7	8,4	9,53	21
S 9	11,36	8,1	47
S 11	6,83	8,06	34
S 13	7,13	10,16	38
S 15	3,43	12,7	33
S 17	2,6	15,76	39
S 20	4,3	15,33	41
S 22	5	17,2	40

¹ Macro : *Macrolophus pygmaeus* ; ² población total : adultos moscas blancas + adultos macro+ juveniles macro

En la siguiente gráfica (Gráfica 1) podemos observar la evolución que han sufrido las distintas poblaciones (plaga y auxiliar) durante todo el periodo del

cultivo. Como puede observarse la mosca blanca alcanzó su máximo número de individuos/planta en la semana 9 del 2019 y a partir de aquí empezó a descender el número de moscas blancas en la misma medida que la población del depredador, *Macrolophus pygmaeus* fue aumentando hasta alcanzar el máximo en la última semana de producción donde su población era 3 veces mayor que la población de la mosca blanca.



Grafica 1: Representación de nº individuos/planta de adultos de mosca blanca y adultos de *M. pygmaeus* durante el periodo de cultivo del tomate (2018/2019).

En el caso de las especies *Amblyseius swirskii*, *Eretmocerus eremicus* y *Encarsia formosa* se observó la presencia o ausencia en distintas semanas obteniendo los resultados descritos en la tabla 5.

Tabla 5: Presencia o ausencia de *Amblyseius swirskii*, *Eretmocerus eremicus*, *Encarsia formosa* en cultivo de tomate de producción no bio

Semana	<i>Amblyseius swirskii</i>	<i>Eretmocerus eremicus</i>	<i>Encarsia formosa</i>
S33	Liberación	-	-
S35	+	Liberación	-
S37	+	-	Liberación
S39	+	+	+
S41	+	-	-
S45	No se realizó observación para esta especie	+	No se realizó observación para esta especie
S49	+	No se realizó observación para esta especie	+
S5	+	+	No se realizó observación para esta especie

4.2 PRODUCCIÓN BIOLÓGICA INTEGRADA EN CULTIVO DE TOMATES BIO

Los resultados del invernadero 2 con el cultivo de tomates de producción bio que se vio afectado por el minador de la hoja del tomate (*Liriomyza bryoniae*) muestran que en un inicio el porcentaje de incidencia (proporción de individuos enfermos respecto a los sanos) era de un 23,3%.

$$\frac{21 \text{ muestras afectadas}}{90 \text{ total de muestras}} \times 100 = 23,3 \%$$

A la semana siguiente la incidencia aumentó casi el doble, pasando de 23,3% a un 42,2%, con un total de 90 muestras de las cuales 38 estaban afectadas y con una severidad mayor que las muestras anteriores. Es en este momento cuando se decide aplicar el control biológico (Figura 21), tras realizar un análisis económico,

ya que el principal inconveniente del producto utilizado (Miglyphus) es su elevado precio económico, aspecto que hay que tener en cuenta a la hora de tomar decisiones.



Figura 21. Estado en el momento del inicio del control biológico.

Un mes después de la liberación del parasitoide *D. isaea* no se observó mejoría (Figura 22) ni reducción del porcentaje de incidencia, ni del grado de severidad, al contrario, este iba en aumento (48.0 en la escala de severidad de daño foliar) (Figura 23) por lo que se repitió el tratamiento del parasitoide, la dosis inicial elegida era de 18 botes de Miglyphus y la dosis final utilizada fue 40 botes.



Figura 22. Evolución de la severidad de daño foliar en las hojas del tomate 4 semanas después del tratamiento.



ESCALA SEVERIDAD

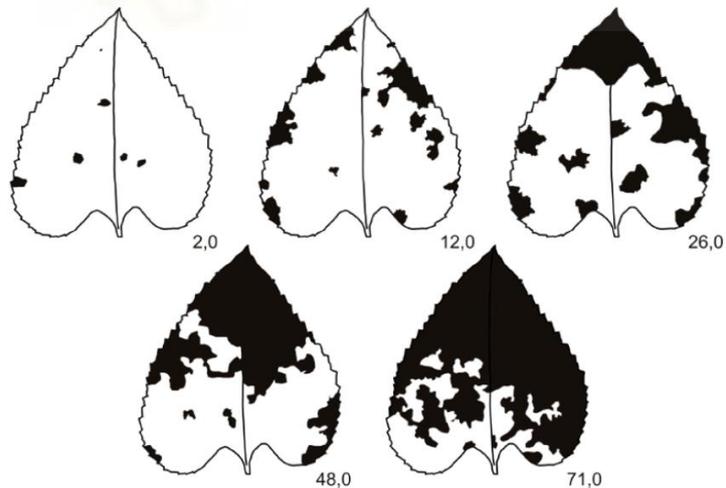


Figura 23. Escala de severidad de daño en hojas de girasol

En la Figura 24 se muestra el estado de las plantas a las 16 y 18 semanas después del tratamiento, donde se puede observar que el número de plantas afectadas a las 18 semanas después del tratamiento es 0.



Figura 24. Evolución de la severidad de daño foliar en las hojas del tomate: 16 semanas (arriba) y 18 semanas (abajo).

5 DISCUSIÓN

En la disminución de la población de las moscas blancas han intervenido varios auxiliares, los más importantes *Encarsia formosa*, *Eretmocerus eremicus*, *Amblyseius swirskii* y *Macrolophus pygmaeus*, alcanzando las moscas blancas sus puntos más altos de población en dos ocasiones sobrepasando la población de *M. pygmaeus*, estos picos pueden deberse a un aumento de la población por incremento de la temperatura, también pudo influir en los resultados el método del recuento.

Por otro lado, es posible que las plantas seleccionadas al azar no hayan sido representativas del cultivo, ya que existen zonas en el invernadero donde la población de las moscas blancas es mucho mayor que en el resto del invernadero, pudiendo alterar los resultados. También pudo influir otros factores culturales, como la poda de la hoja, al cortar las hojas inferiores de las plantas, en ellas, puede haber individuos de *Macrolophus pygmaeus* que son retirados del invernadero variando los resultados.

En el ensayo del minador de la hoja del tomate, se obtuvieron muy buenos resultados, hasta el momento no se ha observado la presencia de nuevas galerías en las hojas (síntoma visible de la presencia de *Liriomyza bryoniae*), pero cabe la posibilidad de que más adelante pueda surgir la plaga de nuevo, ya que su estado de pupa se desarrolla en el suelo y en él no se ha realizado ningún tipo de tratamiento. Periódicamente se realizan observaciones en los paneles amarillos para detectar a largo plazo la presencia de la mosca del minador del tomate.

El año pasado el cultivo bio había sido atacado por el minador de la hoja del tomate, causando graves daños en las hojas, y como consecuencia produjo alteraciones fisiológicas en las plantas. La plaga sobrepasó el umbral de daño económico, lo que se traduce en daños económicos debido a la baja productividad del cultivo, se llevó a cabo el tratamiento con Miglyphus (*Diglyphus isaea*) pero los resultados obtenidos fueron menos eficaces, debido a que las dosis del tratamiento fueron menores respecto a este año, es por ese motivo que este año se ha reconsiderado que es mejor invertir más en el tratamiento para no llegar a la misma situación.

6 CONCLUSIÓN

A la vista de los resultados en ambos tipos de cultivo, se concluye que el método de protección biológica integrada tiene una **muy buena efectividad** en el control poblacional de las plagas:

* **Moscas blancas** (*Trialeurodes vaporariorum* y *Bemisia tabaci*): Su población se mantuvo controlada en la mayor parte del periodo del cultivo sin llegar a alcanzar el umbral de daño económico (UDE), gracias a la acción de todos los auxiliares empleados: *Encarsia formosa*, *Eretmocerus eremicus*, *Macrolophus pygmaeus* y *Amblyseius swirskii*,

* **Minador de la hoja del tomate** (*Liriomyza bryoniae*): Su población se vio "erradicada" gracias a la acción del parasitoide *Diglyphus isaea*

Aunque se han obtenido muy buenos resultados, el control de las plagas no sólo se debe centrar en la protección biológica integrada, también debemos incluir en el control de plagas todas y cada una de las acciones realizadas, antes, durante y después del periodo de cultivo, entre ellas: la selección de la planta, la manipulación de la misma por el personal de trabajo, la plantación, la poda, la cosecha, los tratamientos químicos que se lleven a cabo (para el caso de producción no BIO) o la limpieza de los invernaderos para evitar infestaciones los años precedentes.

Todas estas acciones preventivas, evitarán en la gran mayoría de cultivos el uso indiscriminado de productos químicos para erradicar las plagas, disminuyendo los problemas medioambientales y de salud derivados de ellos.

5 BIBLIOGRAFÍA

CHAPIN, E; MARTIN, J.C; ALABOUVETTE, C; DAMOISEAU, L; MALET, M; GUTLEBEN, C; GUERIN, M. 2013. Synthèse des techniques de biocontrôle et de protection biologique intégrée effective et envisageables pour gérer, contrôler et maîtriser les organismes nuisibles des ZNA

EPPO. 2005. (Organización Europea y Mediterránea de Protección de las Plantas, OEPP). 2005. *Liriomyza* spp. PM 7/53(1). EPPO Bulletin, 35: 335-344.

- ESCOBAR, H. Y R. LEE.** 2001. Producción de tomate bajo invernadero. Cuadernos del Centro de Investigaciones y Asesorías Agroindustriales CIIA. Fundación Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano, Bogotá. Pág 85-87.
- GARCÍA JIMÉNEZ, F.** 2007. Enemigos naturales de moscas blancas en cultivos hortícolas. Seminario de especialistas en Horticultura. Almería. ISBN 978-84-491-0906-5. pág 83-104
- GREATHEAD, A.H.** 1986. Host plants in *Bemisia tabaci* a Literature Survey on the cotton whitefly with an annotated bibliography. Cock, M. J. W. (ed). CAB. International Institute Biological Control. Silwood Park, UK. Pág 17-26.
- KALTENBACH, 1858.** Liriomyza bryoniae Die deutschen phytophagen aus der klasse der insekten fortsetzung. Alphabetisch es verzeichniss der deutschen. Verh. Naturforsch. Ver. Preussal. 1998.
- MALAIS, M.H; RAVENSBERG, W.J.** 2018. *Connaître et Reconnaître*. 3^{era} Edición de Koppert Biological Systems. Editorial Reviews. Francia
- MALIPATIL, M.B.; COLLINS, D.W.; BLACKET, M.; BARR, N.** 2016-2018. Protocolos de diagnosticos para plagas reglamentadas. PD 16. Género *Liriomyza*, NIMF 27; pág 9
- MOUND, L.A.; HASLEY, S.H.** 1978. Whitefly of the World. A systematic catalogue of the Aleyrodidae (Homoptera) with host plant and natural enemy data. Wiley New York pág 340
- PÉREZ M. D.; CANTOR F.; RODRÍGUEZ C. D.; CURE J. R.** 2011. Dispersión de *Encarsia formosa* (Himenóptera: Aphelinidae) parasitando *Trialeurodes vaporariorum* (Hemíptera: Aleyrodidae) en tomate bajo invernadero.
- POLSTON, J.E.; ANDERSON, P.K.** 1999. Surgimiento y distribución de geminivirus transmitidos por mosca blanca en tomate en el Hemisferio Occidental. Manejo Integrado de Plagas (Costa Rica) 53: 24-42.
- ROSALES V. M.; MEDINA. V. C.; BROWN J. K.; SEPÚLVEDA CH.G.; SEPÚLVEDA R.P.;** 2011. Mosquitas blancas como vectores de virus en tomate en la región de Arica y Parinacota. Capítulo 3. Pág 33-35

VAN LENTEREN, J.C.; BOLCKMANS, K. J.; RAVENSBER, W.J.; URBANEJA, A. 2017.
Biological control using invertebrates and microorganisms: plenty of new
opportunities. *BioControl*. doi: [10.1007/s10526-017-9801-4](https://doi.org/10.1007/s10526-017-9801-4)

