

**TRABAJO DE FIN DE MÁSTER EN
BIOTECNOLOGÍA INDUSTRIAL Y
AGROALIMENTARIA**



UNIVERSIDAD DE ALMERÍA

**Efecto de diferentes formulados con acción repelente sobre la
dinámica poblacional de *Frankliniella occidentalis* y *Bemisia
tabaci* en cultivos de calabacín**

Sandra López Salvador

Almería, julio de 2018

Tutores académicos:

Francisco Javier Moyano López

Carolina Clara Martínez Gaitán

ÍNDICE

RESUMEN	3
Palabras clave	3
ABSTRACT	4
Keywords	4
1. Introducción	5
1.1. Enfermedades ocasionadas por los vectores plaga <i>F.occidentalis</i> y <i>B.tabaci</i>	5
1.2. Descripción de las principales características de <i>F.occidentalis</i> y <i>B.tabaci</i>	7
2. Objetivo general del ensayo.....	9
3. Material y Métodos.....	9
3.1. Ubicación del ensayo	9
3.2. Producción de los vectores	10
3.3. Pruebas de diagnóstico y reconocimiento de los estadios de desarrollo de los dos insectos plaga	12
3.3. Ensayo realizado en campo.....	14
3.4. Tratamiento estadístico	24
4. Resultados y discusión.....	24
4.1. Producción de los vectores	24
4.2. Ensayo de campo	24
4.2.1. Evolución del número de individuos de larvas, pseudopupas, adultos y totales de <i>F.occidentalis</i> por hoja.....	24
4.2.2. Evolución del número de individuos de ninfas, pupas, adultos y totales de <i>B.tabaci</i> por hoja	32
4.2.3. Evaluación del factor ubicación dentro de planta de individuos totales de <i>B.tabaci</i> y <i>F.occidentalis</i>	37
5. Conclusiones.....	43
6. Referencias bibliográficas	44
7. Anexos	48

RESUMEN

En este estudio se ha realizado la evaluación del efecto de diferentes formulados comerciales con potencial acción repelente sobre la dinámica poblacional de *Frankliniella occidentalis* y *Bemisia tabaci* en un cultivo de calabacín bajo invernadero.

El ensayo se ha dividido en tres partes: i) cría de vectores para el posterior inóculo del cultivo, ii) puesta a punto del método de diagnóstico y visualización de las poblaciones de insectos plaga y iii) ensayo de campo con la aplicación de los productos y evaluación de la dinámica poblacional de los insectos.

La cría de los ejemplares de *B.tabaci* y *F.occidentalis* utilizados como inóculo se llevó a cabo en un cultivo de calabacín. La puesta a punto del método de diagnóstico y visualización se ha basado en la búsqueda bibliográfica de información para diferenciar los distintos estadios larvarios de la población tanto de mosca blanca como de trips. Por último, el ensayo del efecto repelente de los formulados sobre la dinámica poblacional de ambos insectos se llevó a cabo durante tres meses en un invernadero experimental mediante conteos semanales de los diferentes estadios larvarios de las dos especies.

En general, los resultados obtenidos han verificado la eficacia como repelentes de los formulados probados en los tratamientos, ya que, se ha reducido considerablemente la población tanto de mosca blanca como de trips en los tratamientos en los cuales se han aplicado y ha aumentado en el tratamiento control donde no se aplicó ningún producto. También se ha demostrado que la acción repelente hace que, dentro de la planta, los insectos se ubiquen sobre todo en hojas altas.

Palabras clave

Bemisia tabaci, calabacín, dinámica poblacional, formulados, *Frankliniella occidentalis*, invernadero.

ABSTRACT

In this study, the effect of different formulations with a potential repellent effect was tested on populations of *Frankliniella occidentalis* and *Bemisia tabaci* inoculated on a zucchini crop reared under greenhouse have been evaluated.

This trial was divided into three parts: i) breeding of vectors for the subsequent inoculum of the culture, ii) development of the method of diagnosis and visualization of pest insect populations and iii) field trial with the application of the products and evaluation of the population dynamics of the two insects.

The inoculum breeding has consisted of reproducing the population of *B.tabaci* and *F.occidentalis* in cages maintained within in a zucchini crop greenhouse to further inoculate the field trial. The fine tuning of the method of the diagnostic and visualization has been based on the search of bibliographic references to differentiate the different larval stages of the population of whitefly and trips. the evaluation of the repellent effect on population dynamics of both target species was carried out for three months in a experimental greenhouse.

Results obtained points to the efficacy of the tested formulations in the treatments as repellents since the populations of whitefly and trips were significantly reduced in the treatments when compared to the control. It has also been shown that the repellents cause that the insects in the plants are located mostly on the upper leaves.

Keywords

Bemisia tabaci, formulated, *Frankliniella occidentalis*, greenhouse, population dynamics, zucchini.

1. Introducción

El calabacín destaca por ser una de las principales hortalizas de la familia de las cucurbitáceas que se cultivan en España, en el año 2016, la superficie total cultivada fue de 11.081 hectáreas, obteniéndose una producción de 581.503 toneladas. En Almería en éste mismo año, la superficie total cultivada fue de 7.630 hectáreas con una producción de 434.195 toneladas, lo que posiciona a Almería como la principal provincia productora de calabacín de España (MAPAMA, 2016).

Junto con el calabacín, las principales hortalizas que se cultivan en la provincia de Almería son pimiento, tomate, berenjena, melón, sandía, pepino y judía (Salmerón *et al.*, 2001). Las condiciones agroclimáticas y de prácticas agrícolas en los cultivos hortícolas intensivos en Almería, presentan unas características peculiares (microclima del invernadero, ausencia de rotación de cultivos, alta densidad de las parcelas, no eliminación de los restos vegetales, etc.) que hacen que la incidencia de las plagas y enfermedades sea grave y preocupante en estos cultivos (Cabello *et al.*, 1994a).

1.1. Enfermedades ocasionadas por los vectores plaga *F.occidentalis* y *B.tabaci*

Las principales especies de mosca blanca y trips que parasitan el cultivo de calabacín son: *Trialeurodes vaporariorum* conocida como mosca de los invernaderos que es considerada como una de las más importantes plagas de cultivos protegidos y *Bemisia tabaci*, mosca blanca del tabaco (Mármol *et al.*, 2000). La principal especie de trips que parasita las cucurbitáceas es *Frankliniella occidentalis* (Meca *et al.*, 2008).

El surgimiento de virus de plantas transmitidas por insectos en los últimos 10-20 años ha sido impulsado desproporcionadamente por estos dos supervectores: la mosca blanca y los trips de flores occidentales. Las altas tasas de reproducción y dispersión, la polifagia extrema y el desarrollo de resistencia a los insecticidas, junto con las actividades humanas, han convertido a estos insectos en plagas mundiales (Gilbertson *et al.*, 2015).

Estos supervectores transmiten una diversidad de virus de plantas mediante diferentes mecanismos y median en la aparición del virus a través de la evolución local, los cambios en el huésped, las infecciones mixtas y la propagación mundial. La evolución del virus asociado implica reasignación, recombinación y captura de componentes (Ferreles, 2015).

B.tabaci es el vector transmisor de diferentes virus como geminivirus (begomovirus), ipomovirus y torradovirus (Ferrerres & Moreno, 2009). Del mismo modo, *F. occidentalis* ha mediado cambios en el huésped del tospovirus y la diseminación global y la aparición de ilarvirus transmitidos por el polen (Andret-Link & Fuchs, 2005). La interacción planta-virus-supervector ofrece oportunidades emocionantes para la investigación básica y la implementación global de estrategias generalizadas de manejo de enfermedades para reducir los impactos económicos y ambientales (Hogenhout *et al.*, 2008).

Según Juárez *et al.*, (2013), benegomovirus, es el principal virus que transmite la mosca blanca, produce el virus del enrollamiento de la hoja amarilla del tomate (*Tomato Yellow Leaf Curl New Delhi Virus, ToLCNDV*) es uno de los más devastadores de este cultivo en el mundo, con pérdidas de hasta el 100% en todos los lugares en donde se ha presentado. Se observó por primera vez en Israel, dispersándose desde el Medio Oriente hacia Europa, Asia, El Caribe, Estados Unidos y México. Al principio, la gama de huéspedes de *ToLCNDV* parecía esencialmente limitada a solanáceas, incluyendo tomate, pimiento, patata y berenjena. Más adelante, se observó que este virus también causaba una enfermedad responsable de graves pérdidas en cultivos de cucurbitáceas como es el calabacín (Méndez *et al.*, 2016).

El principal virus que transmite *F.occidentalis* es el virus *Tomato spotted wilt virus (TSWV)*. En Argentina el *TSWV* se conoce desde 1938 (Fawcett & Bitancourt, 1940), con ataques esporádicos de la enfermedad hasta que en 1995 se registró una alta incidencia en cultivos hortícolas, coincidiendo con la introducción al país, en 1993, de *F.occidentalis* (Dal Bó *et al.*, 1999; De Santis, 1995). Esto concuerda con observaciones registradas en distintas partes del mundo, donde el establecimiento de los tospovirus como problema de gran importancia económica en una zona productiva están asociados a la aparición de *F. occidentalis* (Dal Bó *et al.*, 1999; Mound, 2005). Este virus causa muchos daños en los países mediterráneos (Malais, 2006).

Según la revista de Nutrición y Sanidad Vegetal, se sabe que este virus también afecta a cultivos de calabacín. En los últimos años se ha observado un aumento de las poblaciones de éstos, presentándose mayormente en las flores. *F.occidentalis* produce daños principalmente en las hojas, observándose unas placas de color grisáceo o plateado en las que están insertados puntos negros. Posteriormente estas zonas se necrosan totalmente (Mármol *et al.*, 2000).

El rango de insecticidas y formulaciones que son efectivos contra *F.occidentalis* y *B.tabaci* es limitado (Bielza, 2008) debido a la resistencia de éstos a varias clases de productos químicos, incluidos los organoclorados, organofosforados, carbamatos, piretroides y espinosinas (Cardona *et al.*, 2001). La razón es el uso inapropiado y excesivo de los productos fitosanitarios en estos

cultivos produciéndose resistencias por parte de las plagas (Cabello & Cañero, 1990). Ello viene motivado, entre otros factores, por la actuación de los agricultores que tienden a minimizar el riesgo de pérdidas debidas a plagas y enfermedades con un uso excesivo del control químico (Norgaard, 1976).

1.2. Descripción de las principales características de *F.occidentalis* y *B.tabaci*

La mosca blanca (*B.tabaci*) es una especie de hemíptero de la familia Aleyrodidae. Son pequeños insectos blancos que chupan la savia. Los ejemplares adultos tienen un tamaño que varía entre los 1 y 1,5 milímetros de longitud, presentando un color amarillo pálido en su cuerpo y un par de alas de coloración blanca, por lo cual se le ha dado su nombre (Salas & Mendoza, 1995). En la mosca blanca, se dan seis fases de desarrollo diferentes: huevo, primer, segundo, tercer estadios larvarios, pupa y el insecto adulto. Los huevos presentan forma elíptica y son depositados en disposición circular. Las larvas jóvenes presentan patas y antenas bien desarrolladas y son móviles. El adulto emerge de la cutícula endurecida de la pupa a través de una apertura característica en forma de “T”. Las moscas blancas recién emergidas presentan dos pares de alas transparentes, más tarde el cuerpo se cubre de un polvo blanco de naturaleza cérea que le proporciona su apariencia característica. Los adultos de mosca blanca se encuentran mayormente en el envés de las hojas jóvenes, donde ponen los huevos (Figura G) (Malais, 2006). La duración del ciclo biológico (Figura E) de *B. tabaci* está influenciado principalmente por la temperatura y la planta hospedadora (Russell, 1975). Azab *et al.*, (1971) observaron como la duración del ciclo biológico de *B. tabaci* podía variar entre 14 (verano) y 75 (invierno) días en condiciones de campo dependiendo de la época del año (Calvo, 2011). El rango de temperaturas en el cual puede desarrollarse y multiplicarse *B. tabaci* es muy amplio, pudiendo realizar estos procesos entre 16°C y 34°C, situándose sus umbrales mínimo y máximo de desarrollo en 9 y 40°C respectivamente (Sánchez *et al.*, 1991). Estos umbrales de desarrollo dependen también a su vez del estadio de desarrollo considerado y del hospedador vegetal (Cuellar & Morales, 2006; Powell & Bellows, 1992). Estos autores también señalaron que la supervivencia de esta especie se incrementa a temperaturas entre 25-30°C con respecto a la que presenta a 20 °C. El apareamiento tiene lugar uno o dos días después de la aparición del adulto. Tras el apareamiento hay un periodo de preoviposición de 1 a 5 días y más tarde, se inicia la puesta de huevos. La longevidad del adulto de *B. tabaci* depende en gran medida de la temperatura y la naturaleza del cultivo. A temperaturas elevadas (28-30°C) una hembra adulta puede vivir unos 10-15 días mientras que, bajo condiciones invernales, *B. tabaci* no puede sobrevivir por debajo de los 0°C (De Barro *et al.*, 2011; Jones, 2003; Malais, 2006).

El trips (*F.occidentalis*) es un insecto de la familia de los Tisanópteros de pequeño tamaño (1-2 mm de longitud) con cuerpo alargado y dos pares de alas con largos cilios, cuya función es ayudar en el vuelo. La hembra pone huevos en el envés de las hojas nuevas, perpendicularmente a la superficie de éstas (Cabello *et al.*, 1994b; Jacobsen *et al.*, 2013). El trips a lo largo de su desarrollo, pasa por seis estadios: huevo, dos estadios larvarios, pseudopupa, pupa y adulto. Las larvas se alimentan del tejido del envés de la hoja y son muy móviles. Las larvas tienen una cabeza menor que los adultos, presentan menos segmentos en las antenas y carecen de alas. Al final del segundo estadio larvario, la larva se deja caer al suelo para pupar (tiene lugar en suelos húmedos hasta 15 mm por debajo de la superficie). Los estadios de pseudopupa y pupa son reconocidos por sus esbozos alares en desarrollo, siendo mayores los de la pupa. En estos estadios el insecto es inmóvil (Figura F). El desarrollo de la población de *F.occidentalis* depende sobre todo de la temperatura, pero también de otros factores como la humedad relativa y la especie de planta hospedante. El desarrollo más rápido se produce a 30°C mientras que se detiene por encima de 35°C y por debajo de 10°C. A 18°C el desarrollo tiene una duración aproximadamente, del doble que a 25°C. Se encuentra principalmente en flores porque es donde crece más rápido. A temperaturas más altas la mortalidad aumenta rápidamente y la longevidad desciende bruscamente (Malais, 2006). La reproducción del trips es sexual por lo que el tiempo de cortejo es de 7 a 10 minutos, se aparean en mañanas frescas con una temperatura de 25 °C, y humedad relativa de 79% promedio (Castro-Pezo, 2013). La duración del ciclo de vida está alrededor de los 19 días (Pujota, 2013). Los trips causan daño a la planta, perforando y succionando las células de la superficie de la hoja. Esto origina manchas de color gris-plateado en las hojas, con manchas negras (excrementos) y reduce la producción de la planta. Con grandes niveles de infestación, las hojas pueden incluso secarse (Malais, 2006).

Un repelente es una sustancia química que provoca reacciones de alejamiento en el insecto (Cubillo & Hilje, 1996). La Torre (1990) considera su uso como un control biotecnológico de plagas debido a que, el uso de estímulos puede provocar reacciones en la plaga. Los repelentes pueden ser i) químicos (DEET: N-dietil-3-metilbenzamida, Permetrina y Ácido 1-piperidincarboxílico) que se usan para alejar la presencia de insectos, ii) naturales (aceite de citronela, de eucalipto...) que derivan de las plantas y iii) electrónicos (aparatos electrónicos). Su función es evitar la propagación de las enfermedades producidas por los insectos plaga, evitando la presencia de estos plagas en los cultivos (Tiposdecontaminación, 2016).

Normalmente, los adultos de *B.tabaci* y *F.occidentalis* antes de insertar el estilete en la planta, la palpan con el labio, donde poseen pelos sensoriales que actúan como quimiorreceptores y mecanorreceptores. Se ha estudiado el efecto repelente de varias sustancias en *B.tabaci* como

pueden ser aceites minerales, insecticidas sintéticos o extractos vegetales, reduciéndose con ellos la población del insecto plaga (Cubillo & Hilje, 1996; Gómez *et al.*, 1997).

A los productos en los que la materia activa analizada se encuentra por debajo del límite de detección que en Europa está dado en 0,01 ppm en virtud del Reglamento CE 396/2005, se les conoce como productos residuo cero, no tóxicos (Peleato, 2006). Estos productos, presentan una elevada concentración en activos de rápida absorción (nitrógeno uréico y pentóxido de fósforo en el caso de los formulados estudiados en este ensayo) a través de los estomas de la planta que hidratan y nutren el mesófilo de la epidermis. Son productos compatibles con el Medio Ambiente, no tóxico para las plantas ni para el hombre, aves, mamíferos y adultos de insectos predadores, parásitos y útiles (polinizadores). Su espectro de acción es específico para insectos y otros artrópodos en estado larvario y pupal. Algunos de estos productos no tóxicos pueden ejercer acción repelente sobre las poblaciones de plagas (Sipcam Iberia, s.f.).

El uso de repelentes residuo cero frente al uso de otros tipos de control químico (insecticidas) es de gran interés ya que, a diferencia de estos últimos, no producen contaminación en el Medio Ambiente (los pesticidas se filtran en el suelo), no acaban con los insectos beneficiosos (importantes para el control biológico) y no se produce exposición humana a productos dañinos (liberación de toxinas) (GrupoSacs, 2016).

2. Objetivo general del ensayo

Dadas las pérdidas económicas causadas por *Bemisia tabaci* y *Frankliniella occidentalis* en cultivos de calabacín, y la observación de fenómenos de resistencia causada por el uso excesivo de insecticidas genéricos y prácticas inadecuadas como el abandono de los cultivos y la falta de rotación en aéreas muy extensas (MAPAMA, 2016), en este estudio se ha evaluado el efecto de productos repelentes sobre la dinámica poblacional de estos dos insectos plaga durante un ciclo de cultivo de calabacín desarrollado en condiciones de campo bajo invernadero.

3. Material y Métodos

3.1. Ubicación del ensayo

Estos ensayos han sido realizados en las instalaciones del Centro Experimental del Centro Tecnológico Nacional de la Industria Auxiliar de la Agricultura, Fundación Tecnova (Figura 1),

ubicado en el Paraje Majada de Ortigas (36°53'N; 2°22'W, 184 m de elevación sobre el nivel del mar), en el Término Municipal de Viator, en la provincia de Almería.



Figura 1. Vista exterior del Centro Experimental TECNOVA.

3.2. Producción de los vectores

Situación e instalaciones

La ejecución de la cría de los vectores *F.occidentalis* y *B.tabaci* para el ensayo en campo, ha sido realizada en un invernadero de tipo raspa y amagado con control pasivo del clima y 480 m² de superficie total (Figura 2). El invernadero ha constado de un suelo enarenado típico de la zona de estudio y ha estado formado por 15 jaulas con cerramiento lateral y cenital de malla blanca anti-insectos de gramaje 10x20. En el interior de cada una de estas jaulas han sido trasplantadas 5 plántulas de calabacín con 25 días de edad desde su germinación en semillero y con dos hojas verdaderas desarrolladas. En su interior se ha instalado sistema de riego por goteo, a través del cual se ha aplicado una solución nutritiva estándar a través de un programador de riego.

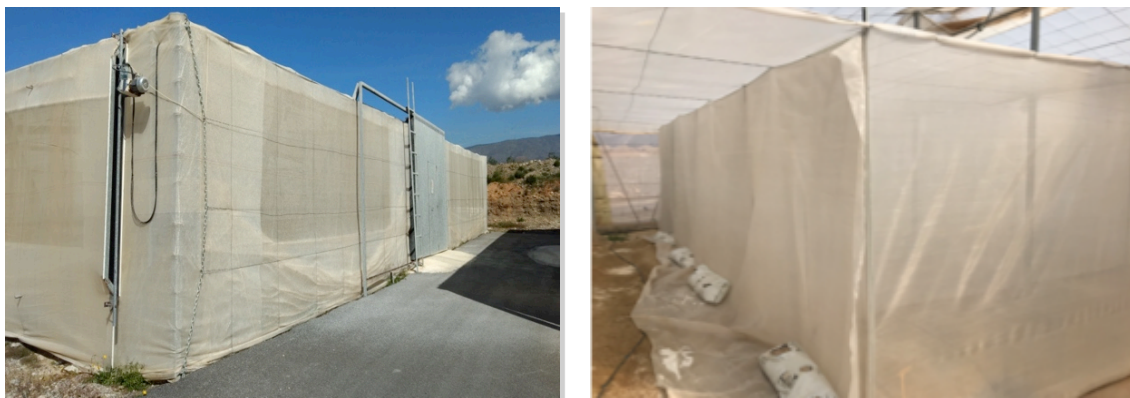


Figura 2. Vista exterior e interior del invernadero de la cría de inóculo.

Tipo, manejo y condiciones del cultivo

El ensayo ha sido realizado durante un ciclo de cultivo corto de calabacín, con una duración aproximada de tres meses. El cultivo de calabacín fue trasplantado el 12 de enero de 2018. En el interior de cada jaula fueron trasplantadas 5 plantas de calabacín de la variedad Sinatra (producida por la empresa HM. Clause) (Figura B).



Figura 3. Cría de inóculo de mosca blanca y trips en jaulas.

A lo largo del ensayo, el cultivo ha sido manejado siguiendo las prácticas habituales de la zona circundante de estudio y todos los sectores de riego del invernadero han recibido la misma solución nutritiva. La composición de la solución nutritiva aportada durante el ensayo a través del fertirriego aparece indicada en la Tabla 1, siendo la conductividad eléctrica real aportada de 2.90 dS/m. El pH ha sido de 5,80 y se ha medido con un pHmetro digital (pH 25⁺, Crison, L'Hospitalet de Llobregat (Barcelona), España).

Tabla 1. Composición de la solución nutritiva aportada.

Parámetros	mmol/L
HCO ₃ ⁻	0,25
NH ₄ ⁺	0,84
NO ₃ ⁻	13,76
H ₂ PO ₄ ⁻	1,75
K ⁺	6,81
Ca ²⁺	4,41
Mg ²⁺	2,47
SO ₄ ²⁺	2,27
Cl ⁻	9,10
Na ⁺	6,50
CE real	2,90

Las condiciones climáticas tanto de temperatura como de humedad relativa del aire alcanzadas en el interior del invernadero, han sido caracterizadas durante la realización del ensayo con una sonda psicro-transmisora (S-PSIC SV, Nutricontrol, Cartagena, España) provista de un sensor de temperatura seca y un sensor de temperatura húmeda (Figura 4). Estos datos climáticos se han registrado cada segundo, estimando un promedio de datos cada cinco minutos.

**Figura 4.** Imagen del psicro-transmisor.

3.3. Pruebas de diagnóstico y reconocimiento de los estadios de desarrollo de los dos insectos plaga

Para la puesta a punto del diagnóstico de los diferentes estadios larvarios de mosca blanca y trips, se realizaron diferentes pruebas para comprobar cuál era el método más adecuado tanto para la toma de muestras como para la observación de las mismas. En el primer caso, se valoró la

posibilidad de realizar los conteos sobre limbos foliares refrigerados o congelados ya que, dada la gran cantidad de material vegetal que se tenía que visualizar en cada conteo y la posible falta de tiempo para realizar cada conteo en un solo día, facilitarían la obtención de datos. No obstante, este procedimiento resultó inadecuado para valorar las poblaciones de trips debido a que, una de las principales diferencias para distinguir los estadios larvarios de larva y pseudopupa es que, la larva es móvil y la pseudopupa no. Al congelar o refrigerar los limbos foliares los insectos se quedaban aletargados o incluso llegaban a morir y no era posible diferenciarlos. Por tanto, se decidió utilizar hojas frescas.

Para la identificación y recuento de ejemplares se planteó la opción de a) conteo a simple vista, b) uso de lupa cuentahilos 8X y c) uso de microscopio/lupa binocular. El conteo a simple vista se limitó al recuento de los individuos adultos de mosca blanca y trips, ya que no permitía identificar al resto estadios. Tampoco el uso de la lupa 8X permitía diferenciar los diferentes estadios larvarios a causa de la falta de aumentos. Sólo el empleo de un microscopio óptico (BA210, Motic, Barcelona, España) y de una lupa binocular (ST-30, Motic, Barcelona, España) permitieron una identificación adecuada de los diferentes estadios biológicos del ciclo de vida de trips y mosca (Figuras 5 y 6). Los estadios larvarios de mosca (ninfa y pupa) se observaron con lupa binocular y los de trips (larva y pseudopupa) con microscopio óptico. La principal diferencia entre la ninfa y la pupa de mosca blanca, es que, la ninfa posee los ojos amarillos y la pupa rojos. Sin embargo, para distinguir la larva de trips de la pseudopupa, se puede visualizar la longitud de las alas y la movilidad de los individuos.

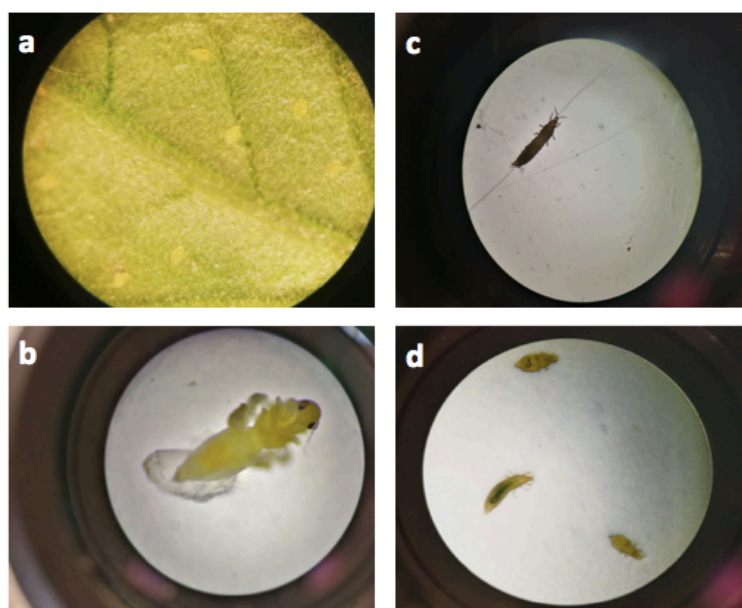


Figura 5. Supervectores vistos al microscopio y lupa binocular. (a,b) *Bemisia tabaci*. (a) Huevos de *B.tabaci* en el envés de una hoja de calabacín. (b) Pupa de *B.tabaci* emergiendo de la exuvia. (c,d) *Frankliniella occidentalis*. (c) Adulto de *F.occidentalis*. (d) Larvas de *F.occidentalis*.



Figura 6. Conteos de mosca blanca y trips mediante lupa binocular y microscopio óptico.

3.3. Ensayo realizado en campo

Situación e instalaciones

Este ensayo se ha realizado en un invernadero multitúnel de 2.000 m² de superficie total (Figura 7), provisto de cuatro túneles independientes. En concreto, se ha llevado a cabo en un túnel de 500 m² de superficie total que está dotado de un sistema de control activo del clima mediante pantalla de sombreado interior, sistema de nebulización y sistema automatizado de apertura y cierre de ventanas cenitales. El cultivo de calabacín se ha ejecutado en canales de cultivo elevadas con tablas de fibra de coco. El riego y la fertilización han sido realizados de forma automatizada mediante el empleo de sistema de riego por goteo y un programador de riego provisto de tanques con solución nutritiva concentrada.



Figura 7. Invernadero utilizado en el ensayo de campo.

Tipo, manejo y condiciones de cultivo

El ensayo ha sido realizado durante un ciclo de cultivo de calabacín, la variedad de cultivo empleada para este ensayo ha sido Sinatra (producida por la empresa HM. Clause). Dicho cultivo ha sido trasplantado el 26 de enero de 2018 con plántulas de unos 25 días de edad desde su siembra en semillero y con dos hojas verdaderas desarrolladas por plántula. La densidad de plantación empleada ha sido de 1,5 plantas por m² (Figura 8).



Figura 8. Detalle del cultivo varios días después del trasplante.

A lo largo del ensayo, el cultivo ha seguido unas prácticas de manejo similares a las utilizadas en el ensayo de campo. La composición de la solución nutritiva aportada durante el ensayo a través del fertirriego aparece indicada en la Tabla 1 siendo la conductividad eléctrica real aportada y el pH similares a los del ensayo anterior. Las condiciones climáticas de temperatura y humedad relativa del ensayo de campo se han medido de forma análoga a las del ensayo de cría de ejemplares de mosca blanca y trips.

Diseño experimental

El ensayo ha sido ejecutado en seis bloques diferentes, estando cada bloque formado por cuatro líneas de cultivo colindantes entre sí. En cada bloque ha habido cuatro tratamientos experimentales, con una repetición por tratamiento, por lo que en total se evaluaron en este invernadero seis repeticiones por tratamiento experimental. Cada repetición ha estado formada por diez plantas de calabacín diferentes. Los conteos han sido realizados en cada repetición y en cinco plantas diferentes de calabacín por repetición.

- Tratamiento T0: Se ha tratado de un tratamiento control positivo, donde el cultivo ha sido inoculado con poblaciones de mosca blanca y trips, y no ha recibido ningún tratamiento con ningún producto para controlar las poblaciones de estos dos insectos plaga.
- Tratamiento T1: En este tratamiento el cultivo ha sido inoculado con poblaciones de mosca blanca y trips y ha recibido nueve aplicaciones foliares (tres aplicaciones por semana, durante tres semanas consecutivas) con el Formulado A. Se ha aplicado a una dosis de 5 cc/litro para controlar y/o repeler las poblaciones de estos dos insectos plaga para controlar y/o repeler las poblaciones de estos insectos plaga.
- Tratamiento T2: En este tratamiento el cultivo ha sido inoculado con poblaciones de mosca blanca y trips y ha recibido una aplicación foliar semanal durante tres semanas consecutivas con el formulado B a una dosis de 150 cc/hl para controlar y/o repeler las dos poblaciones de insectos plaga introducidas.
- Tratamiento T3: En este tratamiento el cultivo se ha inoculado con poblaciones de mosca blanca y trips y ha recibido una aplicación foliar semanal durante tres semanas consecutivas con el formulado C a una dosis de 150 cc/hl para controlar y/o repeler los dos tipos de insectos plaga introducidos.

El número total de plantas muestreadas por tratamiento experimental durante este ensayo han sido de 120 plantas, repartidas en 6 repeticiones diferentes por tratamiento experimental, con 5 plantas diferentes por repetición, para todos los tratamientos experimentales desde T0 hasta T3. Las diferentes repeticiones han estado dispuestas en el invernadero siguiendo un diseño de bloques al azar, repartidas por toda la superficie de trabajo del invernadero, según aparece indicado en el siguiente croquis (Figura C).

Inoculaciones

El invernadero ha sido inoculado con individuos adultos de mosca blanca y trips cuando el cultivo de calabacín ha tenido al menos seis hojas verdaderas desarrolladas. La inoculación inundativa de mosca blanca comenzó el 14 de febrero del 2018 y la de trips el 15 de febrero de 2018, a primera hora de la mañana. Los individuos de trips y mosca blanca introducidos han procedido del cultivo de calabacín donde se crió el inóculo. En esta primera inoculación, se introdujeron 3 individuos tanto de mosca blanca como de trips por planta en cada tratamiento y en las zonas borde del invernadero, mediante la introducción de estos insectos plaga sobre el dosel vegetal del cultivo de calabacín con el empleo de un pincel (Figura 9).



Figura 9. Detalle de la inoculación de *F.occidentalis* y *B.tabaci*.

Después de la primera inoculación, se realizaron re-inoculaciones de mosca y trips. Se llevaron a cabo 3 re-inoculaciones después de la inoculación inicial del invernadero. La primera re-inoculación (22 de febrero de 2018) fue previa a la primera aplicación de los productos objeto de estudio y se llevó a cabo únicamente con individuos de trips, inoculando con 2 individuos/planta, puesto que la población de mosca blanca ya estaba establecida (Tabla 2).

En la segunda re-inoculación (6 de marzo de 2018) se pudieron inocular plantas con solo 3 individuos de mosca, a diferencia del trips, que fue inoculado con 5 individuos/planta ya que, la cantidad de inóculo introducida estuvo condicionada por la cantidad de inóculo producida en el ensayo previo y, finalmente la tercera re-inoculación (13 de marzo de 2018) donde se soltaron 5 individuos/planta de ambos insectos plaga.

Tabla 2. Cuadro de fechas de inoculación e individuos inoculados en cada una.

Fecha	Inoculación	Individuos inoculados
14/2/18	Inicial	3 ind/planta de mosca blanca
15/2/18	Inicial	3 ind/planta de trip
22/2/18	Re-inoculación	2 ind/planta de trip
6/3/18	Re-inoculación	3 ind/planta de mosca blanca y 5 de trip
13/3/18	Re-inoculación	5 ind/planta de mosca blanca y de trip

Aplicaciones

Los tres productos evaluados son productos residuo cero proporcionados por una casa comercial, son no tóxicos y con carácter repelente, ya que, estas formulados son extractos

vegetales procedentes de aceites esenciales de frutos cítricos (terpenos) para combatir poblaciones de mosca blanca y trips. Estos productos tienen una gran acción tensioactiva y efecto secante por lo que, actúan mejorando la acción de insecticidas, acaricidas y fungicidas de contacto.

La aplicación de los diferentes tratamientos ha sido realizada de forma foliar, con el empleo de una mochila espaldera manual con 26 litros de capacidad y sistema de regulación de presión (Figura 10). Durante todo el ensayo, la aplicación de los productos objeto de estudio ha sido realizada sobre la planta completa hasta alcanzar el punto de goteo y siempre a primera hora de la mañana. La periodicidad de las aplicaciones realizadas ha sido una vez a la semana para los tratamientos T2 y T3 (lunes) durante tres semanas consecutivas, pero para el tratamiento T1 han sido de tres aplicaciones semanales (lunes, miércoles y viernes), igualmente durante tres semanas consecutivas. El número total de aplicaciones que han sido realizadas ha sido de 3 aplicaciones en el tratamiento T2 y T3 y 9 aplicaciones en el tratamiento T1. En la siguiente Tabla aparecen resumidas las aplicaciones realizadas en cada uno de los tratamientos experimentales y las fechas de aplicación:

Tabla 3. Descripción de aplicaciones realizadas durante el ensayo.

Tratamientos	Fecha aplicación	T0	T1	T2	T3
Aplicaciones	26/2/18	Nada	Formulado A	Formulado B	Formulado C
	28/2/18	Nada	Formulado A	Nada	Nada
	2/3/18	Nada	Formulado A	Nada	Nada
	5/3/18	Nada	Formulado A	Formulado B	Formulado C
	7/3/18	Nada	Formulado A	Nada	Nada
	9/3/18	Nada	Formulado A	Nada	Nada
	12/3/18	Nada	Formulado A	Formulado B	Formulado C
	14/3/18	Nada	Formulado A	Nada	Nada
16/3/18	Nada	Formulado A	Nada	Nada	



Figura 10. Detalles del equipo utilizado para la aplicación de formulados.

Parámetros determinados

- Condiciones climáticas

- ✓ **Evolución de la temperatura y humedad del invernadero de cría de los dos ejemplares de insectos plaga**

Las condiciones climáticas (Figuras 11 y 12) alcanzadas durante este ensayo en el interior del invernadero han sido las características de un ciclo de cultivo de calabacín de la zona, siendo bastante benignas para el adecuado desarrollo vegetativo del cultivo de calabacín. Estas condiciones han permitido una proliferación y expansión óptima de la población inoculada durante este ensayo. Los valores promedio de temperatura máxima y mínima registrados a lo largo del ensayo han sido de 24,4°C y 8,6°C respectivamente, siendo la temperatura media promedio alcanzada durante este ensayo de 13,5°C. El valor promedio de humedad relativa máxima del aire alcanzado durante este ensayo ha sido de 83,9% y el valor mínimo ha sido de 41,6%, siendo el valor promedio de la humedad relativa media del aire del 70,2%.

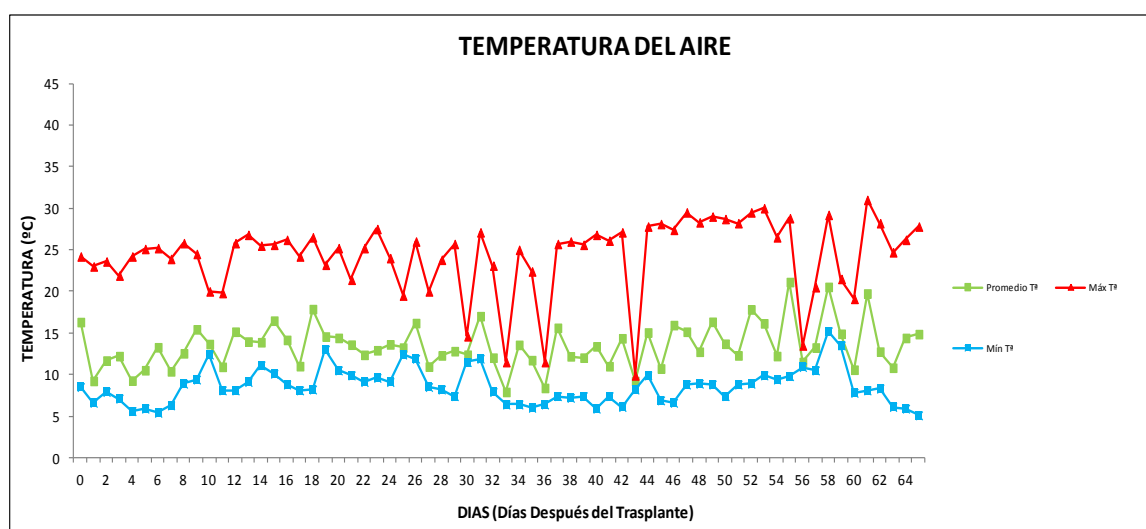


Figura 11. Evolución de la temperatura del aire registrada durante el ensayo de cría de inóculos.

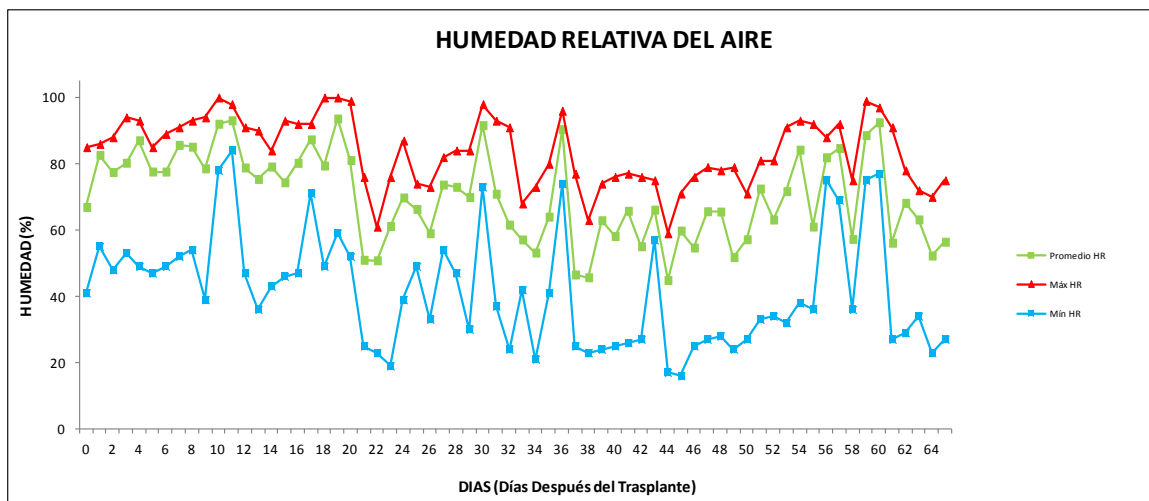


Figura 12. Evolución de la humedad relativa del aire registrada durante el ensayo de cría de inóculos.

✓ Evolución de la temperatura y humedad del invernadero del ensayo experimental

Las condiciones climáticas (Figuras 13 y 14) alcanzadas durante este ensayo en el interior del invernadero han sido las características de un ciclo de cultivo de calabacín en la zona de ejecución, siendo bastante benignas para el adecuado desarrollo vegetativo del cultivo de calabacín, las cuales han permitido una proliferación y expansión óptima de la población inoculada de trips y mosca blanca durante este ensayo. Los valores promedio de temperatura máxima y mínima registrados a lo largo del ensayo han sido de 31,0°C y 14,9°C respectivamente, siendo la temperatura media promedio alcanzada durante este ensayo de 20,1°C. El valor promedio de humedad relativa máxima del aire alcanzado durante este ensayo ha sido de 91,8% y el valor mínimo ha sido de 40,1%, siendo el valor promedio de la humedad relativa media del aire del 72,5%.

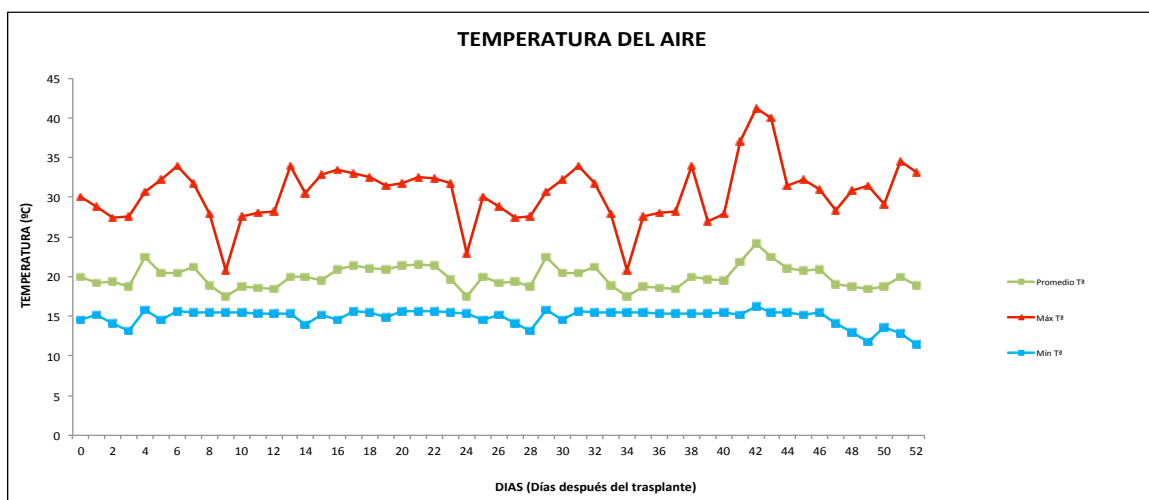


Figura 13. Evolución de la temperatura del aire registrada durante el ensayo de evaluación del efecto repelente de formulados.

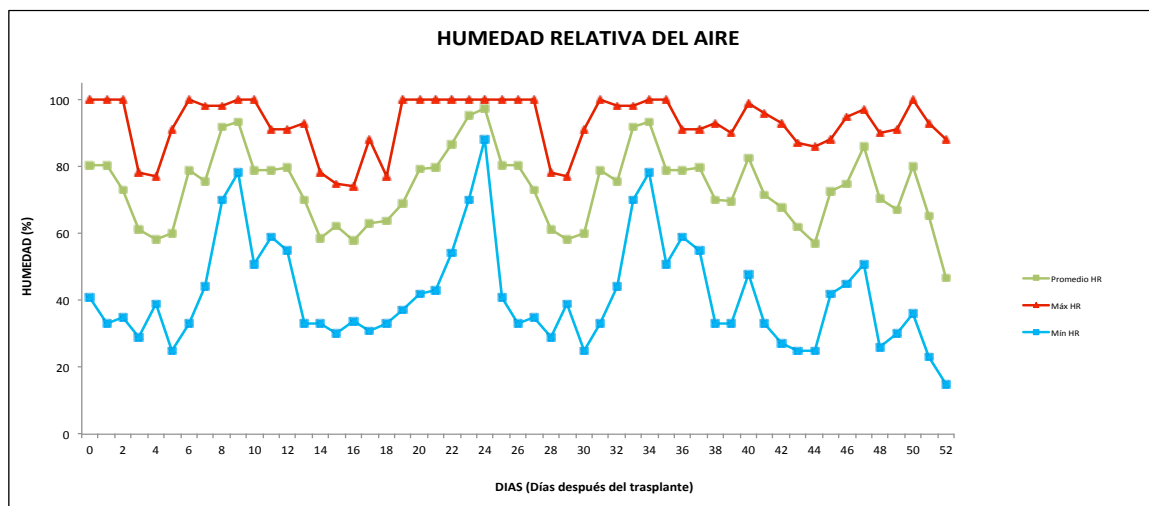


Figura 14. Evolución de la humedad relativa del aire registrada durante el ensayo de evaluación del efecto repelente de formulados.

- **Número medio de individuos por hoja**

Se han realizado conteos periódicos del número de individuos de trips y de mosca blanca presentes en el cultivo.

En trips se han diferenciado tres estadios del ciclo biológico en cada conteo: larva, pseudopupa y adulto. En relación a los conteos de mosca blanca, se han distinguido también tres estadios del ciclo biológico: ninfa, pupa y adulto en cada muestreo.

Los conteos han sido realizados en 3 hojas diferentes por planta, correspondiendo a las zonas baja, media y alta del cultivo. Se han muestreado 5 plantas de cada repetición y de cada tratamiento. Estos conteos han sido realizados siempre a primera hora de la mañana y mediante muestreos destructivos de limbos foliares. La diferenciación entre estas fases del ciclo biológico de estos dos insectos plagas se han realizado de la forma que se ha indicado anteriormente en el apartado de pruebas de diagnóstico y reconocimiento de los estadios de desarrollo de los insectos.

- **Ubicación de individuos totales de *F.occidentalis* y *B.tabaci* dentro de la planta**

Durante los conteos realizados, se ha contabilizado el número de individuos que estaban presentes en una hoja baja, media y alta de cada planta, para así obtener un valor de promedio del número de individuos totales contabilizados por planta, repetición y tratamiento.

Estos valores del número promedio de individuos contabilizados en cada planta de los cuatro tratamientos y repeticiones en las hojas baja, media y alta, han sido utilizados para evaluar el factor “ubicación”, es decir, para comprobar si el uso de los productos repelentes, más que influir en la colonización total de la planta, afectaba a la distribución de los insectos plaga en las distintas partes de la planta.

Esquema de actuación

En el siguiente esquema (Figura 15) aparecen resumidas todas las acciones más relevantes que han sido realizadas durante este ensayo, tales como la fecha de trasplante del cultivo, la fecha de inoculación con individuos de trips y mosca blanca, así como las fechas de re-inoculación, aplicación de tratamientos, y los conteos realizados para la evaluación de los efectos producidos por los productos evaluados.

26-ene	14-feb	15-feb	21-feb	22-feb	26-feb	28-feb	2-mar	5-mar	6-mar	7-mar	9-mar	12-mar	13-mar	14-mar	16-mar	19-mar
Trasplante	1ª Inoculación Mosca blanca	1ª Inoculación Trips	1º Conteo	1ª Reinoculación Trips	2º Conteo	Aplicación nº2 (T1)	Aplicación nº3 (T1)	3º Conteo	2ª Reinoculación (Mosca y Trip)	4º Conteo	Aplicación nº6 (T1)	5º Conteo	3ª Reinoculación (Mosca y Trip)	6º Conteo	Aplicación nº9 (T1)	7º Conteo
					Aplicación nº1 (T1,T3,T2)			Aplic. nº4 (T1), Aplic. nº2 (T2,T3)		Aplicación nº5 (T1)		Aplic. Nº7 (T1), Aplic. nº3 (T2,T3)		Aplicación nº8 (T1)		FIN del ensayo

- Trasplante**
- Inoculaciones**
- Conteos**
- Reinoculaciones**
- Aplicaciones formulados**
- Final del ensayo**

Figura 15. Tareas más relevantes realizadas durante la ejecución del ensayo.

3.4. Tratamiento estadístico

Las diferencias en las poblaciones de insectos plaga resultantes de los tratamientos se evaluaron mediante un ANOVA seguido de un test de rangos múltiples con un nivel de confianza del 95%. Este tratamiento estadístico ha sido realizado con el programa informático Statgraphics Centurion XVI (Statpoint Technologies Inc., Warrenton, Virginia, EE.UU.).

4. Resultados y discusión

4.1. Producción de los insectos vectores

Los cría de inóculo de mosca blanca y trips en un cultivo de calabacín fue satisfactoria y se pudo inocular posteriormente el ensayo de campo para la evaluación del efecto repelente producido por los productos objeto de estudio.

4.2. Ensayo de campo

El análisis de la evolución del número de individuos de *Frankliniella occidentalis* por hoja se puede desglosar en cuatro apartados, según el conteo de individuos vivos presentes en el cultivo en fase de larva, pseudopupa, adulto y como individuos totales (larvas + pseudopupas + adultos). El análisis de la evolución del número de individuos de *Bemisia tabaci* por hoja, se desglosa también en cuatro apartados: ninfa, pupa, adulto y como individuos totales (ninfas + pupas + adultos).

4.2.1. Evolución del número de individuos de larvas, pseudopupas, adultos y totales de *F.occidentalis* por hoja

La Figura 16 muestra la evolución del número de larvas de trips contabilizadas por hoja en los distintos tratamientos experimentales y los momentos de aplicación durante el ensayo y las tres reinoculaciones realizadas con este insecto plaga. En esta gráfica se puede observar la ausencia de larvas desde la inoculación de la plaga en el cultivo y hasta transcurridos 19 días después de la inoculación (DDI) para todos los tratamientos. A partir de esa fecha la presencia de larvas comenzó a estar presente en el cultivo, por lo que comenzaron a detectarse algunas diferencias en el número promedio de larvas contabilizadas entre el tratamiento control y los diferentes tratamientos experimentales. Los conteos del número de larvas de trips han sido realizados en el periodo de tiempo transcurrido entre 7 y 33 días después de la inoculación del cultivo (DDI). Se puede observar en esta gráfica como el número de larvas empieza a aumentar desde el día 21 DDI para todos los tratamientos

evaluados, y como a partir del día 26 DDI disminuye para los tratamientos evaluados T1, T2, T3, excepto para el tratamiento T0 que es el tratamiento control donde ha aumentado la población de este insecto plaga, disminuyendo a partir del día 28 DDI pero siendo aún mayor la población de larvas en este tratamiento T0 respecto a los otros tres tratamientos donde se han aplicado los productos objeto de estudio.

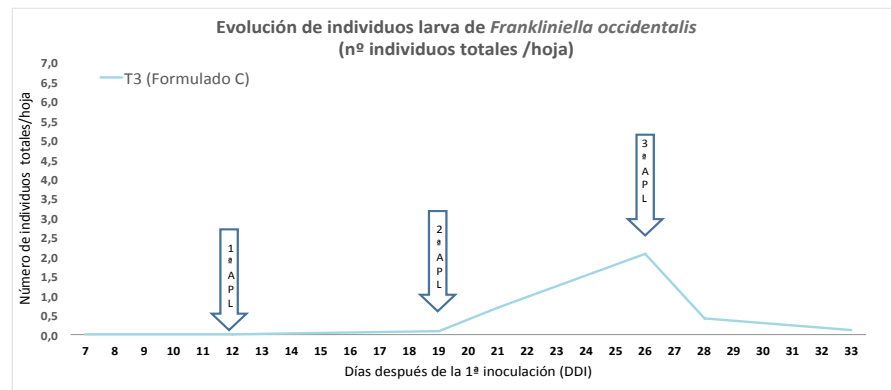
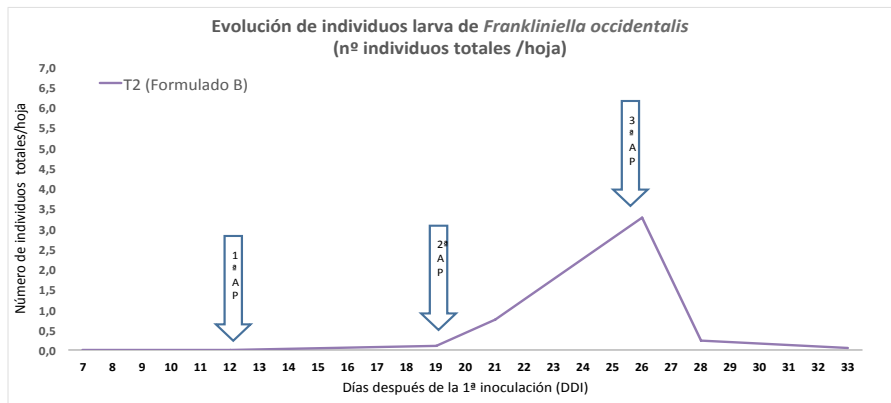
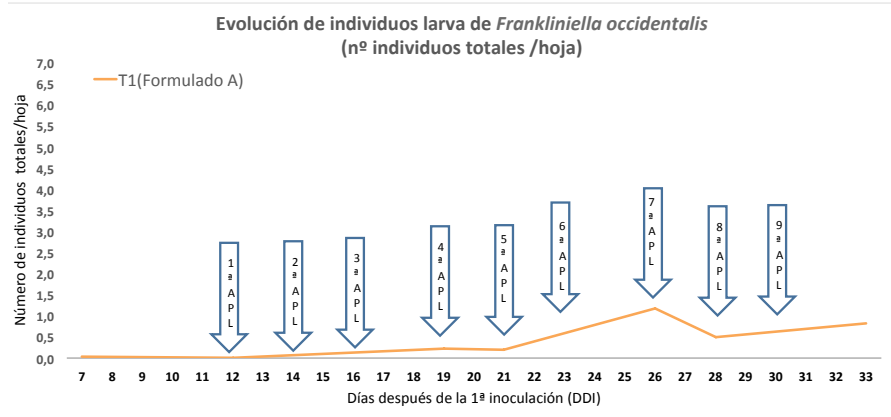
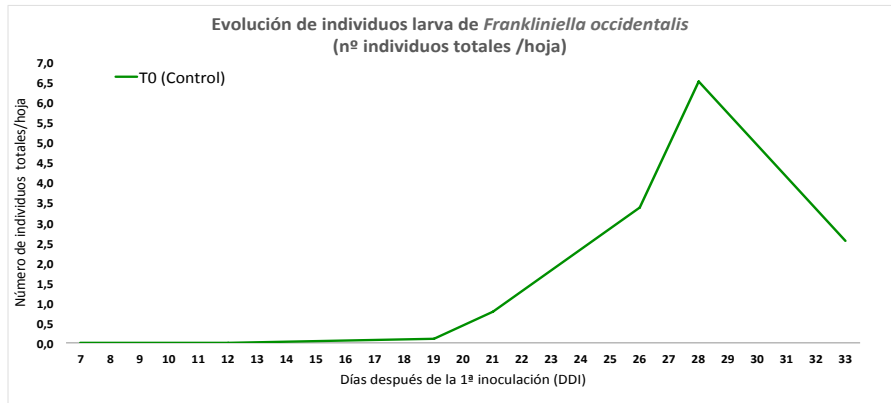


Figura 16. Evolución de la población de larvas de trips contabilizadas por hoja y señalización de las aplicaciones de tratamientos.

Como muestra la Figura 16 de dinámica poblacional de larvas de trips a lo largo del ensayo tras la inoculación del cultivo, la plaga de trips ha necesitado aproximadamente 3 semanas para establecerse en el cultivo, y ha sido a partir de este momento cuando han empezado a contabilizarse más de una larva de trips por hoja.

En la Tabla 4 aparecen indicados los valores de significación obtenidos durante los conteos tras la aplicación del test de rangos múltiples para la búsqueda de diferencias estadísticamente significativas entre tratamientos experimentales.

Tabla 4. Cuadro de índices de significación según el test de rangos múltiples para el número promedio de larvas de *F.occidentalis* contabilizadas por hoja en los distintos tratamientos.

Tratamiento	Trip (Nº individuos Ninfa/hoja)						
	7 ddi	12 ddi	19 ddi	21 ddi	26 ddi	28 ddi	33 ddi
T1	0,02 a	0,00 a	0,21 a	0,19 a	1,18 a	0,49 a	0,82 b
T2	0,00 a	0,00 a	0,11 a	0,76 b	3,27 bc	0,23 a	0,06 a
T3	0,01 a	0,00 a	0,08 a	0,78 b	2,08 ab	0,42 a	0,12 a
T0	0,00 a	0,00 a	0,10 a	0,78 b	3,38 c	6,51 a	2,53 c

* **DDI:** Días después de la 1ª inoculación

Han aparecido diferencias estadísticamente significativas entre el tratamiento control y los tratamientos experimentales que han recibido los productos objeto de evaluación, en los días 26 y 33 DDI. En el día 33 DDI ha habido diferencias estadísticas entre el T1 y los otros tres tratamientos evaluados. El día 21 DDI presentaba diferencias estadísticas el tratamiento T1 con el resto de tratamientos, pero en el resto de días no se han encontrado diferencias estadísticamente significativas entre tratamientos experimentales, todos los tratamientos son a.

El valor promedio del número de larvas de trips contabilizadas por hoja en los conteos realizados en el periodo de tiempo comprendido entre 19 y 33 DDI ha oscilado entre 0,10 y 6,51 larvas en el tratamiento T0 (control); 0,19 y 1,18 en el tratamiento T1; 0,06 y 3,27 en el tratamiento T2; 0,08 y 2,08 en el tratamiento T3.

Al final del ensayo, en los datos analizados del último muestreo (transcurridos 33 DDI), no se han encontrado diferencias estadísticamente significativas entre dos de los tratamientos en los que han sido aplicados los productos objeto de estudio (tratamientos T2, T3), pero sí entre estos y el tratamiento T1 y T0 (control). Por lo que se puede concluir que todos los tratamientos experimentales en los que han sido aplicados los productos objeto de evaluación han sido eficaces para combatir

larvas de trips, aunque algunos tratamientos han conseguido reducir un poco más las poblaciones larvarias de trips.

A continuación en la Tabla 5 aparecen indicados los resultados del número de pseudopupas de trips contabilizadas. El número de pseudopupas ha sido muy bajo, oscilando entre 0,00 y 0,08, por lo que no ha sido necesario realizar una gráfica para ver su evolución. Probablemente este estado del ciclo biológico se haya desarrollado en los primeros centímetros de profundidad del sustrato de cultivo utilizado.

Tabla 5. Cuadro de índices de significación según el test de rangos múltiples para el número promedio de pseudopupas de *F.occidentalis* contabilizadas por hoja en los distintos tratamientos.

Tratamiento	Trip (Nº individuos Pseudopupa/hoja)						
	7 ddi	12 ddi	19 ddi	21 ddi	26 ddi	28 ddi	33 ddi
T1	0,00 a	0,00 a	0,04 a	0,00 a	0,00 a	0,00 a	0,03 b
T2	0,00 a	0,00 a	0,01 a	0,08 b	0,00 a	0,00 a	0,00 a
T3	0,00 a	0,00 a	0,00 a	0,00 a	0,00 a	0,00 a	0,00 ab
T0	0,00 a	0,00 a	0,00 a	0,01 a	0,00 a	0,00 a	0,01 ab

* **DDI:** Días después de la 1ª inoculación

La dinámica poblacional de las pseudopupas de trips ha sido similar a la caracterizada en las larvas de trips, ya que ha sido a partir de la cuarta semana tras realizar la inoculación del cultivo cuando se han contabilizado algunas diferencias significativas entre los tratamientos, aunque durante todos los muestreos realizados, la población de pseudopupas de trips ha sido inferior a la del número de larvas de trips. El número de pseudopupas de trips contabilizados por hoja en el cultivo de calabacín durante el periodo de tiempo transcurrido desde 21 DDI hasta el final del ensayo han oscilado entre 0 y 0,01 en el tratamiento T0; entre 0 y 0,03 en el tratamiento T1; entre 0 y 0,08 en el tratamiento T2; entre 0 y 0,01 en el tratamiento T3 (Tabla 6). No se han encontrado diferencias significativas hasta el día 21 DDI donde se han visto diferencias entre el tratamiento T2 y el resto de los tratamientos, y en el día 33 DDI donde se han visto diferencias entre el tratamiento T1 y T2.

La Figura 17 muestra la evolución del número promedio de adultos de trips contabilizadas por hoja en los distintos tratamientos experimentales, los momentos de aplicación durante el ensayo y las re-inoculaciones realizadas. Los conteos del número de individuos adultos de trips han sido realizados en el periodo de tiempo transcurrido entre 7 y 33 días después de la inoculación del cultivo (DDI). Se puede observar en la Figura 17 que el número de adultos es mayor en el tratamiento control T0 que en el resto de los tratamientos en los dos últimos conteos (28 y 33 DDI), donde las poblaciones de los tratamientos T1, T2 y T3 que son donde se han aplicado los productos objeto de estudio oscilan entre 0,23 y 0,28 individuos para el último conteo y la población del T0 es de 1,26 individuos/hoja.

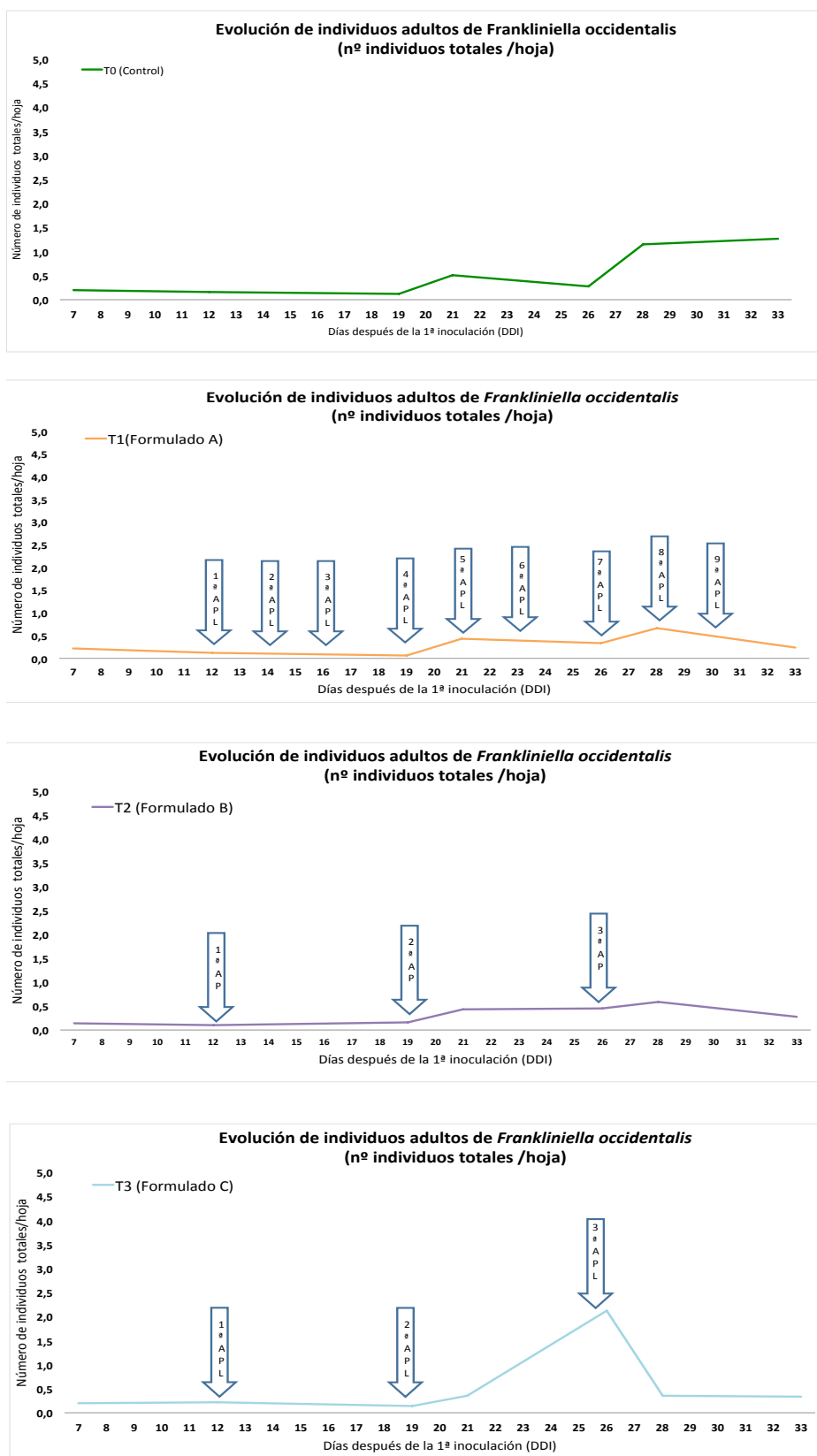


Figura 17. Evolución del número de individuos adultos de trips contabilizados por hoja y señalización de las aplicaciones de tratamientos.

En la Tabla 6 aparecen indicados los valores de significación obtenidos durante los conteos tras la aplicación del test de rangos múltiples para la búsqueda de diferencias estadísticamente significativas entre tratamientos experimentales para los adultos de trips.

Tabla 6. Cuadro de índices de significación según el test de rangos múltiples para el número promedio de individuos adultos de *F.occidentalis* contabilizados por hoja en los distintos tratamientos.

Tratamiento	Trip (Nº individuos Adulto/hoja)						
	7 ddi	12 ddi	19 ddi	21 ddi	26 ddi	28 ddi	33 ddi
T1	0,21 a	0,13 a	0,06 a	0,43 a	0,33 a	0,67 b	0,23 a
T2	0,14 a	0,09 a	0,16 b	0,43 a	0,46 a	0,58 ab	0,28 a
T3	0,19 a	0,21 b	0,14 ab	0,36 a	2,12 b	0,36 a	0,34 a
T0	0,20 a	0,16 ab	0,12 ab	0,50 a	0,28 a	1,16 c	1,26 b

* **DDI:** Días después de la 1ª inoculación

El número de individuos adultos contabilizados por hoja ha sido bajo durante todo el ensayo, la cantidad máxima contabilizada de número de individuos adultos de trips por hoja ha sido de 2,12 individuos, frente a la cantidad máxima contabilizada de larvas de trips por hoja que ha sido 6,51 individuos.

Al final del ensayo, en los datos analizados del muestreo realizado (transcurridos 28 y 33 DDI), se han encontrado diferencias estadísticamente significativas entre los valores promedio del número de individuos adultos de trips en los tratamientos experimentales frente al tratamiento T0 (control).

La Figura 18 muestra la evolución del número de individuos totales (larva + pseudopupa + adulto) de trips contabilizados por hoja en el periodo de tiempo comprendido entre 7 y 33 días después de la inoculación. En ella se puede observar un elevado número de individuos contabilizados en los conteos realizados a partir de 19 DDI.

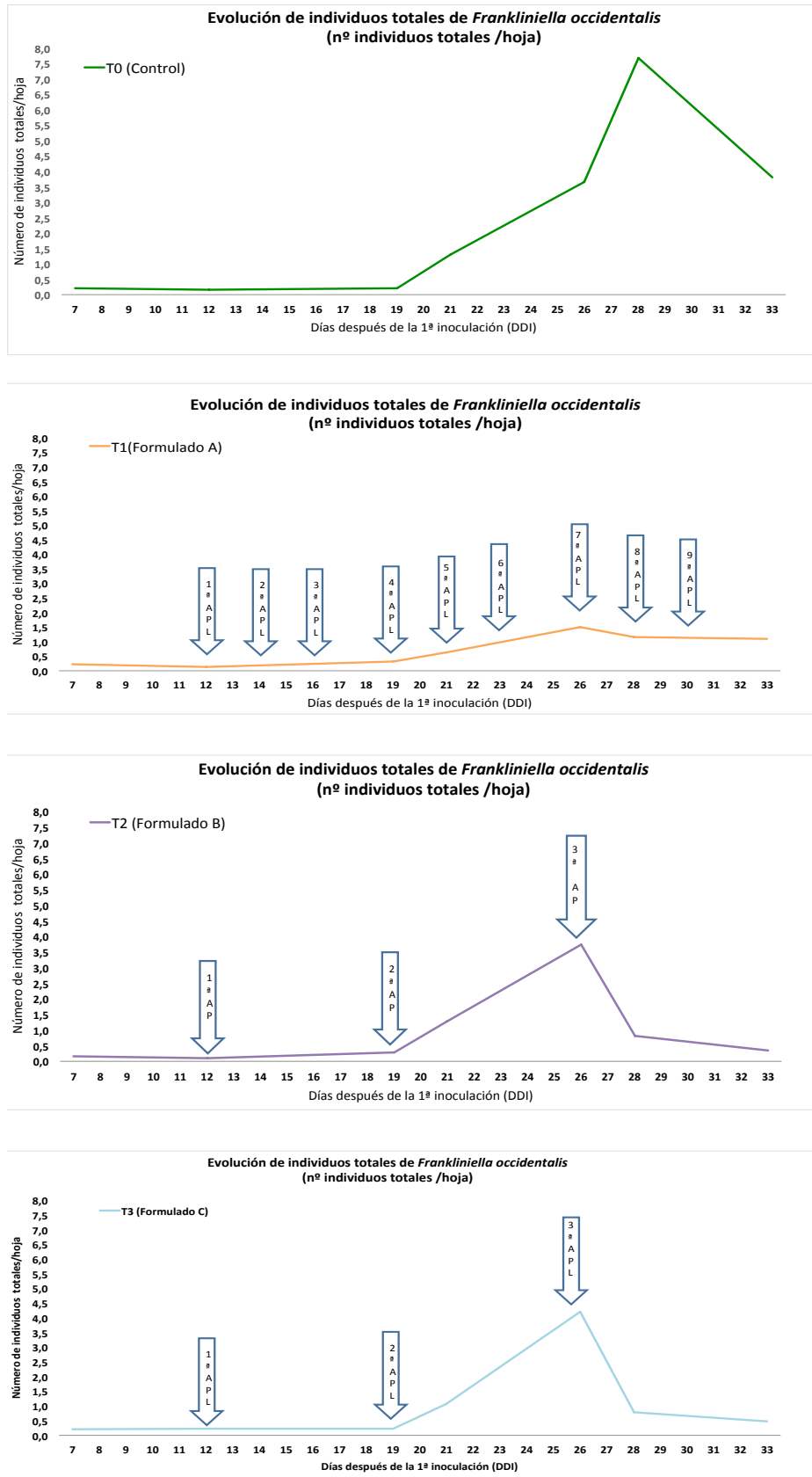


Figura 18. Evolución del número de individuos totales (Larva+Pseudopupa+Adulto) de trips contabilizados por hoja y señalización de las aplicaciones de tratamientos.

En la Tabla 7 aparecen indicados los valores de significación obtenidos durante los conteos tras la aplicación del test de rangos múltiples para la búsqueda de diferencias estadísticamente significativas entre tratamientos experimentales para los individuos totales de trips.

Tabla 7. Cuadro de índices de significación según el test de rangos múltiples para el número promedio de individuos totales (larva+pseudopupa+ adulto) de *F.occidentalis* contabilizados por hoja en los distintos tratamientos.

Tratamiento	Trip (Nº individuos Totales/hoja)						
	7 ddi	12 ddi	19 ddi	21 ddi	26 ddi	28 ddi	33 ddi
T1	0,23 b	0,13 a	0,31 a	0,62 a	1,51 a	1,16 a	1,08 b
T2	0,15 a	0,10 a	0,28 a	1,27 b	3,73 b	0,81 a	0,34 a
T3	0,20 ab	0,22 b	0,22 a	1,06 ab	4,20 b	0,78 a	0,47 a
T0	0,20 ab	0,16 ab	0,22 a	1,29 b	3,66 b	7,67 b	3,80 c

* **DDI:** Días después de la 1ª inoculación

A partir de 19 DDI ha estado establecida las poblaciones de trips en el cultivo de calabacín. Los valores promedio contabilizados por hoja de número total de individuos de trips (larvas, pseudopupas y adultos) han oscilado entre 0,16 y 7,67 individuos en el tratamiento T0; entre 0,13 y 1,51 individuos en el tratamiento T1; 0,10 y 3,73 individuos en el tratamiento T2; 0,20 y 4,20 individuos en el tratamiento T3 (Tabla 8).

Al final del ensayo, en los datos analizados del último muestreo (33 DDI), se han encontrado diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos T2 y T3 frente a T1 en los que se han aplicado los formulados objeto de evaluación pero sí y también entre esos tres tratamientos y el tratamiento T0 (control). Por lo que se puede concluir que todos los formulados evaluados han demostrado ser eficaces para combatir plagas de trips, aunque con diferente grado de eficacia entre ellos.

4.2.2. Evolución del número de individuos de ninfas, pupas, adultos y totales de *B.tabaci* por hoja

La población de ninfas de mosca blanca se ha mantenido en valores de cero durante todo el ensayo, al igual que ha ocurrido con el número de pupas de mosca contabilizadas, que ha sido nulo durante todo el ensayo (Tabla 9).

La población de pupas de mosca blanca se ha mantenido en valores de 0 durante todo el ensayo, por lo que no se han encontrado diferencias significativas entre los tratamientos objeto de estudio T1, T2 y T3 y el tratamiento control T0 (Tabla 10).

La Figura 19 muestra la evolución del número promedio de individuos adultos de mosca blanca contabilizados por hoja en los distintos tratamientos experimentales, los momentos de aplicación durante el ensayo. En esta gráfica se puede observar como desde el día 7 hasta el día 19 DDI las poblaciones de adultos han disminuido en todos los tratamientos, pero de forma acusada en los tratamientos en los que han sido aplicados los productos objeto de estudio. A partir del día 19 DDI ha aumentado de nuevo la población de *Bemisia tabaci*. Al finalizar el ensayo todas las poblaciones de individuos adultos de todos los tratamientos T1, T2 y T3 han decrecido, excepto la población del tratamiento T0 control, que ha descendido mínimamente.

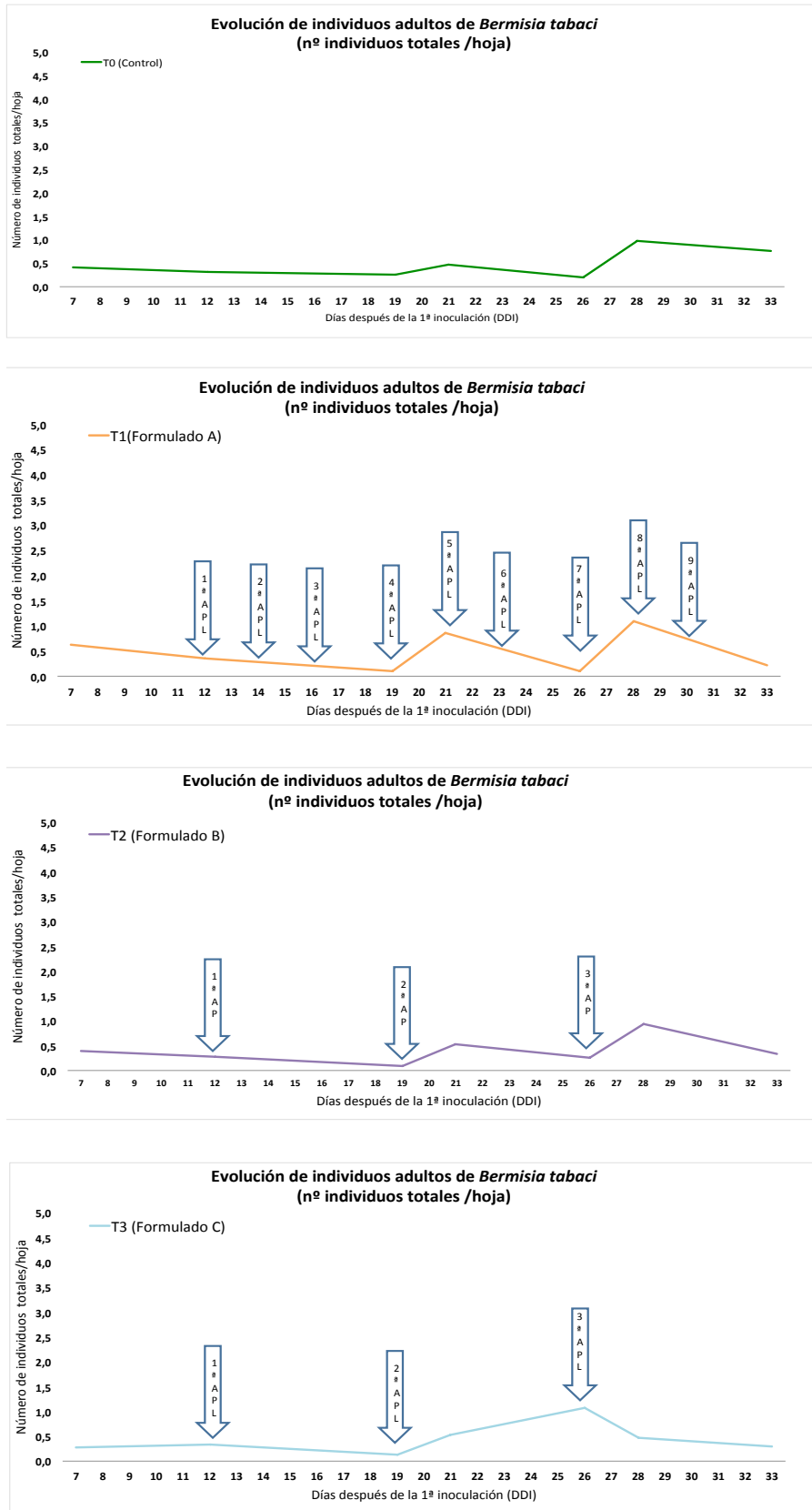


Figura 19. Evolución del número de individuos adultos de mosca blanca contabilizados por hoja y señalización de las aplicaciones de tratamientos.

En la Tabla 8 aparecen indicados los valores de significación obtenidos durante los conteos tras la aplicación del test de rangos múltiples para la búsqueda de diferencias estadísticamente significativas entre tratamientos experimentales para los adultos de mosca blanca.

Tabla 8. Cuadro de índices de significación según el test de rangos múltiples para el número promedio de individuos adultos de *B.tabaci* contabilizados por hoja en los distintos tratamientos.

Tratamiento	Mosca blanca (Nº individuos Adulto/hoja)						
	7 ddi	12 ddi	19 ddi	21 ddi	26 ddi	28 ddi	33 ddi
T1	0,62 b	0,36 a	0,10 a	0,86 b	0,11 a	1,10 b	0,22 a
T2	0,40 a	0,27 a	0,09 a	0,53 a	0,26 a	0,94 b	0,33 a
T3	0,27 a	0,33 a	0,13 a	0,53 a	1,07 b	0,47 a	0,30 a
T0	0,42 ab	0,30 a	0,26 b	0,47 a	0,19 a	0,98 b	0,77 b

* **DDI:** Días después de la 1ª inoculación

La Tabla 8 muestra la existencia de diferencias estadísticas entre tratamientos experimentales. Al finalizar el ensayo (33 DDI) se observan diferencias estadísticamente significativas entre el tratamiento control T0 y los tratamientos experimentales T1, T2 y T3 que han recibido los productos objeto de evaluación, no existiendo diferencias estadísticas entre ellos. Por lo que, se puede concluir que todos los tratamientos experimentales en los que han sido aplicados los productos objeto de estudio han sido eficaces para combatir adultos de mosca blanca, aunque los niveles poblacionales alcanzados han sido inferiores en el tratamiento T1.

El valor promedio del número de adultos de mosca contabilizadas por hoja en los conteos realizados en el periodo de tiempo comprendido entre 7 y 33 DDI ha oscilado entre 0,19 y 0,98 adultos en el tratamiento T0 (control); 0,10 y 1,10 en el tratamiento T1; 0,09 y 0,94 en el tratamiento T2; 0,13 y 1,07 en el tratamiento T3.

La Figura 20 muestra la evolución del número de individuos totales de mosca blanca (ninfa+pupa+adulto) contabilizados por hoja en el periodo de tiempo comprendido entre 7 y 33 días después de la inoculación. En esta gráfica se puede observar como desde el día 7 hasta el día 19 DDI las poblaciones totales han disminuido en todos los tratamientos, y como a partir del día 19 DDI ha aumentado de nuevo la población total de *Bemisia tabaci*. Al finalizar el ensayo, las poblaciones totales de los tratamientos T1, T2 y T3 han descendido notablemente, mientras que la población contabilizada en el tratamiento T0 control ha bajado mínimamente.

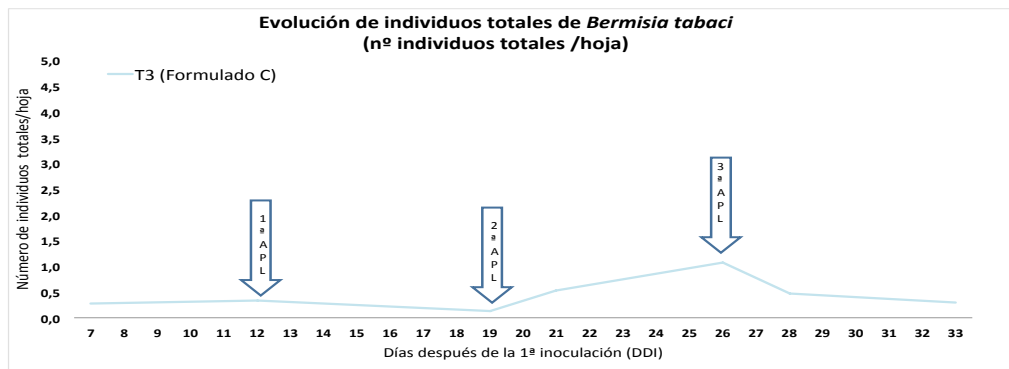
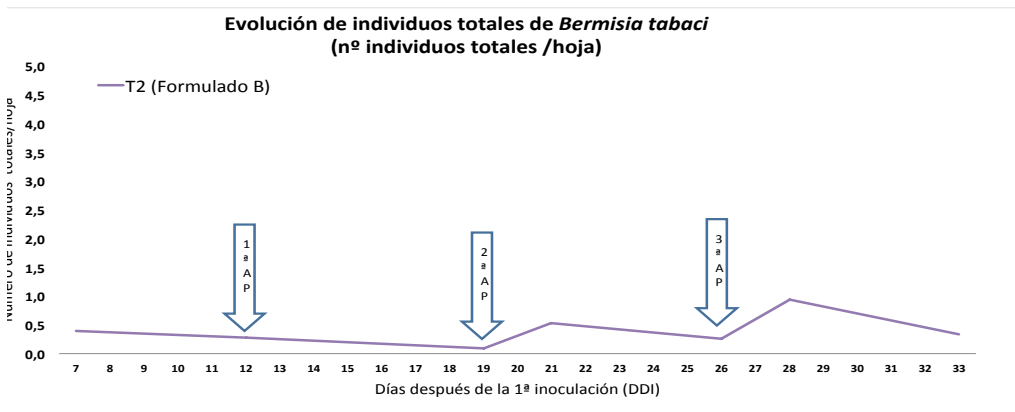
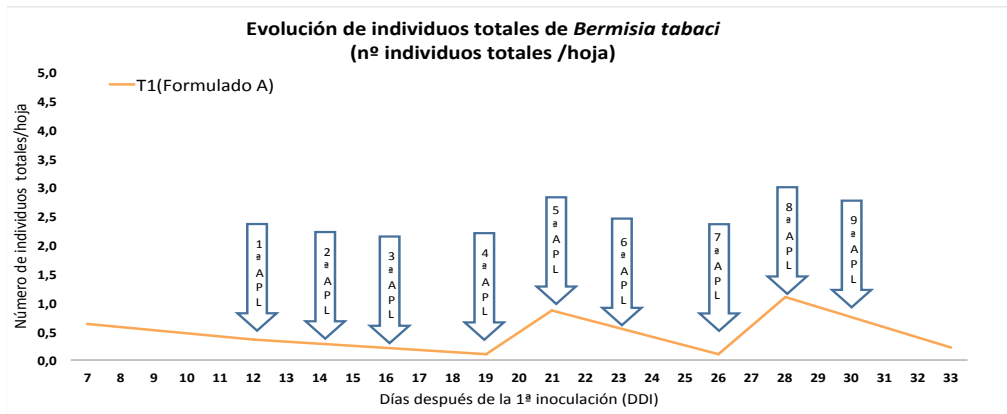
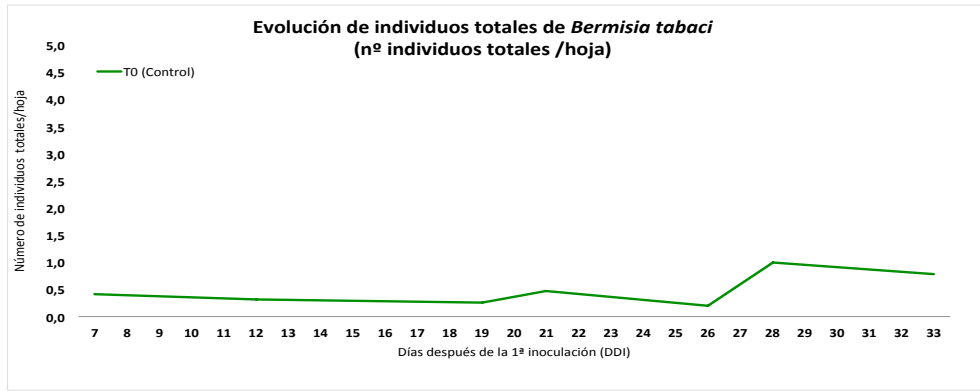


Figura 20. Evolución del número de individuos totales (larva+pupa+adulto) de mosca blanca contabilizados por hoja y señalización de las aplicaciones de tratamientos.

En la Tabla 9 aparecen indicados los valores de significación obtenidos durante los conteos tras la aplicación del test de rangos múltiples para la búsqueda de diferencias estadísticamente significativas entre tratamientos experimentales para la población total de mosca blanca.

Tabla 9. Cuadro de índices de significación según el test de rangos múltiples para el número promedio de individuos totales de *B.tabaci* contabilizados por hoja en los distintos tratamientos.

Tratamiento	Mosca blanca (Nº individuos Totales/hoja)						
	7 ddi	12 ddi	19 ddi	21 ddi	26 ddi	28 ddi	33 ddi
T1	0,62 b	0,36 a	0,10 a	0,86 b	0,11 a	1,10 b	0,22 a
T2	0,40 a	0,27 a	0,09 a	0,53 a	0,26 a	0,94 b	0,33 a
T3	0,27 a	0,33 a	0,13 a	0,53 a	1,07 b	0,47 a	0,30 a
T0	0,42 ab	0,30 a	0,26 b	0,47 a	0,19 a	0,99 b	0,79 b

* **DDI:** Días después de la 1ª inoculación

La Tabla 9 muestra la existencia de diferencias estadísticas entre tratamientos experimentales. Al finalizar el ensayo (33 DDI) se han observado diferencias estadísticamente significativas entre el tratamiento control T0 y los tratamientos experimentales T1, T2 y T3 que han recibido los productos objeto de evaluación, no existiendo diferencias estadísticas entre ellos. Por lo que, se puede concluir que todos los tratamientos experimentales en los que han sido aplicados los productos objeto de estudio han sido eficaces para combatir la población total de mosca blanca.

El valor promedio de la población total de mosca contabilizadas por hoja en los conteos realizados en el periodo de tiempo comprendido entre 7 y 33 DDI ha oscilado entre 0,19 y 0,99 adultos en el tratamiento T0 (control); 0,10 y 1,10 en el tratamiento T1; 0,09 y 0,94 en el tratamiento T2; 0,13 y 1,07 en el tratamiento T3.

4.2.3. Evaluación del factor ubicación dentro de planta de individuos totales de *B.tabaci* y *F.occidentalis*

Se ha evaluado si la acción repelente de los formulados objetos de estudio ha tenido influencia sobre la ubicación de individuos totales de los dos insectos plaga dentro de la planta, es decir, si se han localizado mayormente en hojas altas, bajas o medias.

4.2.3.1. Evaluación de la ubicación del número de individuos totales de *F.occidentalis* en la planta

En la Tablas 10,11 y 12 aparecen indicados los valores de significación obtenidos durante los conteos tras la aplicación de un ANOVA multifactorial para la búsqueda de diferencias estadísticamente significativas entre cada tratamiento experimental por conteo y por ubicación de individuos totales de trips dentro de la planta.

Tabla 10. Cuadro de índices de significación según el test de rangos múltiples para el número promedio de individuos totales de *F.occidentalis* contabilizados en HB en los diferentes tratamientos.

Tratamiento	Trip (Nº individuos Totales en HB)						
	7 ddi	12 ddi	19 ddi	21 ddi	26 ddi	28 ddi	33 ddi
T1	0,00 a	0,00 a	0,01 a	0,07 a	0,85 a	0,41 a	0,36 b
T2	0,00 a	0,00 a	0,04 a	0,28 ab	2,57 b	0,25 a	0,15 ab
T3	0,00 a	0,00 a	0,07 ab	0,07 a	1,73 ab	0,16 a	0,12 a
T0	0,00 a	0,00 a	0,13 b	0,35 b	0,81 a	3,53 b	1,38 c

* HB: Hoja baja; * DDI: Días después de la 1ª inoculación

En la Tabla 10 se muestra el promedio de individuos totales de *F.occidentalis* contabilizados en HB en los diferentes tratamientos y en los 7 conteos. No se han encontrado diferencias estadísticamente significativas entre tratamientos en los días 7 y 12 DDI; en el día 26 DDI se han encontrado diferencias entre el tratamiento control y el tratamiento T2; los días 19,21, 28 y 33 DDI se han encontrado diferencias entre el tratamiento control (T0) y los demás tratamientos. En los tratamientos T1, T2 y T3 en el día 26 DDI ha aumentado el número de individuos totales de trips en HB pero ha disminuído al final del ensayo. En el tratamiento T0 ha aumentado en el día 28 DDI y ha disminuído al final del ensayo.

Tabla 11. Cuadro de índices de significación según el test de rangos múltiples para el número promedio de individuos totales de *F.occidentalis* contabilizados en HM en los diferentes tratamientos.

Tratamiento	Trip (Nº individuos Totales en HM)						
	7 ddi	12 ddi	19 ddi	21 ddi	26 ddi	28 ddi	33 ddi
T1	0,00 a	0,00 a	0,00 a	0,21 a	0,28 a	0,42 a	0,30 a
T2	0,00 a	0,00 a	0,00 a	0,12 a	0,66 a	0,32 a	0,08 a
T3	0,00 a	0,00 a	0,06 b	0,13 a	1,43 b	0,21 a	0,14 a
T0	0,00 a	0,00 a	0,02 ab	0,23 a	0,75 a	2,63 b	1,31 b

* HM: Hoja media; * DDI: días después de la 1ª inoculación

En la Tabla 11 se muestra el valor promedio de individuos totales de *F.occidentalis* contabilizados en HM en los diferentes tratamientos y en los 7 conteos. No se han encontrado diferencias estadísticamente significativas entre tratamientos en los días 7, 12, 21 DDI; en el día 19 y

26 DDI se han encontrado diferencias entre el tratamiento T3 y los demás tratamientos; en los días 28 y 29 DDI se han encontrado diferencias entre el tratamiento control y los tratamientos donde se han aplicado los formulados objetos de estudio. En los tratamientos T1, T2 y T3 en el día 26 DDI ha aumentado el número de individuos totales de trips contabilizados en HM, pero ha disminuido al final del ensayo. En el tratamiento T0 ha aumentado en el día 28 DDI y ha disminuido al final del ensayo.

Tabla 12. Cuadro de índices de significación según el test de rangos múltiples para el número promedio de individuos totales de *F.occidentalis* contabilizados en HA en los diferentes tratamientos.

Tratamiento	Trip (Nº individuos Totales en HA)						
	7 ddi	12 ddi	19 ddi	21 ddi	26 ddi	28 ddi	33 ddi
T1	0,63 b	0,45 a	0,30 c	0,33 a	0,36 a	0,32 a	0,42 b
T2	0,35 a	0,32 a	0,23 bc	0,87 b	0,47 ab	0,23 a	0,08 a
T3	0,51 ab	0,72 b	0,07 ab	0,84 b	1,03 b	0,40 a	0,21 ab
T0	0,52 ab	0,54 ab	0,06 a	0,70 ab	2,08 c	1,50 b	1,10 c

* HA: Hoja alta; * DDI: días después de la 1ª inoculación

En la Tabla 12 se muestra el valor promedio del número de individuos totales de *F.occidentalis* en HA en los diferentes tratamientos y en los 7 conteos. En el día 7 DDI, se han encontrado diferencias entre el tratamiento T1 y T2; en el día 12 DDI se han encontrado diferencias entre los tratamientos T1-T2 con el tratamiento T3; en el día 19 DDI se han encontrado diferencias entre los tratamientos T1 y T0; en el día 21 se han encontrado diferencias entre el tratamiento T1 y los tratamientos T2-T3; en los días 26,28 y 29 se han encontrado diferencias entre el tratamiento control T0 y los demás tratamientos. En los tratamientos T1, T2 y T3 en el día 21 y 26 DDI ha aumentado el número de individuos totales de trips en HB, pero ha disminuido al final del ensayo, a excepción del T1, en el que ha aumentado. En el tratamiento T0 ha aumentado en el día 26 DDI y ha disminuido al final del ensayo.

4.2.3.2. Evaluación de la ubicación del número de individuos totales de *B.tabaci* en la planta

En las Tablas 13,14 y 15 aparecen indicados los valores de significación obtenidos durante los conteos tras la aplicación de un ANOVA multifactorial para la búsqueda de diferencias estadísticamente significativas entre cada tratamiento experimental por conteo y por ubicación de individuos totales de mosca blanca dentro de la planta.

Tabla 13. Cuadro de índices de significación según el test de rangos múltiples para el número promedio de individuos totales de *B.tabaci* contabilizados en HB en los diferentes tratamientos.

Tratamiento	Mosca blanca (Nº individuos Totales en HB)						
	7 ddi	12 ddi	19 ddi	21 ddi	26 ddi	28 ddi	33 ddi
T1	0,00 a	0,00 a	0,00 a	0,20 a	0,05a	0,20 a	0,01 a
T2	0,00 a	0,00 a	0,02 a	0,15 a	0,06a	0,23 a	0,11 b
T3	0,00 a	0,00 a	0,06 a	0,11 a	0,51 b	0,17 a	0,02 ab
T0	0,00 a	0,00 a	0,14 b	0,11 a	0,08 a	0,14 a	0,23 c

* HB: Hoja baja; * DDI: días después de la 1ª inoculación

En la Tabla 13 se muestra el valor promedio de individuos totales de *B.tabaci* contabilizados en HB en los diferentes tratamientos y en los 7 conteos. No se han encontrado diferencias estadísticamente significativas entre tratamientos en los días 7, 12, 21 y 28 DDI; en el día 29 DDI se han encontrado diferencias entre el tratamiento control T0 y los otros tratamientos; en el día 26 DDI se han encontrado diferencias entre el tratamiento T3 y los demás tratamientos; en el día 33 DDI se han encontrado diferencias entre el tratamiento T0 y los tratamientos donde se han realizado aplicaciones. En los tratamientos T1, T2, T3 y T0 en el día 28 ha aumentado el número de individuos totales de trips en HB, pero ha disminuido al final del ensayo, a excepción del tratamiento T0 en el que ha aumentado.

Tabla 14. Cuadro de índices de significación según el test de rangos múltiples para el número promedio de individuos totales de *B.tabaci* contabilizados en HM en los diferentes tratamientos.

Tratamiento	Mosca blanca (Nº individuos Totales en HM)						
	7 ddi	12 ddi	19 ddi	21 ddi	26 ddi	28 ddi	33 ddi
T1	0,00 a	0,00 a	0,05 a	0,30 b	0,07 a	0,13 a	0,07 a
T2	0,00 a	0,00 a	0,01 a	0,15 ab	0,05 a	0,33 b	0,08 a
T3	0,00 a	0,00 a	0,04 ab	0,16 ab	0,28 b	0,25 ab	0,26 ab
T0	0,00 a	0,00 a	0,07 b	0,13 a	0,03 a	0,14 a	0,31 b

* HM: Hoja media; * DDI: días después de la 1ª inoculación

En la Tabla 14 se muestra el promedio de individuos totales de *B.tabaci* contabilizados en HM en los diferentes tratamientos y en los 7 conteos. No se han encontrado diferencias estadísticamente significativas entre tratamientos en los días 7 y 23 DDI; en los días 19 y 33 DDI se han encontrado diferencias entre el tratamiento control y los restantes; en el día 21 DDI se han encontrado diferencias entre el tratamiento T1 y T0; en el día 26 se han encontrado diferencias entre el tratamiento T3 y los demás tiramientos; en el día 28 se han encontrado diferencias entre el tratamiento T2 y los demás tratamientos. En los tratamientos T1, T2, T3 y T0, en el día 28 ha aumentado el número de individuos totales de mosca blanca contabilizados en HM, pero ha disminuido al final del ensayo, a excepción del tratamiento T0, en el que ha aumentado.

Tabla 15. Cuadro de índices de significación según el test de rangos múltiples para el número promedio de individuos totales de *B.tabaci* contabilizados en HA en los diferentes tratamientos.

Tratamiento	Mosca blanca (Nº individuos Totales en HA)						
	7 ddi	12 ddi	19 ddi	21 ddi	26 ddi	28 ddi	33 ddi
T1	1,65 b	1,21 a	0,10 b	0,35 a	0,00 a	0,55 bc	0,11 a
T2	1,06 a	0,91 a	0,05 ab	0,22 a	0,10 a	0,37 ab	0,11 a
T3	0,74 a	1,10 a	0,02 a	0,25 a	0,26 b	0,21 a	0,17 a
T0	1,12 ab	1,02 a	0,03 a	0,22 a	0,06 a	0,66 c	0,95 b

* HA: Hoja alta; * DDI: días después de la 1ª inoculación

En la Tabla 15 se muestra el promedio de individuos totales de *B.tabaci* contabilizados en HA en los diferentes tratamientos y en los 7 conteos. No se han encontrado diferencias estadísticamente significativas entre tratamientos en los días 12 y 21 DDI; en los días 7 y 19 DDI se han encontrado diferencias estadísticamente significativas entre el tratamiento T1 y el resto de los tratamientos; en el día 26 DDI se han encontrado diferencias entre el tratamiento T3 y el resto; en los días 28 y 33 DDI se han encontrado diferencias entre el tratamiento control T0 y los demás tratamientos. En los tratamientos T1, T2, T3 y T0 en el día 21 ha aumentado el número de individuos totales de mosca blanca en HB, pero ha disminuido al final del ensayo, a excepción del tratamiento T0 en el que ha aumentado.

Las plantas tratadas con los tres formulados residuo cero a base de aceites vegetales, mostraron un efecto repelente en las dos plagas estudiadas y anti-oviposición en los adultos de la mosca blanca. El efecto repelente aumentó al final del ensayo disminuyendo la dinámica poblacional de éstos dos insectos plaga, se reveló un fuerte efecto sobre la oviposición de mosca blanca, que fue nula durante todo el ensayo.

El efecto repelente y anti-alimentario a menudo está relacionado con la reducción de plagas o el efecto disuasorio de la oviposición. Esto no solo está demostrado con los resultados obtenidos a través de este estudio, sino también ha sido demostrado anteriormente por los resultados de otros autores. Por ejemplo, Shelke et al. (1987) encontraron la disuasión de la oviposición con *Phthorimaea operculella*. Varios autores encontraron un efecto insecticida directo sobre algunas plagas (Kulat et al., 1997; Bhatnagar y Sharma, 1995; Hussain et al., 1996; Kumar y Daniel, 1981). Los productos evaluados en este ensayo, tienen buena estabilidad ambiental y son ambientalmente seguros, de manera que pueden tener un potencial en forma de extracto como insecticida botánico (Pavela & Herda, 2007).

En general, nuestros resultados confirman las observaciones previas de que los aceites vegetales evaluados son efectivos para la repelencia o disuasión de plagas. Por ejemplo, Novo *et al.*, (1997) determinó la actividad repelente de diferentes extractos de plantas mediante bioensayos

realizados con *Tribolium castaneum*, plaga de granos almacenados, Celis *et al.*, (2008) en el que se usaron extractos vegetales para combatir plagas y enfermedades en la familia Piperaceae, Sabillón *et al.*, (1995) donde mediante estos se combatieron plagas y enfermedades en *Lycopersicon esculentum*...etc. El efecto repelente del aceite de pongam se encontró con *Tribolium castaneum* (Sighamony *et al.*, 1984) y *Callosobruchus chinensis* (Khaire *et al.*, 1993). No obstante, en los estudios realizados hasta la fecha no se habían evaluado la eficacia repelente de formulados residuo cero sobre poblaciones de mosca blanca y trips en cucurbitáceas bajo invernadero.

Investigaciones previas indican que el uso de aceites esenciales obtenidos de plantas medicinales como el tomillo, hinojo y el romero son repelentes para adultos de mosca blanca (Sertkaya, 2010). Esto no está indicado solamente en este estudio, sino que también lo está en otros estudios realizados por diferentes autores. Wenxiao *et al.*, (2016) en su estudio pulverizaron plantas de tomate con sustancias volátiles obtenidas de plantas medicinales para repeler poblaciones de mosca blanca reduciendo considerablemente la población con respecto al tratamiento control; Pavela & Herda (2007) comprobó que la población de mosca blanca podía ser reducida mediante el efecto repelente producido por el aceite de pongam.

Los resultados obtenidos a través de este ensayo han mostrado que los productos probados en los tratamientos experimentales T1, T2, T3 han permitido combatir las poblaciones de individuos totales de trips y mosca blanca durante este ensayo. Sin embargo, no se han obtenido diferencias estadísticas entre tratamientos ya que, no ha habido diferencias estadísticas entre los valores promedio contabilizados en los tratamientos experimentales T1 (Formulado A), T2 (Formulado B) y T3 (Formulado C), pero sí ha habido diferencias significativas entre los valores contabilizados en estos tres tratamientos y los registrados en el tratamiento control (T0). Esto nos indica que, todos los productos son eficaces y poseen la misma acción repelente para combatir las poblaciones de estos dos insectos plaga.

El aumento de la población de trips y mosca blanca a partir del día 21 DDT coincide con un aumento de la temperatura, lo que ha podido acelerar el ciclo biológico de ambos insectos plaga y por consiguiente, incrementar el número de ejemplares contabilizados a partir de esa fecha.

Los análisis realizados sobre la evaluación de la ubicación de los dos insectos plaga en la planta han demostrado, por un lado la acción repelente de los productos estudiados en los diferentes tratamientos, ya que, los dos insectos plaga al final del ensayo han aumentado en el tratamiento T0 (control). Esto ha podido ser debido al efecto repelente producido por los formulados evaluados, que han desplazado a los individuos desde los tratamientos donde se han aplicado (T1, T2 y T3) hasta el tratamiento control. Por otro lado, se ha demostrado el efecto repelente dentro de la misma planta, es

decir, las poblaciones de mosca blanca y el trips se han localizado fundamentalmente en las hojas altas durante del cultivo de calabacín evaluado.

Por consiguiente, nuestros resultados y los de otros autores ponen de manifiesto que la utilización de productos formulados en base a aceites vegetales puede ser adecuada para la protección de cultivos contra poblaciones de trips y mosca blanca en cultivos de calabacín, y en otros cultivos hortícolas, desarrollados bajo invernadero. Posiblemente y aunque no hay estudios que lo demuestren, los efectos sinérgicos producidos por éstos formulados junto con el control biológico realizado por insectos depredadores y parasitoides, podría reducir de una forma más eficaz las poblaciones de éstas plagas primarias.

5. Conclusiones

A continuación, aparecen descritas las conclusiones obtenidas:

- Los tres productos evaluados han demostrado ser eficaces para reducir las plagas de *Frankliniella occidentalis* y *Bemisia tabaci* en un cultivo de calabacín desarrollado durante un ciclo de primavera.
- La aplicación de los diferentes formulados ha demostrado que las poblaciones de ambos insectos plaga se han desplazado desde los tratamientos donde se han aplicado hasta el tratamiento control.
- Las plagas no sólo se han desplazado entre los tratamientos, sino que también lo han hecho en la planta, presentándose sobre todo en las hojas altas, zona en la que la superficie foliar es menor y en consecuencia también el efecto repelente producido por los formulados aplicados.
- La utilización de productos repelentes residuo cero, podría suplir el uso de productos tóxicos y contaminantes para el Medio Ambiente, para el control de poblaciones de insectos plaga.

6. Referencias bibliográficas

- Andret-Link, P., & Fuchs, M. (2005). Transmission specificity of plant viruses by vectors. *J. Plant Pathol*, 87:153–65.
- Azab, A.K., Megahed, M.M., & El-Mirsawi, H.D. (1971). “On the range of host-plants of *Bemisia tabaci* (Genn.) (Homoptera: Aleyrodidae)”. *Bulletin de la Société Entomologique d’Egypte*, 54, 319-326.
- Bhatnagar, A., & Sharma, V.K. (1995) Relative efficacy and residual toxicity of margosa (*Azadirachta indica*) and Indian been (*Pongamia pinnata*) oils in stem borer (*Chilo partellus*) of maize (*Zea mays*). *Indian Journal of Agricultural Sciences*, 65, 691-693.
- Bielza, P. (2008). Insecticide resistance management strategies against the western flower thrips, *Frankliniella occidentalis*. *Pest management science*, 64(11), 1131-1138.
- Cabello, T., Gómez, V., Abad, M. M., & Belda, J. J. (1990). Problemática fitosanitaria en cultivos hortícolas intensivos de Almería. *Agrícola Vergel*, 104: 640-647.
- Cabello, T., & Cañero, R. (1994a). Mezclas de productos plaguicidas empleados en cultivos hortícolas en invernaderos del SE de España. Análisis de costes. *Bol. San. Veg. Plagas*, 20(2): 429-436.
- Cabello, T., & Cañero, R. (1994b). Technical efficiency of plant protection in Spanish greenhouses. *Crop Protection*.
- Calvo, F. J. (2011). Implicaciones de *Amblyseius swirskii* Athias-Henriot (Acari: Phytoseiidae) en la mejora del control biológico de *Bemisia tabaci* Gennadius (Homoptera: Aleyrodidae) en el cultivo de pimiento en invernadero. Tesis. Murcia: Universidad Politécnica de Cartagena.
- Cardona, C., Rendón, F., García, J., López-Ávila, A., Bueno, J., & Ramírez, J. (2001). Resistencia a insecticidas en *Bemisia tabaci* y *Trialeurodes vaporariorum* (Homoptera: Aleyrodidae) en Colombia y Ecuador. *Revista Colombiana de Entomología*, 27(1-2), 33-38.
- Castro Pezo, P.M. (2013). Métodos de control del trips de la mancha roja *Chaetanaphothrips signipennis* (Bagnall) en el cultivo de banano orgánico de la costa norte (No. H10 C367-T). Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima (Perú). Facultad de Agronomía.
- Celis, Á., Mendoza, C., Pachón, M., Cardona, J., Delgado, W., & Cuca, L. E. (2008). Extractos vegetales utilizados como biocontroladores con énfasis en la familia Piperaceae. *Agronomía Colombiana*, 26(1).
- Cuellar, M. E., & Morales, F. J. (2006). La mosca blanca *Bemisia tabaci* (Gennadius) como plaga y vector de virus en frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.). *Revista Colombiana de Entomología*, 32(1), 1-9.
- Cubillo, D., & Hilje, L. (1996). Repelentes. Metodologías para el estudio y manejo de moscas blancas y geminivirus. Ed. L. Hilje. *Turrialba, CR. CATIE*, 77-83.
- Dal Bó, E., Chiarrone, G., Rolleri, J., & Ronco, L. (1999). Tospovirus en los cultivos ornamentales de La Plata. *Revista de la Facultad de Agronomía*, 104(1), 35-40.
- De Barro, P. J., Liu, S. S., Boykin, L. M., & Dinsdale, A. B. (2011). *Bemisia tabaci*: a statement of species status. *Annual review of entomology*, 56, 1-19.
- De Santis, L. (1995). La presencia en la República Argentina del trips californiano de las flores.
- España, E. Nutrición y Sanidad Vegetal.

- Fawcett, H.S., & Bitancourt, A.A. (1940). Occurrence, pathogenicity, and temperature relations of *Phytophthora* species on Citrus in Brazil and other South American countries. *Archivos do Instituto Biologico*, Sao Paulo, 11(15).
- Fereres, A., & Moreno, A. (2009). Behavioural aspects influencing plant virus transmission by homopteran insects. *Virus Res*, 141:158–68
- Fereres, A. (2015). Insect vectors as drivers of plant virus emergence. *Curr. Opin. Virol.* 10:42–46
- Gilbertson, R. L., Batuman, O., Webster, C. G., & Adkins, S. (2015). Role of the insect supervectors *Bemisia tabaci* and *Frankliniella occidentalis* in the emergence and global spread of plant viruses. *Annual review of virology*, 2, 67-93.
- Gómez, P., Cubillo, D., Mora, G. A., & Hilje, L. (1997). Evaluación de posibles repelentes de *Bemisia tabaci*: II. Extractos vegetales. *Manejo Integrado de Plagas* (Costa Rica).
- GrupoSacsá (2016). Desventajas del uso de pesticidas químicos. Consultado el 15 de junio de 2018. Extraído de: <http://www.gruposacsá.com.mx/desventajas-que-tiene-el-uso-de-pesticidas-quimicos/>
- Hogenhout, S., Ammar, E., Whitfield A., Redinbaugh, M. (2008). Insect vector interactions with persistently transmitted viruses. *Annu. Rev. Phytopathol*, 46:327–59
- Hussain, M.A., Puttaswamy & Viraktamath, C.A. (1996) Effect of botanical oils on lantana bug, *Orthezia insigni* infesting crossandra. *Insect Environment*, 2, 85-86.
- Jacobsen, B., Vincini, A. M., Tulli, M. C., & Carmona, D. M. (2013). Trips transmisores de *Tomato spotted wilt virus (TSWV)* en cultivos de papa (*Solanum tuberosum L.*) para industria. *Revista Latinoamericana de la Papa*, 17(2).
- Jones, D. (2003). Plant viruses transmitted by whiteflies. *European Journal of Plant Pathology* 109: 197-221.
- Juárez, M., Gosálvez, J., & Aranda, M. (2013). Virus del rizado amarillo del tomate de Nueva Delhi (*Tomato leaf curl New Delhi virus, ToLCNDV*). Recuperado el 13 de Mayo de 2018, de <https://cienciacebas.wordpress.com/2013/09/25/virus-del-rizado-amarillo-del-tomate-de-nueva-delhi-tomato-leaf-curl-new-delhi-virus-tolcndv-un-nuevo-virus-que-afecta-gravemente-cucurbitaceas-en-almeria-y-murcia/>
- Khaire, V.M., Kachare, B.V., & Mote, U.N. (1993) Effect of vegetable oils on mortality of pulse beetle in pigeon pea seeds. *Seed Research*, 21, 78-81.
- Kulat, S.S., Nimbalkar, S.A. & Hinwase, B.J. (1997) Relative efficacy of some plant extracts against *Aphis gossypii* and *Amrasca devastans* (Distant) on okra. *PKV Research Journal*, 21, 146-148.
- Kumar, T.P. & Daniel, M. (1981) Studies on the control of soil grubs arecanut palm. *Pesticides*, 15, 29-30.
- Latorre, B.A. (1990). Plagas de las hortalizas: manual de manejo integrado (No. H10 25). *FAO, Santiago (Chile)*.
- Mármol, J.R. (2000). Cultivo intensivo del calabacín. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, Secretaría General Técnica.
- Malais, M.H. (2006). Conocer y reconocer: las plagas de cultivos protegidos y sus enemigos naturales (No. PA 632.9 M35).
- Meca, D., Gázquez, J. C., Guerrero, L., Zamora, L., Arévalo, A., & Ramos, R. (2008). Evaluación de un cultivo de calabacín en invernadero: Ecológico Vs Convencional. In VII Congreso de la SEAE de agricultura y alimentación ecológica. Bullas-Murcia, Spain (pp. 16-20).

- Méndez, J., Valenzuela, P., & Saturnino, J. (2016). Virus transmitidos por mosca blanca (*Bemisia tabaci*). Disponible en: <https://www.horticultivos.com/agroquimicos/fitopatologia/virus-transmitidos-por-mosca-blanca-bemisia-tabaci/> [Consultado el 13 de Mayo de 2018].
- MAPAMA: Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca (2016). Informe de la superficie cultivada de calabacín en España: MAPAMA. Disponible en: <http://www.mapama.gob.es/es/> [Consultado el 10 de Febrero de 2018].
- Mound, L.A. (2005). Thysanoptera: diversity and interactions. *Annu. Rev. Entomol.*, 50, 247-269.
- Norgaard, R.B. (1976). The economics of improving pesticide use. *A. Rev. Entomol.*, 21: 45-60.
- Novo, R. J., Viglianco, A., & Nassetta, M. (1997). Repellents activity of different plant extracts on *Tribolium castaneum* (Herbst). *AgriScientia*, 14, 31-36.
- Pavela, R & Herda, G. (2007). Repellent effects of pongam oil on settlement and oviposition of the common greenhouse whitefly *Trialeurodes vaporariorum* on chrysanthemum. *Institute of Crop Production, Prague*.
- Peleato, P. (2006). Productos de residuo cero, cero preocupaciones en residuos. Agroquímica sostenible. Consultado el 15 de Mayo de 2018. Recuperado de: <http://www.agroquimica.es/productos-de-residuo-cero-cero-preocupaciones-en-residuos>
- Powell, D.A., & Bellows, J. (1992). Development and reproduction of two populations of Eretmocerus species (Hymenoptera: Aphelinidae) on *Bemisia tabaci* (Homoptera: Aleyrodidae). *Environmental Entomology*, 21(3), 651-658.
- Pujota, A. (2013). Sistematización del Manejo Integrado de *Frankliniella occidentalis*, en el cultivo de rosas bajo invernadero en el sector de Tabacundo, Cantón Pedro Moncayo, provincia de Pichincha (Doctoral dissertation, Tesis de pregrado publicada, Universidad Salesiana, Sede Quito, Ecuador).
- Russell, L.M. (1975). "Collection records of *Bemisia tabaci* (Gennadius) in the United States (Hemiptera: Homoptera: Aleyrodidae)". *Cooperative Economic Insect Report*, 25,12, 229-230.
- Sabillón, A., & Bustamante, M. (1995). Evaluación de extractos botánicos para el control de plagas del tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.).
- Salas, J., & Mendoza, O. (1995). Biology of the sweetpotato whitefly (Homoptera: Aleyrodidae) on tomato. *Florida Entomologist*, 154-160.
- Salmerón, V. A., Sánchez, E. M. C., García-Testón, J. L., & Belda, J. E. (2001). Producción Integrada en los cultivos hortícolas bajo abrigo en Almería. In El sector agrario y agroalimentario de Almería ante el siglo XXI: evolución y perspectiva de nuestra agricultura en el año 2000: producción integrada: incidencia de las nuevas normativas de residuos de plaguicidas sobre la horticultura almeriense (pp. 183-191). Instituto de Estudios Almerienses.
- Sánchez, J.M., Garijo, C., & García, E.J. (1991). Moscas blancas: plagas de tomate. Bases del control integrado. *M.A.P.A. Secretaría General Técnica*. Madrid, España. 37-52.
- Sertkaya, E., Kaya, K., & Soyulu, S. (2010). Chemical compositions and insecticidal activities of the essential oils from several medicinal plants against the cotton whitefly, *Bemisia tabaci*. *Asian J. Chem.* 22, 2982–2990.
- Shelke, S.S., Jadhav, L.D., & Salunkhe, G.N. (1987) Storageability of seed potatoes treated with vegetable oils/ extracts against *Phthorimaea operculella*. *Current Research Reporter*, 3, 33-38.
- Sighamony, S., Anees, I., Chandrakala, T.S., & Osmani, Z. (1984) Natural products as repellents for *Tribolium castaneum*. *International Pest Control*, 26, 156-157.

Sipcam Iberia. (s.f.). Consultado el 15 de mayo de 2018. Recuperado de:
<http://www.sipcamiberia.es/es/productos/13/insecticidas/20/align.html>

Tiposdecontaminación (2016). Tipos de repelentes. Consultado el 15 de junio de 2018. Extraído de:
<https://tiposdecontaminacion.net/tipos-de-repelente-de-mosquitos-quimicos-y-naturales/>

Wenxiao, D., Xiaoqing, H., Yubo, W., & Yuchuan Q. (2016). A primary screening and applying of plant volátiles as repellents to control whitefly *Bemisia tabaci* (Gebbadius) on Tomato.

7. Anexos



Figura A. Detalle del cultivo tras realizar el último conteo.

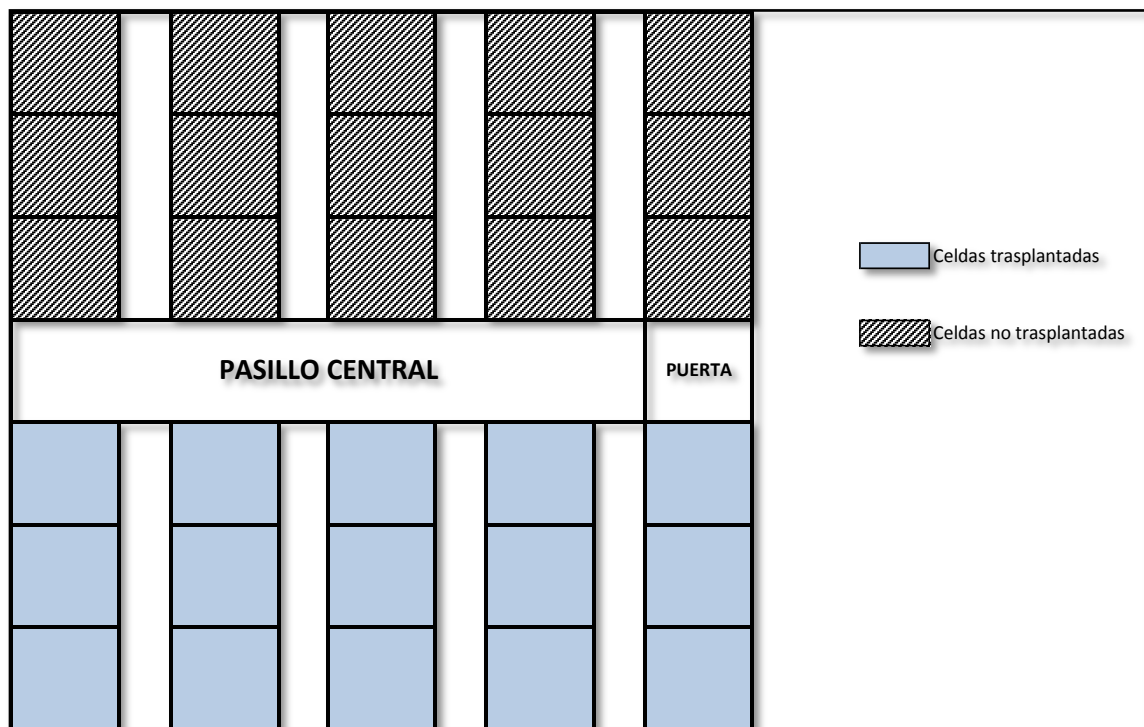


Figura B. Croquis del invernadero en el que se ha realizado el ensayo de cría de vectores.



Figura C. Croquis del invernadero en el que se ha realizado el ensayo de campo.



Figura D. Evolución del cultivo durante el ensayo.

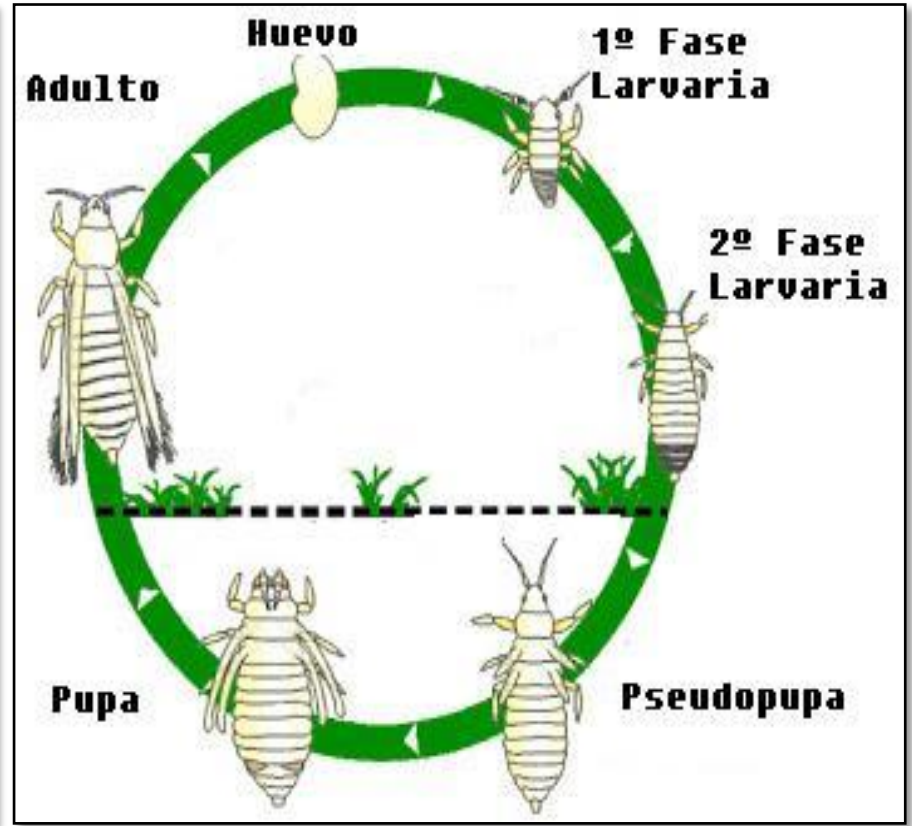


Figura E. Ciclo biológico de *Bemisia tabaci* y *Frankliniella occidentalis*.



Figura F. Diferentes estadios larvarios de *F.occidentalis*.



Figura G. Diferentes estadios larvarios de *B.tabaci* (adulto arriba, larva izquierda y pupa derecha).