

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
DIVISIÓN DE AGRONOMÍA
DEPARTAMENTO DE HORTICULTURA



Evaluación de Atrayentes para el Trampeo de *Frankliniella occidentalis* Pergande
(Thysanoptera: Thripidae) en Cultivo de Pepino (*Cucumis sativus*).

Por:

YOVANI DE JESÚS RAMÍREZ RUIZ

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:
INGENIERO AGRÓNOMO EN HORTICULTURA

Saltillo, Coahuila, México.

Agosto, 2022

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA

DEPARTAMENTO DE HORTICULTURA



Evaluación de Atrayentes para el Trampeo de *Frankliniella occidentalis* Pergande (Thysanoptera: Thripidae) en Cultivo de Pepino (*Cucumis sativus*).

TESIS

Elaborada por **YOVANI DE JESÚS RAMÍREZ RUIZ** como requisito parcial para obtener el grado de Ingeniero Agrónomo en Horticultura con la aprobación y supervisión del Comité de Asesoría

Dra. Erika Nohemi Rivas Martínez
Asesor Principal

Dr. Carlos Patricio Illescas Riquelme
Asesor Externo

Saltillo, Coahuila, México.

Agosto, 2022

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA

DEPARTAMENTO DE HORTICULTURA

Evaluación de Atrayentes para el Trampeo de *Frankliniella occidentalis* Pergande
(Thysanoptera: Thripidae) en Cultivo de Pepino (*Cucumis sativus*).

Por:

YOVANI DE JESÚS RAMÍREZ RUIZ

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO AGRÓNOMO EN HORTICULTURA

Aprobada por el Comité de Asesoría:



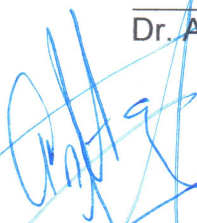
Dra. Erika Nohemi Rivas Martínez
Asesor Principal



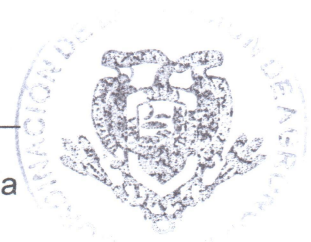
Dr. Marco Adán Juárez Verdayes
Coasesor



Dr. Agustín Hernández Juárez
Coasesor



Dr. José Antonio González Fuentes
Coordinador de la División de Agronomía



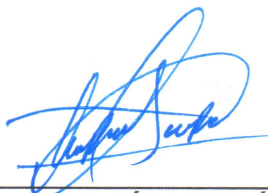
Saltillo, Coahuila, México.

Agosto, 2022

Declaración de no plagio

El autor quien es el responsable directo, jura bajo protesta de decir verdad que no se incurrió en plagio o conducta académica incorrecta en los siguientes aspectos: Reproducción de fragmentos o textos sin citar la fuente o autor original (corta y pega); reproducir un texto propio publicado anteriormente sin hacer referencia al documento original (auto plagio); comprar, robar o pedir prestados los datos o la tesis para presentarla como propia; omitir referencias bibliográficas o citar textualmente sin usar comillas; utilizar ideas o razonamientos de un autor sin citarlo; utilizar material digital como imágenes, videos, ilustraciones, gráficas, mapas o datos sin citar al autor original y/o fuente, así mismo tengo conocimiento de que cualquier uso distinto de estos materiales como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por las autoridades correspondientes. Por lo anterior me responsabilizo de las consecuencias de cualquier tipo de plagio en caso de existir y declaro que este trabajo es original.

Pasante



YOVANI DE JESÚS RAMÍREZ RUIZ

AGRADECIMIENTOS

Al Centro de Investigación en Química Aplicada (CIQA) por el financiamiento y aporte del material utilizado en esta investigación mediante el proyecto 6568: P-semioquímicos involucrados en la atracción del trips occidental (*Frankliniella occidentalis* Pergande) para el desarrollo de estrategias de monitoreo y control en cultivos hortícolas.

Al Dr. José Alberto Rodríguez González por su apoyo en la elaboración de los liberadores de compuestos kairomonales.

DEDICATORIA

A dios por haberme ayudado en todos estos años, el sacrificio fue muy grande y tú siempre me cuidaste todo este tiempo, gracias por hacer que hoy me gradué de la universidad.

A mis padres Saúl Ramírez Ruiz y Martha Ruiz Pérez por la pieza esencial y ser mi motivación para lograr unos de mis grandes sueños y que hoy ya es una realidad, por estar allí siempre en mis logros y fracasos sin pedir nada a cambio, estoy muy orgulloso de tener unos padres como ustedes que lucharon inalcanzablemente con tal de verme crecer profesionalmente, sin duda hoy esos consejos para ser una persona de bien se ven reflejados, esta meta cumplida es para ustedes por darme el regalo más grande que me pudieron brindar muchas gracias.

A mis hermanos Luis Alberto Ramírez Ruiz, Osvaldo Ramírez Ruiz y Gladis Selene Ramírez Ruiz quienes me brindaron su apoyo incondicional durante toda mi estancia en la universidad y motivándome cada día para poder cumplir mi sueño de ser profesionistas.

A mi “Alma Terra Mater” Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro por verme crecer profesionalmente y pertenecer a una de las mejores escuelas de agronomía y por cobijarme desde el primer día en la universidad.

A mis maestros por todas sus enseñanzas y todos los conocimientos que me brindaron para formarme profesionalmente, por sus consejos y motivación para crecer día con día.

Al Dr. Armando Rodríguez García quien me apoyó desde el inicio de mi carrera profesional y también por compartirme parte de sus conocimientos que sin duda alguna me ayudaron a terminar mi profesión.

ÍNDICE GENERAL

	Pág.
DECLARACIÓN DE NO PLAGIO	i
AGRADECIMIENTOS	ii
DEDICATORIA	iii
ÍNDICE GENERAL	iv
ÍNDICE DE FIGURAS	vi
ÍNDICE DE CUADROS	vii
RESUMEN	viii
I. INTRODUCCIÓN	1
1.2. Hipótesis	3
1.3. Objetivos	3
1.3.1. Objetivo General	3
1.3.2. Objetivos Específicos	3
II. REVISIÓN DE LITERATURA	4
2.1. Generalidades del pepino.	4
2.2. Contenido nutricional del pepino.	4
2.3. Requerimientos edafoclimáticos y nutricionales para el cultivo de pepino en sustrato (suelo) o sistema hidropónico.	5
2.4. Importancia del pepino en México.	6
2.5. Orden Thysanoptera.	7
2.6. El trips occidental de las flores <i>Frankliniella occidentalis</i> Pergande.	8
2.7. Semioquímicos.	10
2.8. Los semioquímicos en el manejo integrado de plagas.	11
2.8.1. Monitoreo de plagas.	12
2.8.2. Trampeo masivo.	14
2.9. Semioquímicos involucrados en la atracción de <i>Frankliniella occidentalis</i> .	14
2.9.1. Feromona de agregación neril (S)-2-metil butanoato.	15
2.9.2 Metil isonicotinato.	16

2.9.3.	Verbenona.	16
III.	MATERIALES y MÉTODOS	18
3.1.	Área de estudio.	18
3.2.	Conformación y establecimiento del experimento.	19
3.3.	Conteo Estereoscópico de adultos macho y hembra de <i>Frankiniella occidentalis</i> .	22
3.4.	Análisis Estadístico de Datos.	22
IV.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	23
V.	CONCLUSIONES	27
VI.	LITERATURA CITADA	28

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA	TÍTULO	PÁG.
Figura 1	Producción de pepino en México por estados.	7
Figura 2	Plantación de pepino en sistema hidropónico bajo malla sombra.	18
Figura 3	Incidencia natural de trips en flores de pepino.	19
Figura 4	Trampas adhesivas con liberadores tipo membranas cebadores impregnadas con: (A) neril-(S)-2-metilbutanoato (marca ISCLure), (B) Metil isonicotinato, (C) (S)-(-)-verbenona, (D) Control (sin liberador tipo membrana cebadora).	20
Figura 5.	Colocación de los tratamientos en los tutores de trampa.	21
Figura 6	Captura de trips en trampa adhesiva azul.	22
Figura 7	Capturas de adultos de <i>Frankliniella occidentalis</i> en trampas adhesivas cebadas con los diferentes semioquímicos. (Datos de medias \pm error estándar).	24
Figura 8	Flujo poblacional de <i>Frankliniella occidentalis</i> conforme al número de capturas de adultos en los diferentes tratamientos durante el tiempo de evaluación.	25
Figura 9	Proporción sexual de adultos de <i>Frankliniella occidentalis</i> por tratamiento.	26

ÍNDICE DE CUADROS

CUADRO	TÍTULO	PÁG.
Cuadro 1	Clasificación de Semioquímicos (Feromonas y Aleloquímicos).	11
Cuadro 2	Uso principal de semioquímicos en trampas para monitoreo (Jones, 1998).	13
Cuadro 3	Semioquímicos evaluados (tratamientos).	20

RESUMEN

El trips occidental de las flores (*Frankliniella occidentalis*) es una de las plagas agrícolas más importantes a nivel mundial, ya que afecta a un gran número de cultivos de hortalizas, frutales y ornamentales. Con la finalidad de controlar a las poblaciones de *F. occidentalis* para minimizar las pérdidas económicas y daños en los cultivos, los productores realizan aplicaciones constantes de insecticidas químicos. Lo anterior ha provocado que la especie de trips se vuelva resistente a moléculas y modos de acción, por lo tanto, es necesario evaluar métodos que contribuyan a disminuir la cantidad de insecticidas liberados al ambiente. Los semioquímicos son compuestos que en la naturaleza median diversas interacciones entre organismos, y estos pueden ser utilizados para alterar el comportamiento de insectos plaga. Se han reportado compuestos feromonales y no feromonales que elicitán un comportamiento de atracción en *F. occidentalis* y al añadirse a trampas pegajosas pueden incrementar la captura de adultos voladores de esta especie. Esto hace posible que los métodos de monitoreo sean más eficientes y que se puedan desarrollar estrategias de trampeo masivo de poblaciones.

En el presente trabajo se evaluaron tres semioquímicos: la feromona de agregación neril-(S)-2-metilbutanoato marca ISCALure y los compuestos no feromonales, metil isonicotinato (MI) y, 3) (S)-(-)-verbenona (V), más y un control (sin aroma). ISCALure se conforma de un septo de caucho como liberador, impregnado con el compuesto feromonal. Los compuestos V y MI se cargaron en liberadores tipo membrana y fueron fabricados en el Centro de Investigación en Química Aplicada. Los liberadores se fijaron a trampas pegajosas azules y el control consistió en una trampa sin liberador. Cada tratamiento constó de cuatro repeticiones dispuestas en un diseño experimental de bloques al azar y tuvo una duración de cuatro semanas. Se contabilizó el número de insectos capturados en trampas. El tratamiento V fue estadísticamente el mejor atrayente con más capturas de adultos, obteniendo un 179.50% más trips capturados que el control. No se presentaron diferencias significativas entre los demás tratamientos, sin embargo, el MI e ISCALure fueron

numéricamente superiores en capturas al control. Se observó que la V y el MI permanecieron funcionales durante las cuatro semanas de evaluación. La proporción sexual permaneció similar entre los tratamientos con una mayor captura de hembras que de machos en proporción 1.32 a 1. Los resultados muestran que la verbenona puede actuar como un atrayente más eficiente que los otros compuestos.

Lo que lo propone como un método alternativo para utilizarse efectivamente en diferentes agroecosistemas, en combinación con las trampas azules para aumentar la atracción por medio del estímulo visual y olfativo, ya que, al menos en las condiciones en las que se desarrolló la investigación, muestra ser el mejor atrayente en el sistema de trapeo masivo.

PALABRAS CLAVE: Semioquímicos, Feromona, Kairomonas, Trapeo, Trips.

INTRODUCCIÓN

El trips occidental de las flores, *Frankliniella occidentalis* Pergande (Thysanoptera: Thripidae), es una de las más importantes plagas agrícolas a nivel mundial (He *et al.*, 2019; Reitz *et al.*, 2019). Esta especie provoca daños directos a sus hospedantes por su herbivoría y oviposición en flores, hojas y frutos, afectando rendimiento y calidad, o bien indirectos por la transmisión de virus fitopatógenos del género *Orthotospovirus* como el spotted wilt virus (TSWV), impatiens necrotic spot virus (INSV) y mottle virus (MCMV) entre los más devastadores (Zhao *et al.*, 2014; Rotenberg y Whitfield, 2018).

Frankliniella occidentalis es una plaga difícil de manejar debido a características inherentes a su biología y comportamiento, como a sus pequeñas dimensiones, ambiente críptico, comportamiento tigmotáctico, alto potencial reproductivo, ciclos de vida cortos y a su alta capacidad de dispersión (Cloyd, 2009).

El método más utilizado para el control de las poblaciones de *F. occidentalis* es mediante constantes aplicaciones de insecticidas químicos, particularmente en cultivos de ornamentales, frutales y hortícolas susceptibles a la plaga, lo que conlleva a un aumento de la resistencia a moléculas con diferentes modos de acción (Bielza, 2008, Mota y Wise, 2022). Del mismo modo, esto provoca daños a la salud y al ambiente, incremento en los costos de producción y se compromete la inocuidad del producto. De acuerdo con Mota y Wise, 2022, esta especie ha desarrollado resistencia a al menos 30 ingredientes activos alrededor del mundo, incluyendo abamectina, imidacloprid, tiametoxam, spinosad, spinetoram, entre otros.

Por lo tanto, es necesario desarrollar tecnologías complementarias que contribuyan al manejo adecuado, integral y oportuno de los trips.

La manipulación del comportamiento mediante la utilización de semioquímicos es una estrategia útil en el manejo de insectos plaga.

En la naturaleza, las feromonas pueden mediar comunicación en organismos de la misma especie, mientras que los aleloquímicos median interacciones planta-insecto (Abd El-Ghany, 2019). Estos compuestos pueden ser utilizados como cebos aromáticos al acoplarse a trampas adhesivas con la finalidad de aumentar la captura para fines de monitoreo o control de la población de la plaga.

En México existen pocos estudios sobre la efectividad de cebos atrayentes sobre *F. occidentalis*, por lo que esta investigación se enfocará en conocer la respuesta de esta especie hacia un compuesto feromonal y dos compuestos kairomonales en combinación con un método de atrapamiento mecánico mediante la estimulación visual por medio del color azul de trampas adhesivas, realizando el estudio en una plantación de pepino (*Cucumis sativus*) bajo malla sombra.

1.2. HIPÓTESIS

Las trampas cebadas con semioquímicos atrayentes obtendrán mayor captura de *Frankliniella occidentalis* que las trampas sin estos compuestos, y al menos, un tratamiento será estadísticamente diferente.

1.3. OBJETIVOS

1.3.1. Objetivo General

Determinar el mejor atrayente para su potencial uso en sistemas de monitoreo y trampeo masivo de *Frankliniella occidentalis* en cultivo de pepino (*Cucumis sativus*).

1.3.2. Objetivos Específicos

1. Determinar el efecto de atracción de los compuestos neril S)-2- metilbutanoato (marca ISCALure), metil isonicotinato y verbenona en adultos de *Frankliniella occidentalis* en cultivo de pepino.
2. Establecer si los diferentes semioquímicos evaluados influyen en la atracción de machos y hembras de *Frankliniella occidentalis*.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Generalidades del pepino

El cultivo de pepino es una hortaliza originaria de la India, posteriormente fue llevado a Asia lugar donde fue domesticado, para posteriormente ser llevado a Europa y luego a América (López *et al.*, 2011). El pepino es de la familia de las cucurbitáceas, se cultiva en todo el mundo donde predominan los clima tropicales y subtropicales, es una fruta que contiene una cantidad considerable de vitaminas y minerales. (Padilla y Monge, 2020). Según su consumo se clasifican en consumo en ensalada (fresco) e industrializado (encurtidos), también se pueden clasificar según su tamaño dentro de los que se encuentran el tipo holandés que son pepinos alargados, el americano (mediano) y el pepinillo o mini este último es un fruto pequeño. (Padilla y Monge, 2020).

2.2. Contenido nutricional del pepino

El pepino es una cucurbitácea de suma importancia por su alto contenido de agua (96.7%) y bajas calorías (Barraza, 2015, Sallam *et al.*, 2021), además de diferentes vitaminas (vitamina A, B1, B2, B3, C) (Barraza, 2015). Los frutos de las cucurbitáceas tienen un alto contenido de carbohidratos, vitaminas, minerales (hierro, fosforo, calcio, potasio y magnesio) y fibra, mientras sus semillas muestran ser ricas en aceites y proteínas (Barraza, 2015, Rodríguez *et al.*, 2018, Elías *et al.*, 2020, Sallam *et al.*, 2021).

2.3. Requerimientos edafoclimáticos y nutricionales para el cultivo de pepino en sustrato (suelo) o sistema hidropónico.

El pepino requiere suelos franco-arenosos con un pH que oscile entre 5.5 a 6.5 el suelo debe de tener alta porosidad y un buen drenaje. (Pal *et al.*, 2020). Incluso el cultivo de pepino ha sido establecido en sistemas hidropónicos, en los cuales se requieren condiciones muy similares a las necesarias para el establecimiento de un cultivo de pepino en sustrato o suelo, pero con la ventaja de no tener limitaciones nutricionales, ya que la solución nutritiva debe mantenerse a un pH entre 5.5 a 6.5 y una conductividad eléctrica (CE) entre 1.5 y 3.0 dS m⁻¹, cuidando que la nutrición los minerales se mantengan disociados en proporciones y concentraciones que eviten que estos se precipiten o presenten antagonismos (Sánchez *et al.*, 2014).

El rango de temperatura a la que el pepino se desarrolla durante la germinación va desde los 13°C a 40°C durante la germinación (Pal *et al.*, 2020), mientras en el desarrollo vegetativo el cultivo requiere una temperatura de 25°C., con un crecimiento óptimo entre 20°C y 25°C, con una reducción en el crecimiento por debajo de los 16°C y por encima de los 30°C (Sallam *et al.*, 2021), y si la temperatura desciende por debajo de los 3°C los brotes no crecen y desarrollan adecuadamente (Pal *et al.*, 2020).

Para el crecimiento del pepino en sistemas hidropónicos se propone utilizar una solución nutritiva Steiner a una concentración de 175%, ya que en base a estudios realizados se observó que al utilizar dicha concentración se obtuvo una mayor producción del cultivo de pepino en invernadero en sistemas hidropónicos y un mayor absorción y suministro de macronutrientes a comparación con los resultados obtenidos con soluciones a concentraciones menores (25%, 75% y 125%) (Barraza, 2017).

2.4. Importancia del pepino en México

El pepino es un fruto que puede ser consumido en fresco, en ensaladas o en encurtidos en forma procesada (Sallam *et al.*, 2021), su valor medicinal destaca debido a sus propiedades antioxidantes, bajo índice glucémico y actividad antimicrobiana, y su ingesta regular contribuye a la mejora del sistema inmune y del metabolismo (Sallam *et al.*, 2021).

Es por todo lo anterior, que en el 2019 ocupó el lugar número 10 de los cultivos más importantes a nivel mundial con una producción global de 87,805,086 toneladas en 2,231,402 hectáreas cultivadas (Sallam *et al.*, 2021), mientras en el 2020 la producción global incrementó a 91,130,000 toneladas (TRIDGE, 2020, FAO, 2020).

En el 2018 México se encontraba en el lugar número 5 de los países productores de pepino con una producción de 1,072,048 toneladas (WorldAtlas. En el 2020 México conserva su posición número 5 en el listado de mayores productores de pepino con una producción de 1,160,000 toneladas, siendo el mayor productor China con una producción de 72,780,00 toneladas lo que representa a 79.86% de la producción global en el 2020 (TRIDGE, 2020., FAO, 2020).

De acuerdo con el Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP) en el año 2020, en México se sembraron 15, 897.36 ha, con una producción de 1, 159, 933.69 Ton y una derrama económica de aproximadamente \$7,691 millones de pesos. Los principales productores son Sinaloa y Sonora, los cuales abarcan el 52.16% de la producción nacional (**Figura 1**).

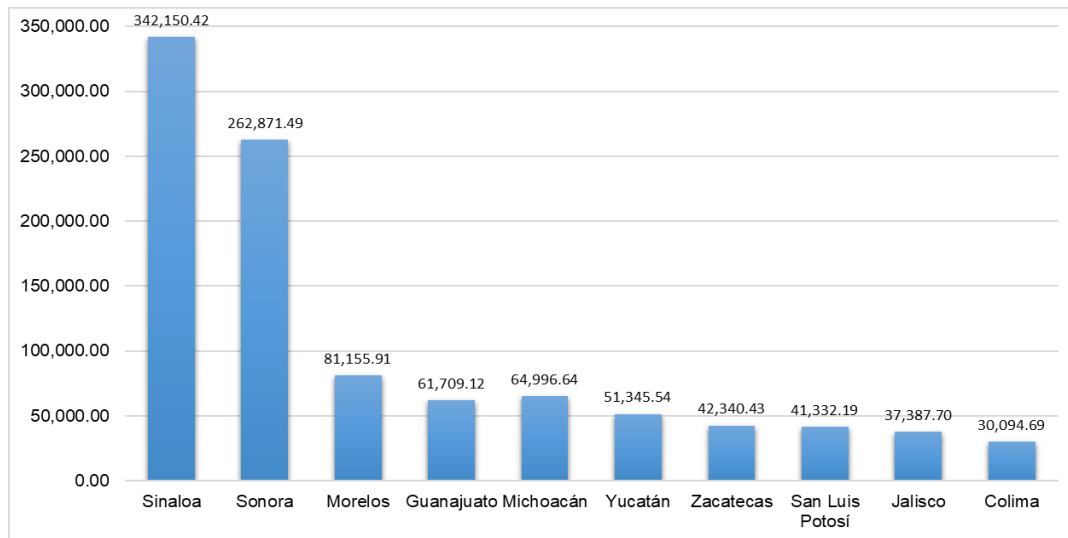


Figura 1. Producción de pepino en México por estados. **Fuente:** Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP).

2.5. Orden Thysanoptera

Los insectos del orden Thysanoptera (comúnmente conocidos como trips) son un grupo de insectos pequeños con un cuerpo de un tamaño de 0.5 a 5.0mm de longitud, este grupo de insectos está compuesto por 6,337 especies, las cuales se encuentran distribuidas dentro de dos subórdenes: Tubulifera y Terebrantia (Minaei *et al.*, 2007, Elie *et al.*, 2021). Terebrantia consta de 8 familias, mientras Tubulifera solo incluye 1 familia, Phlaeothripidae con dos subfamilias, Idolothripinae y Phlaeothripinae (ThripsWiki, 2021(http://thrips.info/wiki/Main_Page); Mirab *et al.*, 2022).

Las especies de trips con mayor importancia debido a su papel como plagas de cultivos pertenecen a los géneros *Thrips*, *Frankliniella* y *Scirtothrips*, los cuales integran a los géneros más grandes del orden Thysanoptera por poseer el mayor número de especies descritas (González *et al.*, 2014).

El género *Frankliniella* se compone de más de 230 especies descritas, de las cuales 42 son endémicas de México (Borbón, 2013, Johansen y Mojica, 2009).

Los trips poseen partes bucales asimétricas que comprenden un único estilete mandibular y un par de estiletes maxilares, protegidos dentro de un cono bucal proyectado hacia la parte inferior de la superficie ventral de la cabeza (Chisholm y Lewis, 1984).

De todas las especies en el grupo, únicamente alrededor del 1% se pueden considerar plagas importantes en cultivos ornamentales, frutales y hortícolas (Morse y Hoddle, 2006; Healey *et al.*, 2017). De estas especies destacan por sus daños: el trips occidental de las flores *F. occidentalis*, el trips de la cebolla *Thrips tabaci* Lindeman, el trips del melón *Thrips palmi* Karny y el trips del chile *Scirtothrips dorsalis* Hood (Todas Thysanoptera: Thripidae) (Mound, 2002; Riley *et al.*, 2018).

2.6. El trips occidental de las flores *Frankliniella occidentalis* Pergande

Frankliniella occidentalis fue descrito por primera ocasión en 1895 en el estado de California, Estados Unidos, y se convirtió en una plaga global a finales de 1970 (Kirk y Terry, 2003). Actualmente sigue expandiendo su presencia alrededor del mundo al menos en 57 países de todos los continentes (He *et al.*, 2020).

La población de *F. occidentalis* se conforma de individuos haploides y diploides, ya que pueden reproducirse sexualmente o vía partenogenética, en las cuales los huevos fertilizados se desarrollan en hembras y los no fertilizados en machos (Moritz, 1997).

Las hembras generalmente son monoándricas (se aparean con un macho) aunque en ocasiones pueden re aparearse algunos días después de su primera cópula, por otro lado, los machos son poliginios (se aparean con varias hembras) (Terry y Schneider, 1993). En la naturaleza, generalmente existe un 70 a 90% más hembras que machos, por ejemplo, proporciones sexuales hembra: macho de 7:3 o 9:1 (Trichilo y Leigh, 1988; Higgins y Myers, 1992).

Las ninfas y adultos se agregan en flores o áreas ocultas de plantas como frutos en desarrollo, follaje y botones florales (Hansen *et al.* 2003). Las pupas generalmente se caen en el suelo para pupar, sin embargo, varios individuos pueden permanecer

en la planta, especialmente en hospedantes con estructuras florales complejas como la flor del crisantemo (Broadbent *et al.*, 2003; Buitenhuis y Shipp, 2008).

El desarrollo de *F. occidentalis* es dependiente de la temperatura y del tipo de hospedante. Katayama (1997) y McDonald *et al.*, (1998), mencionan que el desarrollo se presenta cuando la temperatura rebasa un umbral mínimo de 8 °C a 10 °C. Con temperaturas favorables de 25-30°C el ciclo de huevo a adulto puede ser de 9 a 13 días (Gaum *et al.* 1994; Katayama 1997; Reitz 2008). La longevidad de las hembras en condiciones de laboratorio puede tener una media de 26 días, en ocasiones alcanzando una duración por encima de las cinco semanas (Hulshof y Vanninen., 2002; Zhi *et al.*, 2005; Reitz., 2008).

Con temperaturas y dietas óptimas las hembras pueden producir más de siete descendientes por día y tener una fecundidad total promedio de por vida superior a 200 por hembra (Robb y Parrella, 1991). Este alto nivel de fecundidad conduce a altas tasas intrínsecas de aumento de la población, por lo que las poblaciones no controladas pueden multiplicarse rápidamente (Gaum *et al.*, 1994; Gerin *et al.*, 1994; Hulshof *et al.* 2003).

La importancia agronómica de esta especie radica en que las ninfas y adultos provocan daños directos al tejido vegetal durante su alimentación y oviposición, e indirectamente por la transmisión de virus fitopatógenos, como el virus del bronceado del tomate (TSWV) y el virus de la mancha necrótica del impatiens (INSV), entre otros (Wijkamp *et al.*, 1993; Wijkamp *et al.*, 1995; Reitz, 2009; He *et al.*, 2019) en cultivos hortícolas y ornamentales (Zhao *et al.*, 2014; Rotenberg y Whitfield, 2018), así como, debido a que los adultos y ninfas de los trips pinchan y succionan el contenido citoplasmático de las células superficiales de los pétalos, originando cicatrices (vetas), decoloraciones y/o necrosis de la corola, lo que afectan la calidad de las plantas ornamentales, la pérdida de la flor, y por consiguiente, del fruto, que conlleva a grandes pérdidas económicas (Castresana *et al.*, 2008).

2.7. Semioquímicos

La palabra **semioquímico** proviene del vocablo griego “*semeion*” que significa signo o señal. Los semioquímicos son sustancias químicas producidas por diferentes organismos algunas veces a partir de rutas degradativas del metabolismo primario, estos compuestos se encargan en general de llevar mensajes entre un emisor y un receptor, en el cual desencadenan una respuesta conductual o fisiológica, que va desde localización del hábitat, ubicación e idoneidad del huésped y oviposición (Cortez *et al.*, 2013, Blassioli *et al.*, 2016).

Las feromonas (Del griego *phereum*, llevar; *horman*, excitar o estimular), son moléculas que median interacciones entre organismos de una misma especie confiriendo ventajas adaptativas al organismo emisor, al receptor o a ambos organismos (emisor y receptor) (**Cuadro 1**). Las feromonas son moléculas liberadas al ambiente por un individuo para provocar una interacción específica con otro miembro de su misma especie (Cortez *et al.*, 2013), estas son altamente específicas y se pueden clasificar como feromonas de alarma, agregación, sexuales, disuasorias de oviposición, entre otras (Kalaisekar *et al.*, 2017).

Los aleloquímicos son sustancias que elicitán un comportamiento en individuos de diferente especie al emisor. Estos pueden ser subdivididos con base en el beneficio de cada una de las partes de la comunicación, esto pueden clasificarse como: alomonas, kairomonas y sinomonas (**Cuadro 1**) (Kalaisekar *et al.*, 2017).

En la naturaleza, los insectos utilizan los semioquímicos para localizar pareja, hospedante, recurso alimenticio, evadir competencia, escapar de enemigos naturales y superar defensas sistémicas de su hospedante (El-Shafie y Faleiro, 2017).

Cuadro 1. Clasificación de Semioquímicos (Feromonas y Aleloquímicos).

Semioquímico	Función
Feromonas	Sus principales funciones son la transmisión de mensajes entre emisor y receptor de la misma especie, su interacción es intraespecífica.
Aleloquímicos	Actúan a nivel interespecífico, es decir, su función es elicitar un comportamiento en individuos de diferente especie al emisor, su interacción es interespecífica. Estos compuestos se subdividen principalmente en alomonas, kairomonas y sinomonas.
Alomonas	Proporcionan ventajas desde el punto de vista adaptativo al organismo que produce la señal, mientras se muestra una desventaja para el organismo receptor. Respuesta del receptor es favorable para el emisor.
Kairomonas	Este aleloquímico da una respuesta favorable para el receptor, es decir, el receptor tiene una ventaja desde el punto de vista adaptativo al recibir la señal por medio de kairomonas. Respuesta favorable para el receptor.
Sinomonas	Las sinomonas inducen una respuesta conductual o fisiológica favorable tanto para el emisor, como para el receptor, es decir, induce una respuesta adaptativa favorable para ambos organismos. Respuesta favorable para el emisor y receptor.

Fuente: Cortez *et al.*, 2013 y Kalaisekar *et al.*, 2017.

2.8. Los semioquímicos en el manejo integrado de plagas

Para el manejo integrado de plagas los semioquímicos (feromonas y/o aleloquímicos) juegan un papel importante para desarrollar alternativas no tóxicas que influyen en el comportamiento de insectos plaga mediante una estimulación

olfativa, lo que los convierte en una herramienta alternativa que puede utilizarse para manipular el comportamiento (Blassioli *et al.*, 2016).

El conocimiento de los diferentes pasos secuenciales para que un organismo plaga pueda alimentarse (ubicación del hábitat, ubicación e idoneidad del huésped y oviposición) (Blassioli *et al.*, 2016).

2.8.1. Monitoreo de plagas

Debido a que los insectos fitófagos plaga seleccionan su hospedero en relación con los estímulos visuales, olfativos, mecánicos y gustativos asociados con las plantas hospederas, así como, a las no hospederas es de suma importancia considerar el color y el olor como los atractivos secundarios más importantes para los insectos que visitan las cultivos (Castresana *et al.*, 2008). Debido a lo anterior, el monitoreo de plagas debe basarse en métodos de estimulación visual (Ejemplo: trampas adhesivas de colores) u estimulaciones olfativas (liberadores o cebadores impregnados con semioquímicos), o la combinación de ambos, con la finalidad de incrementar la efectividad del monitoreo y captura de insectos plaga.

Al hacer uso de métodos de monitoreo de plagas, lo primero que se debe determinar es identificar y definir el problema a resolver (Wall, 1990), es decir, el propósito para el cual se utilizará el método de monitoreo, ya que la naturaleza y función de estos varía en gran medida. Por ejemplo, si se requiere solo detectar una plaga en particular, se podrá hacer uso de solo un método de captura sensible que proporcione información cualitativa (presente o ausente), como el uso de trampas adhesivas de colores o trampas de luz de colores.

Uno de los métodos más sencillos para monitorear el número de población de trips han sido las trampas adhesivas azules y amarillas, las cuales han permitido no solo obtener datos para hacer una estimación del número de trips en un área determinada, sino también para mapear su propagación (Abdullah *et al.*, 2015). Las trampas adhesivas permitirán determinar al momento de implementar medidas de

control basados en el número de capturas obtenidas, aunado a los datos biológicos y meteorológicos adicionales con los que podrán predecir su ocurrencia en etapas susceptibles del cultivo.

Otro de los métodos utilizados son el empleo de cebo o liberadores de semioquímicos, los cuales por medio de estimulación olfativa confunden a los individuos de las especies estimulando su atracción y alejándolos del cultivo blanco hacia el cebo, una trampa adhesiva u otro sistema de atrapamiento (Blassioli *et al.*, 2016, Castresana *et al.*, 2008).

Para la evaluación de riesgos, es necesario establecer la relación entre la captura de trampas, la densidad de población y los daños posteriores en el cultivo (Jones, 1998). En el **Cuadro 2** se muestran las diferentes aplicaciones de los sistemas de trampeo que utilizan semioquímicos para la detección, umbrales y estimación de densidad poblacional.

Cuadro 2. Uso principal de semioquímicos en trampas para monitoreo.

Información de la captura	Aplicación
Detección	Advertencia temprana Inspección Cuarentena
Umbrales	Calendario de tratamientos Calendario de otros métodos de muestreo Evaluación de riesgo
Estimación de densidad poblacional	Tendencias poblacionales Dispersión Evaluación de riesgos Efectos de las medidas de control

Fuente: Jones, 1998.

2.8.2. Trampeo masivo

El trampeo masivo puede ser una extensión del uso de trampas de monitoreo para especies de plagas específicas. El objetivo de esta estrategia es reducir o erradicar poblaciones de plagas objetivo para capturar tantos individuos como sea posible. En el trampeo masivo se hace uso de métodos combinados con la finalidad de mejorar la captura de los individuos de las especies de plagas, para lo cual se han combinado el uso de trampas adhesivas con estimuladores semioquímicos resultando en una captura masiva más eficiente (Abdullah *et al.*, 2015).

El semioquímico atrayente puede ser sintético o de origen natural, que va desde una feromona, un recurso alimenticio o un compuesto emitido por el hospedante, o combinaciones de éstos, los cuales debe ser efectivos para cuando se implementen en una trampa adhesiva óptima a una densidad apropiada para suprimir la plaga y reducir daño económico en un cultivo (Smart *et al.*, 2014).

Las trampas deben capturar a una alta proporción de la población de insectos plaga de una determinada área, antes de que estos se copulen y ovipositen. El atrayente debe ser más efectivo que los recursos atrayentes naturales como parejas, recursos alimenticios o sitios de oviposición e idealmente deben mantener su eficiencia durante el periodo de reproducción del insecto para reducir daños al mínimo, por lo cual los atrayentes con una vida útil prolongada son la mejor opción (Smart *et al.*, 2014).

2.9. Semioquímicos involucrados en la atracción de *Frankliniella occidentalis*

Entre las propuestas relacionadas con la química verde, debido a su inocuidad y origen natural se encuentran diversos semioquímicos, que pueden ser del tipo feromonas o aleloquímicos. Algunos semioquímicos que han sido probados para el control de diversos insectos adultos, entre ellos, para *F. occidentalis* son: neril (S)-2-metil butanoato, metil isonicotinato, vervenona, entre otros.

2.9.1. Feromona de agregación neril (S)-2-metil butanoato

Las feromonas de agregación están formadas por compuestos químicos volátiles, las cuales son producidas por insectos macho adultos cuya función es atraer a grandes distancias a individuos tanto machos como hembras para que éstas localicen agregaciones de apareamiento y formen colonias (Kirk, 2017; Akella *et al.*, 2014).

Dentro de las principales feromonas de agregación secretadas por trips se encuentran: neril-(S)-2-metilbutanoato y (R)-acetato de lavandulilo (*Frankliniella occidentalis*), neril (S)-2-metilbutanoato y (R)-acetato de lavandulilo (*Frankliniella intonsa*) y +(R)-lavandulil 3-metil-3-butenoato (*Thrips palmi*) (Akella *et al.*, 2014; Hamilton *et al.*, 2005; Kirk, 2017; Zhang *et al.*, 2011).

El metil butirato de nerilo también conocido como neril metil butanoato, es un éster monoterpénico no cíclico de un peso molecular de 238g/mol (Akella *et al.*, 2014). El metil butirato de nerilo es el componente principal de la feromona de agregación producida por una especie de trips (*F. occidentalis*) que ha sido reportada desde hace más de una década debido a que tiene gran importancia como atrayentes de insectos (Hamilton *et al.*, 2005; Garzón, 2016). La neril (S)-2-metilbutanoato es específica de la especie, y atrae tanto a machos como a hembras de *F. occidentalis* (Abdullah *et al.*, 2015).

Diversos autores reportan como principal técnica de control de insectos el uso de trampas atrayentes por colores, debido a la influencia del color en las trampas en la captura de insectos destacando en sus estudios un mayor número de capturas de trips en trampas de color azul en comparación al número de capturas de trips observados en trampas con otros colores evaluados (amarillo, claro y negro) (Garzón, 2016; Sampson *et al.*, 2012).

Para aumentar la captura de trips en trampas adhesivas de colores se ha experimentado adicionado a esta técnica un cebado de feromonas producidas por los machos de las diferentes especies de trips, observándose un aumento de

captura de los insectos en las trampas adhesivas azules las cuales se reportan como las más atractivas para estos individuos. Los resultados han sido similares para la captura de machos y hembras tanto en *F. occidentalis* (54% hembras, 38% machos) como *T. Palmi* (62% hembras, 33% machos) usando trampas de captura cebadas con feromonas de agregación producidas por los machos de estas especies (Akella *et al.*, 2014).

2.9.2. Metil isonicotinato

El metil isonicotinato es uno de los compuestos no feromonales más estudiados actualmente, el cual influye considerablemente en la atracción de trips. Se ha reportado que esta kairomoana tiene un modo de acción interespecífico, y se sabe que atrae a *F. occidentalis*, así como a otras especies de trips (Abdullah *et al.*, 2015).

Teulon *et al.*, 2017 hacen una revisión en la que se evidencia que 12 especies trips responden al metil isonicotinato (formulado en los productos comerciales Lurem-TR y THSP) aumentando el número de adultos capturados en trampas. De las especies mencionadas destacan *F. occidentalis*, *T. tabaci* y *T. palmi* por ser de las más perjudiciales en la agricultura.

Estos mismos autores mencionan que la adición de metil isonicotinato puede incrementar la captura de trips en trampas alrededor de 2 y 60 veces, más comúnmente entre 2 y 5 dependiendo de la especie de trips, las condiciones ambientales y bioensayos experimentales.

2.9.3. Verbenona

Abdullah *et al.*, 2014, realizaron un análisis de los compuestos volátiles orgánicos emitidos por polen de varias especies del género *Pinus*. De los compuestos encontrados, la verbenona estuvo presente en el polen de todas las especies de este género analizadas y desencadenó respuestas electrofisiológicas y atracción en adultos de *F. occidentalis* en olfactómetro. Los autores mencionan que este

compuesto no es común encontrarlo en los hospedantes de *F. occidentalis*, por lo que especulan que las gimnospermas fueron los hospedantes de los ancestros de *F. occidentalis*.

Posteriormente, Abdullah *et al.*, 2015, evaluaron la atracción de la verbenona en comparación con cebos comerciales que contenían la feromona neril (S)-2 metilbutanoato (marca ISCALure) y metil isonicotinato. Las evaluaciones se realizaron en cultivos de fresa y chile en Reino Unido y Turquía, respectivamente, tomando en cuenta el número de *F. occidentalis* capturados en trampas pegajosas azules. Los resultados mostraron que la verbenona a diferentes concentraciones ejerce atracción igual o mayor que los otros compuestos evaluados.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Área de estudio

El experimento se llevó a cabo en una plantación de 1 hectárea de pepino variedad Primavera F1 (Vitalis, México) tipo americano/slicer, en malla sombra. La ubicación del experimento fue en la localidad de Acatita, municipio de Ramos Arizpe, Coahuila (Coordenadas: 25°42'35.95"N, 101° 5'32.16"O y a 1077 msnm). Las plantas se cultivaron en un sistema hidropónico de “bolis” que contenían fibra de coco, a una distancia de 20 cm entre plantas y 1.5 m entre “bolis” (**Figura 2**).



Figura 2. Plantación de pepino en sistema hidropónico bajo malla sombra.

De acuerdo con el productor, en la zona existe incidencia natural del trips en cada ciclo agrícola, lo cual pudimos comprobar mediante observaciones propias (**Figura 3**). El experimento inició cuando contabilizamos una incidencia promedio de cinco trips por flor, en una muestra de 30 flores tomadas aleatoriamente. Cabe destacar que para este cultivo es necesario revisar la parte posterior de la flor para confirmar la presencia o ausencia de la plaga, ya que tienden a esconderse cuando una persona se aproxima.



Figura 3. Incidencia natural de trips en flores de pepino.

3.2. Conformación y establecimiento del experimento

Como dispositivo de captura de trips se utilizaron trampas adhesivas azules (Figura 4) de 10 x 25.7 cm con marcas divisorias que forman ocho cuadrantes (Greentrap®, Murcia, España).

Los tratamientos evaluados fueron liberadores impregnados con diferentes formulaciones de semioquímicos, fijados en la parte superior de una trampa adhesivas color azul. Los tratamientos evaluados se muestran en el **Cuadro 3**.

Cuadro 3. Semioquímicos evaluados (tratamientos).

Tratamiento	Composición de los Tratamientos		Marca
	Trampa Adhesiva	Semioquímico Atrayente	
1	Color Azul	Neril-(S)-2-metilbutanoato	Liberador ISCALure Western Flower Thrips - IT860 (ISCA Technologies, Riverside, CA 92507, Estados Unidos).
2	Color Azul	Metil isonicotinato	Sigma-Aldrich (San Luis, Misuri, Estados Unidos).
3	Color Azul	(S)-(-)-verbenona	Sigma-Aldrich (San Luis, Misuri, Estados Unidos).
4 (Control)	Color Azul	Sin atrayente	Greentrap® (Murcia, España).

Los tratamientos con metil isonicotinato y (S)-(-)-verbenona se conformaron de un liberador tipo membrana de polietileno de baja densidad cargado con una mezcla hecha de cada compuesto con nanoarcilla laminar como controlador de liberación de aroma (Saucedo-Zuñiga et al., 2020). Los liberadores se fijaron a la parte superior de la trampa de acuerdo con su tratamiento (**Figura 4**).

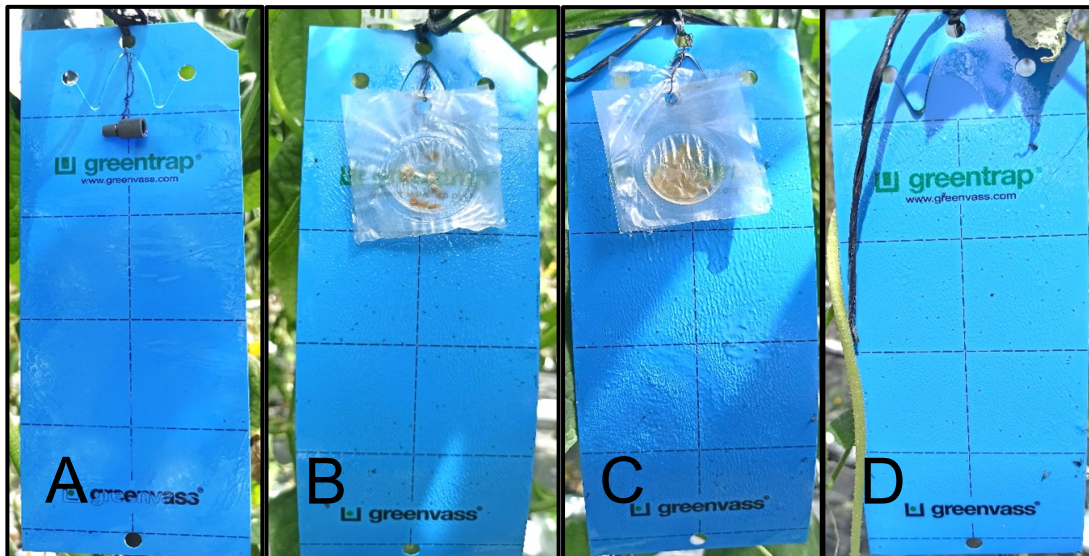


Figura 4. Trampas adhesivas con liberadores tipo membranas cebadores impregnadas con: **(A)** neril-(S)-2-metilbutanoato (marca ISCLure), **(B)** Metil

isonicotinato, **(C)** (S)-(-)-verbenona, **(D)** Control (sin liberador tipo membrana cebadora).

Las trampas se colocaron en los tutores del cultivo (**Figura 5**). Cada tratamiento constó de cuatro repeticiones y se distribuyeron en un diseño experimental de bloques completos al azar. Para evitar la interferencia entre los tratamientos, la distancia entre trampas fue de 25 m a lo ancho y 12 líneas del cultivo a lo largo.



Figura 5. Colocación de tratamientos en los tutores de trampa.

El experimento se estableció el día 16 de agosto de 2021, se realizaron revisiones cada siete días hasta completar un total de cuatro. En cada revisión las trampas se retiraron de los tutores y se cubrieron con plástico transparente Egapack (Mexplast, Ciudad de México, México) para su almacenaje y traslado al laboratorio. Posteriormente, los tratamientos fueron aleatorizados nuevamente para disminuir la probabilidad de errores debido a la posible distribución heterogénea de las poblaciones de trips en la plantación y se colocaron trampas nuevas. Los liberadores fueron reutilizados durante toda la duración del experimento.

3.3. Conteo de adultos macho y hembra de *Frankiniella occidentalis*

En laboratorio, mediante estereoscopio se contabilizó el número de *F. occidentalis* capturados por trampa (cara frontal)/tratamiento (**Figura 6**), así como, el sexo de cada individuo. Se omitieron para el conteo los trips capturados en los dos cuadrantes superiores de la trampa ya que estos eran obstruidos por los liberadores.



Figura 6. Captura de trips en Trampa adhesiva azul.

Del mismo modo, se recolectaron especímenes de trips en campo y algunas de las trampas para confirmar la especie mediante las claves taxonómicas de Cavalleri y Mound (2012).

3.4. Análisis Estadístico de Datos

Los datos obtenidos fueron analizados con el software estadístico R versión 3.6.1 (R Core Team, 2019), se realizó un análisis de varianza (ANVA) del número de trips capturados en cada trampa y tratamiento. La comparación de medias se analizó mediante prueba de Tukey ($\alpha = 0.05$).

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Durante las 4 semanas de evaluación se capturaron 3,237 adultos de *F. occidentalis*, en el total de tratamientos evaluados. Se observó que la captura de trips fue afectada por al menos un compuesto ($p < 0.01$). A pesar de que los tratamientos con cebos no muestran diferencias entre sí, se puede observar una diferencia en el número de capturas al compararlos con el tratamiento control (**Figura 7**).

Las trampas adhesivas cebadas con la verbenona capturaron estadísticamente más trips que las trampas control. Los tratamientos neril-(S)-2-metilbutanoato (marca ISCALure) y metil isonicotinato no presentaron diferencias significativas entre sí, ni con el control según los datos obtenidos mediante el análisis estadístico empleado, aunque mostraron numéricamente más capturas que el control.

Un resultado similar al obtenido en este experimento fue reportado por Abdullah *et al.*, 2015 quienes evaluaron la captura de *F. occidentalis* de dos poblaciones distintas geográficamente en cultivo de fresa y chile mediante el uso de trampas adhesivas cebadas con los siguientes tratamientos: (S)-(-)-verbenona, (neril (S)-2-metilbutanoato) y un atrayente kairomonal. De los semioquímicos evaluados la verbenona fue el mejor tratamiento al incrementar las capturas de *F. occidentalis* en trampas adhesivas. Por lo tanto, nuestros resultados respaldan el concepto de que la verbenona, es un buen atrayente y que puede funcionar en diferentes condiciones de cultivo y zonas geográficas con sus respectivas diferencias ambientales.

En cuanto a la relación de captura tratamiento:control (T:C) los resultados fueron de 1.82 para neril-(S)-2-metilbutanoato (marca ISCALure), 1.84 para el metil isonicotinato y 2.79 para la verbenona, lo cual corresponde a un aumento porcentual del 82.49, 83.41 y 179.50% de insectos capturados respectivamente. Para este tipo de experimentos, mostrar los resultados en una relación T:C, nos puede proporcionar una mejor interpretación de los datos.

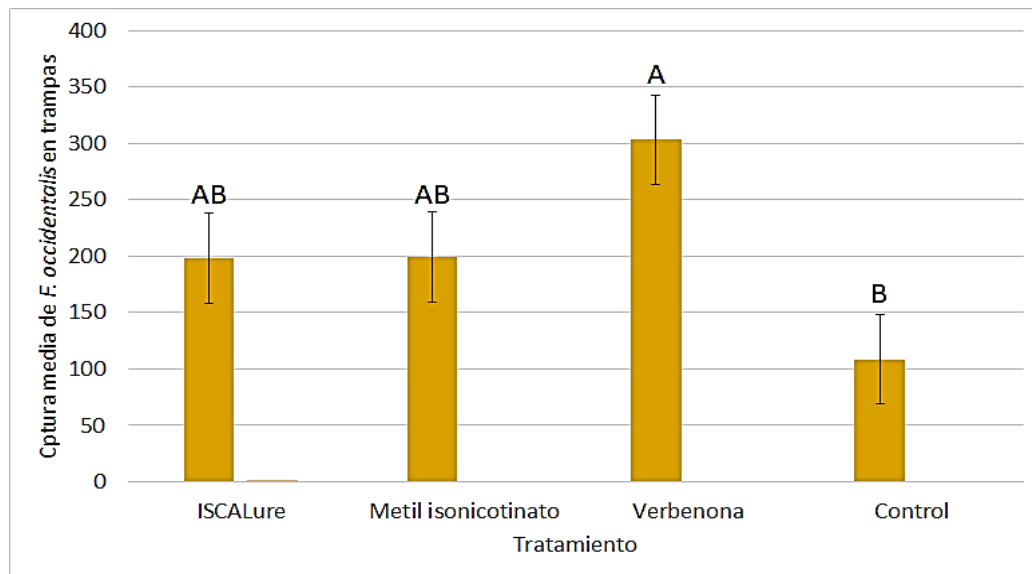


Figura 7. Capturas de adultos de *Frankliniella occidentalis* en trampas adhesivas cebadas con los diferentes semioquímicos. (Datos de medias \pm error estándar). **Nota:** Semioquímico neril-(S)-2-metilbutanoato (marca ISCALure).

En la **Figura 8** podemos observar el flujo poblacional de adultos de *F. occidentalis* capturados en trampas correspondientes a todos los tratamientos durante las cuatro semanas de evaluación, donde de manera general, se manifiesta que la población de trips se incrementó con el tiempo. Esto posiblemente a causa del desarrollo del cultivo y a una mayor presencia de flores.

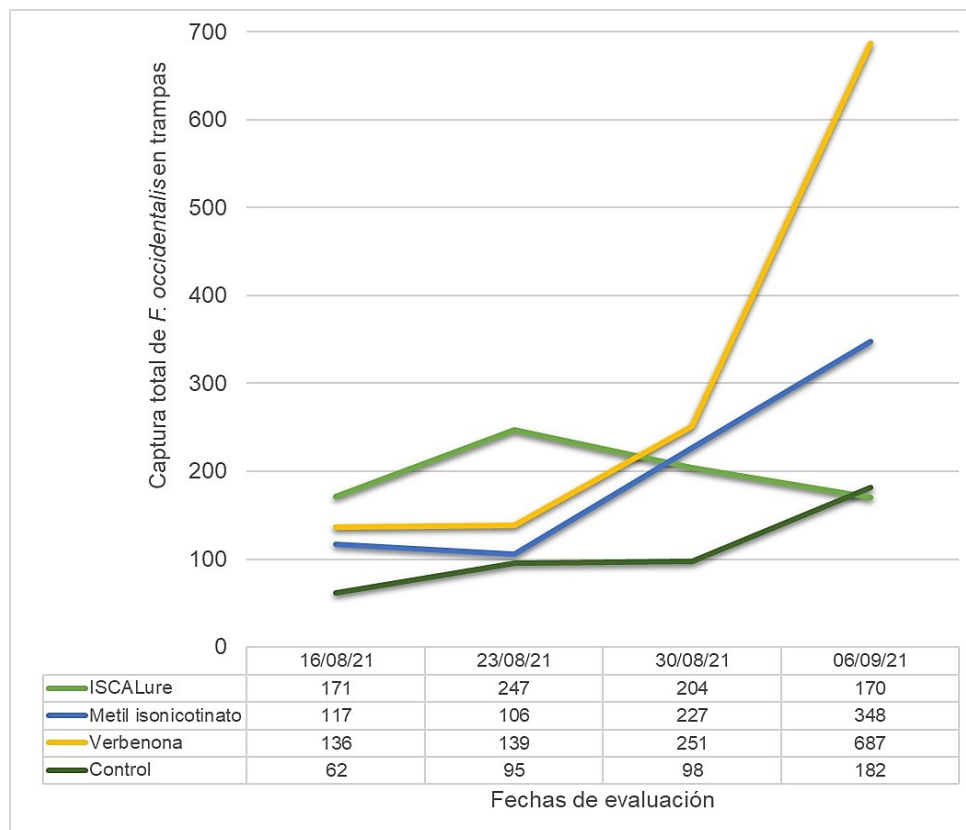


Figura 8. Flujo poblacional de *Frankliniella occidentalis* conforme al número de capturas de adultos en los diferentes tratamientos durante el tiempo de evaluación. **Nota:** El cuarto tratamiento es neril-(S)-2-metilbutanoato (marca ISCALure).

El neril-(S)-2-metilbutanoato (marca ISCALure) fue el tratamiento que capturó mayor cantidad de trips durante los dos primeros periodos de evaluación, descendiendo su efectividad hasta ser casi igual que el control. Lo anterior sugiere que, al menos bajo las condiciones ambientales en las que se llevó a cabo el experimento, la pérdida del compuesto feromonal neril (S)-2 metilbutanoato disminuyó la efectividad del semioquímico.

La verbenona y el metil isonicotinato obtuvieron mayores capturas durante la tercera y cuarta fecha de evaluación, siendo el primer tratamiento el más efectivo. Del mismo modo, los datos sugieren que los liberadores cargados con verbenona y metil isonicotinato fabricados en el Centro de Investigación en Química Aplicada poseen una vida útil de al menos 30 días, ya que fue el periodo que se evaluó.

En todos los tratamientos, así como en el control se capturaron mayor cantidad de hembras que de machos (**Figura 9**), en promedio una relación de 57% a 43%, respectivamente. Esto puede deberse a que la población natural de *F. occidentalis* en el sitio de estudio está representada por un número mayor de hembras o bien a que este sexo es más sensible a los compuestos evaluados, al color de las trampas o bien a todos estos factores en conjunto. Varios autores reportan que frecuentemente existe una mayor cantidad de hembras de *F. occidentalis*, aunque esta proporción puede fluctuar e incluso haber mayor cantidad de machos conforme a la influencia de factores inherentes a la biología de la especie y ambientales (Terry y Kelly, 1993; Reitz, 2002; Mateus et al., 2003). Con los datos obtenidos, podemos sugerir que no existe una preferencia de algún sexo a los diferentes atrayentes, ya que se mantuvieron las proporciones relativamente constantes en lo tratamiento y en el control.

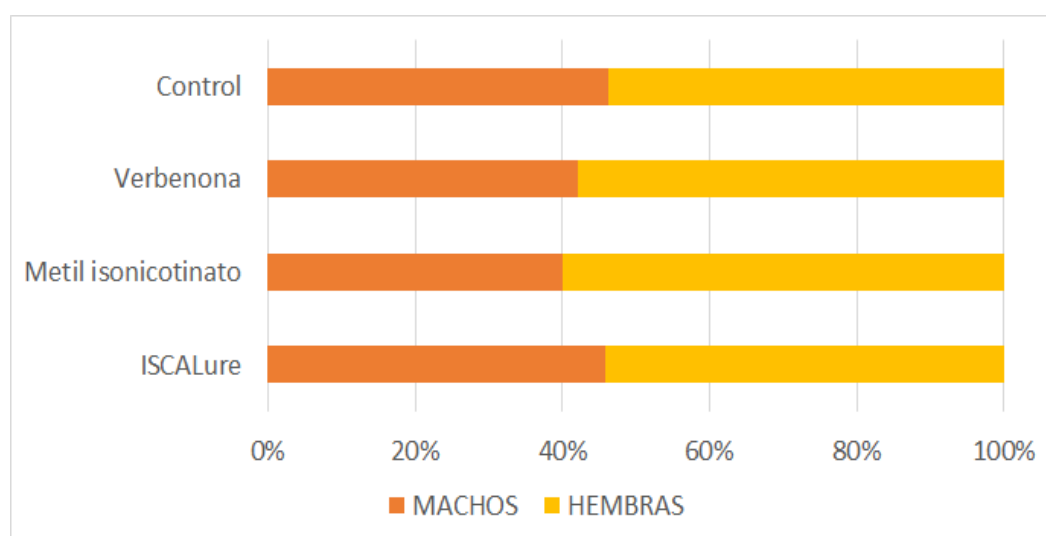


Figura 9. Proporción sexual de adultos de *Frankliniella occidentalis* por tratamiento. **Nota:** El cuarto tratamiento es neril-(S)-2-metilbutanoato (marca ISCALure).

V. CONCLUSIONES

El neril-(S)-2-metilbutanoato y el Metil isonicotinato no mostraron diferencias estadísticas en cuanto al número de individuos atraídos de *F. occidentalis* en comparación con el control.

La captura media de *F. occidentalis* y el flujo poblacional calculado denotan a la formulación de verbenona como el mejor de los semioquímicos atrayentes probados, lo que lo propone para utilizarse efectivamente en diferentes agroecosistemas, ya que, al menos en las condiciones en las que se desarrolló la investigación, este semioquímico permitió una mayor atracción de individuos adultos de *F. occidentalis* de ambos sexos en el sistema de trapeo masivo.

La verbenona mostró mejores resultados de captura debido a que posee un efecto atrayente durante un período más largo, observándose una vida superior a los 30 días, lo cual es una ventaja frente a otros semioquímicos que se volatilizan en menos tiempo.

Los resultados obtenidos proponen a los semioquímicos como un recurso alternativo con potencial para diseñar diferentes estrategias de manejo etológico de *F. occidentalis*, de una manera segura e inocua, sin contaminar y afectar el cultivo, y por consiguiente, al ambiente y la salud humana.

VI. LITERATURA CITADA

- Abd El-Ghany, N.M. 2019. Semiochemicals for controlling insect pests. *Journal of Plant Protection Research*. 59: 1-11.
- Abdullah, Z.S., Greenfield, B.P., Ficken, K.J., Taylor, J.W., Wood, M., Butt, T.M. 2015. A new attractant for monitoring western flower thrips, *Frankliniella occidentalis* in protected crops. *SpringerPlus*. 4: 1-9.
- Abdullah, Z.S., Ficken, K.J., Greenfield, B.P. Butt, T.M. 2014. Innate responses to putative ancestral hosts: is the attraction of Western flower thrips to pine pollen a result of relict olfactory receptors? *Journal of Chemical Ecology*. 40: 534-540.
- Agelopoulos, N.G., Hooper, A.M., Maniar, S.M., Pickett, J.A., Wadhams, L.J. 1999. A novel approach for isolation of volatilechemicals released by individual leaves of a plant in situ. *Journal of Chemical Ecology*. 25: 1411-1425.
- Akella, S.V.S., Kirk, W.D.J., Lu, Y.B., Murai, T., Walters, K.F.A., Hamilton, J.G.C. 2014. Identification of the aggregation pheromone of the melon thrips, *Thrips palmi*. *PLOS ONE* 9(8), e103315.
- Barraza, F.V. 2017. Absorción de N, P, K, Ca y Mg en cultivo de pepino (*Cucumis sativus* L.) bajo sistema hidropónico. *Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas*. 11(2): 343-350.
- Barraza-Á.F.V. 2015. Calidad morfológica y fisiológica de pepinos cultivados en diferentes concentraciones nutrimentales. *Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas*. 9(1): 60-71.

- Blassioli, M.M.C., Borges, M., Fernandes, F.M.M., Martins, M.D., Laumann, R.A. 2016. Semiochemicals from plants and insects on the foraging behavior of Platygastriidae egg parasitoids. *Pesq. agropec. bras.*, Brasília. 51(5): 454-464.
- Borbón, C.M. 2013. Especies del género *Frankliniella* (Thysanoptera: Thripidae) registradas en la Argentina, una actualización. *Rev. FCA UNCUYO*. 45(1): 259-284.
- Broadbent, A.B., Rhainds, M., Shipp, L., Murphy, G., Wainman, L. 2003. Pupation behaviour of western flower thrips (Thysanoptera: Thripidae) on potted chrysanthemum. *Canadian Entomol.* 135: 741 - 744.
- Buitenhuis, R.; Shipp, J.L. 2008. Influence of plant species and plant growth stage on *Frankliniella occidentalis* pupation behaviour in greenhouse ornamentals. *J. Appl. Entomol.* 132: 86-88.
- Castresana J., Gagliano E., Puhl L., Bado S., Vianna L., Castresana M. 2008. Atracción del trips *Frankliniella occidentalis* (Pergande) (Thysanoptera: Thripidae) con trampas de luz en un cultivo de *Gerbera jamesonii* (G.). *IDESIA* (Chile). 26(3): 51-56.
- Chisholm, I.F., Lewis T. 1984. A new look at thrips (Thysanoptera) mouthparts, their action and effects of feeding on plant tissue. *Bulletin of Entomological Research*. 74: 663-675.
- Cloyd, R.A. 2009. Western flower thrips (*Frankliniella occidentalis*) management on ornamental crops grown in greenhouses: have we reached an impasse? *Pest Technol* 3: 1-9.
- Cortez, V. 2013. Ecología química y perspectivas de su aplicación en la conservación de la biodiversidad. *Cuadernos de Biodiversidad*. 4:16-21.
- Elie, N., Yajin, L., Yanlan, X., Yanli, Z., Hongrui, Z. 2021. Checklist of the suborder Terebrantia (Thysanoptera): generic diversity and species composition in

- Xishuangbanna, Yunnan Province, China. Biodiversity Data Journal. 9: e72670.
- El-Shafie, H.A.F., Romeno, F.J. 2017. Semiochemicals and their potencial use in pest management. pp. 3-22. In: V. D. C. Shields. Biological Control of Pest and Vector Insects.
- Garzón, L.J.C. 2016. Evaluación de la adición de compuestos químicos (feromonas y kairomonas) a trampas cromáticas, sobre la captura de trips plaga en un cultivo de flores de exportación. TESIS de MAESTRÍA.
- Gaum, W. G., Giliomee, J. H., Pringle, K. L. 1994. Life history and life tables of western flower thrips, *Frankliniella occidentalis* (Thysanoptera: Thripidae), on English cucumbers. Bull. Entomol. Res. 84: 219-224.
- Gerin, C., Hance, T., Van Impe, G. 1994. Demographical parameters of *Frankliniella occidentalis* (Pergande) (Thysanoptera, Thripidae). J. Appl. Entomol. 118: 370-377.
- González, C., Castillo, N., Retana S.A.P. 2014. Detection and abundance of species of the genus *Frankliniella* in a protected zone of San José de las Lajas in Mayabeque province, Cuba. Acta Zoológica Mexicana. 30(2): 369-377.
- Hamilton, J.G.C., Hall, D.R., Kirk, W.D.J. 2005. Identification of a male-produced aggregation pheromone in the western flower thrips *Frankliniella occidentalis*. Journal of Chemical Ecology. 31(6): 1369-1379.
- Hansen, E.A., Funderburk, J.E., Reitz, S.R., Ramachandran, S., Eger, J.E., Mcauslane, H. 2003. Within-plant distribution of *Frankliniella* species (Thysanoptera: Thripidae) and *Orius insidiosus* (Heteroptera: Anthocoridae) in field pepper. Environ. Entomol. 32: 1035-1044.
- He, Z., Guo, J.F., Reitz, S.R., Lei, Z.R., Wu, S.Y. 2019. A global invasion by the thrip, *Frankliniella occidentalis*: Current virus vector status and its management. Insect Science. 27(4): 626-645.

- Healey, M.A., Senior, L.J., Brown, P.H. and Duff, J. 2017. Relative abundance and temporal distribution of adult *Frankliniella occidentalis* (Pergande) and *Frankliniella schultzei* (Trybom) on French bean, lettuce, tomato and zucchini crops in relation to crop age. *Journal of Asia-Pacific Entomology*. 20: 859-865.
- Higgins, C.J., Myers, J.H. 1992. Sex ratio patterns and population dynamics of western flower thrips (Thysanoptera: Thripidae). *Environ. Entomol.* 21(2): 322-330.
- Hulshof, J., Vanninen, I. 2002. Western flower thrips feeding on pollen, and its implications for control. pp. 173-179. In R. Marullo and L.A.
- Johansen R.M., Áurea Mojica-Guzmán, A.M. 2009. A review of the Mexican *Frankliniella paricutinensis* species assemblage in the Intonsa group (Insecta, Thysanoptera: Thripidae), with description of a new species. *Revista Mexicana de Biodiversidad*. 80: 349- 356.
- Jones, O.T. 1998. Practical applications of pheromones and other semiochemicals. pp. 261–355. *In*: P. Howse, I. Stevens, and O. Jones. (Eds.) *Insect Pheromones and Their Use in Pest Management*. Chapman and Hall: London, UK.
- Kalaisekar, A., Padmaja, P.G., Bhagwat, V.R., Patil, J.V. 2017. Pest Management Strategies and Technologies. *Insect Pests of Millets*, 143–183. Mound [eds.], *Thrips and Tosspoviruses: Proc.7th Intl. Symp. on Thysanoptera*, July 2-7, Reggio Calabria, Italy. Australian National Insect Collection, Canberra
- Katayama, H. 1997. Effect of temperature on development and oviposition of western flower thrips *Frankliniella occidentalis* (Pergande). *Jpn. J. Appl. Entomol. Zool.* 41: 225-231.
- Kirk, 2017. The aggregation pheromones of thrips (Thysanoptera) and their potential for pest management. *International Journal of Tropical Insect Science*. 37: 41-49.

- Kirk, W.D.J., Terry, L.I. 2003. The spread of the western flower thrips *Frankliniella occidentalis* (Pergande). *Agricultural and Forest Entomology*. 5: 301-310.
- Mateus, C., J. Araujo, Mexia, A. 2003 Evaluation of *Frankliniella occidentalis* (Thysanoptera: Thripidae) sex ratio in crops by two monitoring methods. *Boletín de Sanidad Vegetal y Plagas*. 29: 191-199.
- Minaei K., Azemayesh F.P., Mound L.A. 2007. The Thrips genus-group (Thysanoptera: Thripidae) in Iran. *Journal of Entomological Society of Iran*. 27(1): 29-36
- Mirab-balou, M., Minaei, K., Ullitzka, M.R. 2022. A first record of the fungus-feeding genus *Tylothrips* (Thysanoptera, Phlaeothripidae) from Iran. *Journal of Insect Biodiversity and Systematics*. 8 (2): 183-189.
- Moritz, G. 1997. Structure, growth and development. In: T. Lewis (Ed.). *Thrips as Crop Pests*. CAB International, Wallingford, UK. pp. 15-63.
- Morse, J.G., Hoddle, M.S. 2006. Invasion biology of thrips. *Annual Review of Entomology*. 51: 67-89.
- Mota, S.D., Wise, J.C. 2022. The Arthropod Pesticide Resistance Database. Michigan State University. On-line at: <http://www.pesticideresistance.org>. Revisado el 22/02/22.
- Mound, L.A. 2002. So many thrips—so few tospoviruses/Thrips and tospoviruses. pp. 15-18. In: *Proceedings of the 7th International Symposium on Thysanoptera*. Australian National Insect Collection, Canberra.
- Reitz, S.R. 1993. Seasonal and within plant distribution of *Frankliniella* thrips (Thysanoptera: Thripidae) in north Florida tomatoes. *Florida Entomologist*. 85: 431-439.
- Reitz, S.R. 2008. Comparative bionomics of *Frankliniella occidentalis* and *Frankliniella tritici*. *Florida Entomologist*. 91: 474-476.

- Reitz, S.R., Gao, Y.L., Lei, Z.R..2011. Thrips: pests of concern to China and the United States. *Agriculture Science of China*. 10: 867-892.
- Riley, D., Sparks, A., Srinivasan, R., Kennedy, G., Fonsah, G., Scott, J. 2018. Thrips: Biology, ecology, and management. *Sustainable Management of Arthropod Pests of Tomato*. Academic Press. ISBN. 9780128135082 pp. 49-71.
- Robb, K.L., Parrella, M.P. 1991. Western flower thrips, a serious pest of floricultural crops. In: B.L. Parker, M. Skinner and T. Lewis [eds.]. *Towards Understanding the Thysanoptera*. General Technical Report NE-147. US Department of Agriculture, Forest Service, Radnor, PA. pp. 343-358.
- Rodríguez, R.R., Valdés R.M., Ortiz G.S. 2018. Características agronómicas y calidad nutricional de los frutos y semillas de zapallo *Cucurbita* sp. *Rev. Colombiana Cienc. Anim.* 10(1): 86-97.
- Rotenberg, D., Whitfield, A.E. 2018. Molecular interactions between tospoviruses and thrips vectors. *Current Opinion in Virology*. 33: 191-197.
- Sallam, B.N., Lu, T., Yu, H., Li, Q., Sarfraz, Z., Iqbal, M.S., Khan, S., Wang, H., Liu, P., Jiang, W. 2021. Productivity Enhancement of Cucumber (*Cucumis sativus* L.) through Optimized Use of Poultry Manure and Mineral Fertilizers under Greenhouse Cultivation. *Horticulturae*. (7): 256. <https://doi.org/10.3390/horticulturae7080256>.
- Sampson, C., Hamilton, J.G.C., Kirk, W.D.J. 2012. The effect of trap color and aggregation pheromone on trap catch of *Frankliniella occidentalis* and associated predators in protected pepper in Spain. *Integrated Control in Protected Crops*. 80: 313-318.
- Sánchez, C.F., González, M.L., Moreno, P.E.C., Pineda, P.J., Reyes, G.C.E. 2014. Dinámica nutrimental y rendimiento de pepino cultivado en hidroponía con y sin recirculación de la solución nutritiva. *Rev. Fitotec. Mex.* 37(3): 261-269.

- Smart, L.E., Aradottir, G.I. Bruce, T.J.A. 2014. Chapter 6. Role of Semiochemicals in Integrated Pest Management. In: D. P. Abro (Ed.). Integrated Pest Management. Current Concepts and Ecological Perspective. Academic Press. pp. 93-109.
- Terry, L.I., Kelly, C.K. 1993. Patterns of change in secondary and tertiary sex ratios of the Terebrantian thrips, *Frankliniella occidentalis*. Entomologia Experimentalis et Applicata. 66(3): 213-225.
- Terry, L.I., Schneider, M. 1993. Copulatory behavior and mating frequency of the western flower thrips, *Frankliniella occidentalis* (Insecta: Thysanoptera). Journal of Pure Applied Zoology. 4: 339-354.
- Teulon, D.A., Davidson, M.M., Perry, N.B., Nielsen, M.C., Castañé, C., Bosch D., de Kogel, W.J. 2017. Methyl isonicotinate a non-pheromone thrips semiochemical and its potential for pest management. International Journal of Tropical Insect Science. 37: 50-56.
- Trichilo, P.J., Leigh, T.F. 1988. Influence of resource quality on the reproductive fitness of flower thrips (Thysanoptera: Thripidae). Annals of the Entomological Society of America. 81: 64-70.
- TRIDGE, 2020. Online: <https://www.tridge.com/intelligences/cucumber/production>. Revisado el 02 de Abril de 2022.
- Worls Atlas, 2018. Online: <https://www.worldatlas.com/articles/the-world-leaders-in-cucumber-production.html>. Revisado el 02 de Abril del 2022.
- Zhang P.J., Zhu, X.Y., Lu, Y.B. 2011. Behavioral and chemical evidence of a male-produced aggregation pheromone in the flower thrips *Frankliniella intonsa*. Physiological Entomology. 36: 317-320.
- Zhi, J., Fitch, G., Margolies, D.C., Nechols, J.R. 2005. Apple pollen as a supplemental food for the western flower thrips, *Frankliniella occidentalis*: Response of individuals and populations. Entomologia Experimentalis et Applicata. 117: 185-192.