

**Evaluación de la eficacia del insecticida Spinosad con y sin el uso de dos coadyuvantes tensoactivos en el control de *Frankliniella occidentalis* bajo condiciones de laboratorio**

Juan Gabriel Sandoval Becerra

Universidad Nacional Abierta y a Distancia – UNAD

Escuela de Ciencias Agrícolas, Pecuarias y del Medio Ambiente - ECAPMA

Programa de Agronomía

Duitama

2022

**Evaluación de la eficacia del insecticida Spinosad con y sin el uso de dos coadyuvantes tensoactivos en el control de *Frankliniella occidentalis* bajo condiciones de laboratorio**

Juan Gabriel Sandoval Becerra

Trabajo para optar el título de Agrónomo

Director:

I.A. MSc. Yenny Maritza Camacho Torres

Universidad Nacional Abierta y a Distancia – UNAD

Escuela de Ciencias Agrícolas, Pecuarias y del Medio Ambiente – ECAPMA

Programa de Agronomía

Duitama

2022

**Página de Aceptación**

---

Yenny Maritza Camacho Torres

Directora Trabajo de Grado

---

Manuel Torres Torres

Jurado

Duitama - 2022

## **Agradecimientos**

A Dios por concederme el don de la vida y la salud.

A mi familia, por su apoyo durante todo el trascurso de mi vida académica y laboral.

A la Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD, CEAD Duitama, por ser parte de mi desarrollo académico profesional como fuente de conocimiento.

## Resumen

Los trips *Frankliniella occidentalis* (Thysanoptera: Thripidae) son insectos plaga de importancia económica mundial por los daños que ocasiona al sector agrícola. Su control está enmarcado en programas de Manejo Integrado de Plagas MIP, siendo el control químico la herramienta convencional más utilizada para el control de trips. Dichos insectos están sometidos a una alta presión de selección por el uso irracional de insecticidas de síntesis química que provocan pérdida de sensibilidad o resistencia a muchas moléculas insecticidas. De acuerdo a esto, la investigación evalúa la eficacia del insecticida biorracional Spinosad 48%SC combinado con dos coadyuvantes tensoactivos, uno del grupo organosiliconado y otro del grupo de los alcoholes etoxilados. La investigación fue realizada en las instalaciones de investigación en entomología de la Fundación Instituto Entoma en Chía – Cundinamarca. El bioensayo fue ejecutado bajo un diseño completamente aleatorizado (DCA) con siete tratamientos que incluyeron un testigo absoluto y dosificaciones de Spinosad con y sin coadyuvantes, cada uno con 5 repeticiones en unidades experimentales de 10 adultos de trips *F.occidentalis*. La aplicación de los tratamientos fue realizada por dos modos de entrada: superficie tratada (ingestión) y contacto directo (tópica), donde se evaluaron variables de mortalidad a los tres y siete días después de la aplicación basado en la fórmula de eficacia de Henderson & Tilton's (1965), adicionalmente se aplicó un Análisis de varianza ANOVA con test de Tukey ( $p>0,05$ ) para determinar diferencias entre los tratamientos. Los resultados muestran una alta eficacia en el T4 (Spinosad + Coadyuvante oirganosiliconado) por superficie tratada (ingestión) con un 41,2% de mortalidad y por contacto directo (tópica) la eficacia máxima fue de 30% en el T6 (Spinosad + coadyuvante alcohol etoxilado), concluyendo que la adición de coadyuvantes aumenta la eficacia del insecticida biorracional Spinosad 48% SC, sobre adultos de trips *F.occidentalis*.

**Palabras claves:** Trips, Spinosad, biorracional, control.

### Abstract

Thrips *Frankliniella occidentalis* (Thysanoptera: Thripidae) are pest insects of global economic importance due to the damage they cause to the agricultural sector. Its control is framed in Integrated Pest Management (IPM) programs, chemical control being the most used conventional tool for thrips control. These insects are subject to high selection pressure due to the irrational use of chemically synthesized insecticides that cause loss of sensitivity or resistance to many insecticide molecules. According to this, the research evaluates the efficacy of the biorational insecticide Spinosad 48%SC combined with two surface-active adjuvants, one from the organosilicon group and the other one from the group of ethoxylated alcohols. The research was carried out at the entomology research facilities of the Fundación Instituto Entoma in Chía - Cundinamarca. The bioassay was carried out under a completely randomized design (CRD), with seven treatments that included an absolute control and dosages of Spinosad with and without adjuvants, each with 5 repetitions in experimental units of 10 adults of *F.occidentalis* thrips. The application of the treatments was carried out by two input modes: treated surface (ingestion) and direct contact (topical), where mortality variables were evaluated at three and seven days after application based on the efficacy formula of Henderson & Tiltons (1965), additionally, an ANOVA analysis of variance with Tukey's test ( $p>0.05$ ) was applied to determine differences between treatments. The results show a high efficacy in T4 (Spinosad + organosilicon adjuvant) by treated surface (ingestion) with 41.2% mortality and by direct contact (topical) the maximum efficacy was 30% in T6 (Spinosad + adjuvant ethoxylated alcohol), concluding that the addition of adjuvants increases the efficacy of the biorational insecticide Spinosad 48% SC, on adult thrips *F.occidentalis*.

**Keywords:** Thrips, Spinosad, biorational, control.

## Tabla de Contenido

Lista de Figuras .....	9
Lista de Tablas .....	10
Introducción .....	11
Planteamiento del problema.....	13
Justificación .....	14
Objetivos .....	16
Objetivo General .....	16
Objetivos Específicos.....	16
Marco Conceptual.....	17
Marco Teórico.....	20
1. Trips .....	20
1.1. Biología .....	20
1.2. Taxonomía.....	23
1.3. Sintomatología y daños .....	24
1.4. Manejo Integrado de Plagas en <i>Frankliniella occidentalis</i> . .....	25
2. Los Coadyuvantes.....	29
3. Insecticida Spinosad.....	30
Marco Metodológico.....	32
1. Localización.....	32
2. Diseño experimental .....	32

3. Materiales.....	35
4. Método .....	36
Discusión y análisis de resultados.....	39
1. Determinación de la mortalidad de adultos de <i>Frankliniella occidentalis</i> por el efecto del insecticida Spinosad 48% SC con y sin uso de coadyuvantes tensoactivos.....	39
2. Contraste de la eficacia del insecticida Spinosad con y sin uso de coadyuvantes tensoactivos a los tres (3) y siete (7) días después de aplicado.....	41
3. Comparación de la eficacia del insecticida Spinosad con y sin uso de coadyuvantes tensoactivos entre el modo de entrada superficie tratada (Ingestión) y contacto directo (Tópica).....	45
Conclusiones.....	48
Recomendaciones .....	50
Anexos .....	51
Bibliografía .....	53



## Lista de Figuras

<b>Figura 1.</b> <i>Ciclo de vida de Frankliniella occidentalis</i> .....	14
<b>Figura 2.</b> <i>Clasificación taxonómica de F.occidentalis</i> .....	18
<b>Figura 3.</b> <i>Modos de entrada</i> .....	35
<b>Figura 4.</b> <i>Verificación de la calidad de la aplicación con Tinopal CBX-S</i> .....	35
<b>Figura 5.</b> <i>Análisis de varianza ANOVA con test de Tukey (<math>p \leq 0,05</math>) para los modos de entrada</i> <i>A. Superficie Tratada B. Contacto directo</i> .....	36
<b>Figura 6. A.</b> <i>Porcentajes de mortalidad absoluta para los modos de entrada Superficie</i> <i>Tratada vs Contacto Directo. B. Eficacia Henderson &amp; Tilton's (%) para los modos de</i> <i>entrada Superficie Tratada vs Contacto Directo</i> .....	36
<b>Figura 7.</b> <i>Análisis de varianza ANOVA con test de Tukey (<math>p \leq 0,05</math>) para el modo de entrada</i> <i>Superficie Tratada</i> .....	37
<b>Figura 8.</b> <i>Análisis de varianza ANOVA con test de Tukey (<math>p \leq 0,05</math>) para el modo de entrada</i> <i>Contacto directo</i> .....	37
<b>Figura 9. A.</b> <i>Porcentajes de mortalidad absoluta promedio para el modo de entrada</i> <i>Superficie tratada a los 3 y 7 días después de aplicado B. Eficacia Henderson &amp; Tilton's (%)</i> <i>para el modo de entrada Superficie tratada a los 3 y 7 días después de aplicado</i> .....	39
<b>Figura 10. A.</b> <i>Porcentajes de mortalidad absoluta promedio para el modo de entrada</i> <i>Contacto directo a los 3 y 7 días después de aplicado B. Eficacia Henderson &amp; Tilton's (%)</i> <i>para el modo de entrada Contacto Directo a los 3 y 7 días después de aplicad</i> .....	39
<b>Figura 11.</b> <i>Análisis de varianza ANOVA con test de Tukey (<math>p \leq 0,05</math>) para todos los</i> <i>tratamientos</i> .....	41

**Lista de Tablas**

<b>Tabla 1.</b> <i>Tratamientos del diseño experimental</i> .....	31
---	----

## Introducción

La producción agrícola en Colombia es un renglón importante de la economía, dinamizador de desarrollo y de seguridad alimentaria. El Ministerio de Agricultura (2021), menciona un crecimiento del 3,8% en el segundo trimestre del 2021, gracias al aporte del sector hortofrutícola, la floricultura y la agroindustria. Detrás del éxito en estas cifras, existe todo un proceso de planeación y producción que requiere de conocimiento, tecnología, innovación y mercadeo que tienen un impacto en la generación de una producción agrícola sostenible.

De acuerdo a lo anterior, es importante mencionar que dentro de los procesos de la producción agrícola, el Manejo Integrado de Plagas (MIP) resulta vital en el éxito de la apuesta productiva teniendo en cuenta que un control de plagas puede llegar a reducir el porcentaje de daños en los cultivos siempre y cuando se apliquen los principios de observación, cuantificación, prevención e intervención, sin que se afecte la inocuidad de los productos y el medio ambiente, (ICA, *s.f.*).

En tal sentido, una de las plagas de mayor impacto económico en cultivos de hortalizas, frutales y ornamentales son los trips *Frankliniella occidentalis* (Thysanoptera: Thripidae), éstos artrópodos son de importancia cuarentenaria, pues su biología, morfología y hábitos afectan la calidad en los sistemas productivos agrícolas debido a los daños que ocasionan las ninfas y los adultos de manera directa cuando se alimentan de las plantas y los daños indirectos que ocasionan al transmitir virus, (Moreno M. 2020).

Por lo anterior, el manejo de los trips debe estar basado en los esquemas del MIP, principios que aumentan la eficiencia y éxito en su control intervenido por los controles cultural, físico, etológico, biológico, legal y químico, (ICA *s.f.*). Uno de los controles mayormente utilizados es el químico (Hernández L, *et.al.* 2018) y se accede a éste como

última estrategia para disminuir la incidencia de los trips por su alta eficacia y velocidad de acción, ventajas comparativas con otros métodos si se toman las medidas técnicas adecuadas como correcta elección de los insecticidas, dosificación, momento oportuno de aplicación y calidad de la aplicación, (Leiva P.D. *s.f*)

Sumado a lo anterior, dentro de las herramientas que complementan el control químico, se encuentra el uso de coadyuvantes, que son moléculas que permiten mejorar la eficiencia de una aplicación de agroquímicos ya que facilitan una mayor cobertura de la aplicación en las plantas, aumentan la penetración en los tejidos vegetales e inclusive mejoran las características físico químicas del agua en la preparación de las aplicaciones, (Prado B. *et.al.*, 2003)

Con lo mencionado anteriormente, el presente trabajo de investigación permite demostrar la favorabilidad de usar coadyuvantes tensoactivos como herramienta complementaria que contribuye a aumentar la eficacia del insecticida neurotóxico Spinosad en el control de adultos de *Frankliniella occidentalis*, bajo condiciones de laboratorio, con el fin de conocer el comportamiento del insecticida con y sin coadyuvantes en los blancos biológicos a través de los modos de entrada superficie tratada (ingestión) y contacto directo(tópica).

### **Planteamiento del problema**

Los trips *Frankliniella occidentalis*, son considerados como una plaga de importancia mundial debido a los daños económicos que ocasiona en la producción agrícola, gracias a su adaptabilidad, alta capacidad reproductiva, hábitos alimenticios e invasividad, sumado a las practicas inadecuadas de manejo y a la problemática de resistencia a diferentes moléculas insecticidas, (Bustillo A, 2009).

Situación que se agrava con la dependencia y uso rutinario de moléculas insecticidas con un mismo ingrediente activo o mecanismo de acción, lo que inicialmente permite el control de la plaga y que a futuro se ve alterado a partir de la naturaleza tigmotáctica de los trips, ventaja que puede restringir la exposición directa a los insecticidas (Reitz S. 2009), por lo tanto, aquellos individuos que sobreviven a las aplicaciones están sometidos a una presión de selección, que al final reflejan altos índices de ineficiencia en el manejo de dicha plaga, (Fernández J., 2019)

Por lo anterior, es un agravante si en la parte técnica no se conocen y utilizan adecuadamente las estrategias adecuadas de manejo de los productos fitosanitarios como lo son el estado del cultivo, umbrales de daño y biología de la plaga pues se condiciona a que la técnica de aplicación sea ineficiente y se incurra en pérdidas económicas, (Metroflor, 2018). En tal sentido, los bajos controles e ineficacia de las herramientas de control tienen implicaciones en el tema productivo, que se traduce en disminución del rendimiento en los cultivos, disminución de la calidad de los productos y por ende dificultades en la comercialización y aumento de costos afectando la relación costo – beneficio.

## Justificación

Los trips *Frankliniella occidentalis* hacen parte del programa de vigilancia en plagas de control oficial por parte del Instituto Colombiano Agropecuario (ICA, 2012) y su manejo se basa en las diferentes estrategias de control existentes con el fin de mantener al margen las poblaciones y disminuir los daños que ocasionan. En tal sentido, es común utilizar como control el uso racional de agroquímicos, que comparado frente a otros métodos de control ofrece una rápida acción, pues reduce las poblaciones plagas en menor tiempo, siempre y cuando se apliquen las medidas apropiadas en cuanto a correcta elección del producto y dosificación, momento oportuno, estado y umbral de daño de la plaga y correcta elección de la técnica de aplicación, (Alburez J., 2018)

Basado en lo anterior, con la presente investigación se busca evaluar un insecticida biorracional neurotóxico del grupo de los Spinosines (Spinosad), mezclado con dos clases de coadyuvantes tensoactivos (un organosiliconado y un alcohol etoxilado) y comparar en términos de mortalidad la eficacia sobre adultos de *trips Frankliniella occidentalis*. La investigación es realizada bajo condiciones controladas de laboratorio en las instalaciones del laboratorio de investigación en entomología de la Fundación Instituto Entoma en Chía – Cundinamarca.

Con esta investigación se pretende comprobar la eficacia del insecticida Spinosad junto con el uso de coadyuvantes como herramienta que complementa el control químico para trips, cuantificando su efecto en la mortalidad de los insectos de una forma demostrativa y así contar con argumentos sobre los aspectos a tener en cuenta para la aplicación de productos fitosanitarios y brindar a los tomadores de decisiones de los sistemas de producción agrícola propuestas eficientes en el control químico para la disminución la incidencia de los trips *Frankliniella occidentalis* en los cultivos donde se encuentren presentes.

Para garantizar la fiabilidad de los resultados, la investigación se realiza bajo condiciones controladas a nivel de laboratorio de tal forma que se garantice homogeneidad en los procesos, condiciones ambientales, tratamientos, toma y análisis de datos, contando con los insumos como crías de trips, material vegetal en buen estado y las prácticas de manejo seguro de plaguicidas para las aplicaciones a los blancos biológicos en laboratorio.

## Objetivos

### Objetivo General

Evaluar la eficacia del insecticida Spinosad con el uso de dos coadyuvantes tensoactivos sobre adultos de *Frankliniella occidentalis* bajo condiciones de laboratorio.

### Objetivos Específicos

Determinar la mortalidad de adultos de *Frankliniella occidentalis* por el efecto del insecticida Spinosad con y sin uso de coadyuvantes tensoactivos.

Contrastar la eficacia del insecticida Spinosad con y sin uso de coadyuvantes tensoactivos a los tres (3) y siete (7) días después de aplicado.

Comparar la eficacia del insecticida Spinosad con y sin uso de coadyuvantes tensoactivos entre el modo de entrada superficie tratada (Ingestión) y contacto directo (Tópica) sobre adultos de *Frankliniella occidentalis*.



## **Marco Conceptual**

Es pertinente realizar un abordaje sobre aquellas referencias, conceptos y definiciones que permitan dar claridad acerca de los aspectos que se tratan y soportan la presente investigación con el fin de que sirvan de comprensión e interpretación de los resultados que derive el trabajo, en tal sentido, dicha definición de conceptos se describe a continuación.

### **Insecticida biorracional**

Según O'Farrill N.H. (s.f) los insecticidas biorracionales son sustancias derivadas de microorganismos plantas o minerales, que también pueden ser sintéticas similares o iguales a otras sustancias presentes en la naturaleza, se caracterizan por poseer baja toxicidad a los vertebrados y humanos, pueden ser específicos para algunas plagas por lo que son considerados benignos y no tan perjudiciales para el medio ambiente si se compara con los insecticidas convencionales.

### **Resistencia a insecticidas**

Acorde con el IRAC (s.f) la resistencia es definida como “un cambio heredable en la sensibilidad de una población, que se refleja en repetidos fallos de eficacia de un producto, usado de acuerdo con las recomendaciones de etiqueta para esa plaga” dando como resultado descendencia resistente y predominante en una población y puede ser constante y agravante si no se aplican las medidas de rotación de insecticidas en base a su mecanismo de acción.

### **Presión de selección**

Cuando se realiza la aplicación continua de insecticidas con un mismo modo o mecanismo de acción, la selección de individuos resistentes es continua y por tanto aumentarán mientras que los susceptibles bajan, haciendo ineficaz la molécula insecticida, la presión de selección aumenta con la variación de las tasas de reproducción para cada especie,

la migración, tasa de aplicaciones y los ambientes donde se encuentren dichas poblaciones, (IRAC, s.f)

### **Mecanismo de acción**

Las moléculas insecticidas utilizadas para controlar insectos tienen la particularidad de ejercer su función actuando principalmente por la inhibición de enzimas en sitios específicos como en el sistema nervioso, muscular o digestivo para lograr una acción biocida, IRAC (s.f), por lo tanto es importante tener en cuenta la clasificación de grupos del IRAC (Insecticide Resistance Action Committee), con el fin de conocer los mecanismos de acción de los insecticidas para abordar correctamente los programas de control de plagas.

### **Tigmotagismo**

Es una táctica que han desarrollado algunas especies de artrópodos en la cual, los individuos se sienten atraídos por sitios estrechos que ofrecen lugares de protección contra la acción de factores meteorológicos y enemigos naturales, actúan como refugio y proporcionan alimento de calidad, cuando se presenta de este modo se le denomina tigmotactismo positivo (Nondillo A., *et.al.* 2009).

### **Dimorfismo sexual**

Se refiere a las diferencias fenotípicas entre macho y hembra de una especie, pero no está relacionado con los órganos sexuales (Camargo O., 2012), entre las diferencias que se pueden encontrar son que las hembras son más grandes que los machos (Varón D. E. *et.al.* s.f) o viceversa, la coloración es un indicativo de dimorfismo sexual, así como la presencia o ausencia de estructuras anatómicas diferenciales.

## **Arrenotoquia**

Partenogénesis se denomina a la reproducción asexual- unisexual que se da en diversas especies en la cual las hembras originan descendencia sin fecundación intervenida por los machos, (López M. N. 2004). Las hembras diploides normalmente se producen sexualmente, a partir de óvulos fertilizados, mientras que los machos haploides se desarrollan a partir de óvulos no fertilizados a través de la partenogénesis Arrenotoquia (arrhenotokous). Es importante mencionar la partenogénesis Telitoquia (Thelytoky), que es una vía de reproducción en la cual los óvulos no fertilizados dan como resultado descendencia hembra diploide, (Valega O, *s.f*)

## **Alostérico**

El termino alostérico hace referencia a 'otro sitio', es decir que puede ser una molécula que actúa en un lugar distinto de aquel en el que se ejerce normalmente un efecto, lo cual quiere decir que dichas moléculas se unen generalmente a una enzima en un lugar diferente en el sitio activo, modificando la función de dicho sitio produciendo un efecto similar o antagónico ya sea modulando, activando o bloqueando, (Khan Academy, *s.f*)

## Marco Teórico

### 1. Trips

*Frankliniella occidentalis* (Thysanoptera: Thripidae) es un insecto originario de California - Estados Unidos, registrado por primera vez en Colombia en 1986 en un invernadero de crisantemo de la Sabana de Bogotá (Cárdenas E. *et.al.* 2003). *F. occidentalis* es cosmopolita y polífaga, es decir que afecta diversidad de cultivos frutales, ornamentales y hortícolas, siendo así una plaga de gran importancia económica, (Viglianchino L. 2013).

#### Figura 1.

*Ciclo de vida de Frankliniella occidentalis*



**Nota:** Ciclo de vida de los trips. Reproducido de Fundación Instituto Entoma [Página oficial de Facebook]. Todos los derechos reservados (2022).

#### 1.1. Biología

La llegada y extensión de los trips *Frankliniella occidentalis* en los sistemas productivos agrícolas de Colombia ha sido un problema mayúsculo cuando su comportamiento lo convierte en plaga, pues alteran notablemente los cultivos donde se encuentran, por ello es de importancia conocer las características de dicha plaga en cuanto a su comportamiento, hábitos y biología, (González J. *et.al.* 1992).

### 1.1.1. Ciclo de vida

El ciclo de vida completo de *Frankliniella occidentalis* desde huevo a adulto depende en gran medida de condiciones ambientales como la temperatura, la humedad relativa y disponibilidad de alimento, por lo tanto, el ciclo puede durar hasta 15 días y la longevidad del adulto alcanzar los 57 días. Se caracterizan por ser hemimetábolos condición neometabola pues poseen los estados pseudo-prepupa y pseudo-pupa. Los trips tienen un ciclo de vida corto y una gran capacidad de reproducción como lo indica Bustillo A. (2009). Poseen dimorfismo sexual, siendo los machos más pequeños y más claros que las hembras. (Viglianchino L. 2013)

**Huevo:** Las hembras ponen los huevos en la cutícula de los tejidos vegetales, protegiéndolos de depredadores e insecticidas. Son de forma reniforme sin micrópilo y de aspecto blanquecino, mide 0,27 x 0,11 mm, siendo incubado hasta la emergencia de la larva al quinto día (Cárdenas E. y Corredor D. 1989).

**Ninfa:** posee dos instares ninfales activos, son de color amarillento, aun no presentan ojos compuestos ni ocelos, y ya poseen una diferenciación sexual, en este estado puede durar entre 5 y 8 días, (Cárdenas E. y Corredor D. 1989)

**Pseudo Prepupa:** es un estado inactivo en cuanto a alimentación, son poco móviles y generalmente se encuentran en el suelo (Viglianchino L. 2013), se diferencia la formación de pterotecas las cuales darán forma a las alas, son de aspecto amarillento y pueden durar de 4 a 6 días en este estado, (Cárdenas E. y Corredor D. 1989)

**Pseudo Pupa:** al igual que la prepupa no se alimentan y se mueven poco, en este estado ya poseen una diferenciación en las alas y las antenas encorvadas hacia atrás. Su ciclo ronda los 3-5 días, (Cárdenas E. y Corredor D. 1989)

**Adulto:** Los adultos pueden ser de color amarillento – marrón, las hembras pueden medir 1,2 mm y los machos 0,9 mm (Bustillo A.,2009), se alimentan activamente de las células vegetales superficiales gracias a su aparato bucal picador – suctor (Goldarazena A. 2015). Su longevidad media es de 26 a 35 días, (Viglianchino L. 2013).

El tiempo total de desarrollo de huevo a adulto oscila entre 17,5 días a 25°C. Con condiciones óptimas una hembra de trips puede ovipositar 317 huevos por partenogénesis y 301 por reproducción sexual, reportando una longevidad máxima en adulto hasta 86 días, (Pujota A. 2013)

Los trips presentan tigmotactismo positivo (Reitz, S. 2009), es decir que se sienten atraídos por sitios estrechos de las plantas, como las flores o los ápices de las ramas, que representan refugio y protección contra depredadores y muchas de las estrategias de control.

### **1.1.2. Reproducción**

La reproducción de *F. occidentalis* se da por dos vías: sexual y asexual, en la reproducción sexual la descendencia son hembras y en la reproducción asexual dada por partenogénesis del tipo arrenotoquia la descendencia son únicamente machos, (Sanderson J.P., 1990). Cárdenas *et.al* (2003), mencionan que las hembras son diploides y los machos haploides, de igual manera en reproducción sexual la proporción de hembras en la descendencia es del 87,5%. La reproducción es continua y presenta sobreposición de generaciones; estimándose alrededor de seis generaciones durante la vida de las hembras de una cohorte en condiciones de laboratorio.

## 1.2. Taxonomía

Los trips pertenecen al orden Thysanoptera. La palabra Thysanoptera proviene del griego tysanos, que significa “flecós” y pteron, que significa “ala”; es decir, estos insectos poseen alas con flecos (Discover life, *s.f*).

Los trips se dividen en dos subórdenes: Terebrantia y Tubulifera, diferenciándose morfológicamente en el último segmento del abdomen y por el sistema ovipositor. En Terebrantia, el último segmento es algo redondeado y con el ovipositor aserrado y retráctil, lo que le facilita a la hembra romper los tejidos vegetales para depositar los huevos; este suborden es el que presenta la mayoría de especies que ocasionan daños a los cultivos. En el suborden Tubulifera, el último segmento abdominal es tubular y carece de ovipositor, (Flórez y Corredor, 2000), no se reportan especies de este suborden como plagas de cultivos.

Los trips Terebrantia, específicamente los que pertenecen a la familia Thripidae, son los que tienen importancia agrícola. Dentro de esta familia, los trips de mayor relevancia como plaga de cultivos hortofrutícolas y ornamentales pertenecen a dos géneros ampliamente conocidos: *Frankliniella* y *Thrips* (Cárdenas E. y Corredor D., 1993).

Ebratt E., (2020), menciona que el género *Frankliniella* posee más de 230 especies de trips, de los cuales el 90% son neotropicales, destacándose *Frankliniella occidentalis*, que se distribuye desde Norteamérica hacia Sur América, y *Frankliniella panamensis*, que se encuentra entre Costa Rica, Panamá, Colombia y otros países de Suramérica.

**Figura 2.***Clasificación Taxonómica de F.occidentalis*

<b>Phylum:</b>	Arthropoda
<b>Clase:</b>	Insecta
<b>Orden:</b>	Thysanoptera
<b>Suborden:</b>	Terebrantia
<b>Familia:</b>	Thripidae
<b>Subfamilia:</b>	Thripinae
<b>Tribu:</b>	Thripini
<b>Género:</b>	<i>Frankliniella</i>
<b>Especie:</b>	<i>Frankliniella occidentalis</i> P. 1895

**Nota:** Tomado de Vásquez V. (2013)

**1.3. Sintomatología y daños**

Reitz S. (2009) menciona que los estados ninfales y adultos de *F. occidentalis* son los que causan los daños en las plantas cuando se alimentan, pues extraen los fluidos de las células vegetales, por lo general en tejidos en desarrollo, provocando que los síntomas como puntos cloróticos y deformaciones se observen cuando las hojas, flores y frutos maduran, inclusive provocan aborto de flores y frutos con ataques masivos.

De igual manera, Smith H. *et.al* (2020), señalan que los trips *F. occidentalis* provocan síntomas comunes como hojas y frutos deformes, blanqueamiento y decoloración de hojas y flores, tejidos necróticos, defoliación y enanismo generalizado. Otro de los daños directos en los tejidos es el ocasionado por la ovoposición, pues la hembra al insertar la valva provoca ruptura de los tejidos produciendo una respuesta fisiológica de manchado en la zona afectada, así mismo con la emergencia de la larva se induce deformación del tejido vegetal, (Reitz S. 2009)



Además, otro de los daños de mayor importancia provocado indirectamente por *F. occidentalis* es la capacidad de ser transmisor de diversos virus como el de la marchitez manchada del tomate (Tomato spotted wilt virus = TSWV) o comúnmente llamado virus del bronceado del tomate, (Vargas R., y Urbillo A., 2005), virus que puede ocasionar hasta un 80% en pérdidas como lo menciona Jiménez C., *et.al.* 2013.

#### **1.4. Manejo Integrado de Plagas en *Frankliniella occidentalis*.**

El control de los trips está enmarcado en estrategias y herramientas de Manejo integrado de Plagas (MIP) que buscan disminuir y controlar la incidencia de la plaga en los cultivos a través de la prevención, monitoreo y control. Las estrategias que se pueden encontrar son:

##### **1.4.1. Control cultural**

Se basa en realizar labores y acciones preventivas en las cuales se manipule el medio ambiente que favorece las condiciones para el establecimiento de la plaga, para evitar precisamente que se establezcan los insectos. Las labores más adecuadas son remoción de suelo o sustrato para exponer los estados de prepupa –pupa, controlar otras plantas hospederas como las arvenses alrededor del cultivo a través de desyerbes y aporques, los desechos y residuos de cosecha y podas deben ser dispuestos en lugares envueltos con cintas de color azul y amarillo como trampas atrayentes de los insectos y evitar así su diseminación, (Vázquez V., 2013)

##### **1.4.2. Control físico**

Esta estrategia se basa en el uso de agentes físicos como fuerza, calor o barreras que afecten el medio donde se encuentren establecidos los insectos. Dentro de los controles físicos se encuentran las barreras físicas como las mallas antitrips que rodean los cultivos, Agrisolver (2019). También es común el uso de sopladoras cuya descarga de aire expulsa los

trips que quedarán adheridos a una pantalla con adhesivo, de igual manera el uso de calor, fuego o agua caliente aplicados al suelo, son un método para romper el ciclo de *F.occidentalis*, cuando se encuentran en estado de pre pupa – pupa, (Fajardo K., 2017).

#### **1.4.3. Control biológico**

Estrategia que utiliza enemigos naturales de la plaga como medio de control. Dentro de enemigos de la clase Insecta para trips, Gonzalez J., et.al (1992) reportan hemípteros de la familia *Anthocoridae*, con tres o cuatro especies del género *Orius*, y los trips de la familia *Aeolothripidae*. Destacan también los ácaros fitoseidos *Amblyseius cucumeris* (Oudemans) y *Amblyseius barkeri* (Hughes). Fajardo K., (2017) menciona el uso del parasitoide *Thripobius semiluteus* (Himenóptero) como controlador de estados inmaduros de trips. En cuanto a hongos entomopatógenos es común la aplicación de *Beauveria bassiana*, *Paecilomyces fumoroseus* y *Metarhizium anisopliae*.

#### **1.4.4. Control legal**

Consiste en la implementación de normativas administrativas y legales con el fin de evitar la introducción y dispersión de plagas a través de estrategias como la cuarentena vegetal, el control fitosanitario y regulaciones de insumos, (Martínez N. 2010).

De este modo, el Instituto Colombiano Agropecuario (ICA) y de acuerdo al Decreto 4765 de 2008, expide la Resolución 2895 DE 2010, “Por medio de la cual se establecen las plagas cuarentenarias sometidas a control oficial ausentes y presentes en el territorio nacional.” donde se encuentra incluido el insecto plaga *Frankliniella occidentalis*.

En tal sentido, la Subgerencia de protección vegetal del Instituto Colombiano Agropecuario ICA expide boletines con diferentes tipos de alertas indicando “Alertas tempranas fitosanitarias” sobre plagas que incluyen los trips y otros artrópodos, (ICA 2019). Así mismo, brinda información importante sobre la exportación de material vegetal teniendo

en cuenta los parámetros designados por el ICA que incluyen la certificación de los predios, implementación de estrategias de Manejo Integrado de Plagas y Buenas Prácticas Agrícolas, expedición de certificado fitosanitario del asistente técnico del material a exportar.

Por otro lado, el ICA como entidad de control técnico sobre las importaciones de insumos destinados a la actividad agropecuaria, con el fin de evitar la introducción de plagas y enfermedades que afecten la productividad y calidad de la producción agropecuaria del país expide la Resolución 075486 de 2020, “*por la cual se establecen los requisitos y procedimientos para el registro a ampliación de uso de plaguicidas químicos de uso agrícola y bioinsumos a través del mecanismo de historial de uso*” (ICA, 2020), actualizando así permanentemente los productos que son utilizados para el control de plagas y enfermedades en la producción agrícola.

#### **1.4.5. Control bioquímico**

Hace referencia a los extractos extraídos de plantas u otros organismos y que tienen potencial como insecticidas o repelentes. Carrillo B (2001), demostró que la Azaridactina o extracto del árbol de Neem, redujo el daño a un 5% en los botones florales de clavel ocasionado por trips. Neira M. y Velastegui J.(2010), manifestaron que los extractos de hierba mora (*Solanum nigrum L.*) y de menta (*Mentha rotundifolia*) lograron controlar en un 84.13% y 71.43% respectivamente las poblaciones trips. Así mismo Fernandez J. (2019), demostró el efecto de repelencia del extracto ajo-aji en *F. occidentalis* en el cultivo de rosa bajo invernadero.

#### **1.4.6. Control etológico**

El control etológico se refiere a manipulación de la conducta o comportamiento de los artrópodos, basado en los órganos de los sentidos de visión, tacto y olfato, (Sánchez H., 2021), dicho control se enfoca en el uso de atrayentes de luz o color, cebos y feromonas.

Esencialmente, la interacción de los insectos como trips se da mediante señales semioquímicas, las intraespecíficas como las feromonas que permiten la comunicación entre los individuos de la misma especie y las interespecíficas como las kairomonas, alomonas y sinomonas, producidas por las plantas, atractivas para los insectos, (Salgado C., 2020).

Por lo anterior, se deben utilizar aquellos estímulos hacia fuentes atrayentes como trampas de colores, de feromonas y/o kairomonas. Sánchez H. (2021), menciona que el uso de cintas trampas atrayentes de color amarillo y azul son una estrategia eficiente para disminuir las poblaciones de trips. De igual manera Salgado C. (2020), propone la combinación de kairomonas junto con trampas atrayentes de color azul, pues esta alternativa aumenta en un 30% el control de trips *F. occidentalis*.

#### **1.4.7. Control Químico**

El control químico es la última herramienta a la que se debe acudir para el control de una plaga y su aplicación debe estar enmarcada en programas definidos de MIP, teniendo en cuenta los parámetros del IRAC (Insecticide Resistance Action Committee), en cuanto a adecuado manejo y rotación de los diferentes mecanismos de acción de los insecticidas con el fin de reducir la creación de resistencia de la plaga tratada a los diferentes ingredientes activos de insecticidas, (Pujota C. 2013)

Por consiguiente y acorde con lo mencionado por Martínez J. (2020), el control químico es la herramienta más utilizada para disminuir las poblaciones plaga en los cultivos si se supera el porcentaje de infestación permitido o el umbral de daño económico. Se debe tener en cuenta un aspecto importante y es la alta capacidad de los trips de generar resistencia a los insecticidas, pues esta especie está expuesta a una constante presión de aplicación de insecticidas especialmente en ambientes semi controlados como invernaderos.

Como consecuencia existe susceptibilidad a adquirir resistencia, ésta resistencia o

tolerancia a las moléculas insecticidas es conferida gracias a sistemas enzimáticos que permiten metabolizar tanto metabolitos o aleloquímicos producidos por las plantas y los ingredientes activos de insecticidas como piretroides, carbamatos y organofosforados, permitiendo así que el organismo genere una desintoxicación metabólica generando resistencia cruzada con otros insecticidas, (Reitz, S. 2009).

## **2. Los Coadyuvantes**

Los coadyuvantes son sustancias o compuestos que son adicionadas al tanque de preparación de mezcla de los agroquímicos como complemento efectivo para aumentar la eficacia de la aplicación al potencializar la acción de los ingredientes activos de los insecticidas ya que mejoran la cobertura de la solución preparada sobre los blancos biológicos, minimizando pérdidas por evaporación y deriva, además de ayudar a penetrar la cutícula de los insectos y las plantas, y corregir algunos aspectos físico-químicos del agua (Sazo L. et.al, 2008).

De este modo, los coadyuvantes pueden clasificarse en activadores y utilitarios. Dentro de los coadyuvantes activadores se encuentran los tensioactivos, los penetrantes y adherentes. Los coadyuvantes tensioactivos más utilizados en el mercado pertenecen al grupo no iónicos y están divididos en órgano-siliconados y alcoholes, estos al ser añadidos a los tanques de pulverización tienen la particularidad de reaccionar en la mezcla reduciendo la tensión superficial de las gotas, permitiendo que el producto se extienda y humecte toda la superficie asperjada (Magdalena J. et. al. 2010), asegurando una mayor área de contacto para los artrópodos. La elección del coadyuvante debe estar condicionada por la sistemicidad del insecticida, movilidad del blanco biológico y de la superficie vegetal.

En relación a los coadyuvantes, los agentes tensoactivos del orden de los siliconados u organosiliconados generalmente son ‘no iónicos’, es decir que no se disocian en el agua con

otros iones, son particularmente eficientes pues a concentraciones bajas tiene la capacidad de reducir notablemente la tensión superficial de las gotas a 22 dinas/cm<sup>2</sup>, su composición química es basada en polímeros de sílice y silicona, polisiloxanos, que conformaría la parte hidrofóbica y otra parte hidrofílica compuesto de óxidos de etileno, (Calderón M., Valdivieso K., 2019)

Respecto a los coadyuvantes tensoactivos del grupo alcoholes etoxilados o alcoholes lineales no ramificados son de igual manera ‘no iónicos’ y provienen de varias fuentes, al ser lineales les da la particularidad de ser rápidamente biodegradables Los alcoholes utilizados en los tensoactivos, generalmente contienen entre 10 y 18 átomos de carbono, lo más común de 12 a 15, (Alfaro R., 2019), reduce la tensión de las gotas entre 26 a 28 dinas/cm<sup>2</sup>.

### **3. Insecticida Spinosad**

El Spinosad es un insecticida neurotóxico de origen natural producido por la fermentación de una bacteria actinomiceta denominada *Saccharopolyspora spinosa* (Tao H., et.al 2018), el spinosad está clasificado como un compuesto de bajo riesgo ambiental y toxicología reducida por lo que se le considera un insecticida biorracional, en un contexto de agricultura sustentable, (Benavides M., 2021).

Respecto a las características del Spinosad, está compuesto de spinosyn A + spinosyn D, insecticida perteneciente a la clase química de los spinosines del grupo 5 del IRAC (Insecticide Resistance Action Committee), cuyo mecanismo de acción es “Modulador alosterico del receptor nicotínico de la acetilcolina sitio I (nAChR)”, (IRAC, s.f), y de los receptores GABA (Acido gamma amino butírico)”, (Rimoldi F. et.al, 2015), afectando la sinapsis en el sistema nervioso central de los insecto, provocando una transmisión continua e incontrolada de impulsos nerviosos, causando temblores, parálisis, fatiga y muerte del

insecto. Su modo de entrada es básicamente por ingestión y contacto y casi nula fase de vapor (Montenegro L., 2014).

Cabe recordar, que los trips *F. occidentalis* tienen alta capacidad de generar resistencia debido a la alta presión de selección con los insecticidas de síntesis química a los que son sometidos constantemente y la llegada del Spinosad ofrece una alternativa eficaz para disminuir dicha presión de selección, como lo menciona Quinto V., (2007). En ese orden de ideas, Bielza P., (2008) y Quinto V. (2007), indican que la resistencia al Spinosad no es de carácter metabólica, sino que se debe a la alteración en el sitio activo donde actúa el Spinosad, además no se presenta resistencia cruzada con otros ingredientes activos, por lo tanto, la resistencia a Spinosad se reduce significativamente en ausencia de presión de selección y presencia de poblaciones susceptibles.

## Marco Metodológico

La presente investigación se desarrolla a partir de un diseño metodológico experimental con enfoque cuantitativo bajo condiciones controladas de laboratorio, en las cuales se garantiza homogeneidad durante todo el desarrollo de la investigación con el fin de reducir y minimizar los errores que se pueden acarrear con el manejo de organismos vivos especialmente con artrópodos como los trips *F. occidentalis*.

### 1. Localización

El desarrollo de esta investigación fue realizada en el municipio Chía–Cundinamarca, en el laboratorio de investigación en entomología de la Fundación Instituto Entoma, organización privada nacida en el año 2016 de la empresa Naturavisión, Imágenes Científicas SAS, las cuales tienen el propósito de fortalecer el conocimiento científico apoyado de medios visuales, ofreciendo servicios de divulgación científica a través de la investigación y educación en el área de la entomología agrícola.

La contribución de la Fundación Instituto Entoma y Naturavision a la presente investigación reside en el uso de sus instalaciones, equipos de laboratorio, material biológico, los productos de prueba y equipos audiovisuales que soportan la investigación, además de la asesoría y acompañamiento de los profesionales que pertenecen al equipo de investigación de la organización.

### 2. Diseño experimental

Este proyecto de investigación se desarrolló a partir de un diseño completamente aleatorizado o DCA, donde se proyectó el establecimiento de siete tratamientos de Spinosad con y sin coadyuvantes y cinco repeticiones bajo condiciones de laboratorio, con unidades experimentales correspondientes a una a una hoja cotiledonal de frijol (*Phaseolus vulgaris*), para un total de 35 unidades experimentales.



Cada unidad experimental tiene 10 individuos/replica de adultos trips *Frankliniella occidentalis*, ubicados en un recipiente plástico transparente de cultivo de tejidos de 34mm de diámetro x 10mm de alto que sella la hoja cotiledonal de frijol para evitar el escape de los trips y a su vez éstos tengan libertad de desplazarse y alimentarse por la porción de hoja disponible. El total de individuos adultos por tratamiento son 50.

A partir de esto se proyectó la evaluación de la variable mortalidad en dos momentos; a los tres y siete días después de la aplicación de los tratamientos y por dos modos de entrada que son Superficie tratada (Ingestión) y Contacto directo (Tópica), para el adecuado conteo y registro fue necesario la aplicación de la fórmula de eficacia descrita por Henderson & Tilton's (1955), *análisis no estadístico* que expresa resultados porcentuales de eficacia respecto al testigo cuando se presentan evaluaciones heterogéneas en el número de individuos por tratamiento debido a escape de algunos individuos durante o después del montaje de los tratamientos, dicha fórmula se expresa así:

$$\% \text{ Eficacia} = \left( 1 - \frac{n \text{ CaT} * n \text{ Tdt}}{n \text{ CdT} * n \text{ taT}} \right) * 100$$

Donde:

n CaT: número de individuos en control antes del tratamiento

n Tdt: número de individuos en tratamiento después de tratados

n CdT: número de individuos en control después del tratamiento

n taT: número de individuos en tratamiento antes de ser tratado

Finalmente se aplica un análisis de varianza ANOVA, para inferir la existencia de diferencias o variación entre los tratamientos ( $p \leq 0.05$ ) y un test de Tukey ( $p \leq 0.05$ ) para establecer la comparación de medias entre los tratamientos, a partir del paquete estadístico Infostat 2015.

**Tabla 1.***Tratamientos del diseño experimental*

TRAT. No.	MODO DE ENTRADA	SUSTANCIAS DE PRUEBA	DOSIS
T1	N/A	Testigo absoluto	N/A
T2	Superficie tratada (Ingestión)	Insecticida Spinosad sin Coadyuvante	Spinosad 48% : 0,1 cc/L
T3	Superficie tratada (Ingestión)	Insecticida Spinosad + Coadyuvante organosiliconado	Spinosad 48%: 0,1 cc/L Coadyuvante: 0.5cc/L
T4	Superficie tratada (Ingestión)	Insecticida Spinosad + Coadyuvante Alcohol etoxilado	Spinosad 48%: 0,1 cc/L Coadyuvante: 0.5cc/L
T5	Contacto directo (Tópica)	Insecticida Spinosad sin Coadyuvante	Spinosad 48%: 0,1 cc/L
T6	Contacto directo (Tópica)	Insecticida Spinosad + Coadyuvante organosiliconado	Spinosad 48%: 0,1 cc/L Coadyuvante 0.5cc/L
T7	Contacto	Insecticida Spinosad +	Spinosad 48%: 0,1

directo	coadyuvante Alcohol etoxilado	cc/L
(Tópica)		Coadyuvante: 0.5cc/L

**Nota:** Tratamientos de la investigación. Elaboración propia

### 3. Materiales

Para el desarrollo de la investigación se requirió de material biológico, insumos, materiales y equipos de laboratorio que se describen a continuación:

- Spinosad 480 SC: insecticida del grupo de los spinosines, proveniente de la fermentación de la bacteria *Saccharopolyspora spinosa*, cuya concentración es del 48%, su formulación corresponde a Suspensión concentrada (SC) con un rango de acción de control contra lepidópteros en estado larvario, algunos dípteros y trips. Pertenece a la categoría toxicológica III, es decir medianamente tóxico.
- Coadyuvante Organosiliconado: copolímero poliéter-polimetilsiloxano, concentración al 100%, formulado como Concentrado soluble (SL), es perteneciente al grupo de los compuestos órgano siloxanos modificados, actúa como humectante, surfactante y dispersante. Categoría toxicológica II: altamente tóxico.
- Coadyuvante Alcohol etoxilado: Sus ingredientes activos y concentraciones son: Alcohol etoxilado modificado, 294.29 g/L y agentes antiespumantes 11.48 g/L., formulado como Concentrado soluble (SL), actúa como surfactante, es decir que rompe la tensión superficial del agua y controlador de espuma. Pertenece a la categoría toxicológica III: medianamente tóxico.
- Adultos de *Frankliniella occidentalis*: provenientes de la cría establecida en el laboratorio de entomología del Instituto Entoma, correspondiente a una población traída de campo de la sabana de Bogotá.

- Plantas de fríjol (*Phaseolus vulgaris*) var. Bola roja, de 15-20 días después de emergidas.
- Cabina de extracción de gases digital: Labtech LFH-2120V. Remueve y extrae sustancias químicas peligrosas, estación de trabajo interior en acero inoxidable y recubrimiento de polvo epoxi, puerta de seguridad vidrio templado corrediza. Dimensiones internas de trabajo, 1050mm x 650mm x 1050mm. 120 voltios. Control de velocidad de aire de 0,3 – 1,0 m/s.
- Compresor de aire: eliteAIR, 125 PSI max. 1.0 HP, 12 litros.
- Aerógrafo: ADIR 668: de acción sencilla con adaptador de ¼” para compresor. Presión máxima 35 PSI. Alimentado por succión.
- Transferpipetas 0,2-2 µL y 20-200 µL
- Estereoscopio trinocular: JSZ-6S. distancia de trabajo 115mm., objetivo zoom 0.8x a 5x. sistema de iluminación tipo LED.
- Termohigrómetro: HTC-2 Digital. Rango de temperatura: -50°C ~ - 70°C. Rango de humedad: 10% ~ 99% RH
- Vidriería: Erlenmeyer 500mL, probeta 100mL, beaker 250mL, cajas petri cultivos de tejidos.

#### **4. Método**

El proyecto de investigación se desarrolló de manera sistematizada procurando disminuir el margen de error a través de procedimientos precisos que se organizan de la siguiente manera:

Alistamiento de las unidades experimentales; en aras de mantener la homogeneidad de las mismas y disminuir el error experimental se procedió a seleccionar las plantas de fríjol de entre 15 - 20 días de emergidas con apariencia turgente y sin alguna clase de daño de índole

mecánico o biológico y proporcionar de cada unidad experimental alimento para los trips y cobertura para los tratamientos a aplicar.

Aplicación de tratamientos por superficie tratada (Ingestión): la aplicación se realizó mediante micro aspersión en cabina de extracción de gases donde se colocaron las plantas de frijol, dispuestas de tal manera que el envés de las hojas queden verticalmente y de frente para recibir homogéneamente la aspersión de los tratamientos, la aplicación fue realizada con un aerógrafo colocado sobre un slider de fotografía automático y calibrado a una presión de 30 PSI y un volumen de descarga de 4ml para un área de 540 cm<sup>2</sup> a una distancia de 50 cm de las hojas cotiledonales de frijol (Figura 3A). Posteriormente los trips fueron colocados dentro de los recipientes de cultivo de tejidos que cubren una porción de la hoja asperjada, para luego ser trasladadas al cuarto de pos aplicación cuyas condiciones ambientales son: temperatura promedio de  $15,5 \pm 0,5^{\circ}\text{C}$ , humedad relativa del  $65 \pm 5\%$  y fotoperiodo 12:12.

Aplicación de tratamientos por contacto directo (tópica): los tratamientos son aplicados directamente al adulto de trips con transferpipeta de 0,2 -2  $\mu\text{l}$ , cada individuo recibe en promedio 1 $\mu\text{l}$  de solución insecticida, (Figura 3B), para luego repetir el procedimiento de ser colocados sobre la hoja cotiledonal sellada con el recipiente de cultivo de tejidos y colocados en el cuarto de pos aplicación con las mismas condiciones ambientales.

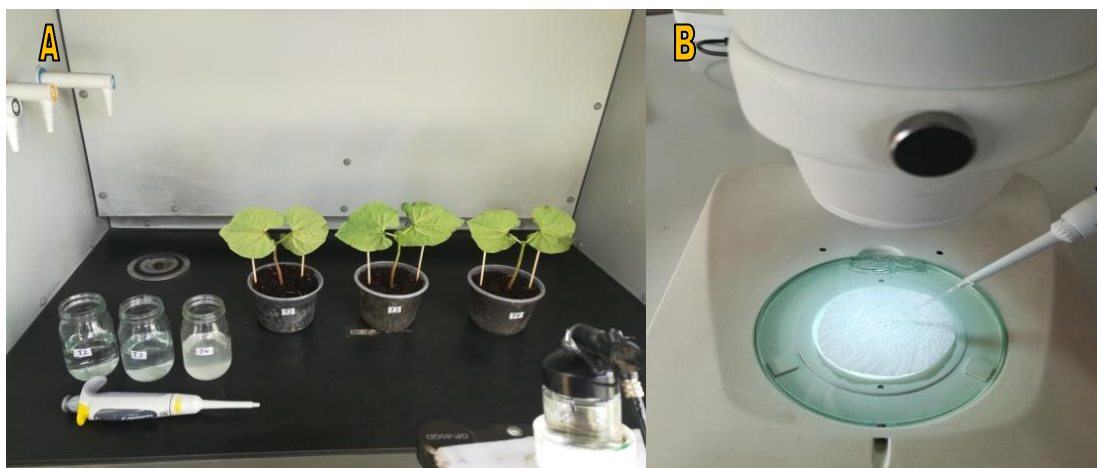
Verificación de la calidad de la aplicación: se realiza el método de verificación de calidad de aplicación mediante la técnica aplicada por el Instituto Entoma del colorante óptico Tinopal CBS-X, revelado con luz ultravioleta, para garantizar visualmente que la aplicación llegó a su blanco biológico, tanto en las hojas de frijol como en los adultos trips. (Figura 4A y 4B)

Registro de información a partir de observaciones en laboratorio: La toma de datos de la variable a evaluar que es mortalidad, se realizó utilizando estereoscopio, realizando una

revisión de los individuos totales en la unidad experimental discriminándolos mediante un conteo de vivos y muertos, siendo los individuos muertos el dato que permite determinar la eficacia de los tratamientos a los tres (3) y siete (7) días después de aplicados (DDA) los tratamientos, dichos datos son registrados en el formato de evaluación correspondiente.

### Figura 3.

*Modos de entrada: A. Aplicación por superficie Tratada. B. Aplicación por contacto directo*

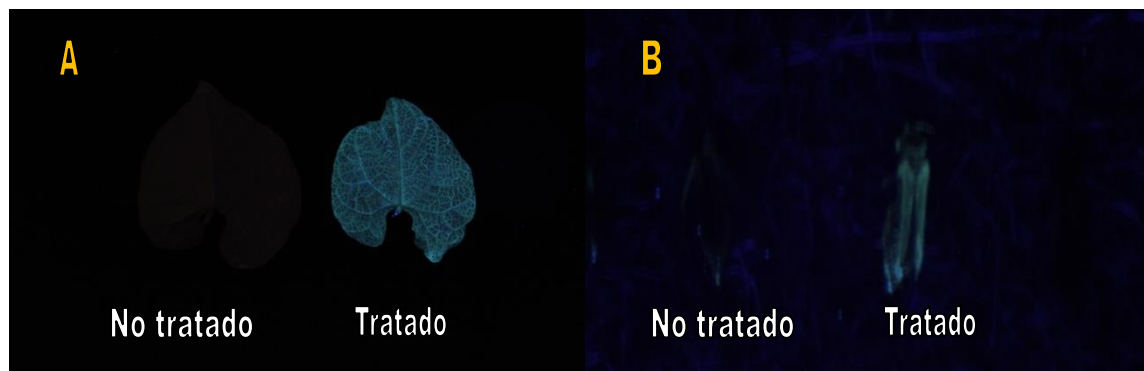


**Nota:** Fotografías modos de entrada tratamientos. Fuente: Autor

### Figura 4.

*Verificación de la calidad de la aplicación con Tinopal CBX-S, revelado con luz ultravioleta.*

*A. Superficie Tratada. B. Contacto directo*



**Nota:** Fotografías Contraste Tinopal. Fuente: Autor

## Discusión y análisis de resultados

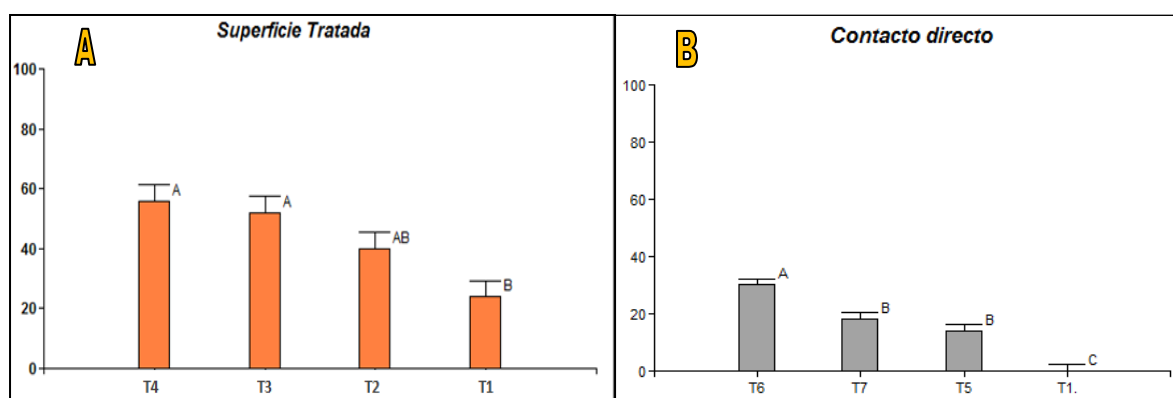
### 1. Determinación de la mortalidad de adultos de *Frankliniella occidentalis* por el efecto del insecticida Spinosad 48% SC con y sin uso de coadyuvantes tensoactivos.

Los resultados observados para determinar la mortalidad directa de trips *F. occidentalis* por acción del insecticida Spinosad 48% SC bajo condiciones de laboratorio muestran claramente una mayor mortalidad a los siete (7) días con la adición de coadyuvantes tensoactivos para los dos modos de entrada correspondiente a los tratamientos (T3, T4 y T6), respecto al testigo absoluto (T1).

#### Figura 5.

Análisis de varianza ANOVA con test de Tukey ( $p \leq 0,05$ ) para los modos de entrada

A. Superficie Tratada B. Contacto directo



**Nota:** medias con letra diferente indican diferencia significativa entre los tratamientos ( $p \leq 0,05$ ), valores con la misma letra indican que son estadísticamente iguales ( $p > 0,05$ ).

Los resultados indican que existe diferencia significativa entre los tratamientos evaluados ( $p < 0,05$ ) respecto al testigo absoluto y son estadísticamente iguales el tratamiento 2 (T2 Spinosad sin coadyuvantes), el tratamiento 3 (T3, Spinosad 48% + Coadyuvante

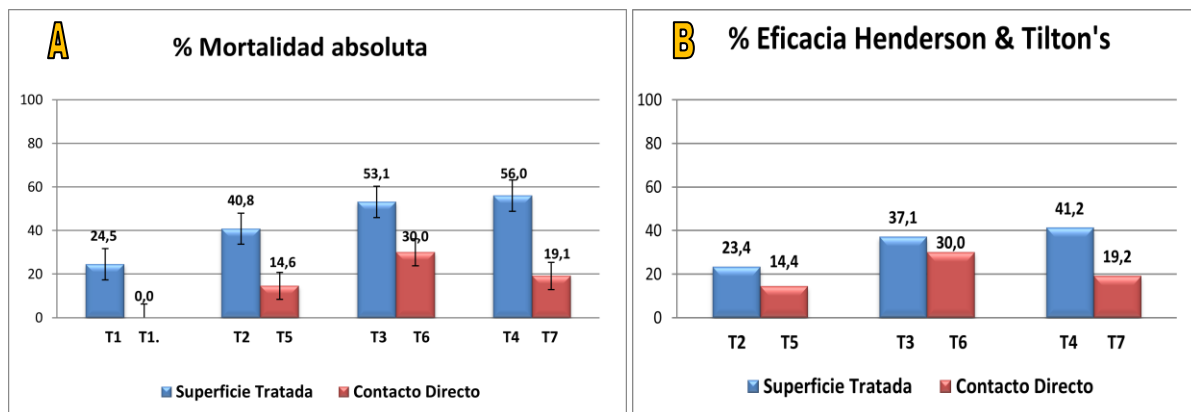
organosiliconado) y el tratamiento 4 (T4 Spinosad 48% + Coadyuvante alcohol etoxilado) correspondientes al modo de entrada por Superficie Tratada (Ingestión) indicando que a los siete (7) días después de la aplicación son eficaces y provocan alta mortalidad de adultos de trips *F. occidentalis* (Figura 5A), reflejando los resultados obtenidos por Alburez (2018), quién demostró que la eficacia de moléculas insecticidas del grupo de los spinosines combinados con coadyuvante organosiliconado puede superar controles del 94% de los trips en cultivos de melón.

De igual manera, basados en el anterior análisis, es preciso destacar complementariamente, un estudio de caso expuesto en la edición 103 de la revista Metroflor (2021), en la cual, bajo condiciones de laboratorio se evidencia la acción de un acaricida a base de Abamectina sobre la mortalidad de ácaros *Tetranychus urticae* con y sin el uso tres coadyuvantes tensoactivos o hipotensores en diferentes dosis, obtenido como resultados un control superior al 70% de eficacia del producto a base de Abamectina con coadyuvantes tensoactivos, y un 42% de control del acaricida sin coadyuvantes, concordando con los resultados obtenidos en la presente investigación donde se evidencia que los coadyuvantes pueden contribuir a multiplicar la eficacia de los productos fitosanitarios.

### **Figura 6.**

**A.** Porcentajes de mortalidad absoluta para los modos de entrada Superficie Tratada vs Contacto Directo. **B.** Eficacia Henderson & Tilton's (%) para los modos de entrada Superficie Tratada vs Contacto Directo





**Nota:** Porcentajes de mortalidad. Fuente: Autor

El análisis de datos muestra que existe una tendencia de mayor eficacia con el uso de los coadyuvantes por el modo de entrada Superficie tratada (Ingestión) que por Contacto directo, la eficacia del insecticida Spinosad 48% sin coadyuvantes correspondiente al Tratamiento 2 (T2) Spinosad sin coadyuvantes, controló los trips en un 23,4%. El tratamiento 3 (T3), Spinosad 48% + Coadyuvante alcohol etoxilado, logró un control del 37,1%. Por último, el tratamiento 4 (T4), Spinosad 48% + Coadyuvante organosiliconado, controló un 41,2% de trips *F. occidentalis*, todos a los siete días después de la aplicación, lo que permite inferir que existe diferencias significativas respecto al testigo absoluto y comparado con la aplicación de Spinosad 48% sin coadyuvantes, (Figura 6B), es decir que en términos técnicos el insecticida junto con el coadyuvante organosiliconado dobla la eficacia del insecticida que cuando no se le adiciona algún tipo de coadyuvante.

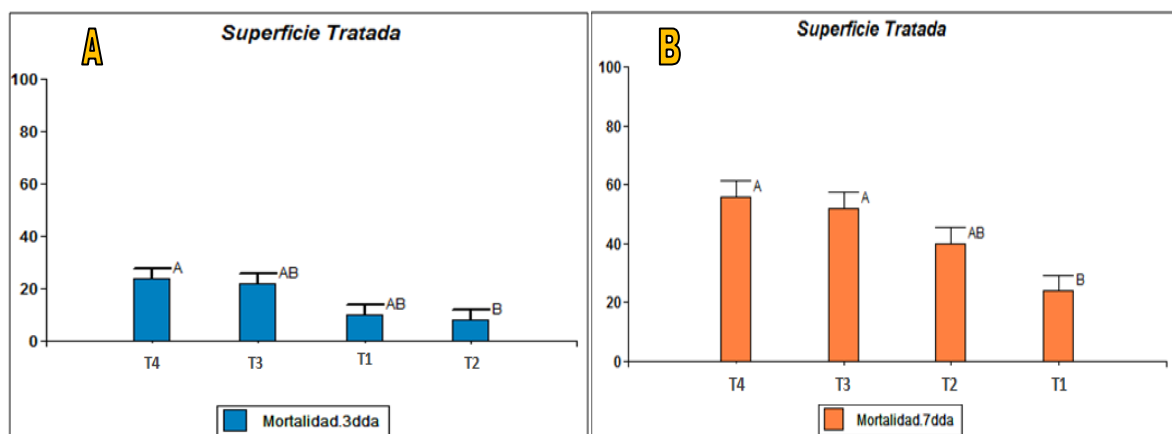
## **2. Contraste de la eficacia del insecticida Spinosad con y sin uso de coadyuvantes tensoactivos a los tres (3) y siete (7) días después de aplicado**

Los resultados observados para determinar la mortalidad directa de trips *F. occidentalis* por acción del insecticida Spinosad 48% SC bajo condiciones de laboratorio muestran claramente una mayor mortalidad a los siete (7) días después de aplicados los tratamientos con la adición de coadyuvantes tensoactivos para el modo de entrada Superficie

tratada (Ingestión) correspondiente a los tratamientos T3 (Spinosad 48% + Coadyuvante alcohol etoxilado) y T4, (Spinosad 48% + Coadyuvante organosiliconado) (Figura 7)

### Figura 7.

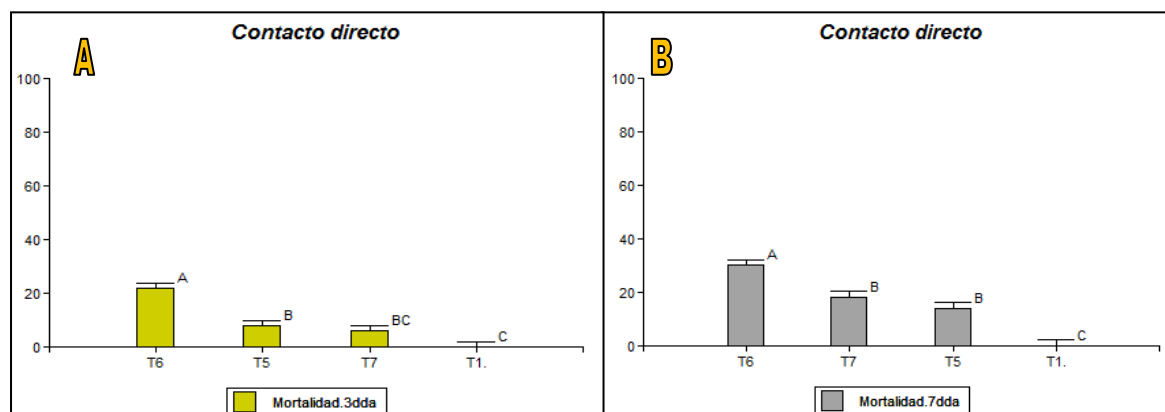
*Análisis de varianza ANOVA con test de Tukey ( $p \leq 0,05$ ) para el modo de entrada Superficie Tratada A. 3 días después de aplicado (3dda) B. 7 días después de aplicado (7dda)*



**Nota:** medias con letra diferente indican diferencia significativa entre los tratamientos ( $p \leq 0,05$ ), valores con la misma letra indican que son estadísticamente iguales ( $p > 0,05$ )

### Figura 8.

*Análisis de varianza ANOVA con test de Tukey ( $p \leq 0,05$ ) para el modo de entrada Contacto directo A. 3 días después de aplicado (3dda) B. 7 días después de aplicado (7dda)*



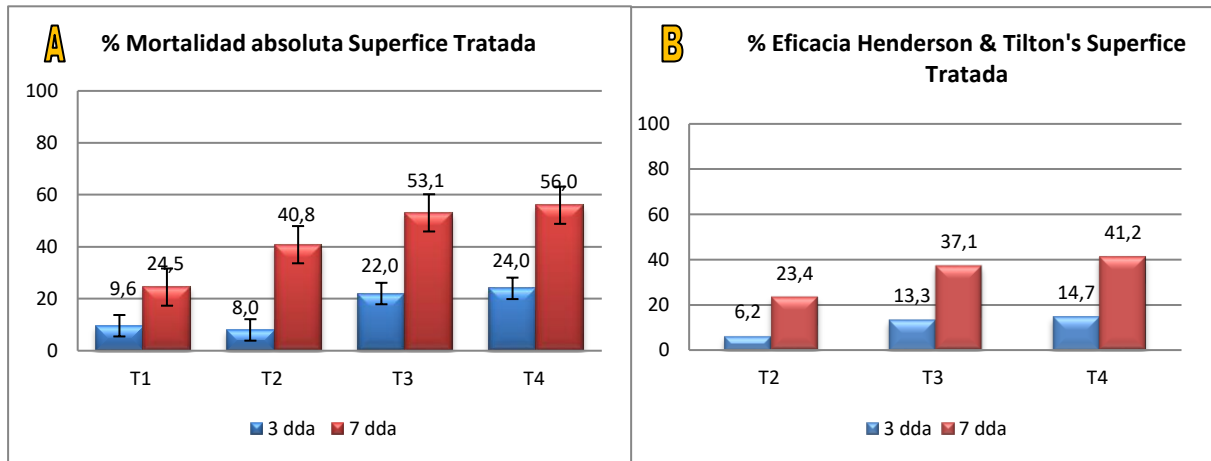
**Nota:** medias con letra diferente indican diferencia significativa entre los tratamientos ( $p \leq 0,05$ ), valores con la misma letra indican que son estadísticamente iguales ( $p > 0,05$ ).

Los resultados demuestran una tendencia significativa de diferencia entre los tres (3) y siete (7) días después de aplicados por el modo de entrada superficie tratada (ingestión) aunque el aumento de mortalidad es proporcional en los tratamientos T2 (Spinosad sin coadyuvantes), T3 (Spinosad 48% + Coadyuvante alcohol etoxilado), y T4 (Spinosad 48% + Coadyuvante organosiliconado), se demuestra que los coadyuvantes potencializan la acción insecticida del Spinosad 48%SC, por éste modo de entrada, (Figura 7), contrastado y soportando lo que menciona Enciso J. *et.al.*, (2020) quienes demostraron la capacidad de Spinosad de ejercer control en estados inmaduros y adultos de *F. occidentalis* en el cultivo de frambuesa hasta en un 90%, 14 días después de la primera aplicación de los tratamientos a base de spinosad en tres diferentes dosis y sin evidenciarse alguna toxicidad al cultivo

Entre tanto, por el modo de entrada por Contacto directo se evidencia una baja mortalidad de trips *F. occidentalis*, además de que no existen diferencias significativas entre los tratamientos T5 (Spinosad sin coadyuvantes) y T7 (Spinosad 48% + Coadyuvante organosiliconado) a los 3 días después de aplicado, pero si son estadísticamente diferentes los tres tratamientos con el insecticida (T5, T6 y T7) respecto al testigo, destacando además que a los 7 días después de aplicado aunque la mortalidad aumentó y se evidencian diferencias significativas respecto al testigo absoluto (Figura 8), sigue siendo una mortalidad muy baja para el modo de entrada contacto directo, contrario a lo que reportaron Bielza *et.al.* (2008), quienes mencionan que en dos poblaciones diferentes de *F.occidentalis* se presentó eficacia de entre el 34 al 100% con Spinosad 90,4% a una dosis 120ppm en bioensayos de laboratorio con aplicación tópica o por contacto directo, por lo tanto se infiere que la dosis respuesta es mucho mayor a la evaluada en ésta investigación.

**Figura 9.**

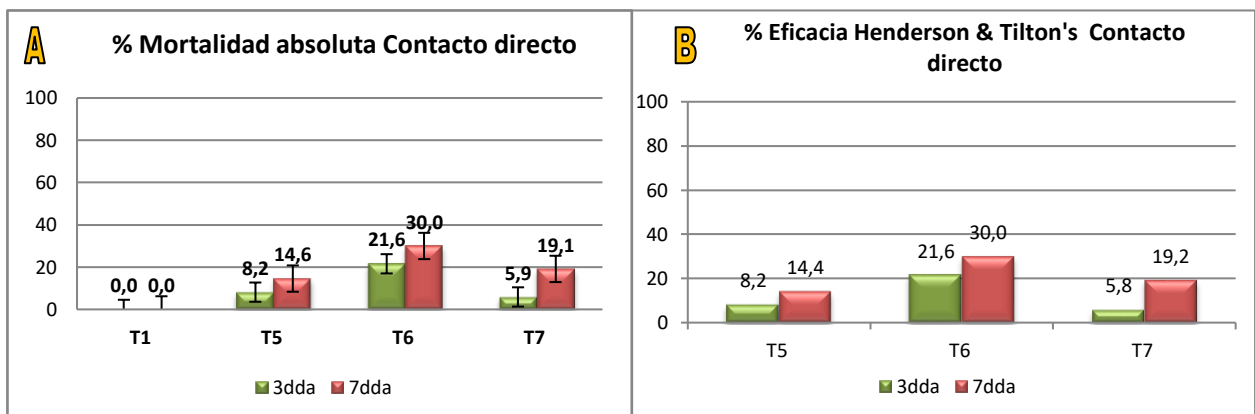
*A. Porcentajes de mortalidad absoluta promedio para el modo de entrada Superficie tratada a los 3 y 7 días después de aplicado B. Eficacia Henderson & Tilton's (%) para el modo de entrada Superficie tratada a los 3 y 7 días después de aplicado.*



**Nota:** Porcentajes de mortalidad. Fuente: Autor

**Figura 10.**

*A. Porcentajes de mortalidad absoluta promedio para el modo de entrada Contacto directo a los 3 y 7 días después de aplicado B. Eficacia Henderson & Tilton's (%) para el modo de entrada Contacto Directo a los 3 y 7 días después de aplicado.*



**Nota:** Porcentajes de mortalidad. Fuente: Autor

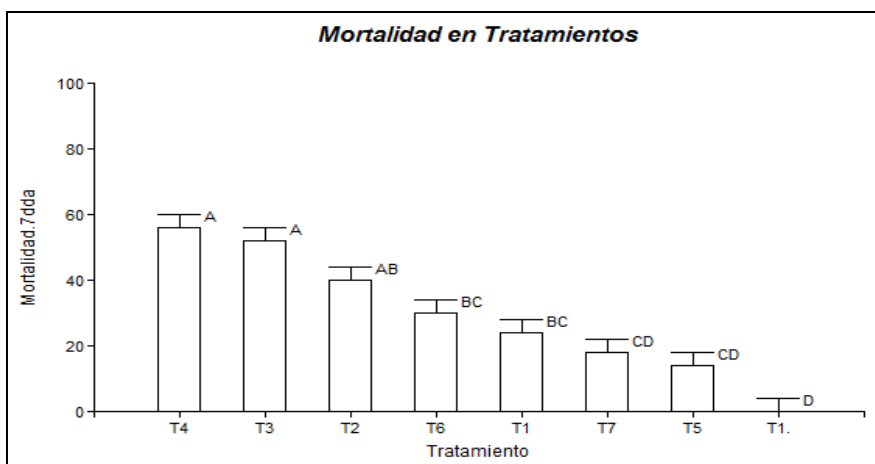
De los datos que se muestran se puede evidenciar que existe una tendencia de mayor eficacia con el uso de los coadyuvantes por el modo de entrada Superficie tratada (T3 y T4) que por Contacto directo (T6 y T7) a los 7 días después de la aplicación. Sin embargo al contrastar el T2 (Spinosad sin coadyuvantes – Superficie tratada), T5 (Spinosad sin coadyuvantes Contacto directo), T3 (Spinosad + Alcohol etoxilado por Superficie tratada) y T6 (Spinosad + Alcohol etoxilado por Contacto directo) con porcentajes de eficacia 6,2% y 8,2%, 13,3% y 21,6% respectivamente a los 3 días después de la aplicación, se observa un incremento de la mortalidad por el modo de entrada contacto directo que por superficie tratada, justamente porque la molécula insecticida entra en contacto con el insecto mucho más rápido afectando los insectos más sensibles, (Figura 10B), sin embargo a los 7 días la mortalidad de *F. occidentalis* la supera el modo de entrada superficie tratada (ingestión) alcanzando la mayor eficacia para todos los tratamientos el T4(Spinosad + Coadyuvante organosiliconado) con un 41,2% de eficacia, (Figura 9B).

### **3. Comparación de la eficacia del insecticida Spinosad con y sin uso de coadyuvantes tensoactivos entre el modo de entrada superficie tratada (Ingestión) y contacto directo (Tópica)**

Al evaluar los modos de entrada por superficie tratada (Ingestión) y por contacto directo (Tópica), se observa a partir de los datos obtenidos que sí existen diferencias significativas ( $p \leq 0,05$ ) entre los tratamientos realizados respecto al testigo absoluto, (Figura 11), específicamente con aquellos tratamientos que incluyen la adición de coadyuvantes tensoactivos.

#### **Figura 11.**

*Análisis de varianza ANOVA con test de Tukey ( $p \leq 0,05$ ) para todos los tratamientos*



**Nota:** medias con letra diferente indican diferencia significativa entre los tratamientos ( $p \leq 0,05$ ), valores con la misma letra indican que son estadísticamente iguales ( $p > 0,05$ ).

En base a lo anterior, el T2 (Spinosad sin coadyuvantes por Superficie tratada), T3(Spinosad + Alcohol etoxilado por Superficie tratada), T4(Spinosad + Coadyuvante organosiliconado por superficie tratada), son estadísticamente iguales entre sí, sin embargo, son diferentes estadísticamente frente al T5 (Spinosad sin coadyuvantes por Contacto directo), T6(Spinosad + Alcohol etoxilado por Contacto directo) y T7(Spinosad 48% + Coadyuvante organosiliconado por contacto directo) y al testigo absoluto, lo que permite concluir que el modo de entrada por superficie tratada (ingestión) genera la mayor mortalidad de *F.occidentalis* por la acción del insecticida Spinosad 48%SC combinado junto con los coadyuvantes tensoactivos (Figura 11).

Lo anterior permite determinar que dicha molécula insecticida es de actividad o movimiento translaminar en el tejido foliar, soportando lo mencionado por Montenegro L.M (2014), quien indica que esa característica es de gran ventaja pues no es usual en una molécula de origen biológico, lo cual quiere decir que al ingresar a los contenidos celulares de los tejidos vegetales de los cuales se alimentan los trips *F.occidentalis*, se genera una acción insecticida por ingestión, y muy bajo efecto por acción directa al insecto por contacto directo o tarsal.

Los datos expuestos en la Figura 9B y 10B, indican una clara eficacia del insecticida Spinosad combinado con los coadyuvantes tensoactivos por el modo de entrada superficie tratada (ingestión). El T4(Spinosad + Coadyuvante organosiliconado) obtuvo la mayor eficacia de todos los tratamientos con un 41,2%, seguido del T3 (Spinosad + Alcohol etoxilado) con un 37,1%, resultados consecuentes si se tiene en cuenta las propiedades de los coadyuvantes de reducir la tensión superficial de las gotas tanto del organosiliconado y el alcohol etoxilado que reducen la tensión superficial 22 dinas/cm<sup>2</sup> y 26 dinas/ cm<sup>2</sup> respectivamente, comparado con la tensión superficial del agua que es de 72 dinas/cm a 25°C, lo cual quiere decir que existe una mayor cobertura de las moléculas sobre la superficie foliar con el mismo volumen de mezcla aplicado, contribuyendo a que la aplicación llegue a los sitios de más difícil acceso en los tejidos vegetales, lugares donde se encuentran y alimentan los trips *F.occidentalis*.

En segunda instancia, se puede inferir que para el modo de entrada Contacto directo (Tópica) el mayor porcentaje de eficacia la presentó el T6 (Spinosad + Alcohol etoxilado) con un 30%, seguido del T7(Spinosad + Coadyuvante organosiliconado) con un 19,2%, porcentajes mayores si se tiene en cuenta el T5(Spinosad sin coadyuvantes) con 14,4%, demostrando así que el modo de ingreso de las moléculas del Spinosad es menor por vía tópica, en todo caso se demuestra lo anteriormente dicho acerca de la eficiencia de los complementos como los coadyuvantes en los programas de MIP acompañando al control químico.

## Conclusiones

Se demostró bajo condiciones de laboratorio una mayor eficacia del Spinosad acompañado de los coadyuvantes tensoactivos a los 7 días después de evaluados los tratamientos, en mayor medida por el coadyuvante organosiliconado (T4), seguido del alcohol etoxilado (T3) y del Spinosad sin coadyuvantes (T2), siendo estadísticamente iguales ( $p > 0,05$ ), pero con diferencias significativas respecto al Testigo (T1) y a los demás tratamientos (T5, T6, T7), ( $p < 0,05$ ), demostrando así la adición de coadyuvantes es una herramienta complementaria eficiente para el control de trips *Frankliniella occidentalis*, generalmente cuando la aplicación se realiza por superficie tratada o aplicación foliar. Aunque el modo de entrada por contacto de directo por sí solo no es muy eficaz, la combinación de los dos modos de entrada puede incrementar la eficacia del insecticida siempre y cuando se combine con coadyuvantes tensoactivos que permitan a las moléculas llegar a los sitios donde se ocultan los trips.

Se evidenció mayor mortalidad de trips *Frankliniella occidentalis* a los siete (7) días después de la aplicación de los tratamientos mayormente por superficie tratada, existiendo diferencias significativas en los tratamientos (T2, T3, T4), respecto al testigo ( $p < 0,05$ ), entre tanto, por el modo de entrada contacto directo se evidencia diferencia estadística significativa en el Spinosad + Coadyuvante alcohol etoxilado, respecto al testigo y a los tratamientos Spinosad sin coadyuvante y Spinosad + Coadyuvante organosiliconado ( $p < 0,05$ ), sin embargo la exposición directa de la molécula Spinosad mantuvo una mayor mortalidad de trips a los 3 días después de aplicado que por el modo de entrada superficie tratada, permitiendo concluir que es conveniente adecuar la correcta elección de la técnica de aplicación y el momento oportuno teniendo en cuenta las variables que puedan existir en campo como es la superposición de los estados de desarrollo que presentan los trips y los umbrales de daño.



Se comprobó que el modo de entrada que permite una mayor eficacia del insecticida Spinosad es por Superficie tratada o aspersion foliar combinado con los coadyuvantes tensoactivos pues existen diferencias estadísticas significativas en los tratamientos (T2, T3, T4), respecto al testigo y los demás tratamientos (T5, T6, T7) ( $p < 0,05$ ), pues como se refiere en la literatura, el insecticida biorracional Spinosad actúa más exactamente por vía ingestión, gracias a la particularidad de ser translaminar y poseer residualidad al interior de los tejidos vegetales, controlando así los adultos de trips *Frankliniella occidentalis*, de tal manera se concluye que los productos fitosanitarios son más eficaces cuando son combinados con herramientas como los coadyuvantes.

## Recomendaciones

Se sugiere invertir en complementos como los coadyuvantes en las explotaciones agrícolas en los programas de Manejo Integrado de Plagas y Enfermedades (MIPE), pues se ha demostrado que potencializan la acción de los productos fitosanitarios como en la presente investigación, teniendo en cuenta claramente los pilares generales para el éxito de las herramientas de control, especialmente el control químico, que son momento oportuno, correcta elección del producto y calidad de la aplicación.

Se recomienda abordar con más estudios e investigaciones en ambientes controlados y no controlados el comportamiento de los productos fitosanitarios junto con los codayuvantes en cuanto a fitotoxicidad, eficacia en estados inmaduros, tanto de trips *Frankliniella occidentalis* como de otras especies de artrópodos plaga, también abordar los efectos sub-letales, residualidad en las plantas y compatibilidad con controladores biológicos como depredadores y parasitoides.

De igual manera, es conveniente diversificar las estrategias de control y conservar los enemigos naturales, recurriendo al control químico como última alternativa y en tal caso orientar programas de rotación de moléculas acorde con el IRAC para prevenir y reducir la presión de selección que puede generar pérdida de sensibilidad o resistencia a moléculas insecticidas.

## Anexos

### Análisis De Varianza - ANOVA

#### 1. Modo de entrada Superficie Tratada (Ingestión)

##### 1.1 Análisis de varianza con comparación de medias Tukey ( $p > 0,05$ ) a los 3 dda

###### Mortalidad.3dda

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Mortalidad.3dda	20	0,48	0,38	51,35

###### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	1000,00	3	333,33	4,94	0,0129
Tratamiento	1000,00	3	333,33	4,94	0,0129
Error	1080,00	16	67,50		
Total	2080,00	19			

###### Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=14,86630

Error: 67,5000 gl: 16

Tratamiento	Medias	n	E.E.
Spinosad + Organosilicolad..	24,00	5	3,67 A
Spinosad + Alcohol etoxila..	22,00	5	3,67 A B
Testigo	10,00	5	3,67 A B
Spinosad	8,00	5	3,67 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

##### 1.2 Análisis de varianza con comparación de medias Tukey ( $p > 0,05$ ) a los 7 dda

###### Mortalidad.7dda

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Mortalidad.7dda	20	0,57	0,49	28,00

###### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	3100,00	3	1033,33	7,13	0,0030
Tratamiento	3100,00	3	1033,33	7,13	0,0030
Error	2320,00	16	145,00		
Total	5420,00	19			

###### Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=21,78888

Error: 145,0000 gl: 16

Tratamiento	Medias	n	E.E.
Spinosad + Organosilicolad..	56,00	5	5,39 A
Spinosad + Alcohol etoxila..	52,00	5	5,39 A
Spinosad	40,00	5	5,39 A B
Testigo	24,00	5	5,39 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

## 2. Modo de entrada por Contacto directo (Tópica)

### 2.1 Análisis de varianza con comparación de medias Tukey ( $p > 0,05$ ) a los 3 dda

#### Análisis de la varianza

##### Mortalidad.3dda

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Mortalidad.3dda	20	0,82	0,79	46,48

##### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	1300,00	3	433,33	24,76	<0,0001
Tratamiento	1300,00	3	433,33	24,76	<0,0001
Error	280,00	16	17,50		
Total	1580,00	19			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=7,56955

Error: 17,5000 gl: 16

Tratamiento	Medias	n	E.E.	
T6	22,00	5	1,87	A
T5	8,00	5	1,87	B
T7	6,00	5	1,87	B C
T1.	0,00	5	1,87	C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

### 2.2 Análisis de varianza con comparación de medias Tukey ( $p > 0,05$ ) a los 7dda

##### Mortalidad.7dda

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Mortalidad.7dda	20	0,85	0,82	32,26

##### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	2295,00	3	765,00	30,60	<0,0001
Tratamiento	2295,00	3	765,00	30,60	<0,0001
Error	400,00	16	25,00		
Total	2695,00	19			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=9,04734

Error: 25,0000 gl: 16

Tratamiento	Medias	n	E.E.	
T6	30,00	5	2,24	A
T7	18,00	5	2,24	B
T5	14,00	5	2,24	B
T1.	0,00	5	2,24	C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

## Bibliografía

- Alburez J. (2018). Evaluación de seis insecticidas para el control de *Frankliniella occidentalis* (Pergande) en melón e identificación de trips y virus presentes en pepino y melón en dos localidades de Guatemala. Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano. Honduras. Sitio web:  
<https://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/6324/1/CPA-2018-T005.pdf>
- Agrisolver (2019). Manejo Integrado de trips (*Frankliniella occidentalis*) en invernadero. Sitio web:  
<https://www.agrisolver.com/blog/manejo-integrado-de-trips-frankliniella-occidentalis-en-invernadero>
- Alfaro R., (2019). Tensoactivos y coadyuvantes en el control químico de malezas. Laica. Sitio web:  
<https://servicios.laica.co.cr/laica-cv-biblioteca/index.php/Library/download/TlazSviCXNtbTzoIKdoGgfaOVjjlMsuT>
- Benavides M., (2021). Evaluación de la eficiencia de plaguicidas para el control de Trips (*Frankliniella occidentalis*) en el cultivo de rosas (*Rosa sp*) en el cantón Bolíva. UPEC. Sitio web:  
<http://repositorio.upec.edu.ec/handle/123456789/1015>
- Bielza P. (2008). Perspective. Insecticide resistance management strategies against the western flower thrips, *Frankliniella occidentalis*. Pest Manag Sci 64:1131–1138. Sitio web:  
<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1002/ps.1620>
- Bielza P., V. Quinto , C. Grávalos , E. Fernández , J. Abellán , and J. Contreras (2008). Stability of spinosad resistance in *Frankliniella occidentalis* (Pergande) under laboratory conditions. Bull. Entomol. Res. 98: 355–359.
- Bielza P., V. Quinto , C. Grávalos , E. Fernández , J. Abellán (2008). Impact of Production System on Development of Insecticide Resistance in *Frankliniella occidentalis* (Thysanoptera: Thripidae) INSECTICIDE RESISTANCE AND RESISTANCE MANAGEMENT. JOURNAL OF ECONOMIC ENTOMOLOGY Vol. 101, no. 5
- BUSTILLO A (2009). Evaluación de insecticidas químicos y biológicos para controlar *Frankliniella occidentalis* (Thysanoptera: Thripidae) en cultivos de espárragos. Rev. Colomb. Entomol. [online]. 2009, vol.35, n.1, pp.12-17. ISSN 0120-0488. Sitio web:  
<http://www.scielo.org.co/pdf/rcen/v35n1/v35n1a03.pdf>

- Calderon M., Valdivieso K. (2019). Efecto de diferentes concentraciones del coadyuvante Poliéter de Silicona Modificada sobre la germinación, crecimiento, esporulación y actividad entomopatógena de *Lecanicillium lecanii* en condiciones de laboratorio. Universidad Nacional de Trujillo. Sitio web: <https://dspace.unitru.edu.pe/handle/UNITRU/12808>
- Camargo O. (2012). Dimorfismo sexual y desviación en la proporción de los sexos en embriones preimplantatorios. Rev Vet Zootec; Vol 7(1): 100-114. Sitio web: [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1900-96072012000100009](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1900-96072012000100009)
- Cardenas, E y Corredor, D. (1989). *Biología del trips frankliniella occidentalis (pegande) (thysanoptera: thripidae) sobre crisantemo chrysanthemum morifolium l. bajo condiciones de laboratorio*. Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Agronomía, Centro Editorial. Sitio web: <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/33833>
- Cárdenas E y Corredor D, (1993). Especies de trips (Thysanoptera:Thripidae) mas comunes en invernaderos de flores de la sabana de Bogotá. Agronomía/a Colombiana, 1993, Volumen X, Número 2: pág. 132 – 143. Sitio web: <https://revistas.unal.edu.co/index.php/agrocol/article/download/21272/22247/72300>
- Cárdenas E., Figueroa L., Corredor D. (2003). Tablas de vida y parámetros poblacionales de *Frankliniella occidentalis* (Pergande) (Thysanoptera: Thripidae) bajo condiciones de laboratorio. REVISTA DE INVESTIGACIÓN - Vol. 3 UNAL. Sitio web: [https://www.researchgate.net/profile/Estrella-Cardenas/publication/315653767\\_Tablas\\_de\\_vida\\_y\\_parametros\\_poblacionales\\_de\\_Frankliniella\\_occidentalis\\_Pergande\\_Thysanoptera\\_Thripidae\\_bajo\\_condiciones\\_de\\_laboratorio/links/5953d81c458515bba1e5f37/Tablas-de-vida-y-parametros-poblacionales-de-Frankliniella-occidentalis-Pergande-Thysanoptera-Thripidae-bajo-condiciones-de-laboratorio.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Estrella-Cardenas/publication/315653767_Tablas_de_vida_y_parametros_poblacionales_de_Frankliniella_occidentalis_Pergande_Thysanoptera_Thripidae_bajo_condiciones_de_laboratorio/links/5953d81c458515bba1e5f37/Tablas-de-vida-y-parametros-poblacionales-de-Frankliniella-occidentalis-Pergande-Thysanoptera-Thripidae-bajo-condiciones-de-laboratorio.pdf)
- Carrillo B. (2001). “Evaluación de extractos de Azadirachta Indica Juss., [neem] sobre trips californiano (*Frankliniella occidentalis* Pergande) en claveles cultivados bajo invernadero en la séptima región.” Talca.2001.39 p. Sitio web: <http://www.sidalc.net/cgi-bin/wxis.exe/?IsisScript=BIBACL.xis&method=post&formato=2&cantidad=1&expresion=mfn=027952>
- Casas Ovalle, D. L., Hernández Guevara, B. E., Pachón González, E. W. ., & Martínez Martínez, E. A. . (2021). Eficacia del coadyuvante orgánico Ecotensor SYS, en el control de Sigatoka negra (*Mycosphaerella*

- fijiensis) en cultivo de plátano (*Musa AAB simmonds*). Revista Sistemas De Producción Agroecológicos, 12(1), 58-75. Sitio web: <https://doi.org/10.22579/22484817.738>
- Discover life (s.f). Thysanoptera – THRIPS. Sitio web: <https://www.discoverlife.org/20/q?search=thysanoptera>
- Ebratt E. (2020). Riqueza y distribución geográfica de Thysanoptera: Thripinae con énfasis en *Frankliniella Karny*, en especies de plantas cultivadas y no cultivadas en las regiones Andina, Orinoquía y Caribe de Colombia. Universidad Nacional de Colombia. Sitio web: <https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/76105/91261109.2020.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Enciso J., Monroy B., Posos P., Posos O., Pimienta E., Farias V. (2020). Efectividad biológica del insecticida f-2419/(spinosad) para el control de trips (*Frankliniella occidentalis*) Pergande, 1895. (Thysanoptera: Thripidae) en el cultivo de frambuesa en Jalisco ISSN: 2448-475X Entomología mexicana, Vol. 7: 158-163. Sitio web: <http://www.socmexent.org/entomologia/revista/2020/EA/Em%20EA%20158-163.pdf>
- Espinosa P. J., P. Bielza , J. Contreras , and A. Lacasa (2002). Field and laboratory selection of *Frankliniella occidentalis* (Pergande) for resistance to insecticides. Pest Manag. Sci. 58: 920–927.
- Fajardo K. (2017). Evaluación de la práctica del soplado con pantalla en el cultivo de *Limonium sinensis* variedad ever snow para control de trips (*Frankliniella occidentalis*) UDEC. Sitio web: <https://repositorio.ucundinamarca.edu.co/bitstream/handle/20.500.12558/541/EVALUACION%20DE%20LA%20PRACTICA%20DEL%20SOPLADO%20.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Fernández J. (2019). Evaluación de repelentes para control de thrips (*Frankliniella occidentalis*) en el cultivo de rosa bajo invernadero en la finca Hosa Providencia – Madrid, Cundinamarca. UDEC. Sitio web: <https://repositorio.ucundinamarca.edu.co/bitstream/handle/20.500.12558/3102/EVALUACION%20DE%20REPELENTES%20PARA%20CONTROL%20DE%20THRIPS%20%28Frankliniella.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Flórez, E., & Corredor, D. (2000). Análisis espacial de las poblaciones de *Frankliniella occidentalis* (Pergande) en un cultivo de fresa bajo cubierta, como soporte en las decisiones de manejo integrado de

plagas. *Agronomía Colombiana*, 17(1-3), 25-35. Sitio web:

<https://revistas.unal.edu.co/index.php/agrocol/article/view/21541>

Goldarazena A.(2015). Orden Thysanoptera. Revista IDE@ - SEA, n° 52: 1–20. ISSN 2386-7183 Department of Biology and Environmental Sciences. College of Arts and Sciences. Sitio web: [http://sea-entomologia.org/IDE@/revista\\_52.pdf](http://sea-entomologia.org/IDE@/revista_52.pdf)

González J.,García F., Benages E., Orenge S. (1992). Control biológico del trips *Frankliniella occidentalis* (Pergande) en fresón. Bol. San. Veg. Plagas, 18: 265-288. Sitio web:

<https://www.miteco.gob.es/ministerio/pags/biblioteca/plagas/BSVP-18-01-265-288.pdf>

Hernández L., Magaña R., y Nolasco Y. (2018). “Toxicidad de insecticidas en el trips *Frankliniella occidentalis* (Thysanoptera: Thripidae) en aguacate cv hass”. INIFAP, ISSN: 2448-475X. Sitio web:

<https://www.socmexent.org/entomologia/revista/2018/EA/EA%20390-395.pdf>

ICA. Instituto Colombiano Agropecuario (2010). Por medio de la cual se establecen las plagas cuarentenarias sometidas a control oficial ausentes y presentes en el territorio nacional. Sitio web:

<https://www.ica.gov.co/getattachment/e4c2cb4d-c7ca-48ee-ba60-927f9f086a46/2020R75486.aspx>

ICA. Instituto Colombiano Agropecuario. (2019). Alerta temprana fitosanitaria “. Sitio web:

[https://www.ica.gov.co/portal\\_ica/media/video\\_portal/alerta7d.pdf](https://www.ica.gov.co/portal_ica/media/video_portal/alerta7d.pdf)

IRAC (s.f). Spinosyns. Sitio web: <https://irac-online.org/active-ingredient/spinosad/>

Jimenez C., Ramirez J., Sanchez J., Salgado M., Laguna A. (2013). Modelización espacial de *Frankliniella occidentalis* (Thysanoptera: Thripidae) en tomate de cáscara por medio de técnicas geoestadísticas. Rev. Colomb. Entomol. vol.39 no.2 Bogotá July/Dec. 2013. Sitio web:

[http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0120-04882013000200001](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-04882013000200001)

Jones T., Scott-Dupree C., Harris R., Shipp L.,Harris B. (2005). The efficacy of spinosad against the western flower thrips, *Frankliniella occidentalis*, and its impact on associated biological control agents on greenhouse cucumbers in southern Ontario. Pest Manag Sci 61:179–185. Sitio web:

<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1002/ps.939>



Kahi M.B. (s.f). Principales características de los insecticidas utilizados en el cultivo de soja. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. INTA. Argentina. Serie Extensión Digital- Segundo Trimestre- N°5.

Sitio web: <https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-inta- insecticidas utilizados en soja- caractersticas.pdf>

Khan Academy (s.f). Regulación enzimática. El impacto del ambiente en la función enzimática. Sitio web:

<https://es.khanacademy.org/science/ap-biology/cellular-energetics/environmental-impacts-on-enzyme-function/a/enzyme-regulation>

Leiva P.D. (s.f). Concepto de calidad de aplicación en pulverización agrícola. INTA. Argentina. Sitio web:

[https://www.fertilizar.org.ar/subida/evento/JonadaFertilizacionFoliar/FFConceptoCalidadAplicacio\\_D Leiva.pdf](https://www.fertilizar.org.ar/subida/evento/JonadaFertilizacionFoliar/FFConceptoCalidadAplicacio_D Leiva.pdf)

López M. N. (2004). La partenogénesis: sin el glamour de la clonación Cuad. Bioét. 2004/3ª. Sitio web:

<http://aebioetica.org/revistas/2004/15/3/55/405.pdf>

Loughner, R., Warnock, D., and Cloyd, R. 2005. Resistance of greenhouse, laboratory, and negative populations of western flower thrips to spinosad. HortScience 40(1): 146-149.

Martínez N. (2010). Manejo integrado de plagas: una solución a la contaminación ambiental. Comunidad y Salud, vol. 8, núm. 1, enero-junio, 2010, pp. 73-82. Sitio web:

<https://www.redalyc.org/pdf/3757/375740246010.pdf>

Metroflor – agro (2017). “Thrips, la plaga invasora en los cultivos de flor de corte”. ISSN: 17940400. Sitio

web: <https://www.metroflorcolombia.com/thrips-la-plaga-invasora-en-los-cultivos-de-flor-de-corte/>

Metroflor – agro (2021). “Importancia del cálculo y uso de dosis en coadyuvantes y agroquímicos (III Parte)”

ISSN: 17940400. Recuperado de. Sitio web: <https://www.metroflorcolombia.com/importancia-del-calculo-y-uso-de-dosis-en-coadyuvantes-y-agroquimicos-iii-parte/>

Metroflor – agro (2021). “Importancia del cálculo y uso de dosis en coadyuvantes y agroquímicos. 2da parte”.

Edición N° 103. ISSN: 17940400. Pg. 35-41. Sitio web:

<https://www.metroflorcolombia.com/importancia-del-calculo-y-uso-de-dosis-en-coadyuvantes-y-agroquimicos-2da-parte/>

Ministerio de Agricultura (2021). EL sector agropecuario creció 3,8% en el PIB del segundo trimestre de 2021.

Sitio web: <https://www.minagricultura.gov.co/noticias/Paginas/El-sector-agropecuario-creci%C3%B3-3,8-en-el-PIB-del-segundo-trimestre-de-2021.aspx#:~:text=En%20este%20crecimiento%20de%203,panelera%20y%20flores%2C%20entre%20otros.>

Molina-Acosta, M. D.; Calvo, S. J.; Palacio, M. M.; Giraldo, C. E. (2021). Incidencia de plagas en material poscosecha de nueve cultivares de hortensia tipo exportación, en Antioquia (Colombia). Revista Colombiana de Entomología 47 (1): e7530. Sitio web: <https://doi.org/10.25100/socolen.v47i1.7530>

Montenegro L. (2014). Eficacia de seis insecticidas para el control del trips del cultivo de ajo en la zona de San Antonio de Mira, provincia del Carchi. Universidad Técnica de Babahoyo, Sitio web: <http://dspace.utb.edu.ec/bitstream/handle/49000/777/T-UTB-FACIAG-AGR-000156.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Moreno M.(2020). “Estrategias para el control de *Frankliniella Occidentalis* en el cultivo de calas (*Zantedeschia Aethiopica*) a interperie en el municipio de Chipaque-Cundinamarca”. UDEC. Sitio web: <https://repositorio.ucundinamarca.edu.co/bitstream/handle/20.500.12558/3456/Mauricio%20Alberto%20Moreno%20Andrade.pdf?sequence=2&isAllowed=y>

Muñoz Caro, C., Suárez, L. F., & Benavides, M. A. (2008). Caracterización taxonómica de la especie *Frankliniella occidentalis* (Thysanoptera: Thripidae), plaga del cultivo de rosa para exportación. *I*, 3(4), 89–93. Sitio web: <https://doi.org/10.26620/uniminuto.inventum.3.4.2008.89-93>

Neira M. y Velastegui J.(2010). Estudio fitofarmacológico del manejo del oídio (*Oidium* sp.), trips (*Frankliniella occidentalis*) y pulgones (*Myzus* sp.), en rosas de exportación con la utilización de extractos vegetales. Nevado Ecuador S.A. Sitio web: <http://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/826>

Nondillo A., Rodrigues L., Jesein S., Botton M., (2009). Biología e tabela de vida de fertilidade de *Frankliniella occidentalis* (Pergande) (Thysanoptera, Thripidae) em morangueiro Controle Biológico e Proteção de Plantas • Rev. Bras. entomol. 53 (4). Sitio web: <https://www.scielo.br/j/rbent/a/J4pwSrg64Ljtg4YLWvsswB/?lang=pt>

O'Farrill N.H. (s.f) Insecticidas Biorracionales.

Paguay M. (2019). Evaluación de la eficiencia de cuatro insecticidas para el control de trips (*Frankliniella occidentalis*), cultivo de clavel (*Dianthus caryophyllus L.*) en pos cosecha, parroquia de Alaquez, provincia de Cotopaxi. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Riobamba.. Sitio web: <http://dspace.espoch.edu.ec/handle/123456789/10739>

Pazmiño E. (2015). Control Químico de Trips (*Frankliniella occidentalis*) y ácaros (*Tetranychus urticae*) en rosas (*Rosa sp.*) y crisantemos (*Chrysanthemum sp.*) en Poscosecha. Yaruquí, Pichincha. Tesis previa a la obtención del Título de Ingeniero Agrónomo. Carrera de Ingeniería Agrónoma. Quito: UCE. 90 p. Sitio web: <http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/4549>

Prado B, Ana Maia, Solar D., Carlos del y Soto A., Paz (2003). Adyuvantes, sus propiedades y efectos en las aplicaciones de agroquímicos. Serie Documental: Aconex Sitio web: <https://biblioteca.inia.cl/handle/20.500.14001/37020>

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. Universidad Politecnica Salesiana.. Sitio web: <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/5076/6/UPS-YT00253.pdf>

Quinto V. (2007). La resistencia a spinosad en *Frankliniella occidentalis* (Pergande) (Thysanoptera: Thripidae).Universidad Politécnica de Cartagena. Sitio web: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/tesis?codigo=50090>

Reitz S. (2009). Biology and Ecology of the Western Flower Thrips (Thysanoptera: Thripidae): The Making of a Pest. Florida Entomologist, 92(1):7-13. Sitio web: <https://bioone.org/journals/florida-entomologist/volume-92/issue-1/024.092.0102/Biology-and-Ecology-of-the-Western-Flower-Thrips-Thysanoptera/10.1653/024.092.0102.full>

Rimoldi F., Fogel M., Schneider M., Ronco A. (2015). Efectos indirectos de insecticidas convencionales y biorracionales sobre la alimentación de *Rachiplusia nu* (Lepidoptera: Noctuidae) Revista Colombiana de Entomología 41 (1): 41-47. Sitio web: <http://www.scielo.org.co/pdf/rcen/v41n1/v41n1a07.pdf>

- Ruiz A., Malacara I., Cerna E., Ochoa Y., Aguirre L., Londeros J., (2018). Tratamiento químico a la semilla de maíz para control de trips (*Frankliniella occidentalis*) Pergande (Thysanoptera:Thripidae) Rev. Mex. Cienc. Agríc vol.9 no.3 Texcoco. Sitio web: <https://doi.org/10.29312/remexca.v9i3.1215>
- Salgado C. (2020) Evaluación Del Uso De Kairomonas Para Aumentar El Porcentaje De Captura De Trips (*Frankliniella Occidentalis*) En Trampas Adhesivas En Un Cultivo De Crisantemo Ubicado En El Municipio De Chía Cundinamarca. UDEC. Sitio web: <https://repositorio.ucundinamarca.edu.co/handle/20.500.12558/3114>
- Sánchez H. (2021). Efecto de tres variedades de acelga y un manejo etológico para la prevención de insectos plagas. Universidad Agraria del Ecuador. Sitio web: <https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/SANCHEZ%20ROSERO%20HELEN%20VICTORIA.pdf>
- Sanderson, J. P. (1990). Western flower thrips biology and control. Long Island Horticulture News. August 1990, p.1-3.
- Sazo L., Araya J., de la Cerda J. (2008). “Efecto del coadyuvante siliconado e insecticidas en el control del chanchito blanco de la vid, *Pseudococcus viburni* (Hemiptera: Pseudococcidae)” Cien. Inv. Agr. 35(2): 215-222. 2008. Sitio web: <https://scielo.conicyt.cl/pdf/ciagr/v35n2/art12.pdf>
- Smith, Hugh & Casuso, Nicole & Lopez, Lorena. (2020). *Trips: Ciclo de vida*. University of Florida. EDIS. 2020. 2. 10.32473/edis-in1288-2020. Sitio web: [https://www.researchgate.net/publication/344050355\\_Trips\\_Ciclo\\_de\\_vida](https://www.researchgate.net/publication/344050355_Trips_Ciclo_de_vida)
- Tao H., Zhang Y., Deng Z., Liu T. (2018). Strategies for Enhancing the Yield of the Potent Insecticide Spinosad in Actinomycetes. Biotechnol. J. 2019, 14, 1700769. Sitio web: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1002/biot.201700769>
- Valega O. (s.f). Partenogenesis Arrenotoquia y Telitoquia en las colmenas. Sitio web: [https://www.apiservices.biz/documents/articulos-es/partenogenesis\\_arrenotoquia\\_y\\_telitoquia.pdf](https://www.apiservices.biz/documents/articulos-es/partenogenesis_arrenotoquia_y_telitoquia.pdf)
- Vargas R., Ubillo A. (2005). “Susceptibilidad de *Frankliniella occidentalis* (Thysanoptera: Thripidae) a Insecticidas en la Zona Central de Chile” Agric. Téc. v.65 n.4 Chillá ISSN 0365-2807. Sitio web: [https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0365-28072005000400009#:~:text=occidentalis%20a%20cuatro%20insecticidas%20de.\)%20y%20spinosad](https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0365-28072005000400009#:~:text=occidentalis%20a%20cuatro%20insecticidas%20de.)%20y%20spinosad)

[%20\(naturalite\).](#)

Varón D.E., Santos A.O. Monje B. (s.f) Generalidades sobre trips (Thysanoptera). Manual técnico de manejo de trips en maracuyá. MADR CORPOICA: Sitio web:

[https://repository.agrosavia.co/bitstream/handle/20.500.12324/616/77501\\_66459.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repository.agrosavia.co/bitstream/handle/20.500.12324/616/77501_66459.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Vásquez V. (2013) Control de trips (*Frankliniella occidentales*) mediante la aplicación de tres extractos

botánicos en el cultivo de rosas (*Rosa* sp.) variedad Mohana. Cayambe, PICHINCHA. Universidad

central de Ecuador. Sitio web: <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/1104/1/T-UCE-0004-24.pdf>

Viglianchino L. (2013). Control integrado de *Frankliniella occidentalis* (Pergande) (Thysanoptera: Thripidae)

con insecticidas y liberaciones de *Orius insidiosus* (SAY) (Hemiptera: Anthocoridae) sobre pimiento en invernadero. UNL. Sitio web:

[https://repositorio.inta.gob.ar/xmlui/bitstream/handle/20.500.12123/5225/INTA\\_CRBsAs\\_EEABalcarce\\_Viglianchino\\_LE-Control\\_integrado\\_Frankliniella\\_occidentalis.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.inta.gob.ar/xmlui/bitstream/handle/20.500.12123/5225/INTA_CRBsAs_EEABalcarce_Viglianchino_LE-Control_integrado_Frankliniella_occidentalis.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Villaroel, F., 2009. Efecto de la aplicaciones de spinosad (succes48) sobre *Frankliniella occidentalis* Pergande.

En uva de mesa var. Thompson seedless desde cierre de racimo a cosecha. Memoria Ing. Agr. Santiago, Universidad de Chile. Facultad de Agronomía. 29p.