

**UNIVERSIDAD RICARDO PALMA**  
**FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE BIOLOGÍA**



Efecto de la aplicación del enfunde y los bioinsecticidas  
Spinosad y Bio-bassiana frente a *Chaetanaphothrips*  
*signipennis* (Thysanoptera: Thripidae) para la producción del  
Banano Orgánico

Tesis para optar el Título Profesional de Licenciado en  
Biología

Rocio Zapata Mandujano

MSc. Juan Carlos Ramos Gorbeña  
Asesor interno de Tesis

Ing. Juan Carlos Rojas Llanque  
Asesor externo de Tesis

Lima, Perú

2021

## **DEDICATORIA**

Dedico este trabajo de tesis a mis padres Welmer Zapata y Sonia Mandujano por su apoyo incondicional en cada etapa de mi vida, a mi hermana Lena por sus consejos e impulsarme a ser cada día mejor.

## **AGRADECIMIENTO**

En primer lugar, agradecer a Dios por permitirme llegar hasta este momento tan importante de mi carrera profesional.

A mí familia, quienes siempre me han apoyado a lo largo de toda mi carrera profesional.

A mí director de Tesis, Mg. Juan Carlos Ramos Gorbeña, por el apoyo y la ayuda que me brindó con el asesoramiento de la tesis.

Al Ing. Juan Carlos Rojas por su asesoría, por confiar en mí y darme todas las facilidades para realizar mi tesis en el INIA.

A la Dra Lidia Cruz Neyra, al Dr. José Iannacone Oliver y al Dr. Mauro Quiñones Aguilar, por su tiempo y dedicación para corregir la presente tesis y fungir como miembros de jurados.

Al Instituto Experimental de Innovación Agraria el Chira - Piura y FONTAGRO por el financiamiento de la tesis.

A los agricultores Carmen Chero Valencia y Justo Nole Atoche por brindarnos el acceso a sus campos de cultivo de banano orgánico.

Al Ing. Edwin Ordeño Núñez por su amistad y apoyo en la recolección de datos en campo.

Al Bach. Uriel Torres Zevallos por su amistad, apoyo y asesoría en el procesamiento de datos.

A Jhosy Gutiérrez, Milagros Lulo, Sandra Almeida y Diego Aguirre por el apoyo incondicional, por su amistad y por haber formado parte de mi vida.

## RESUMEN

El presente trabajo de investigación tuvo como finalidad evaluar el efecto de la aplicación del enfunde y los bioinsecticidas Spinosad y Bio-Basiana frente a *Chaetanaphothrips signipennis* “trips” para la producción del banano orgánico. La investigación se realizó entre los meses de agosto a diciembre de 2020, en dos parcelas ubicadas en la provincia de Sullana (Piura, Perú). Los ensayos se basaron en un diseño experimental completamente aleatorizado (DCA), el cual contó con dos grupos experimentales (Spinosad + enfunde y Bio-Basiana + enfunde). Cada grupo experimental tuvo cuatro tratamientos que difirieron del número de aplicaciones del bioinsecticida, cada tratamiento se conformó por cinco réplicas teniendo un total de 20 racimos en estado fenológico 60 por unidad experimental. El efecto del enfunde y bioinsecticidas se evaluó en la 4ta y 10ma semana, en donde se recolectaron datos de la frecuencia de las poblaciones de adultos y ninfas de *C. signipennis*, la cantidad de dedos afectados y nivel de daño. A partir de los datos recolectados se evidenció una reducción de la frecuencia de adultos y ninfas de *C. signipennis* en los tratamientos T1 (3.09 trips/banano), T4 (2.55 trips/banano), T5 (4.45 trips/banano) y T6 (2.70 trips/banano). Se observó que el bioinsecticida Spinosad presenta una mayor eficacia (97-100%) en la reducción de daños ocasionados por *C. signipennis* en comparación con el bioinsecticida Bio-Basiana (94-97%). Los tratamientos T1, T2, T5 y T6 presentaron la menor cantidad de dedos afectados y menor nivel daño (1-3). Al emplear el enfunde sin ningún bioinsecticida se evidenció una reducción significativa del 90% en los daños ocasionados por *C. signipennis*. Por último, al calcular el beneficio/costo (B/C) se obtuvo que los tratamientos T1, T2, T5 Y T9 presentaron una mayor relación B/C en comparación a los demás tratamientos. De este trabajo de investigación se concluye que el enfunde y los bioinsecticidas Spinosad y Bio-Basiana tienen una efectividad en la reducción de daños ocasionados por *C. signipennis* en la producción del banano orgánico siendo los tratamientos T1 y T5 los más eficaces en reducir la frecuencia de *C. signipennis* y disminuir los daños ocasionados con una mejor relación B/C obteniendo frutas de mejor calidad, por lo que se recomienda implementar estos tratamientos junto a un programa de MIP.

**Palabras claves:** Bioinsecticidas, enfunde, *C. signipennis*, banano orgánico, daño ocasionado.

## ABSTRACT

The purpose of this research work was to evaluate the effect of the application of the sheath and the bioinsecticides Spinosad and Bio-Basiana against *Chaetanaphothrips signipennis* “trips” for the production of organic banana. The research was carried out between the months of August to December 2020, in two plots located in the province of Sullana (Piura, Peru). The trials were based on a completely randomized experimental design (DCA), which had two experimental groups (Spinosad + sheath and Bio-Basiana + sheath). Each experimental group had four treatments that differed from the number of applications of the bioinsecticide, each treatment was made up of five replicates having a total of 20 clusters in phenological state 60 per experimental unit. The effect of the sheath and bioinsecticides was evaluated in the 4th and 10th weeks, where data were collected on the frequency of adult and nymph populations of *C. signipennis*, the number of affected fingers and the level of damage. From the data collected, a reduction in the frequency of adults and nymphs of *C. signipennis* was evidenced in treatments T1 (3.09 trips / banana), T4 (2.55 trips / banana), T5 (4.45 trips / banana) and T6 ( 2.70 thrips / banana). The Spinosad bioinsecticide was found to be more effective (97-100%) in reducing damage caused by *C. signipennis* compared to the Bio-Basiana bioinsecticide (94-97%). Treatments T1, T2, T5 and T6 presented the least amount of affected fingers and the lowest level of damage (1-3). When using the sheath without any bioinsecticide, a significant reduction of 90% in the damage caused by *C. signipennis* was evidenced. Finally, when calculating the benefit / cost (B / C) it was obtained that treatments T1, T2, T5 and T9 presented a higher B / C ratio compared to the other treatments. From this research work it is concluded that the sheath and the bioinsecticides Spinosad and Bio-Basiana are effective in reducing the damage caused by *C. signipennis* in the production of organic bananas, with T1 and T5 treatments being the most effective in reducing the frequency. of *C. signipennis* and reduce the damage caused with a better B / C ratio obtaining better quality fruits, so it is recommended to implement these treatments together with an IPM program.

**Keywords:** Bioinsecticides, sheath, *C. signipennis*, organic banana, damage caused.

# ÍNDICE

<b>RESUMEN</b> .....	3
<b>ABSTRACT</b> .....	4
<b>I. INTRODUCCIÓN</b> .....	10
1.1. Planteamiento del Problema .....	11
1.2. Formulación del Problema.....	12
1.3. Justificación de la Investigación.....	12
1.4. Objetivos	
1.4.1. Objetivo General.....	13
1.4.2. Objetivos Específicos.....	13
<b>II. MARCO TEÓRICO</b> .....	14
2.1. Cultivo de Banano.....	14
2.2. Generalidades del “Trips”.....	16
2.3. Principales Bioinsecticidas para el control del Trips.....	18
<b>III. ANTECEDENTES</b> .....	20
<b>IV. HIPÓTESIS</b> .....	24
<b>V. MATERIALES Y MÉTODOS</b>	
5.1 Lugar de Investigación.....	25
5.1.1 Características climáticas .....	26
5.2. Materiales.....	26
5.3. Tipo y diseño de Investigación	
5.3.1. Tipo de muestreo.....	27
5.3.2. Diseño de investigación.....	27
5.3.3. Operalización de las variables.....	28
5.3.4. Análisis estadístico .....	29
5.4. Metodología	
5.4.1. Selección de plantaciones de banano orgánico y unidades experimentales.....	29
5.4.2. Aplicación de Bioinsecticidas y enfunde de racimos.....	29
5.4.3. Evaluación de la abundancia de <i>C. signipennis</i> .....	30

5.4.4. Evaluación de los daños ocasionados por <i>C. signipennis</i> .....	32
5.4.5. Evaluación de la eficacia de los tratamientos.....	34
5.4.6. Estimación del rendimiento de los tratamientos.....	35
5.5. Técnicas para el procesamiento de Información.....	36
5.6. Aspectos Éticos.....	36
<b>VI. RESULTADOS</b>	
6.1. Frecuencia global de <i>C. signipennis</i> .....	38
6.2. Supuestos de normalidad en la frecuencia de <i>C. signipennis</i> y banano orgánico.....	38
6.3. Asociación entre adultos y ninfas de <i>C. signipennis</i> /banano orgánico por bioinsecticida.....	39
6.4. Frecuencia de <i>C. signipennis</i> /banano orgánico según bioinsecticidas y grupo control....	40
6.5. Frecuencia de <i>C. signipennis</i> /banano orgánico según el número de aplicaciones del bioinsecticida.....	43
6.6. Frecuencia de manos, dedos sanos y afectados de banano orgánico según bioinsecticidas y grupo control.....	52
6.7. Rendimiento de producción del banano orgánico según bioinsecticidas y grupo control.....	54
<b>VII. DISCUSIÓN</b>	
7.1. Frecuencia de <i>C. signipennis</i> banano orgánico según bioinsecticidas y grupo control....	59
7.2. Frecuencia de <i>C. signipennis</i> /banano orgánico según el número de aplicaciones del bioinsecticida .....	59
7.3. Nivel de daño ocasionado por <i>C. signipennis</i> /banano orgánico según bioinsecticidas y grupo control.....	59
7.4. Efecto del enfunde en la producción del banano orgánico.....	60
7.5. Rendimiento de producción del banano orgánico según bioinsecticidas y grupo control	60
<b>VIII. CONCLUSIÓN</b> .....	62
<b>IX. RECOMENDACIONES</b> .....	63
<b>X. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	64

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Operacionalización de las variables.....	29
<b>Tabla 2.</b> Escala arbitraria del porcentaje de daño ocasionado por <i>Chaetanaphothrips signipennis</i> .....	35
<b>Tabla 3.</b> P-values de la prueba de normalidad Kolmogorov-Smirnov (con la corrección de Lilliefors) para variables numéricas de <i>Chaetanaphothrips signipennis</i> y banano orgánico entre agosto a diciembre de 2020 en la provincia de Ignacio Prado (Piura, Perú).....	39
<b>Tabla 4.</b> Estadísticos descriptivos de la frecuencia de adultos y ninfas de <i>Chaetanaphothrips signipennis</i> /banano orgánico con el tratamiento de Spinosad entre agosto a diciembre de 2020 en el distrito de Ignacio Escudero (Piura, Perú).....	41
<b>Tabla 5.</b> Estadísticos descriptivos de la frecuencia de adultos y ninfas de <i>Chaetanaphothrips signipennis</i> /banano orgánico con el tratamiento de Bio Basiana entre agosto a diciembre de 2020 en el distrito de Ignacio Escudero (Piura, Perú).....	42
<b>Tabla 6.</b> Estadísticos descriptivos de la frecuencia de adultos y ninfas de <i>Chaetanaphothrips signipennis</i> /banano orgánico del grupo control entre agosto a diciembre de 2020 en el distrito de Ignacio Escudero (Piura, Perú).....	43
<b>Tabla 7.</b> Estadísticos descriptivos de la cantidad de manos, dedos afectados y totales del banano orgánico según tratamientos entre agosto a diciembre de 2020 en la provincia de Ignacio Prado (Piura, Perú).....	53
<b>Tabla 8.</b> Frecuencia relativa del nivel de daño por <i>Chaetanaphothrips signipennis</i> según tratamientos entre agosto a diciembre de 2020 en el distrito de Ignacio Escudero (Piura, Perú).....	54
<b>Tabla 9.</b> Rendimiento de la producción de banano orgánico según diferentes tratamientos entre agosto a diciembre de 2020 en el distrito de Ignacio Escudero (Piura, Perú).....	55

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Mapa cartográfico del lugar de ejecución de la investigación.....	25
<b>Figura 2.</b> Temperatura promedio (°C) en la región de Piura según SENAMHI.....	26
<b>Figura 3.</b> Diseño Experimental de la Investigación .....	29
<b>Imagen 1.</b> Racimos en estado fenológico 60 del banano orgánico.....	32
<b>Imagen 2.</b> A. Preparación de Bioinsecticidas; B. Aplicación de Bioinsecticidas; C. Enfunde de racimos; D. Colocación de Cartillas.....	33
<b>Imagen 3.</b> A. Determinación de <i>Chaetanaphothrips signipennis in situ</i> ; B. Recolección de ejemplares de <i>C. signipennis</i> para su observación en laboratorio.....	34
<b>Imagen 4.</b> A y B. Evaluación de daños ocasionados por <i>Chaetanaphothrips signipennis</i> .....	35
<b>Figura 8.</b> Diagrama de dispersión entre la frecuencia de ninfas y adultos de <i>Chaetanaphothrips signipennis</i> /banano orgánico según el bioinsecticida aplicado y las semanas desde la emergencia del racimo, en la provincia de Ignacio Prado (Piura, Perú), entre agosto a diciembre de 2020.....	40
<b>Figura 9.</b> Box-plot de la frecuencia de adultos de <i>Chaetanaphothrips signipennis</i> /banano orgánico de los tratamientos de una aplicación según bioinsecticidas, enfunde y controles entre agosto a diciembre de 2020 en la provincia de Ignacio Prado (Piura, Perú).....	44
<b>Figura 10.</b> Box-plot de la frecuencia de ninfas de <i>Chaetanaphothrips signipennis</i> /banano orgánico de los tratamientos de una aplicación según bioinsecticidas, enfunde y controles entre agosto a diciembre de 2020 en la provincia de Ignacio Prado (Piura, Perú).....	45

<b>Figura 11.</b> Box-plot de la frecuencia de adultos de <i>Chaetanaphothrips signipennis</i> /banano orgánico de los tratamientos de dos aplicaciones según bioinsecticidas, enfunde y controles entre agosto a diciembre de 2020 en la provincia de Ignacio Prado (Piura, Perú).....	46
<b>Figura 12.</b> Box-plot de la frecuencia de ninfas de <i>Chaetanaphothrips signipennis</i> /banano orgánico de los tratamientos de dos aplicaciones según bioinsecticidas, enfunde y controles entre agosto a diciembre de 2020 en la provincia de Ignacio Prado (Piura, Perú).....	47
<b>Figura 13.</b> Box-plot de la frecuencia de adultos de <i>Chaetanaphothrips signipennis</i> /banano orgánico de los tratamientos de tres aplicaciones según bioinsecticidas, enfunde y controles entre agosto a diciembre de 2020 en la provincia de Ignacio Prado (Piura, Perú).....	48
<b>Figura 14.</b> Box-plot de la frecuencia de ninfas de <i>Chaetanaphothrips signipennis</i> /banano orgánico de los tratamientos de tres aplicaciones según bioinsecticidas, enfunde y controles entre agosto a diciembre de 2020 en la provincia de Ignacio Prado (Piura, Perú).....	49
<b>Figura 15.</b> Box-plot de la frecuencia de adultos de <i>Chaetanaphothrips signipennis</i> /banano orgánico de los tratamientos de cuatro aplicaciones según bioinsecticidas, enfunde y controles entre agosto a diciembre de 2020 en la provincia de Ignacio Prado (Piura, Perú).....	50
<b>Figura 16.</b> Box-plot de la frecuencia de ninfas de <i>Chaetanaphothrips signipennis</i> /banano orgánico de los tratamientos de cuatro aplicaciones según bioinsecticidas, enfunde y controles entre agosto a diciembre de 2020 en la provincia de Ignacio Prado (Piura, Perú).....	51
<b>Figura 17.</b> Diagrama de Correlación de las variables evaluadas entre agosto a diciembre de 2020 en la provincia de Sullana (Piura, Perú) .....	56

## I. INTRODUCCIÓN

*Chaetanaphothrips signipennis* “Trips” (Bagnall, 1914) es uno de los insectos plaga más importantes que afectan al cultivo de Banano orgánico en la costa norte del Perú, este insecto genera grandes pérdidas económicas en la producción, ya que afecta la calidad estética de los frutos generando unas manchas rojizas sobre ellas, lo que ocasiona que sean rechazadas por las empacadoras de agroexportación.

En la actualidad, existen muchos métodos que son ineficientes para el control de esta plaga, por ello se contempla la búsqueda de alternativas que permitan el manejo de las poblaciones de este insecto, que reduzcan las pérdidas de frutas afectadas y que cumplan con los estándares de calidad para la exportación.

El uso de bioinsecticidas a base de organismos entomopatógenos adicionado a la práctica de un enfunde temprano, durante el proceso productivo de este cultivo, se considera una alternativa de solución a la reducción de poblaciones de trips evitando pérdidas en la cosecha. El uso de esta tecnología se presenta como alternativa para disminuir el daño ocasionado al cultivo sin afectar sus propiedades y el ambiente permitiendo cumplir con los estándares de calidad e inocuidad para la salud de los consumidores.

Por lo expuesto, el presente trabajo de investigación tiene como objetivo evaluar el efecto de la aplicación del enfunde y los bioinsecticidas Spinosad y Bio-Basiana frente a *Chaetanaphothrips signipennis* para la producción del banano orgánico. La técnica frecuentemente empleada se basa en métodos experimentales en el cual se usan enfundes simples de polietileno, los cuales son colocadas en el estado fenológico 60 del racimo, además se emplean dos bioinsecticidas orgánicos a base de toxinas de organismos entomopatógenos (Spinosad y Bio-basiana), los cuales son aplicadas en la primera, segunda, tercera y cuarta semana de haber emergido el racimo. Posteriormente, se evalúa el porcentaje de daño ocasionado. Esta alternativa tecnológica de control biológico contribuye a reducir la pérdida de fruta afectada por esta plaga beneficiando a los productores y a las personas que dependen de la cadena productiva de este cultivo.

## I.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El Banano es un cultivo de importancia agrícola a nivel mundial. En el Perú se cuenta con 152,275 hectáreas cultivadas, localizándose el 71.5% de hectáreas en región de selva en el Perú, el 22% en la costa norte y el 6.5% en los diferentes departamentos del Perú (Flores, 2012).

En los últimos años las cifras de exportaciones ascendieron a U\$ 6,854 millones incrementándose 6.0% sobre las exportaciones del 2018 (AGRODATAPERU, 2019). Sin embargo, aún existen limitaciones por el rechazo en las agroexportadoras por la calidad de la fruta causada por insectos y/o hongos que infectan los cultivos.

Una de las principales pérdidas de producción en el cultivo de Banano *Musa* spp. es la que ocasiona el insecto plaga *Chaetanaphothrips signipennis*, “Trips” el cual provoca una “Mancha roja” en los frutos del banano generando pérdidas de hasta un 30%-60% de la producción, la cual junto a otros problemas sanitarios que presenta el cultivo, genera pérdidas de hasta más de 23 millones de dólares (León, 2018). Por ello, en los últimos años se vienen buscando soluciones sostenibles para contrarrestar esta plaga, ya que si se llegaran a controlar las poblaciones de este insecto traería un aumento en productividad del 45% según la FAO (Alban, 2018).

En la actualidad, se han establecido nuevas normativas que restringen el uso de insecticidas organoclorados y organofosforados, debido a que tienen un poder acumulativo que afecta al ambiente, a los consumidores y productores. Esto ha traído como consecuencia que muchos cultivos como el Banano que tienen la denominación de “producto orgánico” limiten su uso (Ley N° 29196, SENASA). Es por ello que se buscan alternativas de solución para un adecuado manejo integrado del cultivo a partir de nuevas tecnologías “limpias” como el uso de bioinsecticidas orgánicos a base de organismos entomopatógenos (Correa, 2018). También, se utilizan métodos culturales como la técnica de enfunde; esta técnica es menos costosa y tiene buenos resultados contra los daños ocasionados por el Trips. Pese a ello, aún existen limitaciones porque es empleada inadecuadamente,

ya que se usa en una etapa avanzada del proceso productivo causando un bajo rendimiento en la producción (FONTAGRO, 2016).

## **1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA**

¿Cuál es efecto de la aplicación del enfunde y los bioinsecticidas Spinosad y Bio-Basiana frente *Chaetanaphothrips signipennis* para la producción del banano orgánico?

## **1.3. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN**

La aplicación de bioinsecticidas se diferencia de los insecticidas químicos en el uso de toxinas propias de microorganismos entomopatógenos, lo cual permite restablecer el equilibrio natural entre los agentes de control y las plagas agrícolas de manera que no generan daños perjudiciales para la salud del consumidor y productor, asimismo en el ambiente y los insectos benéficos que dependen de él (Williams *et al.*, 2013).

El uso de bioinsecticidas orgánicos adicionado al empleo de un enfunde temprano en el proceso productivo de este cultivo contempla una solución a la disminución de poblaciones de Trips estimando un control entre un 95 a un 99% de esta plaga (Chang, 2018), reduciendo así las pérdidas en la cosecha obteniendo frutas de mejor calidad.

Dicha alternativa contribuirá a reducir la pérdida de fruta afectada beneficiando a más de 147987 familias, las cuales dependen de manera directa o indirecta de la cadena productiva de este cultivo (Herrera & Colonia, 2011).

En tal sentido, este trabajo contribuirá con el cumplimiento del marco de la Ley N° 29196 que tiene como objetivo promover la producción orgánica sostenible, la seguridad alimentaria y la conservación de la biodiversidad biológica coadyuvando a la mejora de la calidad de vida de los productores y consumidores.

## **1.4. OBJETIVOS**

### **1.4.1. Objetivo General**

- Evaluar el efecto de las aplicaciones del enfunde y los bioinsecticidas Spinosad y Bio-Basiana frente a *Chaetanaphothrips signipennis* para la producción del banano orgánico.

### **1.4.2. Objetivos Específicos**

- Aplicar los bioinsecticidas Bio-Basiana y Spinosad en la primera, segunda, tercera y cuarta semana de la emergencia del racimo.
- Identificar el nivel de daño ocasionado por *C. signipennis* en cada uno de los tratamientos desde la etapa inicial hasta final del brote del fruto (4ta y 10ma semana).
- Calcular la frecuencia de *C. signipennis* por banano orgánico en los tratamientos empleados en la 4ta y 10ma semana.
- Comparar el rendimiento de la producción de cada uno de los tratamientos empleados.

## II. MARCO TEÓRICO

### 2.1 Cultivo de Banano

#### 2.1.1 Taxonomía

El Banano Orgánico (*Musa* spp.) es una planta originaria de Asia Meridional. (Herrera & Colonia, 2011). El nombre del género *Musa* deriva de la planta arábiga “mouz” propuesto por el Botánico Antonio Musa y su nombre común “Banana” deriva del nombre arábico *Banan* que significa “dedo” que hace referencia al fruto.

Esta planta pertenece a la familia Musaceae, en donde todos sus géneros son monocotiledóneas y son consideradas especies arbustivas pese a que algunas llegan a tener gran tamaño (Gorst, 2016).

Clasificación Taxonómica según Royal Botanic Gardens, Kew: World Checklist of Selected Plant Families (Govaerts, 2019):

Reino: Plantae

División: Magnoliophyta

Clase: Liliopsida

Orden: Zingiberales

Familia: Musaceae

Género: *Musa* spp.

#### 2.1.2. Morfología

El banano es una planta herbácea perenne de gran tamaño, que presenta como tallo un rizoma corto almidonoso, es una planta subterránea con un pseudotallo que resulta de la unión de las vainas foliares, las cuales forman un diámetro basal de hasta 30 cm, esta planta posee aproximadamente una altura de 3.5-7.5 m, terminado en una corona de hojas, las cuales están dispuestas en forma espiralada, con un largo de 2.4 m y 1.5 m de ancho, además de un peciolo de un metro o más de longitud. Sus raíces son superficiales de color blanco y tiernas cuando emergen, posteriormente son duras y amarillentas. Pueden alcanzar los 3

m de crecimiento lateral y 1.5 m de profundidad, su poder de penetración de la raíz es débil, por lo que la distribución radicular está relacionada con la textura y estructura del suelo (Herrera & Colonia, 2011).

### **2.1.3 Importancia y comercialización en el Perú**

El cultivo de banano es uno de los cultivos más importantes del sector agropecuario en el Perú, ya que es el sustento económico de muchas familias. En los últimos años, en el Perú la exportación mundial del banano se ha incrementado. En el 2017 las exportaciones llegaron a los U\$ 5713 millones. En el 2018 las exportaciones Agropecuarias subieron a los U\$ 6465 millones, con un incremento de 13% frente al período del 2017. En el 2019 las cifras provisionales de exportaciones ascendieron a U\$ 6854 millones incrementándose 6% sobre las exportaciones del 2018 (AGRODATAPERU, 2019). Este cultivo tiene como principal mercado de exportación a la Unión Europea, Estados Unidos y Corea del Sur, los cuales representan en conjunto un promedio el 93% del total exportado por Perú a todos los países (DGPA, 2018).

### **2.1.4 Problemas Sanitarios en el Banano**

El cultivo de Banano al igual que muchos cultivos es afectado por distintos tipos de plagas, entre las principales tenemos a la “Sigatoka negra” (*Mycosphaerella fijiensis*), *Erwinia* sp., virus como CMV (“virus del mosaico del banano”) y BSV (“virus del estriado del banano”); el “gusano tornillo” (*Metamasius hemipterus*), picudo negro (*Cosmopolites sordidus*), “Trips” (*Chaetanaphothrips signipennis*), Nematodos, etc. (Vegas, 2013), las cuales son capaces de afectar a todos los órganos que conforman la planta, generando una preocupación a los agricultores ya que disminuyen el rendimiento y afectan la calidad del producto; todo esto debido a las prácticas agrícolas inadecuadas.

## 2.2. Generalidades del “Trips”

*Chaetanaphothrips signipennis* “Trips” es un insecto plaga que causa daño a la calidad de la fruta en las plantaciones de banano, debido a prácticas agrícolas inadecuadas, malas aplicaciones de plaguicidas y/o por factores ambientales (Vera, 2013). Se encuentra distribuida a nivel mundial en Australia, Nuevo Sur de Gales, Queensland; Brasil en Minas Gerais, Costa Rica, China, Taiwán, Estados Unidos de Norte América en California, Florida, Hawaii, Illinois, Massachusetts, Granada, Guadalupe, Honduras, India en Kerala, Tamil Nadu, Indonesia en Java, Jamaica, Japón en Honshu y Kyushu. Malasia, México, Puerto Rico y República Dominicana (Morales, 2015). En todos estos países este insecto provoca que la producción bananera se vea afectada provocando grandes pérdidas económicas.

*Chaetanaphothrips signipenni* pertenece a la clase insecta, orden Thysanoptera, suborden Terebrantia y a la familia Thripidae que contiene la mayoría de las especies dañinas atacando principalmente flores y follaje de ornamentales, frutales y hortalizas.

Clasificación taxonómica según Mitri & Stannard (1962):

Clase: Insecta

Orden: Thysanoptera

Suborden: Terebrantia

Familia: Thripidae

Subfamilia: Thripinae

Género: *Chaetanaphothrips*

Especie: *Chaetanaphothrips signipennis* (Bagnall, 1914)

*Chaetanaphothrips signipennis* tiene un ciclo de vida que dura aproximadamente 28 días en el cual pasa por siete estadios. Se reproduce sexualmente, luego de dos días desde la copulación las hembras comienzan la ovoposición depositando aproximadamente 15 huevos sobre el tejido de las plantas. Los huevos eclosionan en ninfas entre los 6 y 9 días. Las ninfas del estadio I y II duran 4 días hasta convertirse en ninfas de estadio III, después de 8 a 10 días las ninfas maduras migran de la planta huésped al suelo o debajo de la epidermis de la planta hospedadora y se transforman en prepupas, luego de 2 a 5 días las prepupas entran en la etapa pupal, en donde presentan poca movilidad, pero logran desplazarse hasta 15 cm, no obstante no se alimentan. En 6 a 10 días, el adulto emerge de la pupa y puede permanecer debajo de la superficie hasta por 24 horas. Los adultos presentan un promedio de vida de 30 días en hembras y 25 días para el macho (Vera, 2013).

### **2.2.1. Fitopatología del “Trips”**

La fitopatología causada por *C. signipennis* se presenta en los pseudotallos y en la fruta, en esta última genera daño en la calidad del producto, ya que ocasionan pequeñas manchas de color rojo claro en forma ovalada que se va oscureciendo hasta convertirse en las manchas rojizas típicas (Morales, 2015). El insecto deposita sus huevecillos en el fruto, y estas en su estadio ninfal II o III se alimentan raspando la epidermis con su aparato bucal raspador que comprende un cono bucal dentro del cual se hallan tres estiletes que laceran el tejido vegetal e inyectan saliva causando la disolución de los contenidos celulares generando la extracción del contenido celular, en consecuencia se produce la entrada de aire a las células, lo cual torna los tejidos con una coloración marrón rojiza debido a la oxidación del látex (Arias *et al.*, 2012; Wladimir, 2014).

### **2.2.2 Control del Trips**

Existen 3 métodos para controlar a los Trips: El método cultural, químico y biológico (Pardey, 2009).

### **2.2.1.1 Control cultural**

Son prácticas realizadas manualmente por el agricultor, las cuales se realizan en diferentes etapas de la producción del cultivo para eliminación de plagas y la correcta producción del cultivo (Salas *et al.*, 2016).

### **2.2.1.2 Control químico**

Este tipo de control sigue siendo la principal estrategia para el control de estas plagas, porque es la más eficaz y el mercado de exportación no acepta frutas con síntomas del ataque del insecto. El insecticida más usado para el control del trips es el Clorpirifos, el cual es un organofosforado cristalino que inhibe la acetilcolinesterasa causando envenenamiento por colapso del sistema nervioso del insecto (Brechelt, 2004). Pese a su eficacia, este método causa daños severos de fitotoxicidad a la planta, la salud del consumidor, productor y ambiente (Rojas, 2013).

### **2.2.1.3 Control biológico**

En el control biológico se usan parásitos, insectos, bacterias, hongos y virus. En el caso del control de trips, se usa el parásito *Megaphragma mymaripennis* que parasita los huevos del trips (Aquino & Molinari, 2007), asimismo se tiene organismos como *Tripobius semiluteus* que ovoposita sus huevos dentro de las larvas del trips y *Lecanicillium lecanii*, uno de los hongos más usados para el control biológico de insectos plaga (Vega, 2013).

## **2.3 Principales bioinsecticidas para el control del Trips en el banano**

### **2.3.1 Spinosad**

Spinosad es un insecticida de origen natural producido por la fermentación de una bacteria actinomiceto llamada *Saccharopolyspora spinosa* aislada de una muestra de suelo de una fábrica de ron en una isla caribeña Hara *et al* (2002). Spinosad es una neurotoxina compuesta por una mezcla de las spinosinas A y D (de ahí spinosAD). Este bioinsecticida resulta muy eficaz para el control de plagas de lepidópteros, dípteros, algunos coleópteros, termitas, hormigas y trips (Bret *et al.*, 1997). Spinosad tiene una mejor efectividad cuando los insectos

plaga ingieren este producto, mientras que por contacto se consigue una menor efectividad. De acuerdo a la Agencia de Protección al Ambiente (EPA) de los Estados Unidos es clasificado como un producto de bajo riesgo toxicológico, por tener una poca toxicidad residual a los 3-7 días posteriores desde la aplicación (Englund & Sparks, 1988). Según Williams *et al.* (2013) mencionan que este bioinsecticida es seguro para el ambiente y la conservación de poblaciones de parásitos o insectos que son enemigos naturales de los insectos plaga.

### **2.3.2. Bio-Basiana (*Beauveria bassiana*)**

*Beauveria bassiana* es un hongo entomopatógeno imperfecto de la clase Deuteromycetes perteneciente al orden de los Hypocreales y de la familia Clavicipitaceae (Kirk, 2019). Este hongo es utilizado como bioinsecticida natural reconocido por su alta especificidad sobre sus huéspedes, baja o nula patogenicidad sobre la fauna benéfica y su baja toxicidad hacia los mamíferos, peces y al ambiente. Este hongo como la mayoría de hongos entomopatógenos (HEP) tienen un mecanismo de invasión único que le permite atravesar de forma directa la cutícula o la pared del tracto digestivo de los insectos, lo que los hace excelentes agentes de control biológico, ya que no se necesita que los insectos ingieran estos HEP actuando, así como insecticidas de contacto (Charnley & Collins, 2007; Tellez-Jurado *et al.*, 2009).

El modo de acción de los HEP está dividido en tres fases: La primera es la adhesión y germinación de la espora en la cutícula del insecto. La segunda fase es la penetración en el hemocele. La tercera fase es el desarrollo del hongo, esta fase comienza cuando el hongo inicia un crecimiento micelial e invade todos los órganos del hospedero: tejidos musculares, cuerpos grasos, tubos de Malpighi y hemocitos. Esta fase termina cuando las hifas penetran la cutícula desde el interior del insecto y emergen a la superficie, donde en condiciones ambientales apropiadas inician la formación de nuevas esporas (Espinola, 2011). Si bien los HEP son excelentes agentes biológicos para el control de plagas tienen un modo de acción que es limitado por factores ambientales sobre todo de humedad y temperatura.

### III. ANTECEDENTES

**Dethier et al. (1960)** mencionan que el esfuerzo por aumentar la efectividad de insecticidas microbianos ha generado que se busquen alternativas como el uso de adyuvantes, que son sustancias que son empleadas por las funciones que posee como el de atrapamiento, estimulación, atracción, repelencia e inhibición que permite alcanzar en el producto un efecto particular deseado. Estos componentes van a depender de la bioecología del microorganismo que se utilice, de la especie de insecto, y del modo de aplicación.

**Monzón (2001)** señala que el uso excesivo de plaguicidas provoca efectos negativos en el suelo, agua y salud, por lo que plantea como alternativa el uso de sistemas agrícolas sostenibles basados en la utilización de organismos entomopatógenos (HEP) como controladores biológicos de plagas de importancia económica, ya que son capaces de producir enfermedad y muerte en insectos.

**Badii & Abreu (2006)** mencionan que aproximadamente el 80% de las enfermedades que se producen en los insectos tienen como agente causal un hongo. Existen innumerables tipos de hongos comerciales que afectan de forma eficiente a determinadas familias de insectos, siendo *Verticillium lecanii*, una especie eficaz contra áfidos (Aphididae), moscas blancas (Aleyrodidae) y tisanópteros (Thysanoptera).

**Uva et al. (2009)** mencionan que no solo se debe mejorar la eficiencia productiva, si no que se debe mantener ciertos estándares de calidad que aseguren y certifiquen las Buenas Prácticas Agrícolas (BPA), con el fin de obtener alimentos inocuos y sanos brindando confianza a los consumidores, y así poder sacar una ventaja competitiva, además de generar un menor impacto al medio ambiente, con la reducción de agroquímicos tomando conciencia de los recursos naturales.

**Williams et al. (2003)** encontraron que la susceptibilidad del bioinsecticida Spinosad a 52 especies predadores entre parásitos e insectos, enemigos naturales de las plagas, era insignificante teniendo un resultado no dañino para un 79% de estos predadores. Sin embargo, señaló que en el caso de los parasitoides del grupo de los Hymenoptera,

este insecticida presentó efectos perjudiciales. Concluyó que Spinosad representa uno de los bioinsecticidas más prudentes disponibles, no obstante el uso de este producto debe evaluarse cuidadosamente en situaciones en donde la conservación de las poblaciones de parasitoides constituyen una de las principales preocupaciones.

**Cortez (2010)** realizó métodos culturales en el cultivo del banano para proteger la fruta durante su desarrollo de manera que la calidad de la fruta no se vea afectada, encontrando que las bolsas de polietileno (enfunde) son muy utilizadas, ya que reducen de 48 a 14 días, el tiempo de la cosecha, alarga la dimensión de los dedos e incrementa el peso del racimo.

**Herrera & Colonia (2011)** mencionan que el cultivo del banano es uno de los cultivos más importantes del sector agropecuario en el Perú, debido a que no solo aporta un alto valor nutricional para el consumidor, sino que además genera un alto ingreso económico a los productores, siendo este recurso uno de los sustentos más importantes para ellos, ya que aproximadamente 147,987 familias dependen de este, ya sea de manera directa o indirecta a lo largo de la cadena productiva de este cultivo.

**Dier (2013)** indica que los usos de fundas no tratadas con orificios de 3 mm de diámetro mostraron un porcentaje de daño del 10% a las diez semanas de edad del racimo, y una tasa de retorno marginal del 80%, calificándola como una alternativa para disminuir considerablemente la presencia del insecto, así como la severidad del daño en la fruta causada por *C. signipennis*

**García (2013)** realizó un reconocimiento de las poblaciones de Trips y enemigos naturales presentes en un sistema de producción del banano. La especie predominante en el banano orgánico fue *Frankliniella insularis*. Como enemigos naturales se encontró a insectos de las familias Formicidae (*Tapinoma* spp. y *Camponotus* spp.), Labiidae y Vespidae (*Polybia* spp.) y el hongo *Metarhizium anisopliae*, el cual se encuentra de forma natural en el suelo y en este caso parasitando trips, además observó que existía una relación inversamente proporcional relacionado con la diversidad de enemigos naturales y las especies de trips registradas cuando se les vertía plaguicidas químicos.

**Rojas (2013)** estipula que en los últimos diez años el Perú se ha insertado en la comunidad de países exportadores de banano orgánico, ubicándose las mayores y principales áreas de producción en la costa norte del país: Tumbes (13%), Piura (81%), Lambayeque (4%) y La Libertad (2%).

**Vegas (2013)** señala que una de las plagas más importantes en el cultivo de banano es el ocasionado por “Trips” *C. signipennis*, perteneciente a la familia Thripidae que provoca una “mancha roja” en los frutos del banano, generando pérdidas de hasta un 30% en la producción, ya que es rechazada por los consumidores y por ello no se puede comercializar en ninguno de los mercados (local, nacional y exportación).

**Vegas (2013)** menciona que en los últimos 10 años el cultivo de Banano ha tenido mucha acogida de parte de los consumidores ocasionando que los agricultores tengan mayor interés de producir este cultivo, siendo las mayores y principales áreas de producción la costa norte del país teniendo aproximadamente 6500 ha certificadas en producción.

**Arias et al. (2012) y Wladimir (2014)** mencionan que los daños que causan los “trips” se localizan entre los dedos de banano, donde los adultos depositan sus huevecillos que en el estadio ninfal se alimentan raspando la epidermis de los frutos tiernos, tornándose la piel rojiza debido a la oxidación del látex.

**Valladolid (2014)** realizó la identificación y fluctuación poblacional de especies de “trips” en cultivo de plátano y banano (*Musa spp.*) en el Valle de Tumbes (Perú) entre los meses de agosto y noviembre del 2014, logró identificar cuatro especies de “Trips”, además observó que la especie más predominante fue *C. signipennis*.

**Helguero (2017)** señala que diversos países prefieren productos provenientes de otros países como Australia y Nueva Zelanda ya que los perciben como “más limpios y verdes”, en otras palabras, prefieren los productos orgánicos con ausencia de químicos artificiales en su producción, habiendo consumidores dispuestos a pagar un precio adicional por estos artículos.

**Chang (2018)** menciona que actualmente se utilizan las bolsas plásticas (enfundes) incorporadas con bioinsecticidas para el control de muchos insectos entre ellos el “Trips” de la mancha roja, ya que actúan como barrera mecánica. Sin embargo, en

especies como el “Trips” que atacan a diferentes partes del cultivo como el pseudotallo, se requiere de aplicaciones suplementarias de insecticidas.

**Correa (2018)** indica que uno de los problemas que enfrenta la producción del banano es el descarte en su proceso de producción por la infestación de plagas, malas prácticas culturales que dañan la calidad de la fruta o escasas técnicas de cuidado dentro del proceso productivo, la cual en los últimos años ha generado pérdidas que representan un 10% del producto, equivalente a 24064 cajas por año.

**Delgado et al. (2018)** realizaron una investigación para comprobar la eficacia de la piretrina y spinosad sobre *C. signipennis*, para ello realizaron 5 tratamientos. La primera en plantaciones de banano que tenían fundas simples sin tratar. El segundo tratamiento con Spinosad (120 g/L) con dosis de 1 ml/L. La tercera con Piretrina (5%) 2 ml/L y la cuarta con Piretrina + Spinosad (1 ml/L + 1 ml/L), además de un testigo absoluto. Las aplicaciones de los tratamientos se realizaron en tres etapas del racimo: la primera en la bellota cerrada, antes del enfunde; el segundo al cuarto día, instante después de la limpieza de brácteas; y la tercera fue al octavo día, antes de la colocación de los protectores de las manos en el racimo. Obtuvieron como resultado que el testigo absoluto presentó en promedio 47 dedos con mancha roja por racimo, provocados por *C. signipennis*, representando el 32% de pérdidas de la fruta, mientras que en los racimos con fundas simples se detectaron 39 dedos descartados por daños de Trips por racimo, que representa el 25% en la producción. En el tratamiento con Piretrina se contaron 7 dedos con mancha roja por racimo, lo cual significa un 5% de pérdida de la fruta por racimo, en las aplicaciones de Spinosad se perdieron 4 dedos y esto representó el 2% de daño de *C. signipennis*, por otra parte, en el uso de la Piretrina + Spinosad se tuvo solo una pérdida. Concluyeron que el uso de Piretrina y spinosad solos o combinados y aplicados en las épocas apropiadas (bellota cerrada, limpieza de brácteas y colocación de protectores) tienen efectos positivos en el manejo del Trips de la mancha roja llegando a controlar entre el 95 y 99% de esta plaga.

**Herrera (2018)** indica que según el coordinador del Proyecto de Inversión de Banano (PIB) Axel Herrera (*comm. pers.*), la producción de una hectárea de banano cuesta 27

mil soles para instalar, el mantenimiento tiene un costo de S/25 mil con una productividad entre 1200 y 1500 cajas por hectáreas al año.

**Scribano et al. (2018)** evaluaron el efecto del embolsado y deschire del cultivo de banano (*Musa acuminata colla*) sobre las poblaciones de Trips (Tysanoptera: Tripidae) durante dos ciclos de producción. Observaron que el embolsado de los racimos y el deschire redujo la incidencia de *Frankliniella breuvicalis* en un 54% y 66% en cada ciclo. Asimismo, mencionan que la diferencia de resultados entre los ciclos son atribuibles a las condiciones climáticas.

**Arias et al. (2020)** realizaron un estudio para evaluar la efectividad de la técnica de enfunde en plantaciones del Banano. Utilizaron tres tratamientos: plantas con bellota sin enfunde, enfunde con aplicación de insecticidas y plantas enfundadas en bellotas cerradas (Estado Fenológico 60). Concluyeron que el enfunde en la bellota cerrada es una técnica que debe practicarse sin falta para asegurar pérdidas mínimas entre un 0-5%, ya que en ausencia total de enfunde las pérdidas oscilaron entre un 29 y 90%. Además, estipulan que en los tratamientos de enfunde con aplicación de insecticidas repelentes, bioinsecticidas o agentes microbianos, no redujeron significativamente las pérdidas, y por lo tanto deberían ser desestimados y ser usados con poca frecuencia en objetivos específicos, ya que pueden ser perjudiciales para insectos de importancia ecológica.

#### **IV. HIPÓTESIS**

Las aplicaciones del enfunde y los bioinsecticidas Spinosad y Bio Basiana frente a *C. signipennis* en la producción del Banano Orgánico evitarán el ataque de este, y en consecuencia el daño ocasionado al fruto.

## V. MATERIALES Y MÉTODOS

### 5.1 LUGAR DE LA INVESTIGACIÓN

El presente trabajo de investigación se desarrolló en dos parcelas de la Cooperativa COOPAG ubicadas en Santa Sofía, un anexo del distrito de Ignacio Escudero en la provincia de Sullana, Piura. Las parcelas tenían aproximadamente 1.5 hectáreas de cultivo de banano orgánico de la variedad Cavendish.

**Región:** Piura

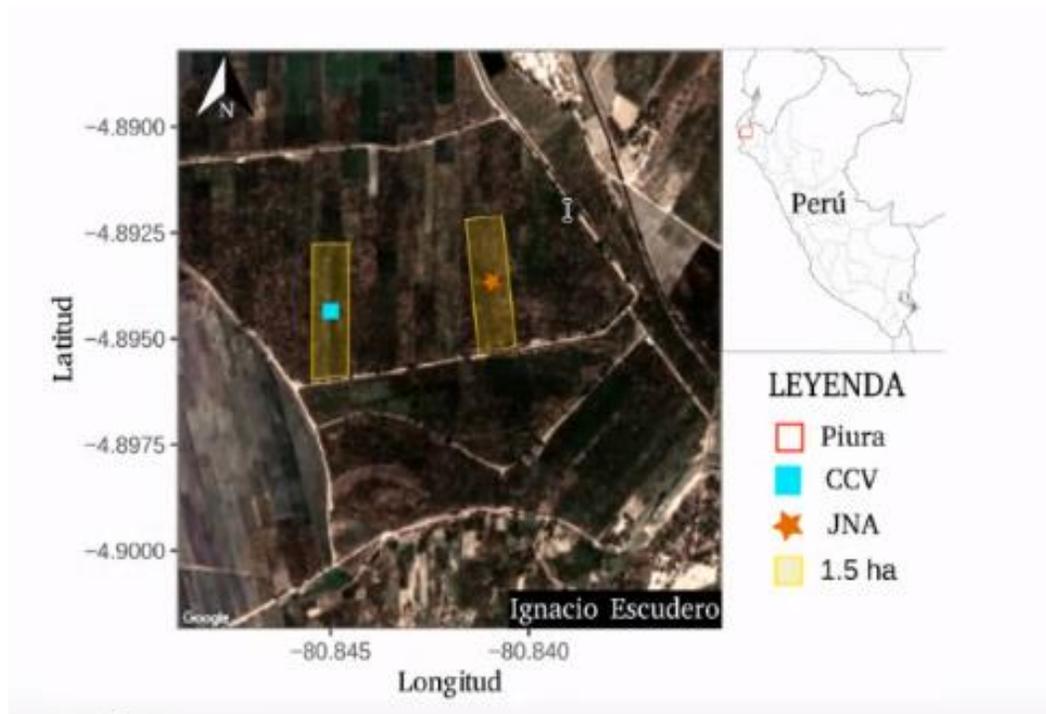
**Departamento:** Piura

**Provincia:** Sullana

**Distrito:** Ignacio Escudero – Santa Sofía

**Latitud:** 4° 53' 44.47" y 4° 53' 41.33"

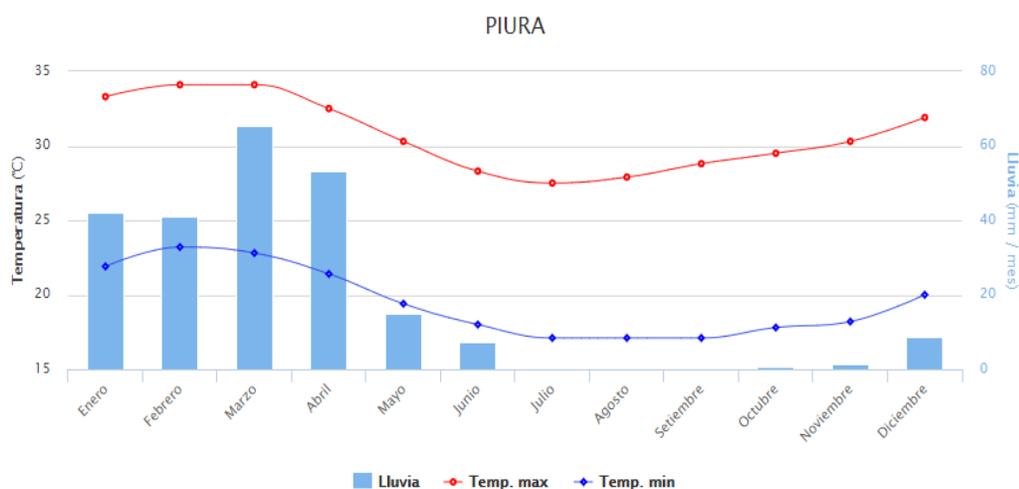
**Longitud:** 80° 50' 46.22" y 80° 50' 26.66"



*Figura 1.* Mapa del lugar de investigación

### 5.1.1. Características climáticas

La región de Piura alcanza las temperaturas más altas en febrero y marzo (34.1°C), mientras que la temperatura más baja ocurre en los meses de julio, agosto y setiembre (17.1°C); llueve con mayor intensidad en el mes de marzo (65.5 mm/mes). El período más húmedo del año es entre los meses de diciembre a junio y el periodo menos húmedo en los meses de setiembre a noviembre (10%), según la información pública del SENAMHI (SENAHMI, 2020).



**Figura 2.** Temperatura promedio en la región de Piura (Perú) según SENAMHI.

## 5.2. MATERIALES

### Materiales de Campo

- Plantas de plátano en inflorescencia 60
- Fundas de plástico con orificios de 3mm.
- Cintas de colores (identificación)
- Tarjetas plásticas (identificación)
- Marcadores
- Grapadora
- Cámara fotográfica
- Libro de campo
- GPS
- Escalera

- Lupa de bolsillo

### **Herramientas**

- Machete
- Cuchillo o curvo
- Escalera

### **Insumos**

- Entrust (Bioinsecticida a base de Spinosad)
- Bio Basiana (Bioinsecticida a base de *Beauveria bassiana*)
- Biogrin

## **5.3. TIPO Y DISEÑO DE INVESTIGACIÓN**

### **5.3.1 Tipo de muestreo**

Muestreo probabilístico.

### **5.3.2 Diseño de Investigación**

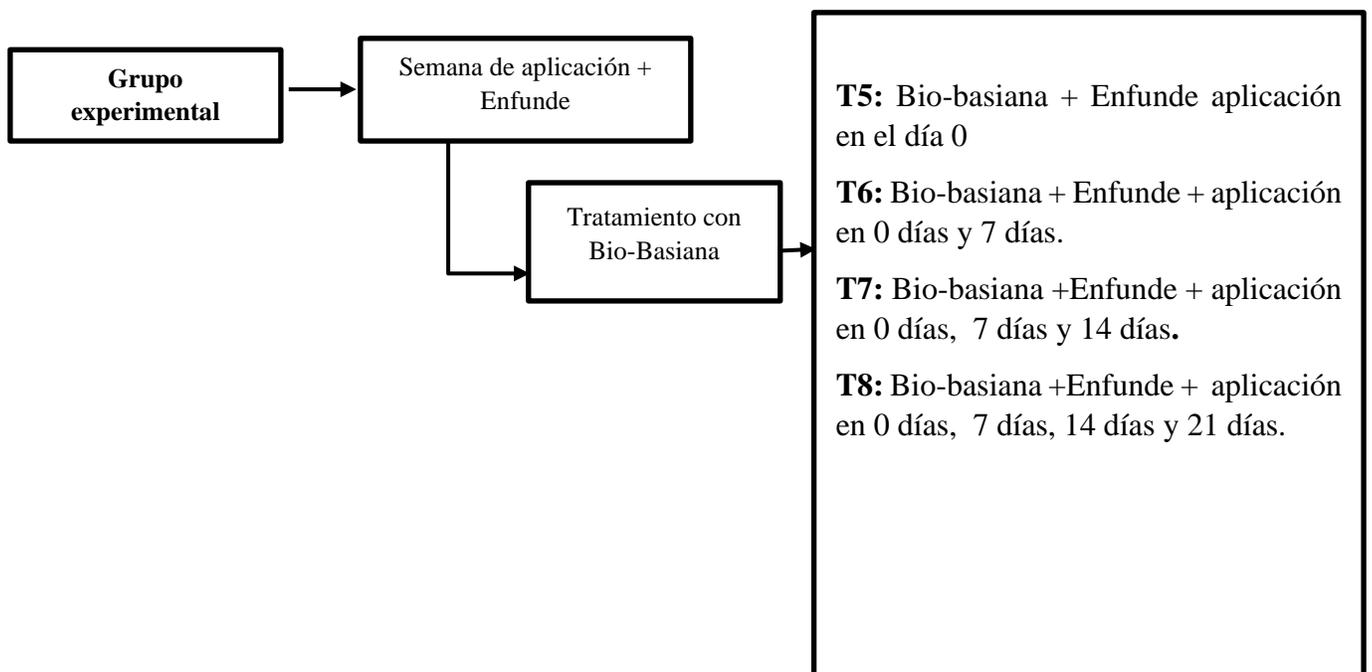
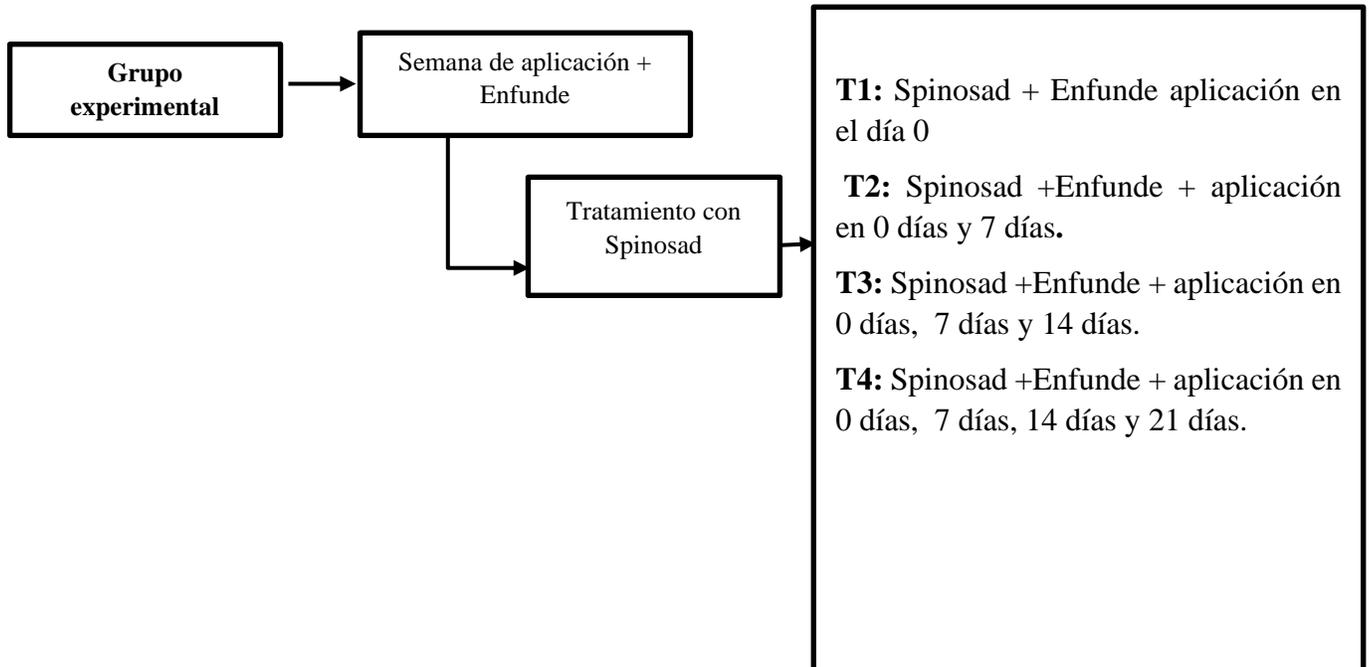
Los ensayos se basaron en un diseño experimental completamente aleatorizado, el cual contó con dos grupos experimentales (Spinosad + Enfunde y Bio Basiana + Enfunde). Cada grupo experimental tuvo cuatro tratamientos que difirieron de la cantidad de veces de aplicaciones, cada tratamiento se conformó por cinco réplicas teniendo un total de 20 racimos en estado fenológico 60 por unidad experimental, también se consideró un control negativo, el cual se denominó “Testigo absoluto”, este último ratificaba la capacidad de los trips para efectuar daño en el fruto (dedos) de los bananos, además de permitir una comparación con respecto a los tratamientos (Figura 2).

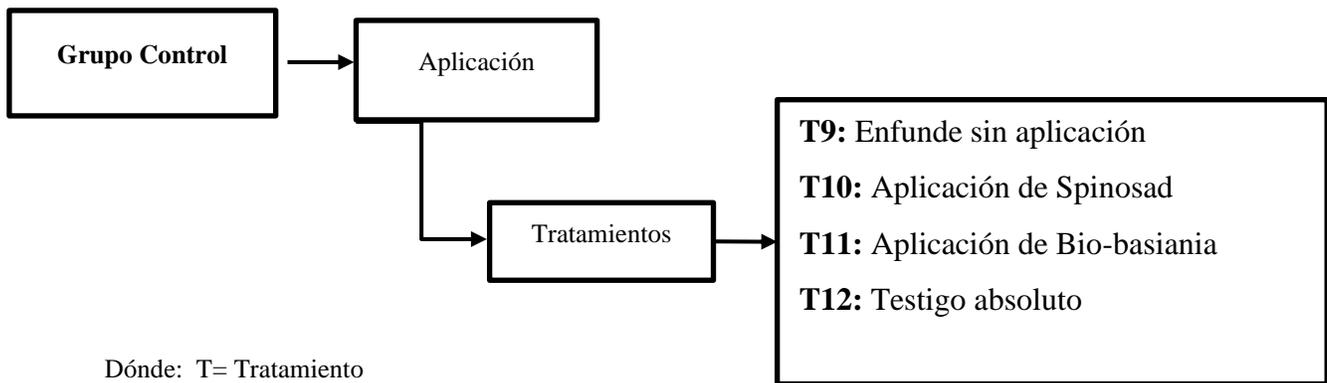
Grupos experimentales: 2

Nº de tratamientos por grupo experimental: 4

Nº de repeticiones por tratamiento: 5

Nº de plantas por grupo experimental: 20





**Figura 3.** Diseño Experimental de la Investigación

### 5.3.3. Operacionalización de las variables

**Tabla 1.** Operacionalización de las variables.

<b>Variables</b>	<b>Indicadores</b>	<b>Escala de medida</b>	<b>Tipo de Variable</b>
<b>Semana de tratamientos</b>	Emergencia de racimo	Ordinal	Cualitativa
<b>Nivel de daño</b>	Porcentaje de daño	Razón	Cuantitativa discreta
<b>Frecuencia de <i>C. signipennis</i></b>	Número de <i>C. signipennis</i> por tratamiento	Razón	Cuantitativa discreta
<b>Rendimiento de la producción</b>	Número de dedos sanos por tratamiento, costo de producción	Razón	Cuantitativa continua

#### 5.3.4. Análisis Estadístico

En primera instancia se obtuvieron los estadísticos descriptivos, para ello se realizó el recuento de ejemplares de *C. signipennis* en sus dos estadios, ninfa y adulto, obteniendo la frecuencia absoluta (cantidad), promedio ( $\bar{X}$ ), valor mínimo y máximo, desviación estándar ( $s$ ) de los trips por banano orgánico analizado, este procedimiento fue efectuado para los once tratamientos en sus dos fechas de evaluación (4ta y 10ma semana), incluido el testigo absoluto (control negativo). Los dedos y manos por racimo fueron contabilizados para cada tratamiento, los dedos (fruto) que presentaron un nivel de daño superior a 0, fueron catalogados como dedos afectados según Arias *et al.* (2012), logrando obtener el porcentaje de afectación para los 11 tratamientos y el Testigo absoluto (control negativo), además de la eficacia (%) por tratamiento usado; para cada nivel del daño (0 a 5) se obtuvieron frecuencias relativas.

Previamente a la inferencia estadística, cada variable numérica (frecuencias de trips, adultos y ninfas, además de frecuencias para dedos, manos y dedos afectados) se sometió a una prueba de normalidad de Kolmogorov-Smirnov con la corrección de Lilliefors (Mohd & Bee, 2011), en donde un *p-value* inferior al 0.05 indica significancia estadística, y por lo tanto la ausencia de distribución normal de la variable.

La asociación entre la presencia de adultos en función de las ninfas de *C. signipennis*, además de la tendencia desde la 4ta hasta la 10ma semana fueron evaluadas mediante la correlación de Spearman por cada bioinsecticida aplicado, un gráfico de dispersión se realizó para visualizar la existencia de algún patrón. La frecuencia promedio de *C. signipennis* en adultos y ninfas se comparó entre tratamientos (bioinsecticida: Spinosad o Bio Basiana + enfunde) con respecto al Enfunde o bioinsecticida sin enfunde, la comparación se efectuó mediante el test no paramétrico U de Mann-Whitney considerando tratamientos de la misma semana de aplicación:

- Spinosad T1 *versus* Bio-Bassiana T5
- Spinosad T2 *versus* Bio-Bassiana T6
- Spinosad T3 *versus* Bio-Bassiana T7
- Spinosad T4 *versus* Bio-Bassiana T8

Por último, el análisis se realizó en el software de código libre R (R Core Team, 2017), la representación gráfica de los datos fue llevada a cabo a través del paquete ggplot2 (Wickham, 2016) y para la recopilación e incorporación de datos se empleó Microsoft Excel 2016 (Simonyi, 2016). Todos los test fueron realizados con un nivel de confiabilidad del 95%, por ende con un nivel de significancia del 0.05.

## 5.4. METODOLOGÍA

### 5.4.1. Selección de parcelas y unidades experimentales

Para implementar la investigación se realizó una evaluación preliminar de las parcelas, la cual consistió en el conteo de individuos de *C. signipennis* en diez plantas de banano orgánico utilizando un patrón de muestreo en zigzag (*comm pers.* Rojas Llanque). Si el promedio de la frecuencia de *C. signipennis* era mayor a 1 en las 10 primeras plantas evaluadas indicaba que la parcela requería un control, por lo que era elegida para realizar la investigación (Ayllon, 2015).

Posteriormente a la selección de parcelas se eligieron 60 plantas a través de un muestreo aleatorio simple. Estas plantas debían tener inflorescencias en estado fenológico 60, es decir plantas que presenten el racimo cerrado y colgado.



**Figura 4. A y B.** Racimos en estado fenológico 60 en la planta del Banano Orgánico.

#### **5.4.2. Aplicación de los bioinsecticidas y enfunde de racimos**

Se tuvo ocho tratamientos a los cuales se les aplicó los bioinsecticidas orgánicos. En los tratamientos 1, 2, 3 y 4 se aplicó el bioinsecticida Spinosad con una dosis de 1,5ml/L. Los tratamientos 5, 6, 7 y 8 se les aplicaron el bioinsecticida Bio-Basiana con una concentración de 2.5 gr/L. A cada uno de los tratamientos se les colocó un enfunde de polietileno de 1.30m largo x 0.80 m de ancho con un diámetro de perforación de 3mm. Los tratamientos difirieron de la frecuencia con la cual se aplicaron los bioinsectidas orgánicos (Figura 3).

Las prácticas culturales como el desflore, deschive y protección de manos con daipas se realizaron en el periodo y forma como acostumbra el productor. La diferenciación de cada tratamiento se efectuó mediante un rotuló con cartillas de colores en cada planta.



**Figura 5.** A. Preparación de Bioinsecticidas, B. Aplicación de Bioinsecticidas, C. Enfunde de racimos, D. Colocación de Cartillas

#### **5.4.3. Evaluación de la frecuencia de *C. signipennis***

Las evaluaciones se realizaron en tres etapas. La primera antes de aplicar el bioinsecticida, la segunda y tercera en la 4ta semana y 10ma semana, respectivamente. Las evaluaciones consistieron en buscar con una lupa entomológica adultos y ninfas de *C. signipennis* en la sección media de la vaina envolvente más externa, y zona necrotizada o desprendida del pseudotallo de la madre y del hijo, haciendo un corte de 20 cm de largo por 2 cm de ancho (Crisanto, 2018).

La determinación de ejemplares de *C. signipennis* se logró observando sus principales características morfológicas según la clave para la identificación de géneros de trips (Soto *et al*, 2017) a través de un estereoscopio electrónico; mediante un pincel fueron recolectados los individuos en viales con alcohol al 70%.



**Figura 6. A.** Evaluación de *C.signipennis* en campo **B.** Recolección de *C.signipennis* para su observación en laboratorio

#### **5.4.4. Evaluación de los daños causados por *C. signipennis***

Para constatar los daños ocasionados por *C. signipennis* se evaluó en la 4ta y 10ma semana el número de dedos afectados según escala (Arias, *et al*, 2012) tal y como se describe en la tabla (Tabla 2).

**Tabla 2.** Escala Arbitraria del porcentaje de daño ocasionado por *C. signipennis*.

Nivel de daño	porcentaje de Daño	Características
1	0%	Sin Daño
2	10%	Lesiones con halo inicial
3	25%	Halo con lesiones rojizas
4	50%	Halo grande y rojizo
5	75%	Halo grande rojizo con grietas

Recuperado de: Arias *et al.* (2012)



**Figura 7. A y B.** Evaluación de daños Ocasionados por *C.signipennis*

#### 5.4.5. Evaluación de la eficacia de los tratamientos

La eficacia de cada uno de los tratamientos se midió aplicando la metodología utilizada por León (2018) tomando el promedio del número de dedos afectados por tratamiento y el número de dedos afectados en el testigo.

$$\%Eficacia = \frac{Ca-Ta}{Ca} \times 100$$

Ca = Número de dedos afectados en el tratamiento testigo

Ta = Número de dedos afectados en los tratamientos con aplicaciones

#### 5.4.6. Estimación del rendimiento de los tratamientos

Se evaluó estimando los costos de tratamientos, para ello se utilizó la metodología empleada por Crisanto (2018). Se consideró los gastos realizados en materiales, mano de obra por labores realizadas y los ingresos recibidos (CP), luego se estimó el valor de producto cosechado (VP) y se hizo un análisis económico en base a los resultados obtenidos de cada uno de los tratamientos, obteniendo el beneficio bruto. Los cálculos de estos valores fueron comparados con el costo del tratamiento del testigo absoluto.

Los costos de producción y valor del producto cosechado o valor de la producción, todos los costos fueron proyectados por tratamiento.

Para el análisis se utilizó la siguiente fórmula:

**Beneficio Bruto:**

$$B = VP - CP$$

**Relación Beneficio/Costo:**

$$B/C = B / CP$$

Dónde:

- B: Beneficio
- VP: Valor de la producción
- CP: Costo de la producción

Para evaluar el rendimiento de la producción se analizó el resultado obtenido en la relación beneficio/costo (B/C).

El beneficio/costo (B/C) llamado también índice Neto de Rentabilidad tiene las siguientes reglas:

- $B/C > 1$ , indica que los beneficios superan a los costos por lo consiguiente es rentable con la inversión realizada en el área experimental.
- $B/C < 1$ , indica que los costos son mayores que el beneficio por lo tanto no es muy rentable con la inversión realizada por el agricultor.

### **5.5. Técnicas para el procesamiento de la información**

Esta investigación tuvo como principales instrumentos de información la observación y recopilación, o investigación documental y como fuentes de información libros en versión impresa o digital, revistas científicas en versión impresa o electrónica y páginas webs fiables.

### **5.6. Aspectos éticos**

En la presente investigación no se atentó contra la integridad de ningún productor y se trabajó con el conocimiento informado de los mismos cumpliendo con el artículo 7° del Pacto Internacional de Derechos Civiles y Políticos. Asimismo, esta investigación se ejecutó efectuando las metodologías previamente mencionadas, cumpliendo con las regulaciones correspondientes propuestos por el SENASA para no atentar con la salud de la población ni el ecosistema de dicha zona, evitando implicaciones ambientales y sociales. En el proceso de la elaboración de la presente tesis desde el diseño, la recolección de información y el análisis de los resultados fue manejado de manera impecable sin la alteración de ningún resultado. Posterior a la publicación, estos datos estarán al alcance de cualquier persona.

## VI. RESULTADOS

### 6. 1. Frecuencia global de *C. signipennis*

Se contabilizó un total de 2366 individuos de *C. signipennis* en 11792 dedos de 715 manos (240 racimos) pertenecientes a 480 plantas de banano orgánico, de este total, el 38.54% correspondió a adultos, mientras que las ninfas constituyeron el 61.45%. El promedio de la cantidad de adultos y ninfas de *C. signipennis* por banano orgánico fue del 1.9 y 3.02 trips/banano, respectivamente; entre tanto para las dos parcelas evaluadas, la cantidad promedio fue de 1.82 en el caso de adultos, y 3.30 en ninfas para la parcela CCV, la parcela JNA presentó valores de 1.98 y 2.76 para adultos y ninfas. La mayor cantidad de adultos de *C. signipennis*, entre todos los tratamientos se encontró en el “Control B-B” con un valor de 13 trips/banano, mientras que el “Testigo absoluto” (control negativo) presentó 55 ninfas, el mayor valor hallado con respecto a todos los tratamientos. Por otra parte, en las dos fechas de evaluación: 4ta y 10ma semana se observó un leve incremento de 1.63 a 2.17 (trips/banano) en adultos y de 2.96 a 3.1 (trips/banano) en ninfas de *C. signipennis*.

### 6.2. Supuestos de normalidad en la frecuencia de *C. signipennis* y banano orgánico

Los supuestos de distribución normal para la frecuencia de adultos y ninfas de *C. signipennis*, el número de manos y dedos del banano orgánico fueron invalidados mediante la prueba de Kolmogorov-Smirnov con la corrección de Lilliefors ( $\leq 0.05$ ) (Tabla 3), de modo que se optó por la ejecución de pruebas no paramétricas, las cuales no requieren los supuestos de normalidad

**Tabla 3.**

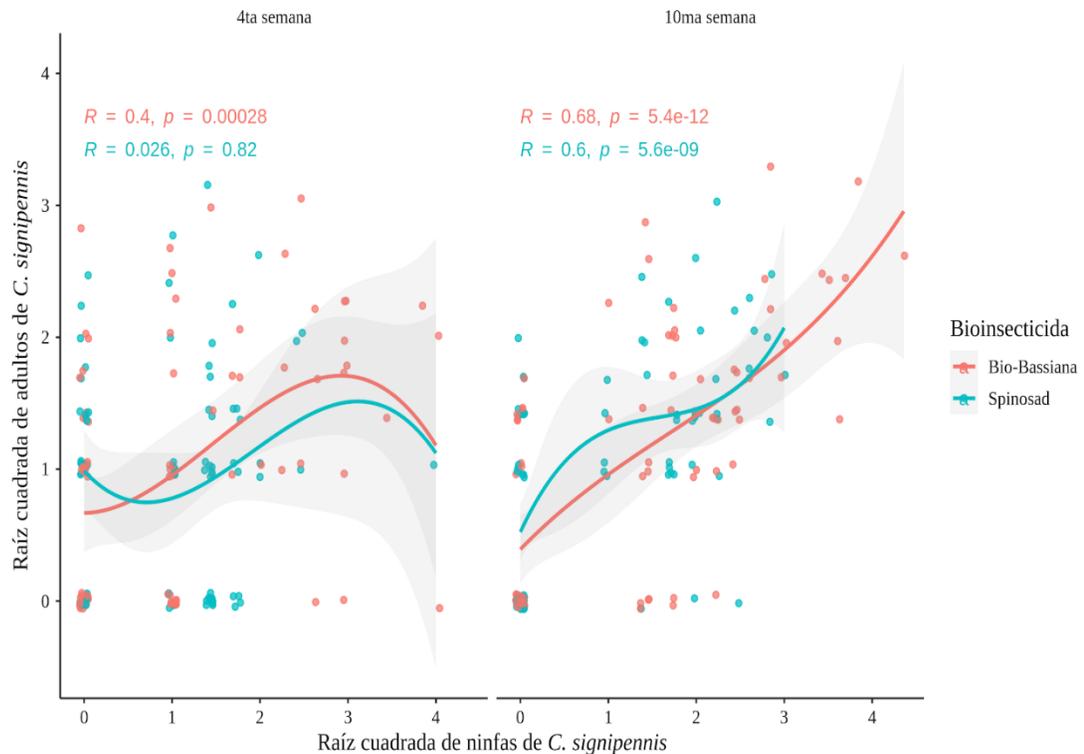
P-values de la prueba de normalidad Kolmogorov-Smirnov (con la corrección de Lilliefors) para variables numéricas de *Chaetanaphothrips signipennis* y banano orgánico entre agosto a diciembre de 2020 en la provincia de Ignacio Prado (Piura, Perú).

Variable	Estadístico D	P-value
Adultos de <i>C. signipennis</i>	0.218	5.35e-64
Ninfas <i>C. signipennis</i>	0.258	1.43e-90
Número de manos	0.18	2.58e-10
Número de dedos	0.075	9.41e-02
Dedos afectados	0.406	1.84e-56

### 6.3. Asociación entre adultos y ninfas de *C. signipennis*/banano orgánico por bioinsecticida

Se realizó el diagrama de dispersión entre la frecuencia de ninfas y adultos de *C. signipennis* según la semana de evaluación (4ta y 10ma). Se evidenció una tendencia asintótica en la 4ta semana, ya que la frecuencia de adultos no aumentó proporcionalmente (no hay correlación) con la frecuencia de ninfas, lo cual denota un efecto positivo de los bioinsecticidas, sin embargo, cuando se hace el análisis a nivel del bioinsecticida, se observó una moderada correlación positiva entre ninfas y adultos en Bio-Bassiana según la prueba de Spearman ( $r_s = 0.4$ ;  $p\text{-value} = 0.0002$ ), por lo contrario, el tratamiento con Spinosad no mostró asociación entre ninfas y adultos ( $r_s = 0.026$ ;  $p\text{-value} = 0.82$ ) (efecto positivo de Spinosad); la línea de tendencia de asociación en la 4ta semana decae en las frecuencias altas debido a la presencia de valores atípicos. Por otra parte, en la 10ma semana de evaluación el patrón de tendencia demostró una correlación positiva fuerte entre ninfas y adultos

de *C. signipennis* ya sea para el tratamiento con Bio-Basiana ( $r_s = 0.68$ ;  $p\text{-value} = 5.4\text{e-}12$ ) o Spinosad ( $r_s = 0.6$ ;  $p\text{-value} = 5.6\text{e-}09$ ) (Figura 8).



**Figura 8.** Diagrama de dispersión entre la frecuencia de ninfas y adultos de *Chaetanaphothrips signipennis*/banano orgánico según el bioinsecticida aplicado y las semanas desde la emergencia del racimo, en la provincia de Ignacio Prado (Piura, Perú), entre agosto a diciembre de 2020.

#### 6.4. Frecuencia de *C. signipennis*/banano orgánico según bioinsecticidas y grupo control

El promedio de la cantidad de adultos de *C. signipennis*/banano orgánico fue significativamente diferente entre los tratamientos de Spinosad ( $H = 8.15$ ;  $p\text{-value} = 0.04$ ), además se observó una mayor efectividad de disminución de adultos en los tratamientos T1 (1.35 adultos/banano) y T4 (1.10 adultos/banano), de forma similar, el promedio de la cantidad de ninfas fue menor en los tratamientos T1 (1.73 ninfas/banano) y T4 (1.45 ninfas/banano), este patrón de disminución de *C. signipennis*

en la aplicación de Spinosad T1 (antes de la emergencia del racimo) y Spinosad T4, se logró corroborar en el rango observado, en T1 se encontró un valor de 0-9, mientras que en T4 de 0-5 adultos/banano orgánico, asimismo para las ninfas en Spinosad T1 de 0-16 y Spinosad T4 de 0-8 (ninfas/banano) (Tabla 4), no obstante, no se hallaron diferencias significativas para las ninfas ( $X^2 = 6.47$ ;  $p\text{-value} = 0.09$ ), lo cual podría estar relacionado con el ciclo biológico del insecto, además de la sugerencia de su uso reiterado (Spinosad T4) para el control efectivo de adultos de *C. signipennis*.

**Tabla 4.**

Estadísticos descriptivos de la frecuencia de adultos y ninfas de *Chaetanaphothrips signipennis*/banano orgánico con el tratamiento de Spinosad entre agosto a diciembre de 2020 en el distrito de Ignacio Escudero (Piura, Perú).

Estadístico	Spinosad T1		Spinosad T2		Spinosad T3		Spinosad T4	
	Adultos /banano	Ninfas /banano						
		o		o		o		o
Media	1.35	1.73	2.48	1.85	1.68	2.38	1.10	1.45
Desviación	1.82	3.05	2.36	2.19	1.99	2.26	1.19	1.85
Mín - Máx	0-9	0-16	0-10	0-7	0-8	0-9	0-5	0-8

En relación con el tratamiento por Bio Bassiana, se observó una ligera disminución del promedio de adultos y ninfas de *C. signipennis*/banano orgánico en T6 con respecto a T5 (Tabla 5), sin embargo, en los tratamientos T7 y T8 se observó un fuerte incremento de la frecuencia de *C. signipennis*, llegando a observarse los valores más altos en Bio-Basiana T8 (4 aplicaciones) con 3.10 y 5.47 de adultos y ninfas/banano respectivamente, los menores valores se hallaron en Bio-Basiana T6 (Tabla 5), la prueba de Kruskal-Wallis indicó diferencias estadísticamente significativas entre la

frecuencia promedio de adultos ( $X^2 = 14.34$ ;  $p\text{-value} = 0.002$ ) y ninfas/banano ( $X^2 = 13.87$ ;  $p\text{-value} = 0.003$ ) a los diferentes tratamientos por Bio-Basiana.

**Tabla 5.**

Estadísticos descriptivos de la frecuencia de adultos y ninfas de *Chaetanaphothrips signipennis*/banano orgánico con el tratamiento de Bio Basiana entre agosto a diciembre de 2020 en el distrito de Ignacio Escudero (Piura, Perú).

Estadístico	Bio-Bassiana		Bio-Bassiana		Bio-Bassiana		Bio-Bassiana	
	T5		T6		T7		T8	
	Adultos	Ninfas	Adultos	Ninfas	Adultos	Ninfas	Adultos	Ninfas
Media	1.8	2.65	1.43	1.27	1.68	2.7	3.10	5.47
Desviación	2.46	3.81	2.1	1.74	2.06	3.54	2.56	5.43
Mín - Máx	0-10	0-15	0-8	0-7	0-8	0-13	0-11	0-19

El promedio de adultos ( $X^2 = 13.89$ ;  $p\text{-value} = 0.003$ ) y ninfas ( $X^2 = 29.85$ ;  $p\text{-value} = 1.47e-6$ ) fue significativamente diferente entre los tratamientos del grupo control (tres controles y enfunde), el control denominado testigo absoluto (sin aplicación de bioinsecticida) presentó una frecuencia promedio de 2.35 adultos, valor similar al Control B-B, por otra parte, las ninfas del testigo absoluto alcanzaron una frecuencia promedio de 7.03, el mayor valor entre todos los tratamientos. El tratamiento control de mayor efectividad en la reducción de adultos y ninfas de *C. signipennis* fue el Control S seguido del tratamiento con Enfunde (Tabla 6).

**Tabla 6.**

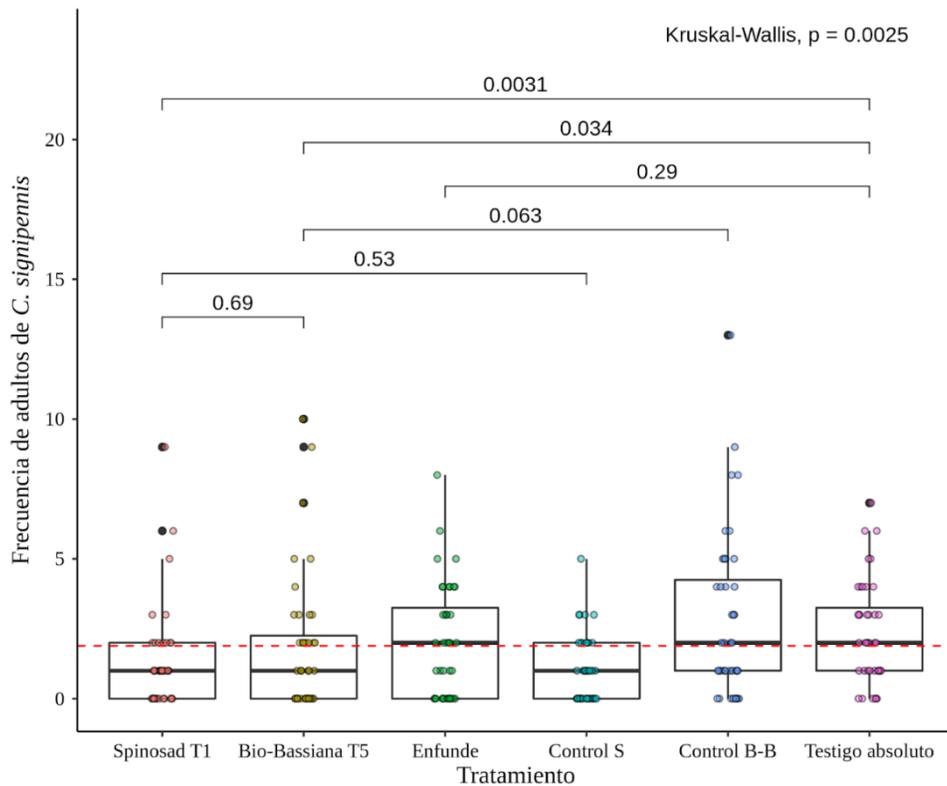
Estadísticos descriptivos de la frecuencia de adultos y ninfas de *Chaetanaphothrips signipennis*/banano orgánico del grupo control entre agosto a diciembre de 2020 en el distrito de Ignacio Escudero (Piura, Perú).

Estadístico	Enfunde		Control S		Control B-B		Testigo absoluto	
	Adultos	Ninfas	Adultos	Ninfas	Adultos	Ninfas	Adultos	Ninfas
Media	2	3.2	1.02	1.6	2.83	5.03	2.35	7.03
Desviación	2.03	5.13	1.21	2.16	2.99	6.35	1.83	8.73
Mín - Máx	0-8	0-20	0-5	0-10	0-13	0-30	0-7	0-55

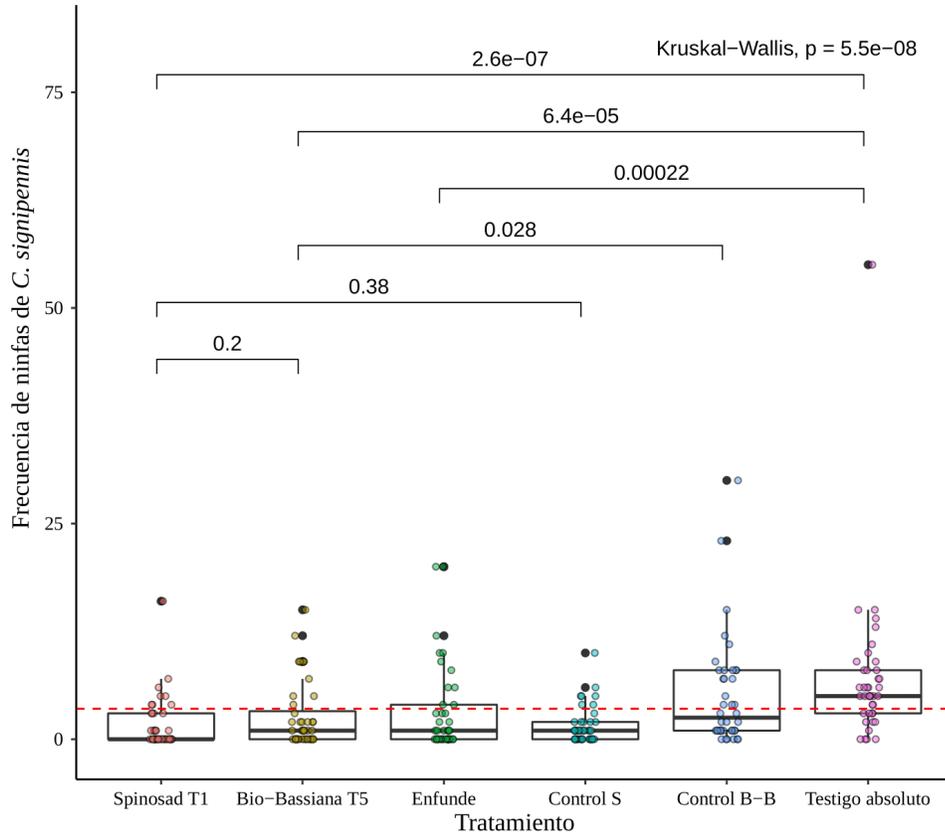
### 6.5. Frecuencia de *C. signipennis*/banano orgánico según las veces de aplicación del bioinsecticida

La prueba de U de Mann-Whitney no evidenció diferencias significativas en la frecuencia promedio de adultos de *C. signipennis*/banano orgánico entre los tratamientos Spinosad T1 (1.35 adultos/banano) y Bio-Basiana T5 (1.8 adultos/banano) ( $p\text{-value} = 0.69$ ), no obstante, al comparar estos dos tratamientos con el Testigo absoluto se encontró diferencias significativas (T1:  $p\text{-value} = 0.003$ ; T5:  $p\text{-value} = 0.034$ ). El posible efecto de la presencia del enfunde en la frecuencia promedio de adultos de *C. signipennis* fue evaluado mediante la comparación de los tratamientos Spinosad T1 y Bio-Bassiana T5 con los controles Control S y Control B-B respectivamente, en ninguno de los casos se encontró diferencias significativas (T1:  $p\text{-value} = 0.53$ ; T5:  $p\text{-value} = 0.063$ ), a pesar de que el control B-B (2.8 adultos/banano) fue relativamente superior a Bio-Bassiana T5 (1.8 adultos/banano), por último, la respuesta al tratamiento con Enfunde fue semejante al Testigo absoluto ( $p\text{-value} = 0.29$ ) (Figura 9).

Por otra parte, la comparación de T1 y T5 con el Testigo absoluto mediante la prueba de U de Mann-Whitney demostró una mayor efectividad para la disminución de la frecuencia de ninfas de *C. signipennis* en T1 ( $p\text{-value} = 2.6e-07$ ) y T5 ( $p\text{-value} = 6.4e-05$ ) con respecto al Testigo absoluto, sin embargo, la frecuencia de ninfas entre T1 y T5 se mantuvo de forma similar ( $p\text{-value} = 0.2$ ). Similar patrón observado en los adultos se presentó en las ninfas, el control B-B (5.02 ninfas/banano) fue significativamente superior a Bio-Basiana T5 (2.65 ninfas/banano) ( $p\text{-value} = 0.02$ ). A diferencia de los adultos, en las ninfas si se encontró una disminución significativa en el tratamiento de Enfunde con relación al Testigo absoluto ( $p\text{-value} = 0.0002$ ) (Figura 10).



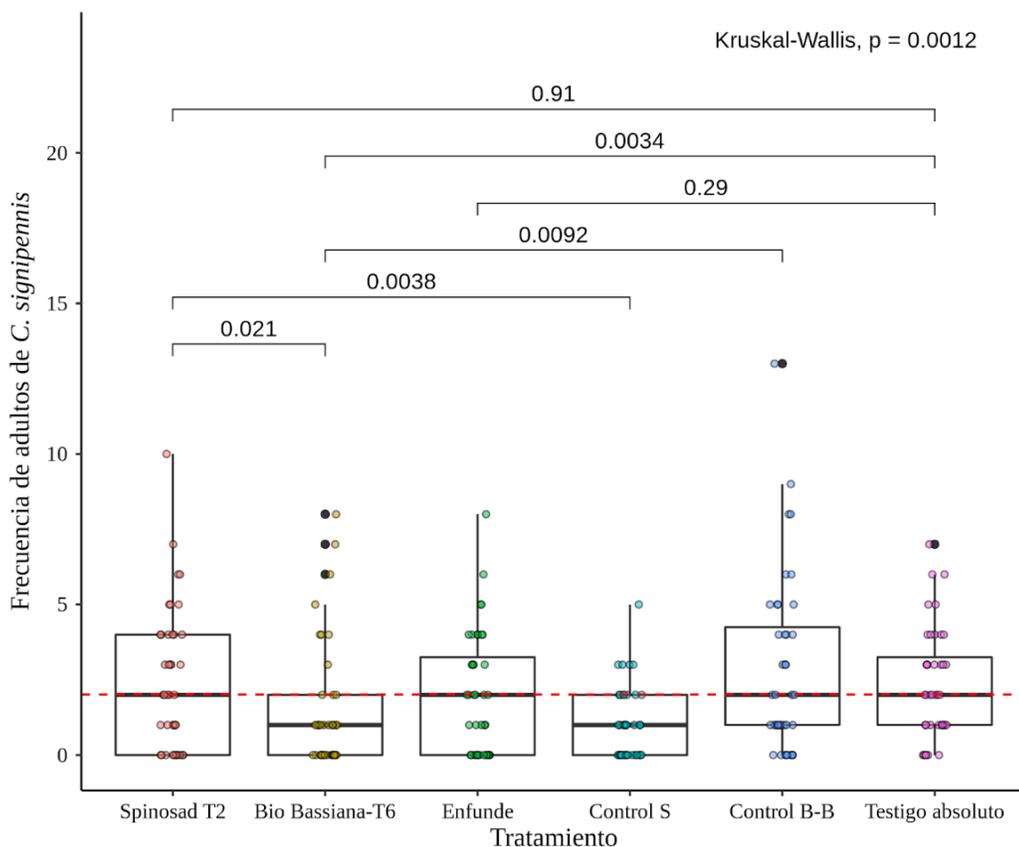
**Figura 9.** Box-plot de la frecuencia de adultos de *Chaetanaphothrips signipennis*/banano orgánico de los tratamientos de una aplicación según bioinsecticidas, enfunde y controles entre agosto a diciembre de 2020 en la provincia de Ignacio Prado (Piura, Perú).



**Figura 10.** Box-plot de la frecuencia de ninfas de *Chaetanaphothrips signipennis*/banano orgánico de los tratamientos de una aplicación según bioinsecticidas, enfunde y controles entre agosto a diciembre de 2020 en la provincia de Ignacio Prado (Piura, Perú).

En los tratamientos con dos aplicaciones del bioinsecticida, se observó una superioridad en la frecuencia de adultos de *C. signipennis* en el tratamiento con Spinosad T2 (2.47 adultos/banano), inclusive llegando a alcanzar valores más altos que el Testigo absoluto (2.35 adultos/banano), no obstante la prueba de U de Mann-Whitney no encontró diferencia significativa entre estos grupos ( $p\text{-value} = 0.91$ ), en cambio, cuando se comparó Bio-Basiana T6 y el Testigo absoluto se observó una respuesta favorable en la reducción de adultos para T6 ( $p\text{-value} = 0.003$ ). Los tratamientos Spinosad T2 y Bio-Basiana T6 se compararon con los controles Control S y Control B-B respectivamente, evidenciando un patrón errático en la reducción de adultos de *C. signipennis*, el Control S presentó valores bajos con respecto a T2 ( $p$ -

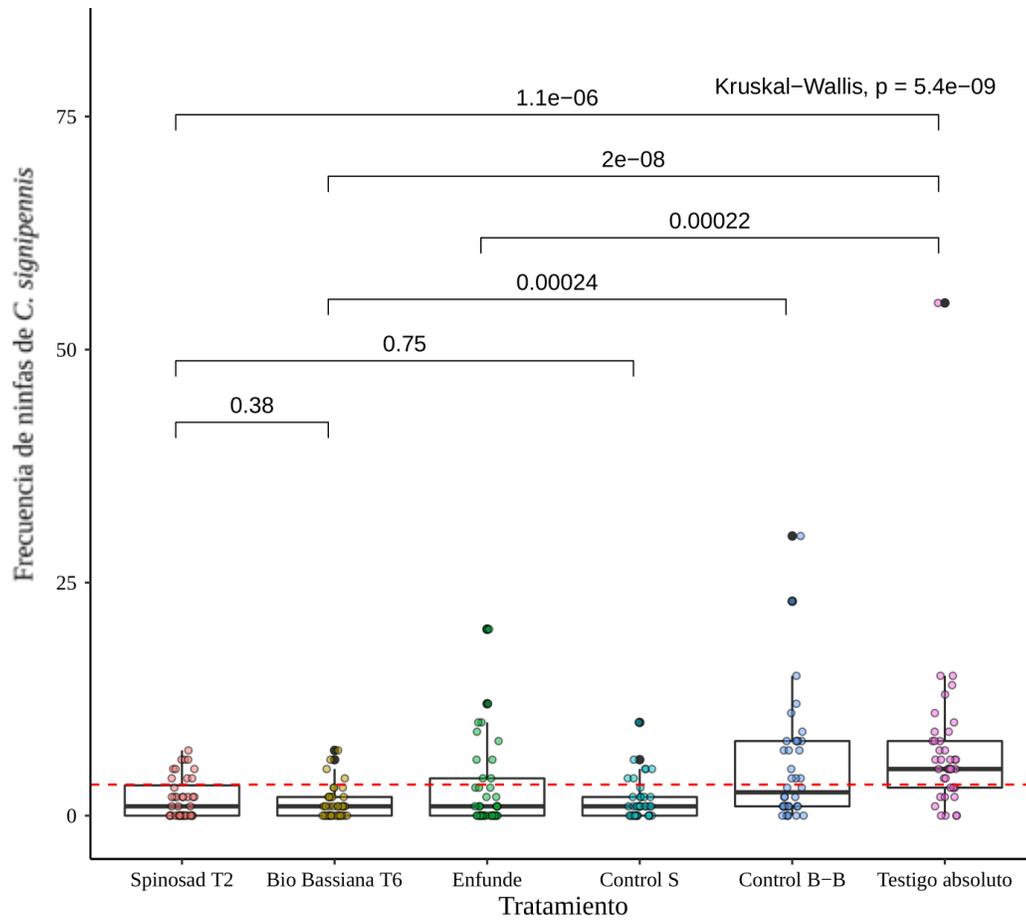
value = 0.003), mientras que el Control B-B presentó valores altos con respecto a T6 ( $p$ -value = 0.009) (Figura 11).



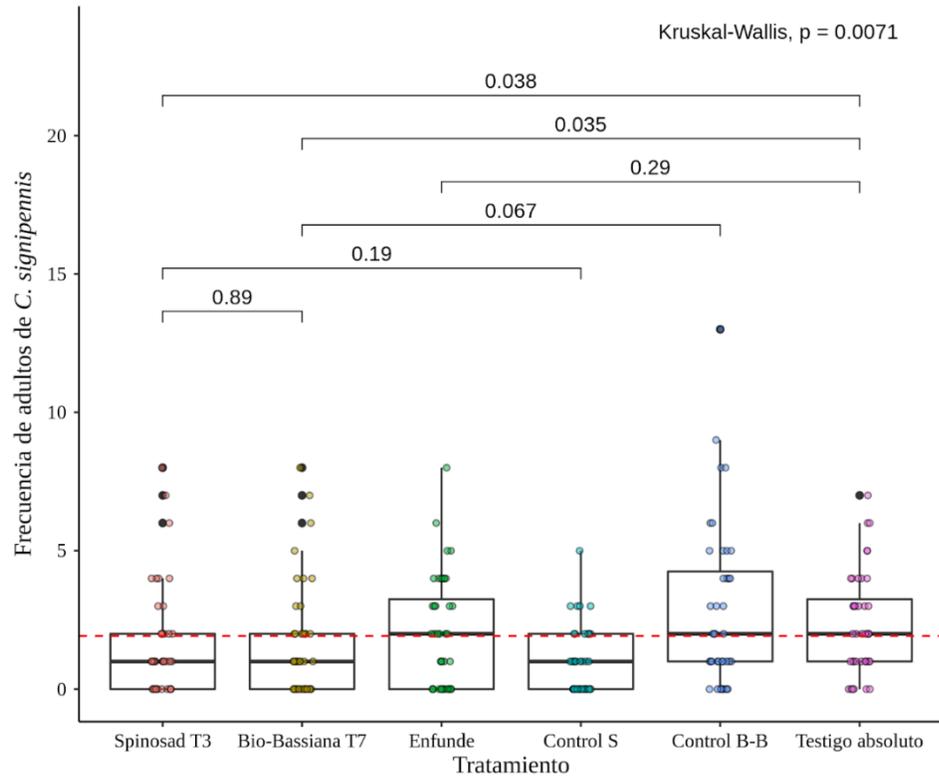
**Figura 11.** Box-plot de la frecuencia de adultos de *Chaetanaphothrips signipennis*/banano orgánico de los tratamientos de dos aplicaciones según bioinsecticidas, enfunde y controles entre agosto a diciembre de 2020 en la provincia de Ignacio Prado (Piura, Perú).

La frecuencia de ninfas de *C. signipennis* mostró un patrón de respuesta diferente a los tratamientos, en comparación con los adultos, el Testigo absoluto presentó una frecuencia de 7.02 ninfas/banano, valor superior significativamente en relación a lo encontrado en Spinosad T2 ( $p$ -value = 1.1e-06) y Bio-Bassiana T6 ( $p$ -value = 2e-08). Entre los tratamientos T2 y T6 no se halló diferencias de la frecuencia de ninfas ( $p$ -value = 0.38). El efecto de la presencia del enfunde en T2 no fue favorable para el control de ninfas, ya que Spinosad T2 y el Control S no evidenciaron diferencias significativas ( $p$ -value = 0.75), todo lo contrario, en Bio-Basiana T6 se observó una

disminución más efectiva en comparación con el Control B-B ( $p\text{-value} = 0.0002$ ) (Figura 12).

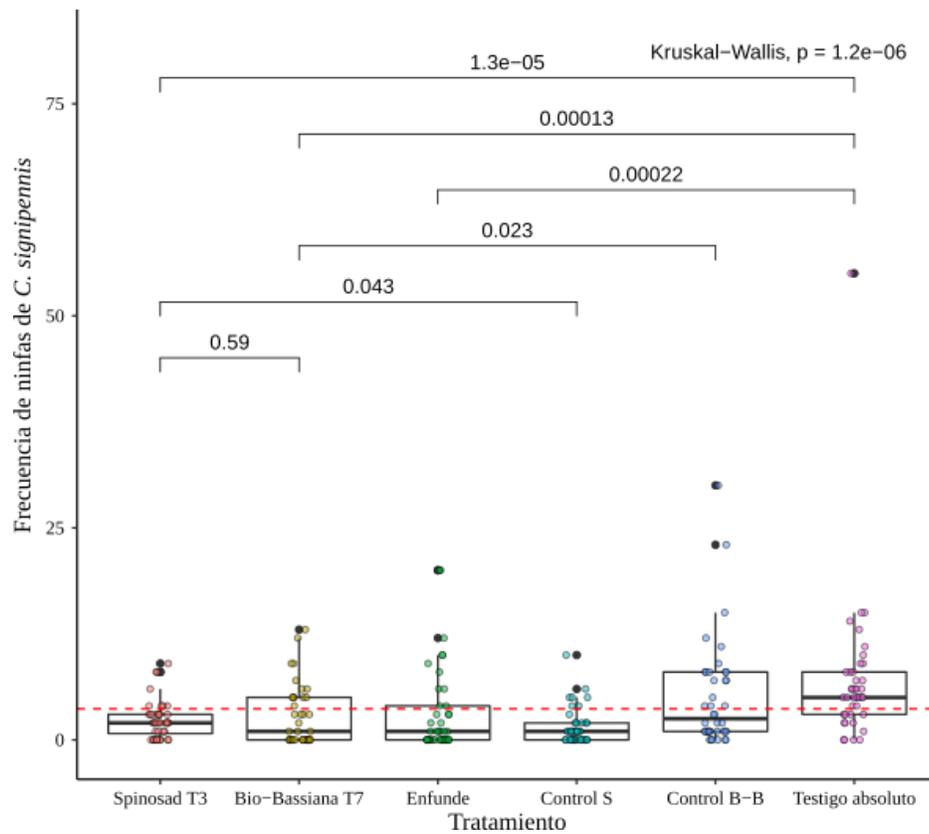


**Figura 12.** Box-plot de la frecuencia de ninfas de *Chaetanaphothrips signipennis*/banano orgánico de los tratamientos de dos aplicaciones según bioinsecticidas, enfunde y controles entre agosto a diciembre de 2020 en la provincia de Ignacio Prado (Piura, Perú).



**Figura 13.** Box-plot de la frecuencia de adultos de *Chaetanaphothrips signipennis*/banano orgánico de los tratamientos de tres aplicaciones según bioinsecticidas, enfunde y controles entre agosto a diciembre de 2020 en la provincia de Ignacio Prado (Piura, Perú).

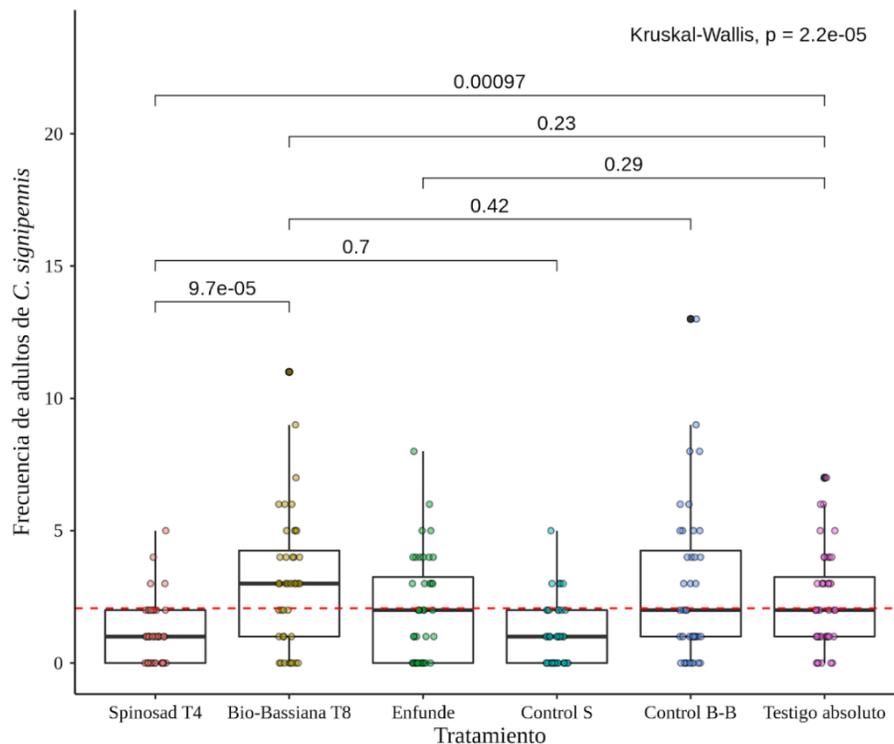
Los tratamientos de tres aplicaciones del bioinsecticida, T3 (1.67 adultos/banano;  $s = 1.99$ ) y T7 (1.67 adultos/banano;  $s = 2.05$ ), presentaron valores muy similares en la frecuencia de adultos de *C. signipennis* según la prueba de U de Mann-Whitney ( $p$ -value = 0.89), al momento de comparar cada tratamiento con el Testigo absoluto se encontró diferencias significativas (T3:  $p$ -value = 0.0038; T7:  $p$ -value = 0.035) favorables en la reducción de adultos para los dos tratamientos. El Control S y Control B-B no mostraron diferencias significativas en la frecuencia de adultos, al momento de contrastarlos con los tratamientos T3 ( $p$ -value = 0.19) y T7 ( $p$ -value = 0.067), este resultado se presentó de forma similar a los tratamientos T1 y T2 de Spinosad, puesto que la frecuencia de adultos en Spinosad T3 fue mayor en comparación al Control S, paradójicamente Bio-Basiana T7 fue menor en comparación con el Control B-B, similar a lo hallado en T5 y T6.



**Figura 14.** Box-plot de la frecuencia de ninfas de *Chaetanaphothrips signipennis*/banano orgánico de los tratamientos de tres aplicaciones según bioinsecticidas, enfunde y controles entre agosto a diciembre de 2020 en la provincia de Ignacio Prado (Piura, Perú).

En relación con la frecuencia de ninfas *C. signipennis*, se observó una mayor efectividad de disminución en Spinosad T3 (2.3 ninfas/banano) en comparación con Bio-Bassiana T7 (2.7 ninfas/banano), según la prueba de U de Mann-Whitney, esta diferencia no fue significativa ( $p\text{-value} = 0.59$ ), contrariamente al comparar T3 y T7 con respecto al Testigo absoluto (7.02 ninfas/banano), se observaron diferencias favorables en el control de ninfas para los dos tratamiento (T3:  $p\text{-value} = 1.3e-05$ ; T7:  $p\text{-value} = 0.0001$ ). Por último, la efectividad del enfunde en la disminución de ninfas se evaluó mediante la comparación entre T3 y el Control S, además de T7 y el Control

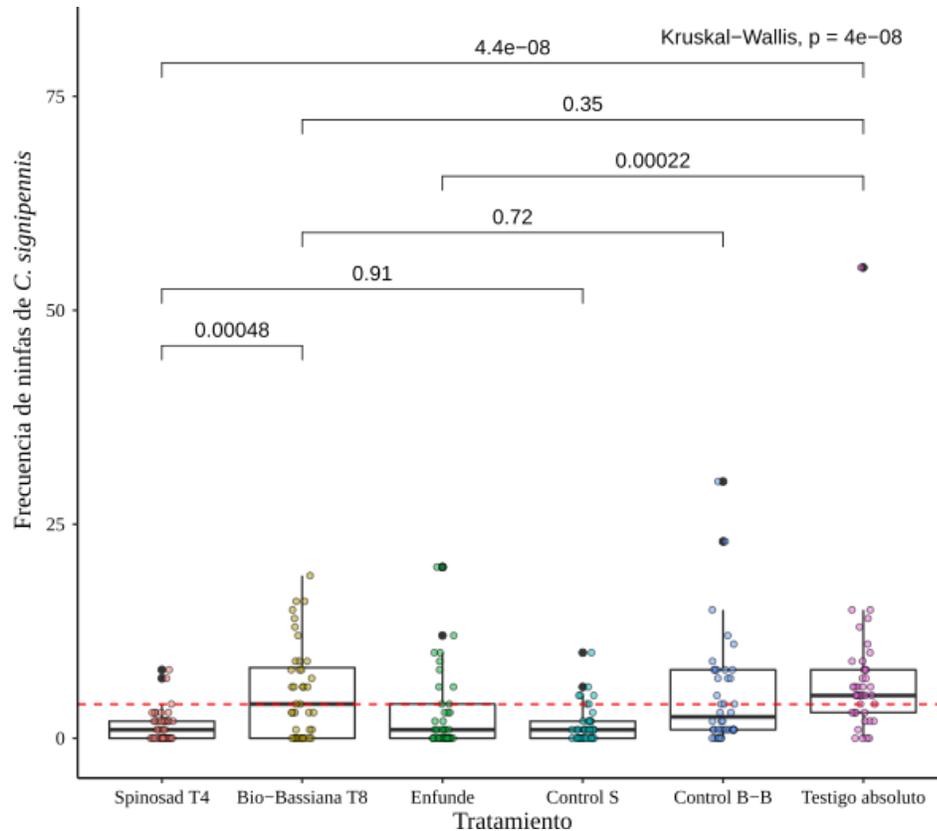
B-B, lo cual evidenció mayor efectividad de disminución de ninfas en el Control S (1.6 ninfas/banano) y Bio-Bassiana T7.



**Figura 15.** Box-plot de la frecuencia de adultos de *Chaetanaphothrips signipennis*/banano orgánico de los tratamientos de cuatro aplicaciones según bioinsecticidas, enfunde y controles entre agosto a diciembre de 2020 en la provincia de Ignacio Prado (Piura, Perú).

Finalmente, los tratamientos que fueron de cuatro veces de aplicación del bioinsecticida, T4 y T8, no mostraron diferencias en la frecuencia de adultos de *C. signipennis* en relación con sus controles, Control S ( $p\text{-value} = 0.7$ ) y Control B-B ( $p\text{-value} = 0.42$ ), lo cual demuestra una pasividad del efecto del enfunde en estos tratamientos, el tratamiento T8 (5.47 ninfas/banano) presentó valores superiores en comparación con T4 (1.45 ninfas/banano) ( $p\text{-value} = 0.42$ ), asimismo T4 fue significativamente diferente con el Testigo absoluto (7.02 ninfas/banano) ( $p\text{-value} = 0.0009$ ), mientras que T8 fue superior al Testigo absoluto ( $p\text{-value} = 0.23$ ) (Figura 15). Por otra parte, la frecuencia de ninfas de *C. signipennis* presentó un patrón similar al encontrado en los adultos, T4 y T8 no evidenciaron diferencias con sus controles,

Control S ( $p$ -value = 0.91) y Control B-B ( $p$ -value = 0.72), y solo se encontró diferencias para T4 con respecto al testigo absoluto ( $p$ -value = 4.4e-08), T8 presentó valores similares de la frecuencia de ninfas ( $p$ -value = 0.35).



**Figura 16.** Box-plot de la frecuencia de ninfas de *Chaetanaphothrips signipennis*/banano orgánico de los tratamientos de cuatro aplicaciones según bioinsecticidas, enfunde y controles entre agosto a diciembre de 2020 en la provincia de Ignacio Prado (Piura, Perú).

## 6.6 Frecuencia de manos, dedos sanos y afectados del banano orgánico según bioinsecticidas y grupo control

El número total de manos de las 480 plantas de banano fue de 715, esta cantidad de manos se presentó de forma desproporcionada en los bananos según los diferentes tratamientos, la menor cantidad de manos se halló en el Testigo absoluto ( $n = 43$ ) seguido del Control S ( $n = 47$ ) y Control B-B ( $n = 53$ ), asimismo el promedio de manos por banano orgánico en estos controles fueron observados con los valores más bajos, de igual forma, el promedio de dedos por mano en el Testigo absoluto y Control B-B alcanzaron valores de 39.2 y 67.2, los menos valores en comparación con los otros tratamientos; el promedio de dedos afectados por mano fue entre 0 a 18.4, los tratamientos con Spinosad presentaron un promedio de 0 a 0.3 dedos afectados, mientras que en Bio-Basiana varió entre 0.5 a 0.9, la mayor cantidad de dedos afectados se encontró en el Testigo absoluto con 18.4, lo cual representa cerca del 50% del total de dedos. El porcentaje de eficacia para los tratamientos con Spinosad fue superior en relación a los tratamientos con Bio-Basiana, así también el tratamiento de Enfunde presentó mayor eficacia en comparación con el Control S y Control B-B (Tabla 7).

La afectación por *C. signipennis* en los dedos del banano orgánico fue medido mediante el nivel de daño (1-5), el cual reveló que en Spinosad-T1 y T2 se presentaron niveles del daño nulos, es decir el 100% de los dedos no presentaron daño alguno, este resultado fue similar en Spinosad-T3 y T4, e incluso en Bio-Basiana, no obstante en los tratamientos con este último, se observaron presencia de dedos afectados con un nivel de daño 3, 4 y 5, aunque este porcentaje hallado es menor del 1%; en los tratamientos control se encontró que el Control S fue similar al Control B-B, menos del 4%, es decir cerca de 4700 dedos se vieron afectados por *C. signipennis*; por último, en el Testigo absoluto se halló que el 14% de dedos estaban afectados (Tabla 8).

**Tabla 7.**

Estadísticos descriptivos de la cantidad de manos, dedos afectados y totales del banano orgánico según tratamientos entre agosto a diciembre de 2020 en la provincia de Sullana (Piura, Perú).

Tratamiento	Manos/banano			Total de dedos			Dedos afectados			
	$x$	$s$	$n$	$x$	$s$	$n$	$x$	$s$	Afectados (%)	Eficacia (%)
S T1	6.30	1.49	63	108.4	35.75	1084	0	0.00	0.00	100.00
S T2	5.80	1.69	58	98	38.04	980	0	0.00	0.00	100.00
S T3	6.00	1.15	60	95.7	30.70	957	0.1	0.32	0.10	98.86
S T4	6.60	0.52	66	108.5	26.58	1085	0.3	0.95	0.28	96.59
B-B T5	6.00	1.70	60	107.3	28.10	1073	0.5	1.58	0.47	94.32
B-B T6	6.70	1.89	67	107.9	32.93	1079	0.3	0.95	0.28	96.59
B-B T7	6.70	1.06	67	108.5	17.80	1085	0.9	1.91	0.83	96.59
B-B T8	6.20	0.92	62	110.5	11.46	1105	0.5	1.08	0.45	94.32
Enfunde	6.90	0.88	69	125.2	23.02	1252	0.9	2.85	0.72	89.77
Control S	4.70	0.82	47	69.4	13.93	694	5.9	6.69	8.50	32.95
Control B-B	5.30	1.49	53	67.2	16.90	672	5.6	8.69	8.33	36.36
Testigo abs.	4.30	0.67	43	39.2	15.05	392	18.4	5.25	46.94	-

*Nota.* S: Spinosad; B-B: Bio-Bassiana.  $x$ : Promedio;  $s$ : Desviación estándar;  $n$ : tamaño muestral.

**Tabla 8.**

Frecuencia relativa del nivel de daño por *C. signipennis* según tratamientos entre agosto a diciembre de 2020 en el distrito de Ignacio Escudero (Piura, Perú).

Tratamientos	Dedos sanos	Nivel de daño				
		1	2	3	4	5
Spinosad-T1	100	0	0	0	0	0
Spinosad-T2	100	0	0	0	0	0
Spinosad-T3	99.96	0	0	0.04	0	0
Spinosad-T4	99.89	0.04	0	0	0.07	0
Bio Bassiana-T5	99.77	0.15	0.08	0	0	0
Bio Bassiana-T6	99.78	0.07	0.11	0.04	0	0
Bio Bassiana-T7	99.63	0.07	0.15	0.07	0	0.07
Bio Bassiana-T8	99.72	0.04	0.16	0	0.07	0
Enfunde	99.43	0	0.5	0.07	0	0
Control S	96.65	0.43	1.6	1.17	0.11	0.05
Control B-B	96.89	0.38	1.6	0.9	0.14	0.09
Testigo absoluto	86.39	1.56	8.39	2.56	0.83	0.28

### 6.7 Rendimiento de producción del banano según bioinsecticidas y grupo control

La evaluación referente a los beneficios del uso de estos bioinsecticidas se evaluó mediante parámetros económicos con los que se logró medir la viabilidad y justificación de su ejecución, el costo experimental mayor en los tratamientos T3 y T4 para los bioinsecticidas correspondió a la necesidad de mano de obra para sucesivas aplicaciones, además del mayor contenido necesario del bioinsecticida, las

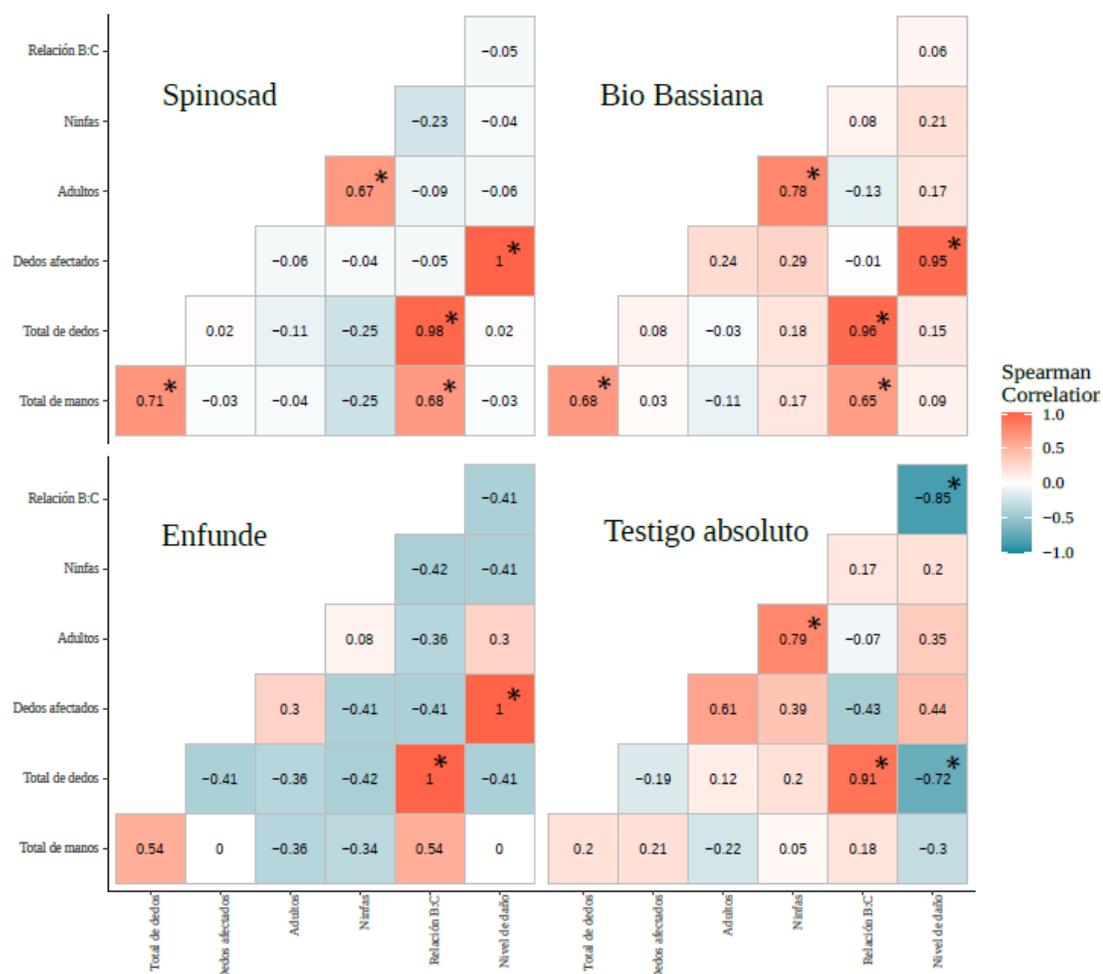
circunstancias del Enfunde requieren una sola ocasión para su ejecución por lo que su costo experimental se vuelve más reducido, además el valor producido hallado en Enfunde fue el más alto seguido de Bio Basiana T8 y T7. La relación entre beneficio-costos sugiere el uso del Enfunde, Spinosad T1 y Bio Basiana T5 (Tabla 9).

**Tabla 9.** Rendimiento de la producción de banano orgánico según diferentes tratamientos entre agosto a diciembre de 2020 en el distrito de Ignacio Escudero (Piura, Perú).

Tratamiento	Costo Experimental	Valor producido	Beneficio bruto	Relación B/C
Spinosad T1	27.73	108.4	80.67	2.91
Spinosad T2	31.33	98	66.67	2.13
Spinosad T3	34.38	95.7	60.77	1.78
Spinosad T4	39.08	108.5	69.42	1.78
Bio Bassiana T5	27.56	107.3	79.74	2.89
Bio Bassiana T6	31.71	107.9	76.19	2.4
Bio Bassiana T7	35.31	109.1	73.79	2.09
Bio Bassiana T8	38.36	110.5	72.14	1.88
Enfunde	28.07	125.2	97.13	3.46
Control S	26.46	69.4	42.94	1.62
Control B-B	26.48	67.2	40.72	1.54
Testigo absoluto	21.74	39.2	17.46	0.8

## 6.8 Correlación entre variables

Se realizó un diagrama de correlación mediante el método de Spearman para analizar la relación entre las variables evaluadas, de lo cual se obtuvo: una alta correlación entre la cantidad de dedos afectados y el nivel de daño y el número de dedos dañados y la relación B/C. Asimismo, se observó la relación entre la cantidad de adultos y ninfas demostrando que existe un crecimiento proporcional. Sin embargo, esta frecuencia no está relacionada con la cantidad de dedos afectados a excepción del tratamiento control que si hay una relación directa. No obstante, esta es menor a 0.5.



**Figura 17.** Diagrama de Correlación de las variables evaluadas entre agosto a diciembre de 2020 en la provincia de Sullana (Piura, Perú).

## VII. DISCUSIÓN

En el presente estudio se encontró en promedio 1.9 y 3.02 adultos y ninfas de *C. signipennis* por banano orgánico, respectivamente en un periodo de evaluación de agosto a diciembre de 2020. En las dos fechas de evaluación desde la 4ta hasta la 10ma semana se observó un leve incremento de 1.63 a 2.17 en adultos y de 2.96 a 3.1 en ninfas. Los datos recolectados fueron similares con los reportados por Vallolid (2014) quienes evaluaron la fluctuación de la población *C. signipennis* durante los meses de agosto a noviembre de 2014 reportando un incremento de individuos durante el mes de noviembre debido a las condiciones climáticas que favorecen su crecimiento poblacional. Asimismo, este incremento puede haber sido causado por la disposición del alimento, la cual se incrementa luego de la floración tal y como señala Mamani (2009), Joyo & Narrea-Cango (2015) y Sierra *et al.* (2018).

Pese al incremento del promedio de la frecuencia, se evidenció una reducción de adultos y ninfas, además de una disminución de los dedos afectados en tratamientos que emplearon los enfundes tratados con los bioinsecticidas Spinosad y Bio-Basiana al igual que Arias *et al.* (2020) y Moscoso & Peña (2017).

### 7.1. Frecuencia de *C. signipennis*/banano orgánico según bioinsecticidas y grupo control

Con respecto a los tratamientos en el que se empleó el bioinsecticida Spinosad se observó una mayor efectividad en la disminución de la frecuencia de adultos en los tratamientos T1 (1.35 adultos/banano) y T4 (1.10 adultos/banano). En el caso del T4 esta disminución puede haber sido ocasionado por el número de aplicaciones que se realizó (4 aplicaciones). Esto se corroboraría con lo observado por Argueta *et al.* (2010), que a mayor tiempo de exposición de Spinosad la mortandad de insectos se incrementa significativamente. Sin embargo, es contradictorio con los datos obtenidos en el T1, en el cual solo se aplicó una vez el producto y se encontró una disminución en la frecuencia de adultos, por lo que también se debería atribuir esta disminución a factores abióticos como temperatura, bajos o altos niveles de precipitación, fotoperiodo y a las condiciones de campo, que deberían ser estudiadas, ya que también son influyentes en la distribución temporal de *C. signipennis* tal y como mencionan Vallolid *et al.* (2020).

Por otro lado, no se hallaron diferencias significativas en la frecuencia de ninfas en los cuatro tratamientos con Spinosad ( $X^2 = 6.47$ ;  $p\text{-value} = 0.09$ ), al igual que Crisanto (2018) donde también se puede apreciar que el el mismo comportamiento en ninfas de *C. signipennis*.

Con relación a los tratamientos en el que se aplicó el bioinsecticida Bio-Basiana, se observó en los T7 y T8 un fuerte incremento de la frecuencia de *C. signipennis*, llegando a observarse los valores más altos en Bio-Basiana T8 a pesar de tener un mayor número de aplicaciones (4 aplicaciones). Asimismo, el diagrama de dispersión entre la frecuencia de ninfas y adultos (Figura 8) demostró una correlación positiva en la 4ta y 10ma semana, lo cual revelaría un efecto atenuado por parte de este bioinsecticida. Estas condiciones atípicas en ambos tratamientos pueden haber sido ocasionadas por una mala aplicación del producto. Esto se pudo generar porque el bioinsecticida fue aplicado cuando la radiación solar era alta (9:00-12:00 h) y las condiciones no eran adecuadas para el desarrollo del hongo. Bustillo (2009) recomienda aplicar este bioinsecticida cuando la radiación solar es bastante reducida (17:00-18:00 h), ya que este hongo suele presentar una inestabilidad, lo que puede haber ocasionado la formación de estructuras no infectivas llamadas conidias en forma de resistencia. Humber (1982) y Arias *et al.* (2014) menciona que estas estructuras de paredes gruesas y abundantes sustancias de reserva se forman como mecanismo de defensa frente a condiciones adversas haciendo que el hongo entre a un estado de latencia donde es inactivo. Cabe destacar, que cuando las condiciones climáticas son adecuadas, las conidias germinan y producen conidias infectivas, dando inicio nuevamente al ciclo biológico del hongo (Gómez *et al.*, 2014). Asimismo, este incremento puede deberse a la disposición del alimento, ya que según Vera (2013) la frecuencia de *C. signipennis* incrementa cuando la estructuras tiernas emergen, usualmente estas estructuras están presentes en el racimo y en plantas hijas.

## **7.2. Frecuencia de *C. signipennis*/banano orgánico según las veces de aplicación del bioinsecticida**

En la comparación de la frecuencia de *C. signipennis* entre bioinsecticidas según el número de aplicaciones no se observaron diferencias significativas a excepción de los tratamientos T2 *versus* T6 en donde se observó una mayor efectividad en el tratamiento T6 y en el caso de los tratamientos T4 *versus* T8 donde se evidenció una mayor efectividad en el T4 y un aumento atípico y significativo de la frecuencia de *C. signipennis* en el tratamiento T8 incluso superando los valores de la frecuencia del tratamiento testigo. Estos valores atípicos pueden haber ocurrido por la inestabilidad de los bioinsecticidas y su tiempo de vida media que es variable de 1.6 a 16 días de acuerdo a Vergaray (2016). No obstante, no se descarta una influencia de los factores abióticos.

Asimismo, cabe resaltar que a pesar de no evidenciar diferencias significativas en los demás tratamientos se vio una menor frecuencia de *C. signipennis* en las unidades en el que se aplicó el bioinsecticida Spinosad. Esto puede haber ocurrido porque Spinosad tiene un efecto tóxico por ingestión y contacto (Williams *et al.*, 2013) a diferencia de Bio-Basiana que su efecto tóxico es solo al entrar en contacto con el insecto (Charnley & Collins , 2007; Tellez *et al.*, 2009).

## **7.3. Nivel de daño ocasionado por *C. signipennis***

Con relación a la cantidad de dedos afectados se observó una disminución del 95% de daños en los tratamientos en el que se aplicaron los bioinsecticidas + enfunde. Al aplicar el bioinsecticida Bio-Basiana se observó entre 0.5-0.9% de dedos afectados con un nivel de daño entre 3, 4 y 5, aunque este porcentaje hallado es menor del 1%; y en el caso de Spinosad se observó un intervalo de 0-0.3% de dedos sin la presencia de daño en la mayoría de tratamientos. Los controles presentaron 8.5% de dedos afectados para Control S, 8.33% para Control B-B y 46.94% en el caso del testigo absoluto, por lo que se observa que existe una reducción en los daños ocasionados por *C. signipennis* al aplicar enfundes tratados con bioinsecticidas, siendo los tratamientos en los que se

emplearon el bioinsecticida Spinosad más eficaces (97-100 %) en comparación con los racimos tratados con Bio-Basiana con 94-97% de eficacia, datos similares a los obtenidos por Delgado *et al.* (2018) y Arias *et al.* (2019) quienes obtuvieron un 2% de dedos afectados al aplicar el bioinsecticida Bio-Basiana y 0-0.2% de daño al aplicar el bioinsecticida Spinosad siendo estas técnicas eficaces en la reducción del 95% de daños en la producción de banano orgánico.

Asimismo, cabe resaltar la alta efectividad que se muestra al aplicar el bioinsecticida solo en el racimo. Con ello se corrobora que el comportamiento de tipo agregado en las poblaciones de Trips permite focalizar las estrategias de manejo hacia puntos específicos o focos de infestación en donde se ubican los puntos de agregación (Ramírez *et al.*, 2013), evitando pérdidas económicas al aplicar el bioinsecticida en toda la planta.

#### **7.4. Efecto del enfunde**

Se ha comprobado que el empleo del enfunde temprano reduce el daño ocasionado por *C.signipennis*, ya que se evidenció un total de 0.72% de dedos afectados con un nivel de daño de 2-3 y una eficacia de 89.77% no teniendo diferencias significativas con los tratamientos en el que se aplicó los bioinsecticidas datos similares con lo descrito por Moscoso & Peña (2017) y Arias *et al.* (2020), quienes obtuvieron pérdidas de 0-5% al realizar un enfunde temprano, por lo que los investigadores aconsejan utilizar esta técnica y utilizar los bioinsecticidas en un objetivo específico. Según Dier (2013) esta diferencia no significativa con los tratamientos en el que se aplicaron los bioinsecticidas, ocurre porque al emplear esta funda de manera temprana en el racimo actúa como barrera física en la protección de está impidiendo el ingreso de los insectos, ayudando a disminuir la severidad del daño en un 90% Santosh *et al* (2017).

#### **7.5. Rendimiento de producción del banano orgánico según bioinsecticidas y grupo control**

Con relación al beneficio/costo (B/C) obtenido en cada uno de los tratamientos se observó que hubo mayor beneficio bruto en orden descendente en los tratamientos T9, T1, T5, T6 y T2. Esta relación se vio favorecida para el tratamiento T9, ya que en las unidades se emplearon menos recursos (mano de obra, insumos, etc.) datos similares a

los encontrados por Crisanto (2018). Sin embargo, se recomienda utilizar este tratamiento siempre y cuando se realice adecuadamente (momento en el que la bellota se encuentre en estado fenológico 60), pues a diferencia de los otros tratamientos no presenta bioinsecticida alguno que actúe como segunda defensa al ataque de estos insectos.

En los tratamientos T1 y T5 se vio un patrón similar porque los recursos también fueron menores. Sin embargo, a diferencia de T9 se observó un mayor valor producido, ya que se evidenció menor número de dedos afectados, lo que confirmaría que estos bioinsecticidas reducen los daños en el cultivo obteniendo mayor cantidad de frutas de calidad sin riesgo alguno que puedan ser atacados a lo largo de la cadena productiva del cultivo.

Por lo observado anteriormente se sugiere el uso del Enfunde, T1 y T5, ya que se obtiene mayor relación B/C con una efectividad del 95% en la reducción de daños ocasionados por *C. signipennis*.

## VIII. CONCLUSIONES

De los resultados obtenidos, podemos concluir que:

- Existe una reducción del 95% de los daños ocasionados por *C. signipennis* en la producción del Banano Orgánico al aplicar el enfunde y los bioinsecticidas spinosad y bio-bassiana.
- Se observó un menor número de dedos afectados con un nivel de daño menor en los tratamientos en el que se empleó spinosad más enfunde en comparación con biobassiana más enfunde.
- Se evidenció una mayor reducción de la frecuencia de adultos en los tratamientos Spinosad T1, Spinosad T4, Bio-bassiana T5 y Bio-bassiana T6.
- No existe relación de la frecuencia de ninfas y adultos en la 4ta semana lo que demuestra la efectividad de los bioinsecticidas empleados.
- Se observó una mayor eficacia en la reducción de daños al aplicar el bioinsecticida spinosad (97-100%) en comparación con los racimos tratados con Bio-bassiana (94 – 97%).
- Se obtuvo una mayor relación B/C al emplear los tratamientos Spinosad T1 y Bio-Bassiana T5.

## IX. RECOMENDACIONES

- Para conocer con exactitud la frecuencia de la población de *C. signipennis* se recomienda replicar la investigación tomando en cuenta parámetros ambientales como temperatura, humedad, fotoperiodo, etc.
- Realizar una buena aplicación de los productos de tal manera que haya una cobertura total del racimo y exista una mayor efectividad.
- Tomar en cuenta el horario de aplicación, ya que estos insecticidas pueden mostrar susceptibilidad a la radiación.
- Evaluar los daños que pueden generar estos bioinsecticidas a insectos benéficos.
- Monitorear periódicamente los bioinsecticidas bajo un programa de manejo de resistencia.
- A fin de evitar se genere resistencia de *C. signipennis* a los bioinsecticidas, se debe evaluar la rotación con otros productos que muestren eficacia en el control de este insecto.
- Pese a la efectividad de esta investigación se deben seguir realizando las labores culturales.
- Se debe implementar estas metodologías junto a un plan de manejo integrado de plagas.

## X. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGRODATAPERU. (2019). Exportaciones agropecuarias del Perú. Obtenido de: <https://www.agrodataperu.com/exportaciones>
- Argueta, A., Valle, J., y Marina, C. (2010). Ovicidal and larvicidal effects of Spinosad in *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae). *Revista Colombiana de Entomología*, (37)2, 269-272.
- Arias, M., Corozo, R. y Jinés, A. (2012). Manejo integrado de los Trips de la mancha roja en plantaciones bananeras de las Provincias del Guayas, El Oro y Azuay. *Informe sobre Avances del Proyecto 2011-2012*.
- Arias, P., Banda, B., Bejarano, R., Benites, D y Arellano, J. (2014) Efecto de *Beauceria bassiania* y larvas de cogollero *Spodoptera frugiperda* en condiciones de laboratorio. *Rebiolest*, (2) 1
- Aquino, D. y Molinari, A. (2007). Nuevos registros de distribución y huésped para *Megaphragma mymaripenne* (Hymenoptera: Trichogrammatidae). *Revista de la Sociedad Entomológica de Argentina*. (66)2, 157-158.
- Arias, L.M., Corozo, A.R., Llanque, R.J., Vegas, R.U., Suarez, P., Moyon, D., Van Tol, C. (2020). Red rust thrips in smallholder organic export banana in Latin America and the Caribbean: pathways for control, compatible with organic certification. *Acta Horticulturae XXX IHC – Proc. XI International Symposium on Banana: ISHS-ProMusa Symposium*, 153-161. Obtenido de: [https://www.researchgate.net/publication/339880295\\_Red\\_rust\\_thrips\\_in\\_smallholder\\_organic\\_export\\_banana\\_in\\_Latin\\_America\\_and\\_the\\_Caribbean\\_pathways\\_for\\_control\\_compatible\\_with\\_organic\\_certification](https://www.researchgate.net/publication/339880295_Red_rust_thrips_in_smallholder_organic_export_banana_in_Latin_America_and_the_Caribbean_pathways_for_control_compatible_with_organic_certification)
- Ayllon, M. (2015). *Control del trips de la mancha roja (Chaetaphothrips signipennis Bangall, 1914) con insecticidas biorracionales en el cultivo del Banano*. [Tesis para obtener el título de Ingeniero Agrónomo, Universidad Técnica de Machala]. <http://repositorio.utmachala.edu.ec/handle/48000/3020>
- Badii, M. y Abreu, J. (2006). Control biológico una forma sustentable de control de plagas. *International Journal of Good Conscience*. (1)1, 82-89.
- Bret, B.L., Larson, L.L., Schoonover, J.R., Sparks, T.C. y Thompson, G.D. (1997) Biological Properties of Spinosad. *Down to Earth*, 52, 6-13.

- Brechelt, A. (2004). El manejo ecológico de plagas y enfermedades. *Red de Acción en Plaguicidas y sus Alternativas para América Latina (RAP-AL)*. Fundación Agricultura y Medio Ambiente (FAMA). RD.
- Bustillo, A.E. (2009). Evaluación de insecticidas químicos y biológicos para controlar *Frankliniella occidentalis* (Thysanoptera: Thripidae) en cultivos de espárragos. *Revista Colombiana de Entomología*, (35)1, 12-17.
- Chang, J. (2018). *Estudio del Trips de la Mancha roja (Chaetanaphothrips signipennis) en el cultivo de Banano (Musa AAA)* [Tesis para obtener el título de Ingeniero Agrónomo, Universidad Técnica de Babahoyo]. <http://dspace.utb.edu.ec/handle/49000/6087>
- Charnley, A.K. & Collins, S.A. (2007). Entomopathogenic fungi and their role in pest control. *Environmental and Microbial Relationship*. The Mycota IV. 159–187.
- Correa, J. (2018). *Plan de negocios de exportación de banano orgánico clase A-2 dirigido a Portugal*. [Tesis para obtener el título en Licenciatura de Administración de Empresas, Universidad Nacional de Piura]. <http://repositorio.unp.edu.pe/handle/UNP/1427>
- Cortez, G. (2010). *Atlas Agropecuario de Costa Rica*. Universidad Estatal a Distancia San José.
- Crisanto, J. (2018). *Manejo integrado del trips de la mancha roja (Chaetanaphothrips signipennis) en el cultivo de Banano orgánico, valle del alto Chira, caserío Chacala-Sullana*. [Tesis para optar el título de Ingeniero Agrónomo, Universidad Nacional de Piura]. <http://repositorio.unp.edu.pe/handle/UNP/1284>.
- Joyo, G. & Narrea-Cango, M. (2015). Fluctuación poblacional de plagas insectiles en el cultivo de vid variedad red globe, en la zona de el carmen - Chincha Perú. *Anales Científicos*, (76)1:99-105.
- Delgado, A., Navia, D., Vera, T., Jackson, T.A. y Viera, W. (2018). Eficacia de piretrina y spinosad sobre *Chaetanaphothrips signipennis* (Bagnall) en banano. Recuperado el 19 de diciembre 2020 de [https://www.researchgate.net/publication/332318451\\_Eficacia\\_de\\_piretrina\\_y\\_spinosad\\_sobre\\_Chaetanaphothrips\\_signipennis\\_Bagnall\\_en\\_banano](https://www.researchgate.net/publication/332318451_Eficacia_de_piretrina_y_spinosad_sobre_Chaetanaphothrips_signipennis_Bagnall_en_banano).
- Dethier V.G., Browne L.B. y Smith C.N. (1960). The designation of chemicals in terms of the responses they elicit from insects. *Journal of Economic Entomology*, 53(1), 134-136.

- Dier, C.M. (2013). *Fundas de polietileno con orificios de diferentes tamaños para reducir el daño del trips de la mancha roja en banano orgánico*. [Tesis para obtener el título de Ingeniero Agrónomo, Universidad de Guayaquil]. <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/5844>
- Dirección General de Políticas Agrarias (DGPA). (2018). Situación Comercial del Banano Orgánico en la Unión Europea. MINAGRI.
- Dulanto, J. (2011). Metodología MIP para el control del trips de la mancha roja (*Chaetanaphothrips signipennis*) y trips de la flor (*Frankliniella parvula*) en la zona de Querecotillo Valle del Chira, Perú. *Resúmenes 3er Seminario Internacional de Sigatoka Negra, Raíces y Nemátodos en Banano y Plátano*. SERBANA. Costa Rica.
- Englund, E. y Sparks, A. 1988. *GEO-EAS (Geostatistical Environmental Assessment Software) User's Guide*. U.S. Environmental Protection Agency. Document EPA/600/4-88/033. Environmental Monitoring Systems Laboratory, Las Vegas, NV, USA, 186 pp.
- Espinola, F. (2011). *Microencapsulación de hongos entomopatógenos y su evaluación sobre Spodoptera frugiperda (J. E. Smith) en laboratorio e invernadero* [Tesis para obtener el título de Ingeniero Agrónomo Parasitólogo, Universidad autónoma Agraria Antonio Narro]. <https://repositorio.uaaan.mx:8080/xmlui/handle/123456789/4324?show=full>
- Flores, B. (2012). *Efecto de Isaria fumosorosea (nativo) y Lecanicillium lecanii sobre ninfas de Frankliniella (Thrips de la flor) y Chaetanaphothrips signipennis (Thrips de la mancha roja) de los cultivos bananeros del Valle del Chira-Piura bajo condiciones de laboratorio y de campo*. [Tesis para obtener el título de Biólogo-Microbiólogo, Universidad Nacional de Trujillo]. <https://dspace.unitru.edu.pe/handle/UNITRU/2148>
- García, M. (2013). *Reconocimiento de trips (Tysanoptera) asociados al racimo del banano y sus enemigos naturales en el departamento de Magdalena*. [Tesis para obtener el título de Ingeniero Agrónomo, Universidad del Magdalena]. <https://core.ac.uk/reader/198275460>
- Gorst, J. (2016). *The biology of Musa L. (banana)*. Department of health and ageing office of the gene technology regulator. Australian Government.

- Gomez, H., Zapata, A., Torres, E. y Tenorio, M. (2014). *Manual de Producción y Uso de Hongos Entomopatógenos*. Servicio Nacional de Sanidad Agraria (SENASA). Perú.
- Govaerts R. (2021). WCSP: World Checklist of Selected Plant Families (version Aug 2017). In: Catalogue of Life, *et al.* (2019). Species 2000 & ITIS Catalogue of Life, 2021-04-05. Digital resource at [www.catalogueoflife.org](http://www.catalogueoflife.org). Species 2000: Naturalis, Leiden, the Netherlands. ISSN 2405-8858.
- Hara, A., Mau, R., Jacobsen, C y Niino- DuPonte, R (2002). Banana rust thrips damage to banana and ornamentals in hawaii. *Cooperative extension service*.
- Helguera, F. (2017). El banano orgánico se consolida en el mercado japonés. Embajada del Perú en Japón. Recuperado el 2 de noviembre de 2020 de <https://www.scribd.com/document/441102001/Exportacion-de-banano-organico-peruano-al-Japon>.
- Humber, R A (1982). An alternative view of certain taxonomic criteria used in the Entomophthorales (zygomycotina). *Mycotaxon* (1)31, 191-240.
- FONTAGRO. (2016). Fortaleciendo a los pequeños productores de Banano Orgánico: Integración de actores, Manejo sostenible de Plagas y Estrategias de Salud de Suelos. Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP). Recuperado el 2 de enero 2021 de <https://www.iniap.gob.ec/pruebav3/wp-content/uploads/2018/05/Proyecto%20Banano%20Org%20C3%A1nico.pdf>
- Herrera, M. y Colonia, L. (2011). *Manejo integrado del Cultivo del Plátano*. Universidad Nacional Agraria La Molina.
- Herrera, A. (2018). *Instalarán 2 mil nuevas hectáreas de banano orgánico en la región Piura*. Recuperado el 4 de enero 2021 de <https://eltiempo.pe/instalaran-2-mil-nuevas-hectareas-banano-organico-la-region-piura/>
- Kirk, P.M. (2020). Species Fungorum Plus: Species Fungorum for CoL+ (version Feb 2020). En: Catalogue of Life, *et al.* (2021). Species 2000 & ITIS Catalogue of Life, 2021-04-05. Digital resource at [www.catalogueoflife.org](http://www.catalogueoflife.org). Species 2000: Naturalis, Leiden, the Netherlands. ISSN 2405-8858.
- La República (2019). *Exportación de banano orgánico peruano alcanzaría los 155 millones de dólares este año*. Recuperado el 10 de enero 2021 de <https://larepublica.pe/economia/2019/11/03/exportacion-de-banano-organico-peruano-alcanzaria-los-155-millones-de-dolares-al-cierre-del-ano/>

- Jiménez, E. (2009). Métodos de control de plagas. Universidad Nacional Agraria, Nicaragua. Recuperado el 8 de noviembre de 2020 de <https://cenida.una.edu.ni/relectronicos/RENH10J61me.pdf>
- León, J. (2018). *Evaluación de la funda protectora impregnada con Bifentrina sobre el daño de la "mancha roja" causado por Chaetanaphotrips signipennis en banano*. [Tesis para obtener el título de Ingeniero Agrónomo, Universidad Técnica de Babahoyo]. <http://dspace.utb.edu.ec/handle/49000/5023>
- Mamani, D. (2009). *Fluctuación poblacional de los principales insectos fitófagos y sus enemigos naturales en el cultivo de alcachofa en el valle de Ica*. [Tesis para optar el grado de Magíster Scientiae]. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima-Perú. <http://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/UNALM/1721>
- Moscoso, P., & Peña, A. (2017). Effect of treatments with bunch bagging on production fruit quality and damage by thrips of banana. *Academic journals*, (11)2, 15-27.
- Mohd, N. y Bee, Y. (2011). Power comparisons of Shapiro-Wilk, Kolmogorov-Smirnov, Lilliefors and Anderson-Darling tests. *Journal of Statistical Modeling and Analytics*, (2)1, 21-33.
- Monzón, A. (2001). *Producción, Uso y Control de Calidad de Hongos Entomopatógenos en Nicaragua. Manejo Integrado de Plagas*. Universidad Nacional Agraria de Nicaragua. Recuperado el 09 de diciembre 2020 de <http://www.bio-nica.info/biblioteca/Monzon2001HongoEntomopatogenos.pdf>
- Morales, M. (2015). Distribución geográfica del thrips de la Mancha Roja *Chaetanaphothrips spp.* en el cultivo de banano orgánico en el Valle del Chira. [Tesis para obtener el título de Ingeniero Agrónomo, Universidad Nacional de Piura]. <http://repositorio.unp.edu.pe/bitstream/handle/UNP/381/AGR-MOR-ZAP-15.pdf?sequence=1>
- Ortiz, R. (2012). *Climate Change and Agricultural Production*. Inter-American Development Bank: Environmental Safeguards Unit (VPS/ESG). Technical notes Recuperado el 03 de enero de 2021 de [https://www.researchgate.net/profile/Rodomi-Ortiz/publication/254422088\\_Climate\\_Change\\_and\\_Agricultural\\_Production/links/550b359e0cf265693cef6e4c/Climate-Change-and-Agricultural-Production.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Rodomi-Ortiz/publication/254422088_Climate_Change_and_Agricultural_Production/links/550b359e0cf265693cef6e4c/Climate-Change-and-Agricultural-Production.pdf)
- Pardey, A.E.B. (2009). Evaluación de insecticidas químicos y biológicos para controlar *Frankliniella occidentalis* (Thysanoptera: Thripidae) en cultivos de espárragos/Evaluation of chemical and biological insecticides to control *Frankliniella occidentalis* (Thysanoptera: Thripidae) in asparagus crops. *Revista colombiana de entomología*, (35)1, 12.

- Planes, L., Catalán, J., Josep, J., Urbaneja, A., y Tena, A. (2015). *Pezothrips kellyanus* (Thysanoptera: Thripidae) nymphs on orange fruit: importance of the second generation for its management. *Florida entomologist*, (98)3, 848- 855.
- Quinto, V. (2007). *La resistencia a Spinosad en Frankliniella occidentalis (Pergande) (Thysanoptera: Thripidae)*. [Tesis para obtener el título de Ingeniero, Universidad Politécnica de Cartagena]. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/tesis?codigo=50090>
- Ramirez, J., Solares, V., Figueroa, D. y Sánchez, J. (2013). Comportamiento espacial de trips (Insecta: Thysanoptera), en plantaciones comerciales de aguacate (*Persea americana* Mill.) en Zitácuaro, Michoacán, México. *Acta Zoológica Mexicana*, (29)3, 545-562.
- Rojas, J. (2013). *Manejo Integrado de Banano Orgánico* (Guía Técnica). Agrobanco.
- Rosales, S. (2019). Pérdida de alimentos: supera el 40% en tomate y banano en Perú, según la FAO. *Gestión*. Recuperado el 07 de noviembre de 2020 de <https://gestion.pe/peru/perdida-de-alimentos-supera-el-40-en-tomate-y-banano-desde-el-cultivo-hasta-distribucion-noticia/?ref=gesr>
- Scribano, F., Fontana, M., Alayón, P., y Cáceres, S. (2018). Efecto del embolsado y deschire del cultivo de banano (*Musa acuminata* Colla) sobre poblaciones de trips (Thysanoptera: Thripidae). *Revista de la Sociedad Entomológica Argentina*, (77)3, 1-12.
- Shantosh, D., Tiwari, K., Gopala, R. (2017). Banana bunch covers for quality banana production - A review. *International journal of current microbiology and applied sciences*, (6)7, 1275-1291.
- Salas, C., Quiroz, C., & Puelles, J. (2016). Trips de la cebolla: *Thrips tabaci* (Lindeman). *Ficha Técnica INIA Intihuasi*.
- Sierra-Baquero, P.V., Varón-Devia, E.H., Gomes-Días, L. y Jaramillo-Barrios, J. (2018). Fluctuación poblacional de trips (*Frankliniella cf. gardeniae*) en cultivos de mango en Tolima, Colombia. *Revista Colombiana de Entomología*, (44)2: 158-164.
- Stannard, L. y Mitri, T.K. (1962). Preliminary Studies on the Trypactothrips Complex in Which Anisopilothrips, Mesostenothrips, and Elixothrips Are Erected as New Genera (Thripidae: Heliiothripinae). *Transactions of the American Entomological Society* (88)3, 183-224.

- Tellez-Jurado, A., Cruz, M.G., Mercado, Y., Assaf, A., Arana-Cuenca, A. (2009). Mecanismos de acción y respuesta en la relación de hongos entomopatógenos e insectos. *México. Revista Mexicana de Micología*, (30), 73-80.
- Uva, V; Rodríguez, A; Sandoval, J. (2009). Las Buenas Prácticas Agrícolas (BPA) en el cultivo de Banano. Corbana - Hoja divulgativa N°2. Recuperado el 17 de octubre 2020 de <https://es.slideshare.net/jmgiraldo71/bpa-en-el-cultivo-del-banano-hoja-tecnica-2-2009-corbana>
- Soto, G; Rodriguez, J; González, C; Cambero, J; Retana, A. (2017). Clave para la identificación de géneros de thrips (Insecta: Thysanoptera) comúnmente asociados a plantas ornamentales en centroamérica. *Revista Acta zoologica Mexicana*, (33)2.
- Vallolid, M., Garrido, M., y García, R. (2020). Distribución temporal de trips y controladores biológicos en banano *Musa sapientum* (C. Linneo, 1753). *Manglar*, (17)2, 113-118.
- Valladolid, M. (2014). Identificación y fluctuación poblacional de especies de “trips” y enemigos naturales en cultivo de plátano y banano, *Musa* sp.. L. Valle de Tumbes, Perú. *Manglar*, (12)1, 15-24.
- Vegas, U. (2013). Manejo Integrado de Banano Orgánico. *Agro banco*. La Libertad-Perú.
- Vera, T. (2013). *Identificación, Biología, comportamiento y hospederos del trips de la mancha roja Banano Musa AAA*. [Tesis para obtener el título de Ingeniero Agrónomo, Universidad de Guayaquil]. <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/20013>
- Vergaray, M. (2016). Spinosad y proteína hidrolizada para el control de *Ceratitidis capitata* Wiedemann en mandarina *Citrus unshiu*. [Tesis para obtener el título de Ingeniero Agrónomo, Universidad Nacional Agraria la Molina]. <http://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/UNALM/2634>
- Wladimir, A. (2014). *Control del trips que provoca la mancha roja Chaetanaphotrips sp. con insecticidas vegetales y metabolitos de hongos en Banano Orgánico*. Guayas. [Tesis para obtener el título de Ingeniero Agrónomo, Universidad Técnica de Machala]. <http://repositorio.utmachala.edu.ec/handle/48000/1035>
- Williams, T., Valle, J. y Viñuela, E. (2013). Is the Naturally Derived Insecticide Spinosad® Compatible with Insect Natural Enemies?. *Biocontrol Science & Technology*, (13)5, 459-475.

