

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**  
**FACULTAD DE AGRONOMÍA**  
**ÁREA INTEGRADA**



**TRABAJO DE GRADUACIÓN**

**EVALUACIÓN DE TRES PRODUCTOS PARA CONTROL DEL TRÍPIDO (*Frankliniella occidentalis*) EN EL CULTIVO DE *Echeveria* sp cv. Dusty Pink EN LA EMPRESA VITA FARMS S.A, VILLA CANALES, GUATEMALA, C.A.**

**EDYN JOSUE GREGORIO ARCHILA**

**GUATEMLA, SEPTIEMBRE 2021**



**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE AGRONOMÍA  
ÁREA INTEGRADA**

**TRABAJO DE GRADUACIÓN REALIZADO EN LA EMPRESA VITA FARMS S.A, VILLA  
CANALES, GUATEMALA, C.A.**

**PRESENTADO A LA HONORABLE JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE  
AGRONOMÍA DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**

**POR**

**EDYN JOSUÉ GREGORIO ARCHILA**

**EN EL ACTO DE INVESTIDURA COMO  
INGENIERO AGRÓNOMO**

**EN**

**SISTEMAS DE PRODUCCIÓN AGRÍCOLA  
EN EL GRADO ACADÉMICO DE  
LICENCIADO**

**GUATEMALA, SEPTIEMBRE 2021**



**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**  
**FACULTAD DE AGRONOMÍA**

**RECTOR EN FUNCIONES**

LICENCIADO M.A. PABLO ERNESTO OLIVA SOTO

**JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMÍA**

<b>DECANO</b>	Ing. Agr. Waldemar Nufio Reyes
<b>VOCAL I</b>	Dr. Marvin Salguero Roberto Salguero Barahona
<b>VOCAL II</b>	Dra. Gricelda Lily Gutiérrez Álvarez
<b>VOCAL III</b>	Ing. Agr. M.A Jorge Mario Cabrera Madrid
<b>VOCAL IV</b>	Br. Carmen Aracely García Pirique
<b>VOCAL V</b>	P. Agr. Mynor Fernando Almengor Orenos
<b>SECRETARIO</b>	Ing. Agr. Walter Arnoldo Reyes Sanabria

**GUATEMALA, SEPTIEMBRE 2021**



Guatemala, agosto de 2021

Honorable Junta Directiva  
Honorable Tribunal Examinador  
Facultad de Agronomía  
Universidad de San Carlos de Guatemala

Honorables miembros:

De conformidad con las normas establecidas por la Ley Orgánica de la Universidad de San Carlos de Guatemala, tengo el honor de someter a vuestra consideración, el trabajo de graduación titulado: “EVALUACIÓN DE TRES PRODUCTOS PARA CONTROL DEL TRÍPIDO (*Frankliniella occidentalis*) EN EL CULTIVO DE *Echeveria* sp cv. DUSTY PINK EN LA EMPRESA VITA FARMS S.A, VILLA CANALES, GUATEMALA, C.A. ” como requisito previo a optar al título de Ingeniero Agrónomo en Sistemas de Producción Agrícola, en el grado académico de Licenciado.

Esperando que el mismo llene los requisitos necesarios para su aprobación, me es grato suscribirme,

Atentamente,

**“ID Y ENSEÑAD A TODOS”**

A handwritten signature in black ink, enclosed within a large, hand-drawn oval. The signature is stylized and appears to read 'Edyn Josue Gregorio Archila'.

**EDYN JOSUE GREGORIO ARCHILA**





UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE AGRONOMÍA -FAUSAC-  
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGRONÓMICAS  
Y AMBIENTALES -IIA-



REF. Sem. 48/2020

EL TRABAJO DE GRADUACIÓN TITULADO: "EVALUACIÓN DE TRES PRODUCTOS PARA CONTROL DEL TRÍPIDO (*Frankliniella occidentalis*) EN EL CULTIVO DE *Echeveria* sp. cv. *Dusty Pink* EN LA EMPRESA VITA FARMS S.A. VILLA CANALES, GUATEMALA, GUATEMALA, C. A."

DESARROLLADO POR EL ESTUDIANTE: EDYN JOSUÉ GREGORIO ARCHILA

CARNE: 201318164

HA SIDO EVALUADO POR LOS PROFESIONALES: Dr. Luis Montes  
Ing. Agr. Filadelfo Guevara Chávez  
Ing. Agr. Marco Romilio Estrada Muy

Los Asesores y la Dirección del Instituto de Investigaciones Agronómicas y Ambientales de la Facultad de Agronomía, hace constar que ha cumplido con las Normas Universitarias y el Reglamento de este Instituto. En tal sentido pase a la Dirección del Área Integrada para lo procedente.

Ing. Agr. Filadelfo Guevara Chávez  
ASESOR ESPECIFICO

Ing. Agr. Marco Romilio Estrada Muy  
DOCENTE- ASESOR EPS



Carlos Fernando López Búcaro  
DIRECTOR DEL IIA

CFLB/nm  
c.c. Archivo



Ref. 512-2021

Guatemala 1 de julio de 2021

Ingeniero Agrónomo Waldemar Nufio  
Decano de la Facultad de Agronomía  
Presente.

Estimado Ing. Nufio:

Por este medio quiero trasladarle el documento de graduación de la estudiante EDIN JOSUE GREGORIO ARCHILA, Carné 2013 18164 dicho documento ha sido revisado por las diferentes instancias y a criterio de esta Coordinación llena las calidades necesarias para trasladarlo a Decanatura para su revisión final, previo a obtener el imprimase.

Agradeciendo la atención a la presente.



Atte. Ing. Agr. M. A. Pedro Peláez Reyes  
Coordinador Área Integrada.

cc. Secretaría de decanatura  
Secretaría de área Integrada  
Estudiante  
Archivo

“Id y enseñad a todos”





**USAC**  
TRICENTENARIA  
Universidad de San Carlos de Guatemala

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE AGRONOMÍA

*Hereditada Internacionalmente*



No. 59.2021

Trabajo de Graduación: "EVALUACIÓN DE TRES PRODUCTOS PARA CONTROL DEL TRÍPIDO (*Frankliniella occidentalis*) EN EL CULTIVO DE *Echeveria* sp cv. Dusty Pink EN LA EMPRESA VITA FARMS S.A., VILLA CAÑALES, GUATEMALA, C.A."

Estudiante: Edyn Josué Gregorio Archila

Carné: 201318164

"IMPRIMASE"

Ing. Agr. Waldemar Nufio Reyes  
DECANO





## **ACTO QUE DEDICO**

**A:**

**DIOS**

Por su infinito amor, misericordia y bendiciones por ser siempre mi amigo fiel.

**MIS PADRES**

Magaly Archila Dardón y Víctor Eduardo Gregorio Rodríguez por todos sus consejos, amor, apoyo, paciencia y sacrificio que hoy hacen posible esta alegría y la culminación de mi carrera, sin ustedes no habría sido posible.

**PRIMOS**

Analy Peña, Elder Peña, Melissa Peña, Manolo Aguilar, Daniel Aguilar por el apoyo en los momentos difíciles y por esa hermandad que nos une, ojalá no se pierda.

**TIAS**

Miriam Archila, Odilia Archila, Aracely Archila y Elida Archila gracias por el apoyo que me dieron para alcanzar mi meta.

**AMIGOS**

Abigail Andrade, Harley Tichoc, Brandon Payes, Rubén Zumeta, Javier Ruiz, Carlos Roquel, Marvin Teleguario, Michael Yos, Marco Pérez, Gustavo Cano, Astrid Fuentes, Ana Chaclán, Nury Martínez, Andrea Cadenas, Juan Carlos Canté y Allan Solorzano. Con aprecio y agradecimiento a cada uno de ellos, por los momentos de alegría y tristeza compartidos durante la carrera.



## **AGRADECIMIENTOS**

A:

**Mi asesor** Ing. Agr. Filadelfo Guevara por su apoyo brindado para que completara mi formación académica

**Mi supervisor** Ing. Agr. Marco Romilio Estrada Muy por su apoyo y aportes brindados para que el presente trabajo de graduación sea presentado con la calidad necesaria.

**Facultad de Agronomía** por formarme profesionalmente y por los excelentes años que pase aquí ya que marcaron en grande el rumbo de mi vida

**Vita Farms S.A.** por recibirme y permitirme desarrollar mis capacidades para realizar el presente trabajo de graduación.



## ÍNDICE GENERAL

TÍTULO	PÁGINA
1.1 INTRODUCCIÓN .....	2
1.2 OBJETIVOS .....	2
1.2.1 General.....	2
1.2.2 Específicos .....	2
1.3 MARCO REFERENCIAL.....	3
1.3.1 Ubicación geográfica .....	3
1.3.2 Aspectos edafoclimáticos .....	3
1.4 METODOLOGÍA .....	5
1.4.1 Fase de gabinete.....	5
1.4.2 Fase de campo .....	5
1.4.3 Herramientas para el análisis de la información .....	6
1.5 RESULTADOS.....	7
1.5.1 Descripción del proceso productivo .....	7
1.5.2 Funciones del departamento de cultivo .....	13
1.5.3 Bodega de empaque .....	19
1.5.4 Árbol de problemas.....	21
1.5.5 Jerarquización de problemas.....	24
1.5.6 Propuesta de investigación de servicios.....	25
1.6 CONCLUSIONES.....	26
1.7 RECOMENDACIONES .....	26
1.8 BIBLIOGRAFÍA .....	27
1.9 ANEXOS .....	28
2.1 PRESENTACIÓN.....	30
2.2 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA.....	31

	<b>PÁGINA</b>
2.3	MARCO TEÓRICO ..... 32
2.3.1	Marco conceptual ..... 32
2.3.2	MARCO REFERENCIAL ..... 44
2.4	OBJETIVOS ..... 49
2.4.1	General ..... 49
2.4.2	Específicos ..... 49
2.5	METODOLOGÍA ..... 50
2.5.1	Determinar el tratamiento que produce el menor número de trípodos ..... 50
2.5.2	Determinación del índice de producción de los tratamientos ..... 63
2.5.3	Análisis económico beneficio/ costo ..... 65
2.6	RESULTADOS Y DISCUSIÓN ..... 65
2.6.1	Número de trípodos por tratamiento ..... 65
2.6.2	Índice de producción ..... 72
2.6.3	Análisis económico ..... 79
2.7	CONCLUSIONES ..... 85
2.8	RECOMENDACIONES ..... 86
2.9	BIBLIOGRAFÍA ..... 87
2.10	APENDICE ..... 92
2.11	Servicio 1: EVALUACIÓN DE ESTIMULANTES PARA EL DESARROLLO RADICULAR EN EL CULTIVO DE <i>HEDERA</i> CV. ENGLISH ..... 99
2.11.1	PRESENTACIÓN ..... 99
2.11.2	MARCO CONCEPTUAL ..... 100
2.11.3	OBJETIVOS ..... 105
2.11.4	METODOLOGÍA ..... 106
2.11.5	RESULTADOS Y DISCUSIÓN ..... 115
2.11.6	CONCLUSIONES ..... 120
2.11.7	RECOMENDACIONES ..... 120

**PÁGINA**

2.12 Servicio 2: ÍNDICES DE PRODUCCIÓN DEL CULTIVO DE <i>AGAVE ATENUATA</i> VARIEDAD KARA´S STRIPES.....	121
2.12.1 PRESENTACIÓN .....	121
2.12.2 MARCO CONCEPTUAL.....	122
2.12.3 OBJETIVOS .....	125
2.12.4 METODOLOGÍA.....	126
2.12.5 RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	131
2.12.6 CONCLUSIONES.....	134
2.12.7 RECOMENDACIONES.....	134
2.12.8 BIBLIOGRAFÍA.....	135
2.12.9 APÉNDICE .....	138



## ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA	PÁGINA
Figura 1. Temperatura media, máxima y mínima de Villa Canales.....	3
Figura 2. Funciones del departamento de producción.....	7
Figura 3. Tipo de plantado en banca.....	8
Figura 4. Sistema de plantado banca abierta.....	8
Figura 5. Sistema de plantado banca al suelo en <i>Agave cv. Kara´s stripes</i> .....	9
Figura 6. Esqueje estándar.....	10
Figura 7. Estándares de esquejes exportables.....	10
Figura 8. Traslado del esqueje.....	11
Figura 9. Saneos de cultivos, tallo con pudrición por <i>Erwinia carotovora</i> .....	12
Figura 10. Renovaciones del cultivo en bancas.....	13
Figura 11. Funciones del departamento de cultivos.....	13
Figura 12. Sistema de fertilización Dosatron.....	14
Figura 13. Equipo de protección.....	15
Figura 14. Equipo de protección.....	15
Figura 15. Preparación de las mezclas.....	16
Figura 16. Formas de aplicación.....	17
Figura 17. Sistema de riego por micro aspersion aéreo.....	17
Figura 18. Sistema de riego por bayoneta.....	18
Figura 19. Sistema de riego por goteo.....	18
Figura 20. Proceso de selección y empaçado del esqueje exportable.....	19
Figura 21. Descripción del proceso de control de calidad.....	20
Figura 22. Árbol de causa y efecto del problema I.....	21
Figura 23. Árbol de causa y efecto del problema II.....	22
Figura 24. Árbol de causa y efecto del problema III.....	23
Figura 25. <i>Echeveria</i> sp bajo condiciones de invernadero, finca Vita Farms 2019.....	32
Figura 26. Ciclo de vida de <i>Frankliniella occidentalis</i> .....	38
Figura 27. Ubicación del municipio de Villa Canales en el mapa de Guatemala.....	44
Figura 28. Imagen satelital de las divisiones de la empresa Vita Farms, S.A.....	45

**PÁGINA**

Figura 29. Invernadero donde se realizó la investigación. ....	50
Figura 30. Unidad experimental. ....	54
Figura 31. Plantación en banca bolsa de <i>Echeveria</i> sp. cv. Dusty Pink. ....	55
Figura 32. Aleatorización de las unidades experimentales en la banca. ....	55
Figura 33. Aplicación del tratamiento testigo relativo. ....	58
Figura 34. Larvas de <i>Chrysoperla carnea</i> . ....	59
Figura 35. Larvas en el cultivo de <i>Echeveria</i> sp cv. Dusty Pink. ....	59
Figura 36. Monitor de trípodos.....	60
Figura 37 . Nivel 1: esqueje sano, nivel 2: esqueje con daño de trípido.....	61
Figura 38. Planta con daño de <i>F. occidentalis</i> .....	61
Figura 39. Cosecha de los tratamientos. ....	62
Figura 40. Conteo de trípodos por tratamiento. ....	63
Figura 41. Selección del esqueje con calidad exportable.....	63
Figura 42. Distribución datos de la variable número de trípodos.....	67
Figura 43. Diagrama de dispersión de la variable número de trípodos. ....	68
Figura 44. Promedio del número de trípodos en cada uno de los tratamientos.....	71
Figura 45. Distribución normal de los datos de la variable índices de producción. ....	75
Figura 46. Diagrama de dispersión de la variable índices de producción. ....	76
Figura 47. Índices de producción de esquejes de calidad exportable. ....	78
Figura 48 . Relación beneficio / costo. ....	83
Figura 49A. Ficha técnica de del producto Cris-lap.....	92
Figura 50A. Ficha técnica del producto Cris-lap.....	93
Figura 51A. Ficha técnica del producto COMPLEMIP.....	94
Figura 52A. Ficha técnica del producto Bovetrol. ....	95
Figura 53. Unidad experimental. ....	109
Figura 54. Aleatorización de las unidades experimentales ....	109
Figura 55. Peso de biomasa radicular. ....	113
Figura 56 Medias de los pesos de raíz de los tratamientos evaluados. ....	118
Figura 57. Lote del <i>Agave attenuata</i> cv. Kara´s stripes.....	126
Figura 58. Identificación de brotes a partir de poda apical. ....	127

	<b>PÁGINA</b>
Figura 59. Medición de brotes a partir de poda apical. ....	128
Figura 60. Índice de crecimiento de <i>Agave</i> cv. Kara´s stripes .....	131
Figura 61. Tiempo para llegar al estándar y crecimiento semanal. ....	133
Figura 62A. Desarrollo de la raíz del esqueje de <i>Hedera</i> tratamiento IBA.....	138
Figura 63A. Desarrollo de la raíz del esqueje de <i>Hedera</i> tratamiento testigo absoluto....	138
Figura 64A. Desarrollo de la raíz del esqueje de <i>Hedera</i> tratamiento Phytroot. ....	139
Figura 65A. Desarrollo de la raíz del esqueje de <i>Hedera</i> tratamiento Hormovit .....	139
Figura 66A. Desarrollo de la raíz del esqueje de <i>Hedera</i> tratamiento Hormovit .....	140
Figura 67A. Esqueje por poda apical (izq), esqueje por brote lateral (der). ....	140

## ÍNDICE DE CUADROS

### CUADRO

Cuadro 1. Jerarquización de problemas. ....	24
Cuadro 2. Propuesta de investigación y servicios.....	25
Cuadro 3A. Preguntas realizadas al personal de la empresa. ....	28
Cuadro 4. Densidad de los trípodos y acciones de control químico. ....	41
Cuadro 5. Características climáticas del invernadero. ....	50
Cuadro 6. Dosis, frecuencia, forma y número de aplicación de los tratamientos. ....	56
Cuadro 7. Número de trípodos por tratamiento. ....	66
Cuadro 8. Prueba Shapiro – Wilks (modificado). ....	67
Cuadro 9. Prueba de Levene. ....	69
Cuadro 10. Análisis de varianza de variable número de trípodos. ....	69
Cuadro 11. Prueba de LSD Fisher, variable número de trípodos. ....	70
Cuadro 12. Cosecha de esquejes (parcela neta). ....	73
Cuadro 13. Selección de esquejes con calidad exportable. ....	73
Cuadro 14. Índice producción por bolsa (Parcela neta). ....	74

**PÁGINA**

Cuadro 15. Prueba de Shapiro-Wilks .....	76
Cuadro 16. Prueba de Levene. ....	77
Cuadro 17. Análisis de varianza de la variable índice de producción.....	77
Cuadro 18. Prueba LSD Fisher de la variable índice de producción. ....	78
Cuadro 19. Costo por unidad de medida de los tratamientos.....	79
Cuadro 20. Costos totales de los tratamientos en (Q.).....	80
Cuadro 21. Relación beneficio/costo.....	82
Cuadro 22. Descripción de los tratamientos.....	106
Cuadro 23. Características climáticas del invernadero. ....	110
Cuadro 24. Pesos de raíces de esquejes de <i>Hedera</i> variedad English.....	115
Cuadro 25. Prueba formal de Shapiro- Wilks para el supuesto de normalidad. ....	116
Cuadro 26. Prueba de Levene de la variable peso biomasa radicular (g). ....	116
Cuadro 27. Análisis de varianza de la variable peso de biomasa radicular (g). ....	117
Cuadro 28. Prueba de LSD Fisher, variable peso de biomasa radicular (g). ....	118
Cuadro 29. Costo por litro de solución de los tratamientos. ....	119
Cuadro 30 Promedio de aparición de brotes después de poda apical (pinch) .....	132

DIAGNÓSTICO DE LA EMPRESA VITA FARMS S.A, ENFOCADO AL MANEJO Y PRODUCCIÓN DE PLANTAS ORNAMENTALES EN LA ALDEA EL ZAPOTE, VILLA CANALES GUATEMALA. , EVALUACIÓN DE TRES PRODUCTOS PARA CONTROL DEL TRÍPIDO (*Frankliniella occidentalis*) EN EL CULTIVO DE *Echeveria* sp cv. Dusty Pink EN LA EMPRESA VITA FARMS S.A, VILLA CANALES, GUATEMALA, C.A., Y SERVICIOS REALIZADOS EN LA EMPRESA VITA FARMS S. A.

## RESUMEN

En el presente documento, se describe el trabajo de graduación realizado en la empresa Vita Farms S.A., durante el Ejercicio Profesional Supervisado, donde se inició con el diagnóstico enfocado al manejo y producción de los cultivos de plantas ornamentales, por lo cual se recopiló información sobre manejo fitosanitario, riego, fertilización, propagación, siembra, podas, cosecha y empaçado. Una vez conociendo y entendiendo las actividades, se realizó una matriz de priorización de problemas, donde se seleccionaron los más relevantes, los cuales fueron daños en el esqueje por el trípido *Frankliniella occidentalis* en el cultivo de *Echeveria* sp. cv. Dusty Pink, bajo porcentaje de enraizamiento del esqueje de *Hedera* cv. English y la falta de información de índices de crecimiento en el cultivo de *Agave attenuata* cv. Kara's stripes.

Con el fin de contribuir a resolver el problema de daños en el esqueje, se evaluaron tres productos para control del trípido (*Frankliniella occidentalis*) en el cultivo de *Echeveria* sp cv. Dusty Pink en la empresa Vita Farms S.A.; se evaluaron las variables de número de trípidos por tratamiento, índices de producción de esquejes exportables y una relación beneficio/costo para determinar la viabilidad de los tratamientos.

La investigación tuvo una duración de 10 semanas y se realizó bajo las condiciones climáticas de un invernadero. El modelo estadístico fue completamente al azar con tres repeticiones y cuatro tratamientos los cuales fueron: el manejo tradicional que realizó la empresa como testigo relativo, un hongo entomopatógeno (*Beauveria bassiana*), aceite parafínico a base de extractos botánicos y el uso de larvas del depredador *Chrysoperla carnea* para el control de *F. occidentalis*, dando como resultado que la liberación de larvas de *Chrysoperla carnea* fue el tratamiento que presentó el mismo nivel de control en los

trípidos con tratamiento, que el testigo relativo, el mayor índice de producción de esquejes de calidad exportable y la mejor relación beneficio/costo.

Además de la investigación como parte de los servicios realizados, se realizó la evaluación de bioestimulantes para el aumento de biomasa radicular en el esqueje de *Hedera cv. English*. La investigación se realizó bajo las condiciones climáticas de un invernadero, el modelo estadístico fue completamente al azar con cinco tratamientos y tres repeticiones se evaluaron las variables de biomasa radicular en gramos y costo por litro de solución, dando como resultado que el tratamiento que produjo los mayores pesos de biomasa radicular, fue la aplicación de ácido indol butírico al 98% con un costo por litro de solución de Q. 1.46.

Por último, se realizó la determinación de índices de producción después de realizar la poda apical en el cultivo de *Agave attenuata cv. Kara's Stripes*. Se determinó los brotes promedio por planta, índice de brotación semanal, semanas de aparición del brote, promedio de crecimiento semanal y tiempo para llegar al tamaño estándar, información que fue necesaria para planificación de disponibilidad de esquejes para la venta.



**CAPÍTULO I**  
**DIAGNÓSTICO DE LA EMPRESA VITA FARMS S.A, ENFOCADO AL MANEJO Y**  
**PRODUCCIÓN DE PLANTAS ORNAMENTALES EN LA ALDEA EL ZAPOTE,**  
**VILLA CANALES, GUATEMALA.**

## **1.1 INTRODUCCIÓN**

Vita Farms S.A es una empresa ubicada en la aldea El zapote del municipio de Villa Canales, Guatemala, dedicada a la producción y exportación de esquejes de plantas ornamentales, contando en su haber con más 300 cultivares de plantas ornamentales, que se agrupan en cuatro grandes grupos: Follajes, Grand cover, Difenbachias, Tropical perennes y Suculentas.

Derivado de esta actividad productiva, la empresa se encuentra en constante investigación y desarrollo de mejoras en los procesos que mejoren la calidad del esqueje de exportación, teniendo como principales actividades métodos de plantado, riego, fertilización, monitoreo, saneo, manejo de plagas y enfermedades, pinchados, cosechas y empaque.

Según lo anterior, parte del diagnóstico es identificar y priorizar problemáticas que afecten el sistema productivo de esquejes de exportación y con base en ello, orientar acciones de investigación y servicios para contribuir a mejorar los procesos productivos de la empresa.

## **1.2 OBJETIVOS**

### **1.2.1 General**

Realizar un diagnóstico del manejo y producción de cultivos ornamentales en la empresa Vita Farms S.A, aldea El zapote, Villa Canales Guatemala.

### **1.2.2 Específicos**

1. Describir la estructura y funcionamiento del sistema de producción de esquejes exportables de la empresa.
2. Establecer un diagrama de los problemas identificados en la empresa.
3. Priorizar los principales problemas identificados para la planificación de servicios e investigación.

## 1.3 MARCO REFERENCIAL

### 1.3.1 Ubicación geográfica

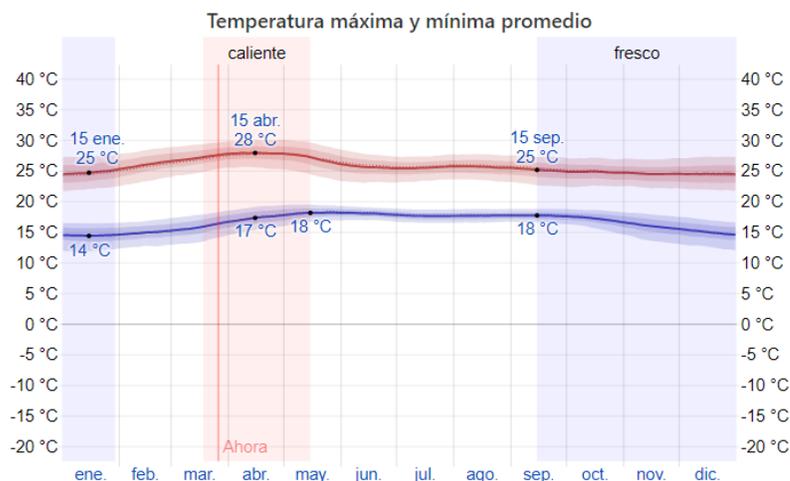
Villa Canales es un municipio del departamento de Guatemala; se encuentra ubicado a 22 kilómetros al sur de la capital; limita al norte con el municipio de Guatemala y Santa Catarina Pinula; al este con Santa Catarina Pinula, Fraijanes y Barberena (Santa Rosa); al sur con San Vicente Pacaya y Guanagazapa (Escuintla) y al oeste con Guatemala, San Miguel Petapa, Amatitlán y San Vicente Pacaya (Escuintla). Cuenta con una extensión territorial de 353 kilómetros cuadrados (villa canales, 2017).

El acceso a la finca Vita Farms queda a 3.5 km del parque central de Villa Canales dirigiéndose hacia la aldea El Zapote, las coordenadas de la finca 14°27'52.14" N Latitud y 90°33'22.24" (figura 1) (Eart, 2018).

### 1.3.2 Aspectos edafoclimáticos

#### Temperaturas

La temperatura media anual de la finca varía entre los 19°C y 23°C con una temperatura mínima de 17 °C y una máxima de 28°C (weatherSpark, 2019).



Fuente: Tomado de Climate-Data, 2019.

Figura 1. Temperatura media, máxima y mínima de Villa Canales.

## **Altitud**

La finca Vita Farms S.A. se encuentra ubicada en un rango de altitud entre 1,200 y 1,300 msnm, cuyas condiciones se adaptan a los cultivos que la empresa está manejando actualmente (ornamentales) (weatherSpark, 2019).

## **Precipitación pluvial**

La precipitación media anual en la finca es de 254 mm distribuidos principalmente en los meses de mayo - octubre (época lluviosa) (weatherSpark, 2019).

## **Vientos**

Los vientos tienen una velocidad promedio anual de 10.9 km/h. Con algunas oscilaciones violentas alcanzando velocidades de 14.5 km/h, siendo noreste la dirección predominante (weatherSpark, 2019).

## **Clima**

El clima de Villa Canales generalmente es templado, la finca Vita Farms por estar cerca del municipio mantiene las mismas condiciones climáticas. Según la figura 3 sobre el clima del municipio de Villa Canales, la temperatura más alta está en el mes de abril con 28.5 °C (weatherSpark, 2019).

## **Humedad relativa**

La humedad relativa anual promedio es de 80% nocturna y 43% diurna, dicha humedad se condensa y es recolectada por el suelo, las plantas la utilizan por medio de la capilaridad, por lo mismo es que las siembras se realizan a principios de marzo en los alrededores de la institución (weatherSpark, 2019).

## **Zona de vida**

Según la clasificación de Holdridge, el municipio de Villa Canales se encuentra en la clasificación de Bosque Húmedo Subtropical Templado el cual se identifica con el símbolo bh – S(t) (Cifuentes, 2015).

## **Suelos y agua**

En Villa Canales los suelos generalmente son de clase textural franco arenosa y franco arcilloso, por lo que su uso se destina a la producción de: café, maíz, frijol, caña de azúcar, tomate, algunas ornamentales y árboles frutales. En cuanto al agua cuenta con altas concentraciones de hierro y magnesio (Henandez, 2008).

## **1.4 METODOLOGÍA**

### **1.4.1 Fase de gabinete**

Se recopiló información de carácter general de la empresa; principales cultivos, ubicación estructura organizacional, así mismo el rol que realiza específicamente el área de producción por medio de los documentos compartidos con los que cuenta la empresa Vita Farms, siendo una herramienta útil para el acceso a la información.

### **1.4.2 Fase de campo**

#### **A. Observación directa**

Durante los 15 días de inducción a la empresa se realizó un recorrido por las áreas de cultivo, producción, bodega de empaque y mantenimiento de la empresa con la finalidad de entender el proceso productivo de la empresa e identificando las principales limitantes del proceso de producción de esquejes exportables de empresa.

## **Entrevista**

Se realizaron preguntas semiestructuradas a los supervisores de producción e intendentes de las áreas de producción y cultivos de la empresa, para facilitar la comprensión del proceso de producción.

## **Sondeo**

Se realizaron preguntas semiestructuradas para recabar datos con los Jefes de Producción y jefes de cultivos (Agrónomos) con la finalidad de tener información de las causas y efectos de los problemas específicos que fueron observados durante la inducción a la empresa.

### **1.4.3 Herramientas para el análisis de la información**

#### **A. Árbol de problemas**

Se utilizó esta herramienta para analizar la problemática, estimar las causas que lo ocasionan y los efectos que produce dicho problema.

#### **Jerarquización de problemas**

En base a los resultados obtenidos del árbol de problemas, se procedió a jerarquizar los mismos con base en sus causas y efectos.

#### **Recursos y materiales**

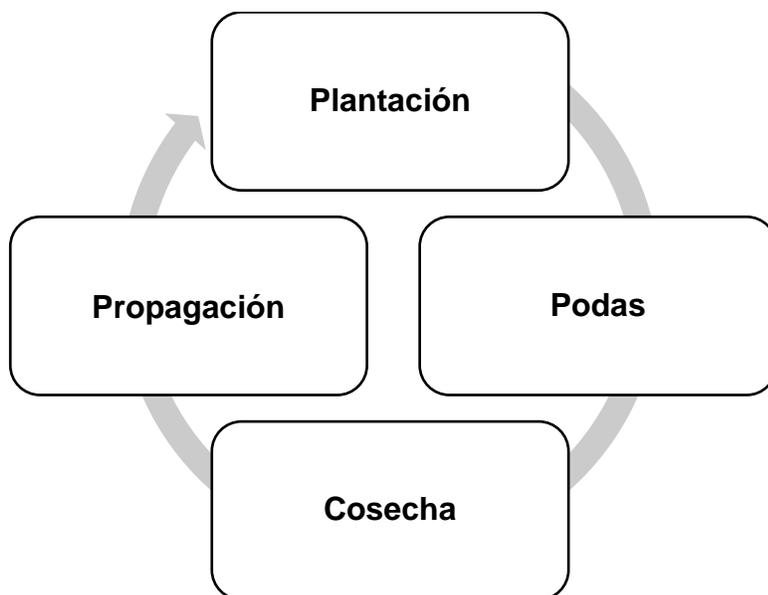
Los recursos utilizados para desarrollar el diagnóstico son los siguientes:

- Libreta de campo, lapiceros
- Cámara
- Grabadora, computador

## 1.5 RESULTADOS

### 1.5.1 Descripción del proceso productivo

Principales actividades del departamento de producción figuran 2.



Fuente: elaboración propia 2019.

Figura 2. Funciones del departamento de producción.

El departamento de producción comprende todo lo relacionado con la plantación de esquejes en diferentes sustratos, acorde a la fenología del cultivo, las podas en ciertas variedades se realizan con el fin de estimular el desarrollo vegetativo, la propagación para aumentar la disponibilidad de venta en temporadas de alta demanda, además de renovar plantaciones que van llegando al final de su etapa productiva, finalmente la cosecha del esqueje de calidad exportable que cumpla los estándares de calidad y tamaño.

## A. Plantado del cultivo

Sistemas de plantado del departamento de producción figuras 3,4 y 5.



Fuente: elaboración propia 2019.

Figura 3. Tipo de plantado en banca.

Se realiza en bolsas de polietileno utilizando como sustrato una relación de 90:10 (Arena: Peat moss), se colocan 4 plantas por bolsa en una banca de 11.5 m de largo por 1m de ancho se tiene un total de 156 bolsas por banca. El número de esquejes por bolsa puede variar en función de cultivo



Fuente: elaboración propia 2019.

Figura 4. Sistema de plantada banca abierta.

El sustrato tiene relación de 90:10 de arena y peat moss respectivamente, la densidad de plantas se mantiene en relación al sistema de banca en bolsa, principalmente se usa en cultivos intensivos y con un abundante desarrollo radicular.



Fuente: elaboración propia 2019.

Figura 5. Sistema de plantada banca al suelo en *Agave* cv. Kara's stripes.

El sistema de banca al suelo se realiza principalmente en cultivos originarios de zonas desérticas entre ellos se encuentran los *Aloes*, *Agaves*, *Sansevierias*, las bancas cuenta con unas medidas de 12 m de largo por 1 m de ancho y son plantadas en hileras de tres, el sistema facilita un mejor control y técnica de cosecha por su disposición a nivel del suelo.

### **Cosecha del esqueje**

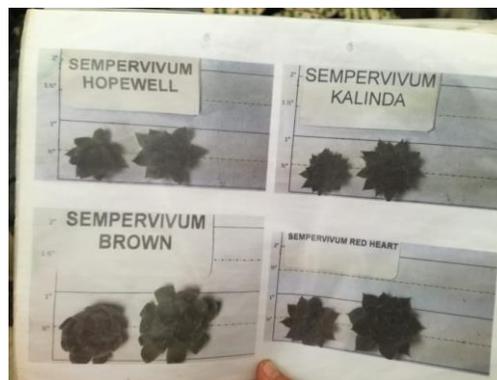
Estándares de cosecha del esqueje acorde a la variedad y cliente figuras 6, 7.



Fuente: elaboración propia 2019.

Figura 6. Esqueje estándar.

Esqueje típico de cosecha que cumple los estándares de calidad y medida, el esqueje se obtiene de realizar un corte apical a la planta con una cuchilla previamente desinfectada para evitar contaminación de patógenos que pongan en riesgo el cultivo. Previamente de la cosecha se realiza una inspección del cultivo por el personal de producción observando que la plantación no contenga daños mecánicos, plagas o enfermedades, de ser así el personal selecciona otro lote que este apto para cosecha.



Fuente: elaboración propia 2019.

Figura 7. Estándares de esquejes exportables.

El tamaño de corte de esqueje para cosecha dependerá del cliente que realice pedido, es común realizar cosechas de una misma variedad en diferentes tamaños, como apoyo al personal se coloca al inicio de las bancas de cosecha un estándar que describe los tamaños de cosecha requeridos por los clientes.

### Traslado del esqueje

Logística de traslado del esqueje de campo a empacadora figura 8.



Fuente: elaboración propia 2019.

Figura 8. Traslado del esqueje.

Los esquejes cosechados se depositan en unas cestas de acuerdo al volumen de cosecha, cada cesta va identificada por variedad, número de esquejes y el nombre de la persona que realizó la cosecha, posteriormente es trasladado por el acarreador hacia la empacadora para luego ser inspeccionado y empacado.

## Saneos

Eliminación de plantas infectadas por patógenos figura 9.



Fuente: elaboración propia 2019.

Figura 9. Saneos de cultivos, tallo con pudrición por *Erwinia carotovora*.

Una vez finalizado el tiempo de cosecha, una de las de las funciones del departamento de producción inspecciona los lotes que presentan problemas por plagas, enfermedades causadas por patógenos eliminando las partes del lote que presenten problema posteriormente se informa al departamento de cultivo quien es el encargado del manejo de los cultivos.

## Renovaciones

Renovación de lotes que van finalizando su etapa productiva figura 10.



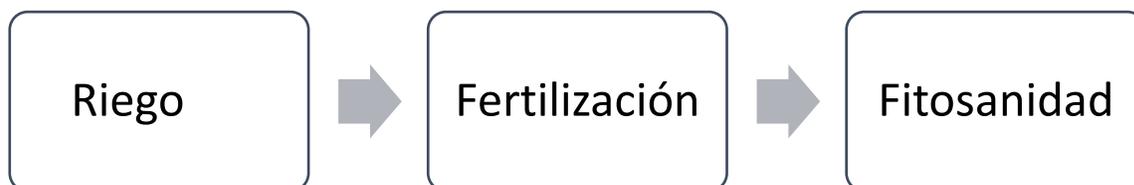
Fuente: elaboración propia 2019.

Figura 10. Renovaciones del cultivo en bancas.

Cuando un lote de plantas va finalizando su etapa de producción el departamento de producción se encarga de renovar dichas plantaciones con la finalidad de mantener la disponibilidad de venta, uno de los métodos utilizados en el área de suculentas es el de deshidratar el esqueje. Los esquejes de ciertas variedades son puestos a deshidratar, con la finalidad de promover el mantenimiento de los componentes del cultivo y evitar la proliferación de patógenos.

### 1.5.2 Funciones del departamento de cultivo

Descripción de las funciones del departamento figura 11.



Fuente: elaboración propia 2019.

Figura 11. Funciones del departamento de cultivos.

El departamento de cultivo comprende todo lo relacionado con el manejo y mantenimiento del cultivo, comprende las actividades relacionadas con el riego, el cual se manejan principalmente riego por goteo y aspersión, la fertilización es suministrada por vía fertirriego o el sistema Dosatron. Se preparan fórmulas completas para el óptimo desarrollo del cultivo, las fórmulas contienen nitratos y sulfatos de los elementos esenciales para el desarrollo de las plantas.

En el manejo fitosanitario se realizan aplicaciones de carácter preventivo o curativo, la aplicación o no aplicación va determinada en función de los muestreos semanales que se realizan si están arriba del umbral de daño económico, las aplicaciones se realizan en las primeras horas de la mañana o en la tarde cuando las estomas están abiertas.

## A. Fertilización

Fertilización de los cultivos por medio del sistema Dosatron figura 12.



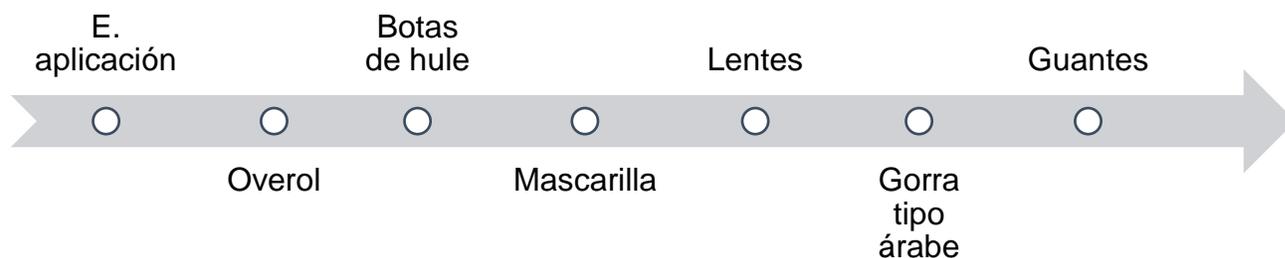
Fuente: elaboración propia 2019.

Figura 12. Sistema de fertilización Dosatron.

Una de las formas de aplicación de fertilizantes es por medio del sistema Dosatron, este se instala directamente en la línea de suministro de agua, el cual va disolviendo y suministrando la fórmula de fertilizante el cual se realiza en base al cultivo y necesidades.

### a. Medidas de seguridad

Equipo de aplicación del departamento de cultivo figura 13 y 14.



Fuente: elaboración propia 2019.

Figura 13. Equipo de protección.



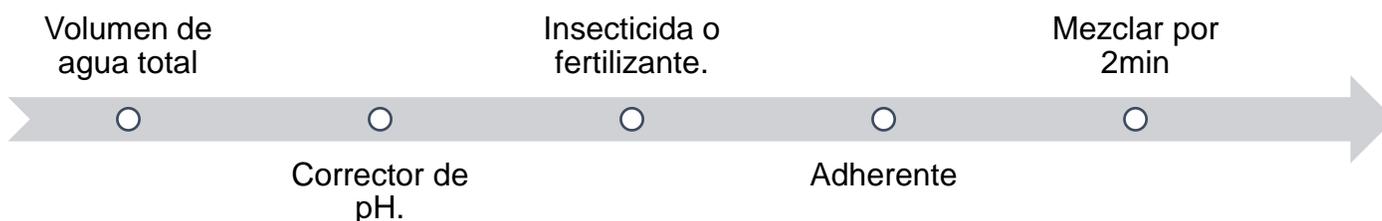
Fuente: elaboración propia 2019.

Figura 14. Equipo de protección.

El equipo de protección departamento de cultivo consta de un overol, botas de hule, mascarilla con filtros, lentes, guantes y gorra tipo árabe como medida de protección a su personal al momento de aplicación con la finalidad de salvaguardar la integridad de su personal, además de esto la empresa realiza constantes capacitaciones de medidas de seguridad, aplicación y preparación de mezclas.

## b. Preparación de mezclas

Secuencia de preparación de una mezcla figura 15.



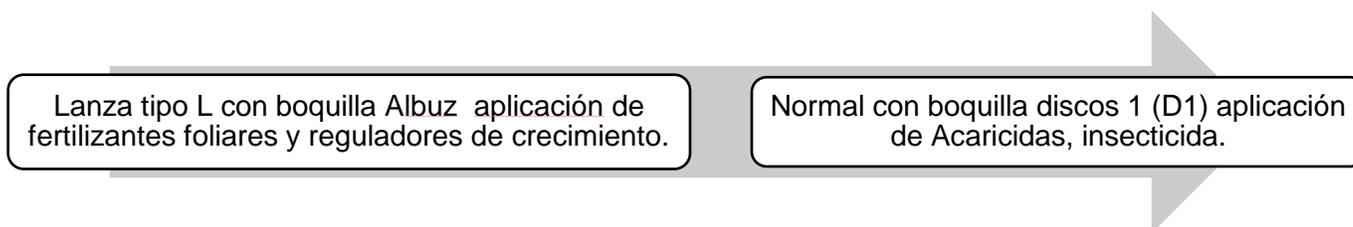
Fuente: elaboración propia 2019.

Figura 15. Preparación de las mezclas.

El orden para preparar una mezcla típica se inicia con el volumen total de agua, seguido del corrector de pH agitar por un minuto, fundamental el uso de corrector ya que funciona como coadyuvante estabilizando el pH de la mezcla y evita la degradación por hidrólisis alcalina del producto además de neutralizar parcialmente materiales de suspensión, seguido de esto se debe vaciar el producto a aplicar, agitarlo por un minuto con el fin de diluir el reactivo y garantizar la máxima homogeneidad, finalmente se coloca el adherente mezclar por dos minutos y aplicar.

## c. Tipos de boquillas para aplicaciones de mezclas

Según la naturaleza de la mezcla se puede utilizar distintos tipos de boquillas figura 16.



Fuente: elaboración propia 2019.

Figura 16. Formas de aplicación.

Dependiendo la naturaleza del producto se utiliza diferentes boquillas de aplicación, para fertilizantes foliares y reguladores de crecimiento se utiliza la boquilla Albuz que contiene un cono hueco que produce gotas finas, cuando la aplicación se trata de insecticidas se utiliza boquilla de discos (D1) que brinda una distribución uniforme con un tamaño de la gota de mediano a pequeño.

## Riego

### a. Tipos de riego

Principales sistemas de riego utilizados en los cultivos figuran 17 y 18.



Fuente: elaboración propia 2019.

Figura 17. Sistema de riego por micro aspersion aéreo.

El sistema de micro aspersion aéreo se utiliza en los cultivos que necesitan bajo volumen además este sistema permite la aplicación de productos fitosanitarios, este sistema tiene la característica de suministrar el riego en gotas muy finas ya que cuentan con un deflector giratorio que ayuda a que tenga un mayor diámetro de cobertura.



Fuente: elaboración propia 2019.

Figura 18. Sistema de riego por bayoneta.

El sistema de riego por bayoneta se utiliza en cultivos que necesitan una gran distribución de agua además permite que todas las unidades puedan iniciar o suspender el riego simultáneamente por otro lado otorga una mínima pérdida de presión.



Fuente: elaboración propia 2019.

Figura 19. Sistema de riego por goteo.

El sistema de riego por goteo se utiliza es el más utilizado de la finca, este sistema tiene la característica de ser un riego localizado que suministra el agua en forma de gotas, este llega a la zona radicular del cultivo, además cuenta con alto nivel de eficiencia de aplicación, las aplicaciones de riego se realizan los días lunes, miércoles y viernes; las láminas de riego varían en función del cultivo.

### 1.5.3 Bodega de empaque

Proceso de empackado del esqueje para exportación figura 20.



Fuente: elaboración propia 2019.

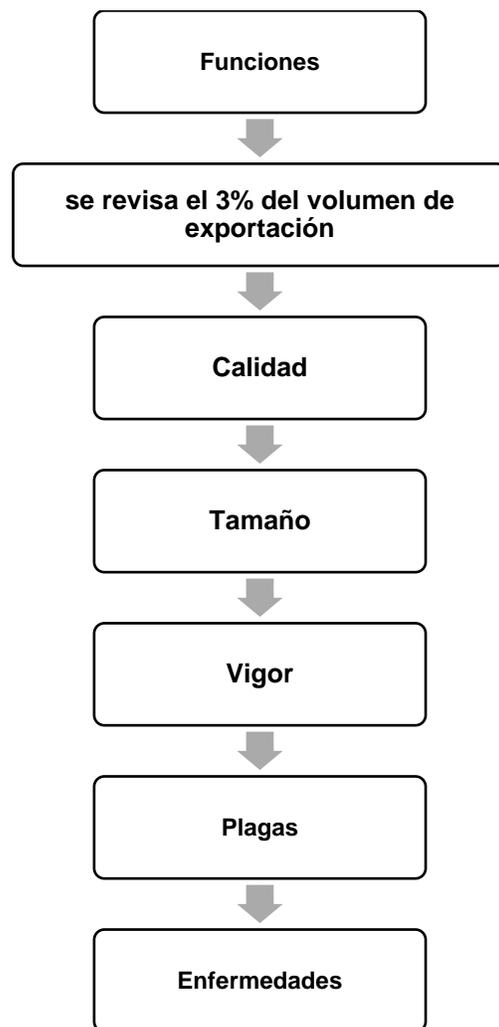
Figura 20. Proceso de selección y empackado del esqueje exportable.

Una vez el esqueje es trasladado a la empacadora se inicia el proceso de empackado, generalmente el esqueje se pone a deshidratar por 48 horas a temperatura ambiente, el área de control de calidad realiza una inspección de daño y enfermedades fitopatógenas del 3% sobre el volumen de total de exportación, finalmente se realiza en empackado del

esqueje en cajas para ser trasladado al cuarto frío. Es importante señalar que el proceso de empaque puede variar en algunas variedades, por ejemplo, algunos cultivos son sumergidos en insecticidas antes de ser empacados.

## Control de calidad

Secuencia de las funciones del área de control de calidad figura 21.



Fuente: elaboración propia 2019.

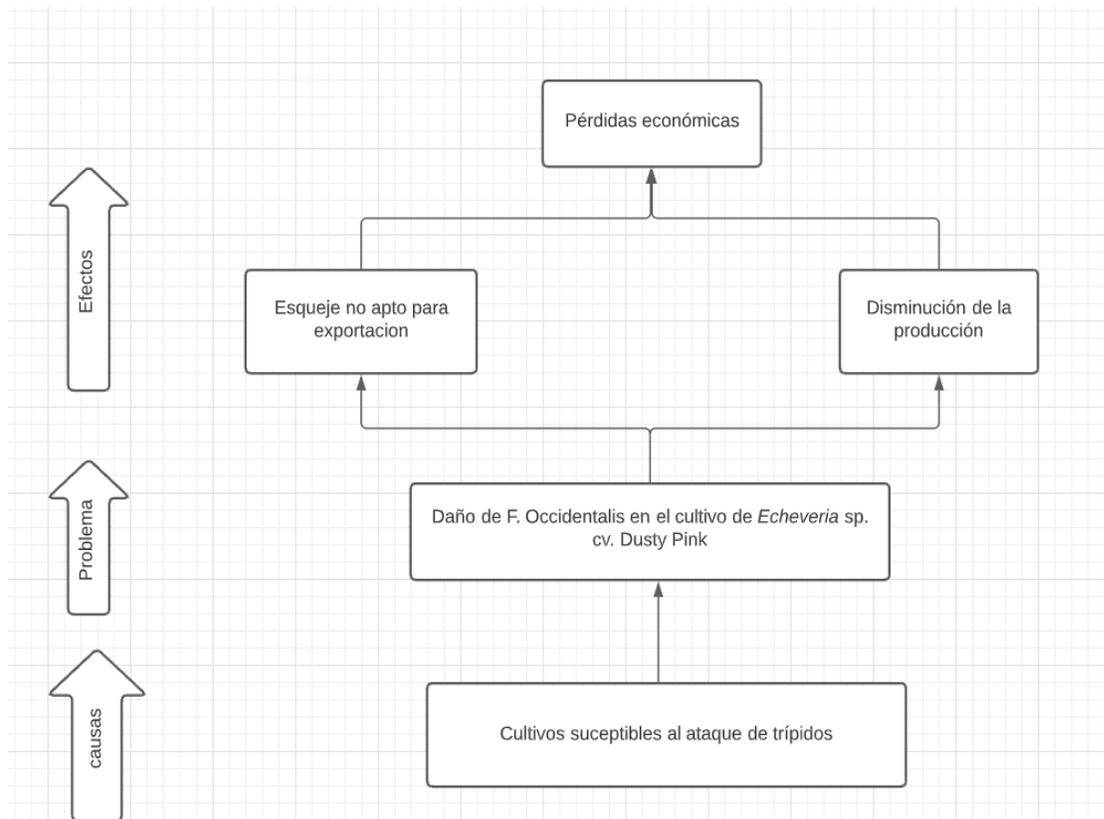
Figura 21. Descripción del proceso de control de calidad.

El área de control de calidad realiza una inspección del 3% del volumen total de exportación, se revisa la calidad del esqueje, estándares calidad, plagas y enfermedades, el personal constantemente recibe capacitaciones para desarrollar su habilidad para observar plagas y enfermedades que puede llegar a tener un esqueje.

La función del departamento es una de las más importantes del proceso de exportación ya que de aquí se obtiene datos de incidencia de plagas semanales que sirven de parámetros para ver cómo se comporta las poblaciones de plagas y en base a eso implementar medidas para el control de la misma.

#### 1.5.4 Árbol de problemas

##### A. Árbol del problema 1

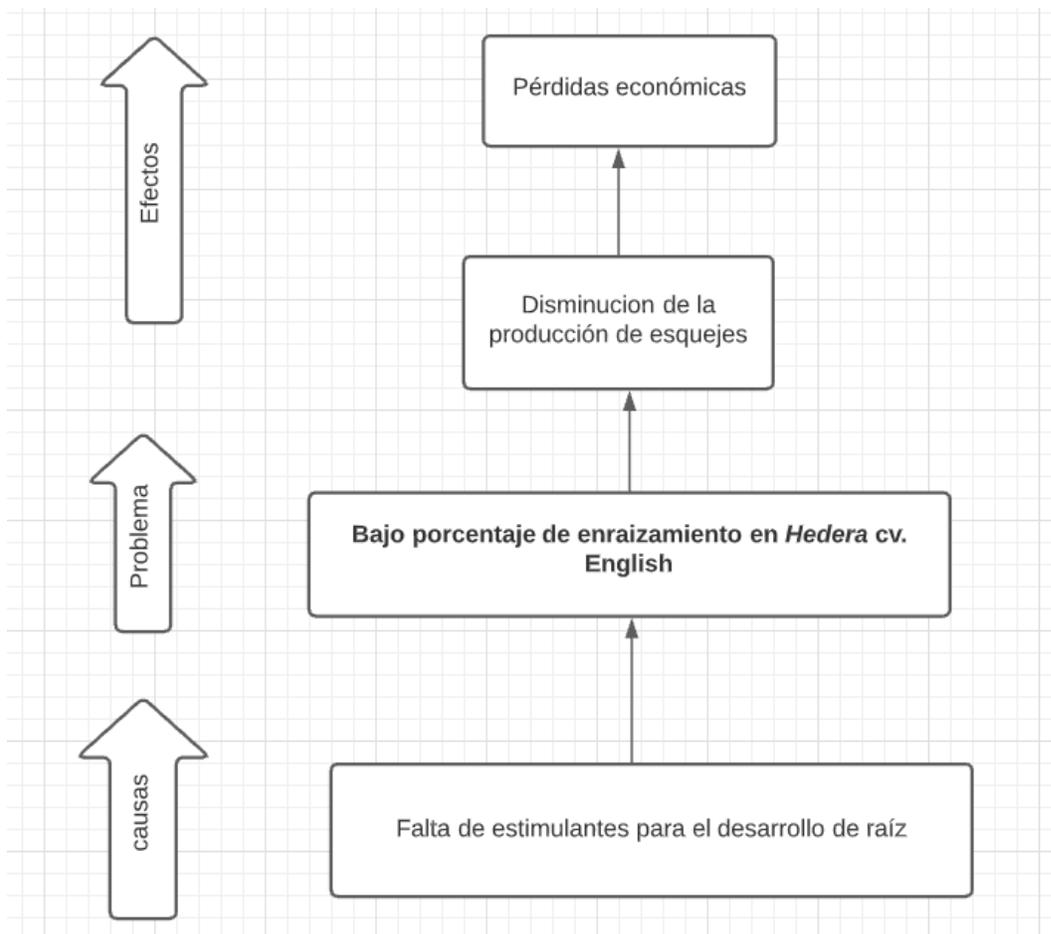


Fuente: elaboración propia 2019.

Figura 22. Árbol de causa y efecto del problema I.

El tripsido *F. occidentalis* es una de las principales plagas que afecta a la finca en la época lluviosa, afecta de una gran numero de variedad que son susceptibles a este insecto, se observó que una de las especies más atacadas por el tripsido es el cultivo de *Echeveria* cv. Dusty pink causando daños irrevertibles en la planta, esto ocasiona una disminución en la producción del esqueje, disminuyendo así el porcentaje de esquejes disponibles para exportación.

## Árbol del problema 2

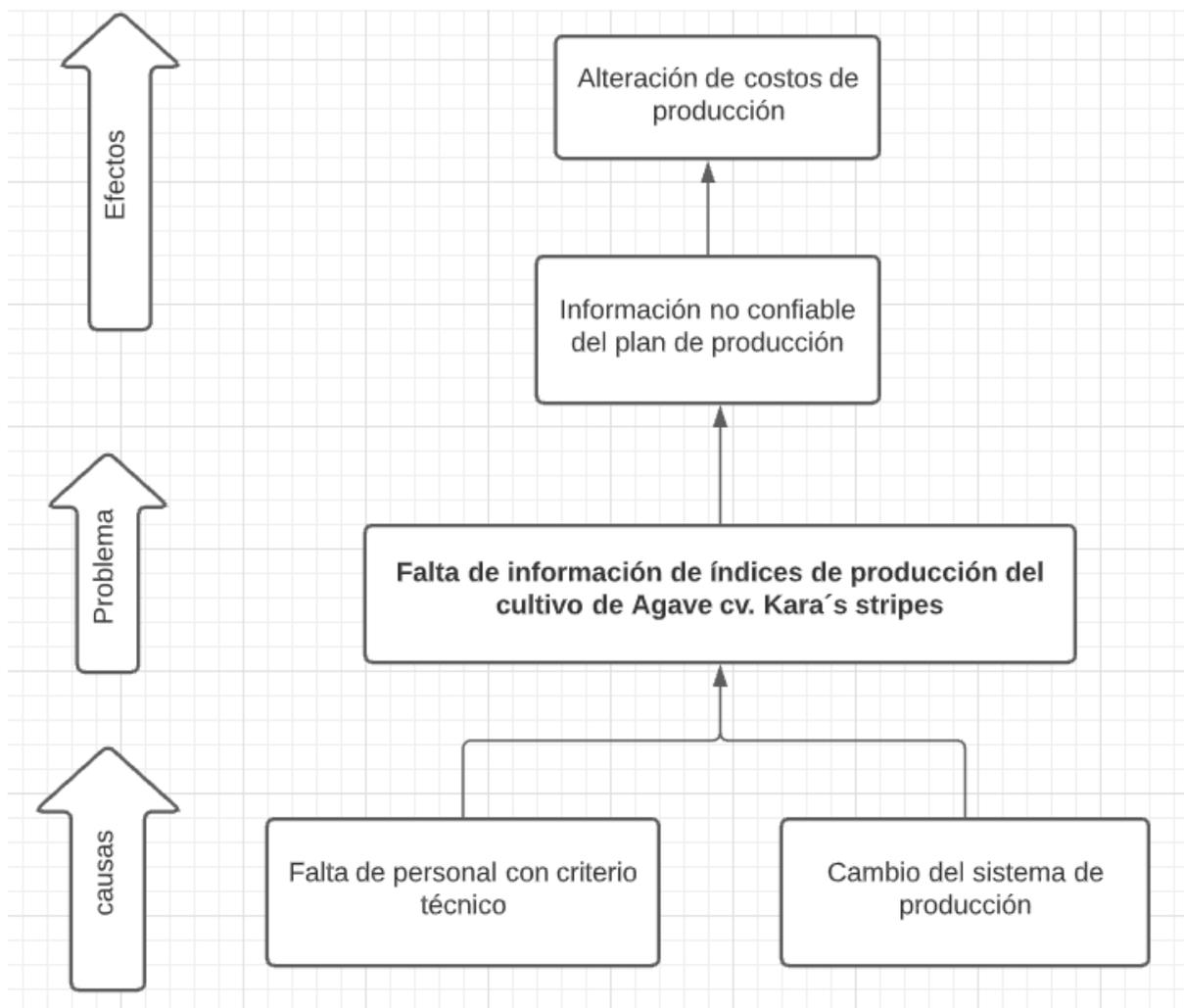


Fuente: elaboración propia 2019.

Figura 23. Árbol de causa y efecto del problema II.

El decreciente nivel de producción de esquejes es un problema que presentan el cultivo de *Hedera* en su variedad comercial English, el bajo nivel de producción se debe al pobre desarrollo de su sistema radicular el cual realiza una baja captación de la fertilización y el riego esto ocasiona que el número de esquejes disponibles para la venta vaya disminuyendo lo que representa una disminución de ingresos para la empresa.

### Árbol de problema 3.



Fuente: elaboración propia 2019.

Figura 24. Árbol de causa y efecto del problema III.

Constantemente la finca adquiere nuevas variedades para la futura comercialización de esquejes, al ser una variedad nueva no se tienen datos de producción el cual son fundamentales para realizar proyecciones de disponibilidad de esquejes por lo que resulta imprescindible determinar índices de producción, por lo que es importante la toma de datos de índices de brotación, tiempo del esqueje en llegar al tamaño estándar para para estimar planes de producción.

### 1.5.5 Jerarquización de problemas

Esta es una herramienta que se utilizó para tener una jerarquía de los problemas encontrados en el diagnóstico y así priorizarlos conforme a las necesidades de la empresa.

En el cuadro 1 se observa la matriz de prioridades de los problemas encontrados en la finca Vita Farms S.A.

Cuadro 1. Jerarquización de problemas.

Descripción del problema	Ponderaciones			
	Jefe Producción /Cultivo	Superintendente/ Supervisor	Intendente/ Encargada	Total
<b>Daño de trípido (<i>Frankliniella occidentalis</i>) en <i>Echeveria</i> sp. cv Dusty Pink.</b>	10	10	10	<b>30</b>
<b>Bajo porcentaje de enraizamiento en <i>Hedera</i> cv English</b>	10	9	9	<b>28</b>
<b>Falta de información de índices de crecimiento de <i>Agave</i> cv Kara's stripes</b>	9	8	8	<b>25</b>

Fuente: elaboración propia 2019.

Se observó que la puntuación más alta en la matriz de problemas determina que el principal problema es el daño de trípido (*Frankliniella occidentalis*) en *Echeveria* sp. cv Dusty Pink, ya que limita la producción del cultivo en la finca por lo que se propone como investigación ya que no existe un control eficiente de la población. Los demás problemas se incluirán en los servicios a realizar en la empresa.

### 1.5.6 Propuesta de investigación de servicios

Cuadro 2. Propuesta de investigación y servicios

No.	Problemática	Planes de acción	Tipo de actividad
1	Daño de trípido ( <i>Frankliniella occidentalis</i> ) en <i>Echeveria</i> sp. cv. Dusty Pink.	Evaluar alternativas de control de trípidos en la finca	Investigación
2	Bajo porcentaje de enraizamiento en <i>Hedera</i> cv. English	Evaluación de estimulantes para producción de raíz,	Servicio
4	Índices de crecimiento en el cultivo de <i>Agave</i> cv. Kara's stripes	Realizar pinchados y llevar monitoreos semanales del crecimiento del brote	Servicio

Fuente: elaboración propia 2019.

## 1.6 CONCLUSIONES

1. La empresa cuenta con dos áreas principales: área de producción que tiene como funciones: renovar plantaciones, realizar podas, cosecha, propagación de cultivos. El área de cultivo, tiene como funciones la fertilización, el riego y el manejo fitosanitario.
2. Los principales problemas del aspecto fitosanitario que se identificaron con las herramientas de diagnóstico fueron: a) daño de trípido en el cultivo de *Echeveria* sp. cv. Dusty Pink; b) bajo porcentaje de enraizamiento en *Hedera* cv English y c) falta de información de índices de crecimiento de *Agave* cv Kara's stripes.
3. Con base a la matriz de priorización, se planificaron actividades de servicios e investigación, tales como: Evaluar alternativas de control de trípido (*Frankliniella occidentalis*) en la finca como investigación. Como propuesta de servicios se tiene la realización de determinar índices de crecimiento en *Agave* cv Kara's stripes, así como la evaluación de estimulantes para producción de raíz en el cultivo de *Hedera* cv English.

## 1.7 RECOMENDACIONES

1. Evaluar diferentes tipos de control para la plaga de *Frankliniella occidentalis* que permitan disminuir el daño en el esqueje y no generen resistencia en el insecto.
2. Evaluar diferentes sustratos que ofrezcan una mayor retención de nutrientes para favorecer el desarrollo de la raíz en los esquejes de *Hedera*.
3. Incrementar el control de los protocolos de desinfección del personal y herramientas de cosecha para evitar la contaminación en el esqueje por medio de daños mecánicos y favorecer la propagación de bacterias que causan pudrición blanda los esquejes.

## 1.8 BIBLIOGRAFÍA

- Cifuentes Pellecer, J. C. (2015). *Trabajo de graduación realizado en los sectores El Recreo y El Rincón, Villa Canales, departamento de Guatemala*. Obtenido de (Tesis Ing. Agr., Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Villa Nueva: Guatemala): <http://fausac.usac.edu.gt/tesario/tesis/T-02437.pdf>
- Google Earth. (2018). *Finca Vita Farms, S.A., aldea El Tablón, municipio de Villa Canales, Guatemala*. Obtenido de Google Earth: <https://earth.google.com/web/@14.47579796,-1214.65019146a,6077.26779189d,35y,0h,0t,0r> 90.54144201,
- Hernández Guzmán, W. L. (2008). *Propuesta de zonificación y criterios para el diseño de pavimentación para la aldea San José El Tablón, municipio de Villa Canales, Guatemala*. Obtenido de (Tesis Ing. Civ., Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería: Guatemala): [http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08\\_3208\\_C.pdf](http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_3208_C.pdf)
- Municipalidad de Villa Canales, Guatemala. (2017). *Información*. Obtenido de Guatemala: Municipalidad de Villa Canales: <http://www.munivillacanales.com/2016-02-07-02-51-32/informacion-3>
- Weather Spark, USA. (2019). *El clima promedio en Villa Canales, Guatemala*. Obtenido de Weather Spark: <https://es.weatherspark.com/y/11623/Clima-promedio-en-Villa-Canales-Guatemala-durante-todo-el-a%C3%B1o>



## 1.9 ANEXOS

Cuadro 3A. Preguntas realizadas al personal de la empresa.

No.	Preguntas
1	¿Cuáles son las funciones principales del área de producción?
2	¿Qué tipo de sustrato se utiliza para el establecimiento de los cultivos?
3	¿De qué forma se realiza la propagación de los cultivos?
4	¿Cuáles son las principales plagas y enfermedades que afectan los cultivos?
5	¿En qué cultivo afectan más?
6	¿Cuáles son las plantas que tienen mayor demanda en el mercado internacional?
7	¿Tienen establecido algún tipo de manejo integral para plagas y enfermedades?
8	¿Qué características debe presentar la planta para ser exportadas?
9	¿Cuáles son las funciones del área de cultivos?
10	Cuál es la forma de aplicar el riego y fertilizante
11	¿Cuál es la importancia del manejo de la luz en los invernaderos?
12	¿De qué forma se realiza la aplicación de agroquímicos y si existen protocolos de seguridad?

Fuente: elaboración propia 2019.

**CAPÍTULO II**  
**EVALUACIÓN DE TRES PRODUCTOS PARA CONTROL DEL TRÍPIDO**  
**(*Frankliniella occidentalis*) EN EL CULTIVO DE *Echeveria* sp cv. DUSTY PINK EN**  
**LA EMPRESA VITA FARMS S.A, VILLA CANALES, GUATEMALA, C.A.**

## 2.1 PRESENTACIÓN

Actualmente, *Frankliniella occidentalis* es considerada como una de las especies de trips más dañinas en cultivos bajo invernadero; se encuentran en una gran variedad de plantas, incluyendo cultivos hortícolas y ornamentales. Dañan severamente los brotes vegetativos e inflorescencias de los cultivos ornamentales, provocando pérdidas económicas en las empresas. El comportamiento de las larvas habitualmente se encuentra en las flores, pre pupas en el suelo y el adulto tiene una gran movilidad por lo que el control con productos de origen químico no resulta efectivo (Koppert, 2019).

El uso de enemigos naturales de los trips tales como: depredadores (*Chrysoperla carnea*), hongos entomopatógenos (*Beauveria bassiana*) y aceites minerales como agentes de control representan una alternativa al manejo de sus poblaciones, otorgando el beneficio de tener un control más dirigido a la plaga y evitar el uso de insecticidas químicos.

En el presente estudio se realizó la evaluación del efecto de un entomopatógeno (*Beauveria bassiana*), aceite mineral y el uso del depredador *Chrysoperla carnea* para el control de *F. occidentalis* en el cultivo de *Echeveria* sp. Se realizaron análisis de varianza para determinar si existían diferencias significativas entre las medias de los tratamientos para el control de trips.

Se determinó que en las variables; número de trips e índices de producción, sí existió diferencias significativas, por lo que se utilizó la prueba múltiple de medias LSD de Fisher para determinar el tratamiento que presentó los mejores resultados; finalmente se realizó un análisis beneficio/costo para determinar el tratamiento que presentó los mejores beneficios a los menores costos. La liberación de larvas de *Chrysoperla carnea* fue el tratamiento que presentó el mismo nivel de control en los trips con el tratamiento testigo relativo, el mayor índice de producción de esquejes de calidad exportable y la mejor relación beneficio/costo.

## 2.2 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

En el mes de noviembre del año 2016 la empresa Vita Farms S.A inició la producción del cultivo de *Echeveria* sp cv. Dusty pink con 1,000 esquejes bajo invernadero; la plantación se realizó de forma directa en el suelo. La formación de hojas en roseta, coloración rosa y su rápido crecimiento hacen que sea una variedad con demanda en los mercados en Estados Unidos y países de Europa.

Actualmente el inventario de la empresa reportó 1,359 plantas disponibles para la venta. Las cifras del último mes del departamento de producción indicaron que el 40.8% cumplieron con los estándares de calidad de exportación y el 59.2% fue producto de rechazo. La principal causa del alto porcentaje de rechazo del esqueje, fue por daños ocasionados por el trípido *Frankliniella occidentalis*. El historial del problema data del año 2017 hasta la actualidad, afectando más en la etapa de formación y en los puntos de crecimiento de la planta.

Los instares de larva y adulto son los que provocan el mayor daño en el esqueje; por medio de su aparato bucal pican, succionan en los tejidos de la planta y extraen nutrientes necesarios para completar su desarrollo. Los daños ocasionados por *F. occidentalis* hacen que el esqueje sufra de lesiones superficiales, deformaciones y amarillamiento en las hojas, provocando que se pierda la calidad de exportación. Es así que se plantearon diferentes tratamientos para el control del trípido mediante el uso de larvas del depredador natural *Chrysoperla carnea*, el hongo entomopatógeno *Beauveria bassiana* y aceite parafínico de extractos botánicos, comparándolos con el control que la empresa usa actualmente, con el objetivo de disminuir la población del trípido en el cultivo y el porcentaje de pérdidas de esquejes para su exportación.

## 2.3 MARCO TEÓRICO

### 2.3.1 Marco conceptual

#### A. Descripción del cultivo

*Echeveria sp.* es una planta que forma una roseta atractiva de rápido crecimiento con hojas color violeta. Forma agrupaciones atractivas de hasta 8 pulgadas de diámetro en el tiempo. Las flores son de color naranja (figura 25) (WOS, 2018).



Fuente: elaboración propia 2019.

Figura 25. *Echeveria sp.* bajo condiciones de invernadero, finca Vita Farms 2019.

## Origen del género *Echeveria*

El género *Echeveria* fue nombrado así en reconocimiento al botánico Atanasio Echeveria Godoy quien participó en la Real Expedición Botánica a la Nueva España, en el que se realizó una compilación del inventario de la flora y fauna. El mismo autor indica que en la actualidad se reconocen 35 géneros y 1,500 especies como integrantes de la familia *Crassulaceae*. Los géneros que más destacan por el número de especies son: *Sedum* (350-500 especies), *Crassula* (250 especies), *Echeveria* (150 especies) y *Kalanchoe* (100 especies) (Reyes, 2011).

## Clasificación taxonómica del género *Echeveria*

De acuerdo con Cronquist (1981) citado por Reyes (2011), este género se clasifica, considerando el sistema de clasificación basado en la morfología de la familia *Crassulaceae*, así:

Reino: Plantae

División: Magnoliophyta

Clase: Magnoliopsida

Subclase: Rosidae

Orden: Rosales

Familia: Crassulaceae

Género: *Echeveria*

## Propagación

### a. Propagación sexual

Para obtener la producción de semillas se necesita de dos plantas de la misma especie que se encuentren en la fase de floración, realizar una polinización cruzada y dar tiempo a la formación y maduración de frutos para posteriormente recolectarlos. Se debe tener especial cuidado en que las flores estén en maduración plena para producir polen y recibir la fecundación. Las semillas se deben sembrar uniformemente en sustrato con humedad en todo momento, puede ser depositada en macetas, bandejas o cajas con un sustrato similar al de las plantas adultas antes de ser plantadas, el sustrato debe de estar húmedo en todo momento. Una vez las semillas hayan germinado, las plántulas se deben regar ya que son susceptibles a secarse y contaminarse (Reyes, 2011).

### b. Propagación asexual

Las plantas del género *Echeveria* tienen la característica de reproducirse vegetativamente ya sea por tallos, hijuelos, hojas y mediante corte apical; esta última consiste en cortar una sección apical de la planta con el fin de inducir la formación de ramas, al ser removidas del tallo inicia el proceso de formación de raíces con lo cual se obtiene un clon de la planta en un corto periodo, en comparación de la reproducción sexual (Reyes, 2011).

## Sustrato

El sustrato debe contar con un buen drenaje y no acumular agua, evitar el exceso de humedad y no tener enfermedades fungosas y pudrición de la planta. Las plantas del género *Echeveria* se desarrollan bien en todo tipo de sustratos; peat moss, turba, fibra de coco o una mezcla de ellos además es recomendable mezclar con material inerte y ligero como vermiculita, agrolita o gravilla con el fin de proporcionar un medio con drenaje y aireación (Reyes, 2011).

## **Temperatura**

Su desarrollo es óptimo en rangos de 15 °C – 21 °C, aunque pueden tolerar temperaturas superiores. En época lluviosa se recomiendan temperaturas no menores a 7 °C (Reyes, 2011).

## **Luz**

La luz desempeña un papel importante en el desarrollo de la planta; es el factor que determina su apariencia y desarrollo ya que dependiendo de la ubicación y exposición al sol en el que se encuentre, estas desarrollarán su forma y colores; el desarrollo en suelo directo, invernadero o sombra será diferente (Reyes, 2011).

## **Humedad**

Las Plantas del género *Echeveria* necesitan de humedad relativa alta y alrededor de ella debe haber vegetación que les proporcione sombra ya que provienen de bosques (Reyes, 2011).

## **Riego**

Dependiendo del sustrato, edad de la planta y las características de sus hojas los riegos pueden variar en época seca puede variar de una a dos veces por semana dependiendo de la edad de la planta, en época lluviosa el riego puede darse en un intervalo de dos semanas. Las especies con hojas gruesas pueden almacenar una mayor cantidad de agua y pueden tolerar más tiempo al contrario de las que tienen hojas delgadas (Reyes, 2011).

## **Fertilización**

La fertilización es determinante para el óptimo desarrollo de las plantas, el uso de fertilizantes basado a los requerimientos evita que existan desbalances de elementos y provoquen un crecimiento anormal de la planta. Las plantas del género *Echeveria* responden a la fertilización en sustratos que carecen de materia orgánica, es así que la aplicación de estos contribuye al desarrollo uniforme (Reyes, 2011).

### Enfermedades que afectan a *Echeveria* sp

En ambientes con humedad relativa alta y lugares cerrados o con poca ventilación, se presentan ataques de hongos y bacterias (Cactus y suculentas, s.f.).

***Fusarium oxysporum***: plantas del género *Echeveria* son susceptibles al ataque de *F. oxysporum* provocando clorosis en las hojas y marchitamiento paulatino hasta llegar a la necrosis y provocar daños irreversibles en la planta (Cactus y suculentas, s.f.).

***Verticilium lecanii***: es un hongo que se desarrolla en el suelo, altas temperaturas en el ambiente favorecen a su desarrollo, el daño inicia en las raíces, progresivamente pasa por el tallo y hojas causando obstrucción en los tejidos conductores de savia, haciendo finalmente que exista necrosis en la planta (Cactus y suculentas, s.f.).

***Botrytis cinerea***: es un hongo que afecta a plantas jóvenes, débiles o enfermas, se introduce por heridas en la planta causadas por lluvias o daños mecánicos; las hojas se tornan con una coloración parda siendo esta la zona donde se desarrolla; al multiplicarse se vuelve gris. Principalmente se manifiesta en hojas flores y tallos (Cactus y suculentas, s.f.).

### Plagas que afectan a *Echeveria* sp

Las principales plagas de las suculentas y crasuláceas son: cochinillas (Hem: Pseudococcidae), larvas de nocheros (Lep: Noctuidae), caracoles (Gasterópodos) ácaros (Acari: Tetranychidae), tripsidos (Thys: Thripidae).

**Cochinillas (Hem: Pseudococcidae)**: son una plaga que tiene la característica de crear masas blancas y algodonosas que sirve como indicador de reproducción, su cuerpo es blando y grueso, tienen protección algodonosa que les provee protección. Las hembras son las que están presentes; en su mayoría son las que atacan a la planta, el macho tiende a moverse por sus alas y no se suele encontrar. En la planta provocan protuberancias, secreciones cerosas en la hoja y tallo. Extraen la savia de las plantas haciendo que detengan su desarrollo, pierdan vigorosidad y decoloraciones (Cactus y suculentas, s.f.).

**Araña roja (Acari: Tetranychidae):** es una plaga que se siente atraída a temperaturas altas y humedades relativas bajas; este ambiente promueve su reproducción, las hembras depositan en una telaraña que ellas fabrican para sus huevos en el envés de la hoja, los adultos atacan el haz de las hojas, las pican provocando manchas de color marrón o amarillentas hasta que la hoja se deforme (Cactus y suculentas, s.f.).

**Larvas de lepidópteros:** las larvas causan diferentes daños en la planta, se localizan en las hojas, tallos y brotes, provocan daños irreversibles, se alimenta de ella y esto provoca que la planta se debilite, y frene su desarrollo ocasionando pérdidas para el productor. Es importante monitorear el sustrato y desinfectarlo con insecticida si fuera necesario ya que algunas larvas se quedan en él y se alimentan de las raíces (Cactus y suculentas, s.f.).

**Pulgones (Hem: Aphididae):** la aparición de caracoles está relacionado al ambiente con alta humedad relativa ocasionada por lluvias o riego excesivo, se localizan en zonas suculentas de las plantas, brotes vegetativos, principalmente atacan las hojas y tallos, devoran la parte ocasionando daños irreparables en la planta. Su hábito es nocturno en el día se encuentran en el envés de la hoja y piedras (Cactus y suculentas, s.f.).

## **Trípidos (Thys: Thripidae)**

### **i. Descripción de *Frankliniella occidentalis***

Es una plaga que ataca principalmente a cultivos bajo invernadero principalmente a ornamentales y hortalizas (Koppert, 2019).

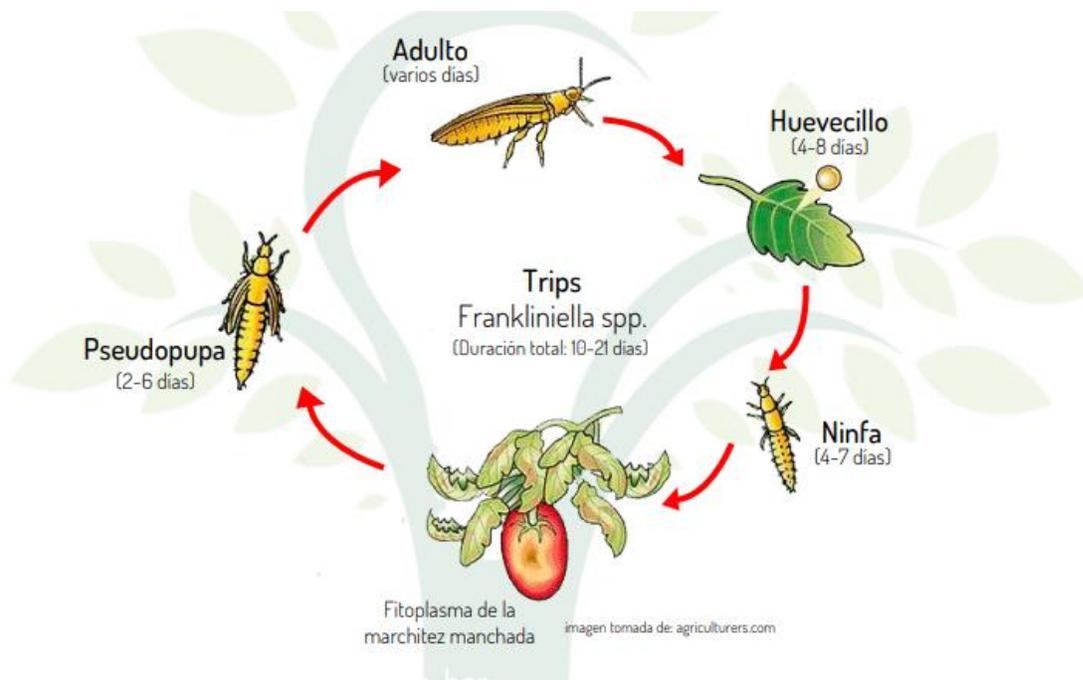
### **ii. Morfología**

*F. occidentalis* cuenta con una cabeza que es ancha y poco alargada, sus ojos son voluminosos sus bordes laterales están convexos, en la parte posterior tiene tres pares de setas ocelares, el tercer par es pronunciado, se localizan dentro del triángulo ocelar, las antenas están formadas por ocho artejos. El metanoto presenta reticulaciones pequeñas e irregulares; esta estructura forma una retícula en el centro con la presencia de un par de sensorios campaniformes. La hembra mide de 1.2 mm a 1.6 mm y el macho de 0.8 mm a 0.9 mm de longitud; en cuanto al color varía en función de las condiciones climáticas en época seca su coloración es clara y en época lluviosa su color es oscura (Caro, 2008).

### iii. Ciclo de vida

FASAGUA (2012) citado por Padilla (2015), indica que los huevos depositados por las hembras son ovipositados en los tejidos vegetales de la planta; hojas, tallo flores y frutos; la eclosión de los huevos va de 4 - 8 días según la temperatura del lugar, una vez los huevos eclosionan las larvas comienzan a alimentarse de estos; conforme la larva se va desarrollando estas siguen alimentándose de las hojas, flores, frutos y tallos. En los siguientes instares de la larva van entrando a un estado de inmovilidad que se desarrolla en el suelo o lugares húmedos con grietas hasta 15 mm de profundidad del suelo, el periodo larval va de 4 a 7 días, la tercera muda da origen a la pupa que dura un periodo de 2 a 6 días, que no tiene movilidad, las alas son más desarrolladas y sobrepasan el cuarto segmento abdominal.

Los adultos empiezan a colonizar las partes superiores de las plantas, teniendo afinidad de alimentarse de las flores y polen; los adultos tienden a ser muy longevos su periodo de vida es de 32 a 57 con las condiciones ambientales óptimas. Las hembras llegan a depositar de 40 a 300 huevos en su periodo de vida, el tiempo de incubación varía según la temperatura siendo en promedio de 4 días, en altas temperaturas y baja humedad relativa los huevos presentan una alta mortalidad (figura 26).



Fuente: Ideas biológicas 2019.

Figura 26. Ciclo de vida de *Frankliniella occidentalis*.

FASAGUA (2012) citado por Padilla (2015), indica que en Guatemala los meses de mayor incremento poblacional son de enero a abril. Además *F. occidentalis* se desarrolla en una gran diversidad de cultivos, no importando su estado fenológico. También se distribuyen en plantas espontáneas, que pueden servir como reservas de poblaciones que luego se dispersan sobre los cultivos.

#### **iv. Reproducción de los trípodos**

Los trípodos se reproducen de dos formas; sexual o asexual; en la reproducción sexual, las hembras fecundadas dan descendencia a un tercio de machos y dos tercios de hembras. La reproducción asexual se da en ausencia de machos donde las hembras no fecundadas dan descendencia masculina. En condiciones favorables temperaturas mayores a los 25 °C y con alimento a su disposición cada hembra fecundada puede ovipositar de 33 a 135 huevos. Es por eso que en un corto periodo de tiempo la población puede llegar a duplicarse con condiciones óptimas para su desarrollo (Koppert, 2019).

#### **v. Dispersión de los trípodos en los cultivos**

Los adultos de *F. occidentalis* generalmente se localiza en las partes altas de la planta, por la mañana los adultos salen de su refugio y se dirigen las flores y puntos de crecimiento para alimentarse de los nutrientes de la planta (Koppert, 2019).

#### **vi. Condiciones ambientales adecuadas**

El ambiente es un factor determinante en las poblaciones de trípodos, su tiempo de vida varía según la temperatura del ambiente en el que se encuentren. En Guatemala la temperatura promedio es de 25 °C a este rango el insecto llega a completar su ciclo de 13 a 15 días, con temperaturas arriba de los 16 °C, las hembras tardan entre 1 a 3 días en iniciar la ovipostura. Arriba de los 35 °C no hay desarrollo en absoluto y por debajo de los 28 °C hay una relación casi lineal entre la temperatura y la duración del desarrollo (Koppert, 2019).

## **vii. Síntomas y daños**

Los tripsidos principalmente se alimentan de los tejidos vegetales de la planta que están en pleno desarrollo; frutos, yemas apicales y flores, extraen los nutrientes de ellos y provocan daños en forma de malformaciones, ondulación en la zona afectada en la zona afectada, además de transmitir virus y causando que la planta pierda su valor estético. Los tripsidos dañan las plantas por medio de su aparato bucal, perforan el tejido y extraen sus nutrientes causando la muerte de la planta. Los síntomas de sus daños son machas grises y puntos negros de sus secreciones, disminuyen la vigorosidad de la planta por la pérdida de clorofila (Koppert, 2019).

## **viii. Monitoreos de tripsidos**

Puentes et al., (2015) citado por Mejia et al., (2018), indican que el monitoreo de plagas forma una importante en el manejo integrado de plagas y es utilizado como un indicador indirecto de poblaciones, este consiste en capturar insectos por medio de trampas pegajosas de color atractivo; amarillo o azul, dispuestas en el cultivo y realizar conteos periodicos de tripsidos capturados.

## **ix. Umbrales de daño económico**

El INTA-(2012) citado por Padilla (2015), indica que el momento idóneo para realizar acciones de control es aquel en el cual la pérdida económica que va ocasionar la plaga iguala el costo de realizar la medida de control. En ese punto se expresa como número de individuos por unidad de muestreo siendo este el nivel de daño económico. Determinar el valor de los daños con el cual regirse para caso en específico resulta inviable debido a que hay varios factores a tomar en cuenta; ambientales, fenología, fisiología de la planta y nivel poblacional de enemigos naturales, entre otros.

Por lo que en términos prácticos es preferible tomarlo como niveles de tolerancia permitidos, para que estos datos resulten confiables y es importante que se calcule el nivel poblacional del insecto y que se tenga conocimiento sobre el daño económico que causa al cultivo de acuerdo a la densidad de plaga (cuadro 4).

Cuadro 4. Densidad de los trípidos y acciones de control químico.

<b>Nivel</b>	<b>Acción</b>
<b>&gt; 15 % Incidencia y/o &gt; 3 insectos/plaga</b>	Aplicación general flor y follaje, 3 días libres entre aspersión
<b>&lt; 15 % Incidencia y/o &lt; 3 a 1.5 insectos/plaga</b>	Aplicación a focos flor y follaje, 3 días libres entre aspersión
<b>&lt; 1.5 insectos/plaga</b>	No aplicar

Fuente: Ojeda 2003.

#### **x. Control de *Frankliniella occidentalis***

##### **- Control químico**

El control químico tiene la limitante de que depende del comportamiento de la plaga, ya que necesita que se realice una aplicación correcta en el cultivo tanto en el haz como en el envés de las hojas y flores, ya que estos productos necesitan tener contacto para que resulte eficaz. Las larvas tienden a ocultarse entre las flores, las ninfas en el suelo y el adulto tiene una gran movilidad, hay que tener en cuenta que se debe de tener una rotación de productos para evitar inducir resistencia (INIA, 2016).

##### **- Control cultural**

Las prácticas culturales deben de implementarse con la finalidad de crear un ambiente desfavorable para el desarrollo del insecto. El uso de malezas en la vegetación circundante como barreras vivas, puede ser contraproducente si se realiza en época de floración del cultivo, ya que puede inducir la migración de trípidos hacia esas flores. Por lo que se debe de tener control en ellas para evitar que la plaga pueda volver a manifestarse en el cultivo de interés (INIA, 2016).

### - Control etológico

Camacho y Sánchez (2011) citado por Padilla (2015), indica que el control etológico forma parte del manejo integrado de plagas, siendo una medida efectiva de fácil manejo, bajo costo y con un largo periodo de duración y no implican uso de insecticidas. Consiste en utilizar trampas cromáticas de colores atractivos para los tripsidos. Los colores azul y amarillo, han demostrado ser eficaces en cultivos pequeños, es recomendable instalarlas una semana antes del trasplante del cultivo; el número por hectárea es 50 trampas azules y 50 amarillas.

### - Control biológico

***Chrysoperla carnea***: para el control de los tripsidos se disponen de varias especies de depredadores que se introducen preventivamente en el cultivo. Las especies más utilizadas son los ácaros depredadores del género *Amblyseius*, las chinches del género *Orius* y crisopas del género de *Chrysoperla*; no solamente son depredadores, sino también son capaces de sobrevivir y reproducirse a base del polen. Por tanto, las poblaciones pueden crecer y mantenerse a base de una dieta vegetal, independientemente de la presencia de presa viva. Las larvas de *Chrysoperla carnea* son conocidas por ser voraces, tienen una gran movilidad y capacidad de adaptarse a distintos ambientes depredadores activos llegando a alimentarse de más de 100 pulgones en este instar, las larvas son aplanadas, llegan a medir 9 mm de longitud y mandíbulas desarrolladas (Badii, 2006).

***Beauveria bassiana***: el hongo entomopatógeno *Beauveria bassiana* es parásito de varias especies de insectos plagas principalmente tripsidos, seguido de broca del café entre otros. Este hongo se reproduce por esporas, el proceso de infección se describe en tres etapas: adhesión y germinación de los conidios en la cutícula del insecto, penetración de la cutícula y desarrollo del hongo causando la muerte del insecto (Carmenza, 2009).

### - Aceite mineral

La CEADU (2013) citado por Padilla (2015), indica que el uso de insecticidas en una producción es con el fin de mantener niveles tolerables de ciertas plagas. El uso de insecticidas a base de sustancias naturales busca evitar un desequilibrio ecológico. Actualmente se conocen más de 1,500 especies de plantas usadas como insecticidas, tienen

compuestos químicos llamadas fotoquímicos que son transformados en extractos minerales que actúan como un fuerte regulador de poblaciones en larvas, ninfas, pupas impidiendo que desarrollen su ciclo de vida, causando la muerte del insecto.

### **Análisis económico**

Cuando se realizan investigaciones se incluyen análisis económicos para ayudar a la toma de decisiones, cuyo objetivo es la maximización de beneficios medidos sobre la base de términos económicos cuantificables y no cuantificables. (Romero, 2003).

#### **a. Relación beneficio/ costo**

Guzmán (s.f) citado por Romero (2003) indica que la relación beneficio / costo representa cuánto genera cada unidad monetaria en calidad de beneficios; Guzmán (s.f) afirma que debe de tenerse la información completa en lo que a costos y producción se refiere, asegurando que el índice sea lo más confiable posible.

Su fórmula:

$$Beneficio/ costo = \frac{Beneficio\ neto}{Costo\ neto} \times 100$$

Guzmán (s.f) citado por Romero (2003) indica que esta relación debe de ser > 1, con lo que, por cada unidad monetaria invertida, tendremos al menos una unidad monetaria como beneficio. Al momento de tomar una decisión con base en este indicador y comparar dos proyectos o actividades deberá de seleccionarse el que tenga la relación más alta.

## 2.3.2 MARCO REFERENCIAL

### B. Ubicación geográfica

Villa Canales es un municipio del departamento de Guatemala, se encuentra ubicado a 22 km al sur de la capital; limita al norte con el municipio de Guatemala y Santa Catarina Pinula; al este con Santa Catarina Pinula, Fraijanes y Barberena (Santa Rosa); al sur con San Vicente Pacaya y Guanagazapa (Escuintla) y al oeste con Guatemala, San Miguel Petapa, Amatitlán y San Vicente Pacaya (Escuintla). Cuenta con una extensión territorial de 353 km<sup>2</sup> (Villa Canales, 2017).

La finca Vita Farms queda a 3.5 km del parque central de Villa Canales dirigiéndose hacia la aldea El Zapote; las coordenadas de la finca 14 ° 27 ' 52.14 " N Latitud y 90 ° 33 ' 22.24 " (figuras 27 y 28) (Villa Canales, 2017).



Fuente: Municipalidad de Guatemala 2019.

Figura 27. Ubicación del municipio de Villa Canales en el mapa de Guatemala.



Fuente: Google Earth 2019.

Figura 28. Imagen satelital de las divisiones de la empresa Vita Farms, S.A.

## C. Aspectos edafoclimáticos

### a. Temperatura

La temperatura media anual de la finca varía entre los 19 °C y 23 °C con una temperatura mínima de 17 °C y una máxima de 28 °C (weatherSpark, 2019).

### b. Altitud

La finca Vita Farms S.A. se encuentra ubicada en un rango de altitud entre 1,200 msnm y 1,300 msnm, cuyas condiciones se adaptan a los cultivos que la empresa está manejando actualmente (weatherSpark, 2019).

### c. Precipitación pluvial

La precipitación media anual en la finca es de 254 mm distribuidos principalmente en los meses de mayo a octubre (época lluviosa) (weatherSpark, 2019).

#### **d. Vientos**

Los vientos tienen una velocidad promedio anual de 10.9 km/h. Con algunas oscilaciones violentas alcanzando velocidades de 14.5 km/h, siendo Noreste la dirección predominante (weatherSpark, 2019).

#### **e. Humedad relativa**

La humedad relativa anual promedio es de 80 % nocturna y 43 % diurna; dicha humedad se condensa y es recolectada por el suelo, las plantas la utilizan por medio de la capilaridad, por lo mismo es que las siembras se realizan a principios de marzo en los alrededores de la institución (weatherSpark, 2019).

#### **Zona de vida**

Según la clasificación de Holdridge, el municipio de Villa Canales se encuentra en la clasificación de Bosque Húmedo Subtropical Templado el cual se identifica con el símbolo bh – S (t) (Cifuentes, 2015).

#### **Suelos**

En Villa Canales los suelos generalmente son de clase textural franco arenosa y franco arcilloso, por lo que su uso se destina a la producción de: café, maíz, frijol, caña de azúcar, tomate, algunas ornamentales y árboles frutales (Hernandez, 2008).

#### **Agua**

En cuanto al agua, cuenta con altas concentraciones de hierro y magnesio (Hernandez, 2008).

## Descripción de los productos biológicos para el control de trípidos

### f. Cris-lap (*Chrysoperla carnea*)

Es un producto biológico que tiene como ingrediente activo larvas de *Chrysoperla carnea* (figura 49A). Estas se alimentan de todos los instares de cochinillas harinosas, pulgones, trípidos, escamas y moscas blancas en el cultivo (MICSA, 2018).

Ingrediente activo: *Chrysoperla carnea* larva; la dosis es de 1 a 5 botes por hectárea según sea la densidad poblacional de la plaga, la frecuencia de aplicación es de 7 a 15 días (figura 26A) (MICSA, 2018).

Salamanca, Varón, & Santos (2010), realizaron un estudio sobre la cría y evaluación de la capacidad de depredación de *Chrysoperla externa* sobre *Neohydatothrips signifer*, trípido plaga del cultivo de maracuyá determinando que el instar larval más voraz de *C. externa*, en cuanto a porcentaje de consumo total y diario, fue el III, seguido de los I y II; además de que *N. signifer* puede ser considerada la presa menos adecuada para el depredador y que *Sitotroga cerealella* y *Spodoptera frugiperda* fueron las presas más adecuadas para alimentar los estados inmaduros de *C. externa*.

### g. Complemip (extractos botánicos)

Es un aceite mineral producido a base de extractos vegetales; es un producto no tóxico. En las dosis recomendadas, resulta ser efectivo para el control de plagas y enfermedades fungosas por contener azufre dentro de su composición, controla todos los instares de plagas, preservando la fauna benéfica. Cuenta con una cadena de 23 carbonos, por tener azufre este forma una ligera capa sobre la cutícula de la hoja la cual impide el desarrollo de las esporas de posibles hongos (MICSA, 2018).

Modo de acción: Con una buena cobertura en el cultivo, provoca que el ambiente se torne desfavorable para que el insecto se desarrolle, alimente, reproduzca y oviposite por lo tanto los insectos no se desarrollan poblacionalmente de forma eficiente (Figura 28A) (MICSA, 2018).

#### **h. Bovetrol 8 WP (*Beauveria bassiana*)**

Es un hongo entomopatógeno que se desarrolla en ambientes con temperatura de 15 °C a 30 °C y humedad relativa del 90 % y se utiliza como parte del manejo integrado de plagas, no es tóxico y no daña el medio ambiente; la eficiencia del producto depende de varios factores como la luz, temperatura, humedad relativa, pH, sustrato y una correcta formulación y aplicación del producto (MISCA, 2018).

Modo de acción en plagas: cuando el hongo se establece en el cultivo se desarrollan conidios que entran en contacto con el insecto por medio de la cutícula, estos conidios se introducen y desarrollan dentro del insecto, las hifas se desarrollan en el interior destruyendo las estructuras internas del insecto y afectando el sistema nervioso produciendo la parálisis y muerte del insecto. Si las condiciones son favorables para el hongo este tiene la capacidad de emerger y propagarse e infectar a nuevos insectos (MISCA, 2018).

Insectos que controla: Mosca blanca (*Bemisia tabaco*), tripsos (*F. occidentalis*), cochinillas (*Dactylopius coccus*), picudo del chile (*Anthonomus eugenii* Cano), chinche de encaje (*Corythuca gossypii* Fabricius), chinche salivosa (*Aeneolamia contigua* Walker), gallinas ciegas (*Phyllophaga* spp.), minador de la hoja del café (*Leucoptera coffeella*) (Figura 29A) (MISCA, 2018).

Bustillo (2009) realizó un estudio sobre la evaluación de insecticidas químicos y biológicos para controlar *F. occidentalis* (Thysanoptera: Thripidae) en cultivos de espárragos (*Asparagus officinalis*) en el que se evaluaron ocho insecticidas químicos y en un segundo dos cepas de *Beauveria bassiana* en cultivos de espárragos con altas infestaciones de *F. occidentalis*.

Los resultados mostraron que los insecticidas de origen químico causaron las mayores mortalidades dos días después de la aplicación, pero a los cinco días ningún producto ejerció control. El autor indica que probablemente se debió a la migración de poblaciones de tripsos de los lotes vecinos y a una posible resistencia a los insecticidas; por otro lado, la aplicación de *B. bassiana* en dosis de  $2 \times 10^{13}$  esporas/Ha, logró un control aceptable, prolongándose el efecto 16 días después de la aplicación.

## 2.4 OBJETIVOS

### 2.4.1 General

Evaluar el efecto del entomopatógeno *Beauveria bassiana*, aceite mineral y el depredador *Chrysoperla carnea* para el control de *Frankliniella occidentalis* en el cultivo de *Echeveria* sp, en la empresa Vita Farms S.A, Villa Canales, Guatemala.

### 2.4.2 Específicos

1. Determinar el tratamiento que presente el menor número de trípodos.
2. Determinar el tratamiento que produce el mayor índice de producción de esqueje exportable.
3. Determinar a través del análisis beneficio/costo, el tratamiento que produzca el mayor índice de producción de esqueje exportable al menor costo.

## 2.5 METODOLOGÍA

### 2.5.1 Determinar el tratamiento que produce el menor número de trípidos

#### A. Localización de experimento

La investigación se ubicó en el invernadero 44 del área norte de la finca Vita Farms, en una banca en bolsa que contó con 162 bolsas de polietileno de 8" x 15", en sustrato de 90:10 (Arena pómez: peat moss). Se plantaron 10 esquejes por bolsa teniendo 1,620 esquejes en la banca. Se hicieron separaciones de las unidades experimentales con el uso de maderas para identificar bien la distribución de las repeticiones y tratamientos (figura 29).

Cuadro 5. Características climáticas del invernadero.

Parámetro	Mínima	Máxima
Temperatura	17 °C	38 °C
Humedad relativa	33 %	90 %
Luz	2,000 a 2,300 pies/candela	

Fuente: elaboración propia 2019.



Fuente: elaboración propia 2019.

Figura 29. Invernadero donde se realizó la investigación.

## **Manejo agronómico**

### **a. Riego**

Se realizaron 3 riegos semanales por medio del sistema de riego de micro aspersión, distribuida de la siguiente manera: martes, jueves y sábado una lámina de 200 mm por bolsa.

### **b. Fertilización**

Se realizó una aplicación semanal por medio de fertirriego con una fórmula completa unificada al 100 %.

### **c. Control de enfermedades**

En el cultivo de *Echeveria* sp no se reportó daños por enfermedades causadas por hongos y/o bacterias, por lo que no se realizó aplicaciones de fungicidas y bactericidas.

### **d. Control de malezas**

Al ser un cultivo en bolsas y sustrato sobre bancas, éste no presentó problemas con las malezas, por lo que únicamente se realizó desmalezados manuales cada vez que fue necesario.

### **e. Registro de temperatura y humedad relativa**

Se tomó registro de la temperatura y humedad con un termómetro Log Tag; se llevó registro de datos diarios para observar los cambios del clima dentro del invernadero.

#### **f. Registro de luz**

La intensidad de luz que recibe el cultivo se midió a través de un fotómetro en el cual se realizaron las lecturas en las horas de 11 a 12 de la mañana, se tomó en cuenta que no haya nubosidad en el momento de la lectura. La luminosidad del invernadero fue medida con un fotómetro en 3 tramos de la banca, para llevar un registro de las condiciones climáticas del invernadero.

#### **g. Registro de conductividad eléctrica y pH del sustrato**

Se recolectó muestras del sustrato semanalmente, para determinar la conductividad eléctrica y nivel de pH del sustrato para ver los niveles de acidez y sales y realizar correcciones si fuese necesario, para tener un crecimiento y desarrollo del cultivo.

#### **h. Cosecha**

La cosecha se realizó después de 8 semanas del plantado; se utilizó bisturí previamente desinfectado para realizar el corte del esqueje; se seleccionaron los esquejes que presentaron calidad exportable.

### **Diseño experimental**

Siendo la investigación bajo condiciones controladas se empleó el diseño completamente al azar, ya que en este tipo de diseño están incluidos los principios de repetición y de aleatorización; es decir que, es utilizado cuando no hay necesidad del control local, debido a que el ambiente experimental y las condiciones de manejo son homogéneos y los tratamientos se asignan a las unidades experimentales mediante una aleatorización completa, sin ninguna restricción.

### a. Modelo estadístico

Descripción del modelo estadístico completamente al azar.

$$Y_{ijk} = \mu + \tau_i + \varepsilon_{j(i)} + \eta_{k(ij)}$$

Donde:

$Y_{ijk}$  = valor de la variable de respuesta correspondiente a la k-ésima muestra sobre la unidad experimental que lleva el tratamiento i en la repetición j.

$\mu$  = media general de la variable respuesta.

$\tau_i$  = efecto del i-ésimo tratamiento.

$\varepsilon_{j(i)}$  = error experimental asociado a la ij-ésima unidad experimental (error entre parcelas).

$\eta_{k(ij)}$  = error de muestreo dentro de la ij-ésima unidad experimental (error dentro de parcelas).

### b. Supuestos de ANDEVA

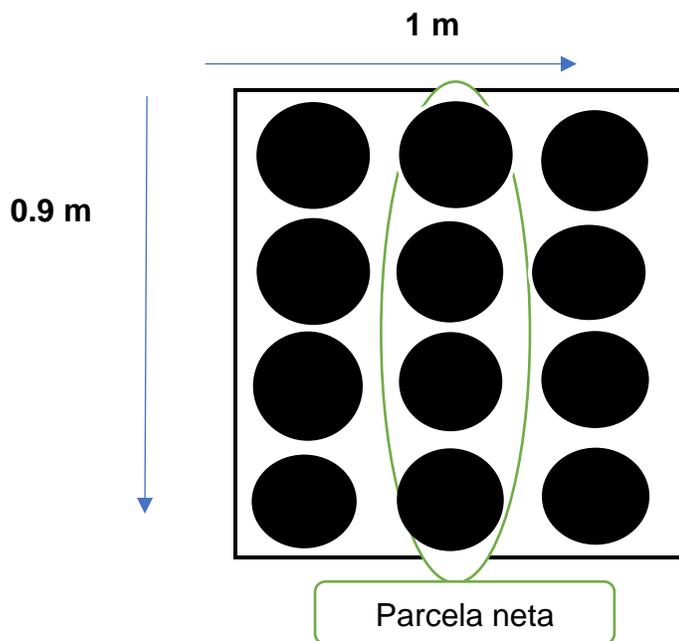
Los supuestos del análisis de varianza para grupos independientes son:

1. Que exista independencia de los datos.
2. Que los residuos (dato teórico – dato observado) tengan una distribución normal (normalidad).
3. Que las varianzas de los residuos en los tratamientos sean estadísticamente iguales (homocedasticidad).

### c. Unidad experimental

Vita Farms trabaja bajo el sistema de bancas; cada banca tiene las siguientes dimensiones 11.5 m de longitud por 1 m de ancho, lo cual se traduce a un área 11.5 m<sup>2</sup>; cada banca tiene la capacidad de albergar un total de 162 bolsas de polietileno de 8" x 15"; con sustrato 90:10 (arena: peat moss), se contó con la disponibilidad de una banca; se trabajó con 4 tratamientos y 3 repeticiones, lo que hizo un total de 12 unidades experimentales.

Cada unidad experimental tuvo un área de 0.90 m de longitud por 1 m de ancho, en dicha área hubo 12 bolsas de polietileno de 8" x 15"; cada bolsa contuvo 10 esquejes de la planta *Echeveria sp* lo cual se traduce a 120 esquejes por unidad experimental. El manejo fue el tradicional que se le da al cultivo. Con el fin de disminuir el efecto de borde, se tomó como parcela neta 4 bolsas del centro lo cual se totaliza a 40 plantas por unidad experimental (figuras 30 y 31).



Fuente: elaboración propia 2019.

Figura 30. Unidad experimental.



Fuente: elaboración propia 2019.

Figura 31. Plantación en banca bolsa de *Echeveria* sp. cv. Dusty Pink.

#### d. Aleatorización y distribución de campo

La distribución de los tratamientos aleatorizados para cada unidad experimental sobre la banca se realizó con la función aleatoria del programa Excel® versión 2013 (figura 32).

T2R3	T4R2	T3R1	T3R3	T4R1	T1R1	T4R3	T2R1	T3R2	T1R2	T2R2	T1R3
------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------

Fuente: elaboración propia 2019.

Figura 32. Aleatorización de las unidades experimentales en la banca.

## Tratamientos evaluados

Se evaluaron 4 tratamientos y diferentes dosis, principalmente el tratamiento 1 que correspondió al Testigo Relativo el cual emplea 4 productos químicos (Spinosad, Metiocarb, Abamectina y Fipronil) (cuadro 6).

Cuadro 6. Dosis, frecuencia, forma y número de aplicación de los tratamientos.

Tratamiento	Descripción del tratamiento (Ingredientes activos)	Dosis	Frecuencia de aplicación	Instares que controla	Total, de aplicaciones	Forma de aplicación
<b>T1</b>  <b>Testigo relativo</b>	Spinosad	(0.5 cm <sup>3</sup> /L Spinosad)		Spinosad para larvas	Se realizó dos rotaciones de productos	Asperjado
	Metiocarb	(1.0 cm <sup>3</sup> /L Metiocarb)	Cada 2 días	Metiocarb para Adulto		
	Abamectina	(0.5 cm <sup>3</sup> /L Abamectina )	aplicación de producto diferente	Abamectina Para larvas y adultos		
	Fipronil	(0.5 cm <sup>3</sup> /L Fipronil)		Fipronil para Adultos		
<b>T2</b>	Aceite parafínico	5 cm <sup>3</sup> /L	Cada 3 días	Adultos	24	Asperjado
<b>T3</b>	<i>Beauveria bassiana</i>	0.125 gr/L	Cada 3 días	Adultos	24	Asperjado
<b>T4</b>	<i>Chrysoperla carnea</i>	8 larvas / m <sup>2</sup>	Cada 7 días	Larvas y adultos	8	Liberación

Fuente: elaboración propia.

En todos los tratamientos se colocó trampas adhesivas amarillas antitrípidos desde el inicio de la plantación del cultivo a la altura del cultivo, para realizar un seguimiento de las poblaciones de adultos. En cada unidad experimental se realizó una delimitación con la finalidad de que las partículas de los productos o las larvas de *Chrysoperla carnea* no se trasladarán al resto de unidades experimentales y alteren la efectividad de los demás tratamientos.

### **Descripción y preparación de los tratamientos**

En cada momento en que se realizó la aplicación de los productos biológicos, se realizó una calibración, ya que no se tuvo la disponibilidad de usar una bomba exclusiva para la investigación.

#### **a. Testigo relativo**

Se realizó el manejo tradicional que se le da al cultivo de *Echeveria* sp, dentro de la empresa Vita Farms para valorar la mejora que puedan producir los tratamientos biológicos. Se realizó una rotación de cuatro insecticidas los cuales fueron: Spinosad, Metiocarb, Abamectina y Fipronil en las dosis de 0.5 ml/L, 1.0 ml/L, 0.5 ml/L y 0.5 ml/L respectivamente, con una frecuencia de aplicación de dos días de forma asperjada.

En los tratamientos 1,2, 3 y antes de cada aplicación se realizó un lavado de la bomba seguidamente de la calibración de la bomba. Se usó una bomba de mochila marca Matabi de 16 L de capacidad con una boquilla cónica regulable y adaptador de accesorios, además de utilizar el equipo de protección (gorra tipo árabe, mascarilla, overol, botas de hule y guantes) que fue brindado por la empresa. Las aplicaciones se realizaron en horarios entre 7:00 a 9:00 de la mañana (figura 33).



Fuente: elaboración propia 2019.

Figura 33. Aplicación del tratamiento testigo relativo.

#### **b. Aceite parafínico**

Se realizó la aplicación del producto Complemip, ingrediente activo: aceite parafínico la dosis de 5 ml/L con una frecuencia de 3 días aplicado de forma asperjada.

El orden de preparación de la mezcla fue el siguiente: se agregó el 50 % del volumen de agua a la bomba, más un agente emulsificante, se agitó por 30 segundos, se agregó el aceite parafínico; posteriormente se agregó el 50% de agua restante, agitado por 30 segundos, se agregó el 50 % restante del volumen utilizado del producto, para luego agitar hasta lograr una mezcla uniforme.

#### **c. *Beauveria bassiana***

Se realizó la aplicación del producto Bovetrol 8 WP su Ingrediente activo: *Beauveria bassiana* en la dosis 0.125 gr/L con una frecuencia de 3 días de forma asperjada.–El orden de preparación de la mezcla fue el siguiente: se llenó el tanque de agua al 50 % del volumen, se diluyó el contenido de Bovetrol 8 WP utilizado, se agitó por 30 segundos, se agregó el volumen de agua restante, se mezcló por 30 segundos.

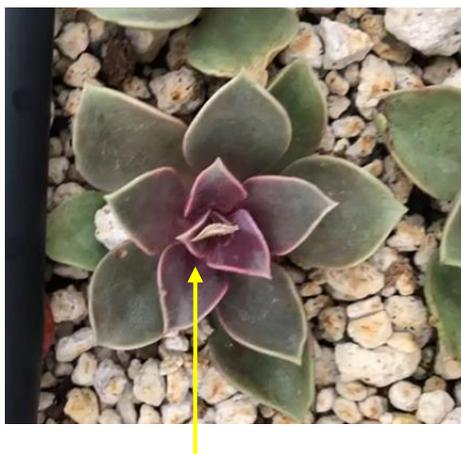
**d. *Chrysoperla carnea***

Se realizó la aplicación del producto Cris - lap, Ingrediente activo: *Chrysoperla carnea*; la dosis fue de 8 larvas por metro cuadrado. Por la naturaleza del producto no necesitó de ningún equipo especial para su aplicación; se realizó manualmente y el material inerte se aplicó en el follaje del cultivo. Las liberaciones se hicieron en los horarios entre 7:00 a 9:00 de la mañana (figuras 34 y 35).



Fuente: elaboración propia 2019.

Figura 34. Larvas de *Chrysoperla carnea*.



Fuente: elaboración propia 2019.

Figura 35. Larvas en el cultivo de *Echeveria* sp cv. Dusty Pink.

La liberación de las larvas se realizó al centro del cultivo, colocando una larva por planta, se realizó una delimitación del tratamiento por medio de un sarán con la finalidad de que *Chrysoperla carnea* no se trasladara al resto de tratamientos y alteraran la efectividad de los otros tratamientos.

### Monitores de población de trípidos

El monitoreo de los trípidos se realizó semanalmente para observar el comportamiento de las poblaciones de trípidos en cada uno de los tratamientos. El método empleado fue la colocación monitores de 10 cm x 10 cm de color amarillo impregnados de pegamento atrayente de insectos, los cuales estuvieron divididos en celdas por pulgada cuadrada con el fin de realizar una cuantificación de poblaciones de trípidos por área. Se hizo un conteo de trípidos capturados, posteriormente fueron ingresados en planillas de monitoreo, para ver la efectividad de control de los tratamientos semanalmente (figura 36).



Fuente: elaboración propia 2019.

Figura 36. Monitor de trípidos.

### Caracterización del daño causado por trípidos en la planta

Se realizó una caracterización gráfica de una planta sana y una con daño causado por *F. occidentalis* donde el nivel 1 es un esqueje sano y el nivel 2, es daño por trípido (figura 37).



Fuente: elaboración propia 2019.

Figura 37 . Nivel 1: esqueje sano, nivel 2: esqueje con daño de tripsido.

### Eliminación de plantas con daño de tripsidos

Semanalmente se realizó la eliminación en cada una de las unidades experimentales que presentaron daños causados por tripsidos; se hizo con la ayuda de la caracterización del daño causado por tripsidos y la asistencia del personal de producción encargado de realizar cosechas y propagaciones. Las plantas eliminadas fueron depositadas en bolsas identificadas, dejando únicamente plantas sanas (figura 38).



Fuente: elaboración propia 2019.

Figura 38. Planta con daño de *F. occidentalis*.

### **Cosecha de los tratamientos**

La cosecha se realizó en todos los tratamientos, el estándar de cosecha fue de 1.5" de diámetro, sin daño en las hojas y con una coloración rosada, se realizó un corte apical para obtener el esqueje, para el corte se utilizó un bisturí y un recipiente con desinfectante para sumergir el bisturí después de cada corte, los esquejes cosechados de cada tratamiento fueron depositados en cestas, estas fueron identificadas con la finalidad de no mezclar ningún tratamiento, finalmente las cestas fueron trasladadas a la empacadora (figura 39).



Fuente: elaboración propia 2019.

Figura 39. Cosecha de los tratamientos.

### **Conteo de trípodos por tratamiento**

El conteo de los trípodos se realizó en el laboratorio agrícola de la finca. Se hizo en una superficie plana de color blanco para facilitar la identificación de los trípodos, se tomaron los esquejes cosechados de cada uno de los tratamientos en sus tres repeticiones y se revisó por medio de un estereoscopio y una lupa los trípodos encontrados (figura 40).



Fuente: elaboración propia 2019.

Figura 40. Conteo de trípodos por tratamiento.

## 2.5.2 Determinación del índice de producción de los tratamientos

### A. Selección del esqueje exportable

El esqueje cosechado se llevó al área de control de calidad de la empacadora de la finca. El personal del área seleccionó únicamente los esquejes que cumplieron los estándares de calidad de cada tratamiento. Esquejes con 1.5" de diámetro y coloración rosa en las hojas (figura 41).



Fuente: elaboración propia 2019.

Figura 41. Selección del esqueje con calidad exportable.

## **Variables de respuesta**

### **a. Número de trípodos por tratamiento**

Se realizó un conteo en cada uno de los tratamientos en sus tres repeticiones, de los trípodos presentes al momento de la cosecha; los esquejes se trasladaron al área de control de calidad, usando un estereoscopio y lupa se revisó en cada uno de los esquejes de todos los tratamientos y se contabilizó el número de trípodos presentes.

### **b. Índice de producción (número de esquejes exportables)**

Se realizó la cuantificación del esqueje con calidad exportable y el esqueje rechazado por daño de trípodos, para determinar el índice de producción de esqueje exportable por tratamiento. Se cortó esqueje de 1.5" de diámetro (tamaño exportable) y se comparó con el dato de producción estándar (0.86 esquejes / bolsa) lo que se ajusta a la parcela neta de cada unidad experimental (4 bolsas) es igual a 3.44 esquejes / 10 semanas. A continuación, se describe la fórmula para el cálculo de índice de producción calidad exportable.

$$\text{Índice de producción} = \frac{\text{Número de esquejes con calidad exportable}}{\text{Número de bolsas (parcela neta)}}$$

### **c. Beneficio / costo (ingresos monetarios)**

Se realizó la determinación de los ingresos proyectados por cada tratamiento en base al precio de venta y el índice de producción, para determinar el que generó mayor ingreso a menor costo. Se determinó mediante la siguiente fórmula:

$$\text{Beneficio/costo} = \frac{\text{Beneficio neto}}{\text{Costos totales}}$$

## **Análisis estadístico**

Se utilizó el programa Excel® versión 2013, para crear una base de datos que se obtuvieron en campo durante el desarrollo del experimento. Se realizó un análisis de varianza utilizando el programa con licencia estudiantil Infostat; el análisis de los datos se calculó con una significancia del 5 %.

Se revisó si existió diferencias significativas entre los tratamientos, después se procedió a realizar una prueba múltiple de medias utilizando el método de diferencia mínima significativa (LSD de Fisher) para determinar que tratamiento fue el que mostró la mayor efectividad para el control de tripsidos en el cultivo de *Echeveria* sp.

### **2.5.3 Análisis económico beneficio/ costo**

Se realizó el análisis económico haciendo uso de la relación beneficio/costo de los tratamientos evaluados en base al costo de producir un esqueje exportable y los ingresos por la índice producción de cada tratamiento, para poder determinar qué tratamiento representa los mejores ingresos a los menores costos y con ello tomar decisiones si se emplea el tratamiento para el control de *F. occidentalis*.

## **2.6 RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

### **2.6.1 Número de tripsidos por tratamiento**

En el cuadro 7 se describen los tripsidos encontrados de cada tratamiento al momento de cosecha.

Cuadro 7. Número de trípodos por tratamiento.

Tratamiento	Ingrediente activo	R1	R2	R3	Suma	Promedio
T1	Testigo relativo	1	3	1	5	1.67
T2	Aceite parafínico	4	5	4	13	4.33
T3	<i>Beauveria bassiana</i>	2	4	3	9	3.0
T4	<i>Chrysoperla carnea</i>	3	0	0	3	1.0

Se realizó el conteo de trípodos en cada tratamiento, siendo el tratamiento 2 a base de aceite parafínico el que presentó el mayor promedio con 4.33 trípodos vivos, seguido del tratamiento a base de *Beauveria bassiana* con un promedio de 3.0 trípodos, el testigo relativo presentó una media de 1.67 trípodos y el tratamiento 4 a base del depredador *Chrysoperla carnea* presentó 1.0 trípodos.

En base a los resultados obtenidos se realizó un análisis estadístico para determinar la existencia de diferencia significativa entre tratamientos, además de realizó las pruebas formales de Shapiro wilks y Levene para determinar los supuestos de normalidad y homocedasticidad respectivamente.

## A. Supuestos estadísticos

### a. Supuesto de normalidad de la variable no. de trípodos por tratamientos

#### i. Gráfico de Q-qplot

En la figura 42 se presenta la distribución de los datos por medio de la gráfica de Q-qplot.

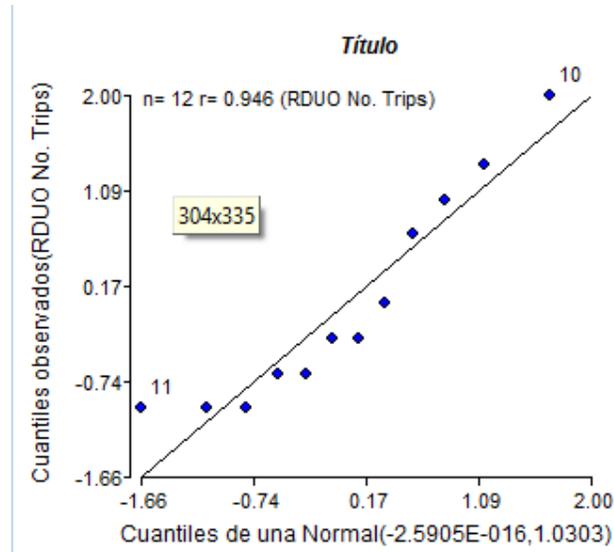


Figura 42. Distribución datos de la variable número de trípodos.

En el gráfico de Q-qplot se observó que algunos puntos siguen un comportamiento asimétrico ya que se alejan de un comportamiento rectilíneo, por lo que se realizó la prueba formal de Shapiro – Wilks para verificar si la variable en estudio sigue una distribución normal.

## ii. Prueba de Shapiro – Wilks

En el cuadro 8 se presenta la prueba de Shapiro – Wilks que determina el cumplimiento supuesto de normalidad e los datos.

Cuadro 8. Prueba Shapiro – Wilks (modificado).

Variable	n	Media	D.E	W	p (unilateral D)
RDUO no. trípodos	12	0.00	1.02	0.86	0.0725

Se realizó la prueba de normalidad de Shapiro - Wilks en donde el p - valor fue de 0.0725 siendo mayor al nivel de significancia (0.05), por lo que se aceptó la hipótesis de igualdad, donde la población está distribuida normalmente, es así que los datos cumplen el supuesto de normalidad.

## b. Supuesto de homocedasticidad de la variable número de trípodos

### i. Diagrama de dispersión

En la figura 43 se presenta el diagrama de dispersión que permite analizar la existencia de relación entre datos de la variable de estudio.

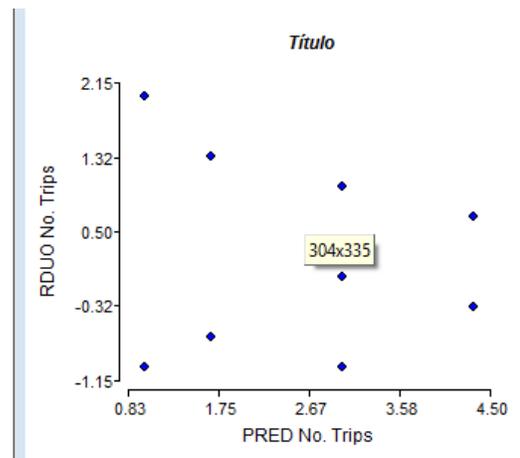


Figura 43. Diagrama de dispersión de la variable número de trípodos.

Se realizó el diagrama de dispersión en donde se observó que los puntos en la gráfica no siguen patrones de distribución, dado que el diagrama de dispersión no puede corroborar de manera definitiva si se cumple el supuesto de homogeneidad de varianzas se realizó la prueba de Levene.

### ii. Prueba de Levene

En el cuadro 9 se presenta la prueba de Levene para el supuesto de homocedasticidad.

Cuadro 9. Prueba de Levene.

<b>Variable</b>	<b>N</b>	<b>R2</b>	<b>R2 Aj</b>	<b>CV</b>	
<b>RABS No. Trípodos</b>	12	0.43	0.22	55.38	
<b>FV</b>	SC	GI	CM	F	p-VALOR
<b>Modelo</b>	1.30	3	0.43	2.03	0.1884
<b>tratamiento</b>	1.30	3	0.43	2.03	0.1884
<b>Error</b>	1.70	8	0.21		
<b>Total</b>	3.00	11			

Se realizó la prueba formal de Levene en donde el p-valor fue 0.1884 siendo mayor al nivel de significancia (0.05), por lo tanto, se acepta la hipótesis de igualdad, es decir; existen variables constantes, por lo que se cumple el supuesto de homocedasticidad.

#### **Análisis de varianza de la variable número de trípodos**

En el cuadro 10 se presenta el análisis de varianza para la variable número de trípodos realizada con un nivel de significancia del 5 %.

Cuadro 10. Análisis de varianza de variable número de trípodos.

<b>FV</b>	<b>SC</b>	<b>GI</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>p-VALOR</b>
<b>Modelo</b>	19.67	3	6.56	4.63	0.0369
<b>tratamiento</b>	19.67	3	6.56	4.63	0.0369
<b>Error</b>	11.33	8	1.42		
<b>Total</b>	31.00	11			

Con un nivel de significancia de 5 %, los tratamientos para la variable número de trípodos al ser el p-valor (0.0369) menor al nivel de significancia (0.05), indica que al menos uno de los tratamientos evaluados tuvo un efecto estadísticamente diferente al resto, por lo que se realizó una prueba múltiple de medias.

### Prueba LSD Fisher para la variable número de trípodos

Se realizó la Prueba de Medias de los tratamientos por medio de la prueba LSD Fisher, la cual se presenta en el cuadro 11.

Cuadro 11. Prueba de LSD Fisher, variable número de trípodos.

TRATAMIENTO	MEDIAS	n	E.E.		
<i>Chrysoperla carnea</i>	1.00	3	0.69	A	
Testigo relativo	1.67	3	0.69	A	
<i>Beauveria bassiana</i>	3.00	3	0.69	A	B
Aceite parafínico	4.33	3	0.69		B

Mediante la prueba de LSD fisher se observó que el tratamiento de larvas de *Chrysoperla carnea* y testigo relativo presentaron las menores medias de trípodos, agrupándose con la misma literal (A), por lo que son estadísticamente iguales, con una media de 1.0 y 1.67 trípodos por tratamiento respectivamente.

El tratamiento a base de *Beauveria bassiana* se encontró en el grupo de las literales (A) y (B) por lo que es tan bueno como los tratamientos de la literal (A), y tan malo como tratamientos los de literal (B), con una media de 3.0 trípodos respectivamente, el tratamiento a base de aceite parafínico con una 4.33 trípodos, fue el que presentó el mayor promedio de trípodos siendo así el que presentó el menor control (figura 44).

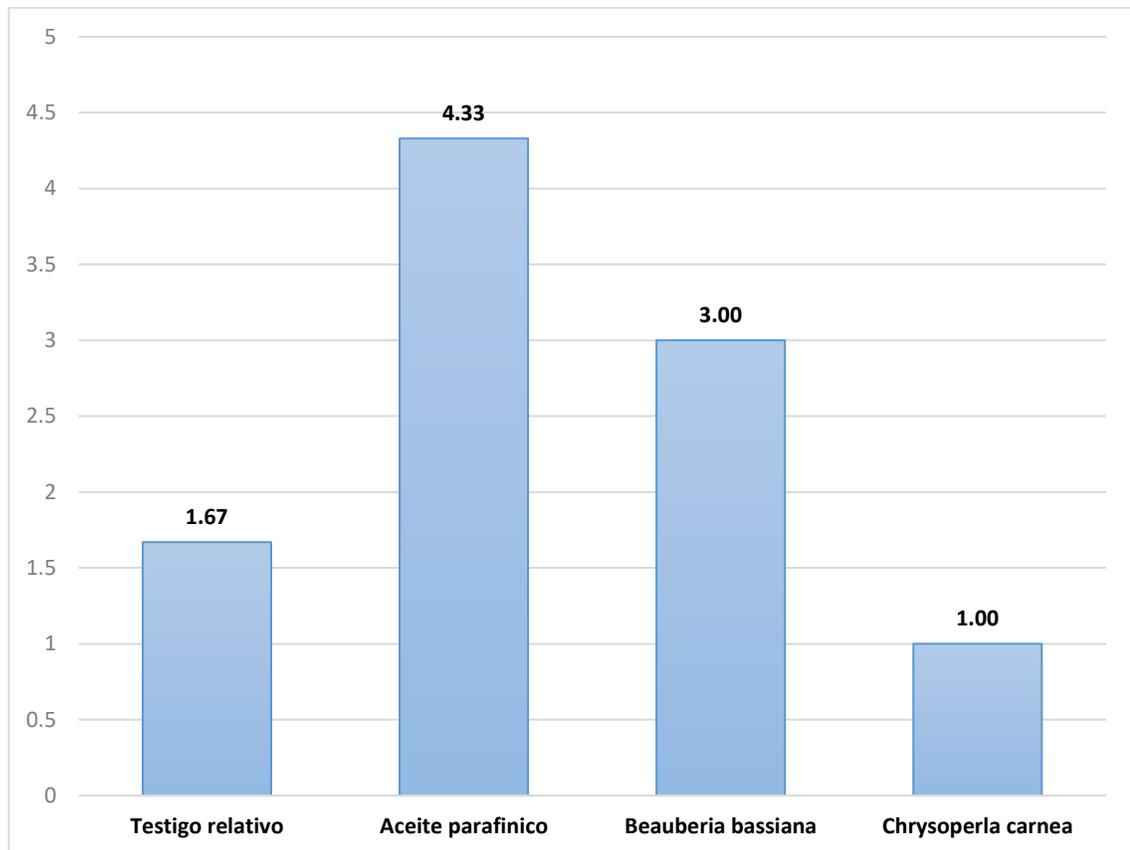


Figura 44. Promedio del número de trips en cada uno de los tratamientos.

Se observó que el tratamiento a base de *Chrysoperla carnea* y testigo relativo presentaron los menores números de trips por tratamiento siendo 1.67, 1.0 respectivamente. El testigo relativo fue el manejo que la empresa realizó basado en una rotación de cuatro productos químicos; Spinosad, Metiocarb, Abamectina y Fipronil en las dosis de 0.5 ml/L, 1.0 ml/L, 0.5 ml/L, 0.5 ml/L respectivamente y el tratamiento la liberación de larvas de *Chrysoperla carnea* a razón de 8 larvas por metro cuadrado.

En base a los resultados obtenidos, se observó que los tratamientos; testigo relativo y liberación de larvas de *Chrysoperla carnea* se agruparon con la misma literal (A), por lo que son estadísticamente iguales, es así que dicho tratamiento se presenta como una nueva alternativa para el control de *F. occidentalis*.

Gitarana *et al.*, (2001) citado por Bastidas *et al.*, (2010) indica que especies del género del género *Chrysoperla*, son excelentes depredadores, con gran potencial como agente de control biológico, demuestran adaptabilidad en el ambiente bajo invernadero y condiciones adversas, así mismo indica que el tercer instar larval presenta el mayor apetito voraz.

*C. carnea* es un depredador generalista es decir que presentó predilección a otras plagas antes que a *F. occidentalis*, para integrar a *Chrysoperla carnea* como enemigo natural del tripsido en un manejo integrado de plagas. Bastidas *et al* (2010) indica que es imprescindible conocer su biología y su capacidad de consumo ya que son necesarios para implementarlos dentro del manejo integrado de plagas.

Al resultar tan efectivo como el testigo relativo para el control de infestación de *F. occidentalis* en el cultivo de *Echeveria sp*, la liberación de larvas de *C. carnea* se presenta como una alternativa de control biológico que ayuda al cumplimiento de las exigencias y tendencias de los mercados extranjeros, las cuales, acompañadas del interés gubernamental y social, hacen que el desarrollo de los sistemas de producción esté la línea con la sostenibilidad ambiental, económica y social.

## 2.6.2 Índice de producción

Los esquejes con calidad de exportación fueron cosechados a las ocho semanas de plantado, la cosecha la realizó el personal de producción y se realizó en todos los tratamientos (Cuadro 9). El personal de bodega de empaque seleccionó los que cumplieron los estándares de calidad (Cuadro 10) y por último se determinaron los índices de producción (cuadros 10 y 11).

### A. Esquejes cosechados en campo

En el cuadro 12 se presenta el número de esquejes cosechados en la parcela experimental en la semana 8; se cosechó únicamente esquejes con calidad de exportación.

Cuadro 12. Cosecha de esquejes (parcela neta).

<b>Cosecha de esquejes parcela neta</b>					
<b>Fase de campo</b>					
<b>Descripción</b>	<b>Semana 8 (cosecha)</b>				
<b>Tratamiento</b>	<b>R1</b>	<b>R2</b>	<b>R3</b>	<b>Total</b>	<b>Promedio</b>
<b>Testigo relativo</b>	33	31	32	96	<b>32.0</b>
<b>Aceite parafínico</b>	24	23	29	76	<b>25.3</b>
<b><i>Beauveria bassiana</i></b>	32	27	32	91	<b>30.3</b>
<b><i>Chrysoperla carnea</i></b>	36	36	32	104	<b>34.7</b>

Se realizó la cosecha de los esquejes plantados en la semana 8, se observó que el tratamiento de *C. carnea* presentó la mayor media siendo 34.7 esquejes cosechados seguido del tratamiento testigo relativo con 32.0 esquejes cosechados, los tratamientos que presentaron las menores medias fueron *B. bassiana* y aceite parafínico con una media de 30.3 esquejes y 25.3 esquejes respectivamente, el esqueje cosechado se trasladó al área de empaque, el personal seleccionó los esquejes que cumplieron con el estándar de calidad exportable.

### Esquejes con calidad exportable

El promedio obtenido de los tratamientos con esquejes de calidad exportable, es presentado en el cuadro 13.

Cuadro 13. Selección de esquejes con calidad exportable.

<b>Selección de esqueje exportable de bodega (parcela neta)</b>				
<b>Empacadora</b>				
<b>Descripción</b>	<b>Esquejes exportables</b>			
<b>Tratamiento</b>	<b>R1</b>	<b>R2</b>	<b>R3</b>	<b>Promedio</b>
<b>Testigo relativo</b>	2	9	4	<b>5.0</b>
<b>Aceite parafínico</b>	0	2	0	<b>0.7</b>
<b><i>Beauveria bassiana</i></b>	2	3	4	<b>3.0</b>
<b><i>Chrysoperla carnea</i></b>	24	19	25	<b>22.7</b>

Se realizó la clasificación de los esquejes cosechados en fase de campo; se seleccionó únicamente los esquejes que presentaron calidad exportable, sin presencia o daño por trípodos, en donde el tratamiento de *C. carnea* fue el mayor con una media de 22.7 esquejes exportables seguido de tratamiento testigo relativo 5.0 de esquejes exportables. Por otro lado, los tratamientos que presentaron las menores medias fueron *B. bassiana* y aceite parafínico con una media de 3.0 esquejes exportables y 0.7 esquejes exportables respectivamente. En base a los datos obtenidos se realizó el cálculo de los índices de producción de cada tratamiento.

### Determinación de los índices de producción

Los Índices de producción de cada tratamiento de esquejes de calidad exportable se presentan en el cuadro 14.

Cuadro 14. Índice de producción por bolsa (Parcela neta).

<b>Índice producción por bolsa (parcela neta)</b>				
<b>Tratamiento</b>	<b>R1</b>	<b>R2</b>	<b>R3</b>	<b>Promedio</b>
<b>Testigo relativo</b>	0.50	2.25	1.00	1.25
<b>Aceite parafínico</b>	0	0.50	0	0.17
<b><i>Beauveria bassiana</i></b>	0.5	0.8	1.0	0.75
<b><i>Chrysoperla carnea</i></b>	6.0	4.8	6.3	5.67

Se observó que el tratamiento a base de larvas de *C. carnea* produjo el mayor índice de producción con 5.67 esquejes por bolsa y el tratamiento a base de aceite parafínico fue el que produjo el menor índice de producción con 0.17 esquejes calidad exportable por bolsa. Con base en los resultados obtenidos, se realizó un análisis estadístico para determinar si existió diferencia significativa entre tratamientos, previamente se verificó la normalidad de los datos.

## a. Supuestos estadísticos

### i. Supuesto de normalidad de la variable no. de trípodos por tratamientos

#### - Gráfico de Q-qplot

Representación gráfica de la distribución de los datos por medio de la gráfica de Q-qplot (Figura 45).

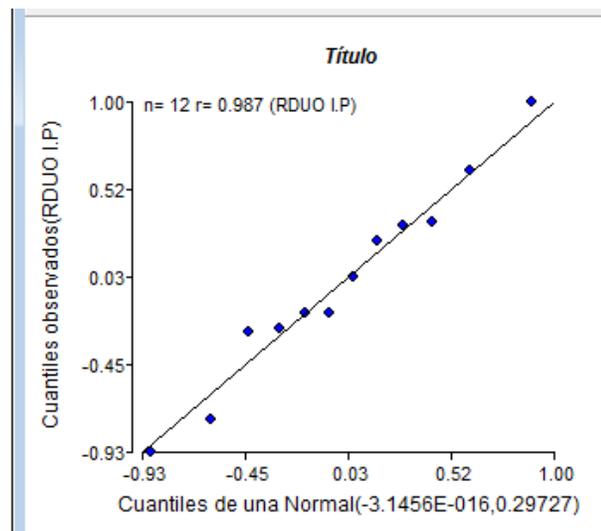


Figura 45. Distribución normal de los datos de la variable índices de producción.

En el gráfico de Q-qplot se observó los puntos siguen un comportamiento simétrico, por lo que se realizó la prueba formal de Shapiro – Wilks para verificar si la distribución de la variable en estudio sigue una distribución formal.

#### - Prueba de Shapiro – Wilks

En el cuadro 15 se presenta la prueba de Shapiro – Wilks que determina si se cumple el supuesto de normalidad e los datos.

Cuadro 15. Prueba de Shapiro-Wilks

Variable	n	media	D.E	W	p (unilateral D)
RDUO I. P	12	0.00	0.55	0.97	<b>0.9144</b>

Mediante la prueba de Shapiro Wilks, se determinó que el p-valor (0.9144) fue mayor al nivel de significancia (0.05), por lo que se aceptó la hipótesis de igual, es decir la población está distribuida normalmente y cumplen con el supuesto de normalidad.

## ii. Supuesto de homocedasticidad de la variable número de trípodos

### - Diagrama de dispersión

En la figura 46 se presenta el diagrama de dispersión que permite analizar si existe algún tipo de relación entre los datos de la variable en estudio.

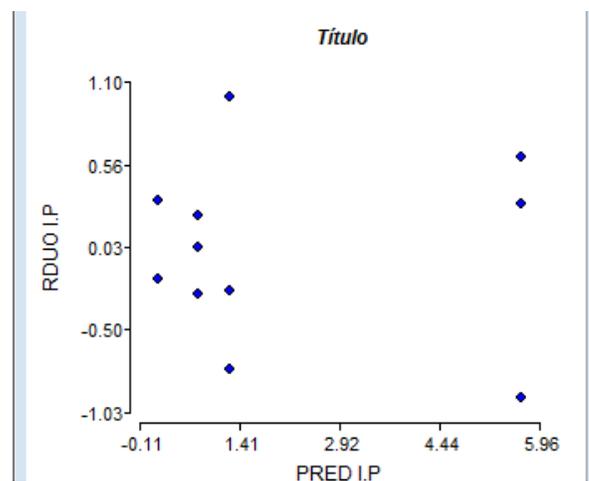


Figura 46. Diagrama de dispersión de la variable índices de producción.

Se realizó el diagrama de dispersión en donde se observó que los puntos en la gráfica no siguen patrones de distribución, el diagrama de dispersión no puede corroborar de manera definitiva si se cumple o no el supuesto de homogeneidad de varianzas, se realizó la prueba de Levene.

### - Prueba de Levene

Verificación del supuesto de homocedasticidad a través de la prueba formal de Levene en el que se evaluó la igualdad de varianzas (cuadro 16).

Cuadro 16. Prueba de Levene.

<b>Variable</b>	<b>N</b>	<b>R2</b>	<b>R2 Aj</b>	<b>CV</b>	
<b>RABS I. P</b>	12	0.78	0.7	64.05	
<b>FV</b>	<b>SC</b>	<b>GL</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>p-VALOR</b>
<b>Modelo</b>	0.60	3	0.20	3.00	0.0952
<b>tratamiento</b>	0.60	3	0.20	3.00	0.0952
<b>Error</b>	0.53	8	0.07		
<b>Total</b>	1.13	11			

Se realizó la prueba formal de Levene en donde el p-valor (0.0952) fue mayor al nivel de significancia (0.05) por lo tanto se acepta la hipótesis de igualdad, es decir; existen variables constantes, por lo que cumple el supuesto de homocedasticidad.

### iii. Análisis de varianza de la variable índice de producción

En el cuadro 17 se presenta el análisis de varianza de la variable índice de producción que se realizó con un nivel de significancia del 5 %.

Cuadro 17. Análisis de varianza de la variable índice de producción.

<b>Variable</b>	<b>N</b>	<b>R2</b>	<b>R2 Aj</b>	<b>CV</b>	
<b>I.P</b>	12	0.95	0.93	32.51	
<b>FV</b>	<b>SC</b>	<b>GL</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>p-VALOR</b>
<b>Modelo</b>	57.02	3	19.01	46.50	0.0001
<b>tratamiento</b>	57.02	3	19.01	46.50	0.0001
<b>Error</b>	3.27	8	0.41		
<b>Total</b>	60.29	11			

Se observa que los tratamientos para índices de producción tienen el p-valor (0.0001) menor al nivel de significancia (0.05), por lo tanto, al menos uno de los tratamientos evaluados tuvo un efecto distinto a los demás, por lo que se procedió a realizar una prueba múltiple de medias.

#### iv. Prueba de LSD Fisher de la variable índice de producción

Análisis de varianza de los tratamientos por medio de la prueba LSD Fisher, descritos en el cuadro 18.

Cuadro 18. Prueba LSD Fisher de la variable índice de producción.

Tratamientos	Medias	n	E.E.		
<i>Chrysoperla carnea</i>	5.67	3	0.86	A	
Testigo relativo	1.25	3	0.86		B
<i>Beauveria bassiana</i>	0.77	3	0.86		B
Aceite parafínico	0.17	3	0.86		B

Mediante la prueba de LSD fisher se observó que existen diferencias significativas en la variable respuesta índices de producción. El tratamiento de *C. carnea* presentó el mayor índice de producción de 5.67 esquejes por bolsa agrupándose en la literal (A), los tratamientos testigo relativo, *Beauveria bassiana* y aceite parafínico se agruparon con la misma literal (B) por lo cual indican que son estadísticamente iguales, siendo el tratamiento de aceite parafínico el que presentó el menor índice de producción 0.17 esquejes por bolsa (figura 47).

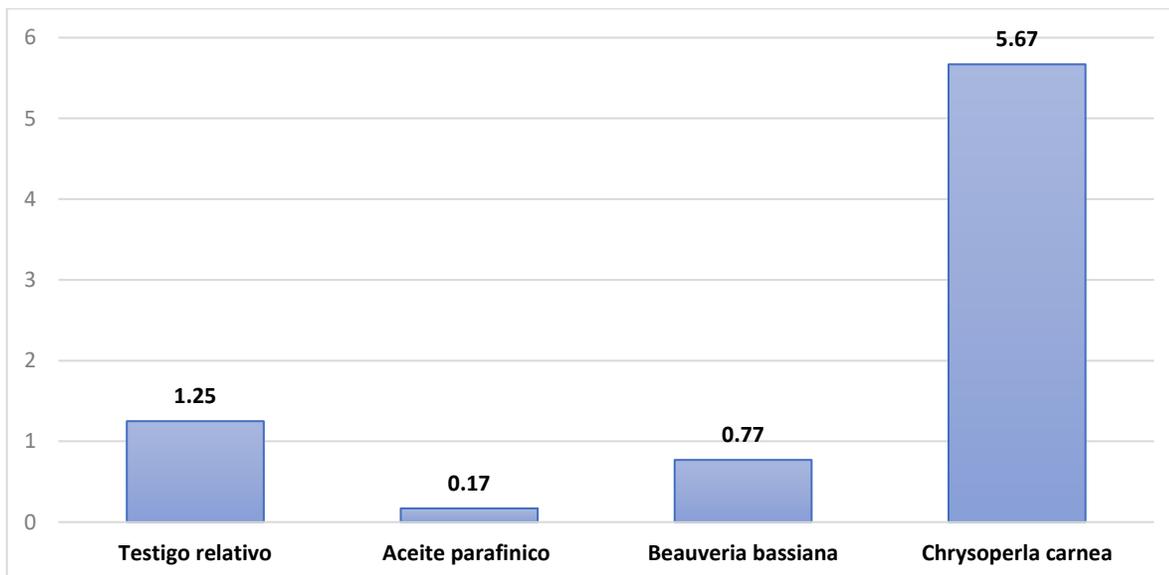


Figura 47. Índices de producción de esquejes de calidad exportable.

Al realizar la comparación de los tratamientos, se determinó que el tratamiento de liberación de larvas de *C. carnea* fue el tratamiento que presentó el mayor índice de producción con un promedio de 5.67 esquejes de calidad exportable por bolsa, comparando con el tratamiento testigo relativo que su índice de producción fue de 1.25 esquejes de calidad exportable por bolsa, siendo este el manejo que la empresa realizó. En términos de producción el tratamiento de larvas *C. carnea* a razón de 8 larvas por metro cuadrado mejoró significativamente el índice de producción de esquejes de calidad exportable del cultivo de *Echeveria* sp.

### 2.6.3 Análisis económico

#### A. Descripción de los costos por unidad de medida de los tratamientos

En el cuadro 19 se presentan los costos por unidad de medida de los tratamientos evaluados.

Cuadro 19. Costo por unidad de medida de los tratamientos.

Tratamiento	Ingrediente activo	Presentación	Precio (Q.)	Volumen	Dosis	Costo por unidad de medida en (Q.)
T1	Spinosad	Litro	1,600.00	1,000 cm <sup>3</sup>	0.5 cm <sup>3</sup> /L	0.80
T1	Methiocarb	Litro	373.02	1000 cm <sup>3</sup>	1 cm <sup>3</sup> /L	0.37
T1	Abamectina	Litro	450.00	1000 cm <sup>3</sup>	0.5 cm <sup>3</sup> /L	0.23
T1	Fipronil	Litro	1,350.00	1000 cm <sup>3</sup>	0.5 cm <sup>3</sup> /L	0.68
T2	Aceite parafínico	Galón	230.00	3,785 L	5 cm <sup>3</sup> /L	0.30
T3	<i>Beauveria bassiana</i>	Sobre	270.00	2,500 mg	125 mg/L	0.01
T4	<i>Chrysoperla carnea</i>	Botella de 100 larvas	200.00	100 larvas	8 larvas/m <sup>2</sup>	4.00

Se determinó el costo de aplicación de todos los tratamientos, siendo el de *Chrysoperla carnea* el que presentó los mejores resultados para las variables número de trípodos por tratamiento e índice de producción. El tratamiento presentó el mayor costo con Q. 4.0 en la dosis de 8 larvas por m<sup>2</sup>. En base a los resultados se determinó el costo variable de cada tratamiento para determinar la relación beneficio-costo de cada tratamiento.

### Costos totales de los tratamientos evaluados

Desglose de los costos fijos y variables de cada tratamiento para obtener el costo total de cada tratamiento (cuadro 20).

Cuadro 20. Costos totales de los tratamientos en (Q.).

<b>Costos totales</b>						
	<b>Descripción</b>	<b>(Q)</b>	<b>Tratamientos</b>			
			<b>Testigo relativo</b>	<b>Aceite parafínico</b>	<b><i>Beauveria bassiana</i></b>	<b><i>Chrysoperla carnea</i></b>
<b>Costos variables</b>	<b>Insumos</b>	<b>5.15</b>				
	Esquejes		0.00	0.00	0.00	0.00
	Sustrato		0.08	0.08	0.08	0.08
	<b>Tratamientos</b>					
	Litro/ metro solución		0.50	0.30	0.01	4.00
<b>Costos fijos</b>	<b>Mano de obra</b>	<b>5.07</b>				
	Llenado y preparación del sustrato		0.11	0.11	0.11	0.11
	Plantado y labores culturales y cosecha		1.13	1.13	1.13	1.13
	Aplicación de tratamientos/ riego/ fertilización		0.03	0.03	0.03	0.03
	<b>Alquiler</b>	<b>0</b>				
	Maquinaria		0.00	0.00	0.00	0.00
	Terreno		0.00	0.00	0.00	0.00
		<b>0</b>				

<b>Depreciaciones</b>						
	Sistema de riego	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	Equipo y herramientas	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<b>Costos totales</b>	<b>Total</b>	<b>10.22</b>	<b>1.85</b>	<b>1.65</b>	<b>1.36</b>	<b>5.35</b>

Bobadilla *et al* (2011) citado por Ordaz *et al* (2014), indican que realizar una integración de los costos de producción involucrados, es el mejor criterio para realizar el cálculo correcto de la relación beneficio/costo. Se realizó la integración de los costos involucrados en la producción de esquejes de calidad, como gastos que están relacionados con la eficiencia productiva.

Los activos de inversión inicial; maquinaria y equipo, alquiler del terreno, equipo y herramientas, sistema de riego y depreciaciones no fueron tomados en cuenta porque es un cultivo ya establecido dentro de las instalaciones de la empresa, únicamente se tomaron en cuenta los insumos para el establecimiento del cultivo. Los esquejes no representaron costos para la empresa ya que se utilizó esquejes existentes en el departamento de producción.

El costo de cada tratamiento fue calculado por metro cuadrado, para tener una unidad de medida estándar para cada uno, la mano de obra se calculó en base al salario mínimo para el sector agrícola del país. En base a lo anterior se calculó de costos totales de cada tratamiento.

El tratamiento de larvas de *Chrysoperla carnea* presentó el mayor costo de producción, debido a que está en función de la dosis de larvas liberadas por metro cuadrado por lo que se realizó con Q. 5.35 y el menor costo lo presentó el tratamiento de *Beauveria bassiana* con Q. 1.36 es así que se realizó un análisis de beneficio / costo para determinar la viabilidad de los tratamientos.

## Relación costo / beneficio

En el cuadro 21 se presenta el cálculo del indicador económico, relación beneficio/costo de los tratamientos evaluados.

Cuadro 21. Relación beneficio/costo.

Concepto	Tratamientos			
	Testigo relativo	Aceite parafínico	<i>Beauveria bassiana</i>	<i>Chrysoperla carnea</i>
Índice de producción por bolsa	1.25	0.17	0.77	5.69
Precio del esqueje	1.92	1.92	1.92	1.92
(+) Ingresos totales	2.40	0.33	1.48	10.94
(-) costos totales	1.85	1.65	1.36	5.35
beneficios netos (utilidad neta)	0.55	-1.33	0.12	5.59
<b>Beneficio / costo</b>	<b>0.30</b>	<b>-0.80</b>	<b>0.09</b>	<b>1.04</b>

En el análisis económico de la producción de esqueje exportable de *Echeveria* sp cv. Dusty Pink, se determinó que el mayor índice de producción fue el tratamiento de *Chrysoperla carnea* con 5.69 esquejes / bolsa, el menor índice de producción fue el de aceite parafínico con 0.17 esquejes / bolsa. Se calculó los ingresos totales de cada tratamiento, se multiplicó el índice de producción por el precio de venta del esqueje que es equivalente a Q. 1.92

Al descontar los costos totales a cada tratamiento se obtuvo los beneficios netos o la utilidad neta, según Briones Ventura (2019) indica que los beneficios netos son el resultado final de las operaciones realizadas por los contribuyentes dentro de un periodo, es decir es el beneficio económico con el que disponen, para que sean repartidos mediante dividendos o tomar la decisión de volver a reinvertir. Se determinó que las mayores utilidades las produjo el tratamiento de *Chrysoperla carnea* con 5.59 y la menor utilidad fue el tratamiento de aceite parafínico con -1.33.

Rincón y Villareal (2010) citado por Briones Ventura (2019), indican que es importante conocer la utilidad que genera una empresa a fin de determinar la rentabilidad del negocio es decir saber si está ganando o perdiendo dinero. En base a lo anterior se define que la utilidad neta del tratamiento de aceite parafínico con -1.33 indico que la empresa gastó más dinero del que ganó durante un periodo de tiempo determinado (figura 48).

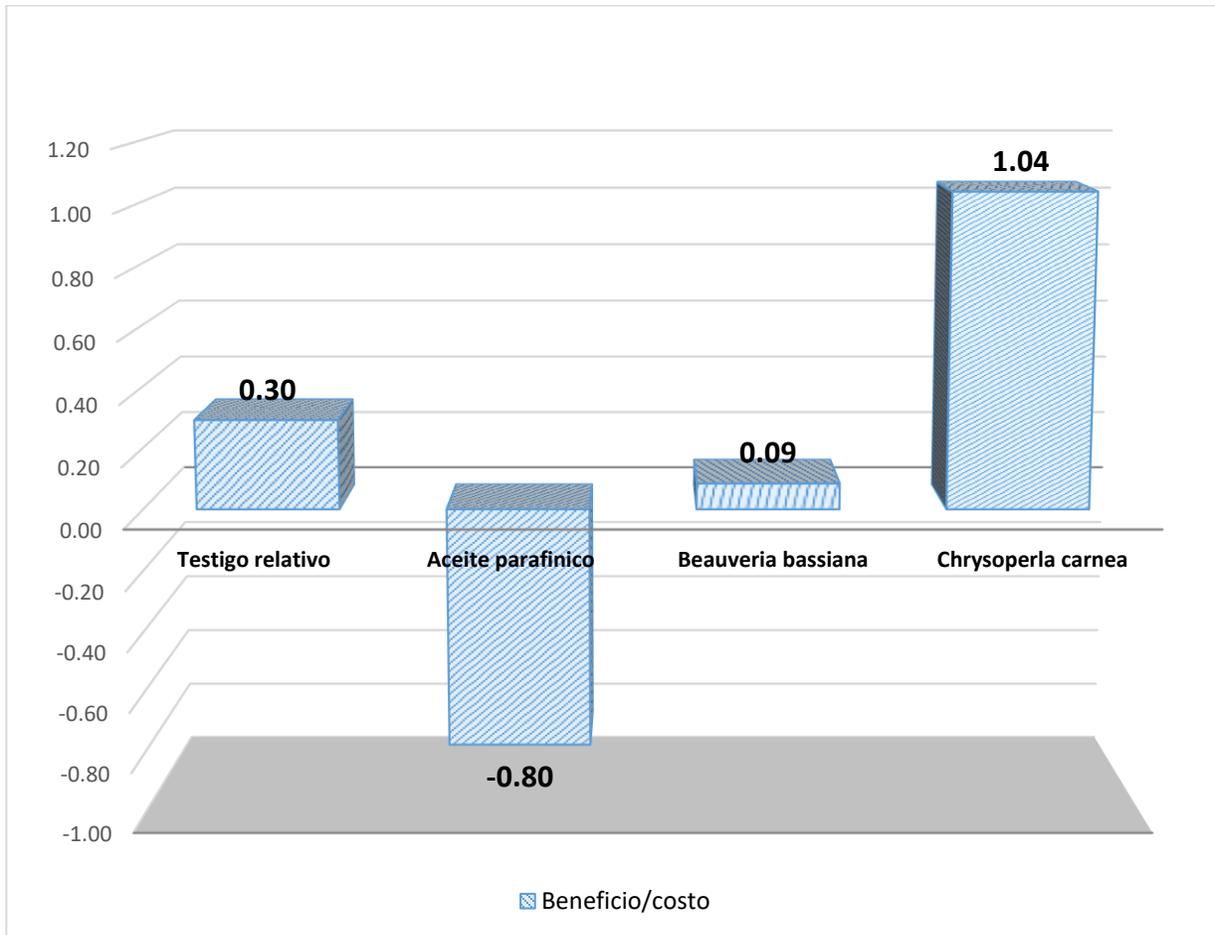


Figura 48 . Relación beneficio / costo.

Se dividió los beneficios netos entre los costos totales para obtener la relación beneficio costo de cada tratamiento. Harvard Business Press (2007) citado por Arévalo *et al* (2007) explica que el análisis beneficio /costo permite formular y evaluar proyectos relacionándolos y plantear una propuesta, cuantificándola en términos monetarios con la finalidad de que los beneficios sean mayores a los costos.

Los tratamientos; testigo relativo, aceite parafínico y *B. bassiana* presentaron una relación beneficio/costo de (Q.) 0.30, (Q.) - 0.80 y (Q.) 0.09 respectivamente y el tratamiento de *C. carnea* presentó la mayor relación B/C de 1.04. Ucañan (2015) explica que cuando la relación beneficio/costo es  $<1$  indica que los costes son mayores que los beneficios, no se debe considerar y cuando es  $> 1$  indica que los beneficios superan los costes, por consiguiente, el proyecto es viable.

En la variable respuesta número de trípodos por tratamiento, si existió diferencias significativas entre la liberación de larvas de *Chrysoperla carnea*, testigo relativo y *Beauveria bassiana*, presentaron el mismo nivel de control, siendo estadísticamente iguales, al realizar el análisis beneficio/costo se determinó que hubo diferencias entre ellos, el testigo relativo y *B. bassiana* presentaron una relación de (Q.) 0.30 y (Q.) 0.09 respectivamente, lo que indica que los costos superan a sus beneficios por lo que estos tratamiento no son viables.

La relación beneficio costo del tratamiento de larvas de *C. carnea* fue de 1.04, por lo que beneficios superan a sus costos, es decir que la inversión inicial se recuperó satisfactoriamente por lo que el proyecto es viable, es así que cada quetzal invertido fue recuperado y además se obtuvo una ganancia de (Q.) 0.04. Es necesario evaluar dosis menores a 8 larvas/m<sup>2</sup> y comparar los índices de producción de esqueje exportable y disminuir los costos de producción para aumentar el margen de ganancia.

## 2.7 CONCLUSIONES

1. Los tratamientos que presentaron diferencias estadísticas en la variable número de trípodos fueron la liberación de larvas de *Chrysoperla carnea*, testigo relativo y *Beauveria bassiana*, presentaron el mismo nivel de control, siendo estadísticamente iguales, teniendo un promedio de 1.00, 1.67 y 3.00 trípodos/tratamiento respectivamente. El tratamiento de aceite parafínico presentó el menor control, con un promedio de 4.33 trípodos/ tratamiento.
2. El tratamiento que presentó diferencias significativas en la variable índice de producción por bolsa, fue la liberación de larvas de *C. carnea* en la dosis de 8 larvas/m<sup>2</sup> cada 7 días con un promedio de 5.67 esquejes exportable por bolsa. Los tratamientos; testigo relativo, *Beauveria bassiana* y aceite parafínico presentaron el mismo nivel de control, siendo estadísticamente iguales teniendo un promedio de 1.25, 0.77 y 0.17 esquejes exportable por bolsa respectivamente.
3. La relación Beneficio /costo del tratamiento de larvas de *Chrysoperla carnea* en la dosis de 8 larvas/m<sup>2</sup> con una frecuencia de liberación de 7 días fue de 1.04. La relación beneficio / costo de los tratamientos; testigo relativo, *Beauveria bassiana* y aceite parafínico la relación beneficio / costo fue de 0.30, 0.09 y - 0.80 respectivamente.

## 2.8 RECOMENDACIONES

1. Como alternativa para contrarrestar las pérdidas de esquejes por daño de *F. occidentalis* en el cultivo de *Echeveria sp. cv. Dusty Pink* es posible utilizar la liberación del depredador *Chrysoperla carnea* a razón de 8 larvas/m<sup>2</sup> con una frecuencia semanal.
2. Para obtener resultados positivos de *Chrysoperla carnea* para el control de trípodos, se debe realizar en condiciones similares al estudio, es decir no exista ninguna otra plaga presente, ya que se observó que el depredador tiene afinidad por otras plagas, por ejemplo, *Pseudococcus longispini*.
3. Evaluar dosis de larvas *Chrysoperla carnea* menores a 8 larvas/m<sup>2</sup> y comparar índices de producción.

## 2.9 BIBLIOGRAFÍA

- Arévalo Briones, K. P., Pastrano Quintana, E., & Armijos Jumbo, V. (2016). *Relación beneficio – costo por tratamiento en la producción orgánica de las hortalizas (Cilantro, Lechuga, Cebolla Roja, Cebolla de Rama) en el cantón Santo Domingo de Los Colorados*. Recuperado el 05 de abril de 2019, de Revista Publicando, 3(7): <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/5833452.pdf>
- Badii, M. H., & Abreu, J. L. (2006). *Control biológico una forma sustentable de control de plagas*. Recuperado el 05 de abril de 2019, de Daena: International Journal of Good Conscience, 1(1), 82-89: [http://www.spentamexico.org/v1-n1/1\(1\)%2082-89.pdf](http://www.spentamexico.org/v1-n1/1(1)%2082-89.pdf)
- Briones Ventura, M. A. (2019). *El planeamiento tributario y la utilidad neta en la empresa HIPER S.A*. Recuperado el 12 de Abril de 2020, de (Tesis Lic. Cont. Fin., Universidad Peruana de las Américas: Lima, Perú): <http://repositorio.ulasamericas.edu.pe/bitstream/handle/upa/638/El%20planeamiento%20tributario%20y%20la%20utilidad%20neta%20en%20la%20empresa%20Hiper%20S.A.%20a%3%b1o%202018.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Bustillo Pardey, A. E. (2009). *Evaluación de insecticidas químicos y biológicos para controlar Frankliniella occidentalis (Thysanoptera: Thripidae) en cultivos de espárragos*. Recuperado el 20 de Septiembre de 2020, de Revista Colombiana de Entomología, 35(1), 12-17: [https://www.researchgate.net/profile/Alex\\_Bustillo/publication/262457513\\_Evaluacion\\_of\\_chemical\\_and\\_biological\\_insecticides\\_to\\_control\\_Frankliniella\\_occidentalis\\_Thysanoptera\\_Thripidae\\_in\\_asparagus\\_crops/links/54ce2b030cf24601c08f4fe4.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Alex_Bustillo/publication/262457513_Evaluacion_of_chemical_and_biological_insecticides_to_control_Frankliniella_occidentalis_Thysanoptera_Thripidae_in_asparagus_crops/links/54ce2b030cf24601c08f4fe4.pdf)
- Cactus y Suculentas. (2020). *Enfermedades*. Recuperado el 01 de Abril de 2019, de Cactus y Suculentas: <https://www.cactusysuculentas.org/enfermedades/>
- Castresana, J., Gagliano, E., Puhl, L., Bado, S., Vianna, L., & Castresana, M. (2008). *Atracción del trips Frankliniella occidentales (Pergande) (Thysanoptera: Thripidae) con trampas de luz en un cultivo de Gerbera jamesonii (G.)*. Recuperado el 22 de marzo de 2019, de IDESIA (Chile), 26(3), 51-56: [https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0718-34292008000300006](https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-34292008000300006)
- Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo, México (CIMMYT). (1998). *La formulación de recomendaciones a partir de datos agronómicos: Un manual metodológico de evaluación económica*. Recuperado el 01 de abril de 2019, de México: CIMMYT: <https://repository.cimmyt.org/xmlui/bitstream/handle/10883/1063/9031.pdf>

- Cifuentes Pellecer, J. C. (2015). *Trabajo de graduación realizado en los sectores El Recreo y El Rincón, Villa Canales, departamento de Guatemala*. Obtenido de (Tesis Ing. Agr., Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía: Guatemala): [http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/01/01\\_2319.pdf](http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/01/01_2319.pdf)
- Control Biológico. (2020). *Beauveria bassiana*. Recuperado el 01 de marzo de 2019, de Agricultura Orgánica: [http://www.controlbiologico.com/bp\\_beauveria\\_bassiana.htm](http://www.controlbiologico.com/bp_beauveria_bassiana.htm)
- Gómez Méndez, H. A., Ramírez Barillas, S. S., & Polo Juárez, P. A. (2018). *Identificación, evaluación de capacidad depredadora y respuesta funcional de chinche nativa depredadora como estrategia de control biológico de trips en cultivos protegidos*.  
Recuperado el 30 de marzo de 2018, de Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala, Dirección General de Investigación: <https://digi.usac.edu.gt/bvirtual/informes/puicb/INF-2017-46.pdf>
- Góngora Botero, C. E., Marín, P., & Benavides Machado, P. (2009). *Claves para el éxito del hongo Beauveria bassiana como control biológico de la broca del café*.  
Recuperado el 01 de abril de 2019, de Avances Técnicos CENICAFE, no. 384, 1-8: <https://www.cenicafe.org/es/publications/avt0384.pdf>
- Google Eart. (2018). *Villa Canales, Guatemala*. Obtenido de Google Eart: <https://earth.google.com/web/@14.47579796,-90.54144201,1214.65019146a,6077.26779189d,35y,0h,0t,0r>
- Hernández Guzmán, W. L. (2008). *Propuesta de zonificación y criterios para el diseño de pavimentación para la aldea San José el Tablón, municipio de Villa Canales, Guatemala*. Obtenido de (Tesis Ing. Civ., Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, Escuela de Ingeniería Civil: Guatemala): [http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08\\_3208\\_C.pdf](http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_3208_C.pdf)
- Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Chile (INIA). (2016). *Trips, Frankliniella occidentalis (Pergande), Frankliniella australis*. Recuperado el 05 de Abril de 2020, de Chile: INIA: <https://www.inia.cl/sanidadvegetal/2016/11/08/trips-frankiniella-occidentalis-pergande-frankiniella-australis/>
- Koppert Biological Systems, USA (Koppert). (2019). *Trips occidental de las flores: Frankliniella occidentalis*. Recuperado el 01 de Marzo de 2019, de España: Koppert: <https://www.koppert.es/retos/trips/trips-occidental-de-las-flores/>

- Mejía Baena, C. M., Ospina, L., Palacio, M. M., Calvo, S. J., & Giraldo, C. E. (2018). *Relación entre método directo e indirecto de monitoreo de trips (Insecta: Thysanoptera) en un cultivo comercial de crisantemo Dendranthema (dc.) Des Moul (Asterácea) del Oriente Antioqueño, Colombia*. Recuperado el 04 de 04 de 2020, de MetroFlor, no. 84: <http://www.metroflorcolombia.com/relacion-entre-metodo-directo-e-indirecto-de-monitoreo-de-trips-insecta-thysanoptera-en-un-cultivo-comercial-de-crisantemo-dendranthema-dc-des-moul-asteracea-del-oriente-antioqueno-colombia/>
- Melofiro López, C. A. (2007). *Defensa de la vida y explotación indebida de los recursos mineros en el Perú*. Recuperado el 12 de Abril de 2020, de Gestipolis, octubre 1: <https://www.gestipolis.com/defensa-vida-explotacion-indebida-recursos-mineros-Perú/>
- MICSA, Guatemala. (2018a). *Comple MIP*. Recuperado el 04 de diciembre de 2019, de Guatemala: MICSA: <http://micsagt.com/index.php/product/product/67>
- MICSA, Guatemala. (2018b). *Complemip: Usos y plagas que controla*. Obtenido de Guatemala: MICSA: <http://micsagt.com/index.php/product/product/67>
- MICSA, Guatemala. (2018c). *Cris Lap: Dosis y recomendaciones de uso*. Recuperado el 24 de marzo de 2019, de Guatemala: MICSA: <http://micsagt.com/index.php/product/product/76>
- Municipalidad de Villa Canales, Guatemala. (2017). *Nuestra municipalidad*. Obtenido de Guatemala: Municipalidad de Villa Canales: <http://www.munivillacanales.com/2016-02-07-02-51-32/informacion-3>
- Muñoz Caro, C. M., Suárez, L. F., & Benavides, M. A. (2008). *Caracterización taxonómica de la especie Frankliniella occidentalis (Thysanoptera: Thripidae), plaga del cultivo de rosa para exportación*. doi: <https://revistas.uniminuto.edu/index.php/Inventum/article/view/81/79>
- Ordaz-Ochoa, G., Juárez-Caratachea, A. & -V.-S., & Ortiz-Rodríguez, R. (2014). *Evaluación productiva y análisis costo-beneficio del esquema de producción porcina: primer parto eliminación de cerdas*. Recuperado el 11 de abril de 2020, de Revista Científica, 24(6), 526-534: <https://www.redalyc.org/pdf/959/95932690009.pdf>
- Padilla López, L. A. (2015). *Eficacia de Azadirachtina para el control de trips (Frankliniella occidentalis)*. Recuperado el 01 de Abril de 2019, de (Tesis Ing. Agr., Universidad Rafael Landívar, Facultad de Ciencias Ambientales y Agrícolas: Jutiapa, Guatemala): <http://recursosbiblio.url.edu.gt/tesiseortiz/2015/06/14/Padilla-Luis.pdf>
- Reyes S., P., Islas, M., Gonzales, O., Carrillo, P., Vergara, F., & Brachet, C. P. (2011). *Echeveria Manual de perfil diagnóstico de Echeveria en México*. Recuperado el 31 de Marzo de 2019, de Chapingo, México: Universidad Autónoma de Chapingo:

[https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/190639/Echeveria\\_Manual\\_del\\_perfil\\_diagn\\_stico\\_del\\_g\\_nero\\_Echeveria\\_en\\_M\\_xico.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/190639/Echeveria_Manual_del_perfil_diagn_stico_del_g_nero_Echeveria_en_M_xico.pdf)

- Romero M., O. R., Caballero, L., Gauggel, C., & granadino, M. (2014). *Línea de base de fertilidad, condiciones físicas del suelo y relación beneficio – costo de un sistema agroforestal y un cultivo en ladera*. Recuperado el 05 de abril de 2020, de (Tesis Ing. Agr., Zamorano: Escuela Agrícola Panamericana El Zamorano: Honduras): <https://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/2132/1/IAD-2003-T020.pdf>
- Salamanca, J., Varón Devia, E. H., & Santos Amaya, O. (2010). *Cría y evaluación de la capacidad de depredación de Chrysoperla externa sobre Neohydatotrips signifer, trips plaga del cultivo de maracuyá*. Recuperado el 20 de septiembre de 2020, de Ciencia y Tecnología Agropecuaria, 11(1), 31-40: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5624778>
- Salamanca Bastidas, J., Varón Devia, E. H., & Santos Amaya, O. (2010). *Cría y evaluación de la capacidad de depredación de Chrysoperla externa sobre Neohydatotrips signifer, trips plaga del cultivo de maracuyá*. Recuperado el 06 de Abril de 2020, de Ciencia & Tecnología Agropecuaria, 11(1), 31-40: <http://revista.corpoica.org.co/index.php/revista/article/view/192/197>
- Suquilanda, M., & Vásquez Tubón, V. X. (2013). *Control de trips (Frankliniella occidentales) mediante la aplicación de tres extractos botánicos en el cultivo de rosas (Rosa sp.) variedad Mohana. Cayambe, Pichincha*. Recuperado el 20 de Septiembre de 2020, de (Tesis Ing. Agr., Universidad Central del Ecuador: Quito, Ecuador): <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/1104/1/T-UCE-0004-24.pdf>
- Vides, A. (2014). *Suculentas, la especie ornamental guatemalteca que adornará el mercado internacional en el 2015*. Recuperado el 05 de Abril de 2019, de Guatemala: Asociación Guatemalteca de Exportadores (AGEXPORT): <http://agexporthoy.export.com.gt/sectores-de-exportacion/sector-agricola/suculentas-la-especie-ornamental-guatemalteca-que-adornara-el-mercado-internacional-en-el-2015/>
- Weather Spark. (2019). *El clima promedio en Villa Canales, Guatemala*. Obtenido de Weather Spark: <https://es.weatherspark.com/y/11623/Clima-promedio-en-Villa-Canales-Guatemala-durante-todo-el-a%C3%B1o>

World of Succulents, USA (WOS). (2018). *Echeveria 'Dusty Rose'*. Obtenido de USA: WOS: <https://worldofsucculents.com/echeveria-dusty-rose>



## 2.10 APENDICE

	FICHA TÉCNICA		Código: FT-O-001 Versión: 001 Fecha actualización: 20-05-17 Página 1 de 3
	Cris-lap		



## 1. CARACTERÍSTICAS

Cris-lap es un depredador utilizado para el control biológico de insectos plaga.

Nombre científico:	<i>Chrysoperla carnea</i>
Nombre común:	Crisopa, hormiga león
Composición:	200 individuos (larvas o adultos)
Formulado y distribuido por:	MIC, S.A. Km. 36.5 Finca Pegón Piloncito, Aldea el Jocotillo, Villa Canales. Guatemala. Tel. (502) 5043-3180

## 2. MODO DE ACCION

*Chrysoperla carnea* controla poblaciones plaga por depredación. Sólo los estadios larvales son activos depredadores. Estas actúan clavando sus mandíbulas en las presas y succionando sus fluidos internos. Los adultos poseen una elevada capacidad de dispersión, la cual les permite localizar a sus presas, en cuya proximidad realizan la puesta.

## 3. ALMACENAMIENTO Y TRANSPORTE

Este producto debe ser liberado inmediatamente después de ser recibido. Los adultos se pueden transportar a una temperatura de 20-25 °C colocando los envases de forma vertical. Los huevos y larvas deben transportarse a una temperatura entre 10-15 °C colocando los envases de forma horizontal. Tanto para huevos, larvas, pupas y adultos se recomienda que no sean expuestos a la luz directa del sol ni a temperaturas arriba de los 30 °C.

## 4. ACLIMATACION

- Mantener la hielera que contiene el producto en un lugar fresco, lejos de agroinsumos, químicos o detergentes.
- Abrir de forma gradual la hielera para evitar choque térmico, considerar media hora de aclimatación gradual.
- Luego de realizar la aclimatación, el producto se debe utilizar inmediatamente.

Elaborado por: Departamento de Validación y Registro de Productos	Revisado por: Gerencia Comercial	Autorizado por: Gerencia General
--	-------------------------------------	-------------------------------------

Prohibida la reproducción parcial o total de este documento

Fuente: MICSA 2018.

Figura 49A. Ficha técnica de del producto Cris-lap.

	FICHA TÉCNICA		Código: FT-D-001
	Cris-lap		Versión: 001 Fecha actualización: 31-05-17 Página 2 de 8

## 5. EQUIPO Y FORMA DE APLICACIÓN

Cris-lap no necesita de ningún equipo especial para su aplicación, se recomienda liberar manualmente los adultos y el material inerte en el follaje del cultivo. Hacer la liberación entre 6:00 9:00 am y de 4:00 a 6:00 pm.

## 6. RECOMENDACIONES DE USO

CULTIVO	PLAGA	DOSIS	INTERVALO DE APLICACION
Ornamentales	<i>Myzus persicae</i>	200 adultos/mz 5-15 larvas/m <sup>2</sup>	Cada 8, 15, 21 y 30 días hasta controlar la plaga.
Berries	<i>Aphis gossypii</i>		
Hortalizas	<i>Macrosiphum euphorbiae</i>		
Frutales	<i>Diuraphis citri</i>		
Pastos	<i>Bactericera cockerelli</i>		
Maíz	<i>Bemisia tabaci</i>		
Caña de azúcar	<i>Macroneilicoccus hirsutus</i>		
	<i>Phenacoccus citri</i>		
	<i>Pseudococcus longispinus</i>		
	<i>Frankliniella occidentalis</i>		
	<i>Tetranychus urticae</i>		
	<i>Helicoverpa spp.</i>		
	<i>Plutella xylostella</i>		
	<i>Trichoplusia ni</i>		

\* Las dosis y frecuencias de aplicación pueden variar según el cultivo, plaga y condiciones de cada proyecto. Consultar a su asesor de MIC, S.A., para una mejor toma de decisiones.

## 7. COMPATIBILIDAD

En forma general los huevos, larvas, pupas y adultos de *Chrysoperla carnea* son susceptibles a la aplicación de plaguicidas principalmente insecticidas. Evitar aplicar plaguicidas en el cultivo una semana antes y una semana después de la liberación. Algunos plaguicidas pueden resultar tóxicos para *Chrysoperla carnea*. Consultar a su asesor de MIC, S.A. para una mejor toma de decisiones.

Elaborado por: Departamento de Validación y Registro de Productos	Revisado por: Gerencia Comercial	Autorizado por: Gerencia General
---	-------------------------------------	-------------------------------------

Prohibida la reproducción parcial o total de este documento

Fuente: MICSA 2018.

Figura 50A. Ficha técnica del producto Cris-lap.

	FICHA TÉCNICA		Código: FT-COMPLEMIP-001 Versión: 001 Fecha actualización: 21-12-17 Página 1 de 3
	COMPLEMIP		



### 1. CARACTERÍSTICAS

COMPLEMIP es un coadyuvante de uso agrícola:

Clase	HIDROCARBURO
Ingrediente activo	Aceite parafínico
Composición	Aceite parafínico al 85.35% m/v Aceite parafínico al 97.1% v/v
Formulado y distribuido por:	Agropecuaria Popoyán, S.A., 11 Av. 37-80, Colonia Las Charcas, Ciudad de Guatemala, Guatemala PBX: 23273333

### 2. MODO DE ACCION

Es un coadyuvante para ser usado junto a otros agroquímicos, éste encapsula el ingrediente activo del producto con el cual se mezcla y lo dispersa con mayor eficiencia sobre el cultivo. Además provoca asfixia o sofocación en insectos los cuales mueren tres días después de la aplicación y en hongos actúa preventivamente inhibiendo el desarrollo de esporas (no permite que ingrese el haustorio a los estomas).

### 3. ALMACENAMIENTO Y TRANSPORTE

COMPLEMIP debe almacenarse en un área fresca y seca a temperatura entre 2-50 °C, evitar el contacto directo con los rayos del sol, no transportar ni almacenar junto a productos de consumo animal y de consumo humano, mantener COMPLEMIP en su envase original, bien cerrado y debidamente etiquetado con su respectivo panfleto.

Elaborado por: Departamento de Registros	Revisado por: Departamento Técnico	Autorizado por: Gerencia General
---	---------------------------------------	-------------------------------------

*Prohibida la reproducción parcial o total de este documento*

Fuente: MICA 2018.

Figura 51A. Ficha técnica del producto COMPLEMIP.

	HOJA TÉCNICA	Código: HT-BOVETROL-001
	BOVETROL 8 WP	Versión: 001 Fecha actualización: 07-01-17 Página 1 de 2

### 1. CARACTERÍSTICAS

BOVETROL 8 WP es un insecticida microbiológico usado para el control de insectos plaga del follaje y el suelo.

Nombre científico:	<i>Beauveria bassiana</i>
Nombre común:	Muscardina blanca, <i>Beauveria</i>
Concentración:	2.4x10 <sup>9</sup> UFC/g
Presentaciones:	1.5 g, 4.5 g, 25 g, 100 g, 1 kg.
Formulado y distribuido por:	MIC, S.A. Km. 36.5 Finca Pegón Piloncito, Aldea el Jocotillo, Villa Canales. Guatemala. Tel. (502) 5043 3180

### 2. MODO DE ACCION

*Beauveria bassiana* es un hongo entomopatógeno que mata al insecto por tres mecanismos: la penetración del hongo en el cuerpo del insecto, la secreción de enzimas, metabolitos y toxinas que aceleran la muerte del insecto y la posterior alimentación por parte del hongo de la hemolinfa del insecto.

### 3. ALMACENAMIENTO Y TRANSPORTE

BOVETROL 8 WP debe almacenarse en un área fresca y seca a temperatura entre 2-25 °C, evitar el contacto directo con los rayos del sol, no transportar ni almacenar junto a productos de consumo animal y de consumo humano, mantener el producto en su envase original, bien cerrado y debidamente etiquetado con su respectivo panfleto.

### 4. EQUIPO Y FORMA DE APLICACIÓN

El equipo de aplicación debe estar bien calibrado, en perfecto estado de funcionamiento. Se recomienda su aplicación con equipo estacionario, tractor, de motor y espalda, ajustados de tal forma que brinden buena cobertura, BOVETROL 8 WP también puede ser aplicado en cualquier sistema de riego y/o fertirriego.

Para realizar la mezcla se recomienda seguir el siguiente procedimiento: Llenar el tanque de agua a la mitad, diluir el contenido de BOVETROL 8 WP a utilizar, una vez hecho esto, completar el volumen de agua necesario y mezclar uniformemente.

BOVETROL 8 WP puede ser aplicado en cualquier etapa fenológica del cultivo. Para favorecer la eficacia de BOVETROL 8 WP, se recomienda aplicarlo en horas frescas de la mañana antes de las 9:00 am y horas frescas de la tarde a partir de las 4:00 pm, cuando el suelo esté húmedo a capacidad de campo.

Elaborado por: Departamento de Registros	Revisado por: Gerencia Comercial	Autorizado por: Gerencia General
---	-------------------------------------	-------------------------------------

Prohibida la reproducción parcial o total de este documento

Fuente: MICSA 2018.

Figura 52A. Ficha técnica del producto Bovetrol.





**b. CAPITULO III: SERVICIOS REALIZADOS EN LA EMPRESA VITA FARMS S. A.**



## **2.11 Servicio 1: EVALUACIÓN DE ESTIMULANTES PARA EL DESARROLLO RADICULAR EN EL CULTIVO DE Hedera cv. *English***

### **2.11.1 PRESENTACIÓN**

Vita Farms S.A es una empresa, dedicada a la producción y exportación de esquejes de plantas ornamentales, contando en su haber con más 300 variedades de plantas ornamentales, que se agrupan en cuatro grandes grupos: Follajes, Grand cover, Dffenbachias, Tropical perennes y Suculentas, siendo estas distribuidas en área norte y área sur.

La empresa se encuentra en constante investigación y desarrollo de nuevas y mejoras en la secuencia de los procesos siendo alguno de estos: la construcción y mantenimiento de invernadero preparación del medio, llenado de bolsas, plantado, producción, riego, fertilización, monitoreo, saneo, manejo de plagas y enfermedades, cosechas, empaque y propagaciones.

Los servicios que se plantearon van enfocados principalmente a las actividades de producción, propagación y control de plagas, las actividades a llevarse a cabo son: 1) La evaluación de bioestimulantes para el desarrollo radicular en el cultivo de *Hederá cv. English*, la investigación tiene como objetivo determinar el tratamiento que produzca mayor biomasa radicular.

## 2.11.2 MARCO CONCEPTUAL

### A. Taxonomía

Reino: Vegetal

División: Magnoliophyta

Clase: Magnoliopsida

Subclase: Rosidae

Orden: Apiales

Familia: Apiales

Género: *Hedera*

### Hábito

Son de hábito trepador con las ramas volubles (PROAÑO, 2013).

### Tallo

Su tallo es de coloración verde oscuro o púrpura, son delgados, pelos estrellados, de 4 a 12 rayos verdosos, Medina (1994) citado por Conabio (s.f).

## **Hojas**

Filo taxia alterna, simples de color verde oscuro, ápice obtuso, ondulado o retorcido, venación palmada; las hojas maduras son menos diversas en tamaño, forma y color, generalmente son ovadas a elíptico-rómbicas, con la base cuneada, redondeada o truncada, ápice agudo, haz ceroso en ocasiones brillante Medina (1994) citado por Conabio (s.f).

## **Inflorescencia**

Las inflorescencias son terminales dispuestas en umbelas simples; las brácteas se caen tempranamente, Medina (1994) citado por Conabio (s.f).

## **Flores**

Las flores son de color verde amarillentas bisexuales, los pedicelos y pedúnculos son robustos, la corola tiene cinco pétalos que están unidos en la base su tamaño es de 1 a 3 mm de longitud, con 5 pétalos unidos en la base, los estilos están unidos en una columna corta; estigma con 5 lóbulos conspicuos, Medina (1994) citado por Conabio (s.f).

## **Raíz**

Raíces aéreas modificadas para trepar y soportar el peso de la planta, Medina (1994) citado por Conabio (s.f).

### **a. Importancia de la raíz**

La raíz desempeña un papel importante para la planta, esta sirve de anclaje y soporte mecánico para el desarrollo y la función más importante de absorber agua y nutrientes. En sus ápices también producen citocininas que son fitohormonas encargadas de estimular el crecimiento (Redagricola, 2017).

## **b. Relación de la raíz con la producción de follajes**

Cuando existe un incremento en la masa biomasa radicular, el grosor del tallo aumenta lo que provoca que la capacidad de translocación de nutrientes sea mayor, por lo que el área foliar de las hojas es mayor, favoreciendo la fotosíntesis siendo así una relación que existe entre la raíz y el follaje de la planta este proceso se debe a que con el óptimo desarrollo de la raíz existe mayor y mejor absorción de agua y nutrientes lo que conlleva al incremento de la parte aérea de la planta, favoreciendo así al desarrollo foliar (Redagricola, 2017).

## **c. Nutrientes que actúan como estimulantes**

### **i. Nitrógeno y desarrollo radicular**

El nitrógeno es uno de los elementos esenciales para el desarrollo de las plantas, está relacionado con el desarrollo del follaje de las plantas, aplicaciones en forma de nitratos provocan un aumento en la actividad hormonal de la planta y esto provoca que las raíces crezcan en búsqueda de áreas en el suelo con nitratos (Redagricola, 2017).

### **ii. El fósforo estimula el desarrollo de las raíces**

El fosforo es un elemento esencial para las plantas participa en la división celular, en los procesos de fotosíntesis, respiración, transferencia y almacenamiento de energía. El fósforo participa en el desarrollo y establecimiento de la raíz (Redagricola, 2017).

### **iii. El calcio estructura el suelo, pero también los tejidos de las raíces**

El calcio en las plantas participa en la inducción a la floración, producción del fruto y división celular lo que favorece al desarrollo en las raíces, es importante en esta etapa ya que su aplicación aumenta el crecimiento y numero de raíces, haciendo que exista producción de cito quininas, el calcio es el que da rigidez en la pared celular lo que sea que una plante tenga una buena estructura (Redagricola, 2017).

#### **iv. Ácido Indol butírico (IBA)**

Es un compuesto natural, se considera un regulador de crecimiento vegetal de la familia de las auxinas, de amplio espectro, es utilizado para estimular el desarrollo de raíces de todo tipo de hortalizas, así como plantas ornamentales, también es muy usado para incrementar el tamaño de los frutos (Marketing Arm, s.f.).

#### **v. Ácidos húmicos y fúlvicos**

Para lograr una generación constante de raíces nuevas o tasa positiva entre natalidad y mortalidad radicular, es necesario manejar el suelo como un sistema que constituya un sustrato favorable y equilibrado, de modo de favorecer los nuevos desarrollos radiculares. Es decir, se debe manejar la física, química y biología del suelo para evitar la compactación y aportar materia orgánica de calidad (ej. ácidos húmicos y fúlvicos), así como proteger la superficie del suelo (mulch) y procurar una nutrición equilibrada (riego y fertilización). También se recomienda aplicar productos enraizantes (basados en auxinas) y controlar plagas y enfermedades.

Enmiendas de suelo, bioestimulantes, fertilizantes, son todos elementos sinérgicos que hoy día se mezclan para hacer herramientas especializadas para cada cultivo y etapa fenológica de estos (Red agrícola, 2017).

Si bien el principal beneficio de los bioestimulantes es otorgar a las plantas tolerancia al estrés. Por ejemplo, tolerancia a estrés por sequía, calor, luz UV de incluso tolerancia a enfermedades. En gran medida los bioestimulantes permiten resistir el estrés al potenciar el desarrollo radicular, además de propiciar actividad antioxidante (Red agrícola, 2017).

## Descripción de los tratamientos evaluados

### a. **Ácido Indol butírico 98 % (IBA)**

Es un producto a base de Acido 3 - Indol butírico en una concentración del 98%, su forma de acción es fisiológica, actúa en los procesos de división y elongación celular de las plantas, induciendo la formación de raíces nuevas en los tallos y esquejes de propagación en plantas anuales y perennes, si es aplicado al tallo o las hojas su movimiento será hacia la base de la planta y si es aplicado a la raíz se moviliza al ápice (Marketing Arm, s.f.)

### b. **N, P, K, Mg, Zn, (IBA), ácidos fúlvicos y acético (Rizomax)**

Es un producto que actúa como activador fisiológico, su aplicación puede ser al suelo o vía foliar estimula la formación de raíces, tallos, y aumenta la cantidad de yemas florales, ayuda a evitar el aborto, mejora la calidad de flores e incrementa la formación de frutos grandes (Inagro, s.f.).

### c. **IBA, ANA, Citocininas, aminoácidos y P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (Phytoroot plus)**

Es un producto que actúa como bio generador, induce y estimula la emisión y desarrollo de nuevas raíces, también favorece el engrosamiento de tallos (Phyto - nutrimentos , s.f.).

### d. **Ácidos fúlvicos, húmicos, N, P y auxinas (Hormovit enraizador)**

Es una mezcla de fósforo, fitohormonas, vitaminas, ácidos húmicos y fúlvicos encargada de la generación de raíces activas y funcionales para el buen establecimiento de los cultivos en el campo (Dunemexicali, s.f.).

### **2.11.3 OBJETIVOS**

1. Determinar el tratamiento que produce el mayor porcentaje de biomasa radicular.
2. Determinar el costo por litro de solución del tratamiento que presente los mayores índices de biomasa radicular.

### 2.11.4 METODOLOGÍA

En el cuadro 22 se presentan los tratamientos evaluados; dosis frecuencia total de aplicaciones y forma de aplicación

Cuadro 22. Descripción de los tratamientos.

Trat	(Ingredientes activos)	Nombre comercial	Dosis	Frecuencia de aplicación	Aplicaciones	Forma de aplicación
T1	Ácido indol butírico 98%	IBA 98 %	1200 ppm	Única al momento de plantado	1	Remojo del esqueje
T2	N, P, K, Mg, Zn, Acido fúlvico, ácido acético, ácido indol butírico	Rizomax	3 cm <sup>3</sup> /L	semanal	3	Drench
T3	Ácido indol Butírico Ácido naftalenacético Cito cininas Cianocobalamina Aminoácidos P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	Phytoroot plus	1 cm <sup>3</sup> /L	semanal	3	Drench
T4	Ácidos. húmico y fúlvico P, N Auxinas	Hormovit	0.5 cm <sup>3</sup> /L	Semanal	3	Drench
T5	Testigo absoluto	Ninguno	Ninguna	Ninguna	Ninguna	Ninguno

Fuente: elaboración propia 2019.

## **A. Descripción y preparación de los tratamientos**

Se procedió a preparar la mezcla previa a esto se corrigió la dureza del agua entre 120 a 250 ppm y el pH del agua entre 5 a 6 con un corregidor pH y dureza con Ablan 87 SL, esto solo aplicó para los tratamientos 2, 3, 4.

### **a. IBA 98% (Testigo relativo)**

Se realizó el manejo tradicional que se le da al cultivo para valorar y comparar la mejora que puedan producir el resto de tratamientos, consistió en una sumersión única de los esquejes al momento del plantada, la mezcla fue de ácido indol butírico a una concentración de 1200 ppm por 10 segundos.

### **b. Rizomax**

Se realizó la aplicación del producto Rizomax, ingrediente activo: N, P, K, Mg, Zn, Acido fúlvico, ácido acético, ácido indol butírico. El orden de preparación de la mezcla fue el siguiente: se agregó el 50 % del volumen de agua a la bomba, más un agente coadyuvante, se agitó por 30 segundos, se agregó la dosis del ingrediente activo, posteriormente se agregó el 50% de agua restante, agitado por 30 segundos, hasta lograr una mezcla uniforme.

### **c. Phytroot plus**

Se realizó la aplicación del producto Phytroot plus, ingrediente activo: Ácido indol Butírico, ácido naftalenacético, citocininas, cianocobalamina, aminoácidos, fósforo. El orden de preparación de la mezcla fue el siguiente: se agregó el 50 % del volumen de agua a la bomba, más un agente coadyuvante, se agitó por 30 segundos, se agregó el ingrediente activo, posteriormente se agregó el 50% de agua restante, agitado por 30 segundos, hasta lograr una mezcla uniforme, este procedimiento se repitió semanalmente.

#### **d. Hormovit enraizador**

Se realizó la aplicación del producto Hormovit enraizador, ingrediente activo: Ácidos húmico y fúlvico P, N y Auxinas. El orden de preparación de la mezcla fue el siguiente: se agregó el 50 % del volumen de agua a la bomba, más un agente coadyuvante, se agitó por 30 segundos, se agregó el ingrediente activo, posteriormente se agregó el 50% de agua restante, agitado por 30 segundos, hasta lograr una mezcla uniforme, este procedimiento se repitió semanalmente.

#### **e. Testigo absoluto**

Se realizó con un plantado del esqueje directo al sustrato, sin ninguna aplicación se hizo con la finalidad medir la variable dependiente, ante la ausencia de las de aplicaciones de productos bioestimulantes de raíces.

### **Forma de aplicación de los tratamientos**

Aplicaciones de los tratamientos 2,3 y 4, se realizó en horas de la mañana (6:00 – 8:00) en una bomba de mochila de 16 litros, marca Matabi sin boquilla ya que la aplicación fue tipo drench, además se utilizó equipo de protección (gorra tipo árabe, mascarilla, overol, botas de hule y guantes).

### **Unidad experimental**

Bolsas de polietileno color negro con 25 esquejes por bolsa del cultivo de Hedera variedad english medidas de la bosa de 10 x 15 inch, sustrato 90:10 (arena: peat moss), se trabajó con 5 tratamientos y 3 repeticiones, lo que hacen un total de 15 unidades experimentales. Con el fin de disminuir el efecto de borde, se tomaron como parcela neta 12 esquejes del centro por unidad experimental (figura 53).



Fuente: elaboración propia 2019.

Figura 53. Unidad experimental.

**Aleatorización y distribución en campo**

Distribución de los tratamientos aleatorizados para cada unidad experimental sobre la banca se realizó con la función aleatoria del programa Excel® versión 2013 (figura 54).

T2	T1	T2	T3	T1	T4	T2	T3	T1	T5	T4	T5	T3	T4	T5
R2	R1	R3	R3	R2	R3	R1	R2	R3	R2	R2	R1	R1	R1	R3

Fuente: elaboración propia 2019.

Figura 54. Aleatorización de las unidades experimentales

## Montaje del experimento

La investigación se ubicó en el invernadero 75 del área sur de la finca Vita Farms, en una banca en bolsa que contó con 162 bolsas de polietileno de 10 x 15 pulgadas, en sustrato arena pómez: peat moss en una relación 90:10 (cuadro 23).

Cuadro 23. Características climáticas del invernadero.

Parámetro	Mínima	Máxima
Temperatura	21 °C	35 °C
Humedad relativa	42%	86%

Fuente: elaboración propia 2019.

## Recolección de la muestra

Una vez finalizado las aplicaciones de los bioestimulantes, se procedió a tomar 12 esquejes en cada unidad experimental, se recolectó los de la parte central de la unidad experimental esquejes los cuales se trasladaron al laboratorio para pesarlos y determinar el porcentaje de biomasa radicular.

## Diseño experimental

Siendo la investigación bajo condiciones controladas se empleó el diseño completamente al azar, ya que en este tipo de diseño están incluidos los principios de repetición y de aleatorización, o sea que, es utilizado cuando no hay necesidad del control local, debido a que el ambiente experimental y las condiciones de manejo son homogéneos y los tratamientos se asignan a las unidades experimentales mediante una aleatorización completa, sin ninguna restricción.

## Modelo estadístico

Descripción del modelo estadístico completamente al azar.

$$Y_{ijk} = \mu + \tau_i + \varepsilon_j(i) + \eta_k(ij)$$

Donde:

$Y_{ijk}$  = valor de la variable de respuesta correspondiente a la  $k$ -ésima muestra sobre la unidad experimental que lleva el tratamiento  $i$  en la repetición  $j$ .

$\mu$  = Media general de la variable respuesta.

$\tau_i$  = Efecto del  $i$ -ésimo tratamiento.

$\varepsilon_j(i)$  = error experimental asociado a la  $ij$ -ésima unidad experimental (error entre parcelas)  
 $\eta_k(ij)$  = error de muestreo dentro de la  $ij$ -ésima unidad experimental (error dentro de parcelas).

### a. Supuestos de ANDEVA

Los supuestos del Análisis de Varianza para grupos independientes son:

1. Que exista independencia de los datos.
2. Que los residuos (dato teórico – dato observado) tengan una distribución normal (normalidad).
3. Que las varianzas de los residuos en los tratamientos sean estadísticamente iguales (homocedasticidad).

**Hipótesis estadística****a. Hipótesis nula**

Todos los tratamientos presentan un mismo peso de biomasa radicular en el cultivo de Hederá variedad English.

**b. Hipótesis alterna**

Por lo menos un tratamiento presenta un mayor peso de biomasa radicular en el cultivo de Hederá variedad English.

**Variables respuesta****a. Peso de biomasa radicular**

En el laboratorio se procedió a tomar un peso total de los esquejes de cada una de las unidades experimentales, se un realizó un promedio de peso total del esqueje en cada tratamiento, posteriormente se realizó un corte en la zona radicular de cada esqueje y se pesó por medio de una pesa analítica del laboratorio agrícola de Vita Farms (figura 55).



Fuente: elaboración propia 2019.

Figura 55. Peso de biomasa radicular.

#### **b. Costos por litro de solución**

Se determinó un costo por litro de solución (Q.) de cada tratamiento evaluado y tomar decisiones si se emplea el tratamiento en base al presupuesto de costos de la empresa.

#### **Análisis de Varianza**

Se utilizó el programa Excel para la creación de una base de datos con la información, con dicha información se realizó un análisis de varianza utilizando el programa con licencia estudiantil Infostat, con el fin de medir la efectividad de los tratamientos, el análisis de los datos se realizó con una significancia del 5%. De encontrarse diferencias significativas entre los tratamientos, se procedió a realizar una prueba múltiple de medias utilizando el método de Diferencia Mínima Significativa (LSD de Fisher) para poder determinar el tratamiento que mostró el mayor peso de biomasa radicular.

### **Análisis económico**

Se realizó un análisis económico del costo por litro de solución haciendo, con base al costo totales del producto y de esa manera observó qué tratamiento es rentable, y con ello, se tomó decisiones si se emplea el tratamiento más conveniente como una aplicación de mantenimiento de raíces.

### **Manejo Agronómico**

Al realizar el experimento en fase de plantado no se realizó manejo de riego, fertilización, control de plagas y enfermedades, únicamente manejo de humedad de un riego por semana, al finalizar la el plantado se realizó un sellado con agua por medido de una válvula de pichacha, posteriormente se cubrió, con plástico por 4 semanas.

### **Registro de temperatura y humedad relativa**

Se tomó registro de la temperatura y humedad con un termómetro Log Tag, se llevó registro de datos diarios para observar los cambios del clima dentro del invernadero.

## 2.11.5 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### A. Peso de biomasa radicular

A continuación, se presenta el promedio peso en g de la biomasa radicular de cada tratamiento (cuadro 24).

Cuadro 24. Pesos de raíces de esquejes de *Hedera* variedad English.

Variedad	No. Repetición	Testigo relativo	N, P, K, Mg, Zn, Ácido fúlvico, ácido acético, ácido indol butírico	Ácido indol Butírico, naftalenacético Citocininas Cianocobalamina Aminoácidos P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	Ácidos. húmicos y fúlvicos P, N Auxinas	Testigo absoluto
English	R1	1.88 g	1.1 g	1.33 g	0.59 g	0.98 g
	R2	1.80 g	1.07 g	1.29 g	0.5 g	0.95 g
	R3	1.97 g	1.15 g	1.36 g	0.68 g	1.04 g
	Promedio	1.88 g	1.10 g	3.98 g	0.59 g	0.99 g

#### a. Supuestos estadísticos

##### vi. Supuestos de normalidad de la variable peso de biomasa radicular

##### - Prueba de Shapiro – Wilks

En el cuadro 25 se presenta la prueba formal de Shapiro - Wilks que permite verificar si se cumple el supuesto de normalidad.

Cuadro 25. Prueba formal de Shapiro- Wilks para el supuesto de normalidad.

Variable	n	media	D.E	W	p (unilateral D)
<b>RDUO Biomasa radicular (gr)</b>	15	0.00	0.05	0.93	0.4752

Se realizó la prueba de normalidad de Shapiro - Wilks en donde el p – valor (0.4752) fue mayor al nivel de significancia (0.05), es así que se aceptó la hipótesis nula, es decir la población está distribuida normalmente.

#### vii. Supuestos de homocedasticidad de la variable peso de biomasa radicular

##### - Prueba de Levene

En el cuadro 26 se presenta la prueba de Levene para evaluar la igualdad de las varianzas.

Cuadro 26. Prueba de Levene de la variable peso biomasa radicular (g).

Variable	N	R2	R2 Aj	CV	
<b>RABS</b>	15	0.20	0.00	85.32	
<b>FV</b>	<b>SC</b>	<b>GL</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>p-VALOR</b>
<b>Modelo</b>	3.2	4	8.0	0.64	0.6450
<b>tratamiento</b>	3.2	4	8.0	0.64	0.6450
<b>Error</b>		10	1.2		
<b>Total</b>		14			

Se realizó la prueba formal de Levene en donde el p-valor (0.6450) fue mayor al nivel de significancia (0.05) por lo tanto se acepta la hipótesis de igualdad, es decir; existen variables constantes.

**a. Análisis de varianza, variable peso de biomasa radicular**

En el cuadro 27 se presenta el análisis de varianza de la variable peso de biomasa radicular (g) realizada con un nivel de significancia del 5 %.

Cuadro 27. Análisis de varianza de la variable peso de biomasa radicular (g).

<b>FV</b>	<b>SC</b>	<b>GL</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>p-VALOR</b>
<b>Modelo</b>	2.72	4	0.68	163.94	0.0001
<b>tratamiento</b>	2.72	4	0.68	163.94	0.0001
<b>Error</b>	0.04	10	E-03		
<b>Total</b>	2.76	14			

Con un nivel de significancia de 5%, se rechazó la hipótesis nula de igualdad del efecto de los tratamientos para la variable peso de biomasa radicular, siendo el p-valor (0.0001) menor al 0.05., lo que indica que al menos uno de los tratamientos evaluados tuvo un efecto distinto a los demás, se procedió a realizar una prueba múltiple de medias.

**b. Prueba LSD de Fisher, variable de biomasa radicular (g)**

En el cuadro 28 se presenta el análisis de la media de los tratamientos mediante la prueba LSD Fisher para la variable peso de biomasa radicular (g).

Cuadro 28. Prueba de LSD Fisher, variable peso de biomasa radicular (g).

Tratamiento	Medias	n	E. E	
<b>Testigo relativo</b>	1.88	3	0.04	A
<b>Phytoroot</b>	1.33	3	0.04	B
<b>Rizomax</b>	1.11	3	0.04	C
<b>Testigo</b>	0.99	3	0.04	C
<b>Hormovit</b>	0.59	3	0.04	D

Mediante la prueba de LSD fisher se observó que existe una diferencia significativa en la variable respuesta peso de biomasa radicular, el tratamiento de ácido indolbutírico al 98% en la dosis de 1,200 ppm, presentó la mayor producción de biomasa radicular con una media de 1.88 gr, situándose con la literal A, siendo este el testigo relativo que representó el manejo que la empresa realizó, seguido de los tratamientos de rizomax, phytoroot, testigo absoluto y hormovit con una media de 1.33 g, 1.11 g, 0.99 g y 0.59 g de biomasa radicular respectivamente (figura 56).

#### i. Pesos en gramos de los tratamientos evaluados

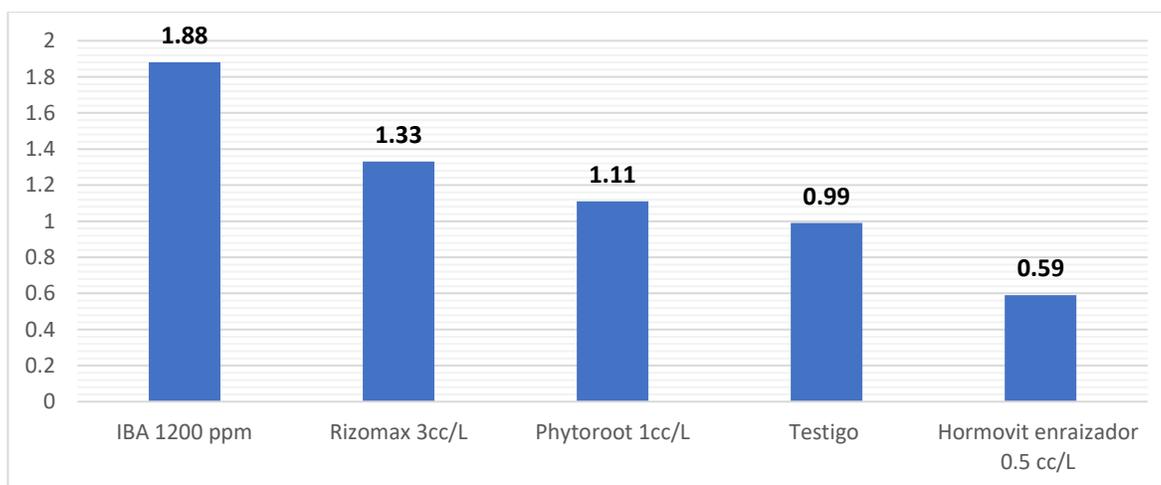


Figura 56 Medias de los pesos de raíz de los tratamientos evaluados.

El uso de ácido 3-Indolbutírico presentó la mayor producción de biomasa radicular en los esquejes, la producción de raíces está relacionada con la producción de follaje el sitio web Redagricola, (2017) menciona que existe una relación directa entre la masa radicular y el desarrollo de la parte aérea ya que se observó que a mayor masa radicular existe un mayor grosor del tallo y más capacidad de translocación, por lo que aumenta el área de las hojas, lo que favorece la fotosíntesis y aumenta el calibre de los frutos. La aplicación del ácido 3-Indolbutírico en los esquejes, provocó que se indujera el proceso de división y elongación celular permitiendo la formación de raíces nuevas en los esquejes de propagación. La propagación asexual en forma de esqueje de las Hederas, ha resultado beneficiosa a la empresa, ya que por medio de estos se producen nuevas plantas que son genéticamente iguales a las plantas madres en menor tiempo. Hartmann y Kester, (1997) citado por (Hernandez *et al*, (2004) indica que el uso de auxinas entre diversas funciones participa en la formación de raíces, inhibición de las yemas laterales y abscisión de hojas.

### Costo de aplicación

En el cuadro 29 se detalla los precios de cada producto y el costo por litro de solución de cada tratamiento.

Cuadro 29. Costo por litro de solución de los tratamientos.

Insumo	Unidad de medida	Precio (Q)	Volumen (gr, cc)	Dosis Finca (cc/L)	Costo litro de solución (Q)
<b>IBA 98</b>	gr	560	460	1.2	1.46
<b>Hormovit</b>	cc	141.96	1000	0.5	0.07
<b>Rizomax</b>	cc	340	1000	3	1.02
<b>Phytoroot</b>	cc	265	1000	1	0.27

Se determinó los costos de aplicación por litro de solución en donde el tratamiento de IBA 98 sp presentó los mayores pesos de biomasa radicular siendo también el que presenta el mayor costo por litro de solución, por lo que es necesario evaluar dosis menores a 1200 ppm para evaluar rendimientos y reducir el costo de aplicación.

### **2.11.6 CONCLUSIONES**

1. El tratamiento que produjo los mayores pesos de biomasa radicular fue el tratamiento de testigo relativo a base de ácido indol butírico al 98% en la dosis de 1,200 ppm con un promedio de 1.88 g.
2. El costo de aplicación del tratamiento de ácido indol butírico 98 % es de Q 1.46 por litro de solución.

### **2.11.7 RECOMENDACIONES**

1. Evaluar dosis menores a 1,200 ppm de ácido indol butírico al 98% para evaluar resultados de producción de biomasa radicular y comparar rendimientos para disminuir costos.
2. Evaluar dosis mayores de 3 cm<sup>3</sup>/L del producto rizomax a base de N, P, K, Mg, Zn, Acido fúlvico, ácido acético, ácido indol butírico para comparar resultados de rendimiento con el testigo relativo y evaluar costos.

## **2.12 Servicio 2: ÍNDICES DE PRODUCCIÓN DEL CULTIVO DE *Agave attenuata* cv. Kara's Stripes.**

### **2.12.1 PRESENTACIÓN**

La finca Vita Farms S. A es una empresa que constantemente introduce variedades con demanda en el mercado europeo y EE. UU, la finca se da a la tarea de propagar las variedades, posteriormente su establece el cultivo en la finca y posteriormente se comercializa a los mercados extranjeros.

Para el departamento de producción es de importancia conocer estimar un índice de producción de los nuevos cultivos, es así que el servicio consistió en determinar un índice de producción de *Agave* cv. Kara's Stripes ya que es una herramienta que les permite realizar planificación de la disponibilidad de esquejes para la venta en un tiempo determinado.

## 2.12.2 MARCO CONCEPTUAL

### A. Taxonomía

Reino: Vegetal

División: Magnoliophyta

Clase: Liliopsida

Orden: Asparagales

Familia: Asparagaceae

Género: *Agave*

Especie: *Agave attenuata*

### Características generales

*Agave attenuata* tiene un ciclo relativamente corto, es una planta perenne, uno o varios tallos de 0.5-1.5 metros de longitud generalmente curvos, en la madurez se vuelven desnudos el número de hojas es indeterminado (Vázquez et al, 2007).

## **Hojas**

Las son planas y cóncavas de color verde siendo de forma ovada, margen liso, el ápice en forma de punta, el tamaño de la hoja es de 50-70 x 12-16 cm (Vázquez et al, 2007).

## **Tallo**

El tallo en general es pequeño, envuelto por las hojas, formando solo unas pocas especies troncos de tamaño significativo. Los rizomas son comunes, con rosetas a lo largo de estos (Vázquez et al, 2007).

## **Raíz**

Las raíces tienen crecimiento radical y fibrosas son fibrosas, las hojas jóvenes son finas y ramificadas y las viejas son gruesas más viejas lo que supone una adaptación para la captación de agua en zonas desérticas (Guillot et al, 2008).

## **Riego**

En época seca deben ser riegos regulares y en época lluviosa solo mantener la humedad del suelo no riego excesivo, no tolera en ningún modo los estancamientos hídricos en particular tener cuidado a no mojar o dejar agua en las hojas (Ecured, 2012)

## **Fertilización**

En temporada de seca es recomendable fertilizar cada tres semanas con un fertilizante líquido suministrado junto al agua de riego utilizando un producto específico formulado para la nutrición de las cactáceas en época lluviosa es recomendable no aplicar fertilizantes (Ecured, 2012).

## **Propagación**

*Agave attenuata* se reproduce de forma sexual por semillas y asexual a partir de esquejes foliares y brotes que crecen a su alrededor de la planta madre, siendo este último el más utilizado, estos brotes de *Agave* son pequeñas plantas de 10 cm de altura, tienen hojas y primordios de raíces. Szarek & Holmesley (1996) citado por Guillot et al (2009).

## **Análisis de crecimiento**

Clavijo (1989) citado por Hernández et al (1995), indica que un análisis de crecimiento se define como una aproximación cuantitativa usada para describir el desarrollo de una planta o de una población de plantas bajo condiciones ambientales naturales o controladas. Este análisis se usa para estudiar el desarrollo del cultivo y como los factores internos y externos influyen en la planta.

El análisis de crecimiento a lo largo del tiempo se ha utilizado principalmente de dos maneras; el clásico que es mediante medidas realizadas en intervalos de tiempo relativamente largos usando un gran número de plantas, y el análisis funcional que analiza en base a intervalos de tiempo frecuentes con un número de plantas relativamente bajo por medio del método de regresión Hunt, (1978) citado por Santos et al (2010).

### 2.12.3 OBJETIVOS

#### A. General

Determinar el índice de producción después del corte apical en el cultivo *Agave attenuata* cv. Kara's Stripes en la finca Vita Farms S.A.

#### Específicos

1. Determinar el número de brotes promedio por planta.
2. Determinar un índice de brotación semanal.
3. Determinar el tiempo que se tardan los brotes en llegar al estándar de 3 ½ a 4 pulgadas de altura.
4. Determinar el número de semanas que se tarda en emerger el brote después de realizar la poda.
5. Determinar índice de crecimiento semanal del brote hasta llegar al tamaño estándar.

#### 2.12.4 METODOLOGÍA

El servicio se realizó con una plantación establecida, la investigación se trató exclusivamente de llevar un seguimiento del desarrollo de la brotación desde que se realizó una poda apical (pinch) hasta llegar a los estándares de cosecha. Debido a que la poda y el manejo agronómico fueron realizados por los departamentos de producción y cultivos respectivamente, únicamente se detallan las actividades que se realizaron durante la investigación (figura 57), las cuales se muestran a continuación:



Fuente: elaboración propia 2019.

Figura 57. Lote del *Agave attenuata* cv. Kara's stripes.

### A. Identificación de la planta

Se identificó un número de plantas madres después de haber realizado la poda apical para llevar un registro semanal de crecimiento del brote (figura 58).



Fuente: elaboración propia 2019.

Figura 58. Identificación de brotes a partir de poda apical.

### Medición del brote

La medición se realizó semanal, la medida se realizó en milímetros, las primeras etapas de desarrollo del brote, la medición se hizo con un vernier, después de haber pasado la altura de 10 milímetros se midió con regla (figura 59).



Fuente: elaboración propia 2019.

Figura 59. Medición de brotes a partir de poda apical.

### **Registro de medición de campo**

Se diseñó un formato de medición para campo en las cuales se describe la semana de medición, brotes por planta y la altura del brote.

## **Registro de medición en oficina**

Se realizó un formato de ingreso de datos semanales un el programa Excel con el fin de actualizarlos semanalmente.

### **Variables respuesta**

#### **a. Brotes por planta (BPP)**

Se determinó el número de brotes producidos por semana para poder estimar una disponibilidad de venta semanal.

#### **b. Índice de brotación semanal (IBS)**

Se determinó el número de brotes producidos por semana para poder estimar una disponibilidad de venta semanal.

#### **c. Semanas en aparición del brote (SAB)**

En base a los registros semanales se determinó una media de las semanas en las que aparecían los brotes después de la poda apical (pinch)

#### **d. Promedio de crecimiento semanal (PICS)**

Se determinó un promedio de crecimiento semanal del brote hasta llegar al estándar.

**e. Tiempo para llegar al tamaño estándar (TPE)**

Se determinó el tiempo en semanas en las que el brote alcanza las 3 ½ a 4 pulgadas de altura.

**Presentación de resultados**

Los resultados para cada variable se presentaron en tablas dinámicas del programa Excel para mostrar el comportamiento semanal de los brotes del cultivo de *Agave cv. Kara's stripes*

## 2.12.5 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### A. Índice de brotes promedio por planta (BPP) e índice de brotes semanales (IBS)

En la figura 60 se describe el Índice de brotes promedio por planta (BPP) e Índice de brotes semanales (IBS).

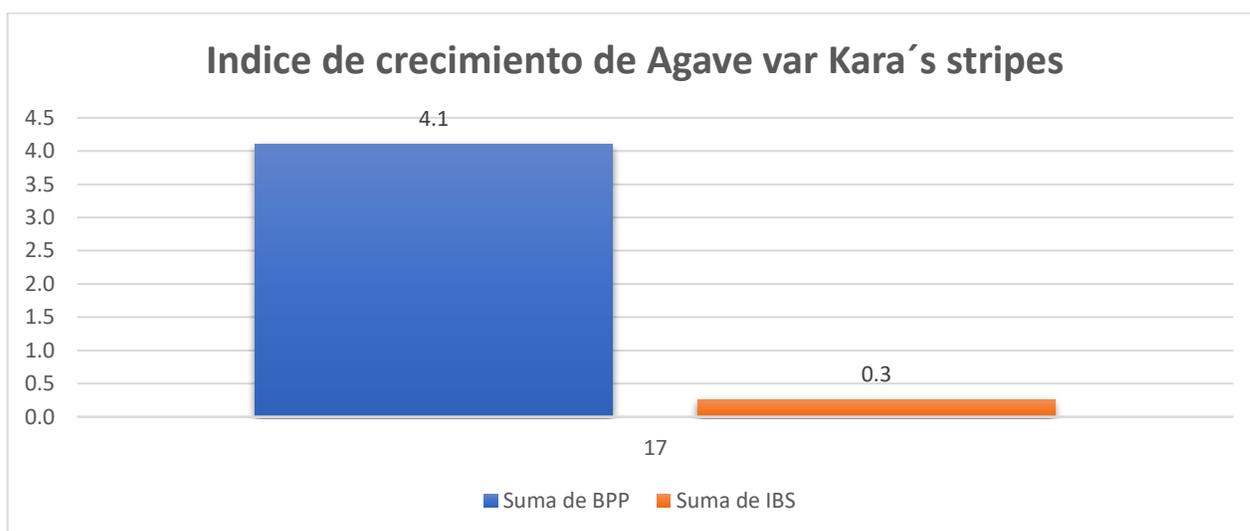


Figura 60. Índice de crecimiento de *Agave* cv. Kara's stripes

Szarek & Holmesley (1996) citado por Guillot et al (2009), indican que para el cultivo de la reproducción asexual por medio de esquejes es la más utilizada en el cultivo de *Agave attenuata*, es así que se realizó una poda apical en la parte superior del cultivo, para de esta manera frenar el crecimiento de la planta madre e inducir a la producción de nuevos brotes con el fin de aumentar la producción y reducir costes de producción de esquejes.

Los resultados muestran que cada planta produjo en promedio 0.3 brotes semanales y en total promedia 4.1 brotes por planta, es así es posible cultivar menos plantas por m<sup>2</sup> y obtener altas producciones por lo que supone una reducción de costos.

Se comparó dos tipos de esqueje, primero el que se obtuvo por medio de la poda apical y segundo fue el esqueje lateral que la planta produce, el primero presentó una mejor uniformidad de tamaño en los esquejes y el segundo los esquejes presentaron desuniformidad y un crecimiento elongado.

### Semanas de aparición del brote (SAB)

En el cuadro 30 se describe el promedio de aparición del brote después de poda apical.

Cuadro 30 Promedio de aparición de brotes después de poda apical (pinch)

Descripción	Semanas de aparición del brote después de poda apical								
	Planta	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	Promedio
1	1	1							1
2	1	1	3	4	7	9			4.17
3	3	3	13						6.3
4	1	2	8						3.7
5	5	5	12						7.3
6	2	4	4	11					5.3
7	3	3	3	7	7	11			5.7
8	3	3	5						3.7
9	3	4	4	7	7	7	10		6.0
10	3	3	3						3
									<b>4.6</b>

Se realizó un seguimiento de 10 plantas con poda apical en donde se midió semanalmente cada brote de cada planta en donde se obtuvo un promedio de 4.6 semanas de aparición de brotes después de la poda. Se observó que al ser primera vez que se realizó esta técnica y falta de práctica específicamente para este cultivo algunas podas se realizaron en zonas profundas lo que afectó la variación de desarrollo del brote.

Se observó que en todas las plantas muestreadas hubo brotación en un 100% por lo que se puede decir que el cultivo de *Agave attenuata* cv. Kara's stripes reacciona de manera óptima a la poda apical y que constituye una manera de producción de esquejes a menores costos.

**Índice de crecimiento semanal acumulado (ICA) y Promedio de índice de crecimiento semanal (PICS) y tiempo para llegar al estándar (TPE)**

En la figura 61 se describe el ritmo de crecimiento del brote hasta alcanzar los rangos de 89 mm – 102 mm equivalente a 3 ½ a 4 inch de altura.

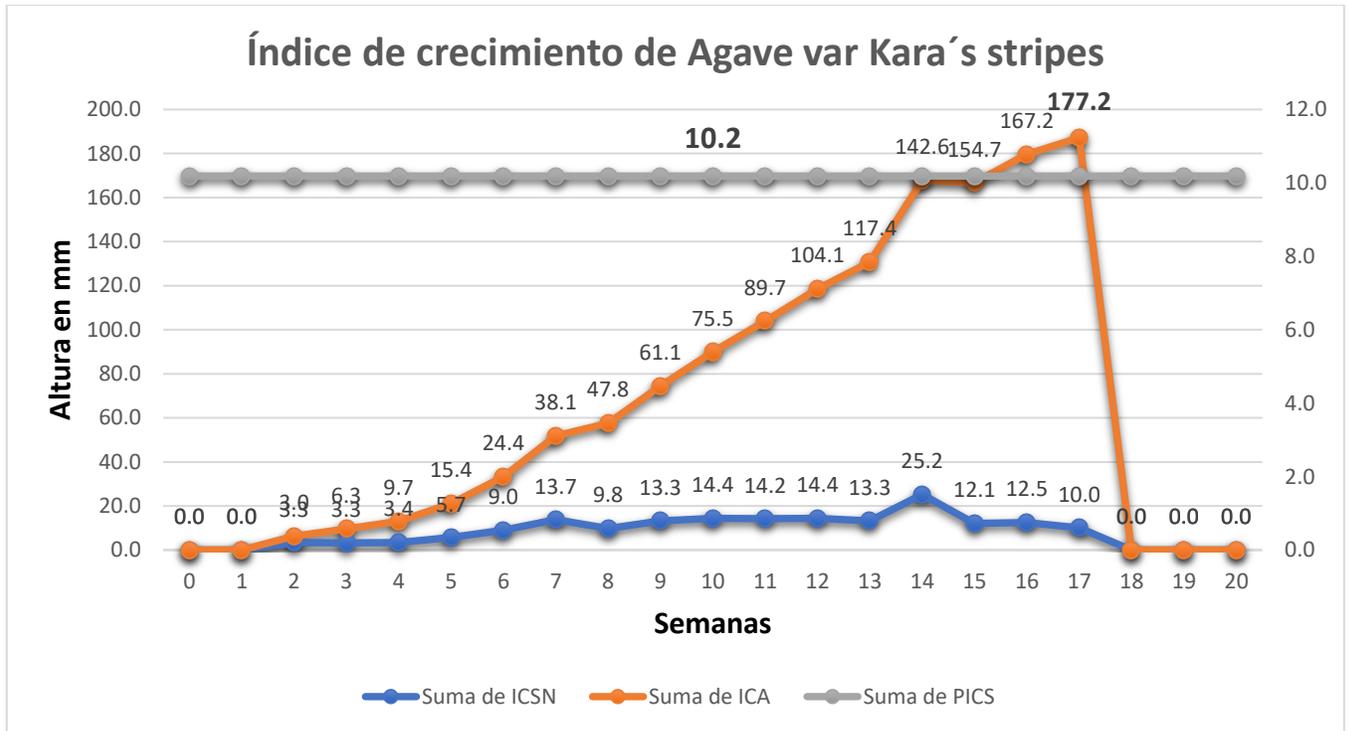


Figura 61. Tiempo para llegar al estándar y crecimiento semanal.

Se realizó una medición semanal a los brotes después haber realizado la poda apical, la medición se hizo con un vernier en donde se observó que el tiempo en llegar al tamaño estándar de 3 ½ a 4 pulgadas fue 14 semanas, y un total de 4.6 semanas de aparición del brote lo que resulto un total de 18 semanas para obtener un esqueje después de la poda apical, en promedio de crecimiento semanal fue de 8.1 mm.

### **2.12.6 CONCLUSIONES**

1. Se determinó que los brotes promedio por planta (BPP) son 3.9 brotes.
2. El índice de brotación semanal (IBS) es 0.3.
3. El tiempo del brote en llegar al estándar (TPE) de 3 ½ inch a 4 inch es de 14 semanas.
4. El tiempo promedio de aparición de brote después de la poda apical (pinch) es 5.6 semanas.
5. El Promedio índice de crecimiento semanal (PICS) es de 8.1 mm.

### **2.12.7 RECOMENDACIONES**

1. Desinfectar las herramientas al momento de realizar la poda apical para evitar daños en el cultivo por bacterias.
2. Para no afectar el tiempo de brotación y el número de brotes, el corte en la poda apical no debe ser profundo.

## 2.12.8 BIBLIOGRAFÍA

Agave. (2012). Obtenido de Cuba: Enciclopedia Cubana en la Red (ECURED): <https://www.ecured.cu/Agave>

Erazo Proaño, E. L. (2013). *Separación y caracterización de los metabolitos secundarios de hiedra (Hedera hélix) de Ecuador con fines de aporte a una técnica de identificación*. Recuperado el 21 de noviembre de 2019, de (Tesis Lic. Bioquim.

Farma., Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Ciencias: Riobamba, Ecuador): <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/2692/1/56T00395.pdf>

Guillot, D., Van der Meer, P., Lagunas, E., & Rosselló, J. (2008). *El género Agave L. en la flora alóctona valenciana (Monografías de la Revista Bouteloua no. 3)*. Recuperado el 04 de abril de 2020, de Valencia, España: CEDRO: [https://books.google.com.gt/books?id=mVdQtX24\\_VoC&pg=PA8&lpg=PA8&dq=Las](https://books.google.com.gt/books?id=mVdQtX24_VoC&pg=PA8&lpg=PA8&dq=Las)

+ra% C3% ADces+son+fibrosas, +con+crecimiento+radial.  
+Las+m% C3% A1s+viejas+ son+gruesas,  
+mientras+las+j% C3% B3venes+son+finas+y+muy+ramificadas, +lo+q  
ue+supone+una+adaptaci% C3% B3n+para+la+cap

Hernández Murillo, J. R., Aramendiz Tatis, H., & Cardona Ayala, C. E. (2005). *Influencia del ácido indol butírico y ácido naftaleno acético sobre el enraizamiento de esquejes de caña flecha (Gynerium sagittatum Aubl.)*. Recuperado el 18 de abril de 2020, de Temas Agrarios, 10(1), 5: <https://www.metarevistas.org/Record/oai:ojs.revistas.unicordoba.edu.co:articleojs-626>

Hernández, M., Casas, A., Martínez, O., & Galvis, J. (1995). *Análisis y estimulación de parámetros e índices de crecimiento del árbol de maraco (Theobroma bicolor H.B.K) a primera floración*. Recuperado el 09 de marzo de 2020, de Agronomía Colombiana, 12(1), 182-191: <http://www.bdigital.unal.edu.co/24298/1/21442-73063-1-PB.pdf>

Inagro, Guatemala. (2020). *Rizomax*. Recuperado el 22 de noviembre de 2019, de Guatemala: Inagro: [http://www.inagroantigua.com/detalle\\_producto.php?id=4](http://www.inagroantigua.com/detalle_producto.php?id=4)

Marketing Arm Guatemala. (2020). *IBA 98 SP; Acido 3-indolbutírico; Hormona promotora del enraizamiento*. Recuperado el 22 de noviembre de 2019, de

Guatemala: Marketing Armn Guatemala: <https://magua.com.gt/productos/iba-98-sp/>

Phyto Nutrimientos de México, México (PNM Internacional). (2020). *Phytoroot*. Recuperado el 22 de noviembre de 2019, de México: PNM Internacional: <http://www.pnm.com.mx/phyto-root.html>

Redagricola, Chile. (2017). *La raíz es el cerebro de la planta (Darwin)*. Recuperado el 22 de noviembre de 2019, de Chile: Red Agrícola: <http://www.redagricola.com/cl/la-raiz-es-el-cerebro-de-la-planta/>

Robles, B. (2014). *Hormovit Enraizador*. Recuperado el 22 de Noviembre de 2019, de México: Química Internacional Aplicada: <http://dunemexicali.com.mx/archivos/AGROQUIMICOS/ESTIMULANTES/CONVENACIONALES/QUIMIA/HORMOVIT%20ENRAIZADOR/HORMOVIT%20ENRAIZADOR%20HT.pdf>

Santos, M., Segura, M., & Núñez, C. (2010). *Análisis de crecimiento y relación fuente-demanda de cuatro variedades de papa (Solanum tuberosum L.) en el municipio de Zipaquirá (Cundinamarca, Colombia)*. Recuperado el 12 de mayo de 2020, de Revista de la Facultad Nacional de Agronomía Medellín, 63(1), 5253-5266: <http://www.scielo.org.co/pdf/rfnam/v63n1/a04v63n01.pdf>

Vázquez, A., Cházaro, M., Hernández, G., Vargas, Y., & Zamora, M. (2007). *Taxonomía del género Agave en el occidente de México: Una panorámica preliminar*.

Recuperado el 08 de Febrero de 2020, de Research Gate: [https://www.researchgate.net/profile/Jose\\_Vazquez-Garcia2/publication/256082577\\_Taxonomia\\_del\\_genero\\_Agave\\_en\\_el\\_occidente\\_de\\_Mexico\\_una\\_panoramica\\_preliminar/links/5514d3b20cf260a7cb2d98ed.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Jose_Vazquez-Garcia2/publication/256082577_Taxonomia_del_genero_Agave_en_el_occidente_de_Mexico_una_panoramica_preliminar/links/5514d3b20cf260a7cb2d98ed.pdf)

Vibrans, H. (2009). *Araliaceae; Hedera helix L. Hiedra*. Recuperado el 22 de Noviembre de 2019, de México: Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO):  
<http://www.conabio.gob.mx/malezasdemexico/araliaceae/hedera-helix/fichas/ficha.htm>

 Rolando Barrios

## 2.12.9 APÉNDICE



Fuente: elaboración propia 2019.

Figura 62A. Desarrollo de la raíz del esqueje de *Hedera* tratamiento IBA



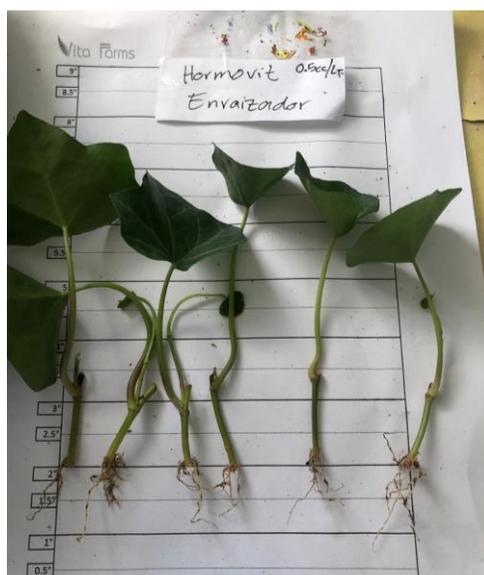
Fuente: elaboración propia 2019.

Figura 63A. Desarrollo de la raíz del esqueje de *Hedera* tratamiento testigo absoluto



Fuente: elaboración propia 2019.

Figura 64A. Desarrollo de la raíz del esqueje de *Hedera* tratamiento Phytoroot.



Fuente: elaboración propia 2019.

Figura 65A. Desarrollo de la raíz del esqueje de *Hedera* tratamiento Hormovit



Fuente: elaboración propia 2019.

Figura 66A. Desarrollo de la raíz del esqueje de *Hedera* tratamiento Hormovit



Fuente: elaboración propia 2019.

Figura 67A. Esqueje por poda apical (izq.), esqueje por brote lateral (der).