



# UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

## FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y AMBIENTALES

**“EVALUACIÓN DEL CONTROL DEL LORITO VERDE (*Empoasca fabae* L.), CON EL USO DE EXTRACTOS DE HIGUERILLA (*Ricinus communis* L.) EN EL CULTIVO DEL FRÉJOL ARBUSTIVO (*Phaseolus vulgaris* L.) EN LA GRANJA EXPERIMENTAL "LA PRADERA”**

**Trabajo de grado previa a la obtención del Título de Ingeniera Agropecuaria**

**AUTORA:**

**TAMIA SISA SANTILLÁN PICUASI**

**DIRECTOR:**

**ING. FRANKLIN EDUARDO SÁNCHEZ PILA MSc.**

**Ibarra - Ecuador**

**2020**

# UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA EN

CIENCIAS AGROPECUARIAS Y AMBIENTALES

ESCUELA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA

**“EVALUACIÓN DEL CONTROL DEL LORITO VERDE (*Empoasca fabae* L.), CON EL USO DE EXTRACTOS DE HIGUERILLA (*Ricinus communis* L.) EN EL CULTIVO DEL FRÉJOL ARBUSTIVO (*Phaseolus vulgaris* L.) EN LA GRANJA EXPERIMENTAL "LA PRADERA”**

Trabajo de grado revisado por el Comité Asesor, por lo cual se autoriza su presentación como requisito parcial para obtener Título de:

**INGENIERA AGROPECUARIA**

APROBADO:

Ing. Franklin Eduardo Sánchez Pila MSc.

**DIRECTOR**



---

FIRMA

PhD. Julia Karina Prado Beltrán

**MIEMBRO TRIBUNAL**



---

FIRMA

Ing. Carla Alexandra Sandoval Guano, MSc.

**MIEMBRO TRIBUNAL**



---

FIRMA

Ing. Jefferson Vladimir Andrade Villareal, MSc.

**MIEMBRO TRIBUNAL**



---

FIRMA



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE  
BIBLIOTECA UNIVERSITARIA**

**AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN  
A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**

**1. IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA**

En cumplimiento del Art. 144 de la Ley de Educación Superior, hago la entrega del presente trabajo a la Universidad Técnica del Norte para que sea publicado en el Repositorio Digital Institucional, para lo cual pongo a disposición la siguiente información:

DATOS DE CONTACTO			
CÉDULA DE IDENTIDAD:	1004498604		
APELLIDOS Y NOMBRES:	Santillán Picuasi Tamia Sisa		
DIRECCIÓN:	Comunidad de Carabuela		
EMAIL:	tamys_forever@hotmail.com		
TELÉFONO FIJO:	2946-156	TELÉFONO MÓVIL:	0939579287


DATOS DE LA OBRA	
TÍTULO:	<b>“EVALUACIÓN DEL CONTROL DEL LORITO VERDE (<i>Empoasca fabae</i> L.), CON EL USO DE EXTRACTOS DE HIGUERILLA (<i>Ricinus communis</i> L.) EN EL CULTIVO DEL FRÉJOL ARBUSTIVO (<i>Phaseolus vulgaris</i> L.) EN LA GRANJA EXPERIMENTAL "LA PRADERA”</b>
AUTOR:	Santillán Picuasi Tamia Sisa
FECHA:	28 de enero de 2020
SOLO PARA TRABAJOS DE GRADO	
PROGRAMA:	<input checked="" type="checkbox"/> PREGRADO <input type="checkbox"/> POSGRADO
TITULO POR EL QUE OPTA:	Ingeniera Agropecuaria
ASESOR /DIRECTOR:	Ing. Franklin Eduardo Sánchez Pila MSc.

## 2. CONSTANCIAS

El autor manifiesta que la obra objeto de la presente autorización es original y se la desarrolló, sin los derechos de autores terceros, por lo tanto, la obra es original y es el titular de los derechos patrimoniales, por lo que asume la responsabilidad sobre el contenido de la misma y saldrá en defensa de la Universidad en caso de reclamación por parte de terceros.

Ibarra, a los 28 días del mes de enero del 2020

EL AUTOR



.....  
Tamia Sisa Santillán Picuasi

C.I.: 100449860-4

## ACEPTACIÓN

### DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Manifiesto que la presente obra es original y se la desarrolló sin violar derechos de autores terceros, por lo tanto, es original y que soy el titular de los derechos patrimoniales; por lo que asumo la responsabilidad sobre el contenido de la misma y saldré en defensa de la Universidad Técnica del Norte en caso de reclamación por parte de terceros.

Ibarra, a los 28 días del mes de enero del 2020

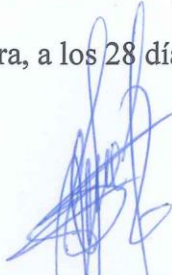
  
\_\_\_\_\_  
Tamia Sisa Santillán Picuasi



## CERTIFICACIÓN DE AUTORÍA

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por SANTILLÁN PICUASI TAMIA SISA, bajo mi supervisión.

Ibarra, a los 28 días del mes de enero del 2020



---

Ing. Franklin Eduardo Sánchez Pila MSc.  
DIRECTOR DE TESIS

## **CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE GRADO A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**

Yo, Tamia Sisa Santillán Picuasi, con cédula de identidad Nro 100449860-4, manifiesto mi voluntad de ceder a la Universidad Técnica del Norte los derechos patrimoniales consagrados en la Ley de Propiedad Intelectual del Ecuador, artículos 4, 5 y 6, en calidad de autor de la obra o trabajo de grado denominado: **“EVALUACIÓN DEL CONTROL DEL LORITO VERDE (*Empoasca fabae* L.), CON EL USO DE EXTRACTOS DE HIGUERILLA (*Ricinus communis* L.) EN EL CULTIVO DEL FRÉJOL ARBUSTIVO (*Phaseolus vulgaris* L.) EN LA GRANJA EXPERIMENTAL "LA PRADERA"**, que ha sido desarrollado para optar por el título de: Ingeniera Agropecuaria de la Universidad Técnica del Norte, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente. En mi condición de autor me reservo los derechos morales de la obra antes citada. En concordancia suscribo este documento en el momento que hago entrega del trabajo final en formato impreso y digital a la biblioteca de la Universidad Técnica del Norte.

Ibarra, a los 28 días del mes de enero del 2020



Firma

Tamia Sisa Santillán Picuasi

## REGISTRO BIBLIOGRÁFICO

**Guía:** FICAYA-UTN

**Fecha:** Ibarra, a los 28 días del mes de enero del 2020

**Tamia Sisa Santillán Picuasi:** “EVALUACIÓN DEL CONTROL DEL LORITO VERDE (*Empoasca fabae* L.), CON EL USO DE EXTRACTOS DE HIGUERILLA (*Ricinus communis* L.) EN EL CULTIVO DEL FRÉJOL ARBUSTIVO (*Phaseolus vulgaris* L.) EN LA GRANJA EXPERIMENTAL "LA PRADERA" /Trabajo de titulación. Ingeniera Agropecuaria.

Universidad Técnica del Norte. Carrera de Ingeniería Agropecuaria. Ibarra, a los 28 días del mes de enero del 2020. 102 páginas.

**DIRECTOR (A):** Ing. Franklin Eduardo Sánchez Pila MSc.

- El objetivo principal de la presente investigación fue: Evaluar el control del lorito verde (*Empoasca fabae* L.) por medio de aplicaciones de extractos de higuierilla en el cultivo de fréjol arbustivo.
- Entre los objetivos específicos se encuentran: Determinar la dosis y el método de extracción de higuierilla para el control efectivo de lorito verde (*Empoasca fabae* L.) en fréjol a nivel de laboratorio. Validar la dosis y métodos de extracción de higuierilla para el control efectivo de lorito verde (*Empoasca fabae* L.) a nivel de campo. Determinar la dosis y método de extracción de higuierilla con los mejores índices de productividad.

.....  
Ing. Franklin Eduardo Sánchez Pila MSc.  
**Director de Trabajo de Grado**

.....  
Tamia Sisa Santillán Picuasi

**Autora**



## **AGRADECIMIENTOS**

Agradezco a Dios por su amor, por ser guía y fortaleza de mi vida, misericordioso Señor gracias por todas y cada una de las bendiciones que me has regalado.

A mis padres y hermanas, por estar conmigo en los buenos y malos momentos, gracias por el apoyo incondicional que me han brindado y por impulsarme a poder llegar a la meta.

A mis amigos con los que tuve el privilegio de compartir bellos momentos, quienes son parte importante de mi vida, gracias por sus ánimos, por sus consejos y por todo el apoyo que me brindaron.

A la Universidad Técnica del Norte, Facultad de Ingeniería en Ciencias Agropecuarias y Ambientales, Carrera de Ingeniería Agropecuaria, al personal docente quienes con sus conocimientos y experiencias me ayudaron en mi formación profesional.

Mis más sinceros agradecimientos a los docentes quienes formaron parte de este trabajo, Ing. Franklin Sánchez, Dra. Julia Prado, Ing. Doris Chalampunte, Ing. Carla Sandoval e Ing. Jefferson Andrade, quienes con sus conocimientos contribuyeron para el correcto desarrollo de la investigación.

## **DEDICATORIA**

*El presente trabajo se lo dedico a Dios por guiarme en cada paso, por ser la luz de mi vida, por permitirme vivir y disfrutar de cada día.*

*A mis padres y hermanas porque siempre me apoyaron incondicionalmente, mis logros se los debo a ustedes y muchas gracias por sus consejos para hacer de mí una mejor persona.*

# ÍNDICE DE CONTENIDOS

ÍNDICE DE CONTENIDOS .....	i
ÍNDICE DE FIGURAS .....	i
ÍNDICE DE TABLAS .....	ii
ÍNDICE DE ANEXOS .....	iii
RESUMEN.....	v
ABSTRACT .....	vi
I. INTRODUCCIÓN .....	1
1.1. Antecedentes .....	1
1.2. Problema de investigación .....	2
1.3. Justificación.....	3
1.4. Objetivos .....	4
1.4.1. Objetivo general .....	4
1.4.2. Objetivos específicos .....	4
1.5. Hipótesis.....	4
II. MARCO TEÓRICO .....	5
2.1. Cultivo de fréjol ( <i>Phaseolus vulgaris</i> L.).....	5
2.1.1. Origen .....	5
2.1.2. Generalidades .....	5
2.1.3. Clasificación taxonómica. ....	5
2.1.4. Descripción botánica .....	5
2.1.5. Plagas del cultivo de fréjol. ....	6
2.2. Lorito verde ( <i>Empoasca fabae</i> ).....	7
2.2.1. Descripción taxonómica. ....	7
2.2.2. Biología del insecto. ....	7
2.2.3. Descripción del daño .....	8
2.2.4. Época crítica de daño.....	8
2.2.5. Muestreo y umbrales de control: .....	9
2.2.6. Oportunidad de control.....	9
2.2.7. Métodos de control .....	9
2.3. Extractos vegetales .....	9
2.3.1. Características de los extractos vegetales .....	10

2.3.2.	Consistencia de los extractos .....	10
2.3.3.	Métodos para la elaboración de extractos vegetales.....	10
2.3.4.	Recomendaciones para un buen uso de extractos vegetales.....	11
2.4.	Higuerilla.....	11
2.4.1.	Origen. ....	11
2.4.2.	Clasificación taxonómica. ....	11
2.4.3.	Descripción botánica .....	12
2.4.4.	Principios activos de la higerrilla .....	12
2.4.5.	Extracto de higuerilla.....	13
2.4.6.	Usos del extracto de higuerilla .....	13
2.5.	Marco legal.....	14
III.	MATERIALES Y MÉTODOS .....	15
3.1.	Características del área de estudio .....	15
3.1.1.	Ubicación.....	15
3.1.2.	Características climáticas .....	15
3.2.	Fase de laboratorio .....	16
3.2.1.	Materiales, equipos, insumos y herramientas.....	16
3.2.2.	Métodos .....	16
3.2.2.1.	Factores en estudio.....	16
3.2.2.2.	Tratamientos.....	17
3.2.2.3.	Diseño Experimental .....	17
3.2.2.4.	Características del Experimento.....	18
3.2.2.5.	Análisis estadístico.....	18
3.2.2.6.	Variables a evaluarse.....	19
3.2.3.	Manejo del experimento .....	20
3.2.3.1.	Construcción de jaulas entomológicas .....	20
3.2.3.2.	Siembra de fréjol .....	20
3.2.3.3.	Identificación de los insectos del cultivo de fréjol del predio.....	21
3.2.3.4.	Colecta e introducción de Empoasca fabae en cajas entomológicas.....	21
3.2.3.5.	Colecta del material vegetal (Ricinus communis L.) .....	22
3.2.3.6.	Preparación del extracto .....	22
3.2.3.7.	Aplicación de los tratamientos .....	23
3.3.	Fase de campo .....	25
3.3.1.	Materiales, equipos, insumos y herramientas .....	25



3.3.2.	Métodos .....	26
3.3.2.1.	Factores en estudio.....	26
3.3.2.2.	Tratamientos .....	26
3.3.2.1.	Diseño Experimental.....	26
3.3.2.2.	Características del Experimento .....	27
3.3.2.3.	Análisis estadístico.....	27
3.3.2.4.	Variables evaluadas .....	27
3.3.3.	Manejo específico del experimento .....	31
3.3.3.1.	Selección del terreno para el experimento .....	31
3.3.3.2.	Análisis de suelo .....	31
3.3.3.3.	Preparación del suelo .....	31
3.3.3.4.	Delimitación de parcelas .....	31
3.3.3.5.	Siembra .....	32
3.3.3.6.	Deshierbe y Aporque .....	32
3.3.3.7.	Riego .....	32
3.3.3.8.	Aplicación de los tratamientos.....	32
3.3.3.9.	Cosecha .....	33
IV.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	34
4.1.	Fase de laboratorio .....	34
4.1.1.	Eficacia del extracto .....	34
4.1.2.	Fitotoxicidad del extracto de higerilla .....	36
4.1.2.1.	Fitotoxicidad del tratamiento .....	36
4.1.2.2.	Periodos de fitotoxicidad.....	36
4.2.	Fase de Campo .....	38
4.2.1.	Variables fitosanitarias .....	38
4.2.1.1.	Incidencia de plagas .....	38
4.2.1.2.	Incidencia de enfermedades .....	44
4.2.1.3.	Severidad de plagas .....	45
4.2.1.4.	Severidad de enfermedades .....	46
4.2.1.5.	Población de insectos .....	47
4.2.2.	Variables agronómicas .....	53
4.2.2.1.	Altura de la planta (cm).....	53
4.2.2.2.	Días a la floración .....	54
4.2.2.3.	Número de vainas por planta.....	57

4.2.2.4. Número de granos por vaina .....	58
4.2.2.5. Porcentaje de vainas sin grano .....	60
4.2.2.6. Peso de 100 granos.....	62
4.2.2.7. Rendimiento gramos por parcela neta .....	62
V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	64
5.1 Conclusiones .....	64
5.2 Recomendaciones.....	65
BIBLIOGRAFÍA.....	66
ANEXO.....	74

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Total de superficie perdida a nivel nacional del cultivo de fréjol tierno (en vaina) por presencia de una serie de plagas que destruyen y atacan las plantas, de acuerdo a la condición de cultivo (solo) .....	7
Figura 2: Lorito verde en su fase ninfal y adulto .....	8
Figura 3: Descripción botánica de la higuierilla. a) Frutos, b) semillas y c) ovarios.....	12
Figura 4. Mapa de ubicación del experimento .....	15
Figura 5. Distribución de los tratamientos en la fase de laboratorio.....	18
Figura 6. Conteo del fitófago: a) Número de insectos vivos antes de la aplicación y b) número de insectos vivos después de la aplicación.....	19
Figura 7. Aplicación del extracto de higuierilla en fréjol cultivadas en maceteros. a) Momento de la aplicación y b) fitotoxicidad del extracto. ....	20
Figura 8. a) Siembra de frejol en maceteros e b) introducción de las plantas de frejol en la jaula entomológica. ....	20
Figura 9. a) Colecta de hojas de fréjol para la identificación del insecto e b) identificación visual del insecto en campo.....	21
Figura 10. Característica morfológica de <i>Empoasca</i> en vista dorsal y ventral .....	21
Figura 11. a) Colecta del insecto en campo y b) introducción del insecto en plantas de fréjol de las jaulas entomológicas. ....	22
Figura 12. a) Colecta del material vegetal en campo con tijeras podadoras, b) secado de los frutos de higuierilla y c) secado de hojas de higuierilla. ....	22
Figura 13. a) Trituración de hojas de higuierilla., b) medición de la temperatura y c) reposo del extracto por 24 horas. ....	23
Figura 14. a) molienda de semillas de higuierilla, b) Reposo del extracto por 24 horas y c) Líquido en los atomizadores .....	23
Figura 15. a) Colecta de <i>Empoasca</i> adheridos en hojas y distribución de 10 insectos en cada una de las cajas Petri, b) aplicación de los tratamientos y c) conteo de insectos vivos después de la aplicación.....	24
Figura 16. a) Aplicación del extracto en plantas de fréjol cultivadas en maceteros, b) hojas con puntos necróticos a causa del extracto en maceración y c) hojas con puntos necróticos a causa del extracto en infusión. ....	24
Figura 17. a) Colocación de trampas cromáticas amarillas en cada unidad experimental.....	30
Figura 18. a) Selección de 10 vainas al azar y (b) conteo de granos por vaina. ....	31
Figura 19. Riego por gravedad en el cultivo de fréjol.....	32
Figura 20. Aplicación del extracto de higuierilla en las unidades experimentales. ....	33
Figura 21. Porcentaje de eficacia del extracto en tres tiempos de lectura.....	34
Figura 22. Porcentaje de eficiencia del extracto e higuierilla sobre el control de lorito verde	35
Figura 23. Porcentaje de incidencia de <i>Liriomyza trifolii</i> durante el ciclo del cultivo. ....	38
Figura 24. Porcentaje de incidencia de <i>Empoasca</i> en los tres tratamientos en estudio.....	41
Figura 25. Porcentaje de vainas dañadas por categoría.....	43
Figura 26. Porcentaje de incidencia de roya. ....	44
Figura 27. Número de minadores por trampa en seis lecturas. ....	48
Figura 28. Número de insectos por trampa por dosis.....	49

Figura 29. Número de mosca blanca por trampa en seis lecturas. ....	50
Figura 30. Número de insectos por trampa con respecto a los tratamientos. ....	51
Figura 31. Población de Empoasca mediante el conteo en trampas cromáticas en seis revisiones. ....	52
Figura 32. Altura de la planta a los 45 y 60 dds. ....	53
Figura 33. Porcentaje de floración durante los 7 tiempos de lectura. ....	55
Figura 34. Porcentaje de floración por tratamiento. ....	56
Figura 35. Número de vainas por planta por tratamiento. ....	57
Figura 36. Número de granos por vaina de las tres cosechas por tratamiento. ....	59
Figura 37. Porcentaje de granos sanos y dañados. ....	60
Figura 38. Porcentaje de vainas sin grano en los tres tratamientos. ....	61
Figura 39. Rendimiento del cultivo de fréjol en gramos por parcela neta. ....	63

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Clasificación taxonómica del cultivo de fréjol. ....	5
Tabla 2 Características climáticas del área de estudio ....	15
Tabla 3 Materiales de laboratorio y biológicos ....	16
Tabla 4 Equipos y Herramientas ....	16
Tabla 5 Descripción de los tratamientos en estudio para la fase de laboratorio ....	17
Tabla 6 Análisis de varianza (ADEVA) de un Diseño Completamente al Azar. ....	18
Tabla 7 Guía de medición de la fitotoxicidad del plaguicida. ....	25
Tabla 8 Materiales e insumos vegetales para la fase de campo ....	25
Tabla 9 Herramientas y Equipos de la fase de campo. ....	26
Tabla 10 Descripción de los tratamientos en estudio para la fase de campo ....	26
Tabla 11 Análisis de varianza (ADEVA) de un Diseño en Bloques Completamente al Azar, de la fase de campo ....	27
Tabla 12 Escala de severidad para mosca blanca. ....	28
Tabla 13 Escala de severidad mediante niveles de ataque para minador ....	28
Tabla 14 Escala de severidad del daño del lorito verde <i>Empoasca fabae</i> . ....	29
Tabla 15 Escala para la medición de severidad de la roya del fréjol ....	29
Tabla 16 ADEVA de la variable eficacia del extracto ....	34
Tabla 17 Tabla para variable categórica fitotoxicidad del extracto por tratamiento. ....	36
Tabla 18 Tabla de contingencia para variable categórica fitotoxicidad del extracto por días. ....	37
Tabla 19 ADEVA de incidencia de <i>Liriomyza trifolii</i> en el cultivo de fréjol. ....	38
Tabla 20 ADEVA de incidencia de mosca blanca en el cultivo de fréjol. ....	39
Tabla 21 Medias de Fisher de incidencia de mosca blanca para el factor dosis de aplicación del extracto. ....	39
Tabla 22 ADEVA de incidencia de lorito verde en el cultivo de fréjol. ....	40
Tabla 23 Porcentaje de medias de Fisher de incidencia de <i>Empoasca fabae</i> para el factor revisión. ....	41
Tabla 24 ADEVA para la variable porcentaje de daño de vainas por picudo. ....	43
Tabla 25 ADEVA de incidencia de roya en el cultivo de fréjol ( <i>Phaseolus vulgaris</i> L.). ....	44



Tabla 26 Tabla de contingencia para la variable categórica severidad de minador.....	45
Tabla 27 Tabla de contingencia para la variable categórica severidad de mosca blanca.....	46
Tabla 28 Tabla de contingencia para la variable categórica severidad de lorito verde.....	46
Tabla 29 Tabla de contingencia para la variable categórica severidad de la roya. ....	47
Tabla 30 ADEVA de población de mosca minador presente en trampas cromáticas amarillas en el cultivo de fréjol ( <i>Phaseolus vulgaris</i> L.).....	47
Tabla 31 ADEVA de conteo de mosca blanca en trampas cromáticas amarillas .....	50
Tabla 32 ADEVA de conteo de lorito verde en trampas cromáticas amarillas.....	51
Tabla 33 ADEVA para la variable altura de la planta.....	53
Tabla 34 ADEVA de la variable días a la floración en el cultivo de fréjol .....	55
Tabla 35 ADEVA de la variable número de vainas por planta en el cultivo de fréjol.....	57
Tabla 36 ADEVA del número de granos por vaina en el cultivo de fréjol .....	58
Tabla 37 ADEVA de la calidad de granos en el cultivo de fréjol .....	59
Tabla 38 ADEVA de la variable número de vainas sin grano por planta en el cultivo de fréjol ( <i>Phaseolus vulgaris</i> L.) .....	60
Tabla 39 ADEVA de la variable peso de 100 granos. ....	62
Tabla 40 Medias y errores estándar para el factor dosis de aplicación del extracto de la variable peso de 100 granos. ....	62
Tabla 41 ADEVA del rendimiento en granos de la parcela en el cultivo de fréjol.....	62

## ÍNDICE DE ANEXOS

<b>Anexo 1.</b> Medias y errores estándares para horas después de la aplicación (hda) en la variable eficacia del extracto.....	74
<b>Anexo 2.</b> Medias y errores estándares para los tratamientos en la variable eficacia del extracto. ....	74
<b>Anexo 3.</b> Medias y errores estándares para revisión en la variable incidencia de minador.....	74
<b>Anexo 4.</b> Medias y errores estándares para dosis de aplicación del extracto en la variable incidencia de Empoasca, .....	74
<b>Anexo 5.</b> Medias y errores estándares para la interacción de dosis: categoría en la variable incidencia de picudo.....	75
<b>Anexo 6.</b> Medias y errores estándares para revisión en la incidencia de roya.....	75
<b>Anexo 7.</b> Medias y errores estándares para revisión en la variable población de mosca minadora.....	75
<b>Anexo 8.</b> Medias y errores estándares para dosis de aplicación del extracto en la variable población de mosca minadora .....	76
<b>Anexo 9.</b> Medias y errores estándares para revisión en la variable población de mosca blanca. ....	76
<b>Anexo 10.</b> Medias y errores estándares para dosis de aplicación del extracto en la variable población de mosca blanca.....	76
<b>Anexo 11.</b> Medias y errores estándares para la interacción de dosis: semana de la variable población de Empoasca. ....	76

<b>Anexo 12.</b> Medias y errores estándares para la interacción de dosis: día después de la siembra de la variable altura de la planta.....	77
<b>Anexo 13.</b> Medias y errores estándares para la variable porcentaje de floración por día.....	77
<b>Anexo 14.</b> Medias y errores estándares para dosis de aplicación del extracto en la variable porcentaje de floración .....	77
<b>Anexo 15.</b> Medias y errores estándares para dosis de aplicación del extracto en la variable porcentaje de floración número de vainas por planta.....	77
<b>Anexo 16.</b> Medias y errores estándares para la interacción de fecha de cosecha: dosis de aplicación del extracto en la variable número de granos por vaina. ....	78
<b>Anexo 17.</b> Medias y errores estándares para la interacción de dosis: categoría en la variable calidad de grano .....	78
<b>Anexo 18.</b> Medias y errores estándares para dosis de aplicación del extracto de la variable porcentaje de vainas sin grano. ....	78
<b>Anexo 19.</b> Medias y errores estándares para la dosis de aplicación del extracto en la variable rendimiento del cultivo.....	78
<b>Anexo 20.</b> Fitotoxicidad para el tratamiento con aplicación de agua. ....	79
<b>Anexo 21.</b> Fitotoxicidad para los tratamientos por maceración de semillas de higuera.....	79
<b>Anexo 22.</b> Fitotoxicidad para los tratamientos por maceración de semillas de higuera.....	81

EVALUACIÓN DEL CONTROL DEL LORITO VERDE (*Empoasca fabae* L.), CON EL USO DE EXTRACTOS DE HIGUERILLA (*Ricinus communis* L.) EN EL CULTIVO DE FRÉJOL ARBUSTIVO (*Phaseolus vulgaris* L.) EN LA GRANJA EXPERIMENTAL LA PRADERA

Autora: Tamia Sisa Santillán Picuasi.

Universidad Técnica del Norte

Correo: tssantillanp@utn.edu.ec

## RESUMEN

La implementación de un manejo integrado de plagas conlleva a buscar alternativas ecológicas, tales como el uso de extractos vegetales. El objetivo de la investigación es la evaluación del control del lorito verde, mediante aplicaciones del extracto de higuerilla. En laboratorio se realizó la extracción por maceración con semilla e infusión por hojas. El extracto se aplicó a diferentes dosis (50 g/l, 100 g/l, 150 g/l y agua) sobre 10 insectos por cajas Petri, en 21 unidades experimentales, mediante un diseño completamente al azar. Se evaluó el porcentaje de eficacia del extracto y grado de fitotoxicidad en plantas de fréjol cultivadas en maceteros. Los resultados con aplicación del extracto la eficacia en relación con la mortalidad fue entre 60 a 90%. Para la fase de campo se seleccionó el método de maceración con dosis de 50 y 100 g/l, las cuales no ocasionaron fitotoxicidad en fase de laboratorio. En campo se evaluó la incidencia y población del insecto durante el ciclo del cultivo, y los componentes primordiales del rendimiento. Los resultados muestran que sin la aplicación del extracto presentó mayor incidencia con 50%, mientras que con el extracto mostraron 30%.

**Palabras claves:** extracto, higuerilla, fitotoxicidad, maceración e infusión

EVALUATION OF THE CONTROL OF LEAFHOPPER (*Empoasca fabae* L.), WITH THE USE OF CASTOR EXTRACTS (*Ricinus communis* L.) IN THE CROPS OF ARBUSTIVE BEANS (*Phaseolus vulgaris* L.) IN THE GRANJA EXPERIMENTAL LA PRADERA.

Author: Tamia Sisa Santillán Picuasi

\*Universidad Técnica del Norte

Mail: tssantillanp@utn.edu.ec

ABSTRACT

The implementation of integrated pest management leads to the search for ecological alternatives, such as the use of plant extracts. The objective of this research is the evaluation of the control of the leafhopper, through applications of castor extract. Extraction was made in laboratory by maceration with seed and infusion by leaves. The extract was applied at different doses (50 g/l, 100 g/l, 150 g/l and water) on 10 insects per Petri dishes, in 21 experimental units, through a completely randomized design. The percentage of extract efficacy and grade of phytotoxicity in bean plants grown in pots was evaluated. The results with application of the extract were 60 to 90% effective in relation to mortality. For the field phase, the maceration method was selected with doses of 50 and 100 g/l, which did not cause phytotoxicity in the laboratory phase. In the field, we evaluated the incidence and population of the insect during the crop cycle, and the components of the yield. The results for percentage of incidence of leafhopper, the treatment without the application of the extract obtained incidence of 50%, while with the extract 30%.

**Keywords:** extract, castor, phytotoxicity, maceration and infusion



# I. INTRODUCCIÓN

## 1.1. Antecedentes

Las medidas de control sobre plagas están limitadas al empleo de insecticidas sintéticos, como única alternativa (Vera, 2016), lamentablemente esta opción ocasiona efectos secundarios afectando a los enemigos naturales (El-Wakeil, Gaafar, Sallam y Volkmar, 2013), potencia la aparición de nuevas plagas las cuales con el tiempo adquieren resistencia a los insumos químicos (Pérez y Landeros, 2009), por lo tanto representa una amenaza para el medio ambiente y además resulta peligrosa para la salud del productor, consumidor (Ntalli y Menkissoglu-Spiroudi, 2011).

Una de las alternativas para disminuir el empleo de productos químicos es el uso de productos de origen naturales, dentro de ellas se tiene a los insecticidas botánicos a partir de extractos vegetales (Mendoza et al., 2016), que son eficientes, ecológicamente aceptables, accesibles para los agricultores al ser especies vegetales locales y preparación sencilla (Isman, 2008., y Maggi, 2004, citado por Cabrera et al., 2016). En Ecuador existe una gran diversidad de plantas que pueden ser utilizados para la elaboración de extractos, al contener propiedades en el control de plagas y enfermedades que pueden ser usadas para la protección de los cultivos agrícolas (Koul y Walia, 2009).

Dentro de los plaguicidas botánicos se tiene a los siguientes: neem ((*Azadirachta indica*), lantana (*Lantana cámara* L.), romero (*Rosmarinus officinalis*), eucalipto (*Eucalyptus globulus*), tomillo (*Thymus vulgaris* L.), menta (*Mentha* spp.), tabaco (*Nicotiana tabacum* L.), higuierilla (*Ricinus communis* L.), paico (*Chenopodium ambrosioides* L.), achira (*Canna edulis*), chamico (*Datura stramonium* L.), campana (*Brugmansia candida*), ruda (*Ruta graveolens* L.), ajo (*Allium sativum* L.), ají (*Capsicum frutescens*), orégano (*Origanum vulgare*), entre otras (Nava-Pérez, García-Gutiérrez, Camacho-Báez y Vázquez-Montoya, 2012., Pérez, 2012., y Ringuélet, 2013).

La higuierilla (*Ricinus communis* L.), una oleaginosa que posee propiedades nematocidas, insecticidas, molusquicida, larvicida, repelencia y fungicidas usado para el control de plagas agrícolas principalmente de insectos chupadores, y nematodos (Kumar, 2017), debido a que posee ingredientes activos (García, Soto y Bacca, 2014) como la albúminas (ricina), alcaloides (ricinina), ricinoleínica, esterarína, ácido ricinoleico, ácido isorricinoleico, ácido toxiesteárico, quimasas (Arboleda, Guzmán y Mejía, 2012), que actúan alterando el ciclo biológico e induciendo alteraciones fisiológicas (inhibe la síntesis de proteína de la hormona de la muda, interrumpe su desarrollo y reproducción) en las diferentes plagas (Pérez et al., 2014).

Existen diversos estudios que le atribuyen a la higuierilla como insecticida, repelencia y nematocida, así por ejemplo, en el estudio de Sabillón y Bustamante (1995) al aplicar extractos de higuierilla con métodos de infusión ocasionó 80% de mortalidad y en macerado 100% en larvas de conchuela de fréjol; otro investigación por Carrillo, Vásquez, Ríos, Jerez, y Villegas (2009) el uso de extracto de higuierilla con concentración del 50%, presentó una mortalidad efectiva del 81% sobre el control de la mosca blanca en el mismo cultivo de fréjol.

De igual manera en otros estudios señalan la eficiencia de control en diferentes cultivos, de acuerdo con Rodríguez, Aragón, Aragón, Pérez y López (2017) mencionan que el extracto

acuoso de higuierilla presentó la mortalidad más alta en larvas de crisopa (*Chrysoperla carnea*) con un 13.3%, seguida por el extracto aceitoso de higuierilla con 6.6% y testigo (agua) que presentó mortalidad nula.

Además, estudios demuestran que los extractos etanólicos de higuierilla presentan un alto efecto insecticida sobre mosca blanca (*Trialeurodes vaporariorum*) reduciendo el crecimiento poblacional (García et al., 2014). Según Guevara et al. (2015) indican que mediante el uso de extracto etanólico de hojas jóvenes de higuierilla presentaron mortalidad superior al 50% sobre mosca blanca (*Bemisia tabaci*) a una dosis del 10%. Otro estudio reporta que, en condiciones de laboratorio, el uso de extracto etanólico de semillas de higuierilla presentaron un efecto insecticida sobre *Bemisia tabaci*, en concentraciones de 1 a 100 mg/l (Crisanto y Ayquipa, 2013)

Se igual manera los extractos cetónicos de frutos, raíces y hojas de higuierilla en la concentración del 100%, mostraron efecto nematocida sobre el Barrenador *Radopholus similis* en condiciones in vitro (Arboleda et al., 2012). Además, la higuierilla posee propiedades fúngicas, de acuerdo con Bayaso et al. (2013) mencionan que mediante el uso del extracto acuoso de higuierilla a una concentración del 100% reducen el crecimiento radial sobre el tizón temprano (*Alternaria solani*).

De acuerdo con Perales et al. (2015) da a conocer que el extracto alcohólico de hojas de higuierilla permitió que disminuya la infestación de mosca blanca en un 49%. Aunque el extracto de higuierilla no mata a la mosquita blanca, redujo considerablemente el flujo de adultos incrementando el rendimiento.

Según Obembe y Kayode (2013) mencionan que el uso de los extractos acuosos de higuierilla fue efectivo en el control del gorgojo (*Callosobruchus maculatus*) de las semillas de fréjol caupi, mostrando resultados de mortalidad del 82.50% y además ocasionó una reducción en el daño de las semillas y la pérdida de peso.

## **1.2. Problema de investigación**

El cultivo de fréjol es uno de los principales rubros económicos de la población campesina y es el componente primordial de la seguridad alimentaria, sin embargo, la producción de esta leguminosa ya sea en seco y tierno se ve mermada por plagas (53%) y enfermedades (80%), entre los factores que ha conllevado a las bajas producciones son la incidencia de insectos fitófagos como mosca blanca, minadores y el lorito verde (Sistema de Información Pública Agropecuaria (SIPA), 2017).

El lorito verde es una de las plagas más importantes que afecta el cultivo fréjol, ocasiona daños en épocas de baja precipitación principalmente en los estados fenológicos iniciales y floración de las plantas, ya que se alimenta de la savia de las hojas, lo cual impide el correcto proceso de floración, por lo tanto, el llenado de vainas se verá generalmente afectado (Servicio Agrícola y Ganadero (SAG), 2013., y Sistema de Información Nacional de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca (SINAGAP), 2014).

Debido a que el lorito verde ocasiona severos daños en el cultivo de fréjol, mermando la producción, los agricultores optan por el uso de agroquímicos para el control de la plaga, la

aplicación indiscriminada ocasiona la eliminación de enemigos naturales, el insecto crea resistencia a los insecticidas, riesgo en la salud de los productores y consumidores y además afecta el medio ambiente.

### **1.3. Justificación**

El fréjol (*Phaseolus vulgaris* L.) es una leguminosa que posee un alto contenido proteico, por lo tanto, es considerado como un alimento muy importante para el consumo humano y además es uno de los principales cultivos de Latinoamérica (Lara, 2015). En Ecuador esta leguminosa es consumida tanto como grano seco y como vaina verde (SINAGAP, 2017).

Según el Instituto Nacional de Estadísticas y Censo (INEC, 2017) en Ecuador la cosecha de fréjol tierno fue de 17.484 ha, además, Imbabura es una de las principales provincias productoras de fréjol tierno con un rendimiento de 1.74 t/ha a una superficie de 1.486 ha cosechadas. En lo concerniente al fréjol seco obtuvo un rendimiento de 0.56 t/ha a una superficie cosechada de 3.360 ha.

De acuerdo con Juárez (2013) y Mendoza, et al (2016) indican que, dentro del manejo integrado de plagas, se plantea el uso de productos de origen vegetal que tenga efecto insecticida, eficiente, ecológicamente aceptable, preparación sencilla, bajo costo y que no afecte la salud humana.

Diversas plantas podrían ser aprovechadas para la agricultura, en el control de plagas que afectan los diferentes cultivos (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), 2015). La importancia de las plantas es debido a que contienen principios activos, entre los cuales se destacan los flavonoides, fenoles, terpenos, aceites esenciales y alcaloides, que pueden ser aprovechadas mediante la extracción de estas (Carranza, 2017).

Los extractos vegetales son productos líquidos de origen natural, que desde la antigüedad han sido utilizadas en el control de plagas, los agricultores utilizan estos productos de manera empírica (Marinoff, 2006), sin embargo los actuales procesos de control de plagas afectan la salud de productores, consumidores y el ambiente, por tal motivo la presente investigación se focaliza en el empleo de alternativas amigables con el medio ambiente y además la investigación se desarrolló en dos fase en laboratorio y campo.

El extracto de higuierilla, gracias a sus propiedades eficaces en el control de plagas y enfermedades como: conchuela de fréjol (Sabillón y Bustamante, 1995), mosca blanca (Carillo et al., 2009., Crisanto y Ayquipa, 2013., García et al., 2014., Guevara et al., 2015., y Perales et al., 2015), *Radopholus similis* (Arboleda et al., 2012), *Alternaria solani* (Bayaso et al., 2013) y *Callosobruchus maculatus* (Obembe y Kayode, 2013), por lo tanto es una buena alternativa que puede ser utilizado en el control del fitófago en estudio. El presente trabajo de investigación está enfocado en la evaluación de dos métodos de extracción de higuierilla con diferentes dosis y su efecto sobre el control de *Empoasca fabae* en el cultivo de fréjol arbustivo.

## **1.4.Objetivos**

### **1.4.1. Objetivo general**

Evaluar el control del lorito verde (*Empoasca fabae* L.) por medio de aplicaciones de extractos de higuierilla en el cultivo de fréjol arbustivo.

### **1.4.2. Objetivos específicos**

- Determinar la dosis y el método de extracción de higuierilla para el control efectivo de lorito verde (*Empoasca fabae* L.) en fréjol a nivel de laboratorio.
- Validar la dosis y métodos de extracción de higuierilla para el control efectivo de lorito verde (*Empoasca fabae* L.) a nivel de campo.
- Determinar la dosis y método de extracción de higuierilla con los mejores índices de productividad.

## **1.5.Hipótesis**

Ho: La aplicación de extractos de higuierilla tiene efecto en el control de *Empoasca* en cultivo de fréjol.

Ha: La aplicación de extractos de higuierilla no tiene efecto en el control de *Empoasca* en cultivo de fréjol.

## II. MARCO TEÓRICO

### 2.1. Cultivo de fréjol (*Phaseolus vulgaris* L.)

#### 2.1.1. Origen

Según estudios arqueológicos revelan que los restos más antiguos de *Phaseolus vulgaris* se origina en el continente americano, especialmente en Mesoamérica y los Andes (Hernández-López, Vargas-Vázquez, Muruaga-Martínez, Hernández-Delgado y Mayek-Pérez, 2013). Siendo las regiones de México y Perú en donde se han encontrado evidencia de antigüedades de aproximadamente 500 a 8 mil años (Reyes-Rivas, Padilla-Bernal, Pérez-Veyna, y López-Jáquez, 2008).

#### 2.1.2. Generalidades

El cultivo de fréjol es una leguminosa que se encuentra distribuida por diferentes partes del mundo, debido a sus propiedades alimenticias (Hernández, Hernández y Pino, 2010). Esta leguminosa es rica en proteína y fibra, por lo cual cumple un papel importante en la dieta de la población Latinoamérica y su consumo puede ser en tierno o seco; en las regiones andinas la cosecha se realiza en tierno y en seco; siendo la primera el estado de mayor cosecha. (SINAGAP, 2015).

#### 2.1.3. Clasificación taxonómica.

Tabla 1, muestra la clasificación taxonomía de fréjol de acuerdo con Hanan y Mondragón (2009) y Narvaez, Marchena, Watler y Cordón (2011).

Tabla 1

#### *Clasificación taxonómica del cultivo de fréjol*

<i>Clasificación Taxonómica</i>	<i>Descripción</i>
<i>Reino:</i>	<i>Plantae</i>
<i>División:</i>	<i>Magnoliophyta</i>
<i>Clase:</i>	<i>Magnoliopsida</i>
<i>Orden:</i>	<i>Fabales</i>
<i>Familia:</i>	<i>Fabaceae</i>
<i>Género:</i>	<i>Phaseolus</i>
<i>Especie:</i>	<i>Vulgaris</i>
<i>Nombre científico:</i>	<i>Phaseolus vulgaris</i> L.

#### 2.1.4. Descripción botánica

Según el Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal (2008) y Valladares (2010) mencionan la siguiente descripción botánica para el cultivo de fréjol:

- **Raíz:** el sistema radicular puede ser fibrosos o fasciculado, al inicio del desarrollo este sistema está formado por la radícula del embrión y a medida que va desarrollando la planta se forma la raíz principal, raíces secundarias, raíces terciarias y demás subdivisiones.

- Tallo: este órgano vegetal es herbáceo y presenta cuatro tipos de hábitos de crecimiento: Tipo I (determinado arbustivo), Tipo II (indeterminado arbustivo), Tipo III (indeterminado postrado) y Tipo IV (indeterminado trepador) según la variedad; asimismo está formado por una sucesión de nudos y entrenudos.
- Hojas: los cotiledones dan origen a este órgano vegetal; las hojas son de dos tipos simples y compuestas; las hojas primarias simples aparecen en la primera etapa de desarrollo siendo un par de hojas opuestas de forma acorazonada; y las hojas compuestas trifoliadas una central (ovoide) y dos laterales (asimétricos) siendo las hojas típicas del fréjol.
- Flores: durante el proceso de desarrollo presenta dos estados, el botón floral y la flor completamente abierta; se encuentran organizadas en racimos y su color varía de acuerdo con la variedad, puede ir desde el blanco al morado.
- Fruto: vaina con dos valvas, debido a que el fruto es una vaina, es considerado como leguminosa; en la unión de las valvas presenta dos suturas, la placentar y la ventral.
- Semilla: presenta varias formas, cilíndricas, redonda, arriñonada u ovalada; presenta una amplia variación de color (desde el blanco hasta el negro); además no presenta albumen e internamente está formada por el embrión.

#### **2.1.5. Plagas del cultivo de fréjol.**

Se considera plaga agrícola a la población de animales fitófagos, las cuales ocasionan daño en los cultivos; debido a la gran diversidad de plagas presentes en los diferentes cultivos, la producción agrícola se ve mermada; además causan daño de forma directa e indirecta, la primera forma de daño es ocasionado por insectos masticadores y la segunda por insectos chupadores las cuales transmiten enfermedades virales (Zepeda-Jazo, 2018)

SINAGAP (2015) menciona que en Ecuador a nivel nacional, durante la época de verano se pudo observar mayor ataque de insectos, siendo las más representativas: la mosca blanca (*Bemisia tabaci*), lorito verde (*Empoasca fabae*), Minadores de hoja (*Liriomyza trifolii* y *Agromyza sp.*) (Figura 1). El SIPA (2017) da a conocer que según los resultados de ESPAC 2017 la producción de fréjol seco y tierno se ve mermada en un 53% a nivel nacional debido al ataque de plagas.

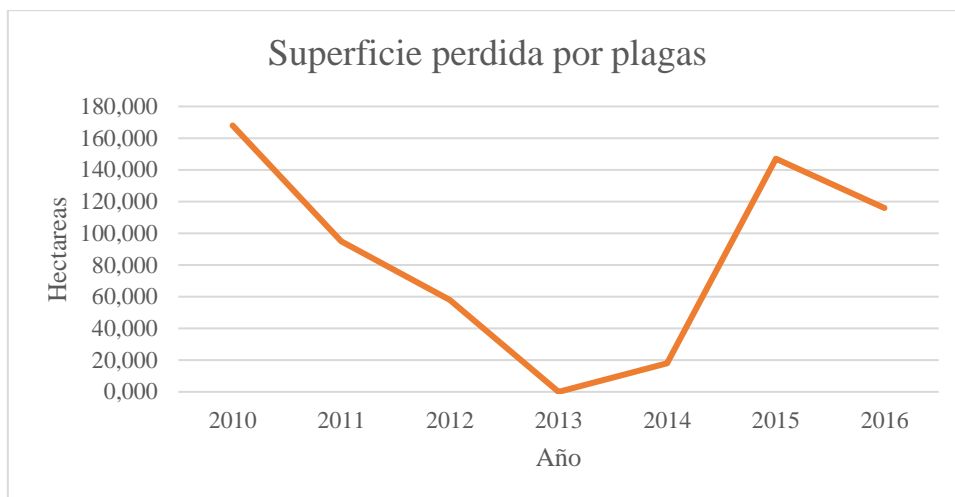


Figura 1: Total de superficie perdida a nivel nacional del cultivo de fréjol tierno (en vaina) por presencia de una serie de plagas que destruyen y atacan las plantas, de acuerdo a la condición de cultivo (solo) .

Fuente: INEC, 2016

## 2.2. Lorito verde (*Empoasca fabae*)

### 2.1.6. Descripción taxonómica.

De acuerdo con CIAT (1989) describe la siguiente descripción taxonómica:

Reino: Animal

Filo: Arthropoda

Clase: Insecta

Orden: Hemíptera

Familia: Cicadellidae

Género: *Empoasca*

Especie: *Empoasca fabae*.

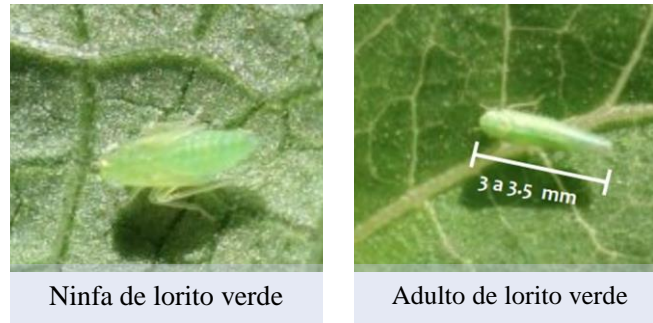
Nombre común: Salta hojas, chicharrita, cigarra, *Empoasca* y lorito verde

### 2.1.7. Biología del insecto.

El Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA, 2010) y SAG (2013) describen la identificación del insecto sus tres fases (huevo, ninfa y adulto):

- Huevo: las hembras colocan los huevos individualmente sobre peciolo de las hojas, laminilla foliar y tallos tiernos de las plantas; son de color blanco hialino, ovalados, con longitud de 0.6 a 0.8 mm, solo se puede observar con el microscopio y esta fase dura 8 a 10 días.
- Ninfa: posteriormente de la fase de huevo a los 8 a 10 días emergen los estados inmaduros (ninfas); esta fase pasa por 5 instares ninfales; las ninfas son similares al adulto, pero más pequeños y carecen de alas hasta la cuarta etapa; su alimentación es a base de la savia del floema de la planta, esta fase dura 10 a 15 días (Figura 2).

- **Adulto:** son delgados de color verde claro o amarillento, con alas transparentes más largas que el cuerpo, miden aproximadamente 3 - 3.5 mm de largo y además presenta marcas blanquecinas en la cabeza y el tórax; este insecto cuando se siente amenazado camina hacia los lados, se desplazan por salor o volando; su alimentación también es a base de la savia del floema (Figura 2).



*Figura 2: Lorito verde en su fase ninfal y adulto*

Fuente: Comité Estatal de Sanidad Vegetal del Estado de Guanajuato (CESAVEG), 2014.

### **2.1.8. Descripción del daño**

Los adultos y ninfas al poseer un aparato bucal succionador en forma de pico, la cual introduce en el tejido foliar y succiona la savia del floema, la cual provoca el incremento de la respiración de la planta, disminución de la actividad fotosintética, interrupción del movimiento de los productos de la fotosíntesis en los tejidos conductores (Instituto Nacional Tecnológico (INATEC), 2016).

El CESAVEG (2014) menciona que los daños ocasionados en su inicio se observan como pequeños puntos amarillentos y posteriormente provoca clorosis y crecimiento raquíutico de la planta; los ataques más severos se presentan en épocas secas y en etapas tempranas del cultivo.

Los síntomas que manifiestan las plantas afectadas por este insecto son, encrespamiento y clorosis foliar, crecimiento raquíutico, encorvamiento de las hojas hacia arriba o hacia abajo, deformación de hojas, deformación de vainas, amarillamiento de los bordes de las hojas primarias, caída de flores, caída de vaina y disminución de rendimiento hasta la pérdida total del cultivo; esta última afecta los componentes como: número de vainas por planta, número de semillas por vaina, peso de 100 semilla y número de vainas sin semilla por planta (SAG, 2013).

El CIAT (1989) describe los daños ocasionados por este insecto; coloniza y ataca el cultivo inmediatamente después de la emergencia; durante la etapa de plántula los daños son severos, alterando el desarrollo del crecimiento, el primer síntoma de daño es el curvamiento hacia abajo y hacia arriba de las hojas primarias; durante la etapa adulta ocasiona enrollamiento y amarillamiento de folíolos en toda la planta, necrosis de los ápices y de los bordes de los folíolos y enanismo de la planta; asimismo, durante la etapa de floración, el cultivo de fréjol es muy susceptible al ataque de este insecto.

### **2.1.9. Época crítica de daño.**

Aunque se considera que el ataque es severo durante todo el ciclo, existe la época más crítica la cual incluye el periodo después de la emergencia, el periodo de las dos semanas previas a la



floración, floración y formación de vainas; el lorito verde debido a su severo ataque afecta los cuatro componentes primordiales del rendimiento: 1) reducción del número de vainas por planta, 2) número de semillas por vainas, 3) el peso de 100 semillas y 4) número de vainas sin semillas por planta (Lozano, España, y Lara, 2016).

#### **2.1.10. Muestreo y umbrales de control:**

De acuerdo con SAG (2004) indica que el método más preciso de muestreo es el conteo directo del insecto en las hojas; para lo cual en 10 lugares del área del cultivo se procede a sacudir 10 plantas y se cuenta los adultos que vuelan; además menciona que se debe realizar semanalmente el muestreo de ninfas en 10 hojas trifoliadas en cada sitio, escogiendo la parte media de la planta, desde la formación de las primeras hojas verdaderas hasta la formación de las primeras vainas.

Cid, Reveles, Velázquez y Mena (2014) describen el umbral de control para lorito verde, cuando después de contar 20 hojas al azar en el campo se encuentre(n): 1) una ninfa por hoja trifoliada, o un adulto por planta, desde la etapa de germinación a la aparición de la primera hoja trifoliada; 2) dos ninfas por hoja trifoliada, o dos adultos por planta, después de la primera hoja trifoliada hasta floración, y 3) tres ninfas por hoja trifoliada, o tres adultos por planta, para el resto de las etapas del cultivo.

#### **2.1.11. Oportunidad de control**

Identificar rápidamente las poblaciones de lorito verde, especialmente en las épocas secas; y se debe realizar el control antes de que aparezca los síntomas de daño como amarillamiento del follaje, principalmente previo a la floración hasta el llenado de vainas, debido a que estas etapas son las más susceptibles (IICA, 2010).

#### **2.1.12. Métodos de control**

A continuación, se menciona los métodos de control para el lorito verde:

- Control cultural: se considera como medida de control la época de siembra (evitar época seca), uso de múltiples cultivos o asociación del cultivo (con maíz, yuca y caña de azúcar) y también el empleo de cobertura (plástico blanco, cascara y paja de arroz, rastrojo de maíz) CIAT, (1989).
- Control biológico: las pequeñas avispas del género *Anagrus* de la familia Mymaridae (Hymenoptera), son parasitoides de huevecillos de lorito verde y actúan como enemigos naturales (Lozan, España, Lara, Álvarez, y Martínez-Contreras, 2017). Otros depredadores como arañas y hongos como *Zoopthora radicans* e *Hirutella guyana* ayudan al control natural de este insecto (Trabanino, 1997; Saunders et al., 1998; Nunes y Dávila, 2004; Altieri y Nicholls, 2007) (como se citó en Jiménez, 2017).

### **2.3. Extractos vegetales**

Las medidas de control sobre plagas están limitadas al empleo de productos químicos, como única alternativa, lamentablemente esta opción resulta peligrosa para la salud del productor, de los consumidores y del medio ambiente (Vera, 2016). Una opción para disminuir el empleo de pesticidas para el control de las plagas es el uso de productos naturales derivados de especies

vegetales, dentro de ellas se menciona a los extractos vegetales (Mendoza, Rodríguez, Guevara, Enríquez y Rangel, 2016).

Los extractos vegetales son productos líquidos de origen natural; que desde la antigüedad han sido utilizadas por parte de los agricultores en el control de plagas (Kumar 2017) y contienen diversos ingredientes activos, como fenoles, flavonoides, saponinas, alcaloides, glicósidos, quinonas, taninos y terpenoide (Nava, García, Ricardo y Vázquez, 2012).

Los ingredientes activos de los extractos vegetales actúan bajo diversos modos de acción en el control de la plagas y enfermedades; con efectos de repelencia, atrayente, alelopáticas, insecticida, antialimentarios, antiovipositores, fungicida, bactericida y también como fertilizantes (Abad y Piedra, 2011).

### **2.1.13. Características de los extractos vegetales**

De acuerdo con Barreto 1988 (citado por Lizcano y Vergara, 2008) las características específicas de los extractos son:

- Coloración café amarillento, rojizo y verdoso (debido a la clorofila)
- De aspecto liso, fino y homogéneo
- Olor característico de la materia prima; con una mala preparación adquiere color a caramelo.

### **2.1.14. Consistencia de los extractos**

Según Clemente y Paucar (2017) menciona que los extractos presentan las siguientes consistencias:

- Extractos blandos: consistencia de la miel espesa.
- Extractos firmes: semejante con la masa con la cual se fabrican y no debe adherirse a los dedos.
- Extractos secos: polvos fáciles de manipular y dosificar.
- Extractos fluidos: peso del extracto corresponde al peso de la sustancia empleada durante la preparación.

### **2.1.15. Métodos para la elaboración de extractos vegetales.**

Los extractos vegetales se pueden obtener mediante varios métodos, dentro de ellas las más comunes y fáciles de manejo, según FAO (2010) y Ajiqichí (2013) son las siguientes:

- Infusión: en un recipiente en agua hirviendo se sumerge las partes de la planta como hojas para extraer sus sustancias activas; posteriormente se tapa el recipiente y se deja en reposo por 24 horas; para la aplicación se filtra el líquido.
- Decocción: durante 30 minutos hervir las partes duras de las plantas y se deja enfriar el líquido en la misma olla, estando tapada.
- Zumo: se prepara machacando las partes de la planta y luego se exprime para obtener el líquido.

- Maceración: se elabora a partir de partes de las plantas; luego colocar en un recipiente con agua fría y se deja en reposo durante 1 a 3 días cuidando que no fermente.
- Purín en fermentación: en un recipiente con agua se sumerge las plantas frescas y tapar en forma no hermética para que ingrese aire y remover diariamente durante dos semanas.

#### **2.1.16. Recomendaciones para un buen uso de extractos vegetales**

De acuerdo con el Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT, 2016) y Millán (2008) dan a conocer las siguientes recomendaciones:

- Las plantas se deben recolectar durante las primeras horas de la mañana.
- Las plantas recolectadas deben ser de lugares alejados de posibles fuentes de contaminación (basurero, zona de tránsito vehicular y predios con aplicación de insecticidas sintéticos)
- Usar agua limpia con pH de 6 y 7, en el caso utilizar agua de llave, dejarla durante 24 horas para que decanten las sales.
- Reposar de 24 horas a 15 días.
- Proteger de los rayos solares (las sustancias tienden a inactivarse frente a la exposición a la luz), por lo que es importante aplicarlas en horario temprano o muy tarde.
- Uso de diferentes plantas en el control de los insectos para su mayor potencialización.
- Rotación de extractos.
- No tienen efecto inmediato, pero muestran los mejores resultados a las 24 y 36 horas.

## **2.4. Higuierilla**

### **2.1.17. Origen.**

La higuierilla, ricino o castor (*Ricinus communis*) es originaria de África tropical (Abisinia); esta planta se encuentra distribuida desde el nivel del mar hasta los 3000 msnm; se desarrolla como un árbol en los trópicos y subtrópicos, alcanza hasta 5 metros de altura (González, et al., 2011).

### **2.1.18. Clasificación taxonómica.**

La clasificación taxonómica según Jena y Kumar (2012):

Reino: Plantae

División: Magnoliophyta.

Clase: Magnoliopsida.

Orden: Euphorbiales

Familia: Euphorbiaceae.

Género: *Ricinus*.

Especie: *Ricinus communis* L

Nombres Comunes: Español : ricino, higuera infernal, higuera, tártago, aceite de castor, catapucia, palma Christi, palmacristi (Cuba), higuera (Guatemala, Panamá y Costa Rica), relajaj (Colombia), carapate (Guadalupe); Portugués: mamona, garrapateira, mamoneiro, erva dos carrapatos, bafureira; Inglés: castor oil, castor vean; Otros: ricin (Francés), Wunderbaum, Rizinus Öl (Alemán), ricino (Italiano), eranda (India) (Alonso, 2007)

### 2.1.19. Descripción botánica

- Raíz: su sistema radicular es pivotante, alcanzando hasta los 3 metros de profundidad; además presenta raíces secundarias (Samayoa, 2007).
- Tallo: presenta un tallo principal y ramas secundarias; la primera es el más grande de la planta y la segunda da origen a varias ramas, en donde se produce los racimos (Recalde y Durán, 2009).
- Hojas: este órgano vegetal presenta forma palmeada, peciolada y alternas, con 7 a 11 lóbulos con nerviación palmatinervia; posee un peciolo redondo de 8 a 50 cm de largo y de 10 a 20 cm de longitud; la lámina de la hoja mide entre 10 a 75 cm de diámetro (Carrale, Marrugo, y Abril, 2014).
- Inflorescencia: en la higuera la inflorescencia es monoica, en donde las flores femeninas se sitúan en la parte superior y las masculinas en la parte inferior; además están agrupadas en una panícula, la cual mide hasta 40 cm (González, et al., 2011).
- Frutos y semillas: el fruto es una cápsula trilobular; los frutos inmaduros presentan coloración que va desde verde hasta rojo y los frutos maduros coloración café; mide entre 1.5 a 2.5 cm de largo, cubierto de púas no punzantes; en el interior del fruto se encuentra las semillas, las cuales son ovaladas y presentan un tegumento coriáceo, liso, lustroso y coloración negras o jaspeadas (Samayoa, 2007), (Figura 3).



Figura 3: Descripción botánica de la higuera. a) Frutos, b) semillas y c) ovarios.

Fuente: Recalde y Durán, 2009.

### 2.1.20. Principios activos de la higuera

De acuerdo con Londoño (2006), Arboleda, Guzmán y Mejía (2012), Jena y Kumar, (2012), Ringuelet (2013) y Centro Universitario del Estado de Iowa (2004) mencionan que la higuera

debido a la presencia de principios activos posee un alto poder insecticida; las cuales se encuentra en toda la planta, principalmente en las semillas, a continuación, se mencionan los principios activos presentes en la semilla de la higuera:

- Ricina: albúmina, proteína tóxica que suelen acumularse en semillas cumpliendo el papel de protección frente a sus posibles consumidores y como reserva de nitrógeno; su modo de acción en los insectos es, inhibiendo la síntesis de la proteína (hormona de la muda), controla el proceso de metamorfosis e interrumpe su crecimiento y reproducción.
- Ricinina: alcaloide cristalino, coloración blanquecina y es utilizada en forma de emulsión acuosa para el control de las plagas.

#### **2.1.21. Extracto de higuera**

La higuera gracias a sus propiedades en el control de las plagas se puede aprovechar mediante la preparación de las diferentes partes de la planta en extractos vegetales, con la ayuda de disolventes como cetona, agua, alcohol, benceno y éter (Arboleda, Guzmán y Mejía, 2012)

#### **2.1.22. Usos del extracto de higuera**

De acuerdo a Pacheco-Sánchez, Villa-Ayala, Montes-Belmont, Figueroa-Brito, y Jiménez-Pérez (2012) realizaron la investigación a nivel de laboratorio, con el uso de extracto hidroetanólico de semillas y hojas de higuera aplicados al 1% (10,000 ppm, obtenidas mezclando 0,5 g de cada extracto en 5 ml de acetona-solución al 10%), donde los resultados indican que el extracto de la hoja sobre piezas de *Agave tequilana* mostraron mayor efecto de repelencia en *Scyphophorus acupunctatus*, que las tratadas con el extracto de semillas.

De la misma manera Naz y Bano (2012) en su estudio obtuvieron los siguientes resultados: el extracto de hoja de metanol de *R. communis* mostró mayor actividad antimicrobiana máxima y el extracto de agua mostró una actividad mínima contra cuatro bacterias bacterianas *S. aureus*, *B. subtilis*, *P. aeruginosa* y *K. pneumoniae* y dos cepas fúngicas *A. fumigatus* y *A. flavus*.

Asimismo, Arboleda, Guzmán y Mejía (2012) en su investigación evaluaron extractos cetónicos de frutos semillas, raíces y hojas de higuera a concentraciones de 25, 50 y 100%, en su estudio in vitro da a conocer que colocaron con una micropipeta 200µL de agua con 50 hembras de *R. similis*, posterior en cada una de ellas se aplicó 2 ml del extracto cetónicos en las concentraciones mencionadas, los resultados obtenidos fueron las siguiente: a la concentración de 100% presentó efecto nematocida entre 73 y 89%, a concentraciones de 25 y 50% efecto entre 20 y 67% y el testigo agua con valores mínimos de 0.7 y 12%

Según Crisanto y Ayquipa (2013) describen que con la aplicación del extracto etanólico de semillas de higuera con dosis de 1, 5, 10, 50 y 100 mg/l, los resultados en su estudio fueron favorables, presentando un efecto insecticida sobre *Bemisia tabaci* Genn. el mayor efecto corresponde a las concentraciones de 50 y 100 mg/l con un porcentaje de mortalidad de 45 y 78.3 % respectivamente.

De acuerdo Bayaso, Nahunnaro y Gwary (2013) en su investigación mencionan que el extracto acuoso de higuera a una concentración del 100% podría reducir el crecimiento radial e inhibir el crecimiento de *Alternaria solani*.

Otra investigación Rodríguez, Aragón, Aragón, Pérez, y López (2017) realizaron la investigación del uso del extracto acuoso (30 g del polvo vegetal en un litro de agua) y aceitoso de higuera (500 g del polvo vegetal en un litro de aceite vegetal) para evaluar el efecto sobre larvas de *C. carnea*, en condiciones de laboratorio ; obteniendo como resultado la mortalidad más alta con el extracto acuoso con un 13.3%, seguida por el extracto aceitoso de higuera con 6.6 % y se presentó una mortalidad nula del aceite de girasol y del tratamiento testigo (agua).

De igual manera Martínez, et al., 2018) mencionan en su estudio que los extractos de higuera (semilla y hoja) elaborados con diferentes solventes como acetato de etilo, hexano y metanol presentaron efecto de inhibición en un 50% con respecto al desarrollo larval *Culex quinquefasciatus*; además evitaron la formación de pupas y emergencia de adultos.

Igualmente, Ossey, Tano, Aboua y Obodji (2018) en su estudio realizado sobre la aplicación del extracto acuoso de higuera en concentración de 70 g/l sobre *Ootheca mutabilis* en el cultivo de caupi; los resultados obtenidos fueron: reducción de hojas dañadas, menor número de adultos, mayor número de vainas cosechadas.

## **2.5. Marco legal**

En el artículo 14 de la Ley Orgánica del Régimen de la Soberanía Alimentaria, establece que “El Estado estimulará la producción agroecológica, orgánica y sustentable, a través de mecanismos de desarrollo productivo, programas de capacitación, líneas especiales de crédito y mecanismos de comercialización en el mercado interno y externo, entre otros” (Asamblea Nacional, 2010).

En el artículo 281, numeral 3 de la Constitución de la República de Ecuador, establece que será responsabilidad del Estado “Fortalecer la diversificación y la introducción de tecnologías ecológicas y orgánicas en la producción agropecuaria” (Asamblea Nacional, 2008).

En el Artículo 2 de la Normativa general para promover y regular la producción orgánica-ecológica-biológica en el Ecuador- Acuerdo Ministerial N° 299, Registro oficial N°34 del 11 de Julio de 2013, mencionan que “La finalidad de esta Normativa elevar la competitividad del sector agropecuario, incluido la acuicultura, proteger la salud de los consumidores, preservar el dinamismo vital del ambiente y mejorar la calidad de vida de los actores de la cadena productiva de productos orgánicos a través de la investigación, la transferencia de tecnología y la capacitación para el desarrollo de la agricultura orgánica.” (Agencia Ecuatoriana de Aseguramiento de la Calidad del Agro, 2013)

Instructivo de la normativa general para promover y regular la producción orgánica-ecológica-biológica en el Ecuador. - Resolución N° 99, Emitida el 30 de septiembre de 2013; en el artículo 5 de los principios de la producción orgánica, indican que “El diseño y la gestión adecuada de los procesos biológicos basados en sistemas ecológicos que utilicen recursos naturales propios del sistema (...)”; y el artículo 20, del manejo de plagas “El manejo de malezas, plagas y enfermedades debe ser realizado considerando siempre la prevención de cultivos antes que el control (...)” (AGROCALIDAD, 2013).

### III. MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1. Características del área de estudio

El área experimental donde se efectuó el estudio se detalla a continuación:

##### 3.1.1. Ubicación

La investigación se desarrolló en la Granja Experimental “La Pradera”, perteneciente a la Facultad de Ingeniería en Ciencias Agropecuaria y Ambientales de la Universidad Técnica del Norte, ubicado en la Parroquia San José de Chaltura, Cantón Antonio Ante, Provincia de Imbabura (Figura 4).

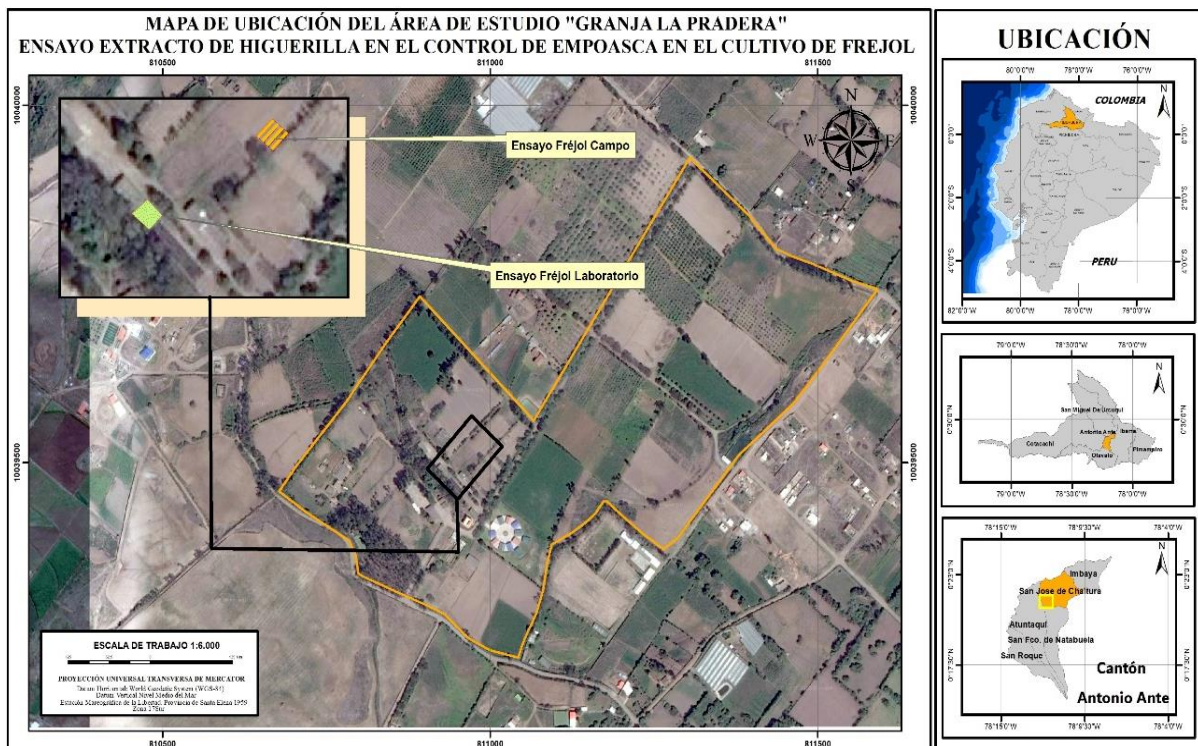


Figura 4. Mapa de ubicación del experimento

##### 3.1.2. Características climáticas

En la tabla 2 se describe las características climáticas perteneciente al área de estudio.

Tabla 2

Características climáticas del área de estudio

Características	Descripción
Temperatura media anual	16 °C
Precipitación promedio	600 mm
Humedad relativa	68.9%
Altitud	2376 msnm
Latitud Norte	00°21'00"
Longitud Oeste	78°12'39"

Fuente: Gobierno Municipal Antonio Ante [GAD], 2019

### 3.2.Fase de laboratorio

#### 3.2.1. Materiales, equipos, insumos y herramientas.

En la siguiente tabla 3 se muestra los materiales e insumos utilizados en la fase de laboratorio:

Tabla 3

#### *Materiales de laboratorio y biológicos*

<b>Materiales de laboratorio</b>	<b>Insumos vegetales</b>
Mandil	Semillas de fréjol Paragachi
Guantes	Material vegetal de higuera (hojas y semillas)
Mascarilla	Lorito verde ( <i>Empoasca fabae</i> )
Cajas Petri	
Mortero	
Molino de grano	
Termómetro de alcohol	
Pincel	
Frascos	
Aspirador entomológico	
Cajas entomológicas (50 x 50 x 50 cm)	
Macetas	
Fundas de papel	
Atomizador	

En la siguiente tabla 4 se muestra los equipos y herramientas empleadas durante el estudio.

Tabla 4

#### *Equipos y Herramientas*

<b>Equipos</b>	<b>Herramientas</b>
Balanza gramera	Tijera de podar
Cámara fotográfica	Etiquetas
Cocina	Tijera

#### 3.2.2. Métodos

En esta fase se evaluó el extracto de higuera por maceración e infusión sobre las poblaciones de *Empoasca* y se determinó la fitotoxicidad del extracto aplicadas en plantas de frejol.

##### *3.2.2.1. Factores en estudio*

Los factores en estudio se mencionan a continuación:



**Factor A:** Métodos de extracción:

M1= Maceración (semillas)

M2= Infusión (hojas).

**Factor B:** Dosis (maceración e infusión)

D1= 50 g/l

D2= 100 g/l

D3= 150 g/l.

### 3.2.2.2. *Tratamientos*

Los tratamientos para evaluar se detallan en la Tabla 5.

Tabla 5

*Descripción de los tratamientos en estudio para la fase de laboratorio*

<b>Tratamiento</b>	<b>Descripción</b>	<b>Dosis del extracto g/1 litro de agua</b>
T1(Testigo)	Agua	0
T2	Maceración-semilla	50
T3	Maceración-semilla	100
T4	Maceración-semilla	150
T5	Infusión-hoja	50
T6	Infusión-hoja	100
T7	Infusión-hoja	150

### 3.2.2.3. *Diseño Experimental*

Para la fase de laboratorio se utilizó un Diseño Completamente al Azar (DCA), con 7 tratamientos y 3 repeticiones con un total de 21 unidades experimentales. Cabe recalcar que se consideró a las cajas Petri como unidad experimental, las cuales contenían 10 insectos cada una (Figura 5).

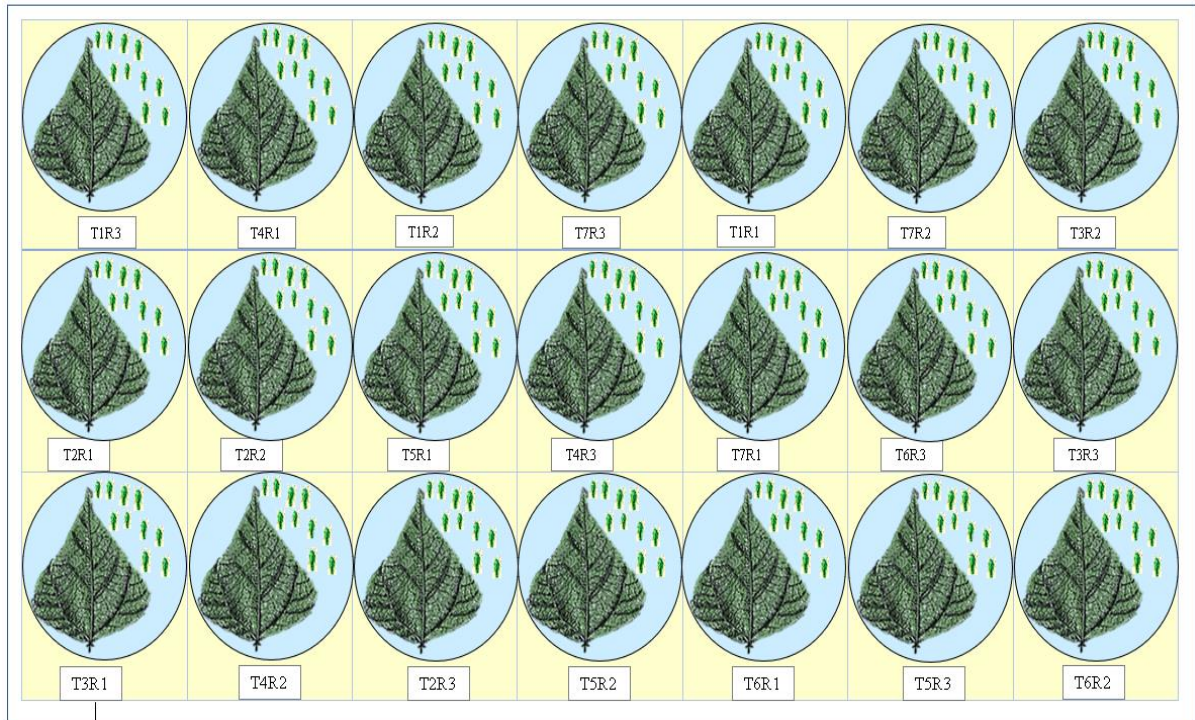


Figura 5. Distribución de los tratamientos en la fase de laboratorio

### 3.2.2.4. Características del Experimento

Las características del experimento de la fase de laboratorio se muestran a continuación:

Tratamiento: 7

Repeticiones: 3

Unidades experimentales: 21

La conformación de las unidades experimentales fue utilizando una hoja de fréjol y ubicándolas en cajas Petri (90 mm) con 10 ninfas de *Empoasca* cada una.

### 3.2.2.5. Análisis estadístico

Para el análisis de estadístico de la fase de laboratorio se realizó el análisis de varianza (ADEVA), con un Diseño Completamente al Azar (Tabla 6).

Tabla 6

Análisis de varianza (ADEVA) de un Diseño Completamente al Azar

Fuentes de variación	Grados de Libertad
Tratamiento	6
Error experimental	14
Total	20

### 3.2.2.6. Variables a evaluarse

En la fase de laboratorio se midieron las siguientes variables:

- a) Eficacia del extracto. El porcentaje de eficiencia se determinó mediante la ecuación de Henderson y Tilto (Galindo, Soriano, Quevedo, y Melo, 2015). La medición de la variable se determinó mediante el conteo de insectos vivos antes y después de la aplicación del extracto.

Para su cálculo se aplicó la siguiente ecuación.

$$\% \text{ Eficacia} = \left[ 1 - \left( \frac{Ca}{Ta} \right) * \left( \frac{Td}{Cd} \right) \right] * 100$$

Dónde:

Ta= Número de individuos vivos en parcela tratada antes de aplicar el tratamiento.

Ca= Número de individuos vivos en parcela testigo antes de aplicar el tratamiento.

Td= Número de individuos vivos en parcela tratada después de aplicar el tratamiento.

Cd= Número de individuos vivos en parcela testigo después de aplicar el tratamiento.

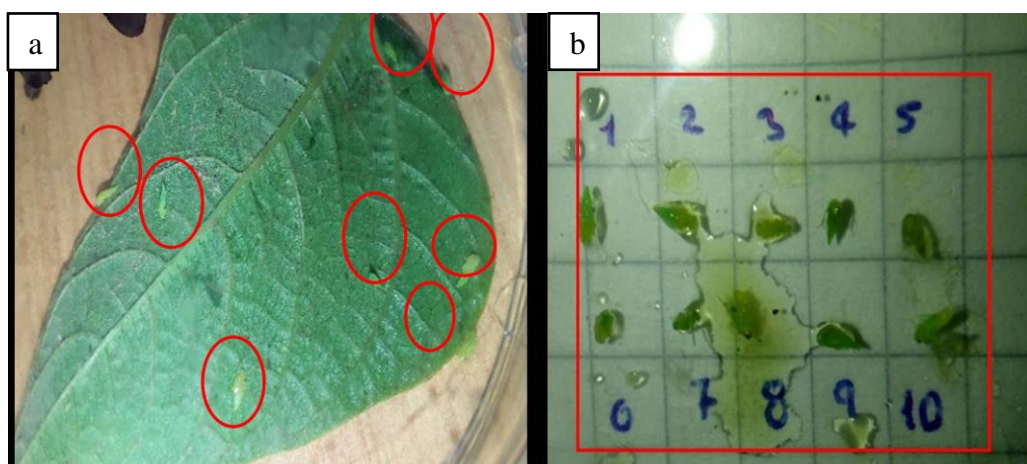


Figura 6. Conteo del fitófago: a) Número de insectos vivos antes de la aplicación y b) número de insectos vivos después de la aplicación.

Para la aplicación se colocó 10 insectos en cajas Petri y se realizó en conteo de insectos vivos antes de la aplicación (Figura 6a). Los rangos de lecturas se establecieron a 1, 24 y 48 horas de haber aplicado el extracto, los insectos fueron recolectados desde las hojas hacia una cuadrícula numerada para facilitar el conteo. Se procedió a contar el número de insectos vivos en cada una de las unidades experimentales (Figura 6b). En cada tratamiento, se consideró insecto muerto a aquellos que no reaccionaban al estímulo del pincel y no mostraban función fisiológica alguna.

- b) Fitotoxicidad del extracto: Para determinar el grado de fitotoxicidad del extracto de higuera, se aplicó los tratamientos a plantas sembradas en macetas (Figura 7a). Las mediciones se iniciaron 1 día después de la aplicación por un periodo de 15 días; se diferenciaron las plantas con algún grado de fitotoxicidad de las sanas (Figura 7b). Se consideró como fitotoxicidad cuando las hojas cambiaron su coloración con totalidades

cloróticas y presencia de pequeñas machas necróticas. Esta variable fue determinante para los tratamientos que pasaron a la evaluación en campo.

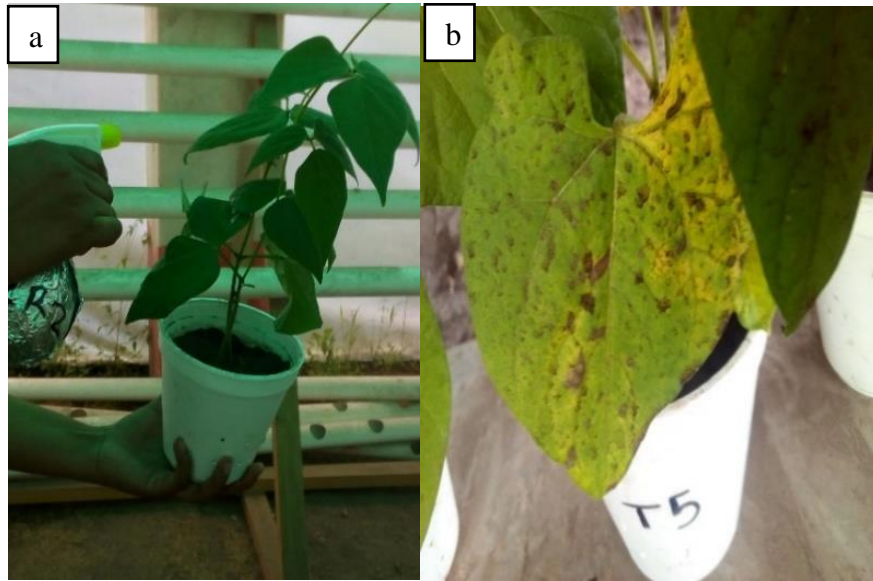


Figura 7. Aplicación del extracto de higuera en fréjol cultivadas en maceteros. a) Momento de la aplicación y b) fitotoxicidad del extracto.

### 3.2.3. Manejo del experimento

#### 3.2.3.1. Construcción de jaulas entomológicas

Para la conformación de las jaulas entomológicas se utilizó 0,5 m<sup>3</sup> cubiertos con tela organza. El objetivo de la jaula fue colocar 5 macetas, cada una de ellas contenía una planta de fréjol, después se introdujo una cantidad considerable de *Empoasca*, para que infesten las plántulas y de esta manera propagar la plaga y obtener el mayor número de especímenes para las pruebas en las cajas Petri.

#### 3.2.3.2. Siembra de fréjol

Se realizó la siembra de fréjol en maceteros con suelo (Figura 8a). Cuando las plántulas presentaron su primera hoja trifoliada se introdujeron en la jaula entomológica descrita en el punto anterior (Figura 8b).



Figura 8. a) Siembra de fréjol en maceteros e b) introducción de las plantas de fréjol en la jaula entomológica.



### 3.2.3.3. Identificación de los insectos del cultivo de fréjol del predio

Previo a la colecta de *Empoasca*, se procedió a recolectar hojas de fréjol (Figura 9a) con presencia de insectos (Figura 10b), posteriormente con la ayuda de un estereoscopio se procedió a identificar al fitófago, con sus características morfológicas principales (Figura 10).



Figura 9. a) Colecta de hojas de fréjol para la identificación del insecto e b) identificación visual del insecto en campo.



Figura 10. Característica morfológica de *Empoasca* en vista dorsal y ventral

### 3.2.3.4. Colecta e introducción de *Empoasca fabae* en cajas entomológicas

Con la ayuda de una aspiradora entomológica se colectaron los insectos presentes en las hojas del cultivo de fréjol (Figura 11a), luego se introdujo en la jaula entomológica, la cual contenía plantas de fréjol y se utilizaron como sustrato alimenticio para *Empoasca*, como muestra la figura 12b.

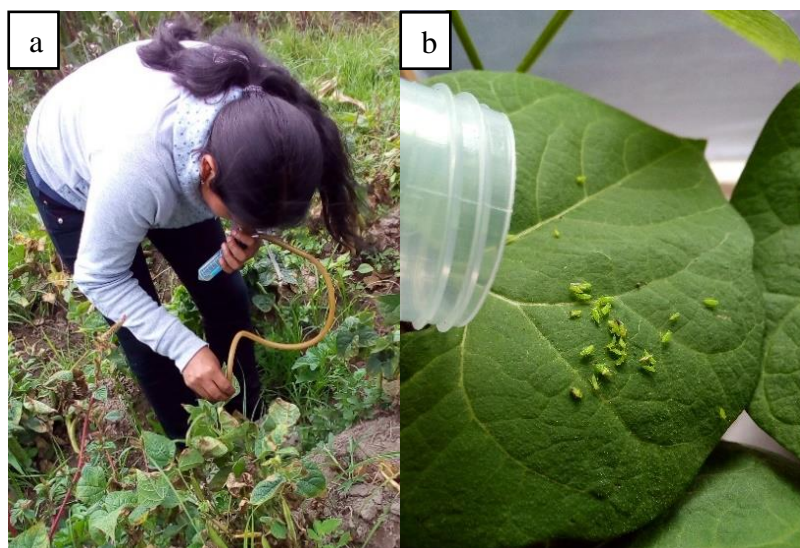


Figura 11. a) Colecta del insecto en campo y b) introducción del insecto en plantas de fréjol de las jaulas entomológicas.

### 3.2.3.5. Colecta del material vegetal (*Ricinus communis* L.)

Los materiales vegetales utilizados fueron semillas y hojas de higuierilla (*Ricinus communis* L.). La colecta se realizó con la ayuda de tijeras podadoras, para cortar las hojas en el punto de unión entre el tronco y las ramas, además se procedió a cortar las inflorescencias que presentaban semillas (Figura 12a). Posteriormente el material vegetal se lo traslado al área de trabajo para lavarlo y se dejó secar bajo sombra durante 15 días (Figura 12bc).

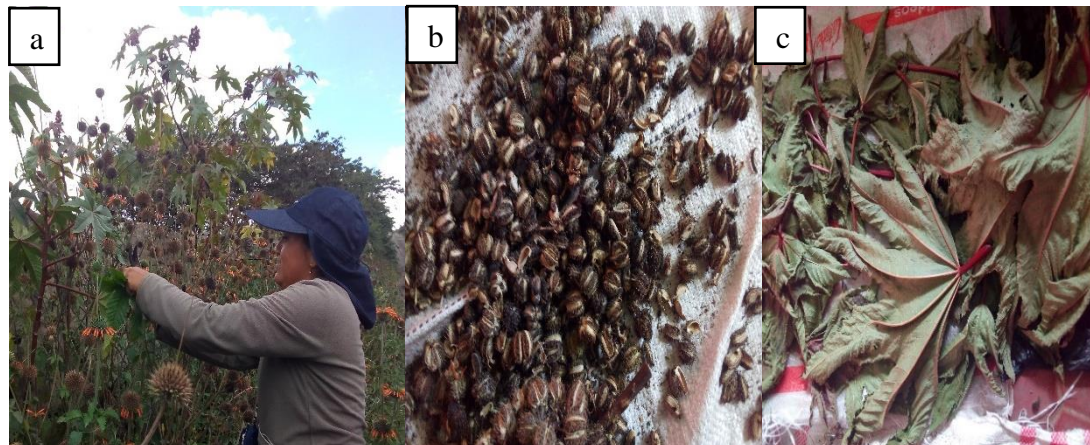


Figura 12. a) Colecta del material vegetal en campo con tijeras podadoras, b) secado de los frutos de higuierilla y c) secado de hojas de higuierilla.

### 3.2.3.6. Preparación del extracto

Previo la aplicación de los tratamientos, se procedió a la preparación del extracto por dos métodos maceración e infusión. Para facilitar la preparación de los extractos, se utilizó 100 ml de agua (en relación con 1 litro) para las diferentes concentraciones. A continuación, se menciona el primer procedimiento:

Infusión: Para la preparación del extracto acuoso iniciamos con la trituración de las hojas con la ayuda de un mortero (Figura 13a). Luego se tomó el polvo y se procedió a pesar para



determinar los tratamientos en 5, 10 y 15 gramos (con tres repeticiones cada una) y luego se colocó en fundas de papel para su etiquetado. Seguidamente se hirvió 900 ml de agua, se midió la temperatura con un termómetro de alcohol (Figura 13b) hasta obtener 80 °C, después se agregó 100 ml en cada frasco, de igual manera se colocó el material vegetal previamente pesado. Posteriormente se dejó reposar durante 24 horas y luego se filtró con una tela fina para separar los sólidos de los líquidos y finalmente se colocó en los atomizadores para su respectiva aplicación (Figura 13 c) (Ajiqichí, 2013).

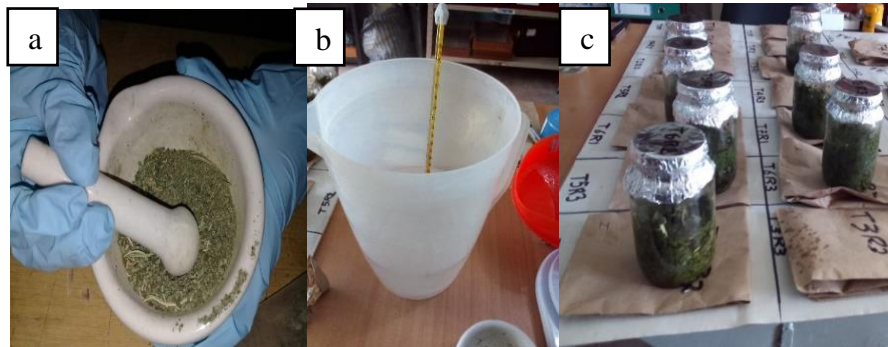


Figura 13. a) Trituración de hojas de higuerilla., b) medición de la temperatura y c) reposo del extracto por 24 horas.

Maceración: Siguiendo el protocolo propuesto por el CIMMYT (2016), se inició el con la molienda de las semillas utilizando molino de grano (Figura 14a), luego se procedió a pesar en las siguientes proporciones 5, 10 y 15 gramos de semilla molida (3 repeticiones de cada una), las cuales se colocó en los frascos (9) con agua (100 ml por frasco) a temperatura ambiente, se dejaron reposar por 24 horas (Figura 14b). Posteriormente se filtró dos veces con una tela fina para impedir el paso de pequeños trozos de semillas e impurezas y finalmente se colocó el líquido en los atomizadores (Aragón, Pérez, López, Damián, García y González, 2009), (Figura 14c).



Figura 14. a) molienda de semillas de higuerilla, b) Reposo del extracto por 24 horas y c) Líquido en los atomizadores

### 3.2.3.7. Aplicación de los tratamientos

#### a) Aplicación del extracto

Para evaluar el extracto en laboratorio, se tomó los fitófagos (ninfa) adheridos en las hojas de las plantas de fréjol de las jaulas entomológicas y luego se colocó 10 insectos dentro de cada

una de las cajas Petri (Figura 15a). Posteriormente se tomó un atomizador (15ml de extracto acuoso) por unidad experimental y se aplicaron los tratamientos (4 aspersiones con un total de 4ml) (Figura 15b).

En cada unidad experimental se realizó el conteo de insectos vivos antes y después de la aplicación del extracto. Las lecturas del conteo se las efectuó a 1, 24 y 48 horas después de la aplicación (Figura 15c).

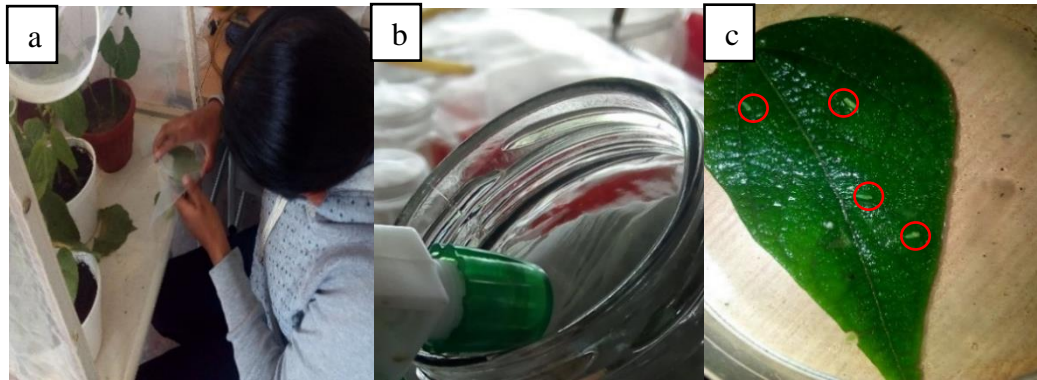


Figura 15. a) Colecta de Emposca adheridos en hojas y distribución de 10 insectos en cada una de las cajas Petri, b) aplicación de los tratamientos y c) conteo de insectos vivos después de la aplicación.

#### b) Determinación de la fitotoxicidad de los tratamientos

Para la evaluación de la fitotoxicidad del extracto se utilizó plantas de fréjol sembradas en macetas, de igual manera se aplicó con un rociador (Figura 16a) en una planta por tratamiento, en cada foliolo asegurando se cubra por completo el haz y el envés. Luego de la aplicación se realizó observaciones de los cambios suscitados sobre las plantas durante 15 días, para identificar el grado de daño ocasionado y para ello se utilizó la tabla de medición de fitotoxicidad (Tabla 7, Figura 16bc y Anexo 20, 21 y 22) (Agrocalidad 2015). De esta manera se determinó la dosis del extracto acuosos de higuierilla a ser aplicado en campo y que no cause daños sobre las plantas.

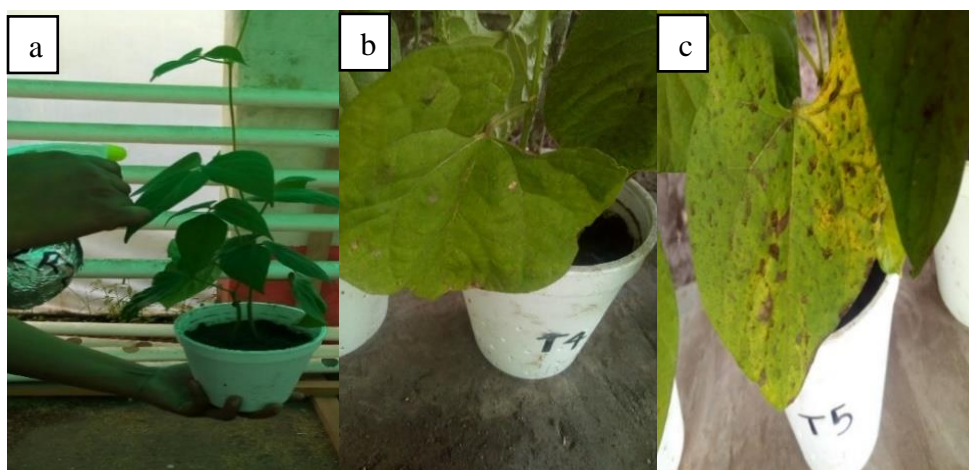


Figura 16. a) Aplicación del extracto en plantas de fréjol cultivadas en maceteros, b) hojas con puntos necróticos a causa del extracto en maceración y c) hojas con puntos necróticos a causa del extracto en infusión.



Tabla 7

*Guía de medición de la fitotoxicidad del plaguicida*

<b>Valor</b>	<b>Factor</b>	<b>Descripción del daño</b>
0	Ningún daño	Similar al testigo
1	Daño muy leve	Clorosis apenas perceptible.
2	Daño leve	Clorosis apenas perceptible. Retardo en el crecimiento perceptible
3	Daño ligero	Clorosis visible. Necrosis en tejidos ligero. Daños en los puntos de crecimiento
4	Daño moderado	Clorosis pronunciada. Necrosis en tejidos ligero. Daños en los puntos de crecimiento.
5	Daño regular	Todos los síntomas anteriores estables. Daño reversible para la supervivencia de la planta
6	Daño grave	Fitotoxicidad presente. El cultivo no se desarrolla bien y no se recupera en productividad
7	Daño muy grave	Severo daño al cultivo. Población de plantas se reduce
8	Daño intenso	Pérdida muy visible de plantas en el cultivo. Menos de la mitad sobreviven
9	Daño muy intenso	Pérdida casi total del cultivo
10	Daño absoluto	Muerte total del cultivo

Fuente: Agrocalidad, 2015.

### **3.3.Fase de campo**

#### **3.3.1. Materiales, equipos, insumos y herramientas**

A continuación, se detalla los materiales de campo e insumos vegetales utilizados en esta fase (Tabla 8):

Tabla 8

*Materiales e insumos vegetales para la fase de campo*

<b>Materiales de campo</b>	<b>Insumos vegetales</b>
Estacas	Semilla de fréjol Paragachi
Piola	semillas de higuera
Rótulos	
Croquis	
Flexómetro	
Trampas cromáticas amarillas	
9 baldes	
Libreta de campo	

En la Tabla 9 se indica las herramientas y equipos empleadas en la fase de campo:

Tabla 9

*Herramientas y Equipos de la fase de campo*

<b>Herramientas</b>	<b>Equipos</b>
Tijera de podar	Cámara fotográfica
Azadón	Computadora
Pala	
Rastrillo	
Bomba de fumigar	
Balanza gramera	
Molino de grano	

### 3.3.2. Métodos

En esta fase se evaluó las características agronómicas del cultivo de fréjol mediante la aplicación del extracto de higuerillas con el método de maceración y las dosis que no ocasionaron fitotoxicidad en la fase de laboratorio.

#### 3.3.2.1. Factores en estudio

El factor de estudio son las dosis de aplicación que se presentan a continuación

Dosis:           D1= 50 g/l  
                       D2= 100 g/l

#### 3.3.2.2. Tratamientos

En base a los resultados de la fase de laboratorio, se seleccionó el método de maceración con semilla y dosis de 50 y 100 g/l, las cuales no presentaron fitotoxicidad en plantas cultivadas en maceteros. A continuación, en la tabla 10 muestra los tratamientos en estudio.

Tabla 10

*Descripción de los tratamientos en estudio para la fase de campo*

<b>Tratamiento</b>	<b>Descripción</b>	<b>Dosis del extracto g/litro de agua</b>	<b>Código</b>
T1	Testigo sin aplicación	0	Testigo
T2	Maceración 1	50	D1
T3	Maceración 2	100	D2

#### 3.3.2.1. Diseño Experimental

En la fase de campo, los tratamientos fueron distribuidos en un Diseño de Bloques Completamente al Azar (D.B.C.A), con 3 tratamientos y 3 bloques, con un total de 9 unidades experimentales.

### 3.3.2.2. Características del Experimento

El área total del experimento fue de 333 m<sup>2</sup>, la cual estuvo conformada por 810 plantas de fréjol sembradas en 9 parcelas. El área de cada unidad experimental fue de 16.2 m<sup>2</sup> con 3m (largo) y 5.4m (ancho), además de parcela neta fue de 5,4 m<sup>2</sup>, cada unidad experimental estuvo conformada por 90 plantas (30 de parcela neta) sembradas en 9 surcos con distancia de 60 y 30 cm entre hileras y plantas respectivamente.

### 3.3.2.3. Análisis estadístico

Para la fase de campo se realizó el análisis de varianza (ADEVA), para un Diseño en Bloques Completamente al Azar (D.B.C.A.), (Tabla 11).

Tabla 11

*Análisis de varianza (ADEVA) de un Diseño en Bloques Completamente al Azar, de la fase de campo*

<b>Fuentes de variación</b>		<b>GL</b>
<b>Tratamiento</b>	(T-1)	2
<b>Bloques</b>	(R-1)	2
<b>Error experimental</b>	(T-1) (R-1)	4
<b>Total</b>	(T x R) -1	8

En caso de encontrar diferencias estadísticas significativas para tratamientos, se utilizó la prueba de Fisher al 5%.

### 3.3.2.4. Variables evaluadas

En la fase de campo se midieron las variables fitosanitarias y agronómicas, para la primera se evaluaron incidencia y severidad de plagas mosca blanca, mosca minadora, lorito verde y en enfermedades roya, población de insectos por trampa de cada unidad experimental. Las variables agronómicas fueron altura de planta (cm), días a la floración, número de vainas por planta, número de granos por vaina, número de vainas sin granos por planta, peso de 100 granos y rendimiento (gramos/parcela neta).

Variables fitosanitarias:

- Incidencia de plagas y enfermedades: Se evaluó a los 23, 37, 55, 65 y 76 días después de la siembra (dds), en 10 plantas tomadas al azar de cada parcela neta. En cada planta se tomó tres folíolos, una por cada estrato (inferior, medio y superior) (Garcés, Zabala, Díaz y Vera, 2012). En cada folíolo se observó la presencia de plagas (mosca blanca, minador, lorito verde) y enfermedades (roya).

Para obtener el porcentaje de incidencia para mosca blanca, minador, lorito verde y roya en el cultivo de fréjol se aplicó la siguiente ecuación:

$$\% \text{ incidencia} = \frac{\text{número de insecto o número de plantas afectadas por plaga/ enfermas}}{\text{Número total de plantas muestreadas}} * 100$$

- b) Severidad de plagas y enfermedades: esta variable se evaluó a los 23, 37, 55, 65 y 76 días después de la siembra (dds) en 10 plantas de cada parcela neta las cuales fueron tomadas al azar, para la colecta de datos se utilizó tres foliolos de cada planta, una por estrato (inferior, medio y superior). Para la evaluación de esta variable se utilizó claves descriptivas tanto para plagas como para enfermedades, las cuales detallan escalas con un número de grado o niveles de ataque, y representan un rango de severidad (nivel de ataque) (CIAT, 1991; CIAT, 1989 y Manandhar, et al. 2016). A continuación, se muestra las claves descriptivas para mosca blanca, minador, lorito verde y roya (Tabla 12, 13, 14 y 15 respectivamente):

Clave descriptiva con escala de severidad utilizada para la mosca blanca fue la siguiente

Tabla 12

*Escala de severidad para mosca blanca*

<i>Nivel de ataque</i>	<i>Descripción</i>
1	<i>Presencia de adultos y/o huevos.</i>
3	<i>Aparición de primeras ninfas en tercio inferior de la planta.</i>
5	<i>Gotas de melaza (brillo en hojas; 2/3 de la planta cubiertos con melaza).</i>
7	<i>Aparición de fumagina.</i>
9	<i>Hojas y vainas completamente cubiertas de fumagina.</i>

Fuente: CIAT, 1991.

De igual manera a continuación se detalla la clave descriptiva con escala de severidad empleada durante el ciclo del cultivo de fréjol, para la mosca minadora fue:

Tabla 13

*Escala de severidad mediante niveles de ataque para minador*

<i>Nivel de ataque</i>	<i>Descripción</i>
1	Presencia de adultos y puntos de alimentación en hojas
3	Presencia de minas iniciales pequeñas Presencia generalizada de minas en 2/3 inferiores de la planta,
5	presencia de prepupas y pupas en las hojas Presencia de adultos, puntos de alimentación y/o minas pequeñas en el tercio superior de la planta, minas grandes generalizadas y pupas
7	en tercios inferiores Toda la planta afectada. Todos los estados presentes. Defoliación
9	severa

Fuente: CIAT, 1991.

A continuación, se muestra la clave descriptiva con escala de severidad para lorito verde empleada durante la investigación (Tabla 14):

Tabla 14

*Escala de severidad del daño del lorito verde Empoasca fabae*

Nivel de daño	Descripción
1	Las plantas no muestran síntomas de daño
3	Daño leve. Se observan deformaciones pequeñas de los bordes de los folíolos
5	Daño moderado. Ligero encrespamiento y amarillamiento de los foliolos
7	Daño severo. Hay mayor encrespamiento de los foliolos, atrofiamiento marcado de la planta o enanismo y amarillamiento.
9	Atrofiamiento y amarillamiento severos de la planta, falta de producción y, con frecuencia, muerte de las plantas.

Fuente: CIAT, 1989

En la tabla 15 se muestra la clave descriptiva manejada para la medición de severidad de la roya:

Tabla 15

*Escala para la medición de severidad de la roya del fréjol*

Nivel de daño	Descripción
1	Altamente resistente: ausencia, a simple vista, de pústulas de roya (inmune) 0%.
3	Resistente: presencia, en la mayoría de las plantas, de sólo unas pocas pústulas, por lo regular pequeñas, que cubren aproximadamente el 2% del área foliar.
5	Intermedia: presencia, en todas las plantas, de pústulas generalmente pequeñas o intermedias que cubren aproximadamente el 5% del área foliar.
7	Susceptible: presencia de pústulas generalmente grandes y rodeadas, con frecuencia, de halos cloróticos que cubren aproximadamente el 10% del área foliar.
9	Altamente susceptible: presencia de pústulas grandes y muy grandes, con halos cloróticos, las cuales cubren más del 25% del tejido foliar y causan defoliación prematura.

Fuente: Manandhar, et al. 2016

- c) Población de insectos: Las trampas se colocaron desde la tercera semana después de la siembra en cada unidad experimental. Cada trampa fue colocada a una altura de 40 a 50 cm dependiendo de la altura del cultivo (Figura 17). Desde la colocación de las trampas en cada parcela, estas fueron cambiadas y revisadas quincenalmente durante el ciclo del cultivo, realizando un total de 6 revisiones (Torija-Torres, Huerta-De la Peña y Aragón-García, 2014).



Figura 17. a) Colocación de trampas cromáticas amarillas en cada unidad experimental

#### VARIABLES AGRONÓMICAS:

- a) Altura de planta (cm): Para evaluar esta variable, se midió el tallo principal, desde la base hasta la última hoja trifoliada bien formada, para lo cual se tomó 10 plantas al azar de cada parcela neta. Se utilizó una cinta métrica. Esta variable se midió a los 45 (etapa V4 primera hoja trifoliada) y 60 (etapa de floración) días después de la siembra.
- b) Días a la floración: se contaron los días desde la germinación hasta cuando el 50% de las plantas de la parcela neta iniciaron la floración.
- c) Número de vainas por planta: los datos de esta variable se tomaron durante la cosecha, contando el total de vainas existentes en las 10 plantas por parcelas neta tomadas al azar y marcadas con anterioridad. Además, es importante mencionar que se realizó tres cosechas en fríjol tierno, donde en cada una se evaluó esta variable (Peña, Rodríguez, y Santana, 2015).
- d) Número de granos por vaina: Se efectuó en el momento de la cosecha contando el número de granos de 10 vainas tomadas al azar (Figura 18a), obteniéndose el promedio de granos por vainas por tratamientos (Narvaez, Marchena, Watler, y Córdón, 2011, Figura 18b).

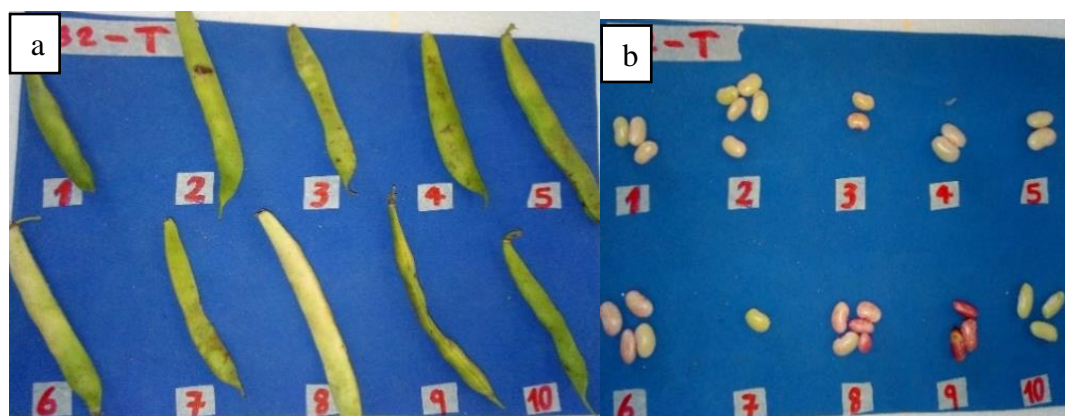


Figura 18. a) Selección de 10 vainas al azar y (b) conteo de granos por vaina.

- e) Número de vainas sin grano por planta: El número de vainas sin grano por planta se determinó en la cosecha, contando el total de vainas sin semillas existentes en las 10 plantas por parcelas neta tomadas al azar.
- f) Peso de 100 granos: Una vez retirados los granos de las vainas, se tomó 100 granos al azar y se pesaron en una balanza gramera.
- g) Rendimiento gramos/parcela neta: Se cosechó las vainas que presentaron madurez fisiológica y se tomó el peso de estas mediante la ayuda de una balanza gramera y se obtuvo el rendimiento en gramos de cada parcela neta.

### 3.3.3. Manejo específico del experimento

#### 3.3.3.1. Selección del terreno para el experimento

Para implementar el experimento se seleccionó un terreno plano y que disponga de agua de riego.

#### 3.3.3.2. Análisis de suelo

Antes de establecer el experimento se tomó muestras de suelo de cada unidad experimental, mismas que fueron colocadas en fundas de polietileno, con peso de 1 kg de suelo, se procedió etiquetar y se envió al Laboratorio de Aguas, Suelo y Tejidos Vegetales de la Estación Experimental Santa Catalina del INIAP.

#### 3.3.3.3. Preparación del suelo

En el lote seleccionado para el experimento, se procedió a arar y rastrar con la ayuda de un tractor, con el fin de aflojar y nivelar el suelo para facilitar el surcado. Esta actividad se realizó 15 días antes de la siembra.

#### 3.3.3.4. Delimitación de parcelas

Una vez preparado el suelo se procedió a la delimitación de 9 unidades experimentales cuyas dimensiones fueron de 3 m x 5.4 m cada una, mediante la ayuda de un flexómetro, estacas y piola. Además, en cada parcela se realizó 9 surcos para la respectiva siembra a realizarse.

### **3.3.3.5.Siembra**

Para la siembra de fréjol se utilizó semillas no certificadas de la variedad Paragachi. La densidad fue de 0,60 m entre surcos y 0,30 m entre plantas, con tres semillas de fréjol por golpe (INIAP, 2009).

### **3.3.3.6.Deshierbe y Aporque**

El deshierbe se realizó a los 25 días después de la siembra, utilizando azadón. El aporque se realizó a los 45 días después de la siembra (INIAP, 2009).

### **3.3.3.7.Riego**

El riego al inicio del ciclo se realizó dos veces por semana por gravedad (Figura 19), para que las semillas germinen, una vez germinada hasta la etapa V4 se regó cada 8 días y en la etapa de floración y llenado de vainas se proporcionó de agua dos veces por semana.



*Figura 19.* Riego por gravedad en el cultivo de fréjol.

### **3.3.3.8.Aplicación de los tratamientos**

Los tratamientos para en el control de *Empoasca* aplicando el extracto acuoso de fue a base de semillas higuierilla a 50 y 100 g/l, para lo cual se realizó las siguientes actividades:

- Calibración de la bomba: Previo a la aplicación del extracto acuoso de higuierilla, se seleccionó una unidad experimental, se tomó una bomba de mochila (de 20 litro), en la cual se colocó 5 litros de agua y se marcó en el tanque de la bomba. Posteriormente se procedió a aplicar agua en las 90 plantas unidad experimental, manteniendo un paso normal y finalmente se midió el volumen restante de agua del tanque. Por lo cual se determinó que se utilizará 2 litros de extractos acuosos de higuierilla por unidad experimental.
- Aplicación del extracto: se realizó de acuerdo con los monitoreos, desde la primera semana del ciclo del cultivo. Se aplicó el extracto después de obtener el resultado del monitoreo, de acuerdo al umbral de control mencionado por Cid, Reveles, Velázquez y Mena (2014), las cuales se detallan a continuación: 1) una ninfa por hoja trifoliada, o



un adulto por planta, desde la etapa germinación (V0) hasta la aparición de la primera hoja trifoliada (V3); 2) dos ninfas por hoja trifoliada, o dos adultos por planta, después de la primera hoja trifoliada (V4) hasta floración (R6).

- Criterios de aplicación de extractos vegetales-tratamientos

La aplicación se realizó con una bomba de mochila (Figura 20). Cabe indicar que para la aplicación de los tratamientos se eligió las últimas horas de la tarde, para no ocasionar fitotoxicidades en el cultivo por la intensidad luminosa (Ramos, 2015).



*Figura 20.* Aplicación del extracto de higuera en las unidades experimentales.

### **3.3.3.9. Cosecha**

La cosecha se realizó manualmente, recogiendo las vainas en verde que presentaban madurez fisiológica.

## IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A continuación, se presentan los resultados de las dos fases del experimento, cada variable fue analizada aplicando un análisis de varianza estadístico para verificar si los resultados presentan diferencias influenciadas por la aplicación de los tratamientos.

### 4.1. Fase de laboratorio

#### 4.1.1. Eficacia del extracto

El análisis de varianza de la variable eficacia del extracto muestra que no existe interacción entre los factores tratamiento y horas después de la aplicación (hda) del extracto ( $F=0.85$ ;  $gl=12,40$ ;  $p= 0.5996$ ). Sin embargo, presentó efecto en tiempo después de la aplicación ( $F=433.98$ ;  $gl=2,40$ ;  $p= 0.0001$ ) y en el tratamiento ( $F=70.37$ ;  $gl=6,40$ ;  $p= 0.0001$ ) (Tabla 16).

Tabla 16

*ADEVA de la variable eficacia del extracto*

Fuentes de variación	Grados de Libertad	Grados de libertad del Error	Valor F	Valor P
(Intercept)	1	40	12816.86	<0.0001
Tratamiento	6	40	70.37	<0.0001
hda	2	40	433.98	<0.0001
Tratamiento: hda	12	40	0.85	0.5996

Los resultados indican que el extracto de higuerrilla presentó un efecto sobre la población de lorito verde ( $p<0.0001$ ). La figura 21 muestra el porcentaje de eficacia del extracto con respecto a las horas después de la aplicación, asimismo, se observa tres rangos A, B y C los cuales demuestran que existe diferencias estadísticas en los tiempos después de la aplicación del extracto acuoso, así a una hora (hda) se obtuvo 66.06%, a las 24 hda un 77.10% y en las 48 hda alcanzó el 92.38% de eficacia en relación a la mortalidad del insecto (Anexo 1), esto da la pauta para determinar que el extracto mantiene de inicio un porcentaje bastante considerable para el control de la plaga, pero su eficacia se vuelve determinante sobre el 90% después de las 48 hda.

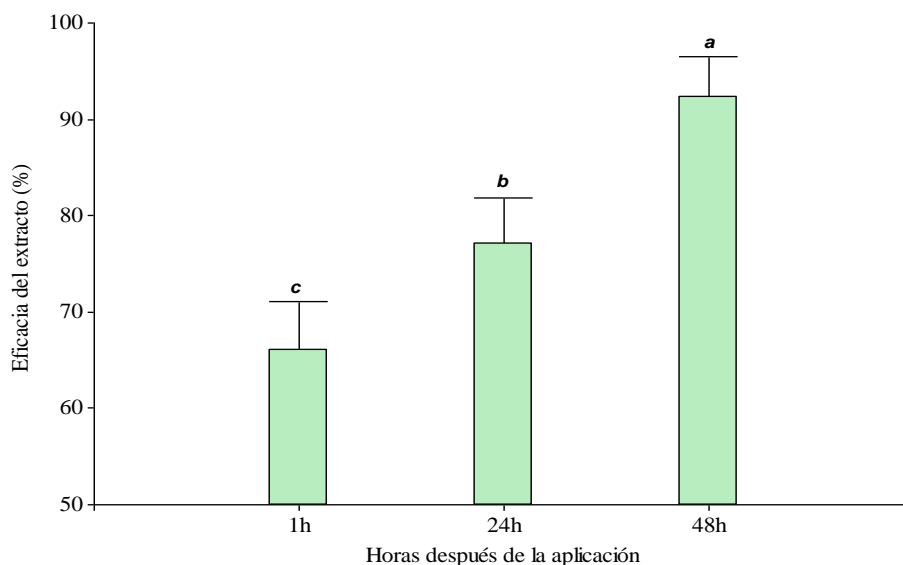


Figura 21. Porcentaje de eficacia del extracto en tres tiempos de lectura

La figura 22 muestra el porcentaje de eficacia del extracto con respecto a los tratamientos aplicados. Los resultados revelan tres rangos A, B y C (Anexo 2). Los tratamientos, 100 y 150 g/l por maceración y 150 g/l por infusión presentaron mayor mortalidad del insecto con 89.20%, seguida de 50 g/l de igual manera de maceración e infusión, las cuales presentaron resultados intermedios con 85.29%, con 100 g/l por infusión presentó el valor de 81.39%, y por último con aplicación a base de agua presentó el valor más bajo con un 30%.

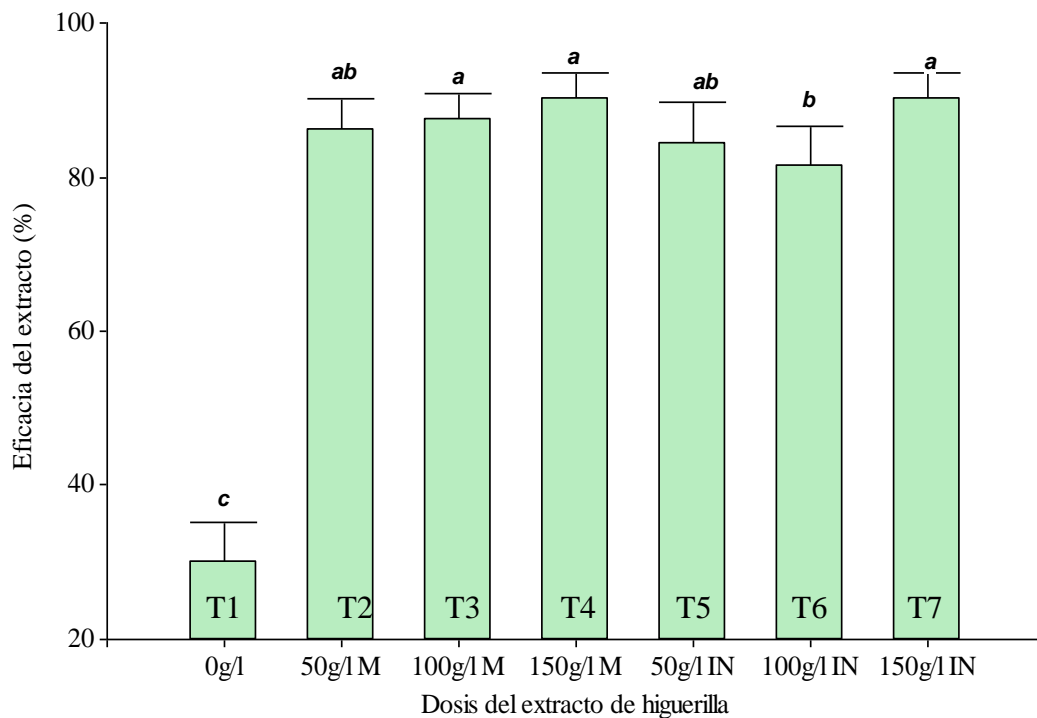


Figura 22. Porcentaje de eficiencia del extracto e higuierilla sobre el control de lorito verde

Asimismo, con respecto al método de aplicación se observa un porcentaje de mortalidad de 87,92 % para maceración y un promedio de 85,28 % por infusión. Este resultado puede deberse a un elemento insecticida que presenta la higuierilla, de acuerdo con Singh y Kaur (2016) mencionan en su investigación que la higuierilla presenta un principio activo denominado ricina, la cual consideran como un insecticida eficaz que se encuentra en todas las partes de la planta. De manera semejante Arboleda, Guzmán y Mejía (2012) en su estudio dan a conocer que mayor cantidad de ricina se encuentra principalmente en las semillas de higuierilla que en otras partes de la planta.

De acuerdo con el estudio realizado por Crisanto y Ayquipa (2013) evaluaron el efecto del extracto de higuierilla sobre *Bemisia tabaci*, donde obtuvieron como resultado en condiciones de laboratorio a las 24 horas de aplicación un resultado insecticida del 78% de mortalidad, siendo similar al presente estudio donde el efecto insecticida en el lorito verde a las 24 horas después de la aplicación alcanzó 77.10%. Además, los mismos autores mencionan que a mayor concentración mayor es el efecto insecticida, siendo similar al presente estudio donde a mayor concentración presentaron mayor mortalidad.

Se cuenta además con información de Carrillo, Vásquez, et al. (2008) quienes mencionan que el uso de extracto de higuierilla presentó una mortalidad efectiva del 81% sobre el control de la mosca blanca. De igual manera Ramos-López, Pérez, Rodríguez-Hernández, Guevara-Fefer y Zavala-Sánchez (2010) indican que el extracto acuoso de higuierilla presentó efecto insecticida en *Spodoptera frugiperda* con mortalidad larval de 85% y pupal de 60%.

#### 4.1.2. Fitotoxicidad del extracto de higerilla

##### 4.1.2.1. Fitotoxicidad del tratamiento

La tabla 17 muestra los resultados de fitotoxicidad ocasionadas por las aplicaciones del extracto acuosos de semillas de higuierilla en plantas de fréjol cultivadas en macetas.

Tabla 17

*Tabla para variable categórica fitotoxicidad del extracto por tratamiento.*

Tratamiento	Valor de Fitotoxicidad	Número de días con fitotoxicidad
0 g/l	0	15
50 g/l Maceración	0	15
100 g/l Maceración	0	15
150 g/l Maceración	1	12
50 g/l Infusión	3	7
100 g/l Infusión	4	2
150 g/l Infusión	5	7

La tabla 17 muestra que los tratamientos 0 g/L testigo, 50 g/l y 100 g/l maceración presentaron el valor de fitotoxicidad de 0 (ningún daño) durante los 15 días de evaluación. Mientras que en el tratamiento 150 g/l maceración durante 12 días, presentó el valor de fitotoxicidad de 1 (daño muy leve), esto indica una clorosis apenas perceptible en las plantas. A continuación, se menciona los tratamientos por infusión, donde el 50 g/l (infusión) durante siete días presentó el valor de fitotoxicidad de 3 (daño ligero), representado por una clorosis visible y necrosis en los meristemas de las plantas, de igual manera el 100 g/l (infusión) presentó los dos últimos días del ensayo el valor de fitotoxicidad de 4 (daño moderado) con clorosis pronunciada y necrosis en meristemas de las plantas. Y asimismo el 150 g/l (infusión) durante los últimos siete días presentó el valor de fitotoxicidad de 5 (daño regular) con clorosis pronunciada, necrosis en tejidos ligeros, daños en los puntos de crecimiento y daño reversible para la supervivencia de la planta.

##### 4.1.2.2. Periodos de fitotoxicidad

La tabla 18 muestra la fitotoxicidad del extracto de higuierilla en el transcurso de los días después de la aplicación es decir los días de evaluación. Los resultados muestran que, en los tres primeros días, los tratamientos con aplicación del extracto y a base de agua no presentaron ningún daño en la planta. Como puede apreciarse desde el cuarto día, cuatro tratamientos ya

mostraron valor de fitotoxicidad 1 (daño muy leve). En el quinto día, un tratamiento presentó valores de fitotoxicidad 2 (Daño leve); en el sexto día, dos tratamientos presentaron valor de fitotoxicidad de 3 (Daño ligero). De igual manera se aprecia que durante los días séptimo y octavo, un tratamiento presentó el valor de fitotoxicidad de 4 (daño moderado). Además, desde el día nueve hasta el día 15, un tratamiento presentó el nivel de fitotoxicidad de 5 (Daño regular).

Tabla 18

*Tabla de contingencia para variable categórica fitotoxicidad del extracto por días.*

Días	Valor 0	Valor 1	Valor 2	Valor 3	Valor 4	Valor 5	Total
1	7	0	0	0	0	0	7
2	7	0	0	0	0	0	7
3	7	0	0	0	0	0	7
4	3	4	0	0	0	0	7
5	3	3	1	0	0	0	7
6	3	1	1	2	0	0	7
7	3	1	1	1	1	0	7
8	3	1	1	1	1	0	7
9	3	1	0	2	0	1	7
10	3	1	0	2	0	1	7
11	3	1	0	2	0	1	7
12	3	1	0	2	0	1	7
13	3	1	0	2	0	1	7
14	3	1	0	1	1	1	7
15	3	1	0	1	1	1	7
Total	57	17	4	16	4	7	105

En esta investigación las altas dosis de aplicación ocasionaron fitotoxicidad. Abad y Piedra (2011) mencionan que los productos naturales por poseer toxinas pueden ser tóxicos e indican que un buen extracto no debe presentar efecto fitotóxico sobre las plantas tratadas.

Por otra parte, Isman (2007) menciona que la elaboración de insecticidas botánicos debe ser mediante métodos sencillos y de igual manera con plantas locales y accesibles para el agricultor. De igual manera FAO (2010) menciona que para la preparación de productos orgánicos se deben utilizar ingredientes y materiales disponibles de bajo costo y fácil adquisición y además deben ser de fácil de preparación y adaptados a la realidad de cada agroecosistema. Por tal motivo en la presente investigación la realización de los extractos vegetales se realizó mediante procedimientos sencillos como maceración e infusión.

En cuanto a los resultados obtenidos se menciona que por maceración a 150 g/l y por infusión a 50, 100 y 150 g/l al ocasionar fitotoxicidad en plantas cultivadas en maceteros con clorosis leve y pronunciada, se decidió no aplicar en campo, mientras que por maceración a 50 y 100 g/l, al no ocasionar ninguna fitotoxicidad se aplicó en la fase de campo.

## 4.2.Fase de Campo

### 4.2.1. Variables fitosanitarias

#### 4.2.1.1. Incidencia de plagas

##### a) Mosca minadora (*Liriomyza trifolii*)

El análisis de varianza muestra que no existe interacción entre dosis y revisión con respecto a la variable incidencia de minador ( $F=0.44$ ;  $gl=8,28$ ;  $p= 0.8841$ ). Sin embargo, presentó diferencia estadística en el factor revisión ( $F=66.55$ ;  $gl=4,28$ ;  $p= 0.0001$ ) (Tabla 19).

Tabla 19

ADEVA de incidencia de *Liriomyza trifolii* en el cultivo de fréjol.

Fuentes de variación	Grados de Libertad	Grados de libertad del Error	Valor F	Valor P
(Intercept)	1	28	298.12	<0.0001
Dosis	2	28	1	0.3815
Revisión	4	28	66.55	<0.0001
Dosis: Revisión	8	28	0.44	0.8841

En la figura 23 muestra que existen diferencias estadísticas entre las revisiones, con respecto a la variable porcentaje de incidencia de mosca minador, en donde se puede apreciar que los resultados indican que a los 23 y 37 dds no presentaron incidencia con un 0% en cada revisión; a los 55, 65 y 76 dds mostraron que la presencia de insecto según el estado fenológico del cultivo, en cada toma de datos se evidenció el 23.33% , 52.22 % y 60% de incidencia por cada revisión (Anexo 3).

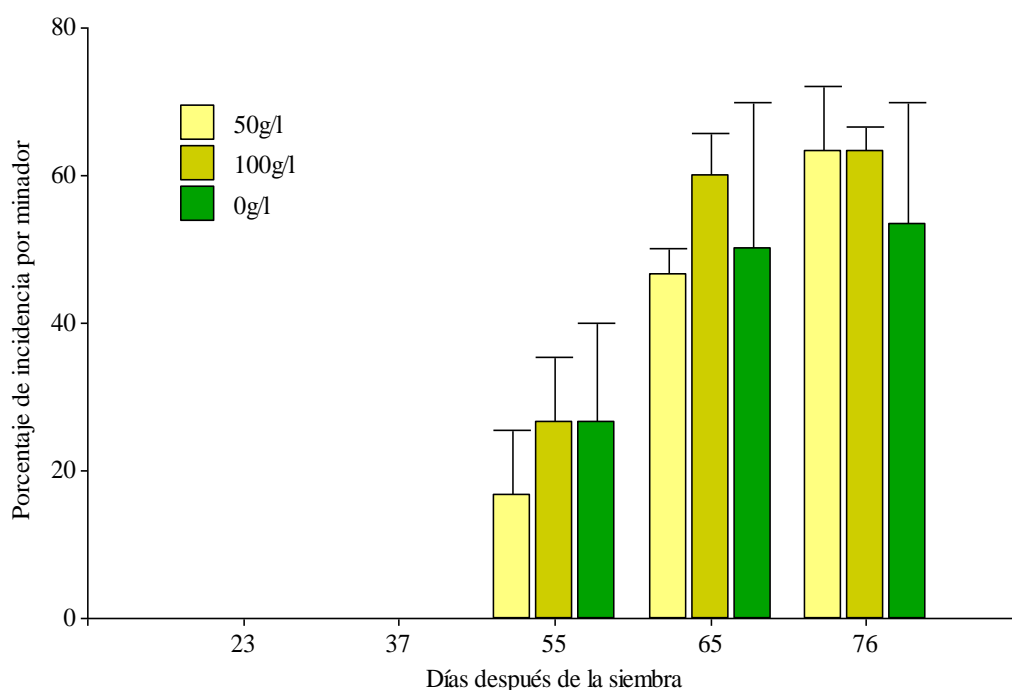


Figura 23. Porcentaje de incidencia de *Liriomyza trifolii* durante el ciclo del cultivo.

Cabe indicar que los 55 y 65 dds comprenden la etapa de prefloración y floración, para lo cual durante la recolección de datos se tomó en cuenta la presencia de minas en los folíolos. De acuerdo con López, Carmona, Trumper y Huarte (2015) realizaron un estudio de población de *Liriomyza* en cultivo de papa, mencionan que la presencia de la mosca minadora es mayor en la época de floración.

De igual manera en otro estudio, realizado por Valenzuela et al., (2010) en el cultivo de ají indica que se registró mayor presencia de mosca minadora en las etapas de prefloración y floración, debido a que la planta tiene mayor cantidad de hojas en dichas etapas, siendo un medio de alimento y refugio para el insecto plaga. Los datos de estudios mencionados coinciden con la presente investigación, ya que la tercera y cuarta revisión corresponden a las etapas antes mencionadas.

b) Mosca blanca (*Aleyrodidae sp*)

Los resultados de los análisis muestran que no existe interacción entre los factores dosis de aplicación del extracto de higuera y revisión con respecto a la variable incidencia de mosca blanca ( $F=0.98$ ;  $gl=8,28$ ;  $p= 0.4752$ ); de la misma manera no existe diferencias significativas para el factor revisión ( $F=2.25$ ;  $gl=4,28$ ;  $p= 0.0890$ ) y dosis del extracto ( $F=3.1$ ;  $gl=2,28$ ;  $p= 0.0608$ ), (Tabla 20).

Tabla 20

*ADEVA de incidencia de mosca blanca en el cultivo de fréjol.*

Fuentes de variación	Grados de Libertad	Grados de libertad del Error	Valor F	Valor P
(Intercept)	1	28	10	0.0037
Dosis	2	28	3.1	0.0608
Revisión	4	28	2.25	0.0890
Dosis:Revisión	8	28	0.98	0.4752

A pesar de que no existen diferencias estadísticas significativas, en la tabla 21 se puede observar que los resultados obtenidos presentan diferencias numéricas para el factor dosis de aplicación del extracto. En donde se muestra el porcentaje de incidencia de mosca blanca con las diferentes dosis aplicadas, donde los resultados revelan que se presentó dos rangos A y B; el testigo registró un porcentaje de incidencia de 4.67%, seguida de 50 g/l con 1.33% y por último el 150 g/l con 0.67%.

Tabla 21

*Medias de Fisher de incidencia de mosca blanca para el factor dosis de aplicación del extracto.*

Dosis	Incidencia
Testigo	4.67 ± 1.22 a
50 g/l	1.33 ± 1.22 ab
1	0.67 ± 1.22 b

De acuerdo con Perea, Rojas y Villalobos (2003) dan a conocer que la alta incidencia de la mosca blanca está relacionada con excesivas aplicaciones de plaguicidas sintéticos, debido a que crean resistencia a insecticidas químicos. En el presente estudio para el control de plagas no se aplicó productos químicos, por tal razón la incidencia de mosca puede ser baja.

Asimismo, es importante mencionar que en el estudio realizado por Sabillón y Bustamante (1995), dan a conocer que mediante la aplicación del extracto de higuierilla obtuvieron baja presencia de mosca blanca y menor cantidad de plantas dañadas. De igual manera, Carrillo (2008) da a conocer que mediante la aplicación de extracto de higuierilla controló en un 80% la mosca blanca. Por lo tanto, se asume que el extracto de higuierilla pudo influir de manera significativa en la baja incidencia del insecto.

c) Lorito verde (*Empoasca fabae*)

El análisis de varianza muestra que no existe interacción entre los factores revisión y dosis con respecto a la variable incidencia de lorito verde ( $F=0.17$ ;  $gl=8,28$ ;  $p= 0.9935$ ). Sin embargo, presentó efecto en la dosis ( $F=7.11$ ;  $gl=2,28$ ;  $p= 0.0032$ ) y en la revisión de manera independientemente ( $F=28.37$ ;  $gl=4,28$ ;  $p= 0.0001$ ) (Tabla 22).

Tabla 22

*ADEVA de incidencia de lorito verde en el cultivo de fréjol.*

Fuentes de variación	Grados de Libertad	Grados de libertad del Error	Valor F	Valor P
(Intercept)	1	28	228.6	<0.0001
Revisión	4	28	28.37	<b>&lt;0.0001</b>
Dosis	2	28	7.11	<b>0.0032</b>
Revisión: Dosis	8	28	0.17	0.9935

La figura 24 muestra el efecto de las dosis en la incidencia de lorito verde, los resultados mostraron dos grupos rango A y B (Anexo 4). Entre los tratamientos se observó diferencias significativas siendo testigo, el que presentó la mayor incidencia del insecto con una media de 50%; en cambio las que recibieron aplicaciones del extracto de higuierilla presentaron promedios en el orden del 30.67% para la incidencia del insecto.



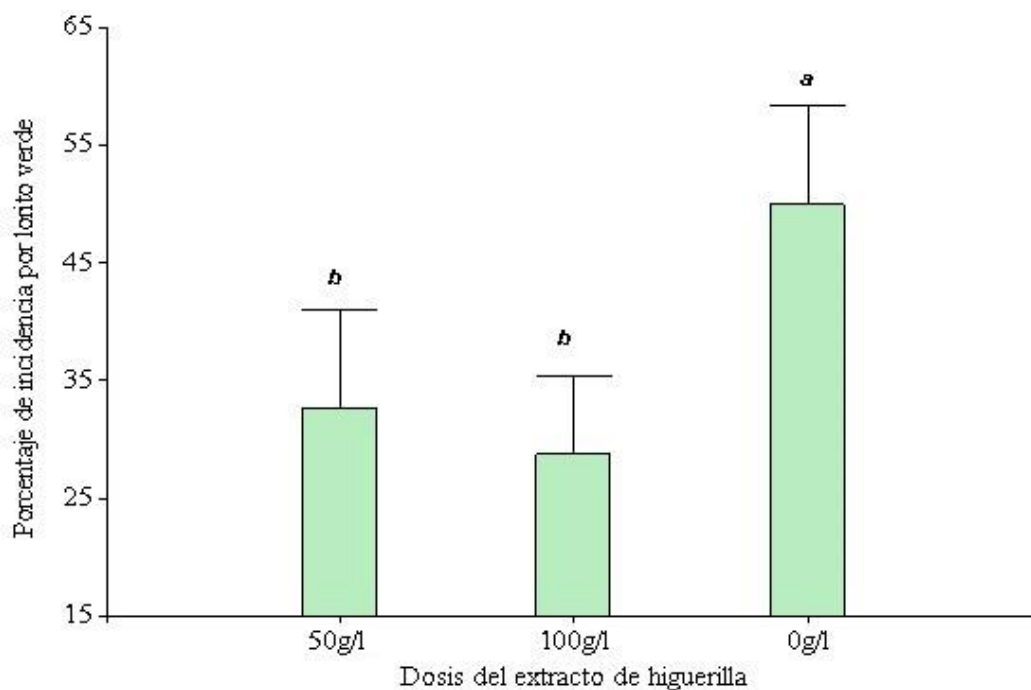


Figura 24. Porcentaje de incidencia de *Empoasca* en los tres tratamientos en estudio.

Con respecto al control de *Empoasca* no se ha realizado investigaciones con aplicaciones de extracto de higuierilla, pero si con otros insecticidas naturales. Según Cano (2016) reportó en su estudio donde evaluaron insecticidas orgánicos, donde el extracto de neem fue efectivo en el control de *Empoasca kraemeri*. De igual a Cabrera et al (2016) indica que los extractos de tabaco ayudan en el control de *Empoasca*. Otro estudio en este caso con el uso de extractos de higuierilla en diferente insecto, realizado por García, Soto y Bacca (2014) mencionan que en el control de mosca blanca (*T. vaporariorum*) el extracto de higuierilla mostro alto potencial para reducir el crecimiento poblacional del insecto.

Con los estudios mencionados anteriormente indican que los extractos vegetales son efectivos en el control de *Empoasca*, siendo similar a la presente investigación ya que, mediante la aplicación del extracto vegetal a base de higuierilla derivó en un efectivo control, resultando en baja incidencia del fitófago.

Tabla 23

Medias y Error Estándar de Porcentaje de incidencia de *Empoasca fabae* para el factor revisión.

Revisión	Incidencia
5	60 ± 5.04 a
4	52.22 ± 5.04 a
3	23.33 ± 5.04 b
2	0 ± 5.04 c
1	0 ± 5.04 c

En la tabla 23 se muestra el porcentaje de incidencia en las cinco revisiones. Para el caso de las primeras dos revisiones, los resultados indican que no hubo presencia de lorito verde. En la tercera revisión (55 dds) el porcentaje de severidad fue de 23.33%; en la cuarta y quinta revisión (65 y 76 dds), no presentó diferencias estadísticas con una media de 56.11%.

Cabe recalcar que la tercera, cuarta y quinta revisión corresponden a las etapas fenológicas de prefloración, floración y llenado de vainas. Los resultados de esta investigación indican que el mayor porcentaje de incidencia fue en la cuarta y quinta revisión y leve en la tercera. Estudio realizado por Martínez et al., (2007) da a conocer que, durante las primeras etapas del cultivo de fréjol, las poblaciones de *Empoasca* adulto son bajas; mientras que las altas poblaciones se encuentran en floración y desarrollo de vainas.

De igual manera, Pupo, Gonzales, Carmentate y Toranzo (2016) mencionan que los niveles poblacionales comienzan desde prefloración a floración, alcanzando niveles máximos en la etapa de llenado de vainas con 53.71% del total de adultos detectados.

Asimismo, en la investigación realizada por Gómez, Ramos, Arboláez, Pérez y González (2009) mencionan el porcentaje de incidencia de *Empoasca* según la etapa fenológica del cultivo de fréjol con los siguientes resultados, 1.2% (V1), 11.3% (V2), 28.7% (V3), 26.5% (V4) y 32.3% (R1).

De igual manera Ramos, Pérez, Hernández, Gómez y González (2008) informan que el ascenso de los niveles poblacionales comenzó en las fases reproductivas, de prefloración a floración, con el 28.3% de insectos y alcanzó los máximos niveles en las fases de llenado de las vainas a total maduración con el 58.30% del total de adultos detectados. Asimismo, Ramalho (1979), en trabajos similares en Brasil reportó que el número de adultos alcanzó su máximo valor en las fases de floración. Los resultados de los estudios mencionados coinciden con los de la presente investigación, ya que se evidenció mayor presencia del fitófago en las fases reproductivas del cultivo.

#### d) Picudo de la vaina (*Apion godmani*)

En la tabla 24 se describe el análisis de varianza para la variable porcentaje de vainas con daño de picudo, donde se determinó que no existe interacción entre los factores medición, dosis de aplicación del extracto y categoría ( $F=1.14$ ;  $gl=20,106$ ;  $p= 0.3209$ ). Sin embargo, presenta interacción entre los factores dosis y categoría ( $F=3.79$ ;  $gl=10,106$ ;  $p= 0.0002$ ).

Tabla 24

ADEVA para la variable porcentaje de daño de vainas por picudo

Fuentes de variación	Grados de Libertad	Grados de libertad del Error	Valor F	Valor P
(Intercept)	1	106	21.41	<0.0001
Medición	2	106	0.83	0.439
Dosis	2	106	2.77	0.067
Categoría	5	106	215.89	<0.0001
Medición: Dosis	4	106	0.79	0.5371
Medición: Categoría	10	106	1.8	0.0687
Dosis: Categoría	10	106	3.79	<b>0.0002</b>
Medición: Dosis: Categoría	20	106	1.14	0.3209

La figura 25 muestra la variable porcentaje de vainas por categoría de daño. Los resultados revelan que los tres tratamientos presentaron mayor porcentaje en la categoría sin daño, 50 y 100 g/l presentaron una media de 64.07% siendo superiores al testigo la cual obtuvo 45.56% (Anexo 5).

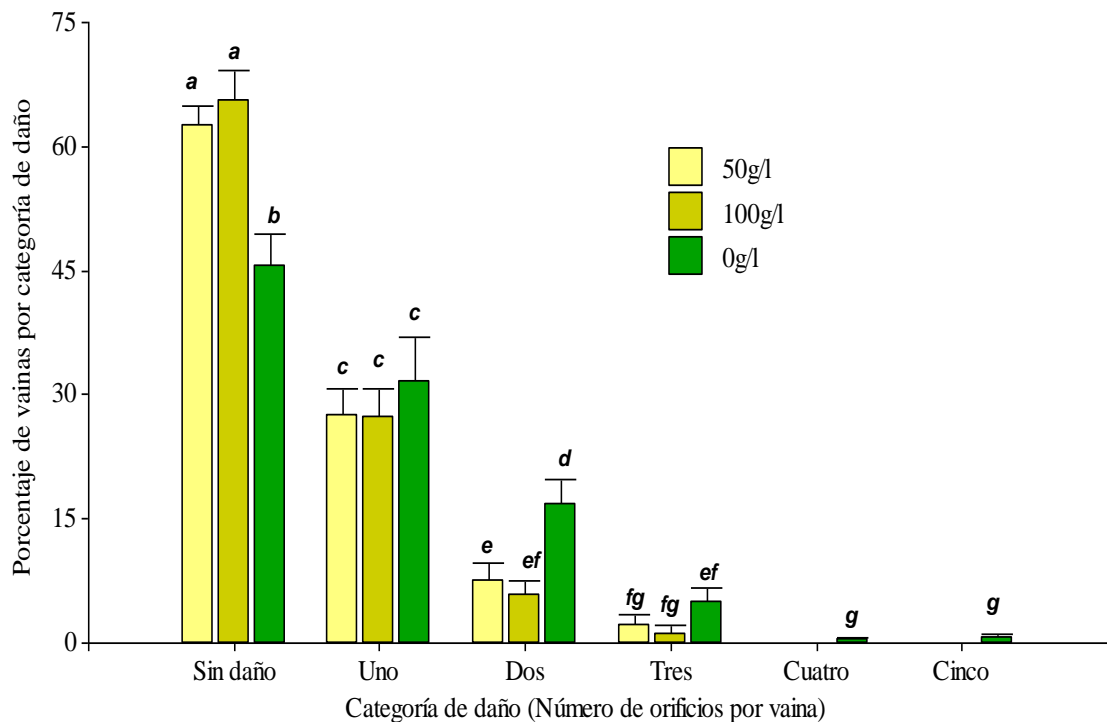


Figura 25. Porcentaje de vainas dañadas por categoría.

Para la primera categoría los tres tratamientos fueron semejantes y presentaron un promedio de 28.82%, sin diferencias estadísticas. En la categoría dos, existe diferencia ya que el tratamiento testigo presentó mayor porcentaje de daño con 16.85%, mientras que 50 y 100 g/l obtuvieron una media de 6.66%; en la categoría tres los datos indican que no presentaron diferencias con

una media de 2.77%; para las categorías cuatro y cinco presentaron menor porcentaje de daño con 0.37% y 0.56 respectivamente.

Caro et al. (1989) (citado por Sabillón y Bustamante, 1995) menciona que las aplicaciones del extracto acuoso de higuierilla protegieron el cultivo de fréjol contra el ataque del picudo de la vaina, obteniendo mayor rendimiento en comparación con el testigo. Siendo similar al presente estudio ya que este patógeno no ocasionó daños y se obtuvo mayor número de vainas sanas.

#### 4.2.1.2. Incidencia de enfermedades

##### a) Roya (*Uromyces appendiculatus*)

La siguiente tabla 25 muestra el análisis de varianza de la variable incidencia de roya, en la cual expone que no existe interacción entre los factores dosis y revisión ( $F=0.88$ ;  $gl=8,28$ ;  $p=0.5442$ ). Sin embargo, presenta diferencias estadísticas en la revisión en el monitoreo ( $F=287.71$ ;  $gl=4,28$ ;  $p=0.0001$ ).

Tabla 25

ADEVA de incidencia de roya en el cultivo de fréjol (*Phaseolus vulgaris* L.)

Fuentes de variación	Grados de Libertad	Grados de libertad del Error	Valor F	Valor P
(Intercept)	1	28	2117.87	<0.0001
Dosis	2	28	2.4	0.1091
Revisión	4	28	287.71	<0.0001
Dosis: Revisión	8	28	0.88	0.5442

La figura 26 indica los resultados obtenidos de la variable porcentaje de incidencia para roya en cinco revisiones. El menor porcentaje se observó a los 23 y 37 dds con una media de 0 y 11.11% respectivamente. Los resultados a los 55, 65 y 76 dds revelan mayor incidencia y fueron semejantes con una media de 95.55% (Anexo 6).

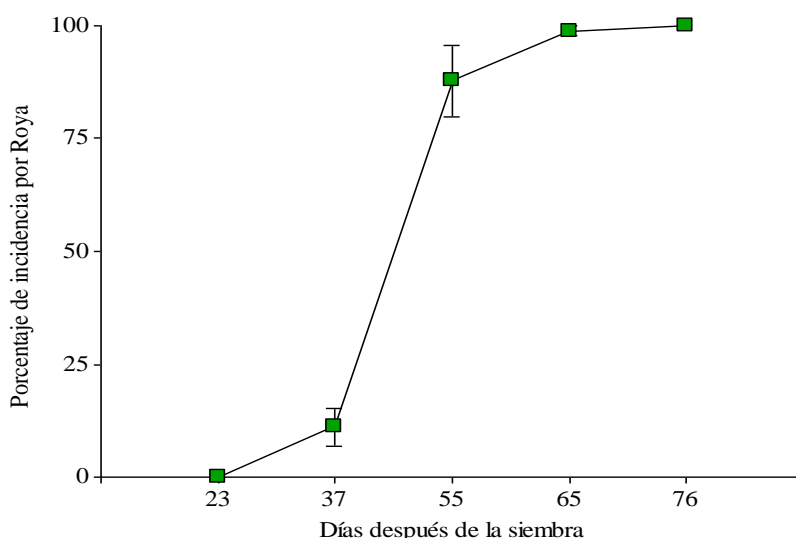


Figura 26. Porcentaje de incidencia de roya.

Cabe mencionar que la incidencia de roya se determinó en base a sintomatología visual, se tomó en cuenta aquellos folíolos que presentaron pústulas. De acuerdo con Hall 1994 (citado por Garcés y Vera, 2014) menciona que los datos de incidencia de roya se deben tomar en R7 y R8 (llenado de vaina). En el presente estudio para determinar la incidencia se decidió monitorear el cultivo desde las primeras etapas fenológicas, debido a que la presencia de dicha enfermedad se presentó antes de las etapas R7 y R8.

Por otra parte, Garcés y Vera (2014) dan a conocer en su estudio que la incidencia de roya en la etapa fenológica R8 mostró valores entre 69.4% a 91.7%; las cuales son semejantes a la presente investigación, en donde la mayor incidencia fue en la quinta revisión correspondiente al R7 (Formación de vaianas) y R8 (llenado de vainas).

#### 4.2.1.3. Severidad de plagas

Para la toma de datos, se realizó durante cinco revisiones, en donde se tomaron tres folíolos por planta, uno en cada estrato (inferior, medio y superior) de 10 planta escogidas al azar, en cada parcela neta.

##### a) Mosca minadora (*Liriomyza trifolii*)

La tabla 26 muestra la variable severidad de minador, en donde se evaluó un total de 1336 folíolos; los resultados indica que la mayoría de los folíolos de los tres tratamientos presentaron el grado de daño 0; asimismo se observa que la 50 y 100 g/l presentaron 10 y 21 folíolos afectados respectivamente, con grado de daño 1; además los tres tratamientos presentaron grado de daño 3.

Tabla 26

*Tabla de contingencia para la variable categórica severidad de minador.*

Dosis	Grado 0	Grado 1	Grado 3	Total
50 g/l	408	10	32	450
150 g/l	395	21	34	450
Testigo	398	0	38	436
Total	1201	31	104	1336

Cabe recalcar que para la recolecta de datos se tomó en cuenta la presencia de minas en los folíolos mediante el uso de claves descriptivas (0: sin daño, 1 presencia de adultos y puntos de alimentación en hojas y 3 presencia de minas iniciales pequeñas). En la tabla 26 los resultados indican que, en los tres tratamientos, los mayores números de folíolos presentaron grado 0, por lo que se determinó que la presencia de mosca minadora es mínima y el daño causado no es representativo para el umbral económico.

##### b) Mosca Blanca (*Aleyrodidae sp*)

En la tabla 27 muestra la variable severidad de mosca blanca, en el cual indica el grado de daño de insecto mediante claves descriptivas (escala con un número de grado). Para la presente

variable se evaluó un total de 1348 foliolos, los resultados indican que en la mayoría de los foliolos para los tres tratamientos presentaron el grado de daño 0 (ausencia del insecto); además se observa que la 50 g/l y Testigo presentaron 1 y 7 foliolos afectados respectivamente, con grado de daño 1 (presencia de adultos o huevos).

Tabla 27

*Tabla de contingencia para la variable categórica severidad de mosca blanca.*

Dosis	Grado 0	Grado 1	Total
50 g/l	448	1	449
150 g/l	449	0	449
Testigo	443	7	450
Total	1340	8	1348

En esta investigación de acuerdo con los resultados obtenidos, los tratamientos mostraron hasta el grado de daño 1 (Presencia de adultos), por lo tanto, no ocasionó daños en el cultivo del fréjol.

#### c) Lorito verde (*Empoasca fabae*)

En la tabla 28 se muestra la variable severidad de lorito verde, en donde se evaluó un total de 1346 foliolos; las claves descriptivas utilizadas para medir el daño están disponibles en la sección de metodología tabla 14. En grado 1, 150 g/l presentó mayor número de foliolos sin daño; en grado 3, el testigo presentó 104 foliolos (daño leve), por otro lado, en grado 5 (daño moderado), solo el testigo presentó 3 foliolos.

Tabla 28

*Tabla de contingencia para la variable categórica severidad de lorito verde.*

Dosis	Grado 1	Grado 3	Grado 5	Total
50 g/l	384	62	0	446
150 g/l	400	50	0	450
Testigo	343	104	3	450
Total	1127	216	3	1346

#### 4.2.1.4. Severidad de enfermedades

##### a) Severidad de Roya (*Uromyces appendiculatus*)

En la tabla 29 se muestra la variable severidad de roya, en donde se evaluó un total de 1350 foliolos, los resultados muestran para el grado 1 (ausencia de pústulas), que 50 g/l presentó mayor número de foliolos en ese nivel; en el grado 3 y 5, 150 g/l mostró 82 y 65 foliolos afectados respectivamente; en el grado 5 y 7 (pústulas generalmente grandes), el testigo presentó la mayor cantidad de foliolos afectados con un total de 54 y 33 respectivamente,

además presentó grado 9 donde el testigo obtuvo el mayor número de folíolos afectados con 33, mientras que los tratamientos con aplicación con 8 y 9 siendo el más bajo.

Tabla 29

*Tabla de contingencia para la variable categórica severidad de la roya.*

Dosis	Grado 1	Grado 3	Grado 5	Grado 7	Grado 9	Total
50 g/l	289	71	49	33	8	450
100 g/l	252	82	65	42	9	450
Testigo	243	60	60	54	33	450
Total	784	213	174	129	50	1350

A pesar de presentar severidad de roya, no afectó al rendimiento del cultivo, debido a que el fréjol Paragachi posee una resistencia intermedia con respecto a esta enfermedad (INIAP, 2009).

#### **4.2.1.5. Población de insectos**

Se realizó el monitoreo y contabilización de mosca blanca, mosca minadora y lorito verde utilizando trampas cromáticas amarillas, durante las semanas 3, 5, 7, 9, 11 y 13 del ciclo del cultivo de fréjol.

##### a) Mosca minadora de hoja (*Liriomyza trifolii*)

El análisis de varianza muestra que no existe interacción entre semana y dosis de aplicación del extracto de higuera con respecto al conteo de insecto minador presente en las trampas cromáticas amarillas ( $F=1.36$ ;  $gl=10,34$ ;  $p= 0.2386$ ). Sin embargo, existió efecto de la dosis ( $F=3.23$ ;  $gl=2,34$ ;  $p= 0.0451$ ) independientemente de la semana de evaluación ( $F=13.17$ ;  $gl=5,34$ ;  $p= 0.0001$ ), (Tabla 30).

Tabla 30

*ADEVA de población de mosca minadora presente en trampas cromáticas amarillas en el cultivo de fréjol (*Phaseolus vulgaris* L.)*

Fuentes de variación	Grados de libertad	Grados de libertad del Error	Valor F	Valor P
Semana	5	34	13.17	<0.0001
Dosis	2	34	3.23	0.0451
Semana: Dosis	10	34	1.36	0.2386

El conteo de mosca minadora se realizó desde la tercera hasta la decimotercera semana (Figura 27). La presencia del insecto comenzó desde el inicio del desarrollo del fréjol, continuó, pero fluctuó a lo largo del ciclo del cultivo. Los resultados revelaron dos picos para la densidad poblacional; el más alto con 7.89 individuos/trampa en la semana 9; mientras que el segundo fue en la semana 11 con 7.33 individuos/trampa (Anexo 7).

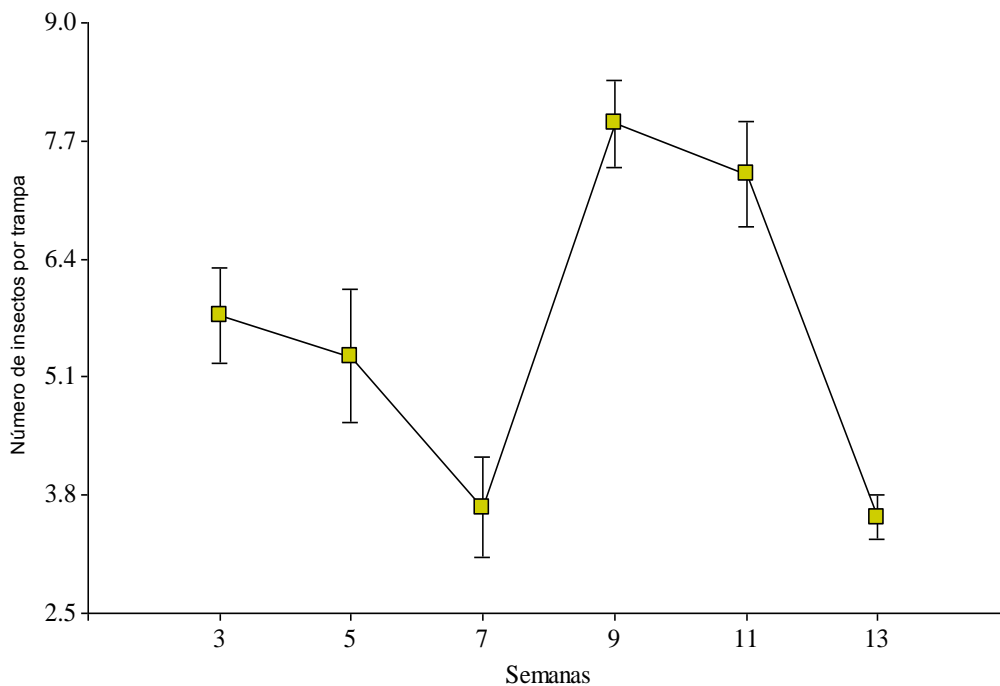


Figura 27. Número de minadores por trampa en seis lecturas.

La densidad poblacional más baja se observó en las semanas 7 y 13 en donde no superó los 4 individuos por trampa. La densidad poblacional intermedia fue al inicio del desarrollo del cultivo, en las semanas 3 y 5, donde la presencia del insecto fue intermedia con una media de 5.5 individuos por trampa (Figura 27) (Anexo 8).

Cabe indicar que las aplicaciones del extracto se efectuaron a los 32 y 42 dds, correspondiente a la quinta semana; por tal motivo la población del insecto es menor en la séptima semana, por otra parte, se observa un incremento de la población en las semanas 9 y 11, las cuales corresponden a las etapas de floración, formación de vainas y llenado de vainas y por último en la semana 13, la población es menor, en dicha semana las plantas al madurar fisiológicamente comienza con la caída de hojas, es decir empieza la senescencia.

De acuerdo con López, Carmona, Vincini, Monterubbianes y Caldiz (2010) en su estudio dan a conocer que, en el cultivo del papa, la mosca minadora va en aumento desde una semana antes de la floración y disminuye durante la senescencia de la planta. De igual manera Los resultados de la investigación son semejante ya que mayor población del insecto se observó durante la floración.



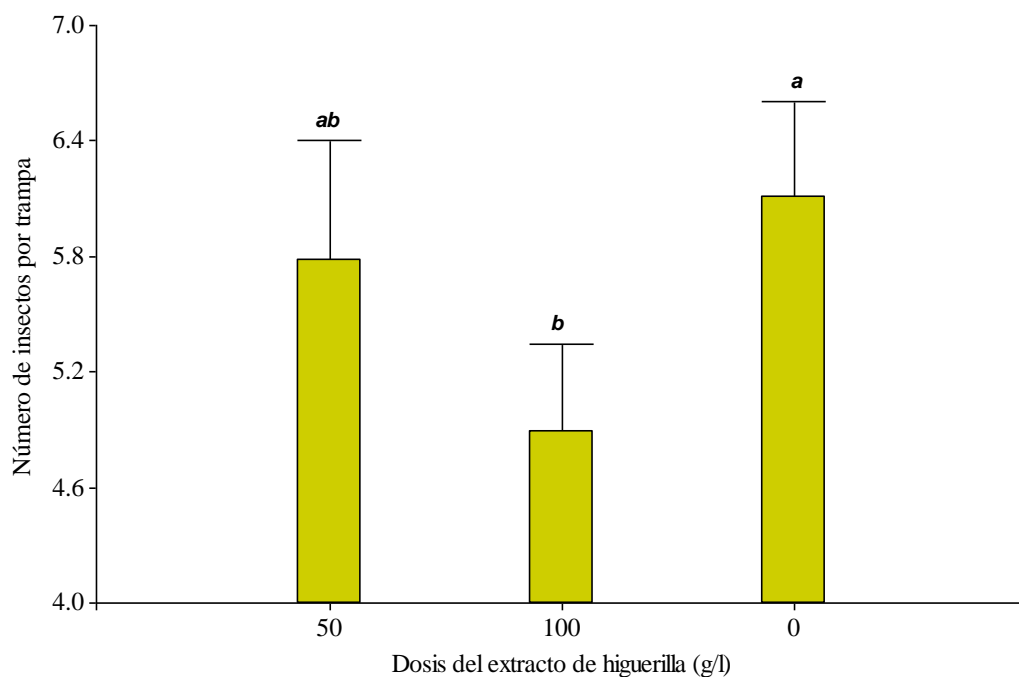


Figura 28. Número de insectos por trampa por dosis

En la figura 28 se muestra el número de insectos por trampa con respecto a la dosis del extracto de higuilla, donde se aprecia que el testigo (0 g/l) es similar con D1 (50 g/l) ya que presentaron una media de 6 individuos por trampa, de igual forma D1 (50 g/l) y D2 (100 g/l) no presentan diferencias estadísticas con una media de 5.33 individuos por trampa, sin embargo; el testigo (0 g/l) fue superior en un 20 % con respecto a D2 (100 g/l).

De acuerdo a MAG (1990); Barrera, Ramos y Elenilson (1995) mencionan que la población aceptable de mosca minador en el cultivo de fréjol es de 100 adulto/trampa/semanal en 500 m<sup>2</sup> por lo tanto, sería 214 adulto/trampa/quincenal. En relación con lo anterior, en esta investigación la población del insecto aceptable sería 163 individuos por 381.6 m<sup>2</sup> (área del experimento), pero no sobrepasa los 8 adulto/trampa/quincenal siendo así inferior en un 95%, lo cual infiere que la utilización del macerado de semilla incide en la dinámica poblacional de mosca minadora.

#### b) Mosca blanca (*Aleyrodidae sp*)

El análisis de varianza muestra que no existe interacción entre semana y dosis con respecto al conteo de mosca blanca presente en trampas cromáticas amarillas (F=0.58; gl=10,34; p= 0.8154). Sin embargo, presentó efecto de la dosis (F=10.05; gl=2,34; p= 0.0004) independientemente de la semana de evaluación (F=5.01; gl=5,34; p= 0.0015), (Tabla 31).

Tabla 31

*ADEVA de conteo de mosca blanca en trampas cromáticas amarillas*

Fuentes de variación	Grados de libertad	Grados de libertad Error	Valor F	Valor P
Semana	5	34	5.01	0.0015
Dosis	2	34	10.05	0.0004
Semana: Dosis	10	34	0.58	0.8154

En la figura 29, muestra que los picos más altos fueron en las semanas 7, 9, 11 y 13 donde se evidenció mayor población de mosca blanca con una media de 6.77 individuos por trampa; siendo superiores con un 70% a la quinta semana la cual presentó menor población con 2 individuos/trampa. La población de insecto intermedia se observó en la tercera semana con una media de 3.78 insectos por trampa (Anexo 9).

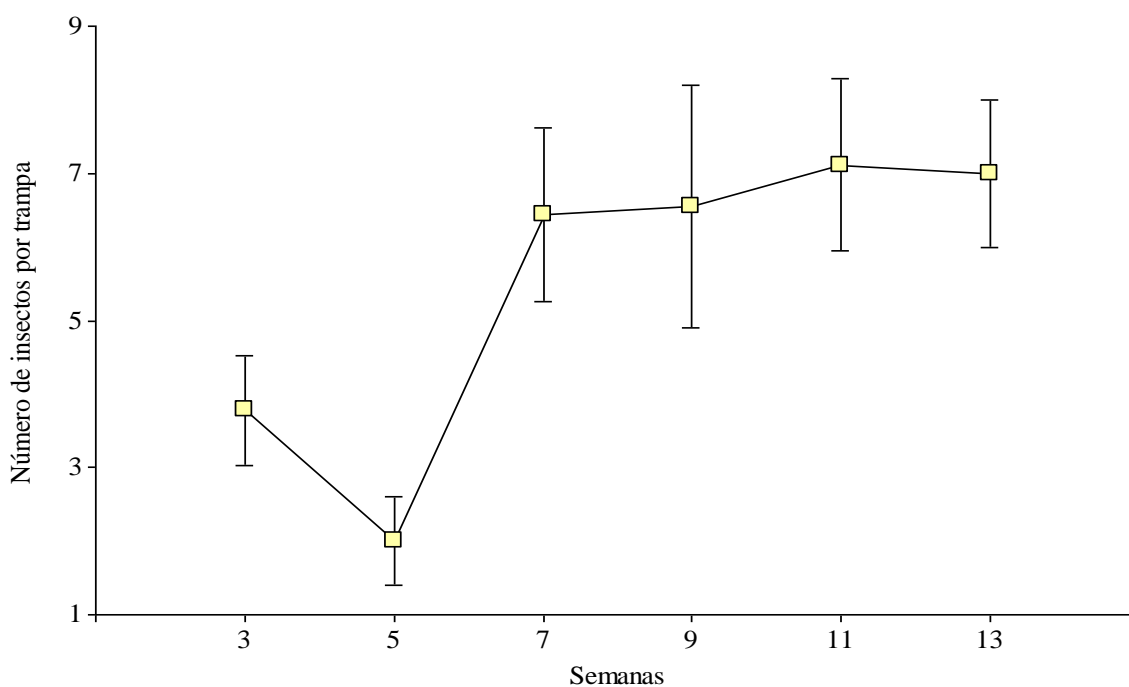


Figura 29. Número de mosca blanca por trampa en seis lecturas.

La figura 30, muestra que existen diferencias entre las dosis de aplicación, ya que los tratamientos con extracto de higuierilla presentaron rango B, que evidenciaron menor población de insectos por trampa; el tratamiento sin aplicación del extracto reveló mayor presencia de la mosca blanca por trampa. Los resultados revelaron que el Testigo (0 g/l) presentó mayor número de insectos con una media de 7.89 individuos, siendo superior en 45% con respecto a 50 y 100 g/l, (Figura 31), en el Anexo 10 se presenta las medias y errores estándares para esta variable.

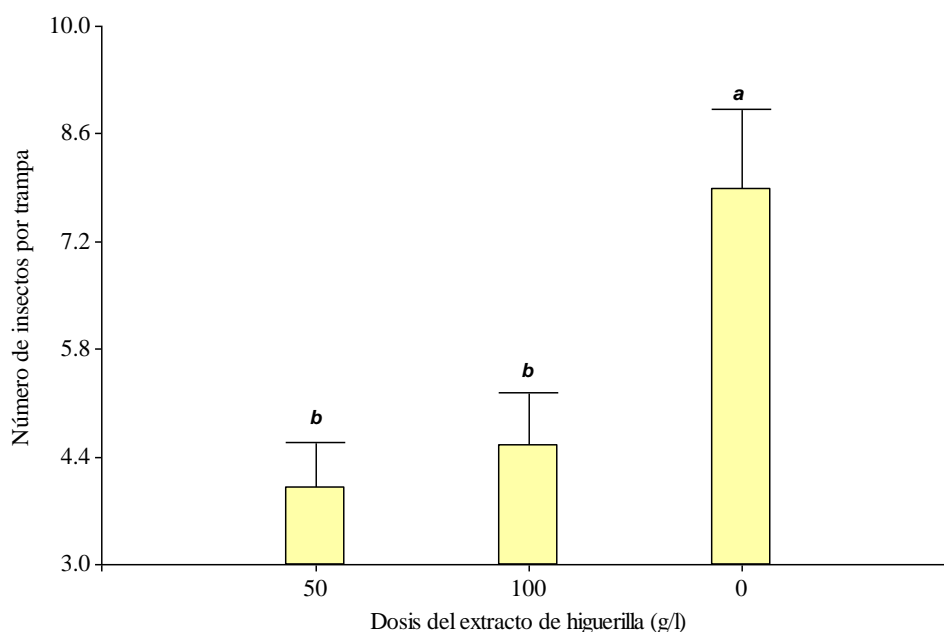


Figura 30. Número de insectos por trampa con respecto a los tratamientos.

Según Pacheco, Soto y Valenzuela (2016) mencionan la poblacional aceptable de mosca blanca en trampas pegajosas amarillas en el cultivo de fréjol con 160 insectos/trampa/semana en una hectárea, siendo 342 insectos/trampa/quincenal en una hectárea. En esta investigación, utilizando el dato anterior se determina que la población aceptable es 26 insecto/trampa/quincenal (381.6 m<sup>2</sup> área del experimento), pero no sobrepasó los 8 individuos, siendo inferior en un 30% en la evaluación, lo que determina que la utilización del macerado de higuera tiene efecto en la dinámica poblacional de mosca blanca.

c) Lorito verde (*Empoasca fabae*)

El análisis de varianza muestra que si existe diferencias estadísticas entre semana de monitoreo y dosis con respecto al conteo de lorito verde presente en trampas cromáticas amarillas (F=2.78; gl=10,34; p= 0.0126), (Tabla 32).

Tabla 32

*ADEVA de conteo de lorito verde en trampas cromáticas amarillas*

Fuentes de variación	Grados de libertad	Grados de libertad Error	Valor F	Valor P
Semana	5	34	36.46	<0.0001
Dosis	2	34	31.54	<0.0001
Semana: Dosis	10	34	2.78	0.0126

Mediante la prueba de Fisher al 5 % para población de lorito verde, en relación con los tratamientos, mostró 11 grupos rango desde A hasta K (Figura 31), el tratamiento testigo sin aplicación del extracto mostró mayor población del insecto en comparación con los

tratamientos 50 y 150 g/l; las cuales presentaron menor presencia y fueron similares entre sí gracias a la utilización del macerado de higuerrilla.

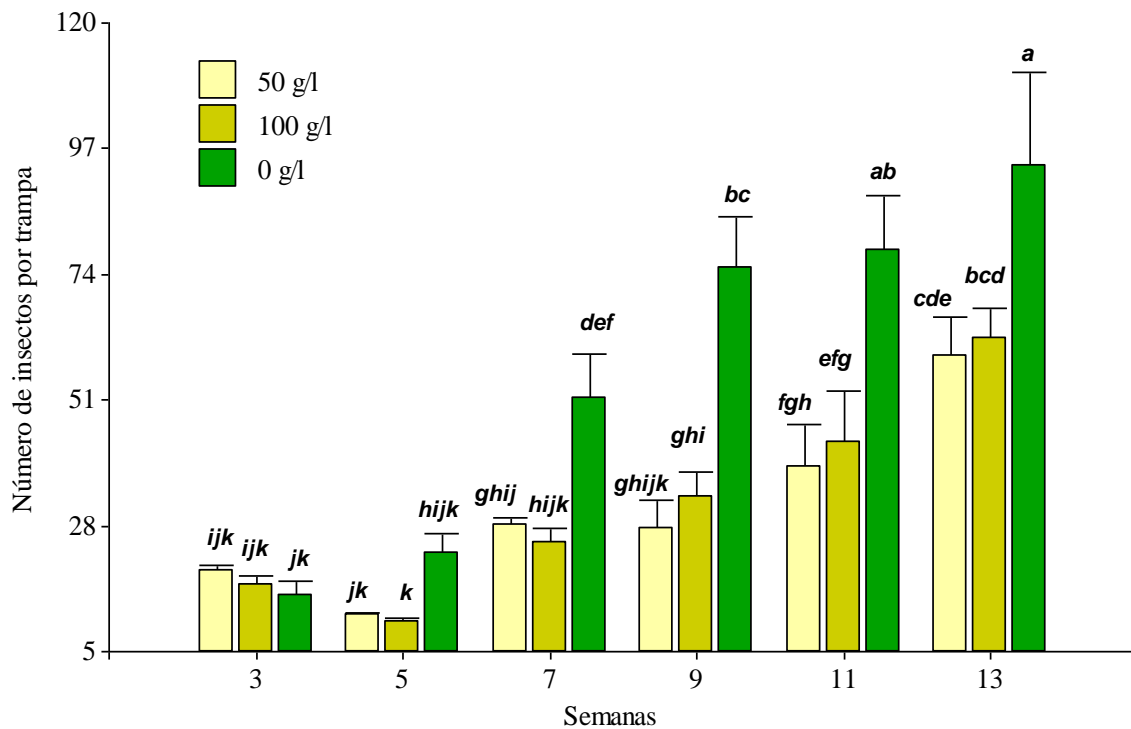


Figura 31. Población de *Empoasca* mediante el conteo en trampas cromáticas en seis revisiones.

En las semanas 3 y 5, la población de insectos es menor para los tres tratamientos, en las cuales no presentan diferencias significativas con una media de 16.2 individuos/trampa. Desde la séptima semana ya se observa mayor incremento de insectos en el tratamiento testigo con una media de 51.33 individuos, siendo superior con 48% a 50 y 150 g/l.

Asimismo, en la novena semana el testigo presenta mayor número de insectos con una media de 75.33; siendo superior con 59% a 50 y 150 g/l. De igual manera en la semana once el testigo presenta mayor número del fitófago con una media 78.33 individuos y superior con 47% a 50 y 150 g/l. Y en semana trece el testigo presentó una media de 94 individuos y superior en 35% a 50 g/l (59 individuos) y 100 g/l (62.33 individuos); estos resultados demuestran que el macerado de higuerrilla mantienen dinámicas poblacionales bajas en el cultivo (Anexo 11).

Con respecto al estudio realizado por Ríos y Baca (2006) y Trobanino (1998) reportan que en el monitoreo semanal la población aceptable de *Empoasca* ssp. es de 100 adultos/muestreo, en este estudio el monitoreo fue quincenal, por lo tanto, la población aceptable es de 214 adulto/muestreo. La población obtenida para el testigo es de 94 insectos y para los tratamientos con aplicación del extracto 60.66 insectos, siendo inferior en un 56.07 y 71.65% a la población aceptable respectivamente.

## 4.2.2. Variables agronómicas

### 4.2.2.1. Altura de la planta (cm)

En la tabla 33 se describe el análisis de varianza para la variable altura de planta, donde se determinó que existe interacción entre los días después de la siembra (dds) y la dosis de aplicación del extracto de higuierilla ( $F=5.38$ ;  $gl=2,172$ ;  $p= 0.0054$ ).

Tabla 33

*ADEVA para la variable altura de la planta*

Fuentes de variación	Grados de libertad	Grados de libertad Error	Valor F	Valor P
Dds	1	172	397.26	<0.0001
Dosis	2	172	2.93	0.0561
dds: dosis	2	172	5.38	<b>0.0054</b>

En la figura 32, se muestra la variable altura de la planta a los 45 y 60 días posteriores a siembra, en relación con los tratamientos. Como se puede observar a los 45 dds, mostró dos grupos rango B y C (Anexo 12); el tratamiento 50 g/l presentó mayor altura con una media de 31.79 cm, a diferencia de los tratamientos 100g/l con 26.31 cm y testigo con 27.19 cm, indicando que el 50 g/l fue superior en un 16% a 100 g/l y al testigo. Los promedios de altura registrada a los 60 dds, no reportó diferencias estadísticas significativas para los tratamientos en estudio, sin embargo, alcanzaron una altura promedio de 45.39 cm (Anexo 12).

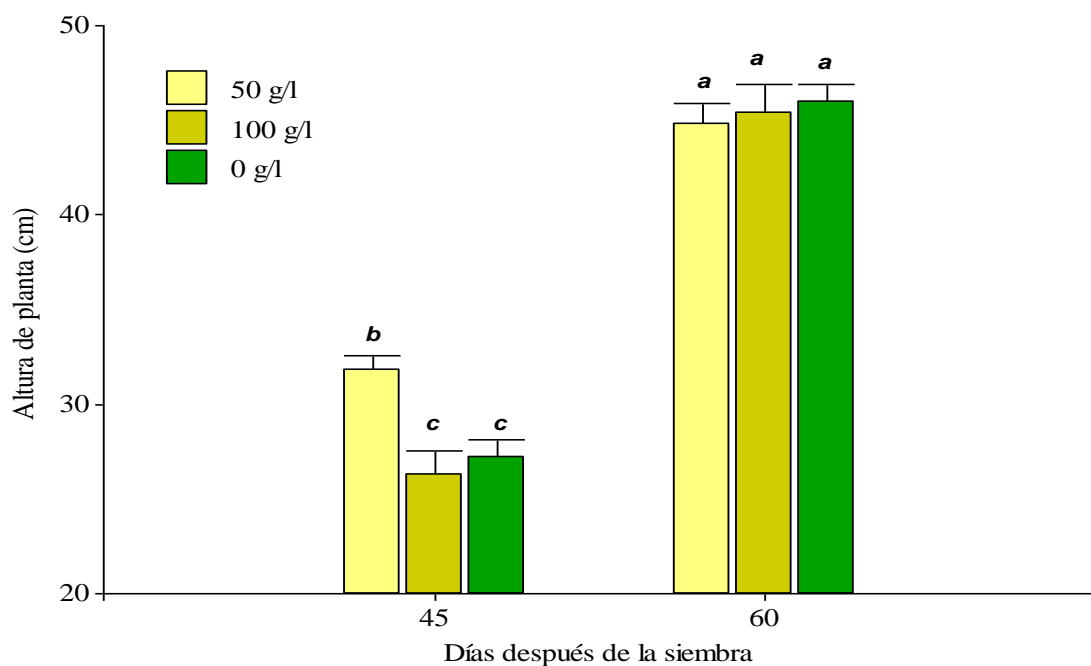


Figura 32. Altura de la planta a los 45 y 60 dds.

Cabe recalcar que la primera toma de datos a los 45 dds fue en la etapa vegetativa V4 (tercera hoja trifoliada), y la segunda toma a los 60 dds en la etapa reproductiva R6 (Floración); es importante mencionar que la aplicación de los tratamientos fue en los días 32 y 42 dds, en la cual se observó que el tratamiento 150 g/l ocasionó una fitotoxicidad grado 1 (daño muy leve) con una clorosis apenas perceptible, pudiendo influir en el desarrollo de la planta y por ende en la altura de la planta reflejada a los 45 dds.

Además, a los 45 dds, etapa en donde el cultivo se encuentra en pleno desarrollo de sus estructuras vegetativas (tallos, ramas y hojas trifoliadas), se observa que el tratamiento 50 g/l mantiene un crecimiento más rápido, pero a los 60 dds el cultivo ya no refleja crecimiento, debido a que cambia su estado fenológico a floración y no existe diferencias estadísticas entre los tratamientos.

Los resultados obtenidos en cuanto a la variable altura de la planta de la presente investigación son menores a los proporcionados por el INIAP, donde las fichas técnicas muestran que altura de planta para la variedad Paragachi está entre los rangos de 50 a 70 cm (INIAP, 2009). Los rangos de altura mencionada anteriormente podrían haber sido tomados durante la madurez fisiológica, ya que CENTA (2008) y Rosas (2003) dan a conocer que las plantas de hábito de crecimiento indeterminado continúan con su desarrollo después de la floración, es decir continúan la aparición de las estructuras vegetativas (tallos, hojas, ramas).

Por otra parte, estudios realizados en fréjol arbustivo, a los 60 dds registran altura promedio de 49 cm (Lahuasi, 2012), 55 cm (Goyes, 2013) y 60 cm (Nénger, 2015). Siendo los resultados de esta investigación inferior a los de los estudios mencionados, cabe mencionar que los contrastes pueden ser por las diferencias altitudinales y climáticas que se presentan. En cambio, investigaciones realizadas en fréjol arbustivo registran la variable altura de la planta durante la madurez fisiológica a los 90 – 105 dds, con promedios de 50-70 cm (Cevallos, 2008., Lahuasi, 2012., Andrade, 2015 y Valenzuela, 2015).

#### ***4.2.2.2. Días a la floración***

El análisis de varianza de la variable días a la floración muestra que no existe interacción entre los factores: días después de la siembra y dosis del extracto ( $F=0.41$ ;  $gl=12,40$ ;  $p= 0.9528$ ). Sin embargo, con respecto al factor dosis de aplicación del extracto si existe diferencias significativas ( $F=6.86$ ;  $gl=2,40$ ;  $p= 0.0027$ ) independientemente de dds. De igual forma con respecto al factor días después de la siembra presentó diferencias significativas ( $F=44.4$ ;  $gl=6,40$ ;  $p= 0.0001$ ) independientemente de la dosis (Tabla 34).

Tabla 34

*ADEVA de la variable días a la floración en el cultivo de fréjol*

Fuentes de variación	Grados de Libertad	Grados de libertad del Error	Valor F	Valor P
(Intercept)	1	40	573.72	<0.0001
dds	6	40	44.4	<0.0001
dosis	2	40	6.86	<b>0.0027</b>
dds: dosis	12	40	0.41	0.9528

La figura 33 muestra el porcentaje de floración con respecto a los días después de la siembra, donde indica que existe diferencia significativa en los dds, ya que a medida que avanza el tiempo las plantas continúan con su desarrollo fenológico. A los 54 dds se observa 5,19% de floración, lo cual indica que inicia la fase reproductiva, con la etapa R5 (prefloración), a los 60 dds se observa un 50% de plantas con flores y a los 66 dds se aprecia la mayoría de las plantas, completando la etapa R6 (Floración) con una media de 97.04% (Anexo 13).

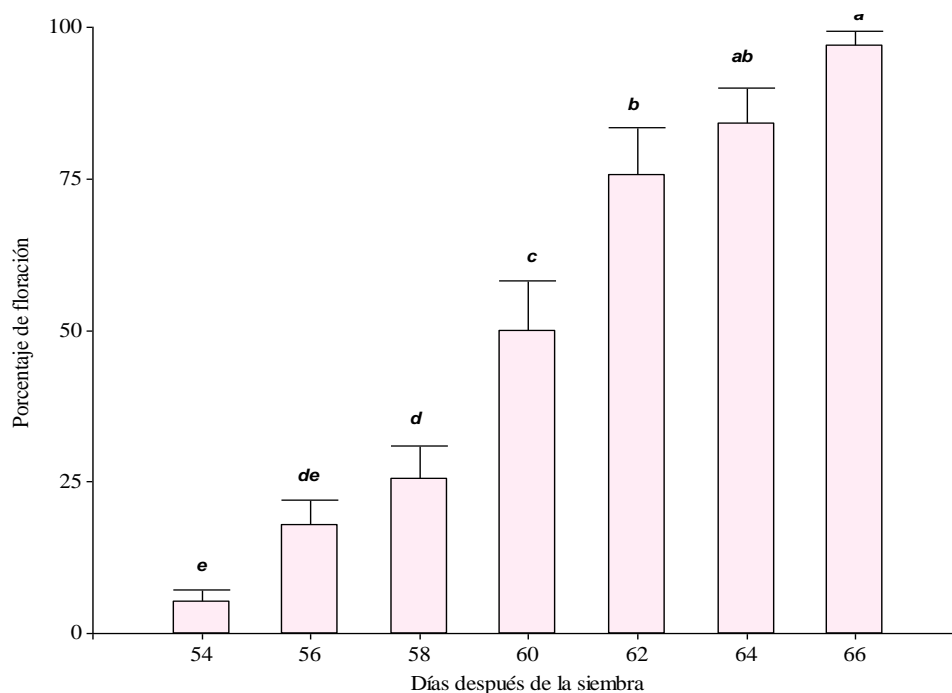


Figura 33. Porcentaje de floración durante los 7 tiempos de lectura.

En la figura 34, se observa el porcentaje de floración con respecto a las dosis de aplicación del extracto de higuierilla, donde muestra que existe diferencia significativa entre los tratamientos (dosis), el de 50 g/l que presentó una media de 59.21%, siendo superior al Testigo (0 g/l) el cual presentó una media de 40.95%. En tanto a 100 g/l muestra resultados intermedios con una media de 52.06% (Anexo 14).

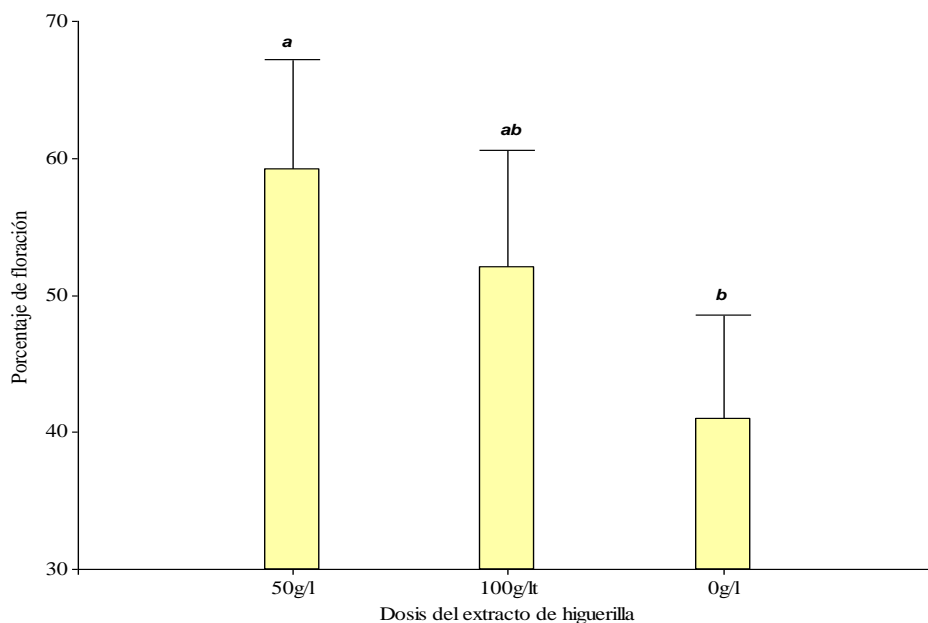


Figura 34. Porcentaje de floración por tratamiento.

Cabe mencionar que la etapa R6 (floración) llega cuando el cultivo presenta el 50% de plantas con flores. Los resultados obtenidos de floración muestran que el tratamiento 50 g/l presentó mayor porcentaje de floración, debido a que está relacionada directamente con la variable altura de la planta, ya que presentó mayor altura a los 45 dds, por lo tanto, inició rápidamente la etapa R5 (prefloración) a los 54 dds y a los 60 dds sobrepasó los 50% de floración.

En cuanto a la floración por días, según el INIAP (2009) indica que el fréjol arbustivo Paragachi alcanza su fase de floración a los 45 a 50 dds, los resultados obtenidos en la presente investigación difieren a los rangos mencionados, ya que la floración del cultivo fue a los 60 días después de la siembra.

Cabe mencionar que el fréjol Paragachi se adapta a ambientes cálidos y con pisos altitudinales de 1400 a 2400 msnm (INIAP, 2009), investigaciones realizadas sobre los 2000 msnm, determinan que los días a la floración están fuera del rango de los 45- 50 dds; para Goyes (2013) a los 2780 msnm, los días a la floración fue a los 54.18 dds y Valenzuela (2014) a 2424 msnm registró la floración a los 60 dds. En el presente estudio se alcanza 50% de floración a los 60 dds con una altitud de 2376.

Con respecto al insecto en estudio, Lozano, España, Lara, Álvarez y Martínez (2017) mencionan que el ataque de *Empoasca* es más severo en el cultivo de fréjol durante las etapas de floración y desarrollo, de igual manera Murguido et al. (2000), (citado por Hernández, Gómez, Ramos, Quintanilla y Espinosa, 2013) expone que las poblaciones tienden a incrementarse en la etapa R6 (Floración).

Asimismo, el CIAT (1992) menciona que las plantas afectadas por la presencia de *Empoasca* difícilmente florecen. En la presente investigación los tres tratamientos presentaron la etapa de floración, pero las parcelas con aplicaciones de extracto de higuera resultaron con mayor



porcentaje de floración en comparación con el testigo, por lo tanto, los tratamientos con aplicación del macerado controlaron *Empoasca*.

#### 4.2.2.3. Número de vainas por planta

En la tabla 35 se muestra el análisis de varianza con respecto a la variable número de vainas por planta, donde se observa que existe diferencias significativas entre las dosis de aplicación del extracto de higuera (F=5.42; gl=2,85; p= 0.0061).

Tabla 35

*ADEVA de la variable número de vainas por planta en el cultivo de fréjol*

Fuentes de variación	de Grados de Libertad	de Grados de libertad Error	de Valor F	Valor P
(Intercept)	1	85	1761.1	<0.0001
Dosis	2	85	5.42	<b>0.0061</b>

Los resultados de las pruebas Fisher al 5%, señalan que los tratamientos con aplicación del extracto de higuera a 50 y 100 g/l presentan una media de 14.23 obteniendo mayor número de vainas comparadas con el testigo (0 g/l) que obtuvo una media de 12.1 (Figura 35), (Anexo 15).

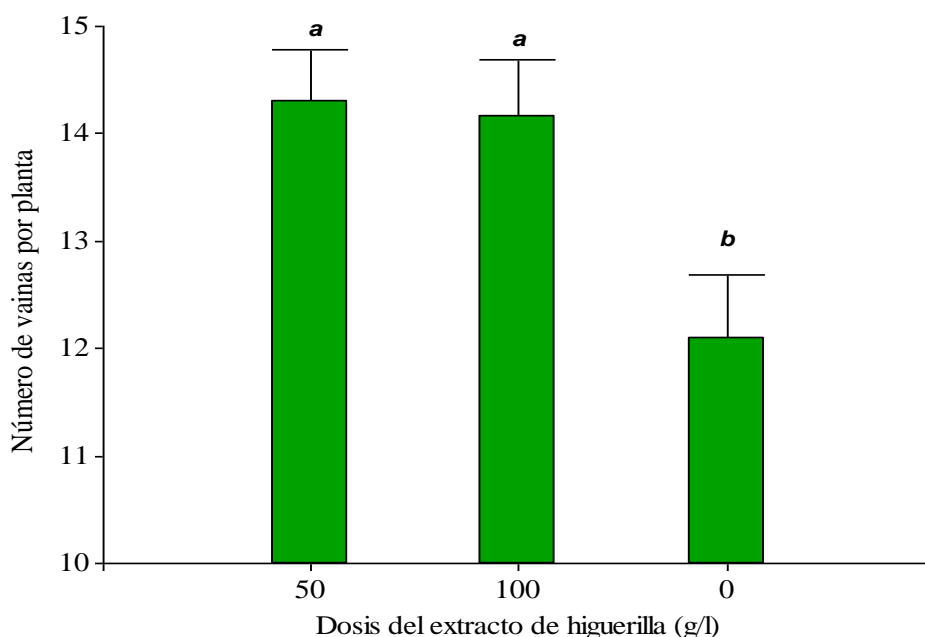


Figura 35. Número de vainas por planta por tratamiento.

Cabe indicar que, para determinar el total del número de vainas por planta, se realizó el conteo de los datos de las tres cosechas. Según el INIAP (2009) en la ficha técnica, indica que para el cultivo de fréjol Paragachi el número de vainas por planta es de 9 a 18 unidades, coincidiendo con los resultados de esta investigación los cuales están dentro del rango señalado.

Según Crisanto y Ayquipa (2013) los compuestos como la ricina, presentes en los extractos de higuierilla son responsables del control de las plagas, debido a que presentan efectos insecticidas. Por lo tanto, estos compuestos controlan al lorito verde evitando el daño en el cultivo.

Por lo que se refiere a *Empoasca*, el SAG (2013) menciona que el fitófago ocasiona severos daños en el desarrollo del cultivo de fréjol, por ende, afecta los componentes primordiales del rendimiento del cultivo, siendo el número de vainas por planta uno de ellos. Por otro lado, Ossey, Tano, Aboua y Obodii (2018) utilizaron el extracto acuoso de higuierilla a 70 g/l y un tratamiento sin aplicación sobre *Oothea mutabilis* en fréjol caupi, los resultados indicaron que los tratamientos con la aplicación del extracto presentaron menor número de adultos de *O. mutabilis* y mayor número de vainas cosechados; el método de control fue eficiente como componente de un manejo integrado de plagas.

Los resultados del estudio mencionado coinciden con la presente investigación ya que debido al uso del extracto acuosos de higuierilla siendo eficiente en el control de *Empoasca* y así obteniendo mayor número de vainas.

#### 4.2.2.4. Número de granos por vaina

En la tabla 36 se describe la variable número de granos por vaina, en el que el análisis de varianza indicó que existe interacción para los factores: días de cosecha y las dosis (F=2.72; gl=4,259; p= 0.0303).

Tabla 36

*ADEVA del número de granos por vaina en el cultivo de fréjol*

Fuentes de variación	Grados de Libertad	Grados de libertad del Error	Valor F	Valor P
(Intercept)	1	259	2946.18	<0.0001
Fecha	2	259	1.53	0.2179
Dosis	2	259	6.26	0.0022
Fecha: Dosis	4	259	2.72	<b>0.0303</b>

En la figura 36, muestra la variable número de granos por vaina obtenidas en las tres cosechas. En la primera cosecha realizada el 27/09/2018, los tres tratamientos no presentaron diferencia estadística con una media de 3.97 granos por vaina. En la segunda cosecha realizada el 04/10/2018 los resultados indican que los tres tratamientos presentan diferencia estadística; donde 100 g/l presenta una media de 4.40 siendo superior en 27.95% al testigo y en 12.95% a 50 g/l. En la tercera cosecha realizada el 11/10/2018, los tres tratamientos no presentaron diferencia estadística, la media fue de 3.67 granos por vaina (Anexo 16).

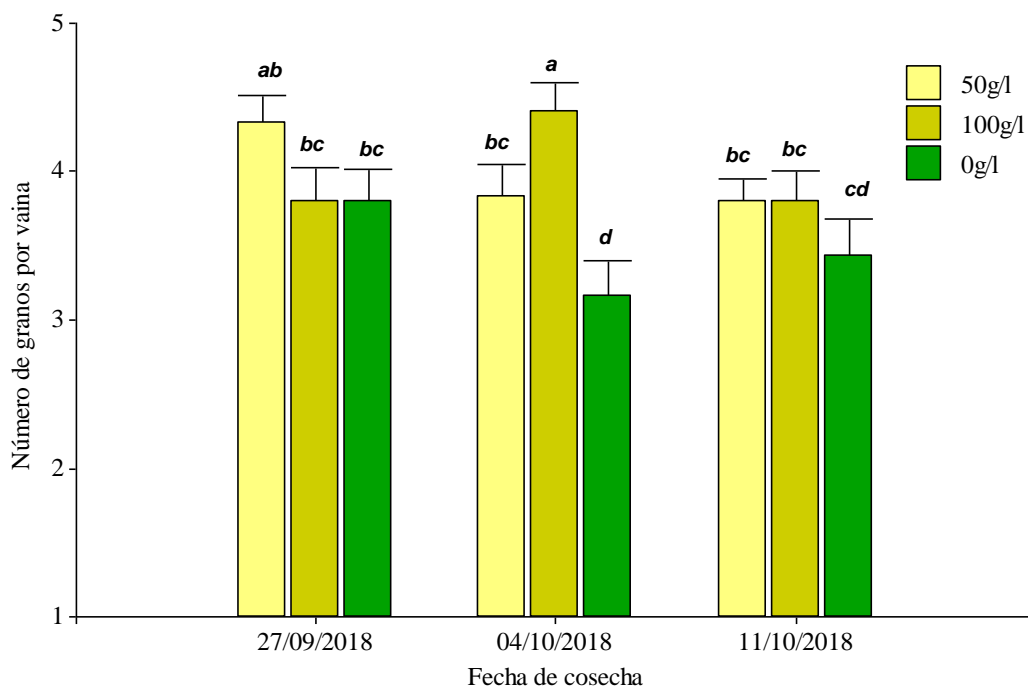


Figura 36. Número de granos por vaina de las tres cosechas por tratamiento.

En esta investigación se obtuvo un promedio de 4 granos/vaina para 50 y 100 g/l, mientras que el testigo presentó 3.46. De acuerdo con INIAP (2009) menciona que la vaina debe presentara de 4 a 6 granos, por lo tanto, los resultados de los tratamientos con aplicación del extracto están dentro del rango establecido.

De acuerdo con Urbina (2017) indica que *Empoasca* succiona la savia desde el envés de las hojas, pecíolos y vainas, razón por la cual el llenado de vainas se ve afectado. Por lo tanto, se da a conocer que en el presente estudio el menor número de granos por vaina se obtuvo sin aplicación del extracto, ya que el llenado de vainas se vio afectado por la incidencia del insecto en estudio.

a) Calidad del grano

En la tabla 37, se describe la variable calidad del grano, en el que el análisis de varianza indicó que existe interacción para la dosis de aplicación del extracto y categoría de evaluación de los granos ( $F=5.01$ ;  $gl=2,10$ ;  $p= 0.031$ ).

Tabla 37

*ADEVA de la calidad de granos en el cultivo de fréjol*

Fuentes de variación	Grados de Libertad	Grados de libertad del Error	Valor F	Valor P
(Intercept)	1	10	28182.54	<0.0001
Dosis	2	10	0	>0.9999
Categoría	1	10	23307.03	<0.0001
Dosis: Categoría	2	10	5.01	<b>0.0310</b>

En la figura 37 muestra el porcentaje de calidad de grano por categoría para los tres tratamientos. Con respecto a los granos dañados observamos menor porcentaje en comparación con los granos sanos. Los resultados de los granos sanos indican que 100 g/l presentó mayor porcentaje con 95.83, seguida de 50 g/l la cual presento resultados intermedios con 94,09 y por último el testigo con 88.04 (Anexo 17).

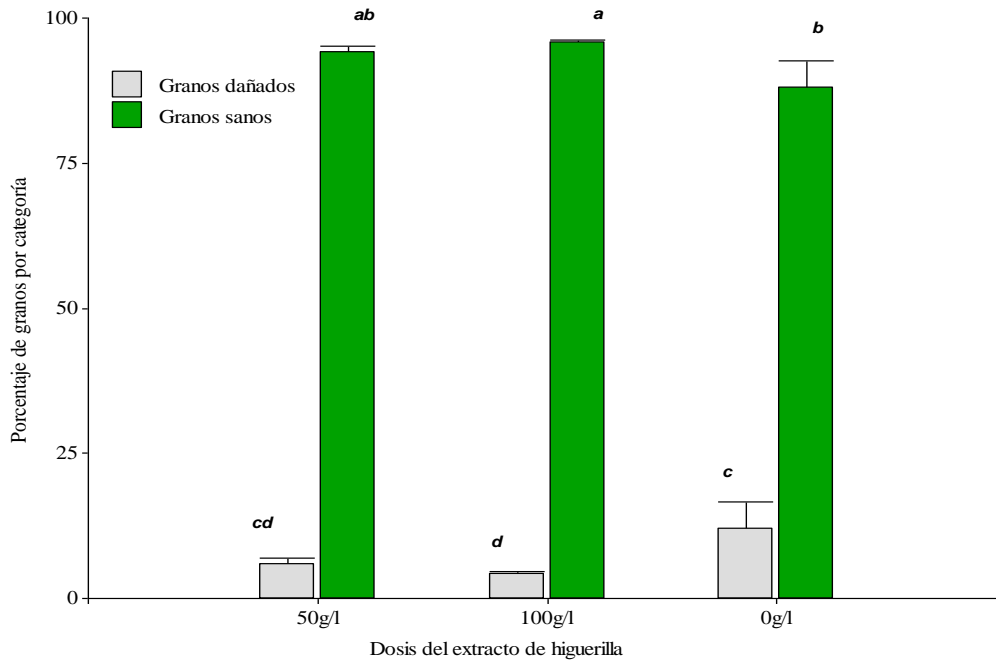


Figura 37. Porcentaje de granos sanos y dañados.

Además, para el porcentaje de granos dañados, los resultados muestran que el tratamiento testigo presentó mayor porcentaje con un 11.96%, el 50 g/l con daños intermedios con 5.91% y el de menor daños el 100 g/l con 4.17%.

De acuerdo con el CIAT (1985) menciona que, en el cultivo de fréjol, *Empoasca* al succionar la savia disminuye la producción de vainas y genera semillas más livianas. Esto determinó que el tratamiento testigo sin aplicación fue afectado durante el llenado de vainas y por lo tanto obtuvo menor número de granos.

#### 4.2.2.5. Porcentaje de vainas sin grano

La tabla 38 muestra el análisis de varianza para la variable porcentaje de vainas sin grano, donde expone que existe diferencias significativas para la dosis de aplicación del extracto de higuierilla ( $F=4.92$ ;  $gl=2,85$ ;  $p= 0.0095$ ).

Tabla 38

*ADEVA de la variable número de vainas sin grano por planta en el cultivo de fréjol (Phaseolus vulgaris L.)*

Fuentes de variación	Grados de Libertad	de	Grados de libertad Error	de	Valor F	Valor P
----------------------	--------------------	----	--------------------------	----	---------	---------

(Intercept)	1	85	183.45	<0.0001
Dosis	2	85	4.92	<b>0.0095</b>

Mediante la prueba de Fisher al 5%, los resultados revelan que existe dos grupos rango A y B. Como se puede observar en la figura 38, el testigo (0g/l) y 50g/l presentaron mayor porcentaje de vainas sin grano con una media de 18%, mientras que 100g/l obtuvo un 10.61% (Anexo 18).

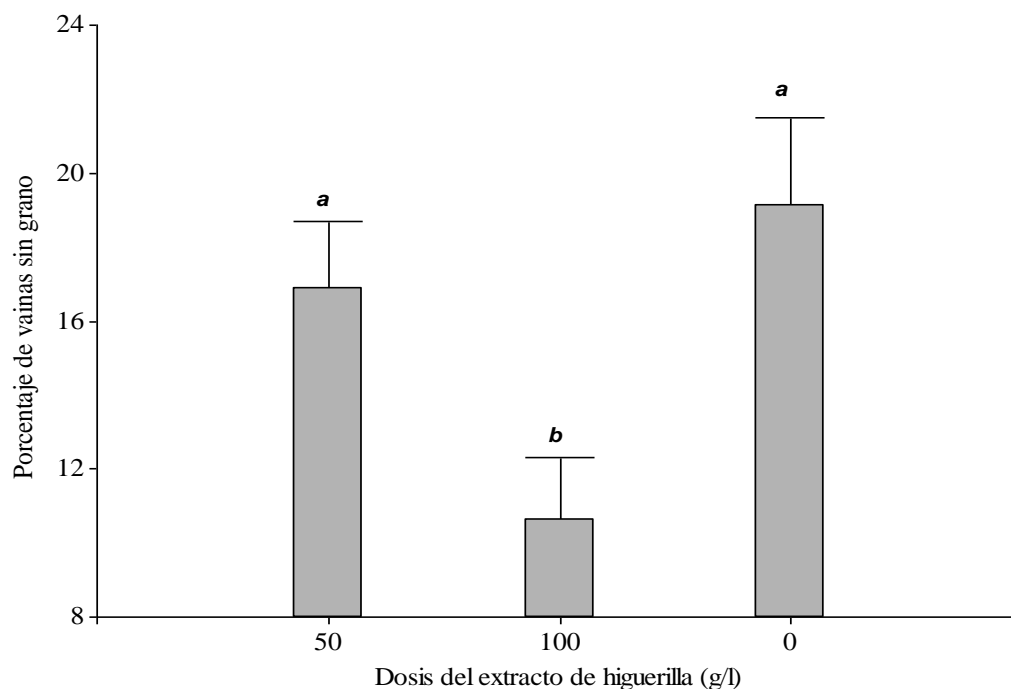


Figura 38. Porcentaje de vainas sin grano en los tres tratamientos.

Cabe mencionar que en la última revisión a los 76 dds (etapa formación y llenado de vainas) de incidencia de lorito verde se observó mayor presencia, por lo tanto, el fitófago pudo afectar las parcelas con el tratamiento 50 g/l.

En lo que se respecta a la presencia de *Empoasca* en el cultivo de fréjol, Pupo, Gonzales, Carmenate y Toranzo (2016) en su estudio sobre el comportamiento del insecto en fréjol, da a conocer alcanza los máximos niveles en las fases de llenado de vainas a total maduración. De igual manera Ramos, Pérez, Hernández, Gómez y González (2008) en su estudio sobre distribución espacial de *Empoasca* en fréjol indica que los niveles poblacionales superiores fueron en las etapas de llenado de vaina hasta maduración.

Otra investigación realizada por Ramos (2008) comenta que el fitófago se presenta en etapa de llenado de vaina a total maduración. Por lo tanto, en esta investigación el D1 pudo verse afectado durante la etapa llenado de vainas, a pesar de presentar porcentaje de vaina sin grano similar al testigo, este tratamiento presentó mayor número de vainas por planta.

#### 4.2.2.6. *Peso de 100 granos*

En la tabla 39 se describe la variable peso de 100 granos, en el análisis de varianza muestra que no existe efecto de la dosis de aplicación del extracto de higuierilla ( $F=1.54$ ;  $gl=2,76$ ;  $p=0.2211$ ).

Tabla 39

*ADEVA de la variable peso de 100 granos.*

Fuentes de variación	Grados de Libertad	Grados de libertad del Error	Valor F	Valor P
(Intercept)	1	76	1058.15	<0.0001
Dosis	2	76	1.54	0.2211

Con respecto a la variable peso de 100 granos, los resultados muestran que no existe diferencia estadística presentando una media de 61.87 gramos, sin embargo, presentó diferencias numéricas, siendo el 100 g/l superior en un 6.3% con respecto al testigo (Tabla 40).

Tabla 40

*Media de Fisher para el factor dosis de aplicación del extracto de la variable peso de 100 granos.*

Dosis	Peso de 100 granos
100 g/l	63.72 ± 2.32 a
Testigo	62.21 ± 2.32 a
50 g/l	59.7 ± 2.32 a

#### 4.2.2.7. *Rendimiento gramos por parcela neta*

En la tabla 41, se describe el análisis de varianza con respecto a la variable rendimiento del cultivo de fréjol en gramos por parcela neta, donde muestra que existe diferencias significativas entre dosis de aplicación del extracto de higuierilla ( $F=5.97$ ;  $gl=2,4$ ;  $p=0.0429$ ).

Tabla 41

*ADEVA del rendimiento en granos de la parcela en el cultivo de fréjol*

Fuentes de variación	Grados de Libertad	Grados de libertad del Error	Valor F	Valor P
(Intercept)	1	4	445.78	<0.0001
Dosis	2	4	5.97	<b>0.0429</b>

Los resultados de las pruebas Fisher al 5%, señalan que a 100 g/l presentó mayor rendimiento con 2930.33 g/parcela neta; seguida de 50 g/l con 2500 g/parcela neta, la cual mostró resultados intermedios y por último el testigo (0 g/l) con 2153 g/parcela neta (Figura 39) (Anexo 19).

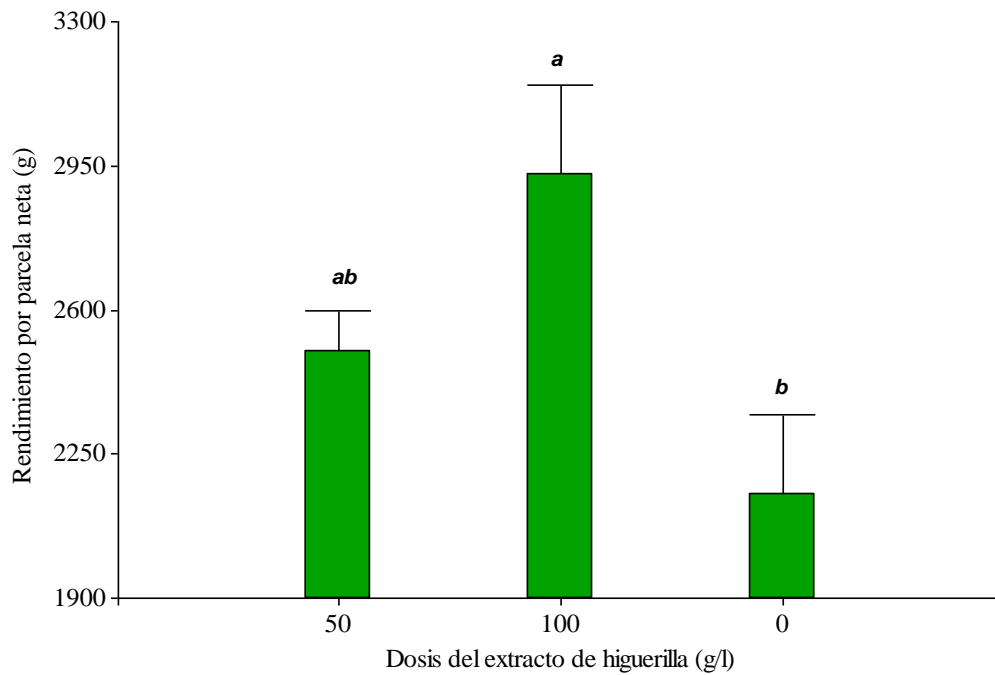


Figura 39. Rendimiento del cultivo de fréjol en gramos por parcela neta.

De acuerdo con Perales, et al. (2015) en el estudio sobre la aplicación de extracto vegetales en mosca blanca en el cultivo de tomate, donde los resultados revelan que la aplicación del extracto de higuera redujo la población de adultos, por lo tanto, se obtuvo mayor rendimiento en un 27% superior a los testigos (agua, alcohol etílico y sin aplicación). De igual manera Ossey, Tano, Aboua y Obodji (2018) en su estudio sobre la aplicación del extracto acuoso de higuera en *O. mutabilis* en el cultivo de fréjol caupi, obtuvieron mayor rendimiento en un 65% superior al testigo.

Con los estudios mencionados se corrobora con la presente investigación, ya que las aplicaciones del extracto de higuera sobre *Empoasca fabae* fueron efectivas y por lo tanto se obtuvo mayor rendimiento en comparación con el tratamiento sin aplicación, cabe recalcar que en los componentes primordiales como es el llenado de la vaina, el testigo se vio afectado.

## V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 5.1 Conclusiones

- Se concluye que el extracto acuoso de semillas y hojas de higuera por maceración e infusión presentan efectividad sobre la población de *Empoasca*, al obtener resultados entre 60 y 90% eficacia con respecto a la mortalidad del fitófago.
- En las pruebas de fitotoxicidad basadas en guías de medición, los tratamientos a base de infusión a 50, 100 y 150 g/l y maceración a 150 g/l causaron fitotoxicidad al presentar clorosis pronunciada y necrosis en las hojas; mientras que las de maceración a 50 y 100 g/l no presentaron ningún daño en las plantas, siendo estas las utilizadas en la fase de campo con resultados óptimos para el control de *Empoasca fabae*.
- Con respecto a la incidencia de *Empoasca* se determinó que a 50 y 100 g/l mantuvieron una incidencia mínima de 30.67%, Con respecto a la severidad de este patógeno los resultados mostraron que los daños de grado 3 fueron los que tuvieron mayor representatividad en el testigo, resultado que duplica a los obtenidos con los tratamientos, esto demuestra la efectividad del macerado de higuera para el control de esta plaga.
- Para la variable población de *Empoasca* los resultados indican que en las semanas 7, 9, 11 y 13, el testigo presentó desde 50 hasta 94 individuos/trampas, mientras que en el mismo periodo los tratamientos presentaron de 25 a 62 individuos/trampa, lo que indica que la higuera influye en la presencia de la plaga.
- En las variables de producción los tratamientos con macerado de higuera obtuvieron mayor número de vainas y granos por vaina, obteniendo hasta un 15% de superioridad productiva con respecto del testigo, lo que significa que el extracto de higuera protege de forma adecuada al cultivo.



## 5.2 Recomendaciones

- Realizar investigaciones a nivel de laboratorio y campo de extractos de higuierilla con diferentes solventes orgánicos, con el fin de validar la eficacia de la higuierilla en el control de *Empoasca fabae*, en el cultivo de fréjol arbustivo. Además, efectuar pruebas de fitotoxicidad, para evaluar posibles daños del cultivo.
- Para el control de *Empoasca* utilizar otras especies vegetales como chamico, ají, ajó, ruda; entre otras para estructurar una rotación de extractos y así evitar que el insecto cree resistencia por un extracto.
- Para determinar el principio activo influyente en el control de plagas y otros efectos en el cultivo y realizar un análisis fitoquímico del extracto,
- Utilizar la torta de semilla de higuierilla empleando como abono orgánico y con aplicación en drench, para determinar su influencia en el rendimiento del cultivo de frejol, además de su efecto en contra de plagas y enfermedades de suelo.
- Desarrollar investigaciones mediante el uso del extracto de diferentes morfotipos de higuierilla.
- Ejecutar estudios con el uso de semillas y hojas de higuierilla para la elaboración tanto de por maceración e infusión para cada material vegetal.

## BIBLIOGRAFÍA

- Abad, G., y Piedra, A. (2011). *Obtencion de extractos vegetales por arrastre de vapor como agentes para control de plagas en cultivos hortícolas* (tesis pregrado). Universidad de Cuenca, Cuenca, Ecuador.
- Agencia Ecuatoriana de Aseguramiento de la Calidad del Agro, AGROCALIDAD. (2013). *Normativa general para promover y regular la producción orgánica-ecológica-biológica en el Ecuador*.
- Agencia Ecuatoriana de Aseguramiento de la Calidad del Agro, AGROCALIDAD. (2015). *Instructivo para la aprobación, ejecución y supervisión de ensayos de eficacia de plaguicidas y productos afines de uso agrícola en Ecuador*. Quito, Ecuador.
- Agencia Ecuatoriana de Aseguramiento de la Calidad del Agro, AGROCALIDAD. (2013). *Instructivo de la normativa general para promover y regular la producción orgánica-ecológica-biológica en el Ecuador*.
- Ajiquichí , L. (2013). *Evaluación de extractos vegetales para el control de trips frankliniella occidentalis (thripidae; thysanoptera) en ejote frances Phaseolus vulgaris (fabaceae; fabales) en el municipio de sacapulas, departamento del quiche* (tesis pregrado). Universidad Rafael Landívar, Quetzaltenango.
- Alonso, J. (2007) *Tratado de fitofármacos y nutracéuticos*, Argentina: Corpus Editorial.
- Andrade, A. (2015). *Producción de abonos orgánicos de diferentes tipos a partir de residuos orgánicos para cultivos endémicos en el cantón Mira* (tesis pregrado). Universidad Tecnológica Equinoccial, Facultad de Ciencias de la Ingeniería, Quito, Ecuador.
- Aragón, A., Pérez, B., López, J., Damián, M., García, D., y González, G. (2009). Estrategia agroecológica para disminuir los daños por plagas en el cultivo de amaranto *Amaranthus hypochondriacus* L. (caryophyllales: amaranthaceae). *Revista Entomología Mexicana*, 131-136
- Arboleda, F., Guzmán , Ó., y Mejía, L. (2012). Efecto de extractos cetónicos de higuerrilla (*Ricinus communis* LINNEO.) sobre el nemátodo barrenador [*Radopholus similis* (COBB.) THORNE] en condiciones in vitro. *Revista Luna Azul*, (35), 28-47.
- Asamblea Nacional. (2008). *Constitucion de la República del Ecuador*. Quito.
- Asamblea Nacional. (2010). *Ley Orgánica del Régimen de la Soberanía Alimentaria*. Quito.
- Barrera,S., Ramos, O., y Elenilson, D. (1995). *Parasitoides de mosca minadora Liriomyza sativae blanchard en cultivos de pepino (Cucumis sativus) del valle de Zapotttan y multiplicación de Opius dissitus Muesebeck en frijol común (Phaseolus vulgaris)* (Tesis pregrado). Universidad de El Salvador, Facultad de Ciencias Agronómicas, San Salvador.
- Bayaso , I., Nahunnaro, H., y Gwary, D. (2013). Effects of aqueous extract of *Ricinus communis* on radial growth of *Alternaria solani*. *African journal of agricultural*, 8(37), 4541-4545.

- Cabrera, R., Morán, J., Mora, B., Molina, H., Moncayo, O., Ocampo, E., Meza, G y Cabrera, C. (2016). Evaluación de dos insecticidas naturales y un químico en el control de plagas en el cultivo de frijol en el litoral ecuatoriano. *IDESIA*, 34(5),27.35.
- Cano, G. (2016). *Evaluación de tres extractos vegetales para el control de plagas en el cultivo de frijol arbustivo Phaseolus vulgaris L.* (tesis postgrado). Universidad de Manizales, Manizales, Colombia.
- Carrale, R., Marrugo, J., y Abril, J. (2014). Rendimientos en semilla y calidad de los aceites del cultivo de higuierilla (*Ricinus communis L.*) en el valle del sinú, departamento de Córdoba. Montería: fondo editorial.
- Carranza, G. (2017). Evaluación de la actividad antifúngica in vitro de cinco extractos vegetales (ev) contra *Colletotrichum spp.* aislado de tomate de árbol (*Solanum betaceum*) (tesis pregrado). Universidad Técnica de Ambato, Cevallos, Ecuador.
- Carrillo, J., Vásquez, R., Ríos, A., Jerez, M., y Villegas, Y. (2008). Extractos vegetales para el control de plagas del follaje del tomate (*Solanum lycopersicum L.*) en Oaxaca, México. VIII Congreso científico de SEAE. "Agricultura y Alimentación Ecológica", Bullas, Murcia, España.
- Centro Internacional de Agricultura Tropical, CIAT. (1989). El Lorito Verde del Frijol (*Empoasca kraemeri* Ross y Moore) y su Control. Cali, Colombia: CIAT.
- Centro Internacional de Agricultura Tropical, CIAT.(1991). Bases para Establecer un Programa de Manejo Integrado de Plagas de Habichuela en la Provincia de Sumapaz (Colombia).
- Centro Internacional de Agricultura Tropical, CIAT. (1992). Manejo integrado de plagas en frijol (*Phaseolus vulgaris L.*). Cali, Colombia.
- Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal, CENTA. (2008). Guía técnica para el manejo de variedades de fréjol. Programa de granos básicos. La Libertad, El Salvador.
- Centro Universitario del Estado de Iowa para la Seguridad Alimentaria y la Salud Pública, "Ricin" (2004). *Ficha técnica del Centro de Seguridad Alimentaria y Salud Pública.*
- Cevallos, D. (2008). *Evaluación de la adaptabilidad de 20 variedades y líneas de fréjol arbustivo (Phaseolus vulgaris L.) de grano rojo y amarillo en el valle de Intag, Imbabura* (tesis pregrado). Escuela Politécnica del Ejército, Carrera de Ingeniería en Ciencias Agropecuarias, Santo Domingo, Ecuador.
- Cid R, J. A.; Reveles H, M.; Velázquez V, R. y Mena C, J. (2014). Producción de semilla de frijol. Folleto Técnico No. 63. Campo Experimental Zacatecas. CIRNOC-INIFAP. Calera, Zacatecas, México, 69 p.
- Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo, CIMMYT. (2016). Manejo de plagas con enfoque alternativo. *Enlace La Revista de la Agricultura de Conservación*, (31), 60.
- Clemente, C., y Paucar, R. (2017). *Actividad antimicrobiana del extracto etanólico de las hojas de Schinus molle L. "Molle"* (tesis pregrado). Universidad de Wiener, Lima, Perú.

- Comité Estatal de Sanidad vegetal de Guanajuato. (2014). Manual de plagas y enfermedades en frijol. Obtenido de Campaña manejo fitosanitario del frijol.
- Crisanto, K., y Ayquipa, G. (2013). efecto del extracto etanólico de semillas de *Ricinus communis* L. sobre adultos de *Bemisia tabaci* GENN., en condiciones de laboratorio. *Revista Científica SAGASTEGUIANA*, 1(1), 11-18.
- El-Wakeil, N., Gaafar, N., Sallam, A., y Volkmar, C. (2013). Side Effects of Insecticides on Natural Enemies and Possibility of Their Integration in Plant Protection Strategies. *Insecticides - Development of Safer and More Effective Technologies*.doi:10.5772/54199
- Galindo, J., Soriano, O., Quevedo, K., Melo, M. (2015). Manual para la elaboración de protocolos para ensayos de eficacia con PQUA. Cámara Procultivos ANDI. Bogotá, Colombia.
- Garcés, F., y Vera, A. (2014). Enfermedades y componentes de rendimiento en líneas de fréjol bajo tres densidades de siembra. *Agronomía Mesoamericana*, 25(1), 169-180. ISSN:2215-3608
- Garcés, F., Zabala, R., Díaz, T., y Vera, D. (2012). Evaluación agronómica y fitosanitaria de germoplasma de fréjol (*Phaseolus vulgaris* L.) en el trópico húmedo Ecuatoriano. *Revista Científica UDO Agrícola*, 12 (2), 230-240.
- Gobierno Municipal Antonio Ante-GAD. (2019). San José de Chaltura, características del clima.
- Gómez, J., González, Y., Arboláez, H., Pérez, E., y González, M. (2009). Incidencia de Hemiptera en el cultivo del frijol (*Phaseolus vulgaris* L.). *Centro Agrícola*, 36(4), 15-18.
- González, A., García, K., Hernández, M., Rico, H., Hernández, M., Solís, J., y Zamarripa, A. (2011). *Guía para cultivar higuierilla (ricinus communis l.) En jalisco*. Jalisco, México: INIFAP-CIRPAC.
- Goyes, D. (2013). *Evaluación de la aclimatación de 10 cultivares de fréjol arbustivo (Phaseolus vulgaris L.), a campo abierto en Pisin, cantón Riobamba, provincia de Chimborazo* (tesis pregrado). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Recursos Naturales, Riobamba, Ecuador.
- Guevara, L., Andrio, E., Cervantes, F., Rodriguez, D., Robles, R., Mondragon, W., y Pérez, D. (2015). Efecto bioinsecticida de extracto etanólico de higuierilla (*Ricinius communis* L) y lantana (*Lantana camara* L) sobre mosca blanca (*Bemisia tabaci* Genn) en tomate. *Revista de Ciencias Naturales y Agropecuarias*, 2(3), 428-434.
- Hanan, A. M., y Mondragón, J. (2009). Malezas de México ,*Phaseolus vulgaris* L.
- Hernández, H., Gómez, J., Ramos, Y., Quintanilla, E., y Espinosa, R. (2013). Identificación y fluctuación poblacional de Empoasca en variedades de *Phaseolus vulgaris* L. en Villa Clara, Cuba. *Centro Agrícola*, 40(2), 67-70.

- Hernández, L., Hernández, N., y Pino, M. (2010). Estudio fenológico preliminar de seis cultivares de habichuela de la especie *Phaseolus vulgaris* L. *SciELO*, 31(1), 54.
- Hernández-López, V., Vargas-Vázquez, M., Muruaga-Martínez, J., Hernández-Delgado, S., y Mayek-Pérez, N. (2013). Origen, domesticación y diversificación del frijol común. Avances y perspectivas. *Revista Fitotecnia México*, 32(6), 95-104.
- Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura, IICA. (2010). *Guía de campo para la identificación y manejo integrado de*. Obtenido de <http://repiica.iica.int/docs/B1885e/B1885e.pdf>
- Instituto Nacional de Estadística y Censos - INEC. (2016). *Vdatos Cultivos Transitorios. Fréjol tierno (en vaina)*.
- Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias, INIAP. (2009). INIAP-429 Paragachi Andino: Variedad de fréjol arbustivo de grano rojo moteado. Quito, EC: INIAP, Estación Experimental Santa Catalina, Programa Nacional de Leguminosas.
- Instituto Nacional Tecnológico, INATEC. (2016). Manual de manejo integrado de plagas. Nicaragua.
- Isman, M. (2008). Perspective Botanical insecticides: for richer, for poorer. *Pest Management Science*, 64, 8-11. DOI: 10.1002/ps
- Jena, J., y Kumar, A. (2012). *Ricinus communis* linn: a phytopharmacological review. *International Journal of Pharmacy and Pharmaceutical Sciences*, 4, 25-29.
- Jiménez, E. (2017). *Manejo agroecológico de los principales insectos plagas de cultivos alimenticios de Nicaragua* (Primera ed.). Managua: Universidad Nacional Agraria.
- Juárez-Rosete, C., Aguilar-Castillo, J., Juárez-Rosete, M., Bugarín-Montoya, R., Juárez-López, P., y Cruz-Crespo, E. (2013). Hierbas aromáticas y medicinales en México: tradición e innovación. *Revista BIO CIENCIAS*, 20(3), 119-129. ISSN 2007-3380
- Koul, O., y Walia, S. (2009). Comparing impacts of plant extracts and pure allelochemicals and implications for pest control. *CAB Reviews*, 4(49), 2-3.
- Kumar, M. (2017). A Review on Phytochemical Constituents and Pharmacological Activities of *Ricinus communis* L. Plant. *International Journal of Pharmacognosy and Phytochemical Researc*, 9(4), 468-469.
- Lahuasi, L. (2012). Determinación de la influencia de las fases lunares, utilizando el calendario agrícola lunar, en tres variedades de fréjol (*Phaseolus vulgaris* L.) en el cantón Antonio Ante, provincia de Imbabura. (tesis pregrado). Universidad Técnica de Babahoyo, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Sede El Ángel, Carchi.
- Lara-Flores, M. (2015). El cultivo del frijol en México. *Revista Digital Universitaria de la UNAM*, 16(2), 1-11.
- Lizcano, A., y Vergara, J. (2008). *Evaluación de la actividad antimicrobiana de los extractos etanólicos y/o aceites esenciales de las especies vegetales Valeriana pilosa, Hesperomeles ferruginea, Myrcianthes rhopaloides y Passiflora manicata frente a*

- microrganismos patógenos y fitopatógen* (tesis pregrado). Pontificia Universidad Javerian, Bogotá, Colombia.
- Londoño, G. D. (2006). Mini-serie "Manejo integrado de plagas" Insecticidas botánicos.
- López, R., Carmona, D., Trumper, R., y Huarte, M. (2015). Comportamiento de la actividad alimentaria y de oviposición de *Liriomyza huidobrensis* (Blanchard) (Diptera: Agromyzidae), en variedades de *Solanum tuberosum* L. *Revista Latinoamericana de la Papa*, 19 (1), 1-17. ISSN: 1853-4961
- López, R., Carmona, D., Vincini, A., Monterubbianesi, G., y Caldiz, D. (2010). Population Dynamics and Damage Caused by the Leafminer *Liriomyza huidobrensis* Blanchard (Diptera: Agromyzidae), on Seven Potato Processing Varieties Grown in Temperate Environment. *Neotropical Entomology*, 39(1), 108-114.
- Lozano, J., España, M., Lara, A., Álvarez, F., y Martínez, C. (2017). La chicharrita *Empoasca kraemeri* (Ross y Moore) (hemiptera: cicadellidae) y su parasitoide nativo *Anagrus* sp. Haliday, 1833 (hymenoptera: mymaridae) en el cultivo de frijol en Zacatecas. *Revista Entomología*, 46.
- Manandhar, H., Timila, R., Sharma, S., Joshi, S., Manandhar, S., Gurung, S., Sthapit, S., Palikhey, E., Pandey, A., Joshi, B., Manandhar, G., Gauchan, D., Jarvis, D. y Sthapit, B. (2016). A field guide for identification and scoring methods of diseases in the mountain crops of Nepal. NARC, DoA, LI-BIRD and Bioversity International, Nepal.
- Marinoff, M. (2006). Las plantas medicinales desde la Biblia a la actualidad. *Revista Comunicaciones Científicas y Tecnológicas*, 53,1-4.
- Martínez, G., Barrios, S., Rovesti, L., Santos, R. (2007). Manejo Integrado de Plagas. Manual Práctico. Grup Bou, Tarragona, España.
- Martínez, S., Pérez, R., Rodríguez, C., Ramírez, G., Romero, J., Ruiz, F., y Ramos, M. (2018). Inhibición de Desarrollo de Larvas *Culex quinquefasciatus* Say con Extractos de Semilla y de Hoja de *Ricinus communis*. *Southwestern Entomologist*, 43(1), 221-238. doi:<https://doi.org/10.3958/059.043.0114>
- Mendoza, M., Rodríguez, G., Guevara, L., Enríquez, E., Rangel, J., y Rivera, G. (2016). Bioinsecticidas para el control de plagas de almacén y su relación con la calidad fisiológica de la semilla. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 7(7), 1601.
- Millán, C. (2008). *Las plantas: una opción saludable para el control de plagas*. Uruguay: Imprenta Rosgal S.A
- Ministerio de Agricultura y Ganadería. (1990). Combate de la mosca minadora (*Liriomyza* sp.). Costa Rica.
- Narvaez, S., Marchena, H., Watler, W., y Cordón, E. (2011). Rendimiento de dos variedades mejoradas de frijol, sembrados al voleo y al espeque, en Moss Pam, Waspam, Rio coco. *Ciencia e interculturalidad*, 9(2), 120.

- Nava-Pérez, E., García-Gutiérrez, C., Camacho-Báez, J., y Vázquez-Montoya, E. (2012). Bioplaguicidas: Una opción para el control biológico de plagas. *Ra Ximhai*, 8(3), 17-29.
- Naz, R., y Bano, A. (2012). Potencial antimicrobiano de los extractos de hojas de *Ricinus communis* en diferentes solventes contra cepas bacterianas y fúngicas patógenas. *Revista asiática del Pacífico de biomedicina tropical*, 2(12), 944-947. doi: 10.1016 / S2221-1691 (13) 60004-0
- Nénger, M. (2015). *Efectos de la aplicación de tres concentraciones de té de frutas en el cultivo de fréjol (Phaseolus vulgaris L.) sembrado con dos distanciamientos de siembra en el cantón Bolívar, provincia del Carchi* (tesis pregrado). Universidad Técnica de Babahoyo, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Ecuador.
- Ntalli, N y Menkissoglu-Spiroudi, U. (2011). Pesticides of Botanical Origin: A Promising Tool in Plant Protection., Pesticides - Formulations, Effects, Fate, Prof. Margarita Stoytcheva (Ed.), ISBN: 978-953-307-532-7, pp:3-24
- Obembe, O., y Kayode, J. (2013). Insecticidal Activity of the Aqueous Extracts of Four Underutilized Tropical Plants as Protectant of Cowpea Seeds from *Callosobruchus maculatus* Infestation. *Pakistan Journal of Biological Sciences*, 16(4), 175-179.
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, FAO. (2010). Biopreparados para el manejo sostenible de plagas y enfermedades en la agricultura urbana y periurbana (Primera ed.).
- Ossey, C., Tano , K., Aboua , R., y Obodji , A. (2018). Effect of aqueous extracts of two local plants for the management of *O. mutabilis* (Coleoptera: Chrysomelidae), pest of cowpea (*Vigna unguiculata* L. Walp.), in Guinean area of Côte d'Ivoire. *International Journal of Entomology Research*, 3(2), 46-52.
- Pacheco, J. J., Soto, J., y Valenzuela, J. M. (2016). Densidad poblacional de mosca blanca (Hemiptera: Aleyroididae) en el Valle de Guaymas - Empalme, Sonora, México. *Revista de Ciencias Biológicas y de La Salud*, XVIII(3), 9–13.
- Pacheco-Sánchez , C., Villa-Ayala , P., Montes-Belmont, R., Figueroa-Brito, R., & Jiménez-Pérez, A. (2012). Repelencia de extractos hidroetanólicos de *Ricinus communis* (Euphorbiaceae) a *Scyphophorus acupunctatus* (Coleoptera: Curculionidae) en el laboratorio. *Entomologo de Florida*, 95(3), 706-710.
- Peña, K., Rodríguez, J., y Santana, M. (2015). Comportamiento productivo del frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) ante la aplicación de un promotor del crecimiento activado molecularmente. *Revista Científica Avances*, 17(4), 327-227. ISSN 1562-3297
- Perales, C., García, J., Carrillo, J., Chávez, J., Espino, H., Ojeda, L., y Rangel, F. (2015). Efecto de extractos vegetales en mosquita blanca bajo dos esquemas de aplicación. *Revista Mexicana de Agroecosistemas*, 2(1), 1-7.
- Perea, E., Rojas, e., y Villalobos, A. (2003). Diagnóstico de *Trialeurodes vaporariorum* (Homoptera: Aleyrodidae) en tabaco y frijol de García Rovira (Santander). *Revista Colombiana de Entomología*, 29(2), 7-11.

- Pérez, A., Landeros, C. (2009). Agricultura y deterioro ambiental. *Elementos*, 73 (16) 19-25.
- Pérez, B., Aragón, A., Román, L., Castillo, D., Jiménez, D., y Romero, O. (2014). Efecto de los extractos acuosos sobre las plagas del follaje en el cultivo de amaranto en el municipio de tochimilco, Puebla. *Entomología Mexicana*, 1, 251-256.
- Pérez, L. (2012). Plaguicidas botánicos: una alternativa a tener en cuenta. *Fitosanidad*, 16(1), 51-59.
- Pupo, C., González, G., Carmenate, O., y Toranzo, A. (2016). Comportamiento del saltahoja del frijol (*Empoasca kraemeri*) en el municipio Manatí, Las Tunas, Cuba. *Revista de las Agrociencias*, 11-22.
- Ramallo, F., y Ramos, J. (1979). Distribución de huevos de *Empoasca kraemeri* Ross y Moore en plantas de frijol. *Sociedad Entomológica de Brasil*, (1), 85 – 91.
- Ramos, E. (2015). *Un insecticida biológico a partir de la higuera (Ricinus communis)* (tesis pregrado). Universidad Técnica de Machala.
- Ramos, G., Pérez, E., Hernández, P., Gómez, J., y González, M. (2008). Distribución espacial *Empoasca kraemeri* Ross y Moore (Hemiptera: Cicadellidae) y *Bemisia tabaci* Gennadius (Hemiptera: Aleyrodidae) en plantas de frijol. *Revista Centro Agrícola*, 35(3), 91-92.
- Ramos-López, M., Pérez, S., Rogríguez-Hernández, C., Guevara-Fefer, P., y Zavala-Sánchez, M. (2010). Activity of *Ricinus communis* (Euphorbiaceae) against *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae). *African Journal of Biotechnology*, 9(9), 1359-1365.
- Recalde, E., y Durán, J. (2009). *Cultivos energéticos alternativos*. Ibarra: Grupo Seritex.
- Reyes-Rivas, E., Padilla-Bernal, L., Pérez-Veyna, O., & López -Jáquez, P. (2008). Historia, naturaleza y cualidades alimentarias del frijol. *Revista Investigación Científica*, 4(3), 1-21.
- Ringuelet, J. A. (Ed.). (2013). *Productos naturales vegetales*. Editorial de la Universidad Nacional de La Plata
- Ríos, F., y Baca P. (2006). Niveles y Umbrales de Daños Económicos de las Plagas. Programa de Manejo Integrado de Plagas en América Central (PROMIPAC), Instituto de Nacional Tecnológico (INATEC) y Proyecto de Fortalecimiento e Integración de la Educación Media a los Procesos de Desarrollo Rural Sostenible y Combate a la Pobreza en América Central (SICA-ZAMORANO-TAIWÁN). Honduras, Centroamérica.
- Rodríguez, E., Aragón, A., Aragón, M., Pérez, B., y López, J. (2017). Efectos del extracto vegetal de higuera (*Ricinus communis* L., 1753) sobre larvas del depredador natural *Chrysoperla carnea* Stephens (neuroptera: chrysopidae). *Entomología mexicana*, 4, 73-78.
- Rosas, J. (2003). El cultivo de frijol común en América Tropical. Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano. 2da edición, Imprenta Litocom, Tegucigalpa, Honduras.



- Sabillón, A., y Bustamante, M. (1995). Evaluación de extractos botánicos para el control de plagas del tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.). *REVISTA CEIBA*, 36(2), 179-187.
- Samayoa, M. (2007). Manual técnico del higuierillo (en línea). El Salvador C.A, Ministerio de Agricultura y Ganadería/Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal.
- Secretaría de Agricultura y Ganadería (SAG). (2004). Manual técnico para uso de empresas privadas, consultores individuales y productores . Tegucigalpa.
- Secretaría de Agricultura y Ganadería (SAG). (2013). El cultivo de frijol. Tegucigalpa.
- Singh, A., y Kaur, J. 2016. Toxicity of Leaf Extracts of *Ricinus communis* L. (Euphorbiaceace) Against the Third Instar Larvae of *Musca domestica* L. (Diptera: Muscidae). *American Journal of BioScience*, 4(3-1), 5-10.
- Sistema de Información Nacional de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca (SINAGAP). (2015). Boletín situacional fréjol tierno y seco. Quito, Ecuador.
- Sistema de Información Pública Agropecuaria-SIPA. (2017). *Boletín Situacional Fréjol Tierno y Seco*. .
- Toriya-Torres, A., Huerta-De la Peña, A., y Aragón-García, A. (2014). Evaluación de dos extractos vegetales y el colorante phloxine-b, para la captura de la mosca del nogal de castilla. *Ra Ximhai*, 10(6), 9-22.
- Trabanino, R. (1998). Guía para el Manejo Integrado de Plagas Invertebrados en Honduras. Escuela Agrícola Panamericana El Zamorano. Honduras. Zamorano Academic Press.
- Urbina, R. (2017). Control de Calidad en la Producción “Tradicional” y “No convencional” de Semilla de Fríjol (*Phaseolus vulgaris* L.). HarvestPlus.
- Valenzuela, D. (2015). *Evaluación del comportamiento agronómico de ocho variedades y seis líneas de fréjol (Phaseolus vulgaris L.) arbustivo en una localidad de los cantones Antonio Ante y Urcuquí de la provincia de Imbabura* (tesis pregrado). Universidad Técnica del Norte, Facultad de Ingeniería en Ciencias Agropecuarias Y ambientales, Ibarra, Ecuador.
- Valenzuela, F., Bautista, N., Lomeli, J., Valdez, J., Cortez, E., & Palacios, R. (2010). Identificación y fluctuación poblacional del minador de la hoja *Liriomyza trifolii* en chile jalapeño en el norte de Sinaloa. *Acta Zoológica Mexicana (Nueva Serie)*, 26(3), 585–601.
- Valladares, C. (2010). *Taxonomía y Botánica de los Cultivos de Grano*. Universidad Nacional Autónoma de Honduras Centro Universitario Regional del Litoral Atlántico (Curla) Departamento de Producción Vegetal.
- Vera, R. (2016). “Evaluación de extractos vegetales para la prevención de plagas en el cultivo de pimiento (*Capsicum annuum*).
- Zepeda-Jazo, Isaac. (2018). Manejo sustentable de plagas agrícolas en México. *Agricultura, sociedad y desarrollo*, 15(1), 99-108.

## ANEXO

**Anexo 1.** Medias y errores estándares para horas después de la aplicación (hda) en la variable eficacia del extracto.

Hda	Medias	E.E.	Rango
48h	92.38	1.6	A
24h	77.1	1.6	B
1h	66.06	1.6	C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

**Anexo 2.** Medias y errores estándares para los tratamientos en la variable eficacia del extracto.

Tratamiento	Medias	E.E.	Rango
T7	90.08	2.13	A
T4	90.08	2.13	A
T3	87.46	0.78	A
T2	86.22	1.46	A B
T5	84.37	3.38	A B
T6	81.39	2.45	B
T1	30	2.9	C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

**Anexo 3.** Medias y errores estándares para revisión en la variable incidencia de minador.

REVISIÓN	Medias	E.E.	Rango
5	60	5.04	A
4	52.22	5.04	A
3	23.33	5.04	B
2	0	5.04	C
1	0	5.04	C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

**Anexo 4.** Medias y errores estándares para dosis de aplicación del extracto en la variable incidencia de *Empoasca*,

DOSIS	Medias	E.E.	Rango
TESTIGO	50	4.25	A
D1	32.67	4.25	B
D2	28.67	4.25	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

**Anexo 5.** Medias y errores estándares para la interacción de dosis: categoría en la variable incidencia de picudo.

Rango de la variable incidencia de picudo, para interacción de dosis y categoría

Dosis	Categoría	Medias	E.E.	Rango
D2	0	65.56	3.46	A
D1	0	62.59	3.46	A
Testigo	0	45.56	3.46	B
Testigo	1	31.67	3.7	C
D1	1	27.59	3.7	C
D2	1	27.22	3.7	C
Testigo	2	16.85	2.27	D
D1	2	7.59	2.27	E
D2	2	5.74	2.27	EF
Testigo	3	5	1.23	EF
D1	3	2.22	1.23	FG
D2	3	1.11	1.23	FG
Testigo	5	0.56	0.32	G
Testigo	4	0.37	0.21	G
D1	4	0	0.21	G
D1	5	0	0.32	G
D2	5	0	0.32	G
D2	4	0	0.21	G

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

**Anexo 6.** Medias y errores estándares para revisión en la incidencia de roya

REVISIÓN	Medias	E.E.	Rango
5	100	4.19	A
4	98.89	4.19	AB
3	87.78	4.19	B
2	11.11	4.19	C
1	0	4.19	C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

**Anexo 7.** Medias y errores estándares para revisión en la variable población de mosca minadora.

SEMANA	Medias	E.E.	Rango
9	7.89	0.5	A
11	7.33	0.5	A
3	5.78	0.5	B
5	5.33	0.5	B
7	3.67	0.5	C
13	3.56	0.5	C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

**Anexo 8.** Medias y errores estándares para dosis de aplicación del extracto en la variable población de mosca minadora

DOSIS	Medias	E.E.	Rango
TESTIGO	6.11	0.35	A
D1	5.78	0.35	AB
D2	4.89	0.35	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

**Anexo 9.** Medias y errores estándares para revisión en la variable población de mosca blanca.

SEMANA	Medias	E.E.	Rango
11	7.11	1.13	A
13	7	1.13	A
9	6.56	1.13	A
7	6.44	1.13	AB
3	3.78	1.13	BC
5	2	1.13	C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

**Anexo 10.** Medias y errores estándares para dosis de aplicación del extracto en la variable población de mosca blanca

DOSIS	Medias	E.E.	Rango
TESTIGO	7.89	0.91	A
D2	4.56	0.91	B
D1	4	0.91	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

**Anexo 11.** Medias y errores estándares para la interacción de dosis: semana de la variable población de *Empoasca*.

DOSIS	SEMANA	Medias	E.E.	Rango
TESTIGO	13	94	6.86	A
TESTIGO	11	78.33	6.86	AB
TESTIGO	9	75.33	6.86	BC
D2	13	62.33	6.86	BCD
D1	13	59	6.86	CDE
TESTIGO	7	51.33	6.86	DEF
D2	11	43.33	6.86	EFG
D1	11	38.67	6.86	FGH
D2	9	33.33	6.86	GHI
D1	7	28.33	6.86	GHIJ
D1	9	27.67	6.86	GHIJK
D2	7	25	6.86	HIJK
TESTIGO	5	23	6.86	HIJK
D1	3	19.67	6.86	IJK
D2	3	17.33	6.86	IJK

TESTIGO	3	15.33	6.86	JK
D1	5	11.67	6.86	JK
D2	5	10.33	6.86	K

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

**Anexo 12.** Medias y errores estándares para la interacción de dosis: día después de la siembra de la variable altura de la planta.

DOSIS	Día	Medias	E.E.	Rango
TESTIGO	60	46.01	1.72	A
D2	60	45.36	1.72	A
D1	60	44.81	1.72	A
D1	45	31.79	1.72	B
TESTIGO	45	27.19	1.72	C
D2	45	26.31	1.72	C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

**Anexo 13.** Medias y errores estándares para la variable porcentaje de floración por día.

Día	Medias	E.E.	Rango
66	97.04	5.4	A
64	84.07	5.4	AB
62	75.56	5.4	B
60	50	5.4	C
58	25.56	5.4	D
56	17.78	5.4	DE
54	5.19	5.4	E

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

**Anexo 14.** Medias y errores estándares para dosis de aplicación del extracto en la variable porcentaje de floración

dosis	Medias	E.E.	Rango
D1	59.21	3.57	A
D2	52.06	3.57	AB
Testigo	40.95	3.57	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

**Anexo 15.** Medias y errores estándares para dosis de aplicación del extracto en la variable porcentaje de floración número de vainas por planta.

Dosis	Medias	E.E.	Rango
D1	14.3	0.54	A
D2	14.17	0.54	A
Testigo	12.1	0.54	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

**Anexo 16.** Medias y errores estándares para la interacción de fecha de cosecha: dosis de aplicación del extracto en la variable número de granos por vaina.

Fecha	Dosis	Medias	E.E.	Rango
4/10/2018	D2	4.4	0.21	A
27/9/2018	D1	4.33	0.21	AB
4/10/2018	D1	3.83	0.21	ABC
27/9/2018	Testigo	3.8	0.21	BC
11/10/2018	D2	3.8	0.21	BC
11/10/2018	D1	3.8	0.21	BC
27/9/2018	D2	3.8	0.21	BC
11/10/2018	Testigo	3.43	0.21	CD
4/10/2018	Testigo	3.17	0.21	D

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

**Anexo 17.** Medias y errores estándares para la interacción de dosis: categoría en la variable calidad de grano

Dosis	Categoría	Medias	E.E.	Rango
D2	Sana	95.83	0.46	A
D1	Sana	94.09	1.03	AB
Testigo	Sana	88.04	4.59	B
Testigo	Dañada	11.96	4.59	C
D1	Dañada	5.91	1.03	CD
D2	Dañada	4.17	0.46	D

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

**Anexo 18.** Medias y errores estándares para dosis de aplicación del extracto de la variable porcentaje de vainas sin grano.

Dosis	Medias	E.E.	Rango
Testigo	19.11	1.99	A
D1	16.89	1.99	A
D2	10.61	1.99	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

**Anexo 19.** Medias y errores estándares para la dosis de aplicación del extracto en la variable rendimiento del cultivo.

Dosis	Medias	E.E.	Rango
D2	2930.33	176.77	A
D1	2500.67	176.77	AB
Testigo	2153.33	176.77	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

**Anexo 20.** Fitotoxicidad para el tratamiento con aplicación de agua.

DÍA 1



Valor: 0

DÍA 7



Valor: 0

DÍA 14



Valor: 0

**Anexo 21.** Fitotoxicidad para los tratamientos por maceración de semillas de higuerrilla.

- T2: 50 g semilla/l maceración

DÍA 1



Valor: 0

DÍA 7



Valor: 0

DÍA 14



Valor: 0

- T3: 100 g semilla/l maceración

DÍA 1



Valor: 0

DÍA 7



Valor: 0

DÍA 14



Valor: 0

- T4: 150 g semilla/l maceración

DÍA 1



Valor: 0

DÍA 7



Valor: 1

DÍA 14



Valor: 1



**Anexo 22.** Fitotoxicidad para los tratamientos por maceración de semillas de higuierilla.

- T5: 50 g hojas/l infusión

DÍA 1



Valor: 0

DÍA 7



Valor: 2

DÍA 14



Valor: 3

- T6: 100 g hojas/l infusión

DÍA 1



Valor: 0

DÍA 7



Valor: 3

DÍA 14



Valor: 4

- T7: 150 g hojas/l infusión

DÍA 1



Valor: 0

DÍA 7



Valor: 4

DÍA 14



Valor: 5