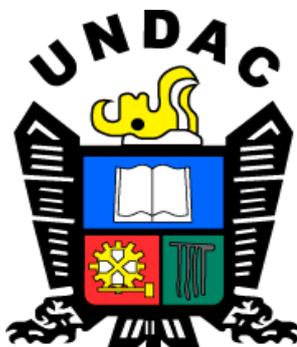


**UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN**

**FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS**

**ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE AGRONOMÍA**



**T E S I S**

**Control de Diabrotica balteata, con aceite de Neem (Azadirachta indica) en**

**el cultivo de frijol (Phaseolus vulgaris L) variedad Blanco Larán en**

**Oxapampa – Pasco**

**Para optar el título profesional de:**

**Ingeniero Agrónomo**

**Autor:**

**Bach. Enzo Carlos GUERRA AGUILAR**

**Asesor:**

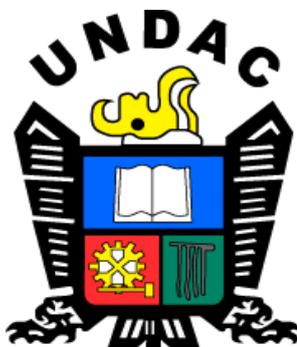
**Mg. Ladislao César ROMERO RIVAS**

**Oxapampa – Perú – 2024**

**UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN**

**FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS**

**ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE AGRONOMÍA**



**T E S I S**

**Control de Diabrotica balteata, con aceite de Neem (Azadirachta indica) en  
el cultivo de frijol (Phaseolus vulgaris L) variedad Blanco Larán en  
Oxapampa – Pasco**

**Sustentada y aprobada ante los miembros del jurado:**

---

**Dr. Javier Justo GONZALES ARTEAGA**  
**PRESIDENTE**

---

**Msc. Adelmo PARRAGA QUINTANILLA**  
**MIEMBRO**

---

**Msc. Aníbal Raúl RODRIGUEZ VARGAS**  
**MIEMBRO**



Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión

Facultad de Ciencias Agropecuarias

Unidad de Investigación

**INFORME DE ORIGINALIDAD N° 009-2024/UIFCCAA/V**

La Unidad de Investigación de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión ha realizado el análisis con exclusiones en el software antiplagio Turnitin Similarity, que a continuación se detalla:

Presentado por  
**GUERRA AGUILAR, Enzo Carlos**

Escuela de Formación Profesional  
**Agronomía – Oxapampa**

Tipo de trabajo

**Tesis**

**Control de *Diabrotica balteata*, con aceite de Neem (*Azadirachta indica*) en el cultivo de frijol (*Phaseolus vulgaris* L) variedad Blanco Larán en Oxapampa – Pasco**

Asesor

**Mg. ROMERO RIVAS, Ladislao Cesar**

Índice de similitud

**4%**

Calificativo

**APROBADO**

Se adjunta al presente el reporte de evaluación del software anti plagio.

Cerro de Pasco, 25 de enero de 2024



UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN  
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS  
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN

*Dr. Luis A. Huanes Tovar*  
Director

c.c. Archivo  
LHT/UIFCCAA

## **DEDICATORIA**

Este trabajo está dedicado en primer lugar a Dios, a quien agradezco por darme la vida y permitirme alcanzar este importante momento en mi formación profesional.

También quiero expresar mi profundo agradecimiento a mis padres, César Guerra y Ana Cecilia Aguilar, quienes han sido los pilares fundamentales en mi vida y han brindado un amor y apoyo incondicional en todo momento.

Mi padrino, Luis Guerra Heredia, merece un agradecimiento especial por enseñarme la importancia de ayudar a quienes más lo necesitan y compartir los conocimientos adquiridos.

A mi compañera de vida, Liz Cervantes, le agradezco por estar siempre dispuesta a escucharme y brindarme su apoyo incondicional.

Finalmente, no puedo olvidar a mis asesores, quienes jugaron un papel fundamental al proporcionarme su apoyo durante esta etapa para alcanzar esta importante meta.

## **AGRADECIMIENTO**

A los profesores de la Escuela de Formación Profesional de Agronomía-Oxapampa por sus consejos y todas las enseñanzas que me dieron.

A mis padres, hermanos, padrinos que me brindaron con su amor, apoyo y comprensión, y estuvieron en cada etapa estudiantil con todas sus etapas de dificultad.

A mi alma Mater la Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión por permitirme estudiar en sus aulas y convertirme en un gran profesional representativo de la institución.

## RESUMEN

La presente investigación se desarrolló para evaluar la efectividad del aceite de Neem (*Azadirachta indica* L) en el control de *Diabrotica balteata*, en el cultivo frijol (*Phaseolus vulgaris* L) variedad Blanco Larán en Oxapampa - Pasco. El experimento se estableció en el Campo experimental Miraflores 3 de la UNDAC, distrito y provincia de Oxapampa. Se evaluaron cinco tratamientos, cuatro dosis de aceite de Neem (Fitonim) 1,5; 2,0; 4,0 y 8,0 mL<sup>-1</sup> y el testigo solo agua, aplicados cada 15 días. Se utilizó el diseño de bloques completos al azar (DBCA), con cuatro repeticiones. Las evaluaciones se realizaron cada 7 días y los resultados obtenidos fueron: la intensidad de daño en los tratamientos T4, T3 y T2 predominaron el grado 0 y en T0 y T1 predominaron los grados 1 y 2; los menores porcentajes de infestación y número de adultos por hoja se presentaron en los tratamientos T4, T3 y T2; sin embargo, los mayores porcentajes de infestación y número de adultos por hoja se presentaron en los tratamientos T0 y T1, llegando al máximo a los 28 días después de la siembra (dds); la eficacia de control de *Diabrotica* sp. por el bioinsecticida Fitonim fue mayor de 80% en los tratamientos T4, T3 y T2, a partir de la dosis 2,0 mL<sup>-1</sup> hay un buen control, por otro lado, en el tratamiento T1 la eficacia fue de 61,8%; finalmente, los mejores rendimientos de frijol Blanco Larán se presentaron en los tratamientos T4, T3 y T2 con 0,57; 0,51 y 0,48 kg/parcela lo que corresponde a 1989,6; 1763,9 y 1652,8 kg/ha respectivamente.

**Palabras clave:** Frijol, *Diabrotica*, Neem, Bioinsecticida, Crisomelidos

## ABSTRACT

The present research was developed to evaluate the effectiveness of Neem oil (*Azadirachta indica* L) in the control of *Diabrotica balteata*, in the bean crop (*Phaseolus vulgaris* L) variety Blanco Larán in Oxapampa - Pasco. The experiment was established at the Miraflores 3 Experimental Field of the UNDAC, district and province of Oxapampa. Five treatments were evaluated, four doses of Neem oil (Fitonim) 1,5; 2,0; 4,0 and 8,0 mL<sup>-1</sup> and the control only water, applied every 15 days. The randomized complete block design (DBCA) was used, with four repetitions. The evaluations were carried out every 7 days and the results obtained were: the intensity of damage in treatments T4, T3 and T2, grade 0 predominated and in T0 and T1 grades 1 and 2 predominated; The lowest percentages of infestation and number of adults per leaf occurred in treatments T4, T3 and T2; However, the highest percentages of infestation and number of adults per leaf occurred in treatments T0 and T1, reaching the maximum 28 days after sowing (days); the control effectiveness of *Diabrotica* sp. for the bioinsecticide Fitonim was greater than 80% in treatments T4, T3 and T2, from the dose of 2,0 mL<sup>-1</sup> there is good control, on the other hand, in treatment T1 the efficacy was 61.8%; finally, the best yields of Blanco Larán beans were presented in treatments T4, T3 and T2 with 0,57; 0,51 and 0,48 kg/plot, which corresponds to 1989,6; 1763,9 and 1652,8 kg/ha respectively.

Keywords: Bean, *Diabrotica*, Neem, Bioinsecticide, Chrysomelids.

## INTRODUCCIÓN

El frijol es uno de los alimentos importantes en la dieta de la población de los países en desarrollo por su aporte en carbohidratos entre 52 al 70 % y sobre todo, su aporte alto en proteína que varía del 14 al 33%, siendo rico en aminoácidos como la lisina, fenilalanina y tirosina, pero deficiente en metionina y cisteína (Ulloa et al., 2011), por lo que es un complemento ideal de los cereales (Serrano y Goñi, 2004). El área cosechada de frijol en el Perú, en el año 2022, fue de 66724 has con una producción total de 84828 t y un rendimiento de 1.27 t/ha y en la provincia de Oxapampa el área cosechada fue 819 has, la producción de 1289 t y un rendimiento de 1.57 t/ha (Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego [MIDAGRI], 2023).

Una de las principales limitantes de la producción de frijol en el Perú y en la provincia de Oxapampa son las plagas, entre ellas la *Diabrotica* sp. en los primeros estadios de la planta, ésta causa su defoliación por lo que es necesario el control, para esto, los agricultores utilizan insecticidas sintéticos.

El uso indiscriminado de pesticidas sintéticos para el control de las plagas en los cultivos es uno de los principales problemas que ocasionan una afectación al medio ambiente, a la salud de los productores y del consumidor final. Desde hace algunos años y recientemente existe cada vez una mayor conciencia a la producción sin afectar el entorno, con una tendencia a la producción limpia, el empleo de técnicas y estrategias que permitan un manejo integrado de plagas, entre ellas el uso de biopesticidas que se degraden en compuestos que no afectan al ambiente y a la salud de las personas.

De acuerdo con lo anterior, el presente trabajo de investigación se planteó evaluar el control de *Diabrotica* sp. en el cultivo de frijol, con la aplicación de un biopesticida comercial que contenga aceite de Neem, Fitonim, en la provincia de Oxapampa. Para

determinar el control de la mencionada plaga se evaluó la eficacia del Fitonim y su efecto indirecto en el rendimiento de frijol.

El objetivo del presente trabajo fue evaluar la efectividad del aceite de Neem (*Azadirachta indica* L) en el control de *Diabrotica balteata*, en el cultivo frijol (*Phaseolus vulgaris* L) variedad Blanco Larán en Oxapampa – Pasco.

## ÍNDICE

DEDICATORIA

AGRADECIMIENTO

RESUMEN

ABSTRACT

INTRODUCCIÓN

ÍNDICE

ÍNDICE DE TABLAS

ÍNDICE DE FIGURAS

## CAPÍTULO I

### PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1.	Identificación y determinación del problema .....	1
1.2.	Delimitación de la investigación .....	3
1.2.1.	Delimitación espacial .....	3
1.2.2.	Delimitación temporal .....	3
1.2.3.	Delimitación social .....	3
1.3.	Formulación del problema.....	3
1.3.1.	Problema general .....	3
1.3.2.	Problemas específicos (PE) .....	3
1.4.	Formulación de Objetivos .....	4
1.4.1.	Objetivo General .....	4
1.4.2.	Objetivos específicos (OE).....	4
1.5.	Justificación de la investigación .....	4
1.6.	Limitaciones de la investigación .....	5

## **CAPÍTULO II**

### **MARCO TEÓRICO**

2.1.	Antecedentes de estudio .....	6
2.2.	Bases teóricas - científicas.....	10
2.2.1.	Frijol ( <i>Phaseolus vulgaris</i> L) .....	10
2.2.2.	<i>Diabrotica</i> sp.....	12
2.3.	Definición de términos básicos .....	21
2.4.	Formulación de Hipótesis.....	22
2.4.1.	Hipótesis General .....	22
2.4.2.	Hipótesis Específicas (HE).....	23
2.5.	Identificación de Variables.....	23
2.5.1.	Variable independiente .....	23
2.5.2.	Variables dependientes .....	23
2.6.	Definición Operacional de variables e indicadores .....	26

## **CAPÍTULO III**

### **METODOLOGÍA Y TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN**

3.1.	Tipo de investigación .....	27
3.2.	Nivel de Investigación.....	27
3.3.	Métodos de investigación .....	28
3.4.	Diseño de investigación.....	28
3.4.1.	Modelo aditivo lineal.....	28
3.4.2.	Tratamientos .....	28
3.4.2.	Randomización de los tratamientos.....	29
3.4.3.	Campo experimental.....	30
3.4.4.	Unidad experimental .....	31
3.5.	Población y muestra .....	32

3.5.1. Población .....	32
3.5.2. Muestra .....	32
3.6. Técnicas e instrumento recolección de datos .....	32
3.7. Técnicas de procesamiento y análisis de datos.....	32
3.8. Tratamiento Estadístico .....	32
3.9. Orientación ética filosófica y epistémica .....	33

## **CAPÍTULO IV**

### **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

4.1. Descripción del trabajo de campo .....	34
4.2. Presentación, análisis e interpretación de resultados.....	35
4.2.1. Intensidad de Daño .....	35
4.2.2. Número de Adultos de Diabrotica sp. por hoja .....	42
4.2.3. Eficacia de Control .....	45
4.2.4. Rendimiento .....	49
4.3. Prueba de Hipótesis .....	51
4.4. Discusión de resultados .....	51
4.4.1. Intensidad de Daño .....	51
4.4.2. Número de Adultos de Diabrotica sp. por hoja .....	53
4.4.3. Eficacia de Control .....	54
4.4.4. Rendimiento .....	55

CONCLUSIONES

RECOMENDACIONES

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANEXO

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1</b> Etapas fenológicas cultivo de frijol común .....	12
<b>Tabla 2</b> Escala de daño para la evaluación de la intensidad de ataque de los crisomélidos (Ramos et al., 2015) .....	24
<b>Tabla 3</b> Operacionalización de Variables .....	26
<b>Tabla 4</b> Tratamientos en estudio, dosis de Fitonim .....	29
<b>Tabla 5</b> Aleatorización de los tratamientos en cada bloque .....	29
<b>Tabla 6</b> Fenología del cultivo de frijol Variedad Blanco Larán .....	36
<b>Tabla 7</b> Prueba de Kruskal-Wallis con ajuste de Bonferroni ( $\alpha = 0,05$ ) del porcentaje de infestación por Diabrotica sp. a los 14 dds .....	40
<b>Tabla 8</b> Prueba de comparación múltiple de Duncan ( $\alpha = 0,05$ ) del porcentaje de infestación por Diabrotica sp. a los 28 dds .....	41
<b>Tabla 9</b> Prueba de Kruskal-Wallis con ajuste de Bonferroni ( $\alpha = 0,05$ ) del porcentaje de infestación por Diabrotica sp. a los 91 dds .....	42
<b>Tabla 10</b> Prueba de comparación múltiple de Duncan ( $\alpha = 0,05$ ) del número de adultos de Diabrotica sp. por hoja, a los 14 dds .....	44
<b>Tabla 11</b> Prueba de Kruskal-Wallis con ajuste de Bonferroni ( $\alpha = 0,05$ ) del número de adultos de Diabrotica sp. a los 28 dds .....	44
<b>Tabla 12</b> Prueba de Kruskal-Wallis con ajuste de Bonferroni ( $\alpha = 0,05$ ) del número de adultos de Diabrotica sp. por hoja, a los 91 dds .....	45
<b>Tabla 13</b> Prueba de Kruskal-Wallis con ajuste de Bonferroni ( $\alpha = 0,05$ ) de la eficacia de control de Diabrotica sp. por Fitonim a los 21 dds .....	47
<b>Tabla 14</b> Prueba de Kruskal-Wallis con ajuste de Bonferroni ( $\alpha = 0,05$ ) de la eficacia de control de Diabrotica sp. por Fitonim a los 28 dds .....	48

<b>Tabla 15</b> Prueba de Kruskal-Wallis con ajuste de Bonferroni ( $\alpha = 0,05$ ) de la eficacia de control de Diabrotica sp. por Fitonim a los 91 dds.....	49
<b>Tabla 16</b> Prueba de comparación múltiple de Duncan ( $\alpha = 0,05$ ) del rendimiento de frijol Blanco Larán en condiciones de Oxapampa .....	50

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> Croquis del campo experimental .....	30
<b>Figura 2</b> Croquis de la unidad experimental (parcela) .....	31
<b>Figura 3</b> Frecuencia que se presentaron los grados de intensidad de daño a 14 dds.....	37
<b>Figura 4</b> Número de veces que se presentaron los grados de intensidad de daño a 21 dds.....	37
<b>Figura 5</b> Número de veces que se presentaron los grados de intensidad de daño a 28 dds.....	38
<b>Figura 6</b> Número de veces que se presentaron los grados de intensidad de daño a 35 dds.....	39
<b>Figura 7</b> Porcentaje de infestación por Diabrotica sp. en el cultivo de frijol Blanco Larán en Oxapampa durante los primeros 91 días .....	40
<b>Figura 8</b> Número de adultos de Diabrotica sp. por hoja, en el cultivo de frijol Blanco Larán.....	43
<b>Figura 9</b> Progreso de la eficacia de control de Diabrotica sp. por Fitonim, en el cultivo de frijol Blanco Larán.....	46
<b>Figura 10</b> Rendimiento del cultivo de frijol Blanco Larán en Oxapampa .....	50

## **CAPÍTULO I**

### **PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN**

#### **1.1. Identificación y determinación del problema**

El grano de frijol es uno de los alimentos importantes en el mundo, principalmente por su contenido de proteínas que están entre 20 a 22 % (Reyes et al., 2017). Los principales países productores de frijol, en el año 2021, fueron: India (21,1%), Brasil (10,0%), Myanmar (8,6 %), Tanzania (4,6 %), China (4,5 %), México (4,4 %), Estados Unidos con (4,4 %) y Perú que está muy relegado, con 0,3 %, de la producción mundial (Food and Agriculture Organisation [FAO], 2023). El frijol se consume en muchos países, sin embargo, su consumo se concentra principalmente en los mayores productores a excepción de Myanmar y China, los primeros consumidores son Tanzania con 21,8 kg, Brasil con 15,1 kg, México con 10,2 kg, India con 4,6 kg y Estados Unidos con 3,6 kg per cápita (Centro de Estudios para el Desarrollo Rural Sustentable y la Soberanía Alimentaria [CEDRSSA], 2020)

En el Perú el cultivo de frijol se da en 22 departamentos, al 2022 la producción alcanzó 84 800 toneladas, los seis principales departamentos

productores son Cajamarca con 14 728 t, Huancavelica con 11 554 t., Apurímac con 8077 t., Amazonas con 5931 t.

Arequipa con 5769 t. y Huánuco con 5670 t. (MIDAGRI, 2023)

El valle de Oxapampa, que comprende los distritos de Oxapampa, Chontabamba y Huancabamba presenta un modelo económico a base de turismo, ganadería y la agricultura; siendo el frijol una fuente de ingresos directo para los agricultores de la zona, presentando una superficie de producción de 131 hectáreas en el año 2022 (MIDAGRI, 2023).

El cultivo de frijol se ve afectado por el ataque de diferentes tipos de plagas, *Diabrotica sp.* es una plaga que ataca a la planta desde la etapa larvaria hasta la adulta, perjudicando el rendimiento y los ingresos que puede generar el cultivo de frijol para el agricultor; para controlar este insecto, que produce comeduras en raíces y hojas conduciendo a un debilitamiento de la planta, se utiliza de forma indiscriminada insecticidas sintéticos, que generan contaminación del medio ambiente sobre todo del suelo y agua; asimismo, afecta la salud del agricultor y de los consumidores de los productos.

Existen en el mercado pesticidas agrícolas de origen natural, para utilizarlos en la agricultura sin generar las contaminaciones que se producen con los sintéticos; sin embargo, no se conoce la forma de usarlo, la dosis y su efecto en el control de los insectos y en particular de *Diabrotica sp.* en el cultivo de frijol.

Por lo que nos planteamos probar un bioinsecticida, Fitonim, cuyo componente principal es el aceite de Neem (*A. indica*), que permite el control del insecto mencionado.

## **1.2. Delimitación de la investigación**

### **1.2.1. Delimitación espacial**

Esta investigación se desarrolló en el Campo Experimental Miraflores 3 de la E.F.P. Agronomía-Oxapampa de la Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión en el distrito y provincia de Oxapampa, Departamento Pasco.

### **1.2.2. Delimitación temporal**

El desarrollo de esta investigación se llevó a cabo entre los meses de noviembre 2022 hasta primera quincena de marzo del año 2023.

### **1.2.3. Delimitación social**

La investigación se desarrolló en un área representativa útil para contribuir en la mejora de conocimientos de los agricultores de la provincia de Oxapampa, quienes realizan sembríos de frijol y se ven afectados por el ataque de *Diabrotica* sp.

## **1.3. Formulación del problema**

### **1.3.1. Problema general**

¿Cuál es la efectividad del aceite de Neem (*Azadirachta indica* L) en el control de *Diabrotica balteata*, en el cultivo frijol (*Phaseolus vulgaris* L) variedad Blanco Larán en Oxapampa - Pasco?

### **1.3.2 Problemas específicos (PE)**

PE1. ¿Cuál es la eficacia del aceite de Neem (*Azadirachta indica* L) en el control de *Diabrotica balteata*, en el cultivo frijol (*Phaseolus vulgaris* L) variedad Blanco Larán en Oxapampa – Pasco?

PE2. ¿Cuál es el efecto del aceite de Neem (*Azadirachta indica* L) en el rendimiento de frijol (*Phaseolus vulgaris* L) variedad Blanco Larán, en Oxapampa-Pasco?

## **1.4. Formulación de Objetivos**

### **1.4.1. Objetivo General**

Evaluar la efectividad del aceite de Neem (*Azadirachta indica* L) en el control de *Diabrotica balteata*, en el cultivo frijol (*Phaseolus vulgaris* L) variedad Blanco Larán en Oxapampa - Pasco

### **1.4.2. Objetivos específicos (OE)**

**OE1.** Determinar la eficacia del aceite de Neem (*Azadirachta indica* L) en el control de *Diabrotica balteata*, en el cultivo frijol (*Phaseolus vulgaris* L) variedad Blanco Larán en Oxapampa – Pasco.

**OE2.** Determinar el efecto del aceite de Neem (*Azadirachta indica* L) en el rendimiento de frijol (*Phaseolus vulgaris* L) variedad Blanco Larán, en Oxapampa- Pasco.

## **1.5 Justificación de la investigación**

Dado que es necesario conocer la eficacia del aceite de Neem (*Azadirachta indica* L) en el control de *Diabrotica* sp. en el cultivo de frijol, para dar a conocer a los agricultores una alternativa ecológica que permita controlar esta plaga y de forma indirecta su uso no afecte el equilibrio natural del medio ambiente, principalmente los suelos y agua. Los productos ecológicos tienen potencial de ser más cotizados en el mercado, por considerárseles más sanos, logrando mejorar la economía del agricultor.

### **a. Tecnológica**

Los biopesticidas aún no son empleados por los agricultores de la provincia porque desconocen su eficacia de control del ataque de *Diabrotica* sp., en frijol, asimismo este género es una plaga que ataca otros cultivos y afecta directamente la producción. El conocimiento de la eficacia de control, la

dosis adecuada se convertiría en una alternativa ecológica que permitirá a los productores de frijol utilizar el Fitonim como parte de un manejo integrado de la plaga.

**b. Social**

El frijol es un cultivo alternativo importante en la provincia de Oxapampa, debido a que permite a los agricultores complementar su dieta diaria y a la vez generar ingresos económicos con su comercialización, los resultados permitirían mejorar la rentabilidad de este cultivo.

**c. Científico**

A nivel científico permite conocer un pesticida ecológico eficaz contra *Diabrotica sp.*, una plaga importante del frijol que pueden reducir su incidencia sin generar problemas ambientales.

**1.6 Limitaciones de la investigación**

La presente investigación tuvo como limitaciones el abastecimiento comercial de aceite de Neem, Fitonim, en las tiendas de productos agropecuarios, por la poca difusión de su uso y de las bondades de este aceite de acción bioinsecticida.

## **CAPÍTULO II**

### **MARCO TEÓRICO**

#### **2.1. Antecedentes de estudio**

El crisomélido *Diabrotica balteata* y otras especies del género *Diabrotica* son de las primeras plagas en presentarse en los cultivos de importancia económica, entre ellos el frijol; los mayores daños de estas plagas son ocasionados por los adultos al follaje, también afectan a la raíz (Méndez, 2007; Cabrera et al., 2020; Anteparra y Velásquez, 2015).

El indiscriminado uso de plaguicidas sintéticos ocasiona la contaminación del medio ambiente, el suelo y el agua, afecta también la salud humana; por ello, se debe considerar más el uso de biopesticidas para el control de plagas. Los biopesticidas están demostrando tener un buen control de las plagas agrícolas sin producir contaminación (Leng et al., 2011).

Para el control de *Diabrotica* sp. se han realizado pruebas con derivados del árbol de Neem, Espinoza y Gregorio (2011) evaluaron insecticidas botánicos para el control de plagas de frijol (*P. vulgaris*), los tratamientos fueron: extracto de Neem + aceite de coco 30 mL<sup>-1</sup>, extracto de pimienta + aceite de coco 50

mlL-1, extracto de cebolla + aceite de coco 50 mlL-1, Lorsban 48 CE 2,5 mlL-1 y el Testigo, aplicados con una frecuencia de dos veces por semana; los monitoreos semanales confirmaron que los insecticidas botánicos de Neem, Pimienta y Cebolla lograron frenar el crecimiento poblacional de minador (*Liriomyza*), Mariquitas (*Crisomelidae*, *Diabrotica*, *Cerotoma*), ácaro (*Tetranychus*), cotorra verde (*Empoasca*), Polilla de las vainas (*Laspeyresia*).

Con el objetivo de evaluar el efecto del extracto de Neem en diferentes formulaciones micro encapsuladas, la dosis (0,3 y 3,0  $\mu$ g azadiractina) para el control de *Despecciosa* y su efecto sobre el desarrollo de plantas de maíz, en la dosis baja de Neem las formulaciones micro encapsuladas con los aditivos Tinogard®, Silicone, Styleze® y Styleze® + Tinogard® fueron las más eficientes en el control de las larvas, la mayoría de las formulaciones retrasaron el período de larva a adulto, además, la silicona LigN+ provocó una reducción del peso de los adultos, en general, las dosis bajas de Neem no tuvieron ningún efecto negativo sobre las plantas de maíz; en las pruebas de dosis altas de Neem, todos los insectos murieron, pero la dosis fue tóxica para las plantas (Junior et al., 2017) La dosis estándar de una formulación granular de 38 g de azadiractina/hectárea para aplicación en el surco durante la siembra no es suficiente para controlar *D. virgifera virgifera* o para prevenir daños a las raíces, con una dosis 10 veces a la estándar, se logró el control total de plagas, así como la prevención de la mayoría de los daños a las raíces; la ED50 (Dosis media efectiva) para la supresión de las poblaciones de larvas se estimó en 92 g/ha de azadiractina, para la prevención de daños severos a las raíces en 52 g/ha y para la prevención del daño general en las raíces en 220 g/ha (Toepfer et al., 2021).

Borst & Rodriguez (2018) evaluaron Chile+Ajo+Detergente, Chile+Detergente, Madero Negro y Neem a las dosis de 50 mL<sup>-1</sup> de los tres primeros y el cuarto a 4 mL<sup>-1</sup> de agua, para el manejo de insectos plagas asociados al cultivo de pipián (*Cucurbita pepo* L.), en el tratamiento con Neem se observó menor número de *Diabrotica* sp. por planta, obteniendo un buen manejo de las plagas.

Sin embargo, no todos los resultados son buenos, Seffrin et al. (2008) evaluaron la acción de NEEM-I-GO (producto comercial de aceite de Neem emulsionado) a 10 mL<sup>-1</sup> y extractos de frutos verdes, pecíolos con tallo, folíolos y corteza de *Melia azedarach* var *azedarach* al 10% (p/v), en el control de insectos adultos de *D. speciosa* en frijol bajo invernadero de plástico; los extractos de frutos inmaduros son promisorios en el control de

*D. speciosa* en cultivos de frijol, NEEM-I-GO tuvo menor eficiencia de control de la plaga. Se han evaluado el efecto de extractos y aceites de Neem para otras plagas y en otros cultivos con efectos promisorios, Cruz (2018) evaluó el efecto insecticida de extractos de Neem (*A. indica*) sobre adultos de mosca blanca (*Bemisia tabaci* Genn.) en el cultivo de tomate tipo cherry en invernadero, sus tratamientos fueron: T1, testigo; T2, extracto de semilla de Neem; T3, extracto foliar de Neem; T4, Sivanto prime (Flupyradifurone); los resultados demostraron el efecto insecticida de los tratamientos sobre *B. tabaci* en el siguiente orden: T4 (Sivanto prime), T2 (Extracto de Semilla de Neem), T3 (Extractofoliar de Neem) y T1 (Testigo).

Leal (2011) realizó bioensayos toxicológicos en larvas de segundo, tercero y cuarto instar de *Epilachna varivestis*, con aceites esenciales de orégano mexicano (*Lippia graveolens*) de los estados de Durango y Chihuahua, y aceite

de Neem de la compañía Eco logic® (A. indica); con aceite de Neem empleó el método de aspersión para aplicar a la planta, utilizando concentraciones del 0,1; 0,5; 1, 2, 5, 10 %; en las aplicaciones de Neem se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos en tiempo para cambiar de instar, ancho, largo y peso de las larvas respecto al testigo, fueron inferiores; al 5 y 10 % de concentración se registró el 100 % de mortalidad a los 7 días de aplicación; sin embargo, las concentraciones de 0,5; 1 y 2 % a los 14 días de aplicación, registraron porcentajes de mortalidad arriba del 88 % para larvas de segundo instar y tercer instar.

Aldás (2014) evaluó el efecto de aceite de Neem a las dosis de 1,5 mL<sup>-1</sup>, 3,0 mL<sup>-1</sup>, 4,5 mL<sup>-1</sup> y la frecuencia de aplicación 7, 14 y 21 días, para el control de mosca blanca y minador de las hojas en el cultivo de acelga (*Beta vulgaris* L.) Variedad Gigante Fordhook; el mejor tratamiento del aceite de Neem (Neem-X) fue la dosis de 4,5 mL<sup>-1</sup> y la frecuencia de 14 días, que produjeron menores porcentajes de incidencia, de mosca blanca con 25 % y minador con 28,13 % en el cultivo de acelga, incrementando la producción y productividad del cultivo.

De Luna (2014) desarrolló diversas formulaciones biorracionales dirigidos contra el gusano soldado *Spodoptera exigua* Hübner, constituidos por una mezcla de extracto de la bacteria *Bacillus thuringiensis* cepas HD1, HD2, HD9, HD29, HD73, HD125, HD133, HD227, HD551 y Bt1154 y un extracto vegetal de Neem; las cepas que provocaron arriba del 60 % de mortalidad a dosis baja fueron las cepas HD133 y la HD551 ocasionando una mortalidad de 66,06 % y 63,89 % contra las larvas neonatas de *S. exigua*; el extracto de Neem ocasionó una mortalidad de 22 % a las dosis baja de 50 µg mL<sup>-1</sup> de extracto por mililitro de dieta, aunque la mortalidad fue inferior al 60 %, se apreció un efecto biológico

positivo a considerarse como un ingrediente activo potencial, debido que a dosis superiores a los 40  $\mu\text{g mL}^{-1}$  de extracto de Neem, este induce una pérdida del peso larval.

Villamil et. al (2012) evaluaron el efecto insecticida del extracto etanólico de semillas de Neem sobre ninfas de chinche de los pastos *Collaria scenica* Stal, las tres concentraciones del extracto de semillas de Neem (50, 150 y 250 ppm) presentaron un efecto negativo sobre el desarrollo de las chinches; el tratamiento más concentrado fue el más eficaz presentando una mortalidad del 97 %, menor número de exuvias y menor número adultos al final del ensayo.

## **2.2. Bases teóricas - científicas**

### **2.2.1. Frijol (*Phaseolus vulgaris* L)**

Ventura et al. (2018) indican que, el frijol es una planta herbácea de ciclo anual, su producción se da en granos que en estado seco, tienen un alto contenido de proteínas, alrededor del 22 %; las raíces tienden a ser fasciculadas, aunque predomina una principal, del cual salen las raíces secundarias y de éstas las terciarias, son colonizadas por la bacteria del género *Rhizobium* produciendo nódulos distribuidos en las raíces laterales de la parte superior y media del sistema radical, de un diámetro aproximado de 2 a 5 mm; el tallo es el eje central de la planta, erecto, semiprostrado o prostrado, de sección cilíndrica o levemente angular y compuesto por nudos y entrenudos; las hojas del frijol son simples y compuestas, solo hay dos hojassimples y aparecen en el segundo nudo del tallo, las demás son compuestas trifoliadas, en los nudos de inserción siempre se encuentran estípulas que constituyen un carácter importante en la sistemática de las leguminosas; la flor es papilionácea, el cáliz es gamosépalo, la corola pentámera, la flor no se abre mientras ésta no ha sido polinizada, por lo que se

clasifica como una planta autógama; la semilla es la unidad reproductora de las plantas, es el producto que se obtiene después de la floración y de otros fenómenos que se dan dentro de la flor; la semilla es de varios colores, dependiendo de la variedad: rojas, negras, blancas, amarillas, entre otras. Las etapas fenológicas del cultivo de frijol según Fernández (1986) se demuestran en la Tabla 1.

Insectos del género *Diabrotica* atacan al cultivo de frijol, las hembras colocan sus huevos al costado de las raíces, salen larvas y se alimentan de las raíces, los adultos comen hojas, flores y frutos, esta plaga también transmite el Virus del Moteado de la Vaina del Frijol; el control de *Diabrotica* implica la eliminación de arvenses entre el cultivo y alrededor del campo, siembra de cultivos trampa como cucurbitáceas, aplicación de *Beauveria bassiana* y realizar aplicaciones de insecticidas cuando estén presentes 4 adultos por planta, en la primera semana de edad del cultivo o durante la floración (Corrales et al., 2017). La infestación con crisomélidos y las pérdidas económicas generalmente se asocia a la presencia de adultos en las hojas, sin embargo, las larvas producen lesiones en las raíces que pueden ocasionar la muerte de las plantas (Méndez, 2007).

**Tabla 1** Etapas fenológicas cultivo de frijol común

Fase	Etapa		Evento con que se inicia cada etapa
	Código	Nombre	
Vegetativa	V0	Germinación	La semilla está en condiciones favorables para iniciar la germinación
	V1	Emergencia	Los cotiledones del 50 % de las plantas aparecen al nivel del suelo
	V2	Hojas primarias	Las hojas primarias del 50 % de las plantas están desplegadas
	V3	Primera hoja trifoliada	La primera hoja trifoliada del 50 % de las plantas está desplegada
	V4	Tercera hoja trifoliada	La tercera hoja trifoliada del 50 % de las plantas está desplegada
Reproductiva	R5	Prefloración	Los primeros botones o racimos han aparecido en el 50 % de las plantas
	R6	Floración	Se ha abierto la primera flor en el 50 % de las plantas
	R7	vainas	Al marchitarse la corola, en el 50% las plantas de aparece por lo menos una vaina
	R8	Llenado de vainas	Llenado de semillas en la primera vaina en el 50 % de las plantas
	R9	Maduración	Cambio de color en por lo menos una vaina en el 50 % de las plantas (del verde al amarillo uniforme pigmentado)

Ventura et al. (2018) mencionan que, si la plaga de *Diabrotica* se presentadurante el cultivo, el nivel crítico desde la germinación hasta la aparición de dos hojas trifoliadas es de dos escarabajos por dos plantas muestreadas en el mismo sitio; se debe controlar con insecticidas hasta antes de la floración.

### 2.2.2. *Diabrotica* sp

El género *Diabrotica* agrupa a más de 400 especies, de ellas solo las especies:

*D. speciosa* (Germar) *D. balteata* (LeConte) y *D. viridula* (F.) son consideradas como plagas agrícolas en América del Sur, atacan al frijol, cucurbitáceas, maíz, maní, papa y tabaco; en frijol se ha reportado su ataque como adulto *D. speciosa* y

*D. viridula* y como larva y adulto *D. balteata* (Cabrera et al., 2020). Por otro lado, Anteparra y Velásquez (2015) mencionan que los Crisomélidos asociados con frijol, registrados en el Perú son *D. decempunctata* (Latreille), *D. decempunctata sicuanica* Bechyné, *D. decolor* Erichson, *D. speciosa* vigens Erichson, *D. gestroi* Baly, *D. viridula* Bechyné, *D. chevrolati* Harold y cuatro especies de *Diabrotica* no identificadas.

Krysan & Miller (1986) mencionan que la taxonomía del género *Diabrotica* es la siguiente:

Clase: Insecta

Subclase: Pterygota

Superorden: Holometabola

Orden: Coleóptera

Suborden: Polyphaga

Infraorden: Cucujiformia

Superfamilia: Chrysomeloidea

Familia: Chrysomelidae

Subfamilia: Galerucinae

Género: *Diabrotica*

Ordoñez et. al (2014) indican que el género *Diabrotica* forma parte de la familia Chrysomelidae, que agrupa a un gran número de insectos fitófagos y es

muy diversa; asimismo, debido al proceso evolutivo seguido por asociaciones del insecto y sus hospederos presentan una gran diversidad.

Anteparra & Velásquez (2015), mencionan que la familia Chrysomelidae está ampliamente distribuido en la región tropical del continente americano, agrupa muchas especies que se alimentan del follaje, tallos o raíces de las plantas cultivadas, por lo que es considerada de importancia agrícola; de las 52 especies halladas en el trópico sudamericano, 24 están registradas para el Perú atacando frijol.

El género *Diabrotica* agrupa a especies que, de adultos se alimentan de las hojas y polen de sus hospederos, la hembra pone entre 300 a 400 huevos cerca de las raíces de las plantas a una profundidad de 5 a 15 cm y las larvas salen y se alimentan de las raíces (Eben 2022). El proceso larvario comprende tres estadios, la larva del tercer estadio construye una cámara en el suelo, en el que empupan durante 7 a 10 días (Branson & Krysan, 1981). Los adultos recién nacidos son de cuerpo blando y de color claro con patrones elitrales apenas visibles, el ciclo de vida completo de las especies multivoltinas se completa en unos 30 días (Eben, 2022). Las especies univoltinas pasan el invierno como huevos, y las especies multivoltinas pasan la estación seca y fría a menudo como adultos en diapausa (Krysan & Miller, 1986). Es una amenaza importante para los agricultores la propagación de

*Diabrotica* en zonas consideradas como aptas para estas especies, por los daños que causan en las raíces y partes aéreas de las plantas las larvas y adultos de estos insectos, generando grandes pérdidas económicas (Marchioro y Krechemer, 2018).

Ramos et. al, (2015), mencionan que, las mayores consecuencias negativas de las infestaciones de crisomélidos se producen por la incidencia de los adultos que se alimentan del follaje y causan reducción del área foliar, lo que provoca una disminución de la capacidad fotosintética de la planta; los crisomélidos, a causa de sus elevadas poblaciones sobre plantas cultivadas y la vegetación espontánea, son de gran interés en casi todos los agroecosistemas de las zonas llanas y de montañas, y sus niveles de infestación son altos en el cultivo del frijol.

*D. balteata* Le Conte se puede catalogar como una especie polífaga, ataca más de 30 especies cultivadas entre las cuales está el frijol, las mayores consecuencias negativas de las infestaciones de este crisomélido se producen por la incidencia de los adultos en las hojas, y en muy pocas ocasiones se observan y relacionan las lesiones que producen las larvas en el sistema radical de las plantas, que muchas veces llegan a producir la muerte (Fragela, 2021).

En una evaluación de *D. balteata*, plaga del frijol común, bajo condiciones de laboratorio (27 °C y 80 % HR) y en invernadero se encontró que el periodo de incubación de los huevos varió de 5 a 6 días con un promedio de 5,1 días; la mayoría de las larvas no sobreviven cuando se alimentan con raíces de frijol, solo el 8 % llegaron al estado prepupal, la especie presenta tres instares larvales, el primero duró de 3 a 4 días, el segundo 3 días y el tercero de 6 a 8 días, en total de 12 a 15 días; la pupa forma un “cocón” en el suelo y este estado dura de 6 a 9 días; la relación de sexo fue 1:1; las hembras alimentadas con hojas de frijol vivieron 37 días; el periodo de preovulación varió entre 5 y 12 días; el máximo de huevos producidos por hembras adultas alimentadas con hojas de frijol fue de 144, la especie consumió más follaje durante las primeras dos semanas de su ciclo de

vida (Gonzales et al., 1982). El ciclo biológico de *D. balteata*, desde la eclosión de los huevos hasta la emergencia de los adultos, transcurrió entre 56 y 65 días (Méndez, 2007).

Se realizó un estudio en Las Tunas, Cuba, en condiciones de laboratorio y naturales para determinar las características más importantes y tiempo de duración de los estados de vida de *D. balteata* y se determinó que su ciclo biológico, desde la eclosión de los huevos hasta la emergencia de los adultos, fue entre 56 y 65 días, el desarrollo larval demoró de 37 a 41 días, tanto en condiciones de laboratorio como naturales, mientras que el desarrollo embrionario mostró diferencias en su duración (Méndez, 2007).

Los primeros adultos de *D. balteata* (Leconte) y *Cerotoma ruficornis* (Olivier) se produjo durante la fase de nudo cotiledonal y la mayor población de esta plaga se dio en la fase de primer trifolio y de aquí en adelante, durante la fase vegetativa se observó estabilidad en cuanto a su población (Ramos et al., 2015).

Después de la emergencia y crecimiento del frijol las larvas y adultos de *D. balteata* ocasionan hasta un 60 % de pérdidas, en la etapa de floración las pérdidas son menores (Gonzales et al., 1982)

En el caso de *D. speciosa* (Germar) es una especie multivoltina, en climas semitropicales y tropicales puede desarrollar hasta seis generaciones por año (Cabrera, 2003). El consumo foliar de adultos de *D. speciosa* durante 24 horas, a libre elección y sin posibilidades de elección (confinamiento), fue de 3,9 y 6,2 cm<sup>2</sup> de superficie foliar de frijol respectivamente (Bitencourt, 2007).

### **El Neem (*Azadirachta indica* A. Juss.)**

El árbol de Neem es originario de la India, se desarrolla muy bien en regiones tropicales y subtropicales y presenta propiedades medicinales,

insecticidas, farmacológicas y también es usado como forestal (Cruz & Del Ángel, 2004).

**Taxonomía:**

La clasificación taxonómica, según Ghosh et al. (2016), es la siguiente:

Reino: Plantae

División: Magnoliophyta

Clase: Magnoliopsida

Orden: Sapindales

Familia: Meliaceae

Género: Azadirachta

Especie: *A.indica*

El desarrollo de cada planta de Neem varía según la calidad agrícola del suelo y el lugar de crecimiento, en condiciones óptimas puede alcanzar de forma natural una altura de 30 m, como cultivo, en agrosilvicultura o silvicultura alcanza una altura de 15 m o menos gracias a las podas para controlar su tamaño; su copa puede llegar a medir 20 m de diámetro, con abundante ramificación y hojas perennes; el diámetro del tronco puede llegar hasta 120 cm, la corteza es rayada, grisácea o parda, en la parte interior es rojiza y con gran carnosidad; las raíces son profundamente estrechas y lateralmente anchas, lo que favorece la absorción de agua profunda del subsuelo; alrededor de 10 % de su biomasa proviene de su sistema de raíces, lo que muestra la gran cantidad de raíces que produce *A. indica*; la savia es incolora, pegajosa y tiene un olor fuerte; las hojas que presentan son alternas ubicadas en los nudos de las puntas de las ramas, las hojas son simples y pinnadas, de 20-40 cm de largo, de color verde pálido, tiene 8-19 foliolos, lanceoladas, aserradas, con un ápice puntiagudo; presenta inflorescencia

axilar con muchas ramificaciones que terminan en una flor de 30 cm de largo, flores con pétalos blancos o amarillo pálidos; los frutos son similares a una aceituna, son elipsoidales tipo drupas, de 1-2 cm de largo; la semilla es ovoide a esférica con ápice puntiagudo compuesta de una cáscara y un grano, a veces 2 o 3 granos (Cristancho, 2020 y Rúa, 2017).

El Neem se ha utilizado durante siglos en Oriente como planta medicinal (en el tratamiento de la inflamación, infecciones virales, hipertensión y fiebre), planta desombra, repelente, material para construcción, combustible, lubricante, fertilizante y más recientemente como pesticida; si bien los plaguicidas sintéticos siguen siendo el principal medio de protección de los cultivos, el uso de métodos alternativos se ha incrementado, debido a la necesidad actual de superar problemas como la resistencia y la reducción del riesgo de contaminación ambiental ocasionada por productos sintéticos no biodegradables; el Neem es capaz de proteger contra un gran número de plagas a través de una gran cantidad de compuestos bioactivos, sus principales elementos químicos son una mezcla de 3 o 4 compuestos relacionados, que pueden modificarse en otros 20 más pequeños, no menos activos; en general, estos compuestos pertenecen a la clase de productos naturales conocidos como triterpenos, más concretamente limonoides; de hecho, al menos nueve limonoides de Neem han demostrado capacidad para bloquear el desarrollo de plagas agrícolas, entre estos, el limonoide tetranortriterpenoide azadiractina es el más estudiado y el más potente; aunque los compuestos bioactivos presentes en el Neem se encuentran en toda la planta, los presentes principalmente en las semillas y las hojas son los que tienen los compuestos más concentrados y accesibles, fácilmente obtenidos a través de

procesos de extracción en agua y solventes orgánicos como hidrocarburos, alcoholes, cetonas o éteres (Mossini y Kimmelmeier, 2005)

El Neem contiene ingredientes pesticidas llamados triterpenos (limonoides), en ensayos realizados sobre el efecto de los productos de Neem revelaron que los metabolitos secundarios afectan los procesos metabólicos que incluyen la disuasión de la alimentación y la oviposición, inhibición de la metamorfosis, síntesis de proteínas, cambios en la aptitud biológica, deterioro de la comunicación sexual y síntesis de quitina; la azadiractina, en particular, interfiere con la quimiorrecepción y ejerce efectos negativos directos sobre muchos tejidos de insectos, como músculos y células epiteliales digestivas, así como sobre la mortalidad de los insectos (Muhammad & Kashere, 2021).

Los componentes de este árbol se aproximan a la forma y estructura de las hormonas vitales para la vida de los insectos (sin mencionar algunos otros invertebrados e incluso algunos microbios); los cuerpos de estos insectos absorben los compuestos de Neem como si fueran hormonas reales, pero esto solo bloquea sus sistemas endocrinos; dejan a los insectos tan confundidos en el cerebro y el cuerpo que no pueden reproducirse y sus poblaciones se desploman (National Research Council, 1992 y Falasca & Bernabé, 2009).

Pérez (2002), menciona que el Neem cuyo componente más importante es la azadiractina, interfiere en la metamorfosis de la larva de los insectos no pudiendo continuar a la siguiente etapa de su ciclo de vida; por otro lado, en los insectos adultos inhibe la formación de quitina e interfiere en la reproducción alterando la comunicación sexual y por lo tanto no dándose el apareamiento.

Rúa (2017) menciona que el árbol del Neem repele o mata a los insectos, impiden el desarrollo de hongos y limita la infección de los virus en los cultivos

debido a que los frutos, semillas y hojas de esta planta contienen varios compuestos.

Pérez (2002) refiere que los insecticidas a bases del Neem controla varios insectos que son plagas de cultivos, tales como: la palomilla de maíz (*Spodoptera frugiperda*), la polilla de la col (*Plutella xylostella*), la mosca blanca (*Bemisia tabaci*), el minador de la hoja del tomate (*Keiferia lycopersicella*), la chinche del arroz (*Nezara viridula*), el gusano del pepino (*Diaphania hyalinata*), entre otros; asimismo, a los ácaros *Tetranychus urticae* y *Panonychus citri* y el nemátodo *Meloidogyne incognita*; por otro lado, el Neem no afecta a las arañas o ácaros, las abejas y las mariquitas que son controladores biológicos, para que sean afectados deben alimentarse del tejido de la planta y digerirse el alimento con el Neem, mientras que los que se alimentan de la savia o de otros insectos no entran en contacto con altas concentraciones por lo que no son afectados.

Rivera et al. (2004) mencionan que la Agencia para la Protección del Ambiente de EEUU evaluó un extracto de Neem para el control de insectos minadores, para esto, el extracto se aplica a la tierra, este es absorbido por la raíz y se transloca a las hojas de tal manera que los minadores al ingerir el interior de las hojas ingieren también el tóxico y como consecuencia interfiere el proceso de mudas y mueren, quedando dentro de las hojas.

Porcuna (2011), indica que el aceite de Neem es un producto hecho de sustancias naturales de la planta y, por tanto, es biodegradable; la azadirachtina presenta una rápida y total biodegradación entre 20 y 30 días, de acuerdo con las condiciones ambientales, no contaminando cursos de agua, manantiales, ni suelos; su toxicología es nula para humanos y animales, y su plazo de seguridad es de 3 días. Industria Tecnológica Agrícola del Perú S.A. [ITAGRO] (s.f.) menciona

que el FITONIM es un insecticida biológico extraído de las semillas del árbol tropical del Neem, *A. indica*; está compuesto por una mezcla de más de 100 terpenoides, el más activo es la azaridactina, recomienda la aplicación de Fitonim (aceite de Neem) a las dosis de 0,3-0,4 L/200 L de agua, lo cual corresponde a 1,5 a 2,0 mL<sup>-1</sup> de agua.

### 2.3. Definición de términos básicos

- Neem

El árbol de neem (*Azadirachta indica*), perteneciente a la familia Meliaceae originario de la India y Birmania, es una especie arbórea de regiones tropicales y subtropicales; se extrae aceite de sus semillas para diferentes usos, entre ellos como bioinsecticida (Rodríguez y Torres, 2021).

- Biopesticida

Son ciertos tipos de pesticidas derivados de materiales naturales como animales, plantas, bacterias y ciertos minerales; se dividen en pesticidas bioquímicos, controlan las plagas mediante mecanismos no tóxicos; los pesticidas microbianos, son microorganismos y los protectores incorporados en plantas, material genético (United States Environmental Protection Agency [EPA], 2022)

- Crisomélido

Son insectos coleópteros que pertenecen a la familia Chrysomelidae, que agrupa a más de 40 000 especies, son muy variados y evolutivamente exitosos, mayormente se alimentan monocotiledóneas y dicotiledóneas (De la Cadena, 2016).

- **Metamorfosis**

Cambios de forma o transformaciones que sufre un insecto desde que nace hasta llegar al estado adulto. (Universidad Nacional de Córdoba [UNC], 2019)

- **Instar**

Cada uno de los períodos definidos y diferenciados en la metamorfosis de los insectos (Universidad Complutense de Madrid [UCM], 2004).

- **Eficacia**

Capacidad de lograr el efecto que se desea o se espera (Real Academia Española [RAE], 2023).

- **Manejo Integrado de Plagas**

“Proceso de toma de decisiones basado en ciencia que se enfoca en la prevención sostenible de plagas a través de una combinación de herramientas biológicas, culturales, físicas y químicas, para reducir los riesgos económicos, ambientales y de la salud humana” (College of Agriculture and Life Sciences [CornellCALS], 2023).

## **2.4. Formulación de Hipótesis**

### **2.4.1. Hipótesis General**

El aceite de Neem (*Azadirachta indica* L) tiene efecto en el control de *Diabrotica balteata*, en el cultivo de frijol (*Phaseolus vulgaris* L) variedad Blanco Larán en Oxapampa – Pasco.

### **2.4.2. Hipótesis Específicas (HE)**

HE1. El aceite de Neem (*Azadirachta indica* L) es eficaz en el control de *Diabrotica balteata*, en el cultivo de frijol (*Phaseolus vulgaris* L) variedad Blanco Larán en Oxapampa – Pasco.

HE2. El aceite de Neem (*Azadirachta indica* L) mejora el rendimiento del cultivo de frijol (*Phaseolus vulgaris* L) variedad Blanco Larán en Oxapampa – Pasco.

## **2.5. Identificación de Variables**

### **2.5.1. Variable independiente**

Dosis de Fitonim (aceite de Neem)

El FITONIM es un insecticida biológico extraído de semillas del árbol del Neem (*A. indica*), compuesto por 99,90 % de aceite de Neem y 0,10 % de Azadiractina (ITAGRO, sf).

### **2.5.2. Variables dependientes**

Las variables se evaluaron en los primeros 91 días después de la siembra (dds).

- **Intensidad de Daños**

En la unidad experimental se ubicaron dos lugares al azar con dos plantas cada uno, las que se evaluaron en todo el experimento; se tomaron 2 hojas de la parte baja, media y alta de cada planta, dependiendo de la fenología de la planta, de las cuales se contaron el número de perforaciones para determinar el grado de intensidad de daño (Tabla 2), valor que, con el número de hojas dañadas y número total de hojas evaluadas, se determinó el porcentaje de infestación. Se evaluaron en total 80 plantas, 4 por cada unidad experimental,

en total 480 hojas trifoliadas, se realizaron evaluaciones cada 7 días (Ramos et al., 2015).

**Tabla 2** Escala de daño para la evaluación de la intensidad de ataque de los crisomélidos (Ramos et al., 2015)

	<b>Grado</b>	<b>Intensidad de daño</b>
	0	hojas sanas
	1	1-2 perforaciones
Intensidad de	2	3-10 perforaciones
daños	3	11-16 perforaciones
	4	16 a más perforaciones
	5	hojas completamente destruidas

Una vez que se obtuvieron los grados de infestación, se determinó el porcentaje de infestación mediante la fórmula de Townsend y Heuberger (1943).

$$P = \frac{\sum(n*v)}{5N} * 100$$

Donde:

P: Porcentaje de infestación

n: Número de trifolios en cada categoría de ataque

v: Valor numérico de la categoría de ataque

N: Número total de hojas evaluadas

5: Último grado de la escala

- Número de adultos por hoja

Se observó las hojas de 12 plantas de frijol por unidad experimental y se contó el número de insectos adultos vivos de Diabrotica, anotando en el cuaderno de campo con frecuencia de 7 días a partir de la siembra, se utilizó una lupa.

- Eficacia de control de Fitonim

Con los datos de porcentaje de infestación se calculó la eficacia del aceite de Neem (Fitonim), utilizando la fórmula de Henderson y Tilton. (1955)

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

Donde:

Ca = Infestación en parcela testigo antes de aplicar el tratamiento.

Cd = Infestación en parcela testigo después de aplicar el tratamiento

Ta = Infestación en parcela tratada antes de aplicar el tratamiento

Td = Infestación en parcela tratada después de aplicar el tratamiento

- Rendimiento

La cosecha se realizó extrayendo las plantas de cada parcela (2,9 m<sup>2</sup>), que estaban en proceso de secado y presentaban coloración amarillo o beige, se llevó a un lugar plano donde se dejó para que continuara con el secado, posteriormente se realizó la trilla obteniendo los granos por parcela. Se pesó el total de granos por parcela de cada tratamiento, y finalmente se expresó el rendimiento en kg /ha.

## 2.6. Definición Operacional de variables e indicadores

**Tabla 3** Operacionalización de Variables

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensión	Indicadores	Escala de medición
Intensidad de daño	Porcentaje de tejido afectado, expresado en porcentaje de daño	Numero de perforaciones, numero de hojas dañadas y número total de hojas evaluadas y utilizando la fórmula de Townsend y Heuberger	Daño en hojas	N° de perforaciones. N° hojas dañadas. N° de hojas evaluadas. Porcentaje de infestación en %	Intervalo
N° adultos por hoja	Son los individuos de <i>Diabrotica</i> sp. sobre la parte aérea de la planta	Conteo	Presencia de individuos adultos de <i>Diabrotica</i> sp.	N° de individuos adultos de <i>Diabrotica</i> sp.	Intervalo
Eficacia	control de <i>Diabrotica</i> sp. del biopesticida	Capacidad de Con el porcentaje de infestación y utilizando la fórmula de Henderson y Tilton	Porcentaje de eficacia	Eficacia en %	Intervalo
Rendimiento	Producción de grano de las plantas de frijol por área evaluable (2,88 m) de cada parcela	Se tomó el peso con la balanza	Rendimiento por parcela en g / parcela	Rendimiento	Intervalo

## **CAPÍTULO III**

### **METODOLOGÍA Y TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN**

#### **3.1. Tipo de investigación**

Experimental, porque el investigador manipula o define una variable experimental, la independiente. En la presente investigación se eligió las dosis de Fitonim para ser probadas en el control de Diabrotica balteata. en cultivo de frijol variedad Blanco Larán en Oxapampa. El trabajo estuvo planteado para evaluar el control de Diabrotica balteata con Fitonim; sin embargo, el cultivo de frijol es atacado por varias especies de Diabrotica, por tal motivo, se decidió evaluar el control con Fitonim a nivel de genero Diabrotica sp.

#### **3.2. Nivel de Investigación**

Aplicada, porque busca la utilización de los conocimientos que se adquieran en la resolución de problemas prácticos de la sociedad o un sector productivo.

### 3.3. Métodos de investigación

Se usó el método de investigación de tipo Inductivo; considerando que se debe experimentar el comportamiento de la Diabrotica sp. por acción del aceite de Neem en el cultivo de frijol Blanco Larán y obtener conclusiones e inferencias

### 3.4. Diseño de investigación

Se empleó el diseño de bloques completos al azar (DBCA) con 4 bloques y 5 tratamientos que se distribuyeron de forma aleatoria en cada bloque.

#### 3.4.1. Modelo aditivo lineal

El modelo aditivo lineal del diseño de bloques completos al azar (Calzada, 1970), es el siguiente:

$$Y_{ij} = \mu_{..} + r_i + \beta_j + \varepsilon_{ij}$$

Dónde:

$Y_{ij}$  = respuesta observada con el tratamiento  $i$  en el bloque  $j$

$\mu_{..}$  = media general

$r_i$  = efecto de tratamiento  $i$ ;  $i=0, 1, 2, 3, 4$

$\beta_j$  = efecto del bloque  $j$ ;  $j=1, 2, 3, 4$

$\varepsilon_{ij}$  = término de error asociado al tratamiento  $i$  en el bloque  $j$

#### 3.4.2. Tratamientos

Los tratamientos utilizados, tabla 4, fueron las dosis de Fitonim, aplicados con una frecuencia de 15 días, a partir de los 15 dds, son las siguientes:

**Tabla 4** *Tratamientos en estudio, dosis de Fitonim*

<b>N°</b>	<b>Tratamiento</b>	<b>Dosis</b>
1	T0	0,0 mL <sup>-1</sup> de agua
2	T1	1, 5 mL <sup>-1</sup> de agua
3	T2	2,0 mL <sup>-1</sup> de agua
4	T3	4,0 mL <sup>-1</sup> de agua
5	T4	8,0 mL <sup>-1</sup> de agua

### 3.4.2. Randomización de los tratamientos

Los tratamientos se distribuyeron al azar en cada bloque, Tabla 5.

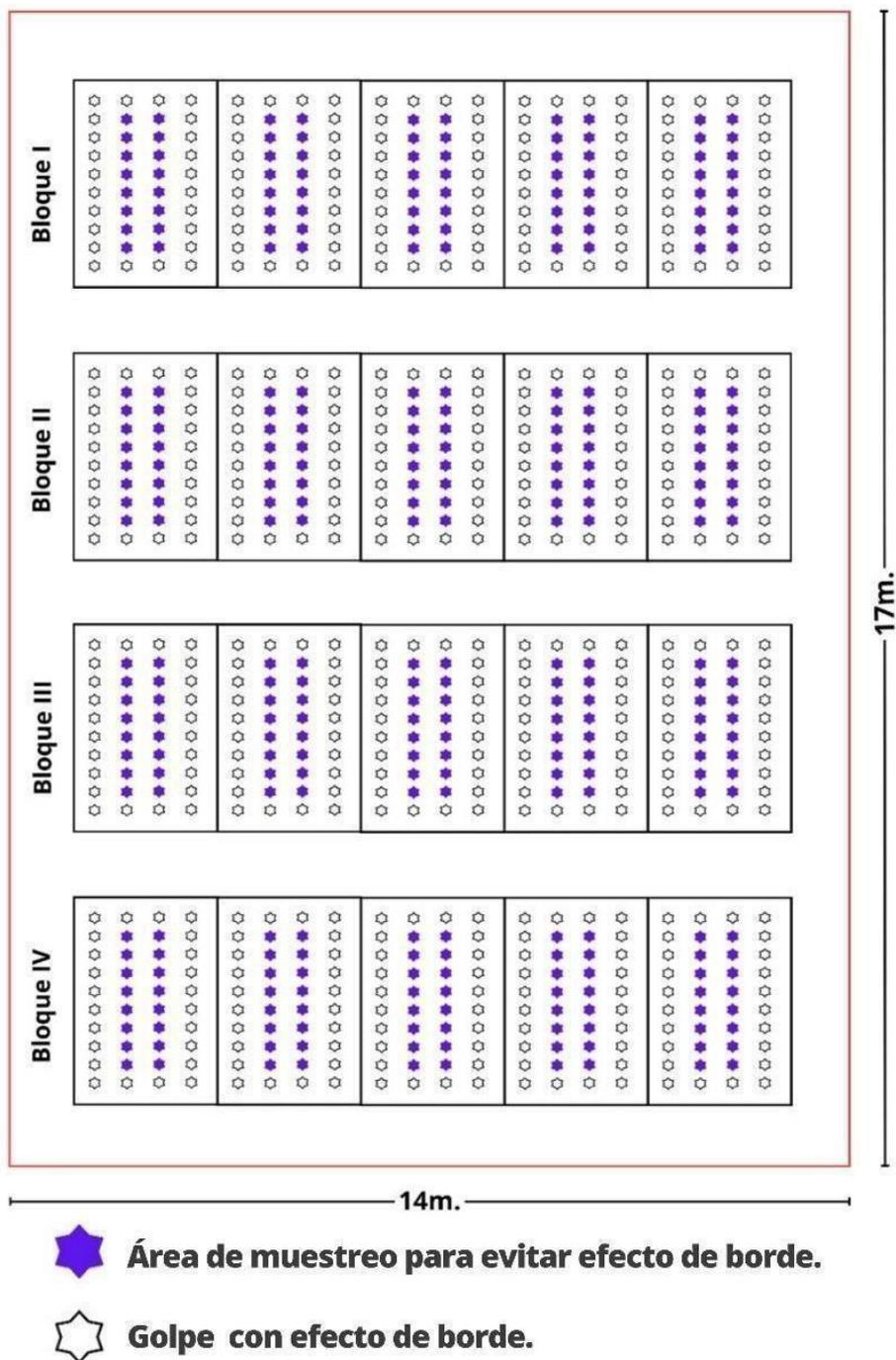
**Tabla 5** *Aleatorización de los tratamientos en cada bloque*

<b>Bloques</b>	<b>Tratamientos</b>				
Bloque I	T0	T3	T1	T4	T2
Bloque II	T2	T1	T0	T3	T4
Bloque III	T3	T0	T4	T2	T1
Bloque IV	T1	T4	T3	T0	T2

### 3.4.3. Campo experimental

El campo experimental tuvo las siguientes dimensiones: largo 17,0 m, ancho 14,0m, calles de 1,0 m y 4 bloques, Figura 1.

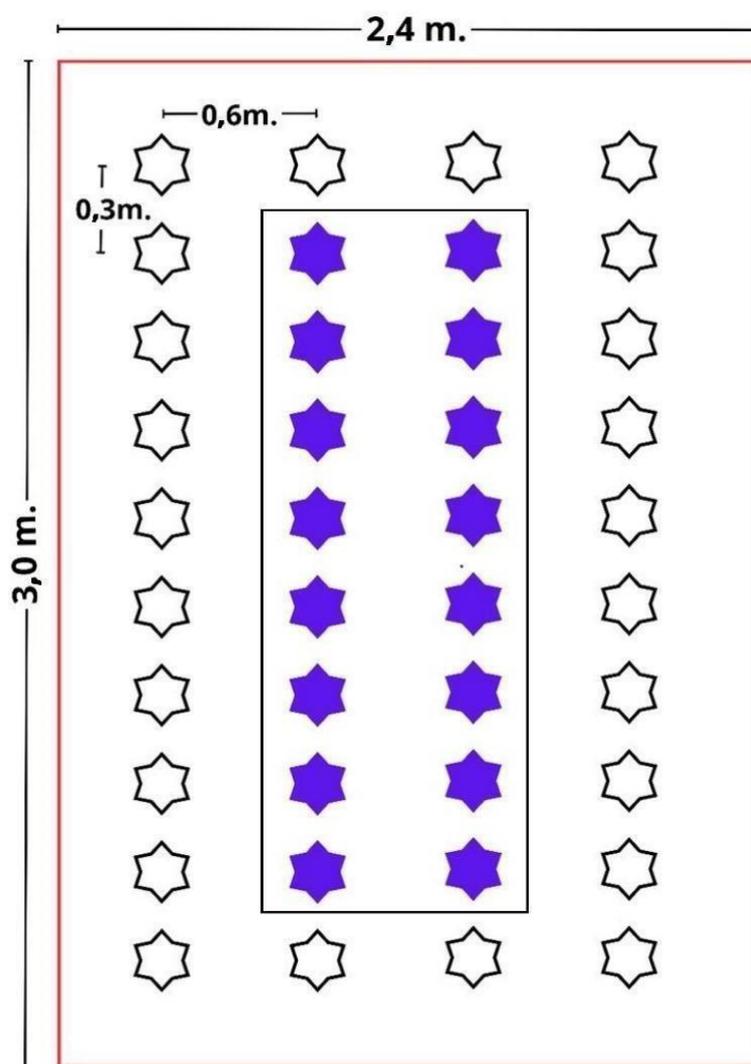
**Figura 1** Croquis del campo experimental



### 3.4.4. Unidad experimental

La unidad experimental tuvo las siguientes dimensiones: largo 3,0 m, ancho 2,4 m, entre surco de 0,6 m y entre golpes 0,3 m, Figura 2.

**Figura 2** Croquis de la unidad experimental (parcela)



- ★ Área de muestreo para evitar efecto de borde.
- ☆ Golpe con efecto de borde.

### **3.5. Población y muestra**

#### **3.5.1. Población**

Está conformada por 800 plantas de frijol Blanco Larán, en el área experimental.

#### **3.5.2. Muestra**

La muestra por unidad experimental, tomadas de los surcos centrales y evitando el efecto de borde la constituyen:

- Variable intensidad de daño, 4 plantas de frijol Blanco Larán (Ramos et al. 2015).
- Variable número de adultos por hoja, 12 plantas de frijol Blanco Larán.
- Variable rendimiento, 16 plantas en el área evaluable (2,88 m<sup>2</sup>).

### **3.6. Técnicas e instrumento recolección de datos**

La técnica que se aplicó en el desarrollo de la investigación fue la observación y conteo con la cual se realizó el recojo de la información para dar respuesta al problema de estudio; siendo el principal instrumento de observación y recolección una lupa y pinzas; y para el registro de los datos se utilizó las fichas técnicas de registro de datos, tablas, cuaderno de campo.

### **3.7. Técnicas de procesamiento y análisis de datos**

Los datos obtenidos se ordenaron y clasificaron, luego se tabularon en el programa informático excel y se procesaron mediante el software Infostat para establecer las diferencias o similitudes entre los tratamientos

### **3.8. Tratamiento Estadístico**

Los datos obtenidos de cada variable se sometieron a las pruebas de normalidad con el test de Shapiro-Wilk y homogeneidad de varianzas con el test de Bartlett, para ver si cumplían con los supuestos de las pruebas paramétricas,

tener una distribución normal y homogeneidad de varianzas. Las variables que, si cumplían se sometieron a la prueba de ANVA, coeficiente de variación y la prueba de comparación múltiple de Duncan ( $\alpha=0,05$ ).

Las variables cuyos datos no cumplieron con la prueba de normalidad y/o homogeneidad de varianzas, se transformaron con  $\arcseno\sqrt{Y}$  cuando la variable se 100 expresaba en porcentaje y con  $\sqrt{Y} + 0,5$  cuando la variable se expresaba como conteos, se comprobó si cumplían los supuestos de las pruebas paramétricas; si no cumplían se sometieron a la prueba de Kruskal-Wallis ( $\alpha=0,05$ ) y comparaciones múltiples por pares utilizando el método ajustado de Bonferroni.

### **3.9. Orientación ética filosófica y epistémica**

La presente investigación fue de tipo experimental, el cual pretende conseguir resultados inéditos, de manera que permita beneficiar a los investigadores y permitir una crítica abierta, por lo que la obtención de la información y datos de la investigación será indiscutiblemente de fuente verídica.

## **CAPÍTULO IV**

### **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

#### **4.1. Descripción del trabajo de campo**

El trabajo de investigación se desarrolló en el Campo experimental Miraflores 3 de la E.F.P. Agronomía-Oxapampa de la Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión ubicado en el distrito y provincia de Oxapampa departamento Pasco, cuya latitud es 10°35'25" S, longitud 75°23'15" W y altitud de 1836 msnm.

Para la obtención de datos se instaló el experimento de acuerdo con la técnica recomendada para el cultivo de frijol variedad Blanco Larán, se realizaron labores de preparación de terreno que consistió en la limpieza del campo para la eliminación de malezas, se procedió a machetear (Anexo 1 y 2); luego, se realizó el arado, pasado de rastra y surcado a 0,6 m entre surco, seguidamente se procedió con el trazado para la ubicación de la parcela experimental y a su identificación con letreros. Una vez ubicada la parcela y las unidades experimentales se procedió a la siembra considerando 10 golpes por surco, en los 4 surcos de cada unidad experimental, se sembró 3 semillas por golpe a distanciamientos entregolpe de 0,3 m las plantas emergieron, luego formaron sus primeras hojas trifoliadas (Anexo3). Las labores culturales que se realizaron fueron: 3 deshierbos

manuales (Anexo 4), uno cada 15 días aproximadamente hasta que el cultivo cubrió el suelo; se aplicó 10 kg/bloque de guano de cuy al momento de preparar el suelo, la primera fertilización se realizó a los 15 días de germinada la semilla, se aplicó 5 g de fosfato diamónico más 5 g de sulphomag por golpe y la segunda fertilización se realizó 45 dds utilizando la dosis de 5 g. de fosfato diamónico más 7 g de sulphomag por golpe y se realizó el aporque de las plantas. No se presentaron enfermedades en el cultivo, las únicas aplicaciones realizadas fueron para el control de Diabrotica, para eso se utilizó cuatro dosis de Fitonim (tratamientos), las aplicaciones se realizaron cada 15 días desde la emergencia de la plántula (Anexo 5). La cosecha se realizó cuando la mayoría de las vainas habían cambiado de color a un amarillo pajizo (Anexo 6) y empezaron a secarse, se extrajo las plantas y se dejó en una era para su completo secado (Anexo 7), luego se procedió a trillar para obtener los granos (Anexo 8) de cada parcela o unidad experimental.

La variedad de frijol Blanco Larán que se utilizó en el experimento es de tipo II arbustivo indeterminado (Valladolid, 2001), herbáceo, muy cultivado en diferentes distritos de la provincia y que permite su siembra tanto en sistemas productivos en monocultivo como en sistemas asociados con otros cultivos. En la Tabla 6 se describen las etapas fenológicas de este material, realizadas durante el desarrollo del experimento.

## **4.2. Presentación, análisis e interpretación de resultados**

### **4.2.1. Intensidad de Daño**

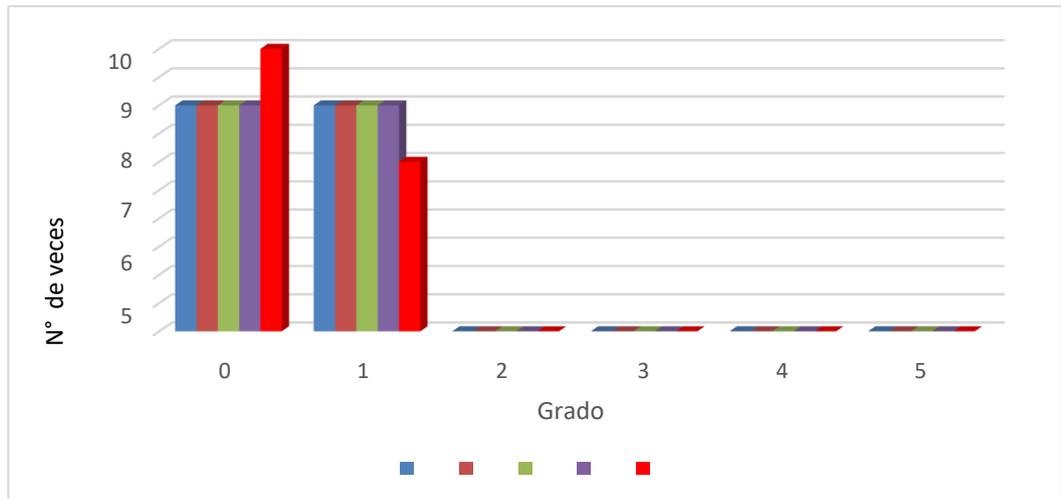
Con el número de perforaciones y en base a la escala de daño (Tabla 3) se determinó el grado de intensidad de daño, variaron de acuerdo con los días de evaluación. Al final de la etapa de emergencia del frijol (Tabla 6) se realizó la

primera evaluación, a los 14 dds, y se determinó que la intensidad de daño en todos los tratamientos fue de grado 0 y grado 1 con 0 y 1 a 2 perforaciones respectivamente (Figura 3).

**Tabla 6** Fenología del cultivo de frijol Variedad Blanco Larán

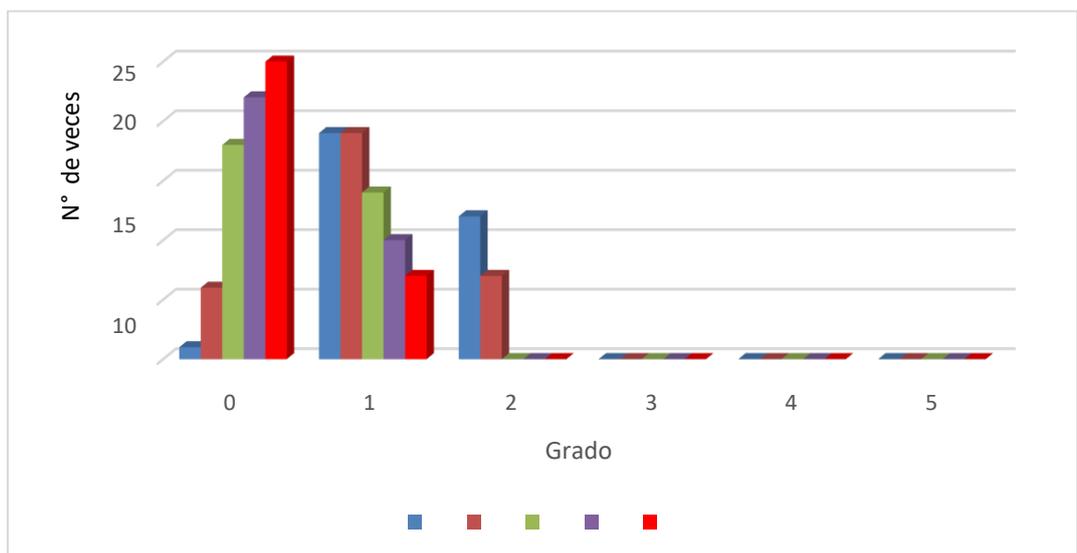
	<b>ETAPA</b>	<b>dds</b>
V0	Germinación	0-7
V1	Emergencia	7-14
V2	Hojas primarias	14-21
V3	Formación de primera hoja trifoliada	21-28
V4	Formación tercera hoja trifoliada	28-38
R5	Prefloración	38-43
R6	Floración	43-51
R7	Formación de vaina	51-63
R8	Llenado de vainas	63-94
	Maduración	94-127

**Figura 3** Frecuencia que se presentaron los grados de intensidad de daño a 14 dds



A los 21 dds y luego de la primera aplicación de Fitonim, se observó que la intensidad de daño grado 0, lo presentan mayormente los tratamientos T2, T3 y T4 progresivamente, estos mismos tratamientos presentan intensidad de daño grado 1 en menor número que los tratamientos T0 y T1; la intensidad de daño grado 2 (3 a 10 perforaciones) solamente lo presentan los tratamientos T0 y T1 (Figura 4).

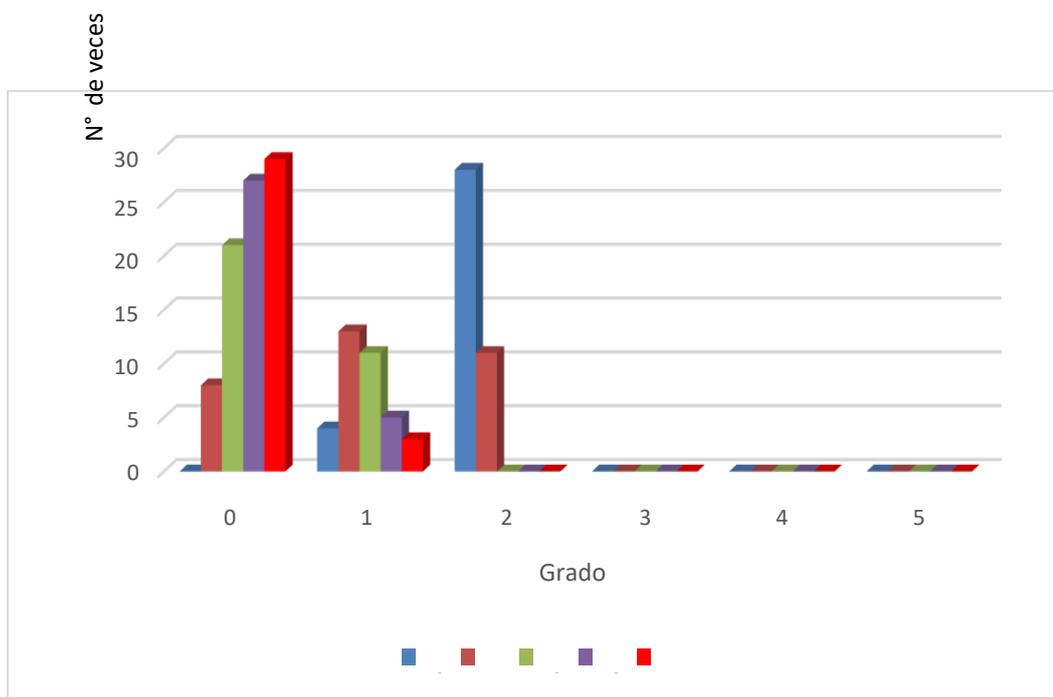
**Figura 4** Número de veces que se presentaron los grados de intensidad de daño a 21 dds



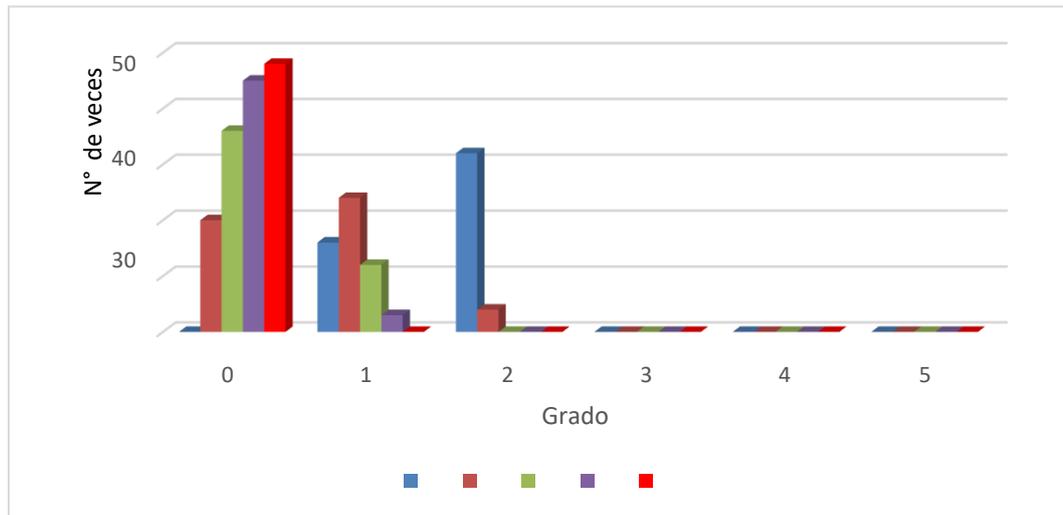
A los 28 dds y antes de la segunda aplicación de Fitonim, se observa que la intensidad de daño se incrementa, el tratamiento T0 presenta grado 1 y sobre todo con mayor frecuencia grado 2, el T1 presenta grado 0, 1 y 2 y los T2, T3 y T4 con mayor frecuencia presentan grado 0 y poco grado 1 (Figura 5).

A los 35 dds la intensidad de daño en el T0 fue de grado 1 mayormente grado 2, el T1 presentó pocos grados 2, mayormente grado 0 sobre todo grado 1, el T2 presenta principalmente grado 0 y un poco grado 1 y finalmente los T3 y T4 presentan grado 0, de aquí en adelante el comportamiento de la intensidad de daño sigue el mismo patrón (Figura 6).

**Figura 5** *Número de veces que se presentaron los grados de intensidad de daño a 28 dds*

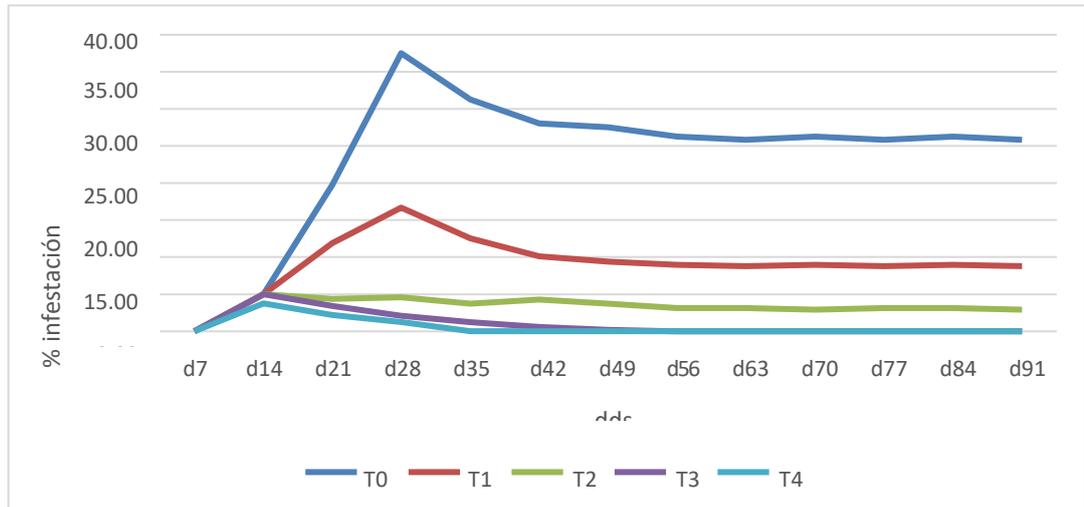


**Figura 6** Número de veces que se presentaron los grados de intensidad de daño a 35 dds



Con el número de perforaciones en las hojas, número de hojas dañadas del total de hojas evaluadas se calculó, mediante la fórmula de Townsend y Heuberger (1943), el porcentaje de infestación de *Diabrotica* sp. en el cultivo de frijol Blanco Larán (Anexo 9). En los tratamientos T0 (testigo, aplicación de agua) y T1, desde el inicio del cultivo, el porcentaje de infestación tuvo un incremento progresivo hasta el máximo a los 28 dds (V3, formación de la primera hoja trifoliada) con 37,5 y 16,7 % respectivamente, luego de esa etapa se observó un decrecimiento hasta los 56 dds, manteniéndose en adelante ligeramente por encima de 25 % de infestación en T0 y ligeramente por debajo de 10 % en T1 a partir de los 42 dds. En el T2 se observó que el porcentaje de infestación luego del inicio de la aplicación de Fitonim bajó de 5,0 a 4,38 % a los 21 dds, luego subió ligeramente a 4,58 % a los 28 dds y en los días sucesivos bajó hasta llegar a 2,92%; en los T3 y T4 luego de la aplicación, bajó a valores muy cercanos a cero a los 35 y 28 dds respectivamente, (Figura 7).

**Figura 7** Porcentaje de infestación por *Diabrotica sp.* en el cultivo de frijol Blanco Larán en Oxapampa durante los primeros 91 días



Antes de la primera aplicación del Fitonim, 14 dds (V1 emergencia y V2 hojas cotiledonales) se observó que el porcentaje de infestación fue alrededor del 5 %, con los resultados se realizó la prueba de Kruskal-Wallis y se obtuvo que no existe diferencias significativas entre los tratamientos (Pvalue = 0,0765892), Tabla 7.

**Tabla 7** Prueba de Kruskal-Wallis con ajuste de Bonferroni ( $\alpha = 0,05$ ) del porcentaje de infestación por *Diabrotica sp.* a los 14 dds

Tratamiento	Media de rangos	Significancia
0	11,5	a
1	11,5	a
2	11,5	a
3	11,5	a
4	6,5	a

A los 28 dds fue el máximo de infestación en el cultivo de frijol, se realizó el ANVA ( $\alpha = 0,05$ ), se determinó que existe diferencias estadísticamente significativas entre las medias del porcentaje de infestación por *Diabrotica* sp., Anexo 10.

Al realizar la prueba de comparación múltiple de Duncan ( $\alpha = 0,05$ ), Tabla 8, se determinó que T4 y T3 con 1,25 y 2,08 % respectivamente, presentaron los menores porcentajes de infestación por *Diabrotica* sp. superando a los demás tratamientos, seguidos por el T2 con 4,58%, luego T1 con 16,67% y finalmente el T0 que presentó 37,5 % la mayor infestación.

**Tabla 8** Prueba de comparación múltiple de Duncan ( $\alpha = 0,05$ ) del porcentaje de infestación por *Diabrotica* sp. a los 28 dds

Tratamiento	Medias	Significancia
0	37,50	a
1	16,67	b
2	4,58	c
3	2,09	c d
4	1,25	d

El porcentaje de infestación por *Diabrotica* sp. después de los 28 dds fue disminuyendo hasta estabilizarse después de los 42 dds en adelante.

Con los resultados de infestación a los 91 dds se realizó la prueba de Kruskal-Wallis con ajuste de Bonferroni, Tabla 9, y se obtuvo que existe diferencias significativas entre los tratamientos (Pvalue = 0,0009217736), se determinó que T4 y T3 con 0,00 % (rango 4,5) presentaron los menores porcentajes de infestación por *Diabrotica* sp. superando a los demás tratamientos,

seguidos por el T2 con 2,92% (rango 10,5), luego T1 con 8,75% (rango 14,5) y finalmente el T0 que presentó 25,83 % (rango 18,5) la mayor infestación.

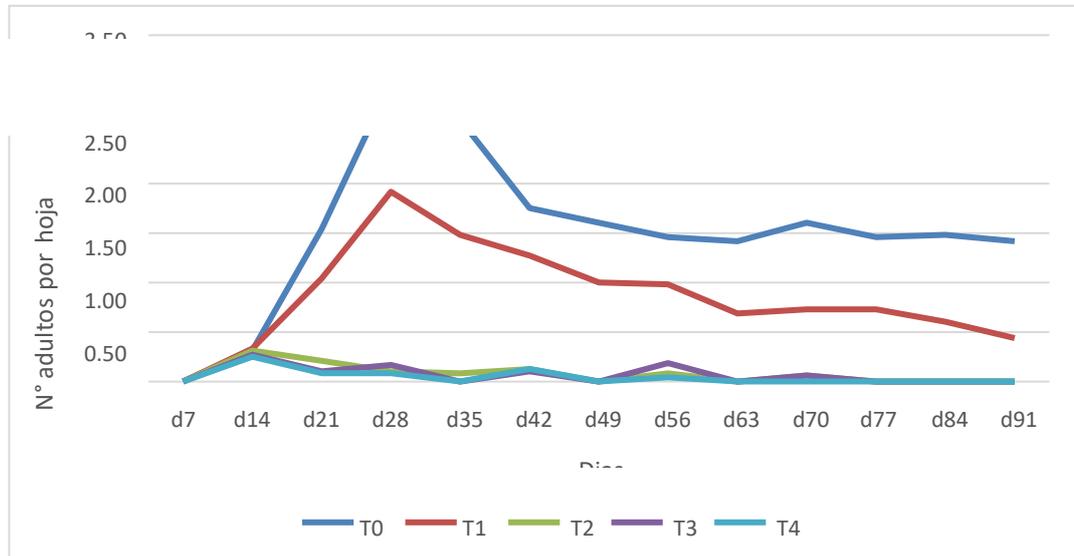
**Tabla 9** Prueba de Kruskal-Wallis con ajuste de Bonferroni ( $\alpha = 0,05$ ) del porcentaje de infestación por *Diabrotica* sp. a los 91 dds

Tratamiento	Media de rangos	Significancia
0	18,5	a
1	14,5	b
2	10,5	c
3	4,5	d
4	4,5	d

#### 4.2.2. Número de Adultos de *Diabrotica* sp. por hoja

El número de adultos de *Diabrotica* sp. por hoja en el cultivo de frijol Blanco Larán (Anexo 11), en los tratamientos T0 (testigo, aplicación de agua) y T1 (0,15 mL<sup>-1</sup>), desde el inicio del cultivo tuvieron un incremento progresivo hasta el máximo a los 28 dds (V3, formación de la primera hoja trifoliada) con 3,0 y 1,9 individuos respectivamente, Figura 8; luego de esa etapa se observó un decrecimiento hasta los 49 dds, manteniéndose en adelante alrededor de 1,5 individuos en T0 y ligeramente por debajo de 1,0 en T1. En el T2 se observó que el número de adultos por hoja, luego del inicio de la aplicación de Fitonim bajo de 0,3 a los 14 dds a 0,2 a los 21 dds y de allí las siguientes evaluaciones los valores fueron cercanos a cero; en los T3 y T4 el número de adultos por hoja son cercanos a cero después de la primera aplicación de Fitonim que fue después de la primera evaluación (14 dds).

**Figura 8** Número de adultos de *Diabrotica sp.* por hoja, en el cultivo de frijol Blanco Larán



Con el número de adultos de *Diabrotica sp.* por hoja a los 14 dds, evaluación antes de la aplicación de Fitonim, se realizó el ANVA ( $\alpha = 0,05$ ), Anexo 12, se determinó que no existe diferencias estadísticamente significativas entre las medias.

Al realizar la prueba de comparación múltiple de Duncan ( $\alpha = 0,05$ ), Tabla 10, se determinó que todos los tratamientos son similares estadísticamente en el número de adultos de *Diabroticas sp* por hoja.

Con los resultados de número de adultos de *Diabrotica sp.* por hoja, a los 28 dds se realizó la prueba de Kruskal-Wallis con ajuste de Bonferroni, Tabla 11, y se obtuvo que existe diferencias significativas entre los tratamientos (P Value = 0,001870674), se determinó que T4, T3 y T2 con 0,08 (rango 4,50); 0,17 (rango 5,88) y 0,10 (rango 9,13) adultos, presentaron los menores números de adultos de *Diabrotica sp.* por hoja superando a los demás tratamientos, seguidos por los T1 y T0 1,92 (rango 14,50) y 3,02 (rango 18,50) adultos.

**Tabla 10** Prueba de comparación múltiple de Duncan ( $\alpha = 0,05$ ) del número de adultos de *Diabrotica sp.* por hoja, a los 14 dds

Tratamiento	Medias	Significancia
4	0,25	a
3	0,27	a
2	0,31	a
0	0,32	a
1	0,33	a

**Tabla 11** Prueba de Kruskal-Wallis con ajuste de Bonferroni ( $\alpha = 0,05$ ) del número de adultos de *Diabrotica sp.* a los 28 dds

Tratamiento	Media de rangos	Significancia
0	18,50	a
1	14,50	a
2	9,13	b
3	5,88	b
4	4,50	b

El número de adultos de *Diabrotica sp* por hoja a los 91 dds, varió de 0,00 a 1,42, se realizó la prueba de Kruskal-Wallis con ajuste de Bonferroni, Tabla 12, existen diferencias significativas entre los tratamientos (P Value = 0,0009116358), se determinó que T4, T3 y T2 todos con 0,0 (rango 6,5) adultos, presentaron los menores números de adultos de *Diabrotica sp.* por hoja superando a los demás tratamientos, seguidos por T1 con 0,44 (rango 14,5) adultos y finalmente T0 con 1,42 (rango 18,5) adultos por hoja.

**Tabla 12** Prueba de Kruskal-Wallis con ajuste de Bonferroni ( $\alpha = 0,05$ )  
del número de adultos de *Diabrotica* sp. por hoja, a los 91 dds

Tratamiento	Media de rangos	Significancia
0	18,5	a
1	14,5	b
2	6,5	c
3	6,5	c
4	6,5	c

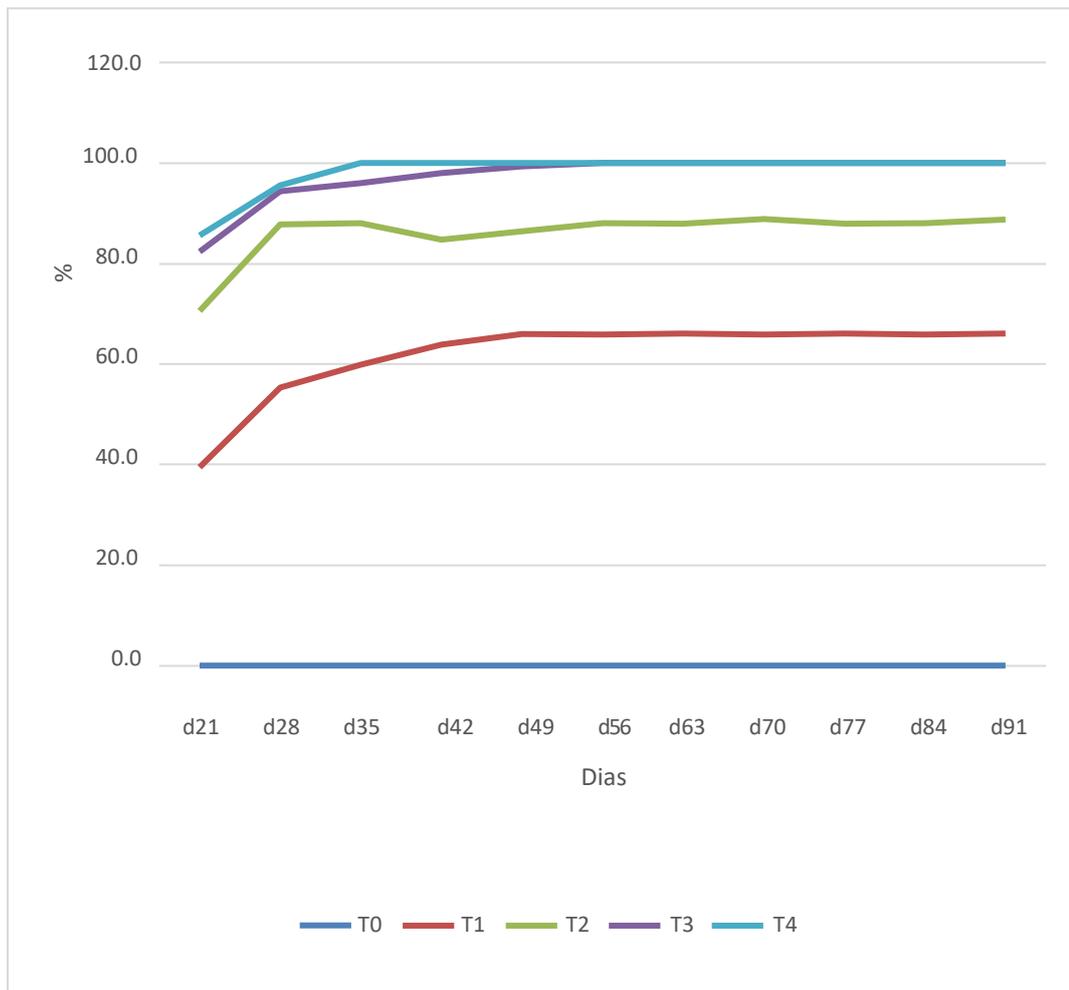
#### 4.2.3. Eficacia de Control

La eficacia de control de *Diabrotica* sp. con aplicaciones del Fitonim en el cultivo de frijol Blanco Larán (Anexo 13), se observó que desde los 21 dds se incrementa hasta los 35 dds y de allí en adelante se estabiliza en las siguientes evaluaciones, con pequeñas variaciones. El tratamiento T0 (testigo, aplicación de agua) muestra 0,0 % de eficacia puesto que fue el control, el T1 ( $1,5 \text{ mL}^{-1}$ ) presentó 39,5 % de eficacia a los 21 dds y fue incrementando hasta los 42 dds con 63,9 % de eficacia y en las semanas siguientes se estabiliza alrededor 66,0 %; el T2 ( $2,0 \text{ mL}^{-1}$ ) presentó 70,6 % de eficacia a los 21 dds y se incrementó hasta los 35 dds con 88,0 % de eficacia y en las evaluaciones siguientes se estabiliza alrededor de este valor; los tratamientos T3 y T4 presentaron valores de eficacia de 82,4 % y 85,6% a los 21 dds incrementándose en las siguientes evaluaciones hasta llegar a valores de 100 % (Figura 9)

Con los resultados de eficacia del Fitonim en el control de *Diabrotica* sp. a los 21 dds, se realizó la prueba de Kruskal-Wallis con ajuste de Bonferroni, Tabla 13, se obtuvo que existe diferencias significativas entre los tratamientos (P Value = 0,003279078), se determinó que T4, T3 y T2 con 85,6% (rango 16,63);

82,4% (rango 15,13) y 70,6% (rango 11,38) presentaron las mayores eficacias de control superando a los tratamientos T1 y T0 con 39,5% (rango 6,88) y 0,0% (rango 2,50).

**Figura 9** Progreso de la eficacia de control de *Diabrotica sp.* por *Fitonim*, en el cultivo de frijol Blanco Larán



**Tabla 13** Prueba de Kruskal-Wallis con ajuste de Bonferroni ( $\alpha = 0,05$ )  
de la eficacia de control de *Diabrotica sp.* por Fitonim a los 21 dds

Tratamiento	Media de rangos	Porcentaje	Significancia
4	16,63	85,6%	a
3	15,13	82,4%	a
2	11,38	70,6%	a b
1	6,88	39,5%	b c
0	2,50	0,0%	c

A los 28 dds los resultados de eficacia de Fitonim en el control de *Diabrotica sp.*, se realizó la prueba de Kruskal-Wallis con ajuste de Bonferroni, Tabla 14, se obtuvo que existe diferencias significativas entre los tratamientos (P Value = 0,0017368), se determinó que T4 y T3 con 95,6% (rango 16,88) y 94,4 % (rango 15,88) presentaron las mayores eficacias de control superando a los demás tratamientos, seguidos de T2 con 87,8 % (rango 10,75) y finalmente los tratamientos T1 y T0 con 55,3% (rango 6,50) y 0,0 % (rango 2,50).

**Tabla 14** Prueba de Kruskal-Wallis con ajuste de Bonferroni ( $\alpha = 0,05$ )  
de la eficacia de control de *Diabrotica sp.* por Fitonim a los 28 dds

Tratamiento	Media de rangos	Porcentaje	Significanci
4	16,88	95,6%	a
3	15,88	94,4 %	a
2	10,75	87,8 %	b
1	6,50	55,3%	b c
0	2,50	0,0 %	c

Finalmente, a los 91 dds los resultados de eficacia de Fitonim en el control de *Diabrotica sp.*, se realizó la prueba de Kruskal-Wallis con ajuste de Bonferroni, Tabla 15, se observó que existe diferencias significativas entre los tratamientos (P Value = 0,0009031233), se determinó que T4 y T3 con 100 % (rango 16,50) presentaron las mayores eficacias de control superando a los demás tratamientos, seguido de T2 con 88,7 % (rango 10,50), luego T1 con 66,1 % (rango 6,50) y finalmente T0 con 0,0 % (rango 2,50).

**Tabla 15** Prueba de Kruskal-Wallis con ajuste de Bonferroni ( $\alpha = 0,05$ )  
de la eficacia de control de *Diabrotica sp.* por Fitonim a los 91 dds

Tratamiento	Media de rangos	Porcentaje	Significancia
4	16,5	100 %	a
3	16,5	100 %	a
2	10,5	88,7 %	b
1	6,5	66,1 %	c
0	2,5	0,0 %	d

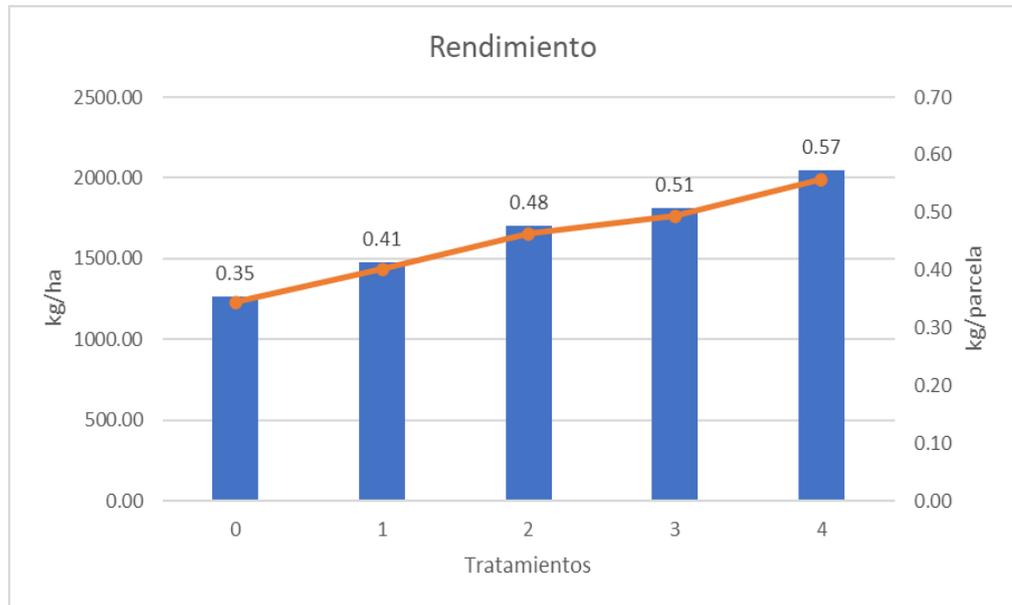
#### 4.2.4. Rendimiento

El rendimiento obtenido de frijol Blanco Larán utilizando Fitonim para el control de *Diabrotica sp.*, (Anexo 14), varió en promedio desde 0,35 kg/parcela (1229,3 kg/ha) que correspondió al T0 y fue el menor, hasta 0,58 kg/parcela (1989,6 kg/ha) de T4 que fue el mayor rendimiento, Figura 10.

Al realizar el ANVA ( $\alpha = 0,05$ ), Anexo 15, del rendimiento de frijol Blanco Larán, con un control de *Diabrotica sp.* con Fitonim, se determinó que existen diferencias estadísticamente significativas entre las medias de los rendimientos obtenidos de cada tratamiento.

Al realizar la prueba de comparación múltiple de Duncan ( $\alpha = 0,05$ ), Tabla 16, se determinó que el T4 con 0,58 kg/parcela (1989,6 kg/ha) superó a todos los tratamientos, le siguen los tratamientos T3 y T2 que son similares estadísticamente con 0,51 kg/parcela (1763,9 kg/ha) y 0,48 kg/parcela (1652,8 kg/ha), el T1 con 0,42 kg/parcela (1433,2 kg/ha) y finalmente el T0 con 0,35 kg/parcela (1229,3 kg/ha).

**Figura 10** Rendimiento del cultivo de frijol Blanco Larán en Oxapampa



**Tabla 16** Prueba de comparación múltiple de Duncan ( $\alpha = 0,05$ ) del rendimiento de frijol Blanco Larán en condiciones de Oxapampa

Tratamiento	Medias	Kg/ha	Significancia
	Kg/parcel a		
4	0,58	1989,6	a
3	0,51	1763,9	b
2	0,48	1652,8	b
1	0,42	1433,2	c
0	0,35	1229,3	d

### 4.3. Prueba de Hipótesis

**HE1.** El aceite de Neem (*Azadirachta indica* L) es eficaz en el control de *Diabrotica balteata*, en el cultivo de frijol (*Phaseolus vulgaris* L) variedad Blanco Larán en Oxapampa– Pasco.

Se acepta la hipótesis planteada, el aceite de Neem (Fitonim) es eficaz en el control de *Diabrotica balteata* en el cultivo de frijol *Phaseolus vulgaris* L variedad Blanco Larán en Oxapampa – Pasco, a partir de la dosis  $2,0 \text{ mL}^{-1}$  puesto que presenta más de 80%.

**HE2.** El aceite de Neem (*Azadirachta indica* L) mejora el rendimiento del cultivo de frijol (*Phaseolus vulgaris* L) variedad Blanco Larán en Oxapampa – Pasco.

Se acepta la hipótesis planteada, el aceite de Neem (Fitonim) tiene un efecto positivo en el rendimiento de frijol *Phaseolus vulgaris* en Oxapampa – Pasco con respecto al testigo, a partir de la dosis  $2,0 \text{ mL}^{-1}$  se obtiene rendimientos de 0,48; 0,51 y 0,57 kg/parcela lo que llevados a hectáreas corresponden a 1652,8; 1763,9 y 1989,6 kg/ha.

### 4.4. Discusión de resultados

#### 4.4.1. Intensidad de Daño

La intensidad de daño de *Diabrotica* sp. en el cultivo de frijol Blanco Larán durante las evaluaciones en campo fueron de 0 a 10 perforaciones por hojas lo que determinó que se presenten los grados 0, 1 y 2, al respecto, González et al. (1982) mencionan que en promedio los adultos de *Diabrotica* consumen  $0,50 \text{ cm}^2$  de follaje/día con un máximo de  $1,88 \text{ cm}^2$ . Desde el inicio del cultivo, en el caso del T0 la intensidad de daño se fue incrementando hasta llegar a los 28 dds luego disminuyó, esto provocó daños en las hojas de las plantas; no se pudo observar

daños en plántulas, Quintela (2004) menciona que el daño principal puede ocurrir en la etapa de plántula y en otros estadios. Sin embargo, en los tratamientos en los que se utilizó Fitonim T1, T2, T3 y T4, luego de la primera aplicación la intensidad de daño disminuyó sobre todo en el caso de los tratamientos T2, T3 y T4, la respuesta de la planta expresada en los daños está determinada por su característica genotípica, la del insecto, influidos por el medio ambiente.

Determinado el porcentaje de infestación de *Diabrotica* sp. en el cultivo de frijol Blanco Larán, se observó que el tratamiento T1 tuvo un efecto medio de control, puesto que permitió un incremento moderado del porcentaje de infestación a 16,7 % hasta los 28 dds luego del cual disminuyó progresivamente hasta un poco menos de 10 % después de los 42 dds, observándose un control parcial de la *Diabrotica* sp., posiblemente por la dosis empleada 1,5 mL<sup>-1</sup>; sin embargo, estos resultados están por debajo del umbral de daño económico que mencionan Ramos et al. (2015), para crisomelidos en frijol común es de 25 % de infestación. Lo observado en campo, el ataque de *Diabrotica* sp. al frijol produjo comeduras y defoliación inicial, al respecto Oliveira y Ramos (2012) al evaluar *D. speciosa* en frijol mencionan que independientemente del nivel (0, 25, 50 y 75 %) de defoliación a partir de los 37 dds, no encontró diferencia en las variables altura máxima y número de hojas de las plantas, para cualquiera de los tratamientos evaluados lo que podría indicarnos que la planta tiene capacidad de recuperación. Por otro lado, Gallo et al. (2002) mencionan que el umbral de daño económico para esta plaga es 20 insectos/tela o 50 % de defoliación en hojas primarias, 30 % de defoliación antes de la floración y 15 % de defoliación después de la floración.

En caso de los tratamientos T2, T3 y T4 el porcentaje de infestación bajaron después de la primera aplicación de Fitonim, con valores cercanos a cero en T3 y T4, lo que nos indica que hubo un mejor control de la plaga y por consiguiente nos indicaría que las dosis de estos tratamientos podrían ser consideradas en un programa de control.

#### **4.4.2. Número de Adultos de *Diabrotica* sp. por hoja**

El número de adultos de *Diabrotica* sp. por hoja en el cultivo de frijol Blanco Larán, en los tratamientos T0 y T1 desde el inicio del cultivo hasta los 28 dds (final de la fase fenológica V3) se incrementó llegando al máximo 3,02 y 1,92 individuos respectivamente, estos resultados son diferentes a los que obtuvieron Ramos et al. (2015), el máximo nivel poblacional de crisomélidos en frijol alcanzó en la fase fenológica V1 del primer trifolio; por otro lado, Magalhães & Carvalho (1988) mencionan que más de dos insectos adultos por planta, en la primera semana después de la emergencia, causan pérdidas superiores al 50 % en la producción, pudiendo incluso causar la muerte de la planta; luego de los 28 dds, el número de adultos decrece a valores entre 1,42 y 2,65 en T0 y 0,44 y 1,48 en T1. En el caso de los demás tratamientos T2, T3 y T4 el número de adultos de *Diabrotica* sp. por hoja estuvo por debajo de 0,31 después de la primera aplicación de Fitonim, la población de adultos fue baja y como consecuencia los daños fueron menores, nuestros difieren a lo que mencionan Silva et al. citado por Oliveiray Ramos (2012), en la fase inicial del cultivo (una semana después de la emergencia), dos insectos por planta ya pueden causar defoliaciones de hasta un 16 %, en 24 horas de alimentación.

#### 4.4.3. Eficacia de Control

La eficacia del Fitonim en el control de *Diabrotica* sp. en el cultivo de frijol BlancoLarán, en el tratamiento T0 fue 0,0 % por ser el control, el T1 presentó 39,5 % de eficacia a la semana de aplicación del biopesticida (21 dds) y se incrementó hasta 63,9 % a los 42 dds, probablemente porque el biopesticida tenga una acción lenta sobre todo si la dosis no es la adecuada, al respecto Falasca y Bernabé (2009) mencionan que la azadiractina no mata a los insectos inmediatamente sino que interrumpe su crecimiento al controlar el proceso de metamorfosis cuando los insectos pasan de larva a pupa y a adulto y la reproducción; Ferdenache (2019) menciona que se produce un sesgo en la proporción de sexos y alteraciones morfológicas inducidas.

En el T2 se tuvo 70,6 % de eficacia a la semana de aplicación del biopesticida y a los 35 dds llegó hasta 88,0 % de eficacia, en los tratamientos T3 y T4 los valores de eficacia supera el 80 % a la semana de aplicación, incrementandose posteriormente hasta cerca de 100 %; nuestros valores se asemejan a lo que encontraron Marčić et al. (2011) al evaluar los efectos del bioinsecticida NeemAzal T/S ( $10\text{gL}^{-1}$ ), que tiene azadiractina, en el control de mosca blanca (*Trialeurodes vaporariorum* Westwood) en el cultivo de tomate bajo un invernadero cubierto de plástico, aplicó el producto dos veces con un intervalo de cinco días y determinó que redujo el número de larvas en un 90-99 %, con una eficacia >96 %, a los 16 días después tratamiento; en la misma evaluación, los porcentajes logrados en la reducción de adultos y eficacia ascendieron a 85-93 % y 93-97 % respectivamente.

Una buena eficacia de control de un biopesticida podría considerarse a partir del 80%, que permite disminuir las poblaciones de los insectos por debajo del umbral de daño económico.

#### **4.4.4. Rendimiento**

Los tratamientos que mejor rendimiento presentaron fueron T4, T3 y T2 con 0,58 0,51 y 0,48 kg/parcela (1989,6, 1763,9 y 1652,8 kg/ha), estos tratamientos también fueron los que en forma general presentaron los más bajos porcentajes de infestación, bajos número de adultos de *Diabrotica* sp. y las más altas eficacias de control del biopesticida Fitonim. Los tratamientos que presentaron menores rendimientos fueron T1 y T0 con ataques de *Diabrotica* sp., que ocasionó un poco de defoliación inicial, al respecto Silva et al. citado por Oliveira y Ramos (2012) mencionan que una defoliación de 25 %, a los 24 días después de la germinación, puede causar una reducción del 21,7 % en la productividad del frijol; asimismo, Oliveira y Ramos (2012) determinaron que una defoliación del 25 % interfirió negativamente en el peso de las vainas, a pesar de una recuperación en el crecimiento de las plantas; por otro lado, Quintela (2004) menciona que la planta de frijol puede tolerar niveles considerables de defoliación (20 % - 66 %), sin que se produzca pérdida de producción.

Los rendimientos obtenidos en el experimento, el T0 (1229,3 kg/ha) fue inferior al promedio nacional, que en el año 2022 fue 1270 kg/ha (MIDAGRI, 2023); sin embargo, los tratamientos T1, T2, T3 y T4 superaron el promedio nacional, el mayor rendimiento obtenido con T4, 1989,6 kg/ha, fue inferior a los rendimientos promedio obtenidos en Lima (2620 kg/ha) y Moquegua (3990 kg/ha) (MIDAGRI, 2023)

Finalmente, el control de la plaga de *Diabrotica* sp., en el cultivo de frijol debe considerar el uso de prácticas amigables con el ambiente, en ese sentido el uso de un biopesticida debe ser parte de un plan de manejo del cultivo que permita maximizar la producción.

Los resultados nos permiten ver que desde la dosis de  $2 \text{ mL}^{-1}$  de Fitonim se tiene una eficacia de más del 80 % de control de *Diabrotica* sp. en el cultivo de frijol y un rendimiento de 1632,6 kg/ha o superior.

## CONCLUSIONES

La eficacia de Fitonim (aceite de Neem) en el control de *Diabrotica* sp. por el fue mayor de 80% en los tratamientos T4, T3 y T2, mientras que en el tratamiento T1 fue de 61.8%, a partir de la dosis  $2.0 \text{ mL}^{-1}$  hay un buen control.

Los mejores rendimientos de frijol Blanco Larán lo presentaron los tratamientos T4, T3 y T2 con 0.57, 0.51 y 0.48 kg/parcela (1989.6, 1763.9 y 1652.8 kg/ha) como resultado del mejor control de de *Diabrotica* sp.

La intensidad de daño que causó *Diabrotica* sp. en los tratamientos T4, T3 y T2 predominaron el grado 0 (0 perforaciones) y en los T0 y T1 predominaron los grado 1 y 2 (1 a 2 perforaciones y 3 a 10 perforaciones respectivamente).

Los menores porcentajes de infestación se presentaron en los tratamientos T4, T3 y T2; sin embargo, los mayores porcentajes de infestación se presentaron en los tratamientos T0 y T1, llegando el máximo a los 28 dds.

Los menores números de adultos de *Diabrotica* sp. por hoja se presentaron en los tratamientos T2, T3 y T4, variaron de 0.31 a 0.0; sin embargo, los mayores números de adultos por hoja se presentaron en los tratamientos T0 y T1, llegando el máximo a los 3.02adultos.

## RECOMENDACIONES

- Replicar esta investigación en otros distritos de la provincia, con el fin de ampliar las condiciones tanto de clima, suelo y obtener resultados que permitan generar herramientas de manejo integrado de plagas para el agricultor, en diferentes zonas de la provincia y regiones del Perú.
- Crear conciencia en el agricultor, para la implementación de alternativas nuevas de control de plagas, que permitan la reducción del uso de productos químicos sintéticos.
- Utilizar el biopesticida, aceite de Neem (Fitonim) a la dosis de  $0,2 \text{ mL}^{-1}$ , dentro de un manejo integrado de plagas por presentar un buen control, ser biodegradables y no ser tóxico para animales y humanos.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aldás, D. (2014). Efecto del aceite de Neem en el control de la mosca blanca y minador de las hojas en el cultivo de acelga (*Beta vulgaris* L). [Tesis, Universidad Técnica de Ambato].  
[https://repositorio.uta.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/8471/1/Tesis87%20%20%20In genier% c3% ada% 20Agron% c3% b3mica% 20-CD% 20302.pdf](https://repositorio.uta.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/8471/1/Tesis87%20%20%20In%20genier%20c3%ada%20Agron%20c3%b3mica%20-CD%20302.pdf)
- Anteparra, M. y Velásquez, J. (2015). Revisión de la familia chrysomelidae asociada a leguminosas de grano en el trópico sudamericano. *Investigación y Amazonía* 4(1y2), 62-69. <http://revistas.unas.edu.pe/index.php/revia/article/download/71/57>
- Bitencourt D. (2007). Biología, capacidad reproductiva y consumo foliar de *Diabrotica speciosa* (Germar 182) (Coleoptera: Chrysomelidae) em diferentes hospedeiros. [Tesis de Doctor, Universidade Federal da Grande Dourados].  
<https://repositorio.ufgd.edu.br/jspui/bitstream/prefix/235/1/DarqueRatierBitencourt.pdf>
- Borst, J. y Rodríguez, M. (2018). Evaluación de extractos botánicos para el manejo de insectos plagas asociados al cultivo de pipián (*Cucurbita pepo* L.), en El Plantel, Masaya, 2017. [Tesis de grado, Universidad Nacional Agraria]. Managua, Nicaragua. <https://repositorio.una.edu.ni/3685/1/tnh10b738.pdf>
- Branson, T.F. & Krysan, J.L. (1981). Feeding and oviposition behaviour and lifecycle strategies of *Diabrotica*: An evolutionary view with implications for pest management. *Environmental Entomology*, 10(6), 826–831.  
<https://doi.org/10.1093/ee/10.6.826>
- Calzada, J. (1970). Métodos estadísticos para la investigación. Editorial Jurídica S.A. Cabrera Walsh, G., Ávila, C.J., Cabrera, N., Nava, D.E., de Sene Pinto, A., Weber,

- D.C. (2020). Biology and Management of Pest *Diabrotica* Species in South America. *Insects*, 11(7),421. <https://doi.org/10.3390/insects11070421>
- Cabrera Walsh, G. (2003). Host range and reproductive traits of *Diabrotica speciosa* (Germar) and *Diabrotica viridula* (F.) (Coleoptera: Chrysomelidae), two species of South American pest rootworms, with notes on other species of Diabroticina. *Environmental Entomology*, 32(2), 276–285. <http://dx.doi.org/10.1603/0046-225X-32.2.276>
- Centro de Estudios para el Desarrollo Rural Sustentable y la Soberanía Alimentaria. (2020). Mercado del frijol, situación y prospectiva. Palacio Legislativo de San Lázaro, Ciudad de México.  
<http://www.cedrssa.gob.mx/files/b/13/53Mercado%20del%20frijol.pdf>
- College of Agriculture and Life Sciences. (2023). Manejo Integrado de Plagas (MIP). <https://cals.cornell.edu/new-york-state-integrated-pest-management/outreach/education/manejo-integrado-de-plagas>
- Corrales, J., González, A., Rodríguez, A., Vargas, A. y Villalobos K. (2017). Principales plagas de artrópodos en el cultivo de Frijol en Costa Rica. Guía ilustrada de artrópodos adultos en campo y grano almacenado. 2da.ed. <https://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/H10-10933.pdf>
- Cristancho F. (2020). Propiedades y cualidades del árbol de Neem (*Azadirachta indica* A. Juss) como especie promisoría en arreglos agroforestales. [Trabajo de grado, Universidad Nacional Abierta y a Distancia]. Ibagué, Colombia.  
<https://repository.unad.edu.co/bitstream/handle/10596/36562/Facristancho.pdf?sequence=3&isAllowed=y>
- Cruz, A. (2018). Extractos de Neem (*Azadirachta indica* A. Juss.) para el control de mosca blanca (*Bemisia tabaci* Genn.) en el cultivo de tomate. [Tesis de Maestría,

Universidad Autónoma de Nuevo León]. México.

<http://eprints.uanl.mx/16025/1/1080290872.pdf>

Cruz, F. M. y Del Ángel, R. (2004). El árbol del Neem, establecimiento y aprovechamiento en la Huatesca Potosina. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. México.

<http://www.inifapcirne.gob.mx/Biblioteca/Publicaciones/165.pdf>

De la Cadena G. (2016). Eliminación de impedimentos taxonómicos y ecológicos en "hot-spots" de biodiversidad mediante herramientas moleculares: los Chrysomelidae y sus asociaciones tróficas en el bosque seco tropical de Nicaragua. [Tesis de Doctora, Universidad de Barcelona]. España.

<https://www.tesisenred.net/handle/10803/402736?locale-attribute=es#page=2>

De Luna S., E. (2014). Desarrollo evaluación de bioinsecticidas microencapsulados a partir de *Bacillus thuringiensis* y Neem para el control del gusano soldado *Spodoptera exigua* (Hübner). [Tesis de Doctor, Universidad Autónoma de Nuevo León]. México. <http://eprints.uanl.mx/4073/1/1080253560.pdf>

Eben A. (2022). Ecology and Evolutionary History of *Diabrotica* Beetles-Overview and Update. *Insects*, 13(2), 156. <https://doi.org/10.3390/insects13020156>

Espinoza, M. y Gregorio, F. (2011). Uso de insecticidas botánicos para el control de plagas en el cultivo del frejol *Phaseolus vulgaris* en la granja Santa Inés. [Tesis de grado, Universidad Técnica de Machala]. Ecuador.

<http://repositorio.utmachala.edu.ec/handle/48000/14/simplesearch?filterquery=INSECTICIDAS&filtername=subject&filtertype>equals> Food and Agriculture

Organisation. (2023). FAOSTAT. <https://www.fao.org/faostat/es/#home>

Falasca, S. y Bernabé, M. A. (2009). El árbol del Neem (*Azadirachta indica*) para controlar enfermedades endémicas en Argentina. *Revista Geográfica*, 146, 111–

<http://www.jstor.org/stable/40996844>

Fragela, P. (2021). Insectos plagas del frijol Cul 156 en el agroecosistema Zequeira: taxonomía y etología. [Tesis de Master, Universidad de Matanzas]. Cuba. <https://rein.umcc.cu/bitstream/handle/123456789/1742/MSc21%20Perla%20M.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Ferdenache, M., Bezzar-Bendjazia, R., Marion-Poll, F., Kilani-Morakchi, S. (2019). Transgenerational effects from single larval exposure to azadirachtin on life history and behavior traits of *Drosophila melanogaster*. *Scientific Reports* 9, 17015. <https://doi.org/10.1038/s41598-019-53474-x>

Fernández, F., Gepts, P. y López, M. (1986). Etapas de desarrollo de la planta de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L). Centro Internacional de Agricultura Tropical. Cali, Colombia. 34

p. [http://ciat-library.ciat.cgiar.org/ciat\\_digital/CIAT/28093.pdf](http://ciat-library.ciat.cgiar.org/ciat_digital/CIAT/28093.pdf)

Gallo, D., Nakano, O., Silveira Neto, S., Carvalho, R. P. L., Baptista, G. C. de, Berti Filho, E., Parra, J., Zucchi, R. A., Alves, S. B., Vendramim, J., Marchini, L. C., Lopes, J., Omoto,

C. (2002). Entomologia agrícola. Biblioteca de Ciencias Agrarias Luiz de Queiroz, Piracicaba, SP, Brasil. [https://ocondedemontecristo.files.wordpress.com/2013/07/livro-entomologia-agricola-\\_jonathans.pdf](https://ocondedemontecristo.files.wordpress.com/2013/07/livro-entomologia-agricola-_jonathans.pdf)

Ghosh, V., Sugumar, S., Mukherjee, A., Chandrasekaran, N. (2016). Neem (*Azadirachta indica*) oils. In: Preedy, V.R. (Ed.), Essential Oils in Food Preservation, Flavor and Safety. Academic Press, San Diego, pp.593–599. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/B9780124166417000675#s>

ectio n-cited-by

- González, R, Cardona, C, y Schoonhoven, AV. (1982). Evaluación del daño al frijol común por larvas y adultos de *Diabrotica balteata* Leconte y *Cerotoma facialis* Erickson. Turrialba 32(4):433–439. <https://repositorio.catie.ac.cr/bitstream/handle/11554/12132/433-440.pdf?sequence=1>
- Henderson, C. F., & Tilton, E. W. (1955). Pruebas con acaricidas contra el ácaro del trigo. *Journal of Economic Entomology* 48(2), 157-161. <https://doi.org/10.1093/jee/48.2.157>
- Industria Tecnológica Agrícola del Perú S.A. (s.f.). Ficha técnica del Insecticida biológico, FITONIM. Lima, Perú. <https://itagro.com.pe/papers/ft/FT-Fitonim.pdf>
- Júnior, A.L., Costa, E.N., Souza, B.H., Ribeiro, Z.A., Costa, E.S. y Forim, M.R. (2017). Formulaciones de extracto de Neem para el control de larvas de *Diabrotica speciosa* (Coleoptera: Chrysomelidae) en maíz. *Revista Colombiana de Entomología*, 43(2), 245-250. <https://doi.org/10.25100/socolen.v43i2.5949>.
- Krysan, J., & Miller, T. (1986). Methods for the Study of Pest *Diabrotica*. Springer Series in Experimental Entomology. Springer, New York, NY. [https://doi.org/10.1007/978-1-4612-4868-2\\_1](https://doi.org/10.1007/978-1-4612-4868-2_1)
- Leal, A. (2011). Susceptibilidad de *Epilachna varivestis* Mulsant al aceite esencial de orégano mexicano y de Neem en condiciones de laboratorio. [Tesis de Maestría, Instituto Politécnico Nacional]. México. <https://www.repositoriodigital.ipn.mx/bitstream/123456789/12656/1/Tesis%20Alejandro%20Leal.pdf>
- Leng, P., Zhang, Z., Pan G., Zhao, M. (2011). Applications and development trends in biopesticides. *African Journal of Biotechnology*. 10(86): 19864-19873.

<https://doi.org/10.5897/AJBX11.009>

Marchioro, C. A., & Krechemer, F. S. (2018). Potential global distribution of *Diabrotica* species and the risks for agricultural production. *Pest management science* 74(9), 2100-2109. <https://doi.org/10.1002/ps.4906>

Marčić, D., Prijovic, M., Drobnjaković, T., Peric, P., Šević, M., & Stamenković, S. (2011). Effects of bioinsecticides in control of greenhouse whitefly (*Trialeurodes vaporariorum* Westwood) on tomato. *Pesticidi i Fitomedicina*, 26(4), 363-369.

Méndez, A. (2007). Aspectos bioetológicos de *Diabrotica balteata* Leconte (Coleoptera:

Chrysomelidae) en el cultivo del frijol en la zona norte de la provincia de Las Tunas, Cuba. *Fitosanidad*, 11(4), 13-15.

<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=209116154002>

Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego. (2023). Estadística Agropecuaria. Sistema Integrado de Estadísticas Agrarias.

<https://app.powerbi.com/view?r=eyJrIjoiNzEzNTU2MmUtY2EzZC00YjQ2LTg5YzUjODRhZjg5NGY5IiwidCI6IjdmMDg0NjI3LTdmNDAtNDg3OS04OTE3LTk0Yjg2ZmQzNWYzZiJ9>

Mossini, S., Kimmelmeier, C. (2005). A árvore Neem (*Azadirachta indica* A. Juss): Múltiplos Usos. *Acta Farmacéutica Bonaerense* 24(1):139-148.

<http://www.latamj>

[pharm.org/trabajos/24/1/LAJOP\\_24\\_1\\_7\\_1\\_3E9IR6431G.pdf](http://pharm.org/trabajos/24/1/LAJOP_24_1_7_1_3E9IR6431G.pdf)

Muhammad, A., & Kashere, M.A. (2021). Neem, *Azadirachta indica* L. (A. Juss): An eco-friendly botanical insecticide for managing farmers' insects pest problems - a review. *FUDMA Journal of Sciences*, 4(4), 484-491.

<https://fjs.fudutsinma.edu.ng/index.php/fjs/article/view/506/377>

- National Research Council (US) Panel on Neem. (1992). *Neem: A Tree For Solving Global Problems*. National Academies Press (US).  
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK234642/>
- Oliveira, M. B., & Ramos, V. M. (2012). Simulação de dano de *Diabrotica* em feijoeiro (*Phaseolus vulgaris*) para estimativa de nível de ação. *Agrarian*, 5(16), 181–186.  
Recuperado de <https://ojs.ufgd.edu.br/index.php/agrarian/article/view/1072>
- Ordóñez-Reséndiz, María Magdalena, López-Pérez, Sara, & Rodríguez-Mirón, Geovanni. (2014). Biodiversidad de Chrysomelidae (Coleoptera) en México. *Revista mexicana de biodiversidad*, Supl. 85, S271-S278.  
<https://doi.org/10.7550/rmb.31424>
- Pérez, R. (2002). El árbol de Neem. Carta agropecuaria azucarera. Ministerio del azúcar.
- Cuba. [https://www.fao.org/fileadmin/templates/lead/pdf/03\\_article02\\_es.pdf](https://www.fao.org/fileadmin/templates/lead/pdf/03_article02_es.pdf) Quintela ED. 2004. Manejo integrado dos insetos e outros invertebrados pragas do feijoeiro. *Informe Agropecuário Belo Horizonte*, 25(223), 113-136.  
<https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/213301/manejo-integrado-dos-insetos-e-outros-invertebrados-pragas-do-feijoeiro>
- Ramos, Y., Gómez, J., Espinoza, R., Días, F., Crespo, A., y Machado, R. (2015). Etología de los crisomélidos (Coleoptera: Chrysomelidae) asociados a tres variedades de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L) en época intermedia. *Protección Vegetal*, 30(3), 165- 170. [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1010-2752201500030\\_0001&lng=es&tlng=en](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1010-2752201500030_0001&lng=es&tlng=en) Real Academia Española (2023). Diccionario de la lengua española, 23.<sup>a</sup> ed. <https://dle.rae.es/eficacia>.
- Reyes G., M, Gómez-Sánchez P., I. y Espinoza B., C. (2017). Tablas peruanas de

composicióndealimentos. /1034/tablas-peruanas-  
QR.pdf?sequence=3&isAllowed=y

Rivera Y., Reyes M. Baca K. (2004). Validación de la hoja de Neem como agente controlador de parásitos internos en ganado bovino en fincas de pequeños productores de las comunidades Trapichito, Goyena del Municipio de León y las comunidades de San Jacinto y Ojochal del municipio de Télica. [Tesis de grado, Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua].  
<http://riul.unanleon.edu.ni:8080/jspui/bitstream/123456789/891/1/196332.pdf>

Rodríguez E., Torres C. (2021). Árbol de Neem (*Azadirachta indica*) en Colombia: Una alternativa para el desarrollo agroambiental del sector Agrícola. *Revista Ciencias Agropecuarias* 7(2): 93-115.  
<https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/8658135.pdf>

Rúa, M. (2017). Ficha técnica de *Azadirachta Indica*. En: Catálogo de Arbóreas. Herbario de Cultura Empresarial Ganadera (CEG) Internacional.Colombia.<https://culturaempresarialganadera.files.wordpress.com/2017/02/ft-azadirachta-indica-neem-ceg-2017-mrf.pdf>

Seffrin, RD, Costa, EC, Domingues, LD, Dequech, ST y Sausen, CD (2008). Atividade insecticida de meliáceas sobre *Diabrotica speciosa* (Col., Chrysomelidae). *Ciencia Rural*, 38(7), 1805-1809.

<https://www.scielo.br/j/cr/a/M4Pg4mBdf9F4mpG7cht75vn/?lang=pt&format=pdf>

Serrano, J. y Goñi, I. (2004). Papel del frijol negro *Phaseolus vulgaris* en el estado nutricional de la población guatemalteca. *Archivos Latinoamericanos de Nutrición*, 54(1), 36-44.

[https://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0004](https://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0004)

06222004000100006& lng=es& nrm=iso& tlng=es

- Toepfer, S., Tóth, S. y Szalai, M. (2021). ¿Puede la azadiractina botánica reemplazar a los insecticidas del suelo eliminados paulatinamente para suprimir la plaga de insectos del suelo *Diabrotica virgifera virgifera*?. *CABI Agricultura y Biociencias*, 2:28.  
<https://cabiagbio.biomedcentral.com/counter/pdf/10.1186/s43170-021-00044-9.pdf>
- Townsend G, Heuberger J. (1943). Methods for estimating losses caused by disease in fungicide experiments. *Plant Disease Reporter*, 27(17), 340-343.
- Ulloa J., Rosas P., Ramírez J. Ulloa B. (2011). El frijol (*Phaseolus vulgaris*) su importancia nutricional y como fuente de fitoquímicos. *Revista Fuente* Año 3 No. 8. <http://fuente.uan.edu.mx/publicaciones/03-08/1.pdf>
- United States Environmental Protection Agency. (31 octubre 2022). What are Biopesticides?. <https://www.epa.gov/ingredients-used-pesticide-products/what-are-biopesticides>
- Universidad Complutense de Madrid. (2004). Aula virtual de prácticas de entomología ambiental y aplicada, glosario. Facultad de Biología.  
<http://web.bioucm.es/cont/ea/glosario.php>
- Universidad Nacional de Córdoba. (2019). Desarrollo y metamorfosis de insectos. Facultad de Ciencias Agropecuarias  
<https://agro.unc.edu.ar/~zoologia/ARCHIVOS/Metamorfosis%202019.pdf> Valladolid
- A. (2001). El cultivo del frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) en la costa del Perú. Instituto Nacional de Investigación Agraria. Lima. Perú. 105p.  
[https://repositorio.inia.gob.pe/bitstream/20.500.12955/860/1/Valladolid-Cultivo\\_Frijol\\_costa.pdf](https://repositorio.inia.gob.pe/bitstream/20.500.12955/860/1/Valladolid-Cultivo_Frijol_costa.pdf)
- Ventura, R., Clará, A., Bruno, O., Parada, J. (2018). Cultivo de frijol (*Phaseolus vulgaris*

L.). Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal “Enrique Álvarez Córdova”. El Salvador. <https://www.centa.gob.sv/download/guia-tecnica-cultivo-de-frijol/>

Villamil, D., Naranjo, N., y Van Strahlen, M. (2012). Efecto Insecticida del Extracto de Semillas de Neem (*Azadirachta indica* A. Juss) sobre *Collaria scenica* Stal (Hemiptera: Miridae). *EntomoBrasilis* 5(2), 125-129.

<https://www.entomobrasilis.org/index.php/ebras/article/view/ebrasilis.v5i2.224>

## **ANEXO**

## INSTRUMENTOS D ERECOLECCION DE DATOS

*Porcentaje de infestación de Diabrotica sp. en frijol variedad Blanco Larán*

Bl oq	Tr at	Porcentaje de infestación (%)													Media del porcentaje de infestación (%)												
		d 7	d 1 4	d2 1	d 2 8	d 3 5	d4 2	d4 9	d5 6	d6 3	d 70	d7 7	d8 4	d9 1	d 7	d 1 4	d 2 1	d 2 8	d 35	d 4 2	d 4 9	d 56	d 6 3	d 70	d7 7	d 8 4	d 91
1	0	0 .0	5 .0	2 0	3 5.0	31 .7	30.6	29.2	26.7	25.8	2 6.7	25.8	26.7	25.8	0 .0	5 .0	19.7	37.5	31.3	28.0	27.5	26.3	25.8	26.3	25.8	26.3	25.8
2	0	0 .0	5 .0	1 8	4 0.8	33.3	26.7	27.5	26.7	25.8	2 6.7	25.8	26.7	25.8													
3	0	0 .0	5 .0	1 8	3 6.8	30.0	28.2	26.7	26.7	26.7	2 6.7	26.7	26.7	26.7													
4	0	0 .0	5 .0	2 3	3 8.3	30.0	26.7	26.7	25.0	25.0	2 5.0	25.0	25.0	25.0													
1	1	0 .0	5 .0	1 5	1 8.3	16.7	11.6	10.8	10.0	9.2	1 0.0	9.2	10.0	9.2	0 .0	5 .0	11.9	16.7	12.5	10.1	9.4	9.0	8.8	9.0	8.8	9.0	8.8
2	1	0 .0	5 .0	1 0	1 3.3	10.0	8.9	7.5	8.3	8.3	8 .3	8.3	8.3	8.3													
3	1	0 .0	5 .0	1 8	1 6.8	10.0	8.9	9.2	8.3	8.3	8 .3	8.3	8.3	8.3													





Análisis de varianza (ANVA,  $\alpha = 0,05$ ) del porcentaje de infestación por Diabrotica sp. a los 28 dds.

<b>F.V.</b>	<b>G L</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>p-valor</b>	<b>Sig.</b>
Tratamiento	4	3759,9 1	939,98	353,09	<0,0001	*
Bloque	3	4,85	1,62	0,61	0,6230	
Error	12	31,95	2,66			
Total	19	0,13				

Cv= 13,14

Número de adultos de Diabrotica sp. por hoja

Bl oq	Tr at	N° de adultos por hoja													Media de N° de adultos por hoja												
		d 7	d1 4	d2 1	d2 8	d3 5	d 42	d 4 9	d5 6	d 6 3	d 7 0	d7 7	d 8 4	d 9 1	d 7	d1 4	d 21	d2 8	d 35	d 42	d4 9	d 56	d6 3	d7 0	d7 7	d8 4	d9 1
1	0	0. 0	0. 4	1. 7	3. 2	2. 7	1 .8	1 .7	1 .5	1 .5	1 .6	1. 5	1. 5	0. 00	0. 32	1. 54	3. 02	2. 65	1. 75	1. 61	1. 46	1. 42	1. 60	1.4 6	1. 48	1. 42	
2	0	0. 0	0. 2	1. 3	2. 7	2. 5	1 .7	1 .5	1 .4	1 .4	1 .5	1. 4	1. 3														
3	0	0. 0	0. 4	1. 6	3. 2	2. 6	1 .8	1 .7	1 .5	1 .3	1 .6	1. 5	1. 6														
4	0	0. 0	0. 3	1. 7	3. 1	2. 8	1 .8	1 .6	1 .4	1 .4	1 .8	1. 4	1. 5														
1	1	0. 0	0. 3	1. 1	1. 8	1. 6	1 .3	0 .9	0 .8	0 .8	0 .8	0. 8	0 .6	0. 5	0. 00	0. 33	1. 04	1. 92	1. 48	1. 27	1. 00	0. 98	0. 69	0. 73	0.7 3	0. 60	0. 44
2	1	0. 0	0. 3	1. 0	2. 0	1. 6	1 .6	1 .0	1 .0	0 .8	0 .8	0. 8	0 .7														
3	1	0. 0	0. 3	1. 1	2. 1	1. 4	1 .1	1 .0	1 .3	0 .7	0 .7	0. 7	0 .6														



1	4	0. 0	0. 3	0. 1	0. 1	0. 0	0 .3	0 .0	0 .1	0 .0	0 .0	0. 0	0 .0	0. 0	0. 00	0. 25	0. 08	0. 08	0. 00	0. 12	0. 00	0. 04	0. 00	0. 00	0.0 0	0. 00	0. 00
2	4	0. 0	0. 3	0. 1	0. 1	0. 0	0 .1	0 .0	0 .1	0 .0	0 .0	0. 0	0 .0	0. 0													
3	4	0. 0	0. 2	0. 1	0. 1	0. 0	0 .1	0 .0	0 .0	0 .0	0 .0	0. 0	0 .0	0. 0													
4	4	0. 0	0. 3	0. 1	0. 1	0. 0	0 .1	0 .0	0 .0	0 .0	0 .0	0. 0	0 .0	0. 0													

*Análisis de varianza (ANVA,  $\alpha = 0,05$ ) del número de adultos de Diabrotica sp. a los 14 dds.*

<b>F.V.</b>	<b>GL</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>p-valor</b>	<b>Sig.</b>
Tratamiento	4	0,02	0,0046	0,56	0,6958	n.s.
Bloque	3	0,02	0,01	0,62	0,6164	
Error	12	0,10	0,01			
Total	19	0,13				

Cv = 30,46







*Rendimiento de frijol Blanco Larán, con aplicaciones de Fitonim, en condiciones de Oxapampa.*

<b>Bl oq</b>	<b>Tr at</b>	<b>Kg/parc</b>	<b>Rdto/ha</b>	<b>Peso promed io Kg/parc</b>	<b>Peso promed io Rdto/h a</b>
1	0	0.36	1263.9	0. 35	1229.3
2	0	0.36	1263.9		
3	0	0.34	1173.6		
4	0	0.35	1215.8		
1	1	0.41	1409.7	0. 42	1433.2
2	1	0.42	1458.3		
3	1	0.44	1510.4		
4	1	0.39	1354.2		
1	2	0.48	1666.7	0. 48	1652.8
2	2	0.46	1611.1		
3	2	0.48	1666.7		
4	2	0.48	1666.7		
1	3	0.5	1722.2	0. 51	1763.9
2	3	0.51	1777.8		
3	3	0.5	1722.2		
4	3	0.53	1833.3		
1	4	0.56	1944.4	0. 58	1989.6
2	4	0.59	2055.6		
3	4	0.53	1822.9		
4	4	0.62	2135.4		

*Análisis de varianza (ANVA,  $\alpha = 0,05$ ) del rendimiento de frijol Blanco Larán en condiciones de Oxapampa.*

F.V.	GL	SC	CM	F	p-valor	Sig.
Tratamiento	4	0,12	0,03	56,50	< 0,0001	*
Bloque	3	0,00073	0,00025	0,47	0,7080	
Error	12	0,01	0,00052			
Total	19	0,12				

Cv = 4,9

*Desmalezado del campo a través del macheteo*



*Limpieza del campo para el arado*



*Germinación y aparición de las primeras hojas trifoliadas*



*Campo limpio, luego del control de malezas*



*Aplicaciones de aceite de Neem según tratamientos*



*Vainas en proceso de maduración*



*Secado de vainas para su evaluación en granos*



*Granos de frijol luego del trillado*

