

**UNIVERSIDAD NACIONAL HERMILIO VALDIZÁN**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGRONÓMICA**  
**CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGRONÓMICA**



---

**CAPSAICINA EN EL CONTROL DE *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) EN EL CULTIVO DE MAÍZ CHOCLERO (*Zea mays* L.)  
BAJO CONDICIONES EDAFOCLIMÁTICAS DE  
HUACRACHUCO-2022**

---

**LINEA DE INVESTIGACIÓN: AGRICULTURA, BIOTECNOLOGÍA  
AGRÍCOLA**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL  
DE INGENIERO AGRÓNOMO**

**TESISTA:**

**HERRERA MARCHINO, HECAR**

**ASESORA:**

**Dra. VALVERDE RODRIGUEZ, AGUSTINA**

**HUÁNUCO – PERÚ**

**2023**

## DEDICATORIA

### **A mis padres:**

Justo Herrera Aguirre  
Sandalia Marchino Asencios

### **A mi esposa y mis hijos:**

Milge Santisteban Morí  
Harleen Patrick Herrera Santisteban  
Santiago Hecar Herrera Santisteban

### **A mis hermanos:**

Melicia A. Herrera Marchino  
Aníbal D. Herrera Marchino  
Julia Herrera Asencios  
Gilber Herrera Marchino  
Abias Herrera Marchino  
Héctor Herrera Marchino  
Paola Herrera Marchino

Es un honor para mí dedicarles con cariño hacia ustedes, quienes siempre confiaron y mostraron su apoyo incondicional hacia mi persona que Dios les bendiga.

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco a Dios en primer lugar, quien estuvo en todo momento en mi camino guiándome y ayudándome a superar los obstáculos, enseñándome a ser perseverantes para poder alcanzar mis objetivos.

A la casa Universitaria “Hermilio Valdizan” de Huánuco por abrirme las puertas para ser mejor persona y un buen profesional.

A la Dra. Agustina Valverde Rodríguez, por asesorarme durante el desarrollo de la tesis.

A todos mis familiares y amigos que me apoyaron durante todo el desarrollo de la tesis.

## RESUMEN

La investigación tuvo como objetivo principal evaluar la eficacia de la capsaicina en el control de *Spodoptera frugiperda* en maíz choclero (*Zea mays* L.) en las condiciones edafoclimáticas de Huacrachuco. La metodología investigativa se basó en el enfoque cuantitativo, tipo aplicada, con un diseño experimental (DBCA), de cuatro bloques y seis tratamientos integrados por la aplicación de Bioxter en las dosis de 6,70; 10,05; 13,40 y 16,75 mililitros por litro de agua; el extracto de rocoto con dosis de 50 g de fruto/ litro de agua, más un testigo absoluto; las aplicaciones se realizaron a los 80, 90, 100, 110 y 120 días después de la siembra; el análisis estadístico de los resultados se realizó con la prueba paramétrica Análisis de Varianza y la comparación de los promedios registrados por los tratamientos mediante la prueba de significación de Duncan, con un nivel de 5% de significancia. Los resultados muestran que la aplicación de Bioxter (16,75 ml/L de agua), obtiene los mejores resultados; para la densidad poblacional de larvas por planta de 3,12 (pre aplicación) redujo a 0,13 larvas por planta posterior a la quinta aplicación; de una infestación de plantas por larvas de *Spodoptera frugiperda* de 61,12% (pre aplicación) redujo a 2,78% posterior a la quinta aplicación; logrando una eficacia de control de larvas de 96,69%; también obtiene mazorcas de 16,77 cm de longitud con un peso de 385,13 gramos y un rendimiento de 17,12 t/ha; dichos resultados difieren estadísticamente del tratamiento testigo. Se concluye que la aplicación de la capsaicina tiene un efecto significativo en el control de *Spodoptera frugiperda* en maíz choclero (*Zea mays* L.) en las condiciones edafoclimáticas de Huacrachuco.

**Palabras claves:** Larva, eficacia, infestación, rendimiento

## ABSTRACT

The main objective of the research was to evaluate the efficacy of capsaicin in the control of *Spodoptera frugiperda* in choclero corn (*Zea mays* L.) in the edaphoclimatic conditions of Huacrachuco. The research methodology was based on the quantitative approach, applied type, with an experimental design (DBCA), with four blocks and six treatments composed of the application of Bioxter in doses of 6.70, 10.05, 13.40 and 16.75 milliliters per liter of water; the rocoto extract with a dose of 50 g of fruit per liter of water, plus an absolute control; applications were made 80, 90, 100, 110 and 120 days after sowing; the statistical analysis of the results was carried out with the parametric test Analysis of Variance and the comparison of the averages recorded by the treatments using Duncan's significance test, with a 5% level of significance. The results show that the application of Bioxter (16.75 ml/L of water), obtained the best results; for the population density of larvae per plant of 3.12 (pre-application); reduced to 0.13 larvae per plant after the fifth application; from an infestation of plants by larvae of *Spodoptera frugiperda* of 61.12% (pre-application) reduced to 2.78% after the fifth application; achieving a larvae control efficiency of 96.69%; it also obtained cobs of 16.77 cm in length with a weight of 385.13 grams and a yield of 17.12 t/ha; these results differed statistically from the control treatment. It is concluded that the application of capsaicin has a significant effect on the control of *Spodoptera frugiperda* in choclero corn (*Zea mays* L.) in the edaphoclimatic conditions of Huacrachuco.

**Key words:** Larva, efficacy, infestation, yield.

## INDICE

<b>DEDICATORIA .....</b>	<b>ii</b>
<b>AGRADECIMIENTO .....</b>	<b>iii</b>
<b>RESUMEN.....</b>	<b>iv</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>v</b>
<b>INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>viii</b>
<b>CAPÍTULO I. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....</b>	<b>10</b>
1.1 Fundamentación del problema de investigación .....	10
1.2 Formulación del problema de investigación general y específicos.....	11
1.2.1 Problema general .....	11
1.2.2 Problemas específicos .....	11
1.3 Formulación de objetivos generales y específicos .....	12
1.3.1 Objetivo general .....	12
1.3.2 Objetivos específicos.....	12
1.4 Justificación.....	12
1.5 Limitaciones.....	13
1.6 Formulación de hipótesis generales y específicas.....	14
1.6.1 Hipótesis general .....	14
1.6.2 Hipótesis específicas .....	14
1.7 Variables .....	14
1.8 Definición teórica y operacionalización de las variables .....	15
<b>CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO .....</b>	<b>17</b>
2.1 Antecedentes .....	17
2.2 Bases teóricas .....	18
2.2.1 La capsaicina .....	18
2.2.2 El gusano cogollero <i>Spodoptera frugiperda</i> .....	22
2.2.3 Control del gusano cogollero <i>Spodoptera frugiperda</i> .....	24
2.2.4 Condiciones edafoclimáticas .....	28
2.3 Bases conceptuales.....	30
2.4 Bases epistemológicas y/o filosóficas .....	31
<b>CAPÍTULO III. METODOLOGÍA .....</b>	<b>32</b>
3.1 Ámbito.....	32
3.1.1 Ubicación.....	32

3.1.2 Característica agroecológica de la zona .....	32
3.2 Población.....	33
3.3 Muestra.....	33
3.4 Nivel y tipo de estudio .....	34
3.4.1 Nivel de estudio.....	34
3.4.2 Tipo de estudio .....	34
3.5 Diseño de investigación .....	35
3.6 Métodos, técnicas e instrumentos .....	37
3.6.1 Métodos .....	37
3.6.2 Técnicas.....	37
3.6.3 Instrumentos .....	38
3.7 Procedimiento .....	38
3.7.1 Conducción de la investigación.....	38
3.7.2 Registro de datos .....	40
3.8 Plan de tabulación y análisis de datos estadísticos.....	41
3.9 Consideraciones éticas .....	42
<b>CAPÍTULO IV. RESULTADOS .....</b>	<b>43</b>
4.1 Capsaicina en la densidad poblacional de larvas de <i>Spodoptera frugiperda</i> .....	43
4.2 Capsaicina en el porcentaje de plantas infestadas por <i>Spodoptera frugiperda</i> ....	47
4.3 Eficacia de la capsaicina en el control de larvas de <i>Spodoptera frugiperda</i> ... 524.4	
Efecto de la capsaicina en el rendimiento de maíz choclero.....	56
<b>CAPÍTULO V. DISCUSIÓN.....</b>	<b>59</b>
5.1 Capsaicina en la densidad poblacional de larvas de <i>Spodoptera frugiperda</i> .....	59
5.2 Capsaicina en el porcentaje de plantas infestadas por <i>Spodoptera frugiperda</i> ....	60
5.3 Eficacia de la capsaicina en el control de larvas de <i>Spodoptera frugiperda</i> .....	60
5.4 Efecto de la capsaicina en el rendimiento de maíz choclero.....	61
<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>63</b>
<b>RECOMENDACIONES.....</b>	<b>64</b>
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>65</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>71</b>

## INTRODUCCIÓN

El maíz choclero (*Zea mays* L.) es un cultivo fundamental para la seguridad alimentaria y económica del país, de la región Huánuco y de la provincia de Marañón. Sin embargo, la presencia de la *Spodoptera frugiperda*, conocida como gusano cogollero, representa un desafío significativo para los agricultores de la zona. Esta plaga puede ocasionar daños importantes en los cultivos de maíz choclero, reduciendo la calidad y cantidad de la producción (Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego [MIDAGRI], 2020). En este contexto, es de suma importancia encontrar formas de controlar las plagas de manera efectiva y sostenible. La capsaicina, un compuesto natural que se encuentra en los ajíes, ha demostrado propiedades insecticidas y puede ser una alternativa prometedora para el manejo de *Spodoptera* (Allen y Thomas, 2021).

Sin embargo, faltan datos específicos sobre su eficacia en el Perú (Guevara, 2020) y mucho menos en las condiciones edafoclimáticas de Huacrachuco. Por lo tanto, el objetivo de esta investigación es evaluar el efecto de la capsaicina en el control de la *Spodoptera frugiperda* en el maíz choclero, específicamente en las condiciones edafoclimáticas de Huacrachuco. Se busca determinar si la capsaicina puede ser una herramienta viable y efectiva en el manejo integrado de plagas en este cultivo; el contenido de la investigación se estructura en cinco capítulos los mismos que se describen a continuación:

Capítulo I: Problema de investigación; donde se plantea y fundamenta el problema de investigación desde el ámbito internacional, nacional y local, la formulación del problema, los objetivos de la investigación, se presenta la justificación y limitaciones, el planteamiento de las hipótesis y la operacionalización de las variables.

Capítulo II: Marco teórico; contiene los antecedentes referentes a las variables investigadas, las bases teóricas, el marco conceptual y las bases epistemológicas que sustentan y orientan el problema de investigación, en referencia a las variables de estudio que son la capsaicina y el control de la *Spodoptera frugiperda*.

Capítulo III: Marco metodológico; constituido por la ubicación, la población y muestra de estudio, como también el nivel, el tipo de estudio y las técnicas e

instrumentos empleados el desarrollo de la investigación y el procesamiento estadístico para el análisis de los resultados obtenidos.

Capítulo IV: Resultados; en este capítulo se presenta, describe y analiza los datos obtenidos en el desarrollo de la investigación, mediante el análisis de varianza y la prueba de Tukey, según los objetivos e hipótesis propuestos.

Capítulo V: Discusión; en este capítulo se presenta, la confrontación con los resultados encontrados en otras investigaciones similares y su sustento teórico. También, se presentan las conclusiones y recomendaciones; donde se muestra la conclusión de la investigación para cada objetivo propuesto y las sugerencias a fin de mejorar la situación problemática. Finalmente, como en todo trabajo de investigación se presenta la referencia bibliográfica y los anexos.

## CAPÍTULO I. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

### 1.1 Fundamentación del problema de investigación

El crecimiento de la producción en las distintas regiones se ve limitado por la presencia de plagas y enfermedades. Siendo la de mayor interés el ataque de la especie *Spodoptera frugiperda*, una plaga polífaga de importancia económica en muchos países, que causa importantes daños a las plantas de maíz en la fase vegetativa; la intensa infestación de larvas puede provocar pérdidas considerables en la producción de este cultivo, como se registró en África, al sur del Sahara pérdidas entre 20 y 50% (Wang et al., 2020).

La producción de maíz en el Perú, se ve gravemente afectada por diversas plagas, entre ellas *Spodoptera frugiperda*, conocida como el gusano del cogollo. Esta plaga es una de las mayores amenazas para los cultivos de gramíneas y puede causar daños económicos superiores al 60% en las regiones tropicales y subtropicales. También es una de las principales causas de importantes pérdidas de rendimiento durante el periodo vegetativo, debido a su capacidad para adaptarse a diferentes condiciones geográficas (Guevara, 2020).

En Perú, el uso excesivo y abusivo de insecticidas químicos ha hecho que el control del gusano cogollero sea una tarea difícil y costosa, no sólo por su impacto directo en el medio ambiente y la salud humana, sino también porque promueve la resistencia a esta plaga y hace que el control sea cada vez más caro (Choque et al., 2021). En la búsqueda de alternativas respetuosas con el medio ambiente que puedan controlar las plagas de los cultivos, los insecticidas de origen vegetal pueden considerarse una alternativa. Como por ejemplo el extracto de chile (*Capsicum annum*) que tiene una efectividad significativa en el control de larvas de *Spodoptera* (Allen y Thomas, 2021).

Los habitantes de la localidad de Huacrachuco en su mayoría cultivan el maíz, pero no están libre a los ataques de plagas, que reducen considerablemente el rendimiento y la calidad. Entre las plagas más importantes se tiene a la *Spodoptera frugiperda*, que provoca una sensibilización precoz del maíz e inhibe el desarrollo de la planta y la producción de la mazorca (MIDAGRI, 2020). El desconocimiento de

este factor y del comportamiento del maíz conduce a una mala gestión de las plagas, a un uso incorrecto e incluso a una sobredosificación de productos químicos, lo que provoca desequilibrios ecológicos. Dentro de este panorama, surge la necesidad de explorar alternativas más sostenibles y efectivas para el control de *Spodoptera frugiperda*.

Los bioinsecticidas han demostrado su eficacia en el control de plagas, al tiempo que minimizan el impacto ambiental, no dejan residuos tóxicos en los alimentos y no presentan riesgos carcinogénicos ni efectos adversos en la salud humana (Figueroa et al., 2019). La capsaicina, un compuesto natural presente en los chiles picantes, ha mostrado propiedades insecticidas y repelentes en estudios previos. Su aplicación en la protección de cultivos podría ofrecer un enfoque novedoso y menos perjudicial para el ambiente y la salud humana en comparación con los pesticidas químicos convencionales (Chango, 2018).

## **1.2 Formulación del problema de investigación general y específicos**

### **1.2.1 Problema general**

¿Cuál será el efecto de la capsaicina en el control de *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) en el cultivo de maíz choclero (*Zea mays* L.) bajo condiciones edafoclimáticas de Huacrachuco, 2022?

### **1.2.2 Problemas específicos**

- a) ¿Cuál será el efecto de la capsaicina en la densidad poblacional de larvas de *Spodoptera frugiperda* en el cultivo de maíz choclero?
- b) ¿Cuál será el efecto de la capsaicina en el porcentaje de plantas infestadas por larvas de *Spodoptera frugiperda* en el cultivo de maíz choclero?
- c) ¿Cuál será la eficacia de la capsaicina en el control de larvas de *Spodoptera frugiperda* en el cultivo de maíz choclero?
- d) ¿Cuál será el efecto de la capsaicina en el rendimiento del cultivo de maíz choclero?

### **1.3 Formulación de objetivos generales y específicos**

#### **1.3.1 Objetivo general**

Evaluar el efecto de la capsaicina en el control de *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) en el cultivo de maíz choclero (*Zea mays* L.) bajo condiciones edafoclimáticas de Huacrachuco, 2022.

#### **1.3.2 Objetivos específicos**

- a) Determinar el efecto de la capsaicina en la densidad poblacional de larvas de *Spodoptera frugiperda* en el cultivo de maíz choclero.
- b) Determinar el efecto de la capsaicina en el porcentaje de plantas infestadas por larvas de *Spodoptera frugiperda* en el cultivo de maíz choclero.
- c) Determinar la eficacia de la capsaicina en el control de larvas de *Spodoptera frugiperda* en el cultivo de maíz choclero.
- d) Determinar el efecto de la capsaicina en el rendimiento del cultivo de maíz choclero.

### **1.4 Justificación**

Desde el punto de vista teórico; la investigación sobre el efecto de la capsaicina en el control de *Spodoptera frugiperda* en el maíz choclero en las condiciones edafoclimáticas de Huacrachuco es importante. Aunque la capsaicina se ha estudiado en el pasado por su potencial como insecticida, aún existe una falta de conocimiento específico sobre su eficacia en el control de esta plaga en condiciones particulares (Programa Manejo de Resistencia de Insectos [MRI], 2019). Al aportar datos pertinentes sobre el uso de la capsaicina como posible estrategia de control en la gestión integrada de plagas, esta investigación aumentará los conocimientos científicos en el campo de la protección de cultivos.

También se justifica en lo económico; toda vez que la *Spodoptera frugiperda* es una plaga que causa importantes daños al maíz choclero y pérdidas económicas para los agricultores de Huacrachuco y de la región en general. El uso de métodos de control eficaces y económicamente viables es esencial para proteger la producción y los

ingresos de los agricultores. Si la capsaicina resulta eficaz para controlar esta plaga, podría ofrecer a los agricultores una alternativa rentable y sostenible a los métodos tradicionales de control de plagas.

La producción de maíz es de gran importancia social en Huacrachuco, ya que es un cultivo básico en su dieta y juega un papel importante para garantizar la seguridad alimentaria. La producción de maíz en Huánuco registra un promedio de 148,926 toneladas. Siendo la provincia de Marañón una de las principales productoras (MIDAGRI, 2020). Si no se controla, el daño infligido por *Spodoptera frugiperda* puede tener efectos perjudiciales en el rendimiento de los cultivos y los medios de subsistencia de los agricultores de la zona. Este proyecto de investigación tiene como objetivo salvaguardar los cultivos, garantizar la disponibilidad de maíz de alta calidad y beneficiar directamente a la población local, en última instancia, promover la seguridad alimentaria.

La investigación también se fundamenta en una sólida justificación práctica, ya que surge de la imperiosa necesidad de mejorar el control de *Spodoptera frugiperda* en el cultivo de maíz en el distrito de Huacrachuco. En este sentido, se propone la utilización de la capsaicina como una alternativa prometedora, con el objetivo de beneficiar directamente a los agricultores locales y al mismo tiempo, contribuir al avance del conocimiento científico en el campo del manejo integrado de plagas, con el propósito final de fortalecer la seguridad alimentaria en la región.

Finalmente tiene una justificación ambiental; al explorar el uso de este compuesto natural, se espera contribuir a la sustentabilidad agrícola, reducir el uso de insecticidas químicos, promover el manejo integrado de plagas y mitigar los impactos negativos en el medio ambiente y la salud humana. Los resultados de esta investigación ofrecen una alternativa más sostenible y ecoamigable para el control de plagas en la agricultura, protegiendo así los recursos naturales y la biodiversidad de la región.

## **1.5 Limitaciones**

En la ejecución de la indagación, se tuvo como limitación la no existencia de una estación meteorológica en el distrito de Huacrachuco, lo que desfavoreció llevar

un registro adecuado de las condiciones climáticas, durante los meses del periodo vegetativo del cultivo de maíz.

## **1.6 Formulación de hipótesis generales y específicas**

### **1.6.1 Hipótesis general**

La capsaicina tiene un efecto significativo en el control de *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) en el cultivo de maíz choclero (*Zea mays* L.) bajo condiciones edafoclimáticas de Huacrachuco, 2022.

### **1.6.2 Hipótesis específicas**

- a) La capsaicina tiene un efecto significativo en la densidad poblacional de larvas de *Spodoptera frugiperda* en el cultivo de maíz choclero.
- b) La capsaicina tiene un efecto significativo en el porcentaje de plantas infestadas por larvas de *Spodoptera frugiperda* en el cultivo de maíz choclero.
- c) La capsaicina tiene una eficacia significativa en el control de larvas de *Spodoptera frugiperda* en el cultivo de maíz choclero.
- d) La capsaicina tiene un efecto significativo en el rendimiento del cultivo de maíz choclero.

## **1.7 Variables**

### **Variable independiente:**

- ✓ Capsaicina

### **Variable dependiente:**

- ✓ Control de *Spodoptera frugiperda*

### **Variable interviniente:**

- ✓ Condiciones edafoclimáticas de Huacrachuco

## 1.8 Definición teórica y operacionalización de las variables

### **Variable independiente: Capsaicina**

La capsaicina es un compuesto químico que se encuentra en los pimientos picantes y chiles, y que se ha explorado en algunos casos como una posible alternativa de origen natural para su uso como insecticida. Se ha observado que la capsaicina puede actuar como un repelente natural para ciertos insectos, evitando que se acerquen a las plantas o áreas tratadas con este compuesto. Además, en concentraciones suficientemente altas, la capsaicina también puede tener efectos tóxicos sobre algunos insectos, interfiriendo con su sistema nervioso o causando daño en su exoesqueleto (Allen y Thomas, 2021).

### **Variable dependiente: Control de *Spodoptera frugiperda***

Son los procedimientos y métodos utilizados para reducir la población de esta plaga y reducir el daño que causa a los cultivos. La especie lepidóptero *Spodoptera frugiperda*, también conocida como "gusano cogollero", ataca principalmente los cultivos de maíz (Neira y Pérez, 2020).

### **Variable interviniente: Condiciones edafoclimáticas**

Al respecto, Soto-Aguilar (2014) menciona que las condiciones edafoclimáticas representan a la media de las condiciones micro meteorológicas del suelo y el clima que presentan en un lugar específico durante un periodo de tiempo en el ámbito de los 100 metros iniciales de la atmósfera.

**Tabla 1***Matriz de operacionalización de variables*

<b>Variab</b> les	<b>Dimensiones</b>	<b>Indicadores</b>
<b>V. Independiente:</b> Capsaicina	Capsaicina	1. Bioxter (6,70 ml/litro de agua)
		2. Bioxter (10,05 ml/litro de agua)
		3. Bioxter (13,40 ml/litro de agua)
		4. Bioxter (16,75 ml/litro de agua)
		5. Extracto de rocoto (50 g de fruto/ L).
<b>V. Dependiente:</b> Control de <i>Spodoptera</i> <i>frugiperda</i>	Densidad poblacional	- Larvas vivas por planta
	Plantas infestadas	- % de plantas infestadas
	Eficacia	- % de control de larvas en relación al testigo
	Rendimiento	- Longitud de mazorca - Peso de mazorca.
<b>V. Interviniente:</b> Condiciones Edafoclimáticas	Clima	-Precipitación pluvial. -Humedad relativa -Temperatura.
	Suelo	-Características físicas. -Características químicas.

## CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

### 2.1 Antecedentes

Guevara (2020) en su trabajo de investigación desarrollado con el propósito de evaluar el control de cogollero (*Spodoptera frugiperda*) en el cultivo de maíz, con aplicación de *Bacillus thuringiensis*, Baculovirus y extracto de rocoto en Apurímac; empleando una metodología de enfoque cuantitativo, de tipo aplicado de nivel experimental con diseño de Bloques Completamente al Azar (DBCA); los resultados mostraron que el mejor tratamiento después de los 40 días de la siembra, con la tercera aplicación el *B. thuringiensis* con una eficacia del 100% seguida por Baculovirus con 74,02 % y el extracto de rocoto 55,78% respectivamente, respecto a los rendimientos el tratamiento con la aplicación de *Bacillus thuringiensis* obtuvo 15062,50 kg/ha y el extracto de rocoto con 13520,00 Kg/ha finalmente el Testigo con 9775,00 kg/ha; concluyó que la aplicación de los productos biológicos tuvo un efecto significativo en el control de cogollero.

Allen y Thomas (2021) llevaron a cabo una investigación para evaluar la efectividad de diferentes concentraciones de extractos de chile (*Capsicum annum*) en el control de larvas de *Spodoptera exigua*. Su objetivo principal era determinar la eficacia, repelencia y concentración letal media de cuatro concentraciones (200, 400, 600, 800 g/L) en condiciones de laboratorio. Utilizaron un modelo lineal y realizaron pruebas de Akaike y la fórmula de Abbott para analizar los datos obtenidos. Los resultados revelaron que el extracto de neem mostró la mayor capacidad de repeler a las larvas de *Spodoptera exigua*, con un valor del 59%. Por otro lado, el extracto de chile demostró la eficacia más alta con un valor del 70%. En general, el eucalipto se situó en un punto intermedio en la mayoría de las pruebas realizadas. La concentración letal media (CL50) para el chile fue de 177 g/L, mientras que para el eucalipto y el neem fue de 268 g/L.

Ticona (2021) llevó a cabo una investigación con el propósito de evaluar los efectos de un bio-pesticida de preparación casera en el control del gusano cogollero que afecta al cultivo de maíz. El estudio utilizó una metodología cuantitativa con un enfoque aplicado de nivel explicativo, empleando un diseño experimental de Bloques Completamente al Azar (DBCA). Los resultados revelaron que el tratamiento IV, que

consistió en la aplicación de 75 cc del bio-pesticida, mostró una mazorca dañada de un total de 66 mazorcas evaluadas, mientras que el tratamiento I presentó 60 mazorcas afectadas de un total de 62 mazorcas. En cuanto al porcentaje de incidencia, el tratamiento IV exhibió una incidencia del 3,6 %, mientras que los tratamientos II y I tuvieron un porcentaje de incidencia de 35,7 % y 92,8 %, respectivamente. A partir de estos resultados, se llegó a la conclusión de que la aplicación del bio-pesticida tiene un efecto significativo en el control del gusano cogollero y en el rendimiento del cultivo de maíz.

Claros (2016) realizó un estudio enfocado en el uso de bioinsecticidas a base de capsaicinoides y glucosinolatos para controlar los insectos plaga en las plantas de *Spartium*. En los bioensayos de toxicidad, se encontró que las concentraciones de capsaicinoides del 5% y glucosinolatos del 50%, así como la combinación de ambos, lograron una mortalidad del *Aphis cytisorum* superior al 60%. Estos resultados indican que los bioinsecticidas fueron efectivos en el control de esta plaga. Además, en las pruebas realizadas en campo, se observó que los bioinsecticidas tuvieron un impacto favorable en el control de *A. cytisorum*, logrando una mortalidad del 90%. El glucosinolato demostró ser el compuesto más agresivo, alcanzando una mortalidad del 99,06%. Le siguió el capsaicinoide con una mortalidad del 98,84%, y la combinación de ambos compuestos alcanzó una mortalidad del 93,60%. Estos resultados demuestran la eficacia de los bioinsecticidas en el control de *A. cytisorum* en condiciones de campo.

## **2.2 Bases teóricas**

### **2.2.1 La capsaicina**

#### **2.2.1.1 Composición**

La capsaicina es un compuesto químico que se encuentra en los frutos de las plantas del género *Capsicum*, incluidas variedades como las guindillas, los chiles y los pimientos picantes. La capsaicina es la responsable del sabor picante de estos frutos. Como lo mencionan Reyes-Escogido et al. (2011), el principal compuesto del ají es la capsaicina, que está presente de una forma natural en el fruto, pero en cantidades variables. Por lo tanto, el rango de peso de la capsaicina en los ajíes suele oscilar entre

el 0,1 y el 1%. A temperatura normal, la capsaicina, es un alcaloide con la fórmula química  $C_{18}H_{27}O_3N$ , es sólida.

Asimismo, Cedrón (2013) refiere que el químico llamado capsaicina, que le da al ají su picor, es producido por todas las especies del género *Capsicum*. Las frutas contienen capsaicina de forma natural, aunque se puede encontrar en cantidades variables. Como resultado, normalmente contiene de 0 a 1% en peso de capsaicina. Esa cantidad aparentemente insignificante de capsaicina es en realidad suficiente para causar la típica reacción del picor. Hay que tener en cuenta que la Capsaicina no está distribuida uniformemente por todo el fruto; suele concentrarse en el pericarpio, que rodea las semillas, y en las propias semillas.

### **2.2.1.2 Uso en la agricultura**

La capsaicina se ha utilizado como repelente para controlar plagas agrícolas y ganaderas. Su capacidad para repeler aves y mamíferos, como aves depredadoras que pueden dañar los cultivos o animales salvajes que se acercan a las áreas de pastoreo, ha sido objeto de varios estudios. Según la investigación, la capsaicina tiene efectos letales (toxicidad) y antialimentarios en varios insectos. Esto es otro motivo por el cual la agricultura orgánica está adoptando bioplaguicidas (Instituto para la Innovación Tecnológica en la Agricultura [INTAGRI], 2018).

La capsaicina es ampliamente conocida por su uso en la gastronomía y la medicina, pero también se ha utilizado en la agricultura desde la antigüedad, la capsaicina se ha utilizado sobre todo para ahuyentar o disminuir poblaciones de insectos (Sinha et al., 2011). Para la capsaicina, las investigaciones literarias han demostrado que puede matar una gran variedad de invertebrados, lo que viene a ser otra de las razones por la que la producción de bioplaguicidas es cada vez más común en la ecológica. La capsaicina repele y mata plagas de cultivos como ácaros, moscas blancas y orugas (Zelaya-Molina et al., 2022).

La capsaicina puede ayudar a las plantas a crecer, también ha demostrado proteger las plantas del estrés abiótico, como la sequía y el frío. En general, aunque la investigación sobre el uso de la capsaicina en la agricultura es escasa, algunos estudios sugieren que esta sustancia puede ayudar a controlar las plagas, aumentar el

crecimiento de las plantas y protegerlas contra el estrés abiótico (Hernández-Terrón et al., 2021). Para repeler a los insectos y ácaros de los cultivos y plantas ornamentales, se debe rociar productos comerciales y extractos caseros del ají o pimiento (Claros, 2016).

### **2.2.1.3 Bioxter (capsaicina)**

Bioxter es un insecticida agrícola de origen natural que actúa de manera abrasiva sobre el exoesqueleto de los insectos, provocando su muerte por contacto. Además, debido a su alta pungencia, tiene un efecto repelente. Este producto concentrado se deriva de los frutos de *Capsicum annum*, específicamente de Chiles Secos extra picantes. Es importante destacar que Bioxter es completamente natural, sin la presencia de productos químicos que alteren su composición. Su ingrediente activo es la Capsaicina, presente en forma de oleoresina concentrada, con una pungencia estandarizada de 500,000 grados scoville (scv). El producto Bioxter ha sido registrado ante SENASA bajo el Registro PBUA No. 150 y cuenta con la certificación para su uso en agricultura orgánica otorgada por Control Unión del Perú (SEAGRO, 2020).

Actúa como fumigante por contacto para las larvas de primer y segundo estadio y por inhalación para los adultos. En varios ensayos de campo controló eficazmente insectos picadores y chupadores adultos, con tasas de mortalidad de adultos de hasta el 85%. Tiene un efecto ligeramente penetrante y una persistencia moderada en el tiempo (deben tenerse en cuenta las condiciones ambientales y de aplicación). La pulverización debe iniciarse en cuanto se detecten las primeras fases de desarrollo de la plaga. Para la pulverización de Bioxter se recomienda el uso de equipos de alta presión, como pulverizadores eléctricos o bombas de tractor. Los trabajadores deben protegerse los ojos, la piel y las mucosas para evitar molestias (Córdova, 2018).

La dosis utilizada depende de la presión inicial. En condiciones típicas de aplicación se han alcanzado dosis semanales de 350-500 ml por hectárea. Además, como Bioxter es un producto natural, se han observado efectos secundarios positivos evidentes debido al ácido húmico del producto; Bioxter es fácil de pulverizar con equipos de alta presión. Este insecticida natural tiene un fuerte efecto repelente y fumigante sobre una amplia gama de plagas, especialmente aguijones y chupadores.

Al ser un producto totalmente natural, no deja residuos, por lo que es especialmente adecuado para su uso en programas de Gestión Integrada de Plagas (GIP) en cultivos de exportación. Tampoco deja residuos en el suelo ni en las plantas (SEAGRO, 2020).

#### **2.2.1.4 Extracto de rocoto**

*Capsicum pubescens* nombre científico del rocoto, una planta que es originaria de Sudamérica lo cual es cultivada en todo el mundo por su fruta picante. Como otros pimientos, el rocoto tiene capsaicina, sin embargo, contiene también otros compuestos donde podrían tener propiedades fungicidas e insecticidas. El rocoto o pimiento, es un vegetal biocida que contiene la capsaicina y alcaloide, los cuales se encuentran principalmente en la pared divisoria del fruto (Briones, 1994).

Neira y Pérez (2020) mencionan que los capsaicinoides, son los compuestos que causan el picor o pungencia del rocoto, son los principales componentes de su composición química. La capsaicina, el capsaicoide más común del rocoto, es responsable de la mayor parte de su picante. El rocoto contiene una amplia gama de antioxidantes naturales, incluidos flavonoides, carotenoides, vitamina C y vitamina A, que ayudan a proteger las células del daño oxidativo y pueden tener beneficios para la salud. El rocoto puede contener vitamina C y vitamina A, así como vitamina B6, folato, potasio y magnesio.

Se ha demostrado que los extractos de ají con capsaicina repelen a las larvas de cogollero (*Spodoptera frugiperda*). Esto implica que las larvas no pueden alimentarse o poner huevos en las plantas tratadas con estos extractos (Apaza et al., 2011). El modo de acción de la capsaicina como repelente no está completamente comprendido, pero se cree que afecta los receptores de los insectos, causando una sensación de ardor y malestar, lo que lleva a que eviten el área tratada (Ramos, 2016).

Según Zelaya-Molina et al. (2022) el ají puede controlar una variedad de plagas, incluidos pulgones, ácaros, moscas blancas, moscas minadoras, larvas, gorgojos, gusanos y cogolleros. Además, mejora la salud del suelo y fortalece la resistencia de las plantas a las enfermedades virales. En un estudio sobre plantas con propiedades biocidas y repelentes, se recomienda macerar o triturar 500 gramos de ají seco, agregar 1 litro de agua y dejar reposar durante un día. Luego se filtra y se mezcla

con 20 litros de agua con una cucharadita de jabón (no detergente). Es crucial evitar el uso de soluciones demasiado concentradas, ya que podrían causar la combustión de los cultivos. La toxina producida por el ají funciona como repelente, inhibidor de la alimentación e incluso inhibidor de virus.

### **2.2.2 El gusano cogollero *Spodoptera frugiperda***

*Spodoptera frugiperda* se conoce como gusano cogollero, plaga polífaga que causa grandes pérdidas cuando no se atiende a tiempo. A nivel mundial, esta plaga es uno de los más destructivos económicamente, y se determina que su origen es de la parte occidental del mundo afectando a la planta desde el inicio del crecimiento del maíz, esta plaga se caracteriza por el aprovechamiento de las hojas y de los brotes tiernos (Neira y Pérez, 2020). La *Spodoptera frugiperda* pertenece al reino Animalia, al filo Arthropoda, a la clase Insecta, al orden Lepidoptera, a la familia Noctuidae y al género *Spodoptera* (Negrete y Morales, 2003).

#### **2.2.2.1 Ciclo de vida y características de *Spodoptera frugiperda***

De acuerdo con el Programa de Manejo de la Resistencia a los Insectos (MRI, 2019), la *Spodoptera frugiperda*, viene a ser una plaga ubicada principalmente en los trópicos del hemisferio este u occidental, al respecto su ciclo de vida depende del llamado temperatura ambiente, dependiendo de la zona y estación, la cual puede variar de 20 - 30 días en verano, pero se puede extender de 60 - 90 días en invierno. El huevo, la larva, la pupa y el adulto son las cuatro fases del ciclo de vida. Es durante la fase larval cuando causa daños significativos a las plantaciones. En ese momento, puede comer una amplia gama de plantas e incluso larvas de su propia especie.

Las larvas de *Spodoptera frugiperda*, presentan seis etapas de desarrollo, iniciando por las larvas recién nacidas, larvas de etapa uno a etapa seis. Así, el tamaño de la larva varía según la etapa, por ejemplo, la primera etapa es de unos 3 mm, la segunda etapa es de 5 - 7 mm, la tercera etapa es de 8 - 10 mm, la cuarta etapa es de 11 - 15 mm, la quinta etapa es de 15 - 20 mm y de la sexta etapa es de unos 20 mm a más. Estas larvas son voraces y se alimentan de las hojas de las plantas hospedantes. Pueden causar daños significativos a los cultivos al devorar grandes áreas de hojas, lo que afecta el crecimiento y desarrollo de las plantas (Neira y Pérez, 2020).

Asimismo, Negrete y Morales (2003) mencionan que las larvas de *Spodoptera frugiperda* tienen una apariencia característica que ayuda a identificarlas. Siendo sus principales características las siguientes: a) Tamaño y forma: Las larvas del cogollero tienen un tamaño medio a grande. Pueden tener una longitud de 2 a 4 centímetros. Su cuerpo es delgado, cilíndrico y ligeramente curvado. b) Color: Las larvas jóvenes tienen una cabeza negra y un color verde claro. Su color cambia a medida que crecen; pueden ser verdes, marrones, negros o con rayas longitudinales blancas, amarillas o rosadas. c) Patrones y marcas: La *Spodoptera frugiperda* puede presentar características físicas como líneas oscuras o bandas diagonales en los costados.

#### **2.2.2.2 Daños de *Spodoptera frugiperda***

*Spodoptera frugiperda* puede dañar los cultivos de maíz de diversas maneras. La voracidad de las larvas y la densidad de población del cultivo, ambas dependientes de la temperatura, determinarán en gran medida la intensidad del ataque. Las malas prácticas de gestión de los cultivos pueden favorecer fuentes de alimentación alternativas para las plagas. Aquellas larvas de *Spodoptera frugiperda* del maíz tienen la capacidad de comportarse como gusanos haciendo corte en la planta que recién está emergiendo. Se comporta como un gusano cortador durante los 3 primeros estadios, teniendo como alimento a la epidermis de las hojas del maíz. En sus estadios finales se convierte en gusano del cogollo, perforando las hojas de dicha planta. Vive en el interior del cogollo, y los excrementos de larvas son visibles como aserrín en las hojas y en el interior del cogollo (Comité Estatal de Sanidad Vegetal Guanajuato [CESAVEG], 2008).

La hembra oviposita en gran cantidad en diferentes momentos y puede ovipositar en promedio 1 000 huevos. Una vez emergidas, las larvas se dispersan a las plantas cercanas por el viento y el desplazamiento, quedando de una a tres larvas en la planta originaria de la oviposición y en las plantas cercanas. Por lo tanto, si hay dos o tres larvas en la misma planta y estas logran encontrarse en su desplazamiento, el canibalismo es posible. Se ha observado, que a veces el daño de *Spodoptera frugiperda* en las plantas de maíz coincide con el daño de *Diabrotica sp.*, ocasionando entre las dos plagas un grado de daño significativo a las plantas de maíz, este sinergismo

negativo debe ser evitado con un buen manejo cultural del cultivo (Neira y Pérez, 2020).

### **2.2.3 Control del gusano cogollero *Spodoptera frugiperda***

El objetivo del control del gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*) es evitar, reducir o eliminar las poblaciones de esta plaga en cultivos de maíz y otros hospederos. El control de esta plaga requiere el uso de una variedad de métodos y productos, como insecticidas, eliminación de malezas, poda de ramas afectadas, uso de agentes biológicos y monitoreo constante de la población. Mantener las poblaciones por debajo del nivel de daño económico y proteger la producción de los cultivos de maíz y otros hospederos son los objetivos del control (Bahena, 2018).

#### **2.2.3.1 Evaluación de daños**

El gusano cogollero, también conocido como *Spodoptera frugiperda*, es una plaga que afecta a los cultivos de maíz y otros cultivos como el arroz, el algodón, el sorgo y la caña de azúcar en varios lugares del mundo. Según Sánchez et al. (2018), se pueden destacar los siguientes métodos para evaluar los daños causados por esta plaga.

**Evaluación visual:** La evaluación visual implica inspeccionar las plantas de maíz para determinar si hay larvas o daños causados por ellas. El gusano cogollero daña las hojas a través de sus larvas que hacen agujeros en las hojas. Los cogollos de la planta, donde las larvas suelen alimentarse, también se pueden ver. Este método es simple y económico, pero requiere experiencia en la detección de síntomas de daño (Sánchez et al., 2018).

**Conteo de larvas:** El conteo de larvas implica tomar muestras de diferentes plantas y contar cuántas larvas hay en cada planta. La densidad de población de la plaga y su distribución en el campo se pueden determinar mediante este método. Para obtener resultados precisos, las muestras deben tomarse aleatoriamente y repetirse en diferentes momentos durante el ciclo de cultivo (Reséndiz et al., 2018).

**Evaluación del daño económico:** El objetivo de la evaluación del daño económico es determinar la cantidad de daño que un cultivo puede tolerar sin tener un impacto significativo en su rendimiento y rentabilidad. Este método se basa en la

relación entre el rendimiento del cultivo y la densidad de población de la plaga, lo que permite tomar decisiones sobre cuáles medidas de control deben implementarse. Para llevar a cabo esta evaluación, se deben tener en cuenta tanto los costos de control como los precios del producto en el mercado (Neira y Pérez, 2020).

En general, estos autores coinciden en que los métodos de evaluación de daños del gusano cogollero son cruciales para controlar esta plaga en los cultivos de maíz y otros cultivos afectados. Es importante mencionar que existen otros métodos de evaluación de daños que pueden complementar o mejorar la precisión de los métodos mencionados. Estos incluyen evaluar la productividad de las plantas, la calidad de las mazorcas y la calidad de los granos (Bahena, 2018).

### **2.2.3.2 Dimensiones para determinar el control**

En el control, es crucial evaluar la eficacia de los métodos de control utilizados para determinar si son adecuados para la situación específica de la plaga. Esto se hace tomando en cuenta la infestación e incidencia, dos términos diferentes que describen la presencia y distribución de las plagas en un área específica (Neira y Pérez, 2020). *Spodoptera frugiperda* es de las plagas importantes porque afectan el desarrollo y crecimiento de plantas de maíz, lo que repercute en la disminución de los rendimientos. Los indicadores para determinar el control de *Spodoptera frugiperda* son el número de larvas grandes de *Spodoptera frugiperda* en 20 plantas según tratamiento y fecha de monitoreo. El umbral de acción establecido para el control de *S. frugiperda* corresponde a un 20% de plantas dañadas con grado 2 – 3, según escala de Davis de 1992, con presencia de larvas vivas (Reséndiz et al., 2018).

Basados en las referencias de los autores anteriores; en el presente estudio se consideró como dimensiones los indicadores; densidad poblacional de larvas de *Spodoptera frugiperda*; porcentaje de plantas infestadas por larvas de *Spodoptera frugiperda*; la eficiencia del control de larvas y el rendimiento del maíz; la cuales de detallan a continuación.

#### **Densidad poblacional de *Spodoptera frugiperda***

Cuando se habla de *Spodoptera frugiperda*, o el gusano cogollero, el término densidad de población se refiere a la cantidad de estas plagas presentes en un área

designada, generalmente dentro de un campo agrícola. La medición precisa de esta densidad es crucial para monitorear el alcance de la infestación y determinar el curso de acción apropiado para controlar la plaga. Al mantenerse informado sobre la densidad de población del gusano cogollero, se pueden tomar decisiones efectivas con respecto al manejo de plagas (Martínez-Jaime et al., 2018).

Existen diversas escalas de abundancia para evaluar la presencia de *Spodoptera frugiperda* en los cultivos de maíz. Una de las más utilizadas es la Escala de Davis (1992), esta escala utiliza una puntuación del 0 al 6 para describir el nivel de infestación de *Spodoptera frugiperda* en el cultivo de maíz. La puntuación se asigna en función del número promedio de larvas por planta y de la defoliación causada por las larvas.

**Tabla 2**

*Escala de infestación*

<b>Grado</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Interpretación</b>
0	Sin larvas presentes	No hay larvas presentes en el cultivo
1	Menos de 1 larva por planta	Bajo nivel de infestación.
2	1 a 2 larvas por planta	Infestación moderada. Las larvas pueden causar daños significativos a las hojas y afectar el rendimiento del cultivo.
3	3 a 4 larvas por planta	
4	5 a 6 larvas por planta	
5	7 a 8 larvas por planta	Alta infestación. Las larvas están causando daños graves a las hojas y pueden afectar significativamente el rendimiento del cultivo.
6	Más de 8 larvas por planta	

*Nota.* Elaborado en base a la escala de Davis (1992).

### **Porcentaje de plantas infestadas**

Según Reséndiz et al. (2018), en los estudios agrícolas y de manejo de plagas, el porcentaje de plantas infestadas es una medida utilizada para medir el grado de infestación de una plaga o enfermedad en un cultivo o área específica. Representa la proporción de plantas afectadas por plagas o enfermedades en comparación con el número total de plantas evaluadas. Neira y Pérez (2020) sugieren algunas acciones que se pueden tomar para determinar la cantidad de *Spodoptera frugiperda* presente en un cultivo de maíz. a) Seleccionar al azar una muestra de plantas en el cultivo de maíz.

Se recomienda seleccionar al menos 10 plantas por hectárea para obtener una estimación precisa. b) Inspeccionar cada planta seleccionada y anotar si está infestada o no por *Spodoptera frugiperda*. Se considera que una planta está infestada si tiene al menos una larva de *Spodoptera frugiperda*. c) Calcular el porcentaje de plantas infestadas por *Spodoptera frugiperda* en el cultivo de maíz utilizando la siguiente fórmula:

$$\text{Infestación} = (\text{Plantas infestadas} / \text{Total de plantas inspeccionadas}) \times 100$$

Según MRI (2019), es importante recordar que la incidencia de *Spodoptera frugiperda* es solo uno de los factores utilizados para determinar el grado de infestación de la plaga en un cultivo de maíz. También se debe considerar la intensidad de la infestación (el número promedio de larvas por planta) y el daño causado por la plaga en las plantas infestadas para una evaluación más completa.

#### **Eficacia del control**

Para calcular la eficacia de un insecticida en el control de *Spodoptera frugiperda* en un cultivo de maíz; Neira y Pérez (2020) recomiendan seguir los siguientes pasos: a) Seleccionar al azar dos áreas del cultivo de maíz del mismo tamaño y con una población de *Spodoptera frugiperda* similar. Una de estas áreas se tratará con el insecticida y la otra servirá como control. b) Aplicar el insecticida en la zona tratada siguiendo las instrucciones del fabricante y mantener la otra zona sin tratar. c) Después de un tiempo determinado, seleccionar al azar una muestra de plantas de cada área y contar el número de larvas de *Spodoptera frugiperda* por planta y calcular la eficacia del insecticida utilizando la siguiente fórmula propuesta por Henderson y Tilton (1955):

$$\text{Eficacia (\%)} = [(I - T) / I] \times 100$$

Donde:

I = número promedio de larvas por plantas en la zona control

T = número promedio de larvas por plantas en la zona tratada

Para obtener una evaluación más precisa de la eficacia del insecticida, es importante tener en cuenta que la dosis y frecuencia de aplicación, las condiciones

climáticas, el tipo de cultivo y la presencia de otras plagas deben tenerse en cuenta (Sánchez et al., 2018).

### **Rendimiento del maíz**

Según investigaciones, dependiendo de la gravedad de la infestación y el momento en que ocurra durante el ciclo de cultivo del maíz, la pérdida de rendimiento causada por *Spodoptera frugiperda* puede variar desde un 10% hasta más del 50%. Además, las larvas de *Spodoptera frugiperda* también pueden transmitir enfermedades, lo que puede tener un impacto aún mayor en el rendimiento del cultivo de maíz (MRI, 2019). El rendimiento del maíz choclero (maíz tierno, maíz dulce o maíz para mazorca) está influenciado por diversos factores que afectan la producción y calidad de las mazorcas; el tamaño y peso de las mazorcas son factores importantes para determinar el rendimiento. Mazorcas más grandes y pesadas producirán una mayor cantidad de granos comestibles (Ventura-Román et al., 2021).

**Tamaño de la mazorca:** El tamaño de una mazorca se refiere a sus dos características principales, su longitud y diámetro. Las mazorcas más largas y de mayor diámetro suelen tener más granos, lo que aumenta el rendimiento. Un tamaño adecuado de mazorca también es crucial para la comercialización y aceptación del producto en el mercado. Los clientes suelen preferir mazorcas atractivas y de tamaño uniforme (Quevedo, 2013).

**Peso de la mazorca:** El peso de una mazorca está directamente relacionado con la cantidad de granos que contiene. Un mayor peso indica una mayor cantidad de granos comestibles, lo que aumenta el rendimiento del cultivo. En la producción comercial, el peso de la mazorca es particularmente importante porque los agricultores buscan obtener la mayor cantidad de grano por unidad de área (Quevedo, 2013).

### **2.2.4 Condiciones edafoclimáticas**

Las condiciones edafoclimáticas pueden afectar significativamente la capacidad de *Spodoptera frugiperda*, también conocida como gusano cogollero, para causar daño en los cultivos de maíz. Estas circunstancias pueden afectar el crecimiento, el desarrollo y el comportamiento de la plaga, así como la resistencia de las plantas hospedadoras (Zelaya-Molina et al., 2022).

#### 2.2.4.1 Condiciones climáticas

Las temperaturas ideales fomentan el crecimiento y la reproducción de la plaga. En climas cálidos, el gusano cogollero es más activo y se alimenta más intensamente. Las temperaturas más altas también pueden acelerar el ciclo de vida de la plaga, aumentando su población y causando más daño a los cultivos de maíz. Este factor tiene un efecto directo en el número de ciclos biológicos de *Spodoptera frugiperda*, lo que significa que está directamente relacionado con él. En consecuencia, durante un periodo de tiempo determinado, puede haber un mayor número de generaciones si la temperatura ambiental se mantiene en torno a  $25\text{ °C} \pm 3\text{ °C}$ , mientras que en el mismo lapso de tiempo puede haber menos generaciones si la temperatura es de  $17\text{ °C} \pm 3\text{ °C}$  (Bahena, 2018).

La actividad y supervivencia de las plagas pueden verse afectadas por la humedad del suelo y del ambiente. El desarrollo de *Spodoptera frugiperda* se ve favorecido por condiciones de alta humedad, ya que pueden afectar la reproducción, la supervivencia de las larvas y el crecimiento de las plantas hospederas. Dado que las larvas pueden migrar más fácilmente en suelos húmedos, la humedad también puede afectar la propagación de la plaga. La plaga requiere de una humedad atmosférica óptima de alrededor del  $80\% \pm 5\%$  para su desarrollo adecuado. Si a esto se suman condiciones de manejo agronómico específicas, como un exceso de riego en los cultivos de maíz, se crean las condiciones favorables para que la población de la plaga pueda alcanzar niveles altos y causar un daño significativo en el cultivo (Neira y Pérez, 2020).

El daño causado por el gusano cogollero puede verse afectado por la distribución y la cantidad de precipitación. Dado que las larvas se protegen y se alimentan en los cogollos y mazorcas del maíz, las lluvias intensas pueden promover la propagación de la plaga. Las lluvias también pueden dificultar la implementación de medidas de control, como pulverizar insecticidas (Vélez et al., 2021).

#### 2.2.4.1 Condiciones edáficas

Las características del suelo, como su textura, estructura y contenido de nutrientes, pueden afectar la salud y la resistencia de las plantas de maíz. Un suelo saludable y bien equilibrado puede ayudar a las plantas a resistir el ataque de

*Spodoptera frugiperda*. Por el contrario, un suelo pobre o desequilibrado puede debilitar las plantas y hacerlas más vulnerables al daño de plagas. Para reducir el impacto de esta plaga en los cultivos, es fundamental tener en cuenta estas condiciones al implementar estrategias de manejo integrado de plagas (Neira y Pérez, 2020).

### 2.3 Bases conceptuales

**Blanco Urubamba:** El producto proviene de la Estación Experimental Santa Ana del Instituto Nacional de Innovación Agraria. La variedad Blanco del Cusco es altamente resistente a la roya, una enfermedad que limita la producción en el Valle del Mantaro, gracias a sus múltiples ciclos de selección para adaptación (Quevedo, 2013).

**Choclo:** Se conoce con este nombre a la mazorca de maíz amiláceo con granos inmaduros. El endospermo y el embrión están aún en sus primeras fases (Quevedo, 2013).

**Ciclo de vida:** El proceso vital de un ser vivo, que abarca desde su concepción hasta su fallecimiento, es de suma importancia. Aquello que llega a su fin da origen a una nueva generación en una repetición del mismo ciclo, el cual representa un movimiento continuo que se proyecta en el transcurso del tiempo (Bahena, 2018)

**Eficacia de un insecticida:** Se refiere a su capacidad para lograr los efectos deseados en el control de los insectos objetivo. Es una medida de la efectividad con la cual el insecticida es capaz de eliminar, reducir o controlar la población de plagas de insectos (Bahena, 2018).

**Insectos:** Los invertebrados pertenecientes al filo artrópoda son insectos. Constituyen el conjunto de criaturas más variado de la tierra, con un millón de especies distintas y un gran número de miembros en cada una de ellas (Bahena, 2018)

**Mazorca:** Maíz en mazorca o mazorca de maíz es un término culinario para designar las mazorcas de maíz dulce cocidas y recién recogidas. El maíz dulce es la variedad más común de maíz que se puede comer directamente de la mazorca. El grano se cosecha mientras el endospermo está en la "fase de leche", por lo que el grano aún está tierno (Parera, 2017)

**Plaga agrícola:** Una colonia de animales fitófagos (que se alimentan de plantas) que disminuye el rendimiento de los cultivos, reduce su valor o aumenta los gastos de producción se denomina plaga agrícola (Bahena, 2018)

#### **2.4 Bases epistemológicas y/o filosóficas**

Esta investigación, se sustenta en la filosofía positivista, por cuanto los hechos o fenómenos serán medidos y observados en determinado contexto (Comte, 1875). La presente indagación de sustenta en esta base por que se llevo a cabo ensayos de campo para evaluar el efecto de la capsaicina en el control de *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) en el cultivo de maíz choclero (*Zea mays* L.) bajo condiciones edafoclimáticas de Huacrachuco. Asimismo, la investigación se enmarca dentro de las ciencias fácticas naturales al basarse en la observación y estudio de un fenómeno natural (presencia del gusano cogollero), formular hipótesis basadas en evidencia empírica, utilizar una metodología experimental adecuada y aplicar técnicas de medición y análisis de datos rigurosas. Además, aborda un tema relevante para la agricultura y el medio ambiente, lo que le otorga una importancia significativa en el contexto científico y práctico (Hargrove, 1997).

## CAPÍTULO III. METODOLOGÍA

### 3.1 Ámbito

#### 3.1.1 Ubicación

La presente indagación se llevó a cabo en la localidad de Callapitish distrito de Huacrachuco, Provincia de Marañón, Región Huánuco, dicho lugar está ubicado a una distancia de 1,2 kilómetro de la capital de la provincia de Marañón y las coordenadas geográficas del terreno se especifican en la tabla 3.

**Tabla 3**

*Coordenadas geográficas y altitud del lugar de ejecución*

Lugar de ejecución	Parámetros geográficos	
Callapitish	Latitud Sur	8° 36' 25,4''
	Longitud oeste	77°09' 15,7''
	Altitud	3034 msnm.

**Figura 1**

*Vista del campo experimental*



#### 3.1.2 Característica agroecológica de la zona

La localidad donde se realizó el estudio se encuentra dentro del ecosistema Bosque Seco Montano Bajo Tropical (bs- MBT) según el Mapa Bioclimático de

Holdridge (1987). Callapitish, que tiene un clima templado, precipitaciones moderadas y una amplitud térmica moderada, con temperaturas máximas y anuales de 17,5 °C y 8,0 °C respectivamente, a una altitud de 3034 m sobre el nivel del mar, según la clasificación de Pulgar (2014) está situado en la región natural quechua. El suelo de la localidad donde se llevó a cabo la investigación, es de clase textural franco arcilloso, con pH de 5,70 medianamente ácido, es de origen transportado, aluvial con pendiente moderada, posee una capa arable hasta 0,60 m, de profundidad, característica principal para el cultivo de maíz (Caldas, 2019).

### 3.2 Población

Considerando a Fuentes-Doria et al. (2020) la población "es el conjunto de individuos que presentan o comparten características comunes en una investigación" (p. 63). Es por ello que en la presente indagación la población estuvo compuesto por 864 plantas de maíz de todo el campo experimental y 36 plantas por cada unidad experimental.

### 3.3 Muestra

Al respecto, Briceño et al. (2021) mencionan que el grupo de población que se estudia está representado por la muestra, que es el subgrupo representativo de la población. Para realizar la selección se utiliza la técnica del muestreo probabilístico. Asimismo, Fernández et al. (2010) mencionan que "las plantas que se encuentran en los bordes de las unidades experimentales suelen comportarse de forma diferente a las que se encuentran dentro" (p. 26). Por lo tanto, cada unidad experimental estuvo constituido por 14 plantas experimentales (plantas del área neta) de los cuales se tomaron 9 plantas haciendo una muestra total de 205 plantas de maíz ( $205/24=9$ ); la misma que fue calculado de la siguiente manera:

#### Cálculo del tamaño de muestra

Para este cálculo se empleó la fórmula recomendada por Condo y Pazmiño (2015) para una población de cantidad conocida en una investigación:

$$n = \frac{NZ^2 pq}{(N-1)E^2 + Z^2 pq} =$$

Dónde:

Z= Parámetro estadístico de error 90%=1,64

p = Probabilidad de que ocurra el evento 50% = 0,5

q= (1-p) probabilidad de que ocurra 50% = 0,5

E= error de estimación máximo aceptado 5% = 0,05

N= Tamaño de la población = 864 plantas

Reemplazando valores:

$$n = \frac{(864)(1,64)^2(0,5)(0,5)}{(864 - 1)0,05^2 + 1,64^2(0,5)(0,5)} = 205$$

### **Tipo de muestreo**

El muestreo utilizado fue el probabilístico, en su forma de muestra aleatoria simple (MAS), que según Baque y Martínez (2021), en este tipo de muestreo cada uno de los integrantes que componen la población tienen igual probabilidad de ser seleccionados. En la investigación se utilizó este muestreo porque al momento de evaluar las 9 plantas de maíz de cada unidad experimental fueron elegidos al azar.

## **3.4 Nivel y tipo de estudio**

### **3.4.1 Nivel de estudio**

La investigación desarrollada fue de nivel explicativo; sustentada en las afirmaciones de Ñaupas et al. (2018) "la investigación explicativa se basa en problemas formulados con precisión y examina las relaciones causales. Esta investigación también requiere una hipótesis que explique el efecto de la variable independiente en la variable dependiente" (p. 147).

### **3.4.2 Tipo de estudio**

La indagación, según su finalidad fue de tipo aplicado; que según Baena (2017) "la investigación aplicada se compromete a atender las necesidades de la gente y centra su atención en las posibilidades concretas de la aplicación práctica de las teorías generales" (p. 18). Es por ello que la investigación fue aplicada porque reúne las condiciones metodológicas, ya que permitió el uso de las teorías científicas existentes en el uso de la capsaicina para controlar la *Spodoptera frugiperda* en el cultivo de

maíz, buscando solucionar el problema de los bajos rendimientos que presenta este cultivo en Huacrachuco.

### 3.5 Diseño de investigación

La indagación se desarrolló mediante un diseño experimental; basado en Hernández-Sampieri y Mendoza (2018) “los diseños experimentales manipulan y prueban tratamientos, estímulos, influencias o intervenciones (denominadas variables independientes) para observar sus efectos sobre otras variables (las dependientes) en una situación de control” (p. 152).

Es por ello que la indagación fue de diseño experimental, porque se manipuló la variable independiente (capsaicina) y se midió el efecto en la variable dependiente control de *Spodoptera frugiperda*. Adoptando en campo un diseño de Bloques Completamente al Azar (DBCA), el mismo que estuvo compuesta por 6 tratamientos con 4 repeticiones cada uno, sumando un total de 24 unidades experimentales. El modelo aditivo lineal para Diseño en Bloques Completamente al Azar, está dado por:

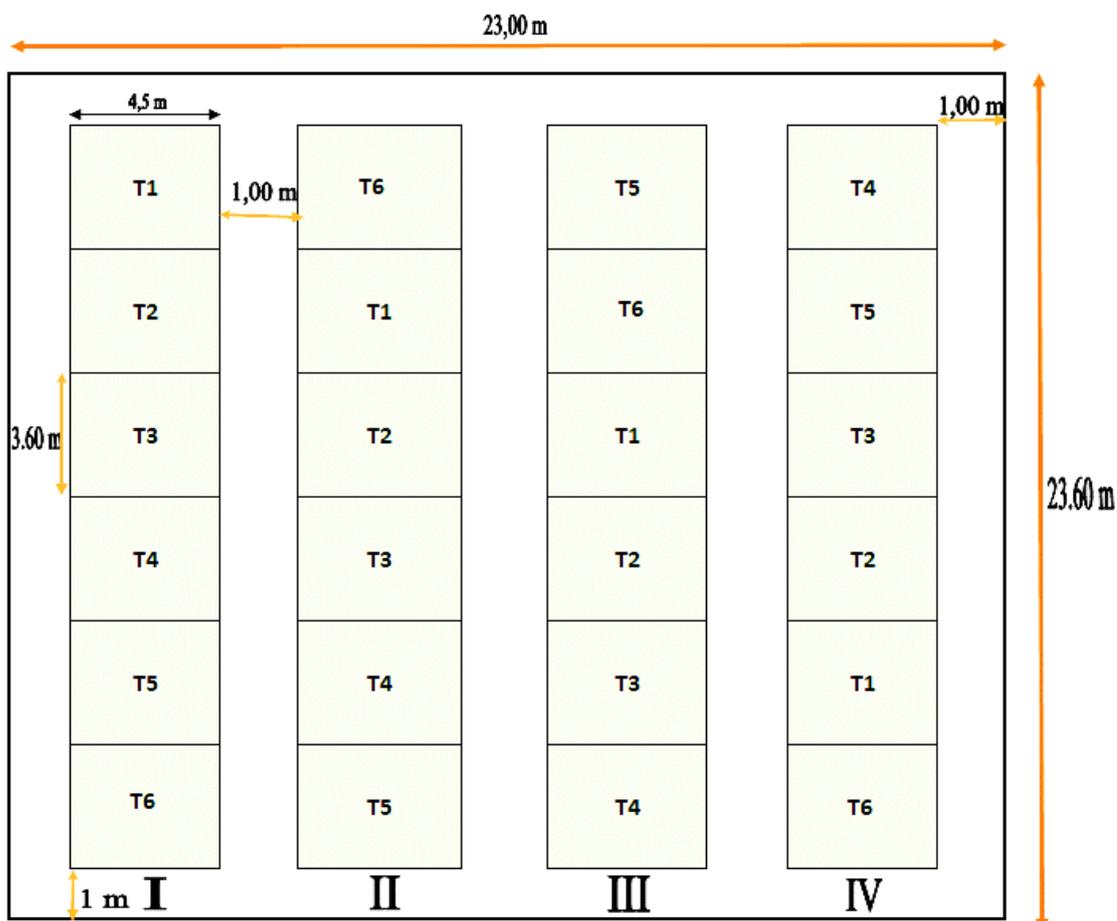
$$Y_{ij} = \mu + t_i + \beta_j + e_{ij}$$

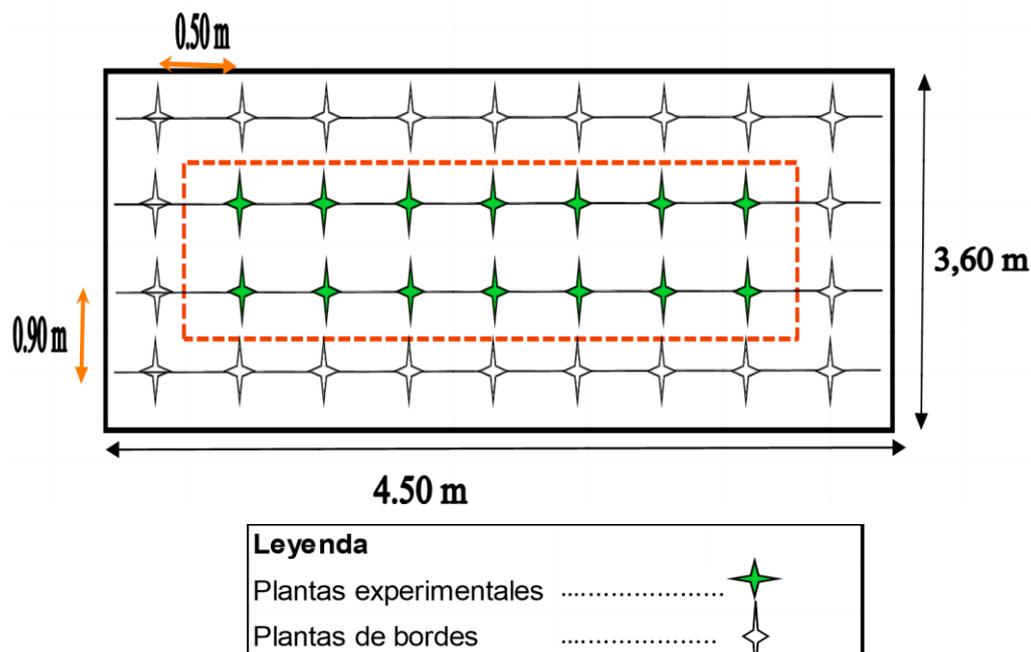
Dónde:

- $Y_{ij}$  = unidad experimental que recibe el tratamiento  $i$  en el bloque  $j$
- $\mu$  = media general a la cual se espera alcanzar todas las observaciones (media poblacional)
- $t_i$  = Efecto verdadero del  $i$  - ésimo tratamiento
- $\beta_j$  = Efecto verdadero del  $j$  - ésimo bloque
- $e_{ij}$  = Error experimental
- $i$  = es el número de tratamientos  $i$  - ésimo tratamiento
- $j$  = es el número de bloques en el  $j$  - ésimo bloque

**Tabla 4***Factor y tratamientos en estudio*

Factor	Clave	Tratamiento
Capsaicina	T1	Bioxter 6,70 ml/L de agua
	T2	Bioxter 10,05 ml/L de agua
	T3	Bioxter 13,40 ml/L de agua
	T4	Bioxter 16,75 ml/L de agua
	T5	Extracto de rocoto 50 g de fruto/L de agua
	T6	Testigo: Sin aplicación

**Figura 2***Croquis del campo experimental*

**Figura 3***Croquis de la unidad experimental*

### 3.6 Métodos, técnicas e instrumentos

#### 3.6.1 Métodos

En el desarrollo de la investigación, se empleó el método Hipotético deductivo, que es toda aquella investigación que comienza con la identificación de un hecho o problema, lo que lleva a la creación de una hipótesis que aclara tentativamente el problema. Por medio de la lógica deductiva, se determinan los resultados fundamentales de la hipótesis y se presenta para su validación o refutación (Quesada et al., 2018). Es por ello que, el método de investigación fue hipotético-deductivo, porque a partir del problema de que se ha observado, ataque del cogollero en el cultivo de maíz en Huacrachuco, se plantearon las hipótesis las cuales mediante un procedimiento estadístico fueron contrastados, verificando que el uso de Capsaicina controla el cogollero en el cultivo de maíz.

#### 3.6.2 Técnicas

Para Arias (2020) el término técnica de investigación se refiere a un conjunto de directrices y prácticas que ayudan al investigador a forjar una conexión con el objeto

de estudio. Debido a esto, se emplearon las siguientes técnicas en el desarrollo del estudio:

**Observación:** Esta técnica es fundamental y se empleó para recolectar datos de la variable dependiente. Según Arias (2020) manifiesta que la observación es una técnica que consiste en "la acumulación de información sobre la situación observada por el investigador, además de permitir la interpretación de acciones, acontecimientos, objetos, etc." (p. 27).

**Análisis documental:** Se utilizó para recoger información sobre elementos bibliográficos de fuentes de información que nos ayudaron a construir las referencias bibliográficas. Arias (2020) menciona que esta técnica incluye la búsqueda, recopilación y análisis de documentos que sean relevantes para el hecho o contexto que se está examinando.

### 3.6.3 Instrumentos

Al respecto, Baena (2017) señala que son herramientas utilizadas por los investigadores para recoger y registrar información. Por lo tanto, considerando las técnicas, se utilizaron los siguientes instrumentos:

**Fichas de observación:** Se utilizó para registrar los datos en campo de la variable dependiente. Según Arispe et al. (2020) mencionan que la ficha de observación intenta reflejar la evolución del proceso desde el estado inicial. Es una ficha o una hoja, por lo que su contenido debe ser concreto y práctico.

**Fichas bibliográficas:** Se empleó para desarrollar el marco teórico y la referencia bibliográfica, se realizaron citas de resúmenes y textos de acuerdo con los requisitos de la Norma APA 7. Al respecto Hernández-Sampieri y Mendoza (2018) mencionan que son resúmenes de las ideas principales, así como datos sobre una obra en particular, ya sea un libro, documento, artículo, revista, etc.

## 3.7 Procedimiento

### 3.7.1 Conducción de la investigación

**Elección y preparación del terreno:** El terreno fue de una topografía con poca pendiente que nos permitió conducir el cultivo sin efectos negativos. Previamente a la

preparación se realizó el riego machaco, después cuando el suelo se encontraba en capacidad de campo, se preparó el terreno con la ayuda de una yunta, y luego con la ayuda de pico, se desmenuzó los terrones, y se niveló el terreno, realizando posteriormente los surcos respectivos. Las 24 parcelas se dividieron en cuatro bloques después de medir la superficie de acuerdo con el esquema del experimento; Las parcelas se orientaron de Este a Oeste para garantizar una exposición solar uniforme.

**Abonamiento:** Se utilizó como abono orgánico el guano de gallina, aplicándose al fondo del surco al momento de la siembra, teniendo en cuenta las cantidades requeridas, considerando la demanda del cultivo y la característica del suelo; se realizó una aplicación a razón de 1 kg por m<sup>2</sup>.

**Siembra:** Se realizó trazando los surcos a la distancia de 0,90 m y entre plantas 0,5 m. para dicha siembra se colocaron 3 semillas de maíz de la variedad Blanco Urubamba en cada golpe. Para asegurar la emergencia rápida y la uniformidad del cultivo se realizó la siembra a una profundidad de 4 cm.

**Riegos:** El primer riego se realizó antes de la plantación para garantizar que el suelo estuviera a capacidad de campo; el segundo riego se realizó unos 10 días después para evitar problemas de pudrición. Después, los riegos se realizaron en función de las necesidades hídricas de la planta.

**Raleo y resiembra:** Se realizaron a los 15 días de la plantación, dejando una planta por golpe (la más fuerte), y después se procedió a la resiembra mediante trasplante con un aporcado específico, las plantas para la resiembra se obtuvieron del aclareo o escarda.

**Deshierbo y aporque:** El cultivo se deshierbó manualmente 30 días después de la plantación para eliminar las malas hierbas y evitar que compitieran por los nutrientes. El aporcado se realizó 50 días después de la plantación para dar mayor estabilidad a la planta.

**Aplicación de capsaicina:** Se utilizó una mochila de 20 litros de capacidad; se aplicó la capsaicina diferentes dosis según descritos anteriormente para cada tratamiento. La primera aplicación será a los 80 días después de la siembra (DDS) y la

segunda a los 90 DDS, la tercera a los 100 DDS, la cuarta a los 110 DDS y la quinta a los 120 DDS.

**Cosecha:** La cosecha se realizó manualmente a los 150 días después de la siembra cuando las mazorcas alcanzaron la etapa de madurez adecuada para el consumo humano. Es decir, cuando los granos están en su fase de llenado y aún se encuentran tiernos y jugosos.

### 3.7.2 Registro de datos

**Densidad poblacional:** Se seleccionaron al azar 9 plantas de cada ANE, en las cuales se contaron las larvas vivas. A continuación, se sumaron los datos para obtener la media, que se expresó en larvas por planta de maíz choclero.

**Plantas infestadas:** A las mismas plantas seleccionados anteriormente, también se les clasificó en plantas infestadas (al menos la presencia de una larva); expresándolo en porcentaje en función a la totalidad de plantas de maíz evaluados, mediante la siguiente fórmula propuesta por Neira y Pérez (2020).

$$\text{Infestación} = (\text{Plantas infestadas} / \text{Total de plantas inspeccionadas}) \times 100.$$

**Eficacia:** La eficiencia en la reducción de las larvas de *Spodoptera frugiperda*, en cada tratamiento se evaluó mediante la fórmula propuesta por Henderson y Tilton (1955).

$$\text{Eficacia (\%)} = [(I - T) / I] \times 100$$

Donde:

I = número promedio de larvas por plantas en la zona control

T = número promedio de larvas por plantas en la zona tratada

**Tamaño de mazorca:** Se tomaron las mazorcas de las 9 plantas del área neta experimental se midió desde la base hasta el ápice de las mazorcas, se sumaron, promediaron y los resultados se expresaron en centímetros.

**Peso de mazorca:** A las mismas mazorcas seleccionados para medir la longitud, también se les midió los pesos, mediante una balanza, los que fueron

promediados y expresados en gramos por mazorca y que posteriormente se transformó a peso por hectárea.

### 3.8 Plan de tabulación y análisis de datos estadísticos

Los datos recolectados se ordenaron según los tratamientos y repeticiones, los métodos de análisis utilizadas en el procesamiento de la información, fueron el análisis descriptivo y el análisis inferencial conocido como mediciones inferenciales. Para definir el análisis descriptivo, Quesada et al. (2018) argumentan que “es este proceso el que organiza y categoriza los datos cuantitativos recolectados durante el período de medición, revelando numéricamente las características, asociaciones y tendencias de los sujetos de estudio” (p. 45). En este sentido, el estudio utilizó tablas de comparación considerando proporciones medias de los tratamientos.

Asimismo, Ñaupas et al. (2018) expresan que el examen inferencial "es la medición, que busca interpretar y generalizar las cualidades vistas en un ejemplo a toda la población, utilizando modelos numéricos para contrastar inferencias" (p. 430). Antes de realizar la prueba inferencial en el presente estudio los promedios expresados en porcentajes fueron transformados siguiente las recomendaciones de Fernández et al. (2010) mediante la fórmula  $\arcseno(\sqrt{y/100})$ .

Para contrastar las hipótesis planteadas, se realizó el análisis de varianza (ANDEVA) previa, prueba de cumpliendo de los supuestos de normalidad y la homogeneidad de varianzas y para comparar las medias de los tratamientos del ensayo la prueba de Duncan con un margen de error de 0,05.

**Tabla 5**

*Esquema de Análisis de Varianza (DBCA)*

<b>Fuente de Varianza (F.V)</b>	<b>Grados de libertad (GL)</b>
Bloques	(r-1) = 3
Tratamientos	(t-1) = 5
Error experimental	(r-1) (t-1) = 15
Total	(tr-1) = 23

### **3.9 Consideraciones éticas**

Para evitar sesgos en el estudio, se respetó la autoría de toda la información recopilada y se tuvo en cuenta el Reglamento de Grados y Títulos vigente de la Universidad Hermilio Valdizan de Huánuco. Las fuentes bibliográficas, se citaron según las normas APA 7, respetando la propiedad intelectual. De igual manera, los datos recolectados son verídicos y no fueron alterados para beneficiar a la investigación, respetando de esta manera el código de ética de la comunidad científica internacional.

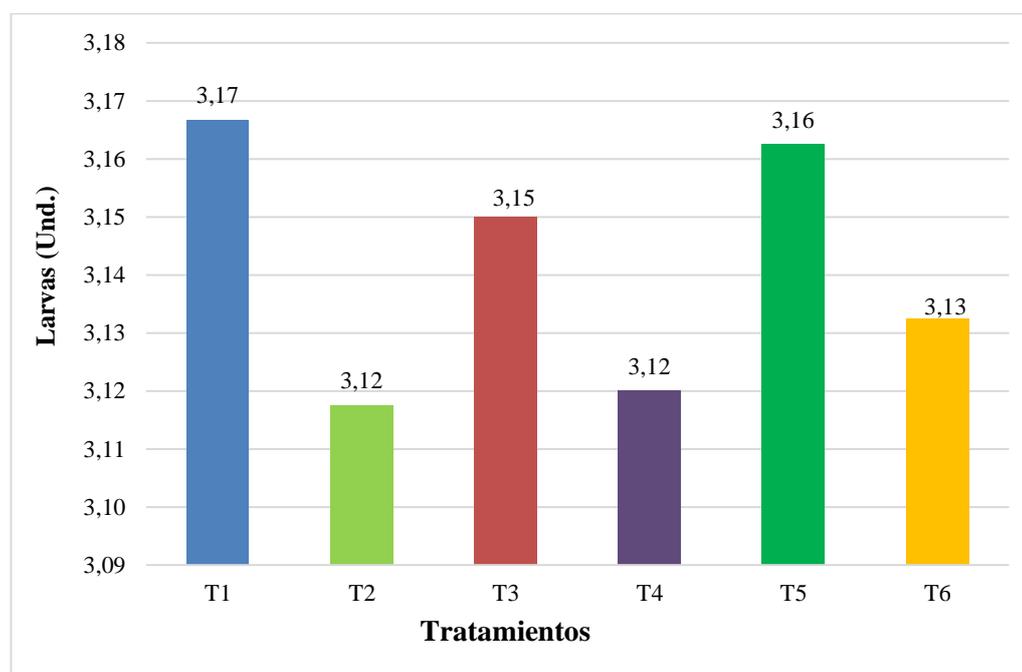
## CAPÍTULO IV. RESULTADOS

### 4.1 Capsaicina en la densidad poblacional de larvas de *Spodoptera frugiperda*

Para determinar la densidad poblacional, en las parcelas experimentales, se contaron el número de larvas por planta de maíz, realizando una evaluación antes de la aplicación de la de capsaicina (79 DDS) y cinco evaluaciones posteriores a las aplicaciones; cuyos promedios detallados de cada uno de los tratamientos se presentan en el anexo; a continuación, el análisis de varianza (ANVA) con sus respectivas pruebas de Duncan.

#### Figura 4

Densidad poblacional de larvas por planta según tratamientos pre aplicación



Según la figura 4; numéricamente los tratamientos muestran un promedio de larvas de *Spodoptera frugiperda* por planta de 3,12 a 3,17; que según la escala de Davis pertenecen al grado 3, que significa una infestación moderada, pero que pueden ocasionar daños significativos a las hojas y afectar el rendimiento del cultivo; motivo por el cual se justifica la aplicación de los tratamientos.

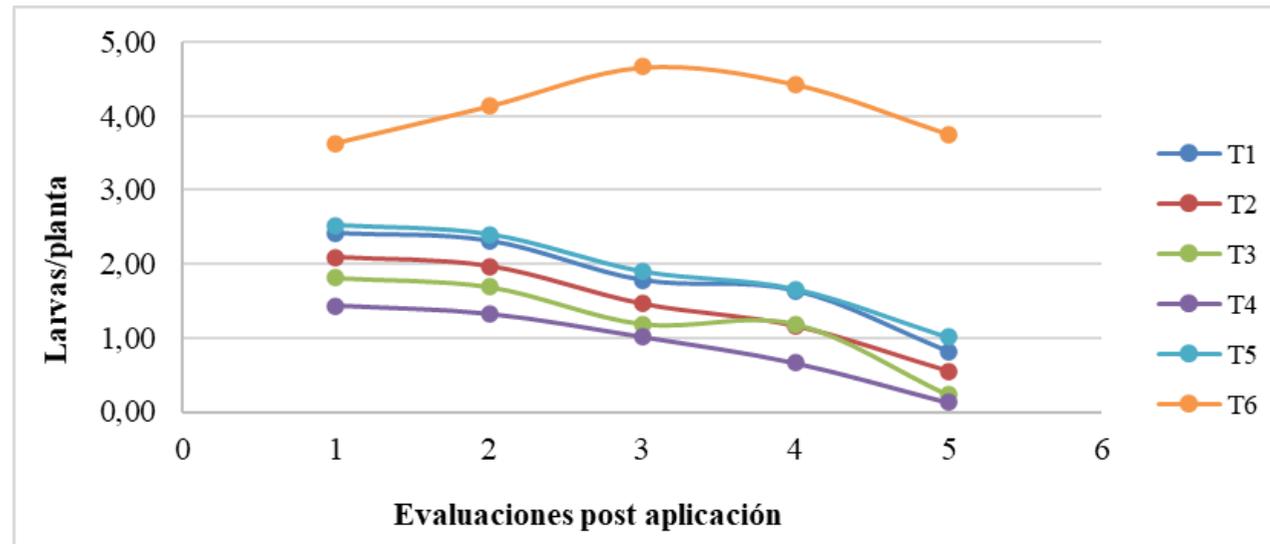
**Tabla 6**

ANVA para larvas de *Spodoptera frugiperda* por planta post aplicación

F.V.	gl	Post aplic.1		Post aplic.2		Post aplic.3		Post aplic.4		Post aplic.5	
		F	p-valor								
Bloque	3	0,45	0,721	1,65	0,220	2,85	0,073	0,25	0,857	0,700	0,569
Tratamiento	5	471,25	0,000	374,58	0,000	1053,26	0,000	70,57	0,000	165,59	0,000
Error	15										
Total	23										
<b>CV %</b>		3,01		4,41		4,15		17,94		19,43	
<b>Sx: ±</b>		0,03		0,05		0,04		0,16		0,10	

**Figura 5**

Densidad poblacional de larvas por planta según tratamiento



De los datos mostrados en la tabla 6; según el valor de significancia de la fuente variabilidad bloques (0,721; 0,220; 0,073; 0,857 y 0,700 ); resulta superior a 0,05 (p-valor>0,05); lo que nos expresa que no existe diferencia estadística significativa entre los bloques, pero si nos indica que existe una diferencia estadística significativa entre los tratamientos (p-valor=0,000<0,05) en toda las evaluaciones; es decir, que al menos uno de los tratamientos en estudio difiere del testigo; asimismo, los coeficientes de variación de 3,01%; 4,41%; 4,15%; 17,94% y 19,43% son considerados buenos, producto de un buen manejo del campo experimental y precisión en la toma de datos, dando confiabilidad a los resultados de la indagación.

**Tabla 7**

*Test de Duncan para densidad poblacional de larvas post primera aplicación*

OM	Tratamiento	Media (Und.)	Significación 0,05
1°	T4 (Bioxter 16,75 ml/L)	1,43	a
2°	T3 (Bioxter 13,40 ml/L)	1,81	b
3°	T2 (Bioxter 10,05 ml/L)	2,09	c
4°	T1 (Bioxter 6,70 ml/L)	2,41	d
5°	T5 (Extracto de rocoto)	2,52	d
6°	T6 (Testigo sin aplicación)	3,63	e

*Nota.* Medias con una letra en común no son diferentes (p > 0,05)

Según la tabla 7; el test de Duncan posterior a la primera aplicación, muestra que el tratamiento T4 presenta una menor densidad poblacional de larvas de *Spodoptera frugiperda* mostrando un promedio de 1,43 larvas por planta; difiriendo estadísticamente de los demás tratamientos; le siguen los tratamientos T3 y T2 con promedios de 1,81 y 2,09 larvas por planta difiriendo estadísticamente entre sí; asimismo, los tratamientos T1 y T5 no presentan diferencia estadística entre sí, pero si superan al tratamiento testigo que ocupa el último lugar con promedio de 3,63 larvas por planta. De la misma manera; posterior a la segunda aplicación, estas diferencias se mantienen; como lo muestra el test de Duncan en la tabla 8; donde el tratamiento T4 presenta menor densidad poblacional de larvas mostrando un promedio de 1,32 larvas vivas por planta.

**Tabla 8***Test de Duncan para densidad poblacional de larvas post segunda aplicación*

OM	Tratamiento	Media (Und.)	Significación 0,05
1°	T4 (Bioxter 16,75 ml/L)	1,32	a
2°	T3 (Bioxter 13,40 ml/L)	1,69	b
3°	T2 (Bioxter 10,05 ml/L)	1,97	c
4°	T1 (Bioxter 6,70 ml/L)	2,31	d
5°	T5 (Extracto de rocoto)	2,40	d
6°	T6 (Testigo sin aplicación)	4,13	e

*Nota.* Medias con una letra en común no son diferentes ( $p > 0,05$ )

Según la tabla 9; el test de Duncan con un margen de error del 5%, posterior a la tercera aplicación, muestra que los tratamientos T4 y T3 presentan menor densidad poblacional de larvas de *Spodoptera frugiperda* con promedios de 1,01 y 1,19 larvas por planta, no difiriendo estadísticamente entre ellos; pero si de los demás tratamientos; le sigue el tratamiento T2 con 1,46 larvas por planta difiriendo del resto; asimismo, los tratamientos T1 y T5 no presentan diferencia estadística entre sí, pero si superan al tratamiento testigo que ocupa el último lugar con promedio de 4,66 larvas por planta

**Tabla 9***Test de Duncan para densidad poblacional de larvas post tercera aplicación*

OM	Tratamiento	Media (Und.)	Significación 0,05
1°	T4 (Bioxter 16,75 ml/L)	1,01	a
2°	T3 (Bioxter 13,40 ml/L)	1,19	a
3°	T2 (Bioxter 10,05 ml/L)	1,46	b
4°	T1 (Bioxter 6,70 ml/L)	1,78	c
5°	T5 (Extracto de rocoto)	1,90	c
6°	T6 (Testigo sin aplicación)	4,66	d

*Nota.* Medias con una letra en común no son diferentes ( $p > 0,05$ )

El test de Duncan con un margen de error del 5%, posterior a la cuarta aplicación según Tabla 10, indica que los tratamientos T4, T2, y T3 presentan menor densidad poblacional de larvas de *Spodoptera frugiperda*, con promedios de 0,66; 1,16

y 1,19 larvas por planta no difiriendo estadísticamente entre ellos; pero si superan al tratamiento testigo que ocupa el último lugar con promedio de 4,43 larvas por planta.

**Tabla 10**

*Test de Duncan para densidad poblacional de larvas post cuarta aplicación*

OM	Tratamiento	Media (Und.)	Significación 0,05
1°	T4 (Bioxter 16,75 ml/L)	0,66	a
2°	T2 (Bioxter 10,05 ml/L)	1,16	ab
3°	T3 (Bioxter 13,40 ml/L)	1,19	ab
4°	T1 (Bioxter 6,70 ml/L)	1,64	b
5°	T5 (Extracto de rocoto)	1,66	b
6°	T6 (Testigo sin aplicación)	4,43	c

*Nota.* Medias con una letra en común no son diferentes ( $p > 0,05$ )

El test de Duncan, posterior a la quinta aplicación según la tabla 11, muestra que los tratamientos T4, T2, y T3 presentan menor densidad poblacional de larvas de *Spodoptera frugiperda*, con promedios de 0,13; 0,23 y 0,55 larvas por planta no difiriendo estadísticamente entre ellos; pero si superan al tratamiento testigo que ocupa el último lugar con promedio de 3,75 larvas por planta.

**Tabla 11**

*Test de Duncan para densidad poblacional de larvas post quinta aplicación*

OM	Tratamiento	Media (Und.)	Significación 0,05
1°	T4 (Bioxter 16,75 ml/L)	0,13	a
2°	T3 (Bioxter 13,40 ml/L)	0,23	a
3°	T2 (Bioxter 10,05 ml/L)	0,55	ab
4°	T1 (Bioxter 6,70 ml/L)	0,82	b
5°	T5 (Extracto de rocoto)	1,01	b
6°	T6 (Testigo sin aplicación)	3,75	c

*Nota.* Medias con una letra en común no son diferentes ( $p > 0,05$ )

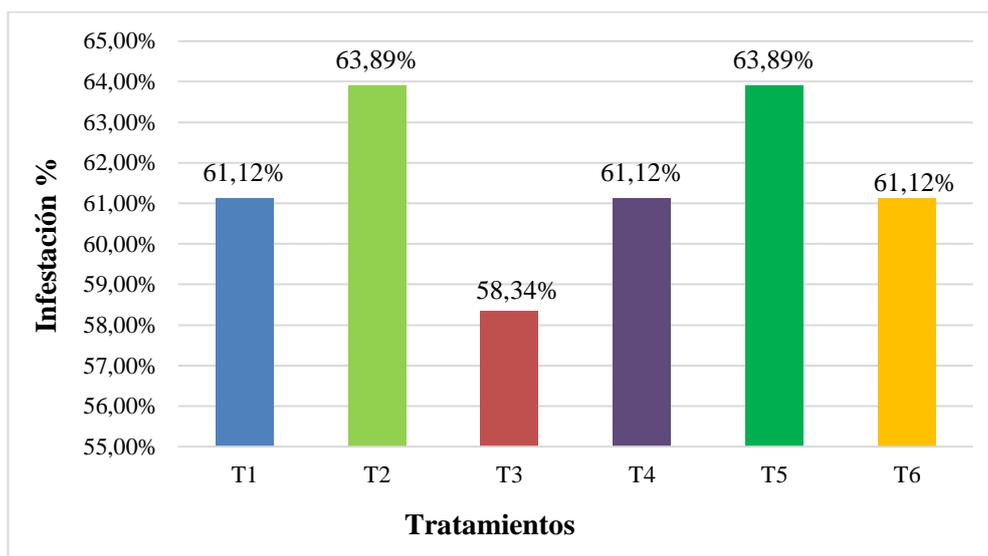
#### **4.2 Capsaicina en el porcentaje de plantas infestadas por *Spodoptera frugiperda***

Para determinar este indicador se realizó una evaluación antes de la aplicación y cinco evaluaciones posteriores a cada aplicación de capsaicina según los tratamientos

establecidos; los datos detallados de cada uno de los tratamientos se presentan en el anexo. La evaluación realizada antes de la aplicación de los tratamientos, según la figura 5; muestran un promedio de plantas infestadas por larvas de *Spodoptera frugiperda* que fluctúa entre 58,38% a 63,89%, que según la escala de Davis significa una infestación moderada, pero que pueden ocasionar daños significativos al cultivo; motivo por el cual se justifica la aplicación de un control.

### Figura 6

Porcentaje de plantas infestadas antes de la aplicación de los tratamientos



De los datos mostrados en la tabla 12; el ANVA para porcentaje de plantas infestadas por larvas de *Spodoptera frugiperda* post aplicación de los tratamientos, nos muestra que no existe diferencia estadística significativa entre los bloques por que los promedios de significancia (0,693; 0,830; 0,550; 0,569 y 0,140) resultan superior a 0,05 ( $p\text{-valor} > 0,05$ ); pero si nos indica que existe una diferencia estadística significativa entre los tratamientos ( $p\text{-valor} = 0,000 < 0,05$ ) en toda las evaluaciones; es decir, que al menos uno de los tratamientos en estudio difiere de los demás; asimismo, los coeficientes de variación de 11,98%; 15,65%; 15,48%; 19,64% y 20,89% son considerados aceptables, producto de un buen manejo del campo experimental y precisión en la toma de datos, dando confiabilidad a los resultados de la indagación.

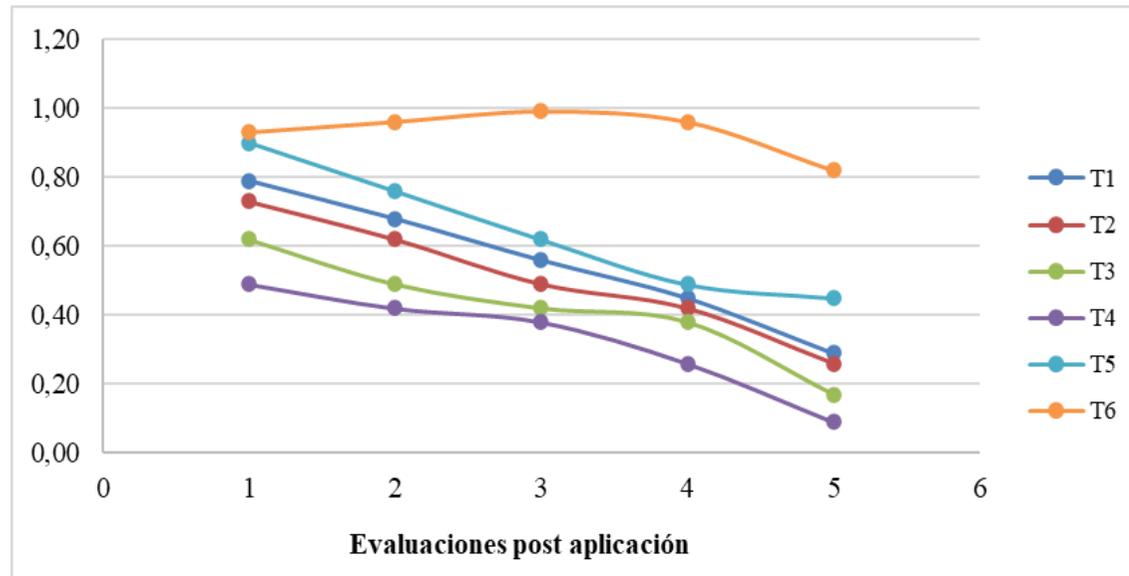
**Tabla 12**

*ANVA para porcentaje de plantas infestadas por larvas de Spodoptera frugiperda post aplicación (Datos transformados:  $\arcseno \sqrt{(y/100)}$ )*

F.V.	gl	Post aplic.1		Post aplic.2		Post aplic.3		Post aplic.4		Post aplic.5	
		F	p-valor								
Bloque	3	0,49	0,693	0,29	0,830	0,73	0,550	0,70	0,569	2,12	0,140
Tratamiento	5	14,68	0,000	14,79	0,000	25,10	0,000	19,16	0,000	10,92	0,000
Error	15										
Total	23										
<b>CV %</b>		11,98		15,65		15,48		19,64		20,89	
<b>Sx: ±</b>		0,17		0,20		0,21		0,24		0,28	

**Figura 7**

*Fluctuación de porcentaje de plantas infestadas por larvas de Spodoptera frugiperda según tratamientos*



**Tabla 13***Test de Duncan para porcentaje de plantas infestadas post primera aplicación*

OM	Tratamiento	Media (%)	Media (Tran.)	Significación 0,05
1°	T4 (Bioxter 16,75 ml/L)	22,22	0,49	a
2°	T3 (Bioxter 13,40 ml/L)	33,33	0,62	a b
3°	T2 (Bioxter 10,05 ml/L)	44,44	0,73	b c
4°	T1 (Bioxter 6,70 ml/L)	50,00	0,79	b c
5°	T5 (Extracto de rocoto)	61,12	0,90	c
6°	T6 (Testigo sin aplicación)	63,89	0,93	c

*Nota.* Medias con una letra en común no son diferentes ( $p > 0,05$ )

Según la tabla 13; el test de Duncan con un margen de error del 5%, posterior a la primera aplicación, indica que los tratamientos T4 y T3 presenta menor porcentaje de plantas infestadas por larvas de *Spodoptera frugiperda* mostrando promedios de 22,22% y 33,33%; no presentan diferencia significativa entre ellos, pero el primero difiere estadísticamente de los demás tratamientos; asimismo, los tratamientos T2, T1, y T5 no presentan diferencia estadística entre sí, tampoco con el tratamiento testigo que ocupa el último lugar con 63,89 % de plantas infestadas.

**Tabla 14***Test de Duncan para porcentaje de plantas infestadas post segunda aplicación*

OM	Tratamiento	Media (%)	Media (Tran.)	Significación 0,05
1°	T4 (Bioxter 16,75 ml/L)	16,67	0,42	a
2°	T3 (Bioxter 13,40 ml/L)	22,22	0,49	a b
3°	T2 (Bioxter 10,05 ml/L)	33,33	0,62	a b c
4°	T1 (Bioxter 6,70 ml/L)	38,89	0,68	b c
5°	T5 (Extracto de rocoto)	47,23	0,76	c d
6°	T6 (Testigo sin aplicación)	66,67	0,96	d

*Nota.* Medias con una letra en común no son diferentes ( $p > 0,05$ )

De los datos de la tabla 14; según el test de Duncan posterior a la segunda aplicación, los tratamientos T4, T3 y T2 presenta menor porcentaje de plantas infestadas por larvas de *Spodoptera frugiperda*, con promedios de 16,67%; 22,22% y

33,33%; no difiriendo estadísticamente entre sí, pero el primero difiere estadísticamente de los tratamientos, T1, T5 y del tratamiento testigo que ocupa el último lugar con el mayor promedio de 66,67 % de plantas infestadas.

**Tabla 15**

*Test de Duncan para porcentaje de plantas infestadas post tercera aplicación*

OM	Tratamiento	Media (%)	Media (Tran.)	Significación 0,05
1°	T4 (Bioxter 16,75 ml/L)	13,89	0,38	a
2°	T3 (Bioxter 13,40 ml/L)	16,67	0,42	a b
3°	T2 (Bioxter 10,05 ml/L)	22,22	0,49	a b
4°	T1 (Bioxter 6,70 ml/L)	27,78	0,56	a b
5°	T5 (Extracto de rocoto)	33,34	0,62	b
6°	T6 (Testigo sin aplicación)	69,45	0,99	c

*Nota.* Medias con una letra en común no son diferentes ( $p > 0,05$ )

Según los datos de la tabla 15, posterior a la tercera aplicación, el test de Duncan indica que numéricamente la mayor disminución del porcentaje de plantas infestadas lo obtiene el tratamiento T4 con un promedio de 13,89 %; pero no presentan diferencias significativas con los tratamientos T3, T2 y T1; superando únicamente al tratamiento T5 con promedio de 33,34% y al tratamiento testigo que ocupa el último lugar con el mayor promedio de 69,45% de plantas infestadas.

**Tabla 16**

*Test de Duncan para porcentaje de plantas infestadas post cuarta aplicación*

OM	Tratamiento	Media (%)	Media (Tran.)	Significación 0,05
1°	T4 (Bioxter 16,75 ml/L)	8,33	0,26	a
2°	T3 (Bioxter 13,40 ml/L)	13,89	0,38	a
3°	T2 (Bioxter 10,05 ml/L)	16,67	0,42	a
4°	T1 (Bioxter 6,70 ml/L)	19,44	0,45	a
5°	T5 (Extracto de rocoto)	22,22	0,49	a
6°	T6 (Testigo sin aplicación)	66,67	0,96	b

*Nota.* Medias con una letra en común no son diferentes ( $p > 0,05$ )

Según los datos de la tabla 16, posterior a la cuarta aplicación el test de Duncan indica que los tratamientos T4, T3, T2, T1 y T5 no difieren entre sí, donde numéricamente el menor porcentaje de plantas infestadas lo obtiene el tratamiento T4 con un promedio de 8,33%; difiriendo únicamente con el tratamiento testigo que ocupa el último lugar con 66,67% de plantas infestadas. De la misma manera según la tabla 17, posterior a la quinta aplicación numéricamente el menor porcentaje de plantas infestadas lo obtiene el tratamiento T4 con 2,78%, difiriendo únicamente con el tratamiento testigo que ocupa el último lugar con 52,78% de plantas infestadas.

**Tabla 17**

*Test de Duncan para porcentaje de plantas infestadas post quinta aplicación*

OM	Tratamiento	Media (%)	Media (Tran.)	Significación 0,05
1°	T4 (Bioxter 16,75 ml/L)	2,78	0,09	a
2°	T3 (Bioxter 13,40 ml/L)	5,56	0,17	a
3°	T2 (Bioxter 10,05 ml/L)	8,33	0,26	a
4°	T1 (Bioxter 6,70 ml/L)	13,89	0,29	a
5°	T5 (Extracto de rocoto)	16,67	0,45	a
6°	T6 (Testigo sin aplicación)	52,78	0,82	b

*Nota.* Medias con una letra en común no son diferentes ( $p > 0,05$ )

#### **4.3 Eficacia de la capsaicina en el control de larvas de *Spodoptera frugiperda***

Para determinar la eficacia de la capsaicina; los promedios de larvas por planta de los diferentes tratamientos, se compararon con el testigo y dichos porcentajes fueron transformados angularmente. De los datos mostrados en la tabla 18; según el valor de significancia de la fuente variabilidad bloques (0,334; 0,356; 0,058; 0,586 y 0,580); resulta superior a 0,05 ( $p\text{-valor} > 0,05$ ); lo que nos expresa que no existe diferencia estadística significativa entre los bloques, pero si nos indica que existe una diferencia estadística significativa entre los tratamientos ( $p\text{-valor} = 0,00 < 0,05$ ); asimismo, los coeficientes de variación de 3,05%; 3,42%; 3,78%; 12,32% y 11,42% son considerados muy buenos, producto de un buen manejo del campo experimental y precisión en la toma de datos, dando confiabilidad a los resultados de la indagación.

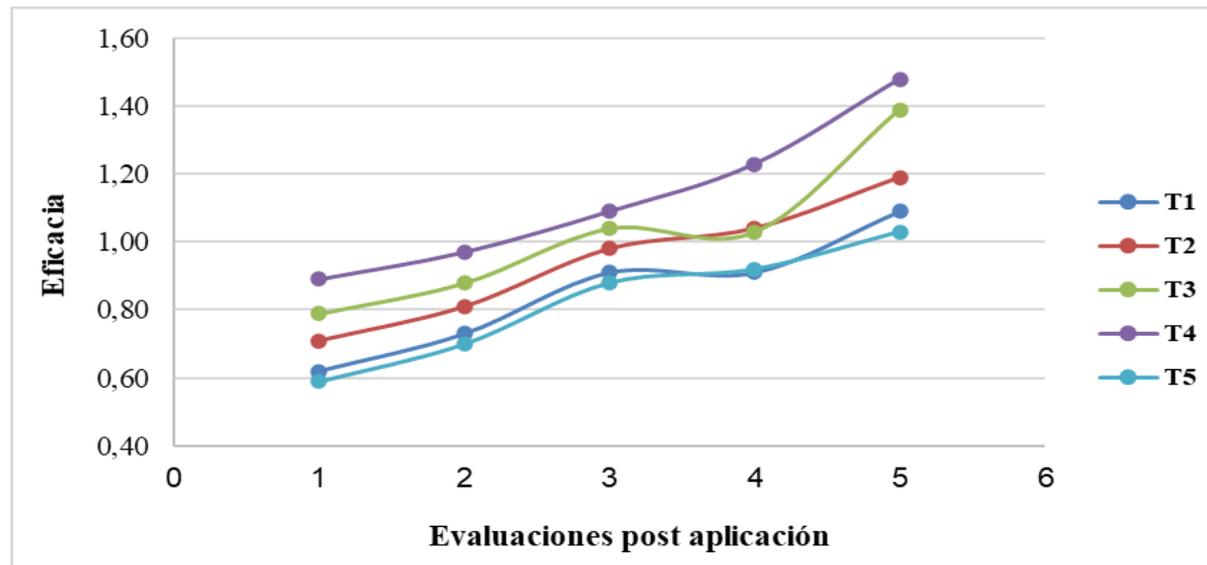
**Tabla 18**

ANVA para eficacia de la capsaicina en el control de larvas de *Spodoptera frugiperda* (Datos transformados:  $\arcseno \sqrt{y/100}$ )

F.V.	gl	Post aplic.1		Post aplic.2		Post aplic.3		Post aplic.4		Post aplic.5	
		F	p-valor								
Bloque	3	1,25	0,334	1,19	0,356	4,98	0,058	0,67	0,586	0,68	0,580
Tratamiento	4	131,05	0,000	62,54	0,000	100,97	0,000	4,09	0,026	7,70	0,003
Error	12										
Total	19										
<b>CV %</b>		3,05		3,42		3,78		12,32		11,42	
<b>Sx: ±</b>		0,11		0,10		0,08		0,16		0,21	

**Figura 8**

Fluctuación de niveles de eficacia según tratamientos.



**Tabla 19***Test de Duncan para eficacia post primera aplicación*

OM	Tratamiento	Media (%)	Media (Tran.)	Significación 0,05
1°	T4 (Bioxter 16,75 ml/L)	60,57	0,89	a
2°	T3 (Bioxter 13,40 ml/L)	50,06	0,79	b
3°	T2 (Bioxter 10,05 ml/L)	42,58	0,71	c
4°	T1 (Bioxter 6,70 ml/L)	33,58	0,62	d
5°	T5 (Extracto de rocoto)	30,67	0,59	d

*Nota.* Medias con una letra en común no son diferentes ( $p > 0,05$ )

Según los datos de la tabla 19, el test de Duncan posterior a la primera aplicación indica que el mayor porcentaje de eficacia en el control de larvas de *Spodoptera frugiperda*, lo obtiene el tratamiento T4 con un promedio de 60,57%; superando a los demás tratamientos; le siguen los tratamientos T3 y T2 con promedios de 50,06% y 42,58% difiriendo entre ellos; asimismo, se tiene que los tratamientos T1 y T5 presentan los promedios más bajos con una eficacia de control de 33,58% y 30,67% no presentando diferencia entre sí. De la misma manera según la tabla 20, el mayor porcentaje de eficacia en el control de larvas de *Spodoptera frugiperda*, posterior a la segunda aplicación lo obtiene el tratamiento T4 con un promedio de 68,21% superando estadísticamente a los demás tratamientos y los tratamientos T1 y T5 presentan una mejor eficacia con 44,13% y 41,92% difiriendo entre sí.

**Tabla 20***Test de Duncan para eficacia post segunda aplicación*

OM	Tratamiento	Media (%)	Media (Tran.)	Significación 0,05
1°	T4 (Bioxter 16,75 ml/L)	68,21	0,97	a
2°	T3 (Bioxter 13,40 ml/L)	59,02	0,88	b
3°	T2 (Bioxter 10,05 ml/L)	52,43	0,81	c
4°	T1 (Bioxter 6,70 ml/L)	44,13	0,73	d
5°	T5 (Extracto de rocoto)	41,92	0,70	d

*Nota.* Medias con una letra en común no son diferentes ( $p > 0,05$ )

De los datos de la tabla 21, posterior a la tercera aplicación según el test de Duncan, el mayor porcentaje de eficacia en el control de larvas de *Spodoptera frugiperda*, lo obtiene el tratamiento T4 con un promedio de 78,32%; superando estadísticamente a los demás tratamientos; le siguen los tratamientos T3 y T2 con promedios de 74,56% y 68,62% difiriendo entre ellos; asimismo, se tiene que los tratamientos T1 y T5 presentan los promedios más bajos con una eficacia de control de 61,77% y 59,29% no presentando diferencia entre sí.

**Tabla 21**

*Test de Duncan para eficacia post tercera aplicación*

OM	Tratamiento	Media (%)	Media (Tran.)	Significación 0,05
1°	T4 (Bioxter 16,75 ml/L)	78,32	1,09	a
2°	T3 (Bioxter 13,40 ml/L)	74,56	1,04	b
3°	T2 (Bioxter 10,05 ml/L)	68,62	0,98	c
4°	T1 (Bioxter 6,70 ml/L)	61,77	0,91	d
5°	T5 (Extracto de rocoto)	59,29	0,88	d

*Nota.* Medias con una letra en común no son diferentes ( $p > 0,05$ )

De la misma manera según la tabla 22, el mayor porcentaje de eficacia en el control de larvas de *Spodoptera frugiperda*, posterior a la cuarta aplicación lo obtienen los tratamientos T4, T2, T3 con promedios de 85,21%, 73,97% y 72,91% no mostrando diferencia entre ellos; pero si el primero difiere de los tratamientos T1 y T5 que presentan los promedios más bajos con una eficacia de control de 62,78% y 62,51% respectivamente.

**Tabla 22**

*Test de Duncan para eficacia post cuarta aplicación*

OM	Tratamiento	Media (%)	Media (Tran.)	Significación 0,05
1°	T4 (Bioxter 16,75 ml/L)	85,21	1,23	a
2°	T2 (Bioxter 10,05 ml/L)	73,97	1,04	a b
3°	T3 (Bioxter 13,40 ml/L)	72,91	1,03	a b
4°	T1 (Bioxter 6,70 ml/L)	62,78	0,92	b
5°	T5 (Extracto de rocoto)	62,51	0,91	b

*Nota.* Medias con una letra en común no son diferentes ( $p > 0,05$ )

Según los datos de la tabla 23, el test de Duncan indica que el mayor porcentaje de eficacia en el control de larvas de *Spodoptera frugiperda*, posterior a la quinta aplicación lo obtienen los tratamientos T4, T3, T2 con promedios de 96,69%, 93,83% y 85,19% no mostrando diferencia entre ellos; pero si el primero difiere de los tratamientos T1 y T5 que presentan los promedios más bajos con una eficacia de control de 78,30% y 72,86% respectivamente.

**Tabla 23**

*Test de Duncan para eficacia post quinta aplicación*

OM	Tratamiento	Media (%)	Media (Tran.)	Significación 0,05
1°	T4 (Bioxter 16,75 ml/L)	96,69	1,48	a
2°	T3 (Bioxter 13,40 ml/L)	93,83	1,39	a b
3°	T2 (Bioxter 10,05 ml/L)	85,19	1,19	a b c
4°	T1 (Bioxter 6,70 ml/L)	78,30	1,09	b c
5°	T5 (Extracto de rocoto)	72,86	1,03	c

*Nota.* Medias con una letra en común no son diferentes ( $p > 0,05$ )

#### 4.4 Efecto de la capsaicina en el rendimiento de maíz choclero

Para evaluar el rendimiento del cultivo de maíz choclero, en el presente estudio se consideró como indicadores la longitud de mazorca y el peso de mazorca en choclo; cuyos promedios detallados de cada uno de los tratamientos se presentan en el anexo.

**Tabla 24**

*ANVA para longitud y peso de mazorcas de maíz choclero*

F.V.	gl	Longitud de mazorca			Peso de mazorca		
		CM	F	p-valor	CM	F	p-valor
Bloque	3	0,28	0,66	0,590	369,36	2,71	0,082
Tratamiento	5	20,48	47,41	0,000	14600	107,12	0,000
Error	15	0,43			136,30		
Total	23						
	<b>CV.</b>		4,71 %			4,11 %	
	<b>Sx:</b>		± 0,33			± 5,84	

De los datos mostrados en la tabla 24; el ANVA nos indica que el valor de significancia de la fuente variabilidad bloques (0,590; y 0,082); resultan superior a 0,05 ( $p\text{-valor}>0,05$ ); lo que nos expresa que no existe diferencia estadística significativa entre los bloques, pero si nos indica que existe una diferencia estadística significativa entre los tratamientos ( $p\text{-valor}=0,00<0,05$ ); asimismo, los coeficientes de variación de 4,71% y 4,11% son considerados muy buenos, producto de un buen manejo del campo experimental y precisión en la toma de datos, dando confiabilidad a los resultados de la indagación.

**Tabla 25**

*Test de Duncan para longitud de mazorca*

OM	Tratamiento	Media (cm)	Significación 0,05
1°	T4 (Bioxter 16,75 ml/L)	16,77	a
2°	T3 (Bioxter 13,40 ml/L)	15,20	b
3°	T2 (Bioxter 10,05 ml/L)	14,89	b
4°	T1 (Bioxter 6,70 ml/L)	13,75	b c
5°	T5 (Extracto de rocoto)	13,00	c
6°	T6 (Testigo sin aplicación)	10,18	d

*Nota.* Medias con una letra en común no son diferentes ( $p > 0,05$ )

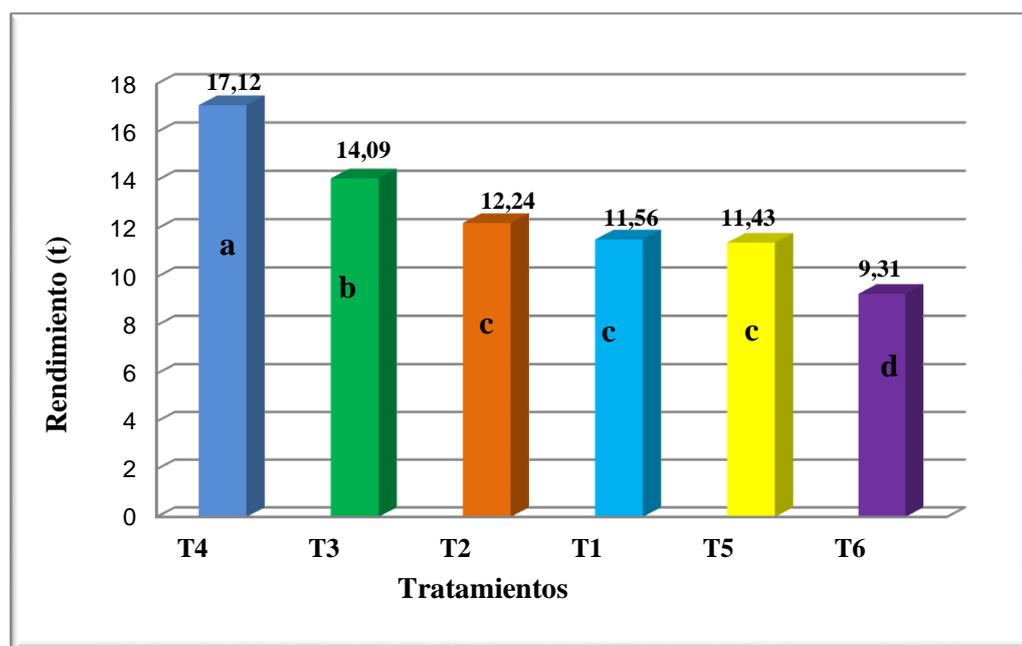
Según los datos de la tabla 25, el test de Duncan indica que el mayor promedio de longitud de mazorca lo obtiene el tratamiento T4 con un promedio de 16,77 cm; superando estadísticamente a los demás tratamientos; mientras que los tratamientos T3, T2 y T1 no difieren entre sí; como tampoco lo hacen los tratamientos T1 y T5, pero superan al testigo que obtiene un promedio de 10,18 cm de longitud de mazorca. De la misma manera según la tabla 26, el mayor promedio de peso de mazorca lo obtiene el tratamiento T4 con un promedio de 385,13 gramos; superando estadísticamente a los demás tratamientos; seguido del tratamiento T3 que también supera a los demás, mientras que los tratamientos T2, T1 y T5 con difieren entre sí, pero superan al testigo que obtiene un promedio de 209,33 gramos de peso de mazorca.

**Tabla 26***Test de Duncan para peso de mazorca*

OM	Tratamiento	Media (gramos)	Significación 0,05
1°	T4 (Bioxter 16,75 ml/L)	385,13	a
2°	T3 (Bioxter 13,40 ml/L)	317,00	b
3°	T2 (Bioxter 10,05 ml/L)	275,33	c
4°	T1 (Bioxter 6,70 ml/L)	260,18	c
5°	T5 (Extracto de rocoto)	257,25	c
6°	T6 (Testigo sin aplicación)	209,33	d

*Nota.* Medias con una letra en común no son diferentes ( $p > 0,05$ )

Según la figura 9, se aprecia que el mayor rendimiento en peso de choclos por hectárea los obtiene el tratamiento T4 con 17,12 toneladas, superando a los demás tratamientos, así mismo se aprecia que el tratamiento testigo T6 obtiene el menor promedio con solo apenas de 9,31 toneladas por hectárea.

**Figura 9***Rendimiento de mazorcas en peso por hectárea*

*Nota.* Medias con una letra en común no son diferentes según Duncan ( $p > 0,05$ )

## CAPÍTULO V. DISCUSIÓN

### 5.1 Capsaicina en la densidad poblacional de larvas de *Spodoptera frugiperda*

Previo a la aplicación la media de las infestaciones en el campo experimental oscilaba entre 3,12 a 3,17 larvas por planta; sin diferencia estadística entre los tratamientos. Posterior a la primera aplicación el tratamiento T4 (Bioxter 16,75 ml/L de agua) presento una menor densidad de larvas mostrando un promedio de 1,43 larvas por planta, difiriendo estadísticamente de los demás tratamientos; pero posterior a la segunda aplicación los tratamientos T4 (Bioxter 16,75 ml/L de agua) y T3 (Bioxter 13,40 ml/L de agua) presentan menor densidad poblacional con promedios de 1,01 y 1,19 larvas planta no difiriendo estadísticamente entre ellos; pero si de los demás tratamientos. Asimismo, posterior a la cuarta y quinta aplicación los tratamientos T4, T2, y T3 presentan menor densidad poblacional con promedios de 0,13; 0,23 y 0,55 larvas por planta no difiriendo estadísticamente entre ellos; pero si superan al tratamiento testigo que ocupa el último lugar con promedio de 3,75 larvas por planta.

Considerando que el Bioxter está compuesto básicamente de capsaicina; los resultados guardan relación con Guevara (2020) quien en su indagación desarrollado en Apurímac; concluyó que las aplicaciones de extracto de rocoto ejercen un control significativo en el número de larvas de cogollero (*Spodoptera frugiperda*) en el cultivo de maíz, esto debido a que el rocoto está compuesto de capsaicina. También se coincide con las investigaciones de Allen y Thomas (2021) quienes concluyeron que la aplicación de diferentes concentraciones de extracto de ají reduce significativamente el número de larvas de *Spodoptera exigua*. Dichos resultados se explicarían en las afirmaciones de Negrete y Morales (2013), en que la capsaicina puede ocasionar daños al sistema nervioso de las larvas, lo que puede causar, desorientación y pérdida de apetito. Esto puede reducir la alimentación y causar la mortalidad. La superioridad del producto Bioxter, es debido a su mayor concentración de capsaicina, comparado con el extracto de rocoto que según Reyes-Escogido *et al.* (2011), el rango de peso de la capsaicina en los ajíes suele oscilar entre el 0,1 y el 1%.

## **5.2 Capsaicina en el porcentaje de plantas infestadas por *Spodoptera frugiperda***

De los resultados obtenidos en las condiciones edafoclimáticas de Huacrachuco, se muestra que los promedios de plantas infestadas por dicha plaga en el campo experimental fluctúan entre 58,38% a 63,89% no mostrando diferencia estadística entre los tratamientos. Posterior a la primera aplicación los tratamientos T4 (Bioxter 16,75 ml/L de agua) y T3 (Bioxter 13,40 ml/L de agua) presenta menor porcentaje de infestación mostrando promedios de 22,22% y 33,33% plantas infestadas; donde el primero difiriendo estadísticamente de los demás tratamientos; asimismo, el tratamiento T5 (Extracto de rocoto) no presentan diferencia estadística con el tratamiento testigo que ocupa el último lugar con 63,89 % de plantas infestadas. Pero posterior a la quinta aplicación numéricamente el menor porcentaje de plantas infestadas lo obtiene el tratamiento T4 con 2,78% de plantas infestadas, difiriendo únicamente con el tratamiento testigo que ocupa el último lugar con 52,78% de plantas infestadas.

Dichos resultados se relacionan con los Guevara (2020) y Allen y Thomas (2021) quienes en sus indagaciones; concluyeron que las aplicaciones de extracto de rocoto tienen un control significativo reduciendo el porcentaje de plantas infestadas por larvas de cogollero (*Spodoptera frugiperda*) en el cultivo de maíz; esto como consecuencia de la capsaicina presente en los extractos. También se respalda en el estudio de Zelaya-Molina et al. (2022) quienes concluyeron que la capsaicina disminuye significativamente el porcentaje de infestación en las plantas de pepino y tomate. Estos resultados se sustentan en Sinha et al. (2011), quienes mencionan que las investigaciones han demostrado que la capsaicina puede matar una gran variedad de invertebrados. La capsaicina repele y mata plagas de cultivos como ácaros, moscas blancas y orugas.

## **5.3 Eficacia de la capsaicina en el control de larvas de *Spodoptera frugiperda***

Según los resultados posterior a la primera aplicación el mayor porcentaje de eficacia en el control de larvas de *Spodoptera frugiperda*, lo obtiene el tratamiento T4 (Bioxter 16,75 ml/L de agua) con un promedio de 60,57%; superando estadísticamente a los demás tratamientos; asimismo, se tiene que los tratamientos T1 (Bioxter 6,70 ml/L de agua) y T5 (Extracto de rocoto) presentan los promedios más bajos con una

eficacia de 33,58% y 30,67% respectivamente. Pero esta diferencia entre los tratamientos se fue reduciendo con cada aplicación, es así que posterior a la quinta aplicación el mayor porcentaje de eficacia lo obtiene el tratamiento T4 con un promedio de 96,69%; pero no superando estadísticamente a los tratamientos T2 y T3, únicamente difiere de los tratamientos T1 y T5 que presentan los promedios más bajos con una eficacia de control de 78,30% y 72,86% respectivamente.

Estos resultados guardan relación con las de Allen y Thomas (2021) quien concluye que el extracto de chile tiene una eficacia de 70% en el control de larvas de *Spodoptera exigua*. De la misma manera con Guevara (2020) quien en su indagación desarrollado en Apurímac; concluyó que la aplicación de extracto de rocoto tiene una eficacia de 55,78% respectivamente, las diferencias pueden atribuirse a la composición y concentración de los productos, si bien es cierto que los extractos de ají y el Bioxter contienen capsaicina, este último lo presentan en mayor concentración; como también las diferencias se pueden atribuir a las condiciones ambientales, como lo afirman Zelaya-Molina et al. (2022), las condiciones edafoclimáticas pueden afectar significativamente la capacidad de *Spodoptera frugiperda*, también conocida como gusano cogollero, para causar daño en los cultivos de maíz. Estas circunstancias pueden afectar el crecimiento, el desarrollo y el comportamiento de la plaga, así como la resistencia de las plantas hospederas.

#### **5.4 Efecto de la capsaicina en el rendimiento de maíz choclero**

De los resultados obtenidos en las condiciones edafoclimáticas de Huacrachuco, se muestra que el mayor promedio de longitud y peso de mazorca lo obtiene el tratamiento T4 (Bioxter 16,75 ml/L de agua) con 16,77 cm y 385,13 gramos, con un rendimiento en choclo por hectárea de 17,12 toneladas, superando estadísticamente a los demás tratamientos; mientras que los tratamientos T1(Bioxter 6,70 ml/L de agua) y T5 (Extracto de rocoto) no difieren entre sí, pero superan al testigo que obtiene un promedio de 10,18 cm y 209,33 gramos de peso de mazorca y un rendimiento por hectárea de 9,31 toneladas; con estos resultados se confirman los de Guevara (2020) quien en su indagación; concluyó que los tratamientos con aplicación de extracto de rocoto, tienen mejores rendimientos de maíz que el testigo (sin ninguna aplicación). De la misma manera guardan relación con Ticona (2021) quien en su estudio concluyó que la aplicación de bio-pesticidas tienen un efecto

significativo el control del gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*) del cultivo de maíz, expresado en sus componentes de rendimientos.

Estos resultados, se explican en que un mejor control de la plaga *Spodoptera frugiperda*, mejor serán los rendimientos del cultivo de maíz, como lo sustentan Neira y Pérez (2020), la infestación de *Spodoptera frugiperda* puede afectar significativamente el rendimiento de la cosecha. Las larvas se alimentan de las hojas y el cogollo del maíz, lo que puede afectar la fotosíntesis y la producción de nutrientes; de igual manera MRI (2019), refieren que dependiendo de la gravedad de la infestación y el momento en que ocurra durante el ciclo de cultivo del maíz, la pérdida de rendimiento causada por *Spodoptera frugiperda* puede variar desde un 10% hasta más del 50%. También es importante mencionar que algunos estudios han sugerido que la capsaicina puede ayudar a las plantas a crecer; como lo menciona el estudio de Hernández-Terrón et al. (2021) donde se encontró que la aplicación de capsaicina mejoró el crecimiento de las plantas de tomate significativamente, esto porque la capsaicina ha demostrado proteger las plantas del estrés abiótico, como la sequía y el frío.

## CONCLUSIONES

Se determinó que la aplicación de la capsaicina tiene un efecto significativo en la densidad poblacional de larvas de *Spodoptera frugiperda* en el cultivo de maíz choclero (*Zea mays* L.) bajo condiciones edafoclimáticas de Huacrachuco; donde el mejor promedio lo obtiene la aplicación de Bioxter con la dosis de 16,75 ml/L de agua; donde de 3,12 larvas por planta; posterior a la primera aplicación se redujo a 1,43 larvas por planta y posterior a la quinta aplicación apenas se evidencia 0,13 larvas por planta.

Referente al porcentaje de plantas infestadas por larvas de *Spodoptera frugiperda* en el cultivo de maíz choclero; el mejor resultado también se obtiene con la aplicación de la capsaicina Bioxter con la dosis de 16,75 ml/L de agua; de 61,12% de plantas infestadas; posterior a la primera aplicación se redujo a 22,22% y posterior a la quinta aplicación fue de 2,78% de plantas infestadas, pero no difiere de los demás tratamientos, solo del testigo que evidencia un promedio de 52,78%.

Respecto a la eficacia de la capsaicina en el control de larvas de *Spodoptera frugiperda* en el cultivo de maíz choclero, el mejor promedio lo obtiene la aplicación de Bioxter con la dosis de 16,75 ml/L de agua; con 60,57% de eficacia posterior a la primera aplicación y 96,69% posterior a la quinta aplicación.

Finalmente, el rendimiento del cultivo de maíz choclero; los promedios más altos son de 16,77 cm de longitud de mazorca con un peso de 385,13 gramos, y un rendimiento en choclo de 17,12 t/ha que corresponden al tratamiento Bioxter con la dosis de 16,75 ml/L de agua, que difiere estadísticamente de los demás tratamientos.

## RECOMENDACIONES

Se recomienda considerar la aplicación de la capsaicina Bioxter con la dosis de 16,75 ml/L de agua, como parte de un programa de manejo integrado de plagas en cultivos de maíz choclero en Huacrachuco. Toda vez que dicho producto ha demostrado su eficacia en el control de *Spodoptera frugiperda*, por lo que podría ser una herramienta valiosa para reducir las poblaciones de esta plaga.

Es importante determinar el momento óptimo para la aplicación de la capsaicina. Esto puede variar dependiendo de la etapa de desarrollo de las plantas de maíz choclero y la presencia de *Spodoptera frugiperda*. Se sugiere monitorear regularmente las poblaciones de la plaga y aplicar la capsaicina cuando se alcance un umbral económico de 20% de plantas dañadas.

Las instituciones responsables del sector agrícola de la provincia de Marañón deben implementar talleres de capacitación sobre el uso de de la capsaicina Bioxter para el control de *Spodoptera frugiperda* en el cultivo de maíz.

Continuar el proceso de investigación con el uso de la capsaicina para evaluar su eficacia a lo largo del tiempo. Esto permitirá ajustar las estrategias de manejo y realizar cambios si es necesario.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Allen, O. C., y Thomas, E. R. (2021). *Evaluación de la capacidad biocida de extractos de chile (Capsicum annum) sobre larvas de Spodoptera exigua (Lepidoptera: Noctuidae)* [Tesis de Licenciatura, Bluefields Indian & Caribbean University]. <http://repositorio.bicu.edu.ni/1233/>
- Apaza, L., Ramos, N. y Vargas, R. (2011). Efecto del extracto acuoso de *Capsicum pubescens* (rocoto) sobre larvas de *Helicoverpa zea* (Boddie) en laboratorio. *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú*, 22(1), 45-52.
- Arias, J. L. (2020). *Métodos de investigación online: Herramientas digitales para recolectar datos* (2.<sup>a</sup> ed.). Arias Gonzáles, José Luis. <http://hdl.handle.net/20.500.12390/2237>
- Arispe, C. M., Yangali, J. S., Guerrero, M. A., Lozada, O. R., Acuña, L. A., y Arellano Sacramento, C. (2020). *La investigación científica*. UIDE. <https://repositorio.uide.edu.ec/handle/37000/4310>
- Baena, G. (2017). *Metodología de la investigación* (3.<sup>a</sup> ed.). Grupo Editorial Patria.
- Bahena, F. (2018). *Manejo agroecológico de plagas*. CIMMYT. [https://repository.cimmyt.org/bitstream/handle/10883/19701/56637\\_43.pdf](https://repository.cimmyt.org/bitstream/handle/10883/19701/56637_43.pdf)
- Baque, W. A., y Martínez, M. S. (2021). *Diseño experimental aplicado a ciencias agrarias y comerciales con ejercicios resueltos en Rstudio, infostat, minitab y SPSS*. Colloquium. <https://colloquiumbiblioteca.com/index.php/web/article/view/99>
- Briceño, H., Álvarez, L. M., y Valverde, A. (2021). *Formulación de Proyectos de Investigación en Ciencias Agrarias*. Edición Digital. <https://www.unheval.edu.pe>
- Briones, A. (1994). *Conocimiento campesino del uso de plantas insecticidas en el área del Proyecto piloto de ecosistemas andinos*. Agronomía
- Caldas, Y. (2019). *Efecto de los abonos orgánicos en el rendimiento del cultivo de maíz (Zea Mays L.) variedad blanca Urubamba en condiciones edafoclimáticas de San Cristóbal—Huacrachuco- Huánuco* [Tesis Ing. Agr.,

- Universidad Nacional Hermilio Valdizán]. <https://repositorio.unheval.edu.pe/handle/20.500.13080/5261>
- Cedrón, J.C. (2013). La capsaicina. *Revista de Química*, 27(1-2), 7-7. <https://revistas.pucp.edu.pe/index.php/quimica/article/download/7590/7835>
- Chango, C. A. (2018). *Manejo de gusano trozador (Agrotis ipsilon) en lechuga (Lactuca sativa L.), a partir de extractos de dos variedades de ají (Capsicum annum)* [Tesis Ing. Agr., UTA]. <https://repositorio.uta.edu.ec:8443/jspui/handle>
- Choque, A. V., Berrios, Y. del C., Flórez, J. L. T., Soto, H. H., González, J., y Argente, L. (2021). Bioplaguicidas: Mecanismos de acción biocida en insectos plaga. *Research, Society and Development*, 10(7), 1-12. <https://doi.org/10.33448/rsd-v10i7.16893>
- Claros, J. L. (2016). *Bioinsecticidas de capsaicinoides y glucosinolatos en el control de los insectos plaga en las plantas de Spartium junceum L. (Fabales: Leguminosae) en el Valle del Mantaro* [Tesis de maestría, Universidad Nacional del Centro del Perú]. <http://hdl.handle.net/20.500.12894/4566>
- Comité Estatal de Sanidad Vegetal Guanajuato [CESAVEG]. (2008). *Manual de plagas y enfermedades en maíz*. Senasica.
- Comte, A. (1875). *Principios de filosofía positiva*. Imprenta de la Librería del Mercurio. <http://www.cervantesvirtual.com/obra/principios-de-filosofia-positiva/>
- Condo, L. A., y Pazmiño, J. M. (2015). *Diseño experimental en el desarrollo del conocimiento científico de las ciencias agropecuarias*. La Caracola Editores.
- Córdova, M. (2018). *Efecto de la aplicación de Gorplus, Bioxter y Caldo Sulfocalcico para el control del «Thrips de la mancha roja» Chaetanaphothrips signipennis. En el cultivo de Banano Orgánico en Querecotillo, Sullana – Piura* [Tesis Ing. Agr., Universidad Nacional de Piura]. <http://repositorio.unp.edu.pe/handle/UNP/1257>

- Davis, F. M. y Williams, W. P. (1992). Visual rating scales for screening whorl-stage corn for resistance to fall armyworm. *Technical Bulletin - Mississippi Agricultural and Forestry Experiment Station (USA)*, 186, 1-9.
- Fernández, R., Trapero, A., y Domínguez, J. (2010). *Experimentación en agricultura*. Junta de Andalucía. Consejería de Agricultura y Pesca. <https://www.juntadeandalucia.es/export/drupaljda/1337160941EXPERIMENTACION.pdf>
- Figueroa, A. M., Castro, E. A., y Castro, H. T. (2019). Efecto bioplaguicida de extractos vegetales para el control de *Spodoptera frugiperda* en el cultivo de maíz (*Zea mays*). *Acta Biológica Colombiana*, 24(1), 58-66. <https://doi.org/10.15446/abc.v24n1.69333>
- Fuentes-Doria, D. D., Toscano-Hernández, A. E., Malvaceda-Espinoza, E., Díaz Ballesteros, J. L., y Díaz Pertuz, L. (2020). *Metodología de la investigación: Conceptos, herramientas y ejercicios prácticos en las ciencias administrativas y contables*. Universidad Pontificia Bolivariana. <https://doi.org/10.18566/978-958-764-879-9>
- Guevara, Y. (2020). *Control biológico del cogollero (Spodoptera frugiperda) en el cultivo de maíz (Zea mays L.), en la comunidad de Santiago, Aymaraes* [Tesis Ing. Agr., Universidad Tecnológica de los Andes]. <https://repositorio.utea.edu.pe/handle/utea/265>
- Hargrove, E. (1997). Ética y educación ambiental. *Ambiente y Desarrollo*, 13(4), 47-52. <http://biblioteca.cehum.org/handle/123456789/996>
- Henderson, F., & Tilton, W. (1955). Tests with Acaricides against the Brown Wheat Mite. *Journal of Economic Entomology*, 48(2), 157-161. <https://doi.org/10.1093/jee/48.2.157>
- Hernández -Sampieri, R., y Mendoza, C. P. (2018). *Metodología de la investigación: Las rutas: cuantitativa, cualitativa y mixta*. Mc Graw Hill Education. <http://repositorio.uasb.edu.bo/handle/54000/1292>
- Hernández-Terrón, J. J., Gutiérrez-Rodríguez, F., Serrato-Cuevas, R., González-Huerta, A., y García-Rodríguez, E. (2021). Manejo nutricional integrado:

Herramienta clave para la agricultura sostenible. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 12(5), 885-897. <https://doi.org/10.29312/remexca.v12i5.2290>

Holdridge, L. R. (1987). *Ecología basada en zonas de vida*. Agroamerica.

Instituto para la Innovación Tecnológica en la Agricultura [INTAGRI]. (2018, 24 de abril). *La Capsaicina para el Manejo de Insectos Plaga*. <https://www.intagri.com/articulos/fitosanidad/la-capsaicina-para-el-manejo-de-insectos-plaga>

Martínez-Jaime, O. A., Salas-Araiza, M. D., y Díaz-García, J. A. (2018). Curva de crecimiento poblacional de *Spodoptera frugiperda* en maíz en Irapuato, Guanajuato, México. *Agronomía Mesoamericana*, 29(2), 315. <https://doi.org/10.15517/ma.v29i2.27126>

Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego [MIDAGRI]. (2020). *Anuario estadísticas de la producción agrícola y ganadera* (en línea). Lima, Perú, Dirección de Estadística Agraria. <http://frenteweb.minagri.gob.pe/sisca/?mod=consultacult>

Negrete, F., y Morales, J. (2013). *El gusano cogollero del maíz (spodoptera frugiperda. Smith)*. Cooperación Técnica CORPOICA. <http://bibliotecadigital.agronet.gov.co/bitstream/11348/4870/2/20061127153058%20gusano%20cogollero%20del%20maiz.pdf>

Neira, M. E., y Pérez, E. D. (2020). *Manejo ecológico para el control de Spodoptera frugiperda en el cultivo de maíz amarillo duro en las regiones de Lambayeque y La Libertad*. Instituto Nacional de Innovación Agraria - INIA. <https://repositorio.inia.gob.pe/handle/20.500.12955/1148>

Ñaupas, H., Valdivia, M. R., Palacio, J. J., y Romero, H. E. (2018). *Metodología de la investigación cuantitativa-cualitativa y redacción de la tesis* (5.<sup>a</sup> ed.). Ediciones de la U.

Parera, C. A. (2017). *Producción de Maíz Dulce*. Ediciones INTA.

Programa Manejo de Resistencia de Insectos [MRI]. (2019). *Cogollero (Spodoptera frugiperda) en el cultivo de maíz: Bases para su manejo y control en sistemas de producción*. REM – AAPRESID. <https://www.aapresid.org.ar/wp-content/uploads/sites/3/2019/12/Cogollero-1.pdf>

- Pulgar, J. (2014). Las ocho regiones naturales del Perú. *Terra Brasilis. Revista da Rede Brasileira de Historia da Geografia e Geografia Histórica*, 3. <https://doi.org/10.4000/terrabrasilis.1027>
- Quevedo, S. (2013). *Maíz Blanco Urubamba*. Instituto Nacional de Innovación Agraria - INIA. [https://repositorio.inia.gob.pe/bitstream/20.500.12955/87/3/Quevedo-Manual...maiz\\_blanco\\_Urubamba.pdf](https://repositorio.inia.gob.pe/bitstream/20.500.12955/87/3/Quevedo-Manual...maiz_blanco_Urubamba.pdf)
- Quezada Abad, C., Apolo Vivanco, N., y Delgado, K. (2018). Investigación científica. En *Procesos y Fundamentos de la Investigación Científica* (pp. 12-38). Editorial UTMACH.
- Ramos, C. (2016). *Efecto de un repelente en base a extracto de ají (Capsicum annuum) y ajo rosado (Allium sativum) sobre mosquita blanca de los invernaderos (Trialeurodes vaporariorum) en cultivo de tomate* [Tesis Ing. Agr., Universidad Santo Tomás]. <https://biblioteca.inia.cl/handle/20.500.14001/62656>
- Reséndiz, Z., López, J. A., Estrada, B., Osorio, E., Pecina, J. A., Mendoza, M. del C., y Reyes, C. A. (2018). Aptitud combinatoria y resistencia al daño foliar de *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) en germoplasma de maíz nativo de Tamaulipas. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 9(1), 81-93. <https://doi.org/10.29312/remexca.v9i1.849>
- Reyes-Escogido, M., González-Mondragon, E. G., y Vázquez Tzompantzi, E. (2011). Chemical and Pharmacological Aspects of Capsaicin. *Molecules*, 16(2), 1253-1270. <https://doi.org/10.3390/molecules16021253>
- Sánchez, C., Rojas, J. y Cruz, I. (2018). Evaluación visual de la plaga del gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*) en cultivos de maíz. *Revista de Investigación Agroindustrial*, 6(2), 57-63.
- SEAGRO. (2020). *Ficha técnica Bioxter: Concentrados de ajés*. SEAGRO S.A.C. [www.seagroperu.com.pe](http://www.seagroperu.com.pe)
- Sinha, R., Shaham, Y., y Heilig, M. (2011). Translational and reverse translational research on the role of stress in drug craving and relapse. *Psychopharmacology*, 218(1), 69-82. <https://doi.org/10.1007/s00213-011-2263-y>

- Soto-Aguilar, R. N. (2014). *Principios agronómicos: Bases para una teoría agronómica*. Sociedad Agronómica de Chile.
- Ticona, R. O. (2021). *Efecto del bio-pesticida casera en el control del gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*) del cultivo de maíz (*Zea mays L.*) en la comunidad Bravo del municipio de Luribay* [Tesis de pregrado, Universidad Mayor de San Andrés]. <http://repositorio.umsa.bo/xmlui/handle/123456789/27702>
- Vélez, M., Betancourt, C., y Mendoza, J. (2021). Evaluación de diferentes momentos de aplicación de insecticida Metomil 90% para el control del gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*) en el cultivo de maíz. *Ciencia y Tecnología*, 14(2), 33-40. <https://doi.org/10.18779/cyt.v14i2.500>
- Ventura-Román, A., Corilla-Flores, D. D., Espinoza-Calderón, G. A., y Taípe-Lucas, C. (2021). Producción y comercialización del cultivo del maíz amiláceo. Distrito de San Pedro de Cachora, Apurímac. *Polo del Conocimiento*, 6(9), 316-333. <https://doi.org/10.23857/pc.v6i9.3028>
- Wang, R., Jiang, C., Guo, X., Chen, D., You, C., Zhang, Y., Wang, M., y Li, Q. (2020). Potential distribution of *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) in China and the major factors influencing distribution. *Global Ecology and Conservation*, 21, e00865. <https://doi.org/10.1016/j.gecco.2019.e00865>
- Zelaya-Molina, L. X., Chávez-Díaz, I. F., Santos-Villalobos, S., Cruz-Cárdenas, C. I., Ruíz-Ramírez, S., y Rojas-Anaya, E. (2022). Control biológico de plagas en la agricultura mexicana. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 13(SPE27), 69-79. <https://doi.org/10.29312/remexca.v13i27.3251>

# **ANEXOS**

## Anexo 01. Matriz de consistencia

FORMULACION DEL PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPOTESIS	VARIABLES	INDICADORES
<b>Problema general</b> ¿Cuál será el efecto de la capsaicina en el control de <i>Spodoptera frugiperda</i> (J. E. Smith) en el cultivo de maíz choclero ( <i>Zea mays</i> L.) bajo condiciones edafoclimáticas de Huacrachuco, 2022?	<b>Objetivo general</b> Evaluar el efecto de la capsaicina en el control de <i>Spodoptera frugiperda</i> (J. E. Smith) en el cultivo de maíz choclero ( <i>Zea mays</i> L.) bajo condiciones edafoclimáticas de Huacrachuco, 2022.	<b>Hipótesis general</b> La capsaicina tiene un efecto significativo en el control de <i>Spodoptera frugiperda</i> (J. E. Smith) en el cultivo de maíz choclero ( <i>Zea mays</i> L.) bajo condiciones edafoclimáticas de Huacrachuco, 2022.	<b>Variable Indep.:</b> Capsaicina  <b>Variable Dep.:</b> Control de <i>Spodoptera frugiperda</i>	- 6,70 ml/ L de agua -10,05 ml/ L de agua -13,40 ml/ L de agua -16,75 ml/ L de agua -50 g de rocoto/ litro de agua.  -Densidad, Infestación; eficacia; y rendimiento
<b>Problemas específicos</b> ¿Cuál será el efecto de la capsaicina en la densidad poblacional de larvas de <i>Spodoptera frugiperda</i> en el cultivo de maíz choclero ( <i>Zea mays</i> L.) bajo condiciones edafoclimáticas de Huacrachuco?	<b>Objetivos específicos</b> Determinar el efecto de la capsaicina en la densidad poblacional de larvas de <i>Spodoptera frugiperda</i> en el cultivo de maíz choclero ( <i>Zea mays</i> L.) bajo condiciones edafoclimáticas de Huacrachuco.	<b>Hipótesis específicas</b> La capsaicina tiene un efecto significativo en la densidad poblacional de larvas de <i>Spodoptera frugiperda</i> en el cultivo de maíz choclero ( <i>Zea mays</i> L.) bajo condiciones edafoclimáticas de Huacrachuco.	<b>Sub variables</b> Densidad poblacional	<b>Sub indicadores</b> - Larvas por planta (Und.)
¿Cuál será el efecto de la capsaicina en el porcentaje de plantas infestadas por larvas de <i>Spodoptera frugiperda</i> en el cultivo de maíz choclero ( <i>Zea mays</i> L.) bajo condiciones edafoclimáticas de Huacrachuco?	Determinar el efecto de la capsaicina en el porcentaje de plantas infestadas por larvas de <i>Spodoptera frugiperda</i> en el cultivo de maíz choclero ( <i>Zea mays</i> L.) bajo condiciones edafoclimáticas de Huacrachuco	La capsaicina tiene un efecto significativo en el porcentaje de plantas infestadas por larvas de <i>Spodoptera frugiperda</i> en el cultivo de maíz choclero ( <i>Zea mays</i> L.) bajo condiciones edafoclimáticas de Huacrachuco.	Infestación	- % de plantas infestadas
¿Cuál será la eficacia de la capsaicina en el control de larvas de <i>Spodoptera frugiperda</i> en el cultivo de maíz choclero ( <i>Zea mays</i> L.) bajo condiciones edafoclimáticas de Huacrachuco?	Determinar la eficacia de la capsaicina en el control de larvas de <i>Spodoptera frugiperda</i> en el cultivo de maíz choclero ( <i>Zea mays</i> L.) bajo condiciones edafoclimáticas de Huacrachuco.	La capsaicina tiene una eficacia significativa en el control de larvas de <i>Spodoptera frugiperda</i> en el cultivo de maíz choclero ( <i>Zea mays</i> L.) bajo condiciones edafoclimáticas de Huacrachuco.	Eficacia	% de control de larvas en relación al testigo
¿Cuál será el efecto de la capsaicina en el rendimiento del cultivo de maíz choclero ( <i>Zea mays</i> L.) bajo condiciones edafoclimáticas de Huacrachuco?	Determinar el efecto de la capsaicina en el rendimiento del cultivo de maíz choclero ( <i>Zea mays</i> L.) bajo condiciones edafoclimáticas de Huacrachuco.	La capsaicina tiene un efecto significativo en el rendimiento del cultivo de maíz choclero ( <i>Zea mays</i> L.) bajo condiciones edafoclimáticas de Huacrachuco.	Rendimiento	- Longitud de mazorca (cm) - Peso de mazorca (g) y peso por ha.

**Anexo 2. Prueba de normalidad y homogeneidad de varianzas**

**Prueba de normalidad Shapiro-Wilks (modificado)**

<b>Variabes</b>	<b>N°</b>	<b>p-valor</b>
Densidad poblacional post aplicación 1 (Larvas/planta)	24	0,6278
Densidad poblacional post aplicación 2 (Larvas/planta)	24	0,6912
Densidad poblacional post aplicación 3 (Larvas/planta)	24	0,0913
Densidad poblacional post aplicación 4 (Larvas/planta)	24	0,1492
Densidad poblacional post aplicación 5 (Larvas/planta)	24	0,4009
Infestación post aplicación 1 (% plantas infestadas)	24	0,4092
Infestación post aplicación 2 (% plantas infestadas)	24	0,1421
Infestación post aplicación 3 (% plantas infestadas)	24	0,4614
Infestación post aplicación 4 (% plantas infestadas)	24	0,1515
Infestación post aplicación 5 (% plantas infestadas)	24	0,6465
Eficacia post aplicación 1 (% control/larvas)	20	0,8017
Eficacia post aplicación 2 (% control/larvas)	20	0,6576
Eficacia post aplicación 3 (% control/larvas)	20	0,0702
Eficacia post aplicación 4 (% control/larvas)	20	0,1125
Eficacia post aplicación 5 (% control/larvas)	20	0,9173
Longitud de mazorca (cm)	24	0,4878
Peso de mazorca (gramos)	24	0,3319

**H<sub>0</sub>**= Los datos presentan una distribución normal ( $p \geq 0,05$ )

**H<sub>a</sub>**= Los datos no presentan una distribución normal ( $p < 0,05$ )

Según los datos; de la prueba de normalidad Shapiro-Wilk; los valores de significancia para todas las variables evaluadas son mayores a 0,05 ( $p > 0,05$ ), motivo por el cual se rechaza la hipótesis alterna  $H_a$  y se acepta la hipótesis nula  $H_0$ ; es decir los datos tienen una distribución normal por lo tanto es adecuado emplear una prueba paramétrica para contrastar la hipótesis como lo es el ANVA.

### Prueba de homogeneidad de varianzas

#### Estadístico de Levene

Variables	gl	p-valor
Densidad poblacional post aplicación 1 (Larvas/planta)	5	0,263
Densidad poblacional post aplicación 2 (Larvas/planta)	5	0,364
Densidad poblacional post aplicación 3 (Larvas/planta)	5	0,400
Densidad poblacional post aplicación 4 (Larvas/planta)	5	0,816
Densidad poblacional post aplicación 5 (Larvas/planta)	5	0,193
Infestación post aplicación 1 (% plantas infestadas)	5	0,891
Infestación post aplicación 2 (% plantas infestadas)	5	0,637
Infestación post aplicación 3 (% plantas infestadas)	5	0,727
Infestación post aplicación 4 (% plantas infestadas)	5	0,257
Infestación post aplicación 5 (% plantas infestadas)	5	0,402
Eficacia post aplicación 1 (% control/larvas)	4	0,649
Eficacia post aplicación 2 (% control/larvas)	4	0,634
Eficacia post aplicación 3 (% control/larvas)	4	0,566
Eficacia post aplicación 4 (% control/larvas)	4	0,119
Eficacia post aplicación 5 (% control/larvas)	4	0,061
Longitud de mazorca (cm)	5	0,381
Peso de mazorca (gramos)	5	0,146

**H<sub>0</sub>**= Los datos presentan varianzas homogéneas ( $p \geq 0,05$ )

**H<sub>a</sub>**= Los datos no presentan varianzas homogéneas ( $p < 0,05$ )

Según los datos; de la prueba de homogeneidad de varianzas; los valores de significancia para todas las variables evaluadas son mayores a 0,05 ( $p > 0,05$ ), motivo por el cual se rechaza la hipótesis alterna  $H_a$  y se acepta la hipótesis nula  $H_0$ ; es decir los datos presentan varianzas homogéneas por lo tanto es adecuado emplear una prueba paramétrica para contrastar la hipótesis como lo es el ANVA.

## Anexo 03. Base de datos

## Densidad poblacional (Larvas/planta)

Bloque	Tratamiento	Infestación (Larvas/planta)					
		Pre aplicación	Post Aplicación				
			1	2	3	4	5
I	T1	3,17	2,40	2,28	1,73	1,33	0,93
II	T1	3,10	2,35	2,10	1,68	1,90	0,68
III	T1	3,25	2,48	2,56	1,85	1,71	0,90
IV	T1	3,15	2,42	2,30	1,86	1,60	0,75
I	T2	3,12	2,08	1,96	1,41	1,11	0,50
II	T2	3,23	2,03	1,91	1,36	0,85	0,80
III	T2	3,12	2,18	2,06	1,51	1,21	0,71
IV	T2	3,00	2,05	1,93	1,56	1,45	0,20
I	T3	3,15	1,75	1,63	1,28	1,15	0,00
II	T3	3,18	1,85	1,73	1,18	1,60	0,50
III	T3	3,15	1,75	1,63	1,08	0,80	0,00
IV	T3	3,10	1,90	1,78	1,20	1,20	0,40
I	T4	3,00	1,43	1,30	1,07	0,90	0,00
II	T4	3,17	1,38	1,15	0,90	0,87	0,00
III	T4	3,20	1,52	1,36	0,95	0,85	0,50
IV	T4	3,10	1,40	1,45	1,12	0,00	0,00
I	T5	3,16	2,53	2,41	1,86	1,95	0,90
II	T5	3,15	2,60	2,45	1,90	1,60	1,20
III	T5	3,22	2,43	2,35	1,80	1,40	1,00
IV	T5	3,12	2,51	2,39	2,02	1,70	0,95
I	T6	3,20	3,70	4,20	4,80	4,75	3,90
II	T6	3,05	3,55	4,05	4,55	4,10	3,60
III	T6	3,18	3,68	4,18	4,68	4,48	3,78
IV	T6	3,10	3,60	4,10	4,60	4,40	3,70

**Porcentaje de plantas infestadas por *Spodoptera frugiperda***

Bloque	Tratamiento	Plantas infestadas %						Plantas infestadas (arcoseno ( $\sqrt{y/100}$ ))					
		Pre aplicación	Post Aplicación					Pre aplicación	Post Aplicación				
			1	2	3	4	5		1	2	3	4	5
I	T1	55,56	55,56	44,45	33,34	22,22	0,00	0,84	0,84	0,73	0,62	0,49	0,00
II	T1	66,67	44,44	33,33	22,22	22,22	11,11	0,96	0,73	0,62	0,49	0,49	0,34
III	T1	55,56	55,56	44,45	33,34	22,22	22,22	0,84	0,84	0,73	0,62	0,49	0,49
IV	T1	66,67	44,44	33,33	22,22	11,11	11,11	0,96	0,73	0,62	0,49	0,34	0,34
I	T2	66,67	44,44	33,33	22,22	11,11	11,11	0,96	0,73	0,62	0,49	0,34	0,34
II	T2	66,67	55,56	44,45	33,34	22,22	11,11	0,96	0,84	0,73	0,62	0,49	0,34
III	T2	55,56	44,44	33,33	22,22	11,11	11,11	0,84	0,73	0,62	0,49	0,34	0,34
IV	T2	66,67	33,33	22,22	11,11	22,22	0,00	0,96	0,62	0,49	0,34	0,49	0,00
I	T3	55,56	33,33	22,22	11,11	22,22	0,00	0,84	0,62	0,49	0,34	0,49	0,00
II	T3	55,56	44,44	33,33	22,22	11,11	11,11	0,84	0,73	0,62	0,49	0,34	0,34
III	T3	66,67	22,22	11,11	11,11	11,11	0,00	0,96	0,49	0,34	0,34	0,34	0,00
IV	T3	55,56	33,33	22,22	22,22	11,11	11,11	0,84	0,62	0,49	0,49	0,34	0,34
I	T4	66,67	22,22	11,11	11,11	11,11	0,00	0,96	0,49	0,34	0,34	0,34	0,00
II	T4	55,56	22,22	22,22	22,22	11,11	0,00	0,84	0,49	0,49	0,49	0,34	0,00
III	T4	55,56	33,33	22,22	11,11	11,11	11,11	0,84	0,62	0,49	0,34	0,34	0,34
IV	T4	66,67	11,11	11,11	11,11	0,00	0,00	0,96	0,34	0,34	0,34	0,00	0,00

I	T5	66,67	66,67	55,56	22,22	33,33	11,11	0,96	0,96	0,84	0,49	0,62	0,34
II	T5	66,67	55,56	33,33	33,34	11,11	33,33	0,96	0,84	0,62	0,62	0,34	0,62
III	T5	55,56	55,56	44,45	33,34	22,22	22,22	0,84	0,84	0,73	0,62	0,49	0,49
IV	T5	66,67	66,67	55,56	44,45	22,22	11,11	0,96	0,96	0,84	0,73	0,49	0,34
I	T6	55,56	55,56	55,56	66,67	55,56	55,56	0,84	0,84	0,84	0,96	0,84	0,84
II	T6	66,67	66,67	66,67	66,67	66,67	66,67	0,96	0,96	0,96	0,96	0,96	0,96
III	T6	66,67	66,67	77,78	77,78	77,78	55,56	0,96	0,96	1,08	1,08	1,08	0,84
IV	T6	55,56	66,67	66,67	66,67	66,67	33,33	0,84	0,96	0,96	0,96	0,96	0,62

### Rendimiento del maíz

Bloque	Tratamiento	Rendimiento		
		Longitud mazorca (cm)	Peso mazorca (g)	Peso ha (t)
I	T1	12,80	263,10	11,69
II	T1	14,90	253,40	11,26
III	T1	13,20	248,80	11,06
IV	T1	14,10	275,40	12,24
I	T2	14,90	280,30	12,46
II	T2	15,20	290,00	12,89
III	T2	15,36	260,50	11,58
IV	T2	14,10	270,50	12,02
I	T3	15,20	300,00	13,33
II	T3	16,20	310,00	13,78
III	T3	14,20	328,00	14,58
IV	T3	15,20	330,00	14,67
I	T4	17,63	390,30	17,35
II	T4	16,45	370,20	16,45
III	T4	16,67	380,00	16,89
IV	T4	16,34	400,00	17,78
I	T5	13,40	242,00	10,76
II	T5	12,90	260,20	11,56
III	T5	13,20	251,80	11,19
IV	T5	12,50	275,00	12,22
I	T6	10,20	190,50	8,47
II	T6	9,80	210,00	9,33
III	T6	10,50	215,00	9,56
IV	T6	10,20	221,80	9,86

**Eficacia de la capsaicina en el control de *Spodoptera frugiperda***

Bloque	Tratamiento	Eficacia de control %					Eficacia (arcoseno ( $\sqrt{y/100}$ ))				
		Post Aplicación					Post Aplicación				
		1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
I	T1	35,14	45,71	63,96	72,00	76,15	0,63	0,74	0,93	1,01	1,06
II	T1	33,80	48,15	63,08	53,66	81,11	0,62	0,77	0,92	0,82	1,12
III	T1	32,61	38,76	60,47	61,83	76,19	0,61	0,67	0,89	0,90	1,06
IV	T1	32,78	43,90	59,57	63,64	79,73	0,61	0,72	0,88	0,92	1,10
I	T2	43,69	53,25	70,56	76,56	87,18	0,72	0,82	1,00	1,07	1,20
II	T2	42,82	52,84	70,11	79,27	77,78	0,71	0,81	0,99	1,10	1,08
III	T2	40,76	50,72	67,74	72,99	81,22	0,69	0,79	0,97	1,02	1,12
IV	T2	43,06	52,93	66,09	67,05	94,59	0,72	0,81	0,95	0,96	1,34
I	T3	52,70	61,19	73,33	75,79	100,00	0,81	0,90	1,03	1,06	1,57
II	T3	47,89	57,28	74,07	60,98	86,11	0,76	0,86	1,04	0,90	1,19
III	T3	52,45	61,00	76,92	82,14	100,00	0,81	0,90	1,07	1,13	1,57
IV	T3	47,22	56,59	73,91	72,73	89,19	0,76	0,85	1,03	1,02	1,24
I	T4	61,35	69,13	77,71	81,05	100,00	0,90	0,98	1,08	1,12	1,57
II	T4	61,13	71,60	80,22	78,78	100,00	0,90	1,01	1,11	1,09	1,57
III	T4	58,70	67,46	79,70	81,03	86,77	0,87	0,96	1,10	1,12	1,20
IV	T4	61,11	64,63	75,65	100,00	100,00	0,90	0,93	1,05	1,57	1,57
I	T5	31,68	42,67	61,30	58,95	76,92	0,60	0,71	0,90	0,88	1,07
II	T5	26,76	39,51	58,24	60,98	66,67	0,54	0,68	0,87	0,90	0,96
III	T5	33,97	43,78	61,54	68,75	73,54	0,62	0,72	0,90	0,98	1,03
IV	T5	30,28	41,71	56,09	61,36	74,32	0,58	0,70	0,85	0,90	1,04

#### Anexo 04. Panel fotográfico



**Figura 10.** Selección y preparación del terreno



**Figura 11.** Trazado del campo experimental



**Figura 12.** Surcado, abonamiento y siembra



**Figura 13.** Riego



**Figura 14.** Plantas emergidas más del 95%



**Figura 15.** Campo experimental con sus respectivos letreros



**Figura 16.** Letrero del campo experimental



**Figura 17.** Etapa vegetativa del maíz blanco Urubamba



**Figura 18.** Presencia de *Spodoptera frugiperda*.



**Figura 19.** Aplicación del tratamiento con Capsaicina



**Figura 20.** Muerte de *Spodoptera frugiperda*



**Figura 21.** Campo experimental en etapa de floración y fecundación



**Figura 22.** Campo experimental en etapa de maduración (Choclo)



**Figura 23.** Cosecha de maíz choclero blanco Urubamba



**Figura 24.** Peso de la mazorca del choclo blanco Urubamba



**Figura 25.** Tamaño de la mazorca del choclo blanco Urubamba



**Figura 26.** Tratamiento testigo infestado por *Spodoptera frugiperda*



**Figura 27.** Presencia de *Spodoptera frugiperda* en el tratamiento testigo.



**Figura 28.** Mazorcas del tratamiento testigo con daños de *Spodoptera frugiperda*



**Figura 29.** Evaluación de mazorcas en campo.



**ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO AGRÓNOMO**

En la ciudad de Huánuco a los 31 días del mes de AGOSTO del año 2023, siendo las 11:00 am. horas de acuerdo al Reglamento General de Grados y Títulos de la Universidad Nacional Hermilio Valdizán-Huánuco, y en virtud de la Resolución de Consejo Universitario N° 2939-2022-UNHEVAL, de fecha 12 de setiembre de 2022, se dispone que los decanos de las 14 facultades de la Universidad Nacional Hermilio Valdizán de Huánuco programen, A PARTIR DE LA FECHA, la sustentación de tesis de manera presencial, los miembros integrantes del Jurado Calificador, nombrados mediante Resolución N° 447 - 2023 - UNHEVAL-FCA-D, de fecha 21/08/2023, para proceder con la evaluación de la sustentación de la tesis titulada:

CAPSICAINA EN EL CONTROL DE Epodoptera fougiperda (J.E. Smith) EN EL CULTIVO DE MAIZ CHOCLEDO (Zea mays L.) BOJO CONDICIONES EDAFOClimaticas DE HUACRACHICO-2022.

presentada por el (la) Bachiller en Ingeniería Agronómica:

NECER HERRERA MARCHANO

Bajo el asesoramiento de:

Dr. AGUSTINA VALVERDE RODRIGUEZ

El Jurado Calificador está integrado por los siguientes docentes:

- PRESIDENTE :** Dr. HENRY BRICEÑO YEN
- SECRETARIO :** DR. MARÍA BETZOBÉ GUTIÉRREZ SOLÓRZANO
- VOCAL :** M.Sc. LUISA MONOLYN ALVAREZ BENAUTE.
- ACCESITARIO 1 :** \_\_\_\_\_
- ACCESITARIO 2 :** \_\_\_\_\_

Finalizado el acto de sustentación, luego de la deliberación y verificación del calificativo por el Jurado, se obtuvo el siguiente resultado: \_\_\_\_\_ por \_\_\_\_\_ con el cuantitativo de \_\_\_\_\_, y cualitativo de \_\_\_\_\_ quedando el sustentante \_\_\_\_\_ para que se le expida el TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO AGRONOMO.

El acto de sustentación se dio por concluido, siendo las \_\_\_\_\_ horas.

Huánuco, 31 de AGOSTO de 20\_\_

[Signature]  
 PRESIDENTE

[Signature]  
 SECRETARIO

[Signature]  
 VOCAL

- Deficiente (11, 12, 13) Desaprobado
- Bueno (14, 15, 16) Aprobado
- Muy Bueno (17, 18) Aprobado
- Excelente (19, 20) Aprobado



OBSERVACIONES:

*Sin observación*

---



---



---



---



---

Huánuco, 31 de AGOSTO de 20\_\_

  
 PRESIDENTE

  
 VOCAL

  
 SECRETARIO

LEVANTAMIENTO DE OBSERVACIONES:

---



---



---



---

Huánuco, \_\_\_ de \_\_\_ de 20\_\_

\_\_\_\_\_  
 PRESIDENTE

\_\_\_\_\_  
 SECRETARIO

\_\_\_\_\_  
 VOCAL

## CONSTANCIA DEL PROGRAMA TURNITIN PARA BORRADOR DE TESIS

LA DIRECCIÓN DE LA UNIDAD DE INVESTIGACIÓN:

Hace constar que el Título:

**CAPSAICINA EN EL CONTROL DE *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) EN  
EL CULTIVO DE MAÍZ CHOCLERO (*Zea mays* L.) BAJO CONDICIONES  
EDAFOCLIMÁTICAS DE HUACRACHUCO-2022**

Presentado por (el) (la) alumno (a) de la Facultad de Ciencias Agrarias, Escuela  
Profesional de Ingeniería Agronómica.

**HECAR HERRERA MARCHINO**

Documento aplicado al programa: "Turnitin" para su revisión.

Fecha: **06 de setiembre 2023**

Número de registro: **48**

Resultado: **11% de similitud general**

Porcentaje considerado: **Apto**, por disposición de la UNHEVAL.

Para lo cual firmo el presente para los fines correspondientes.

Atentamente.



Roger Estacio Laguna  
Unidad de Investigación de la F.C.A.

NOMBRE DEL TRABAJO

**CAPSAICINA EN EL CONTROL DE  
Spodo ptera frugiperda (J. E. Smith)  
EN EL CULTIVO DE MAÍZ CHOCLERO  
(Zea mays L.) BAJO CONDICIONES  
EDAFOLIMÁTICAS DE  
HUACRACHUCO-2022**

AUTOR

**Hecar HERRERA MARCHINO**

RECuento DE PALABRAS

**22254 Words**

RECuento DE CARACTERES

**113189 Characters**

RECuento DE PÁGINAS

**87 Pages**

TAMAÑO DEL ARCHIVO

**4.2MB**

FECHA DE ENTREGA

**Aug 31, 2023 9:19 AM GMT-5**

FECHA DEL INFORME

**Aug 31, 2023 9:21 AM GMT-5**

● **11% de similitud general**

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para cada base

- 11% Base de datos de Internet
- Base de datos de Crossref
- 4% Base de datos de trabajos entregados

- 1% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de contenido publicado de Crossref

● **Excluir del Reporte de Similitud**

- Material bibliográfico
- Coincidencia baja (menos de 15 palabras)

- Material citado



*[Handwritten Signature]*  
D. Roger Estacio Laguna  
Director de la Unidad de Investigación  
Facultad Ciencias Agrarias

## AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DIGITAL Y DECLARACIÓN JURADA DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN PARA OPTAR UN GRADO ACADÉMICO O TÍTULO PROFESIONAL

### 1. Autorización de Publicación: (Marque con una "X")

<b>Pregrado</b>	<input checked="" type="checkbox"/>	<b>Segunda Especialidad</b>		<b>Posgrado:</b>	<b>Maestría</b>		<b>Doctorado</b>
-----------------	-------------------------------------	-----------------------------	--	------------------	-----------------	--	------------------

Pregrado (tal y como está registrado en SUNEDU)

<b>Facultad</b>	CIENCIAS AGRARIAS
<b>Escuela Profesional</b>	INGENIERÍA AGRONÓMICA
<b>Carrera Profesional</b>	INGENIERÍA AGRONÓMICA
<b>Grado que otorga</b>	-----
<b>Título que otorga</b>	INGENIERO AGRÓNOMO

Segunda especialidad (tal y como está registrado en SUNEDU)

<b>Facultad</b>	-----
<b>Nombre del programa</b>	-----
<b>Título que Otorga</b>	-----

Posgrado (tal y como está registrado en SUNEDU)

<b>Nombre del Programa de estudio</b>	-----
<b>Grado que otorga</b>	-----

### 2. Datos del Autor(es): (Ingrese todos los datos requeridos completos)

<b>Apellidos y Nombres:</b>	HERRERA MARCHINO, Hecar							
<b>Tipo de Documento:</b>	DNI	<input checked="" type="checkbox"/>	Pasaporte	<input type="checkbox"/>	C.E.	<input type="checkbox"/>	<b>Nro. de Celular:</b>	986523218
<b>Nro. de Documento:</b>	46797580				<b>Correo Electrónico:</b>	hecarherreramarchino@gmail.com		

<b>Apellidos y Nombres:</b>								
<b>Tipo de Documento:</b>	DNI	<input type="checkbox"/>	Pasaporte	<input type="checkbox"/>	C.E.	<input type="checkbox"/>	<b>Nro. de Celular:</b>	
<b>Nro. de Documento:</b>					<b>Correo Electrónico:</b>			

<b>Apellidos y Nombres:</b>								
<b>Tipo de Documento:</b>	DNI	<input type="checkbox"/>	Pasaporte	<input type="checkbox"/>	C.E.	<input type="checkbox"/>	<b>Nro. de Celular:</b>	
<b>Nro. de Documento:</b>					<b>Correo Electrónico:</b>			

### 3. Datos del Asesor: (Ingrese todos los datos requeridos completos según DNI, no es necesario indicar el Grado Académico del Asesor)

<b>¿El Trabajo de Investigación cuenta con un Asesor?:</b> (marque con una "X" en el recuadro del costado, según corresponda)								SI	<input checked="" type="checkbox"/>	NO	
<b>Apellidos y Nombres:</b>	VALVERDE RODRIGUEZ, Agustina						<b>ORCID ID:</b>	https://orcid.org/0000-0003-1522-4827			
<b>Tipo de Documento:</b>	DNI	<input checked="" type="checkbox"/>	Pasaporte	<input type="checkbox"/>	C.E.	<input type="checkbox"/>	<b>Nro. de documento:</b>	43730740			

### 4. Datos del Jurado calificador: (Ingrese solamente los Apellidos y Nombres completos según DNI, no es necesario indicar el Grado Académico del Jurado)

<b>Presidente:</b>	BRICEÑO YEN, Henry
<b>Secretario:</b>	GUTIÉRREZ SOLORSANO, María Betzabé
<b>Vocal:</b>	ÁLVAREZ BENAUTE, Luisa Manolyn
<b>Vocal:</b>	VARGAS GARCÍA, Grifelio
<b>Vocal:</b>	
<b>Accesitario</b>	VIZCARRA ARBIZU, Walter

**5. Declaración Jurada:** (Ingrese todos los datos requeridos completos)

<b>a) Soy Autor (a) (es) del Trabajo de Investigación Titulado:</b> (Ingrese el título tal y como está registrado en el Acta de Sustentación)
CAPSAICINA EN EL CONTROL DE <i>Spodoptera frugiperda</i> (J. E. Smith) EN EL CULTIVO DE MAÍZ CHOCLERO ( <i>Zea mays</i> L) BAJO CONDICIONES EDAFOCLIMÁTICAS DE HUACRACHUCO - 2022
<b>b) El Trabajo de Investigación fue sustentado para optar el Grado Académico ó Título Profesional de:</b> (tal y como está registrado en SUNEDU)
TITULO PROFESIONAL DE INGENIERO AGRÓNOMO
c) El Trabajo de investigación no contiene plagio (ninguna frase completa o párrafo del documento corresponde a otro autor sin haber sido citado previamente), ni total ni parcial, para lo cual se han respetado las normas internacionales de citas y referencias.
d) El trabajo de investigación presentado no atenta contra derechos de terceros.
e) El trabajo de investigación no ha sido publicado, ni presentado anteriormente para obtener algún Grado Académico o Título profesional.
f) Los datos presentados en los resultados (tablas, gráficos, textos) no han sido falsificados, ni presentados sin citar la fuente.
g) Los archivos digitales que entrego contienen la versión final del documento sustentado y aprobado por el jurado.
h) Por lo expuesto, mediante la presente asumo frente a la Universidad Nacional Hermilio Valdizan (en adelante LA UNIVERSIDAD), cualquier responsabilidad que pudiera derivarse por la autoría, originalidad y veracidad del contenido del Trabajo de Investigación, así como por los derechos de la obra y/o invención presentada. En consecuencia, me hago responsable frente a LA UNIVERSIDAD y frente a terceros de cualquier daño que pudiera ocasionar a LA UNIVERSIDAD o a terceros, por el incumplimiento de lo declarado o que pudiera encontrar causas en la tesis presentada, asumiendo todas las cargas pecuniarias que pudieran derivarse de ello. Asimismo, por la presente me comprometo a asumir además todas las cargas pecuniarias que pudieran derivarse para LA UNIVERSIDAD en favor de terceros con motivo de acciones, reclamaciones o conflictos derivados del incumplimiento de lo declarado o las que encontraren causa en el contenido del trabajo de investigación. De identificarse fraude, piratería, plagio, falsificación o que el trabajo haya sido publicado anteriormente; asumo las consecuencias y sanciones que de mi acción se deriven, sometiéndome a la normatividad vigente de la Universidad Nacional Hermilio Valdizan.

**6. Datos del Documento Digital a Publicar:** (Ingrese todos los datos requeridos completos)

<b>Ingrese solo el año en el que sustentó su Trabajo de Investigación:</b> (Verifique la Información en el Acta de Sustentación)			2023						
<b>Modalidad de obtención del Grado Académico o Título Profesional:</b> (Marque con X según Ley Universitaria con la que inició sus estudios)	Tesis	<input checked="" type="checkbox"/>	Tesis Formato Artículo	<input type="checkbox"/>	Tesis Formato Patente de Invención	<input type="checkbox"/>			
	Trabajo de Investigación	<input type="checkbox"/>	Trabajo de Suficiencia Profesional	<input type="checkbox"/>	Tesis Formato Libro, revisado por Pares Externos	<input type="checkbox"/>			
	Trabajo Académico	<input type="checkbox"/>	Otros (especifique modalidad)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
<b>Palabras Clave:</b> (solo se requieren 3 palabras)	Larva	<input type="checkbox"/>	Eficacia	<input type="checkbox"/>	Infestación	<input type="checkbox"/>			
<b>Tipo de Acceso:</b> (Marque con X según corresponda)	Acceso Abierto	<input checked="" type="checkbox"/>	Condición Cerrada (*)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
	Con Periodo de Embargo (*)	<input type="checkbox"/>	Fecha de Fin de Embargo:	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
<b>¿El Trabajo de Investigación, fue realizado en el marco de una Agencia Patrocinadora?</b> (ya sea por financiamientos de proyectos, esquema financiero, beca, subvención u otras; marcar con una "X" en el recuadro del costado según corresponda):						SI	<input type="checkbox"/>	NO	<input checked="" type="checkbox"/>
<b>Información de la Agencia Patrocinadora:</b>						<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

El trabajo de investigación en digital y físico tienen los mismos registros del presente documento como son: Denominación del programa Académico, Denominación del Grado Académico o Título profesional, Nombres y Apellidos del autor, Asesor y Jurado calificador tal y como figura en el Documento de Identidad, Título completo del Trabajo de Investigación y Modalidad de Obtención del Grado Académico o Título Profesional según la Ley Universitaria con la que se inició los estudios.



**7. Autorización de Publicación Digital:**

A través de la presente. Autorizo de manera gratuita a la Universidad Nacional Hermilio Valdizán a publicar la versión electrónica de este Trabajo de Investigación en su Biblioteca Virtual, Portal Web, Repositorio Institucional y Base de Datos académica, por plazo indefinido, consintiendo que con dicha autorización cualquier tercero podrá acceder a dichas páginas de manera gratuita pudiendo revisarla, imprimirla o grabarla siempre y cuando se respete la autoría y sea citada correctamente. Se autoriza cambiar el contenido de forma, más no de fondo, para propósitos de estandarización de formatos, como también establecer los metadatos correspondientes.

Firma:			
Apellidos y Nombres:	HERRERA MARCHINO, Hecar		Huella Digital
DNI:	46797580		
Firma:			
Apellidos y Nombres:			Huella Digital
DNI:			
Firma:			
Apellidos y Nombres:			Huella Digital
DNI:			
Fecha: 06/09/2023			

**Nota:**

- ✓ No modificar los textos preestablecidos, conservar la estructura del documento.
- ✓ Marque con una X en el recuadro que corresponde.
- ✓ Llenar este formato de forma digital, con tipo de letra **calibri**, **tamaño de fuente 09**, manteniendo la alineación del texto que observa en el modelo, sin errores gramaticales (*recuerde las mayúsculas también se tildan si corresponde*).
- ✓ La información que escriba en este formato debe coincidir con la información registrada en los demás archivos y/o formatos que presente, tales como: DNI, Acta de Sustentación, Trabajo de Investigación (PDF) y Declaración Jurada.
- ✓ Cada uno de los datos requeridos en este formato, es de carácter obligatorio según corresponda.