



**UNIVERSIDAD JOSÉ CARLOS MARIÁTEGUI**

**VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN**

**FACULTAD DE INGENIERÍA  
Y ARQUITECTURA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGRONÓMICA**

**TRABAJO DE INVESTIGACIÓN**

**EVALUACIÓN DE CONTROL ETOLÓGICO PARA CAPTURA DE  
ADULTOS DE GUSANO EJÉRCITO (*Spodoptera eridania*),  
EN CULTIVO DE ALFALFA (*Medicago sativa* L.),  
DISTRITO DE ITE - TACNA**

**PRESENTADO POR  
EGRESADA YANETH ROXANA CHINO CCALLI**

**ASESOR:  
MGR. URBANO FERMIN VASQUEZ ESPINO**

**PARA OPTAR EL GRADO ACADÉMICO DE BACHILLER EN  
INGENIERÍA AGRONÓMICA**

**MOQUEGUA – PERÚ**

**2022**

## CONTENIDO

	<b>Pág.</b>
Página de jurado.....	i
Dedicatoria.....	ii
Agradecimientos .....	iii
Contenido.....	iv
CONTENIDO DE TABLAS .....	vii
CONTENIDO DE FIGURAS .....	viii
CONTENIDO DE APÉNDICES .....	ix
RESUMEN.....	x
ABSTRACT.....	xi
INTRODUCCIÓN .....	xii

## CAPITULO I

### PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 Descripción de la realidad del problema .....	1
1.2 Definición del problema .....	2
1.2.1 Problema general.....	2
1.2.2 Problemas específicos. ....	2
1.3 Objetivos de la investigación.....	2
1.4 Justificación .....	3
1.4.1 Justificación económica. ....	3
1.4.2 Justificación social. ....	3
1.5 Alcances y limitaciones .....	3
1.5.1 Alcances. ....	3

1.5.2	Limitaciones. ....	4
1.6	Variables .....	4
1.6.1	Metodología para las trampas de feromonas. ....	4
1.6.2	Metodología para las trampas de luz. ....	4
1.6.3	Operacionalización de variables.....	4
1.6.4	Conceptualización de variables. ....	5
1.7	Hipótesis de la investigación .....	6
1.7.1	Hipótesis general. ....	6
1.7.2	Hipótesis específicas. ....	6

## **CAPÍTULO II**

### **MARCO TEÓRICO**

2.1	Antecedentes de la investigación.....	7
2.2	Bases teóricas.....	9
2.2.1	El cultivo de alfalfa. ....	9
2.2.2	El gusano ejército o caballada ( <i>Spodoptera eridania</i> Cramer). ....	13

## **CAPÍTULO III**

### **MÉTODO**

3.1	Tipo de investigación.....	23
3.1.1	Diseño de la investigación. ....	23
3.1.2	Metodología para las trampas de feromonas. ....	23
3.1.4	Flujograma de la investigación. ....	24
3.1.5	Población y muestra.....	24
3.1.6	Lugar de ejecución.....	25
3.2	Instrumentos tecnológicos para la recolección de datos.....	25

3.3	Técnicas de procesamiento y análisis de datos.....	25
3.4	Hipótesis estadística. ....	26
3.5	Manejo del experimento .....	27

## **CAPÍTULO IV**

### **ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS**

4.1.1	Feromonas.....	29
4.1.2	Trampas de luz.....	31
4.2	Contraste de hipótesis .....	33
4.3	Discusión de resultados .....	34

## **CAPÍTULO V**

### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

5.1	Conclusiones.....	36
5.2	Recomendaciones .....	36
	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	38
	APÉNDICES .....	42
	MATRIZ DE CONSISTENCIA .....	46

## CONTENIDO DE TABLAS

	<b>Pág.</b>
Tabla 1 Operacionalización de variables en metodología para las trampas de feromonas.....	5
Tabla 2 Operacionalización de variables en metodología para las trampas de luz .	5
Tabla 3 Combinación de factores en estudio para feromonas.....	23
Tabla 4 Combinación de factores en estudio para color de luz.....	23
Tabla 5 Materiales, equipos y herramientas de recolección de datos .....	25
Tabla 6 Esquema del análisis de varianza para las trampas de feromonas .....	26
Tabla 7 Esquema del análisis de varianza para las trampas de luz .....	26
Tabla 8 Análisis de varianza para el promedio de adultos capturados con diferente número de trampas con feromonas/ha. y diferente altura (A*B) .....	29
Tabla 9 Prueba de significación de Tukey (95 %) para el promedio de adultos, capturados con diferentes números de trampas con feromonas/ha.....	30
Tabla 10 Análisis de varianza para el promedio de adultos, capturados, por efecto del color y altura instalada de la trampa.....	31
Tabla 11 Prueba de significación de Tukey (95 %) para el promedio de adultos, capturados por efecto del color de luz .....	31
Tabla 12 Prueba de significación de Tukey (95 %) para el promedio de adultos, capturados por efecto de la altura de la trampa.....	32

## CONTENIDO DE FIGURAS

	<b>Pág.</b>
Figura 1. Flujograma de la investigación.....	24
Figura 2. Valores promedios de captura de adultos, por efecto de diferente número de trampas con feromonas/ha .....	30
Figura 3. Promedio de capturas de adultos por la interacción del color de luz y altura de trampa entre los tratamientos estudiados .....	32

## CONTENIDO DE APÉNDICES

	<b>Pág.</b>
Apéndice A Tablas	
Tabla A1 Consolidado de evaluaciones de trampas de luz y altura. ....	42
Tabla A2 Consolidado de evaluación de trampas de feromonas/altura. ....	43
Apéndice B Fotografía	
Fotografía B1 Evaluación de la captura de adultos de <i>S. eridania</i> . ....	44
Fotografía B2 Trampas de botellas listas de feromona para instalar en el cultivo de alfalfa. ....	44
Fotografía B3 Instalación de las trampas de luz blanca. ....	45
Fotografía B4 Instalación de las Trampas de luz violeta ....	45

## RESUMEN

La presente investigación denominada “*Evaluación de control etológico para captura de adultos de gusano ejército (Spodoptera eridania Cramer), en cultivo de alfalfa (Medicago sativa L.), distrito de Ite – Tacna*”, siendo su objetivo evaluar la efectividad de control etológico para captura de adultos, utilizando el Diseño de Bloques Completamente al Azar (DBCA) con arreglo factorial de 2\*3, con un total de 6 tratamientos y 3 bloques: colores de luz blanca y violeta a una altura de 0,8; 1,0 y 1,2 m y arreglo factorial 3\*3, haciendo un total de 9 tratamiento y 3 bloques: 5, 10 y 15 botellas/ha a una altura de 0,8; 1,0 y 1,2 m. Los datos obtenidos fueron procesados, analizados con la varianza (ANVA) y las medias estadísticas fueron sometidas a la prueba de Tukey. Las variables de respuesta fueron: número de trampas con feromonas/ha, altura de trampas con feromonas/ha, color de luz y la altura apropiada para la instalación de trampa de luz: De los resultados número de trampas se obtuvo que 5 trampas con feromonas/ha, presenta mayor captura de polillas (465,11): respecto a la altura de trampas con feromonas/ha se concluye que el tratamiento es el T2 (5 trampas con feromonas /ha. instalados a 1,0 m): con el color de luz ideal es la luz violeta con el que se capturo 21,67 polillas frente a la luz blanca 15,78 polillas y la altura adecuada para la instalación de trampa de luz indica que el tratamiento T5 (Luz violeta a un 1, 0 m de altura).

*Palabras clave:* control etológico, gusano ejército, cultivo de alfalfa.

## ABSTRACT

The present investigation called "Evaluation of ethological control to capture adults of armyworm (*Spodoptera eridania* Cramer), in alfalfa crop (*Medicago sativa* L. ), district of Ite - Tacna", being its objective to evaluate the effectiveness of ethological control to capture adults, using the Block Design Completely Randomized (DBCA) with 2\*3 factorial arrangement, with a total of 6 treatments and 3 blocks: colors of white and violet light at a height of 0.8; 1.0 and 1.2 m and 3\*3 factorial arrangement, making a total of 9 treatments and 3 blocks: 5, 10 and 15 bottles/ha at a height of 0.8; 1.0 and 1.2 m. The data obtained were processed, analyzed by analysis of variance (ANVA) and the statistical means were subjected to Tukey's test. The response variables were: number of traps with pheromones/ha, height of traps with pheromones/ha, light color and the appropriate height for the installation of light traps: From the results of the number of traps it was obtained that 5 traps with pheromones/ha, presents greater capture of moths (465.11): regarding the height of traps with pheromones/ha it is concluded that the treatment is T2 (5 traps with pheromones/ha. installed at 1.0 m): with the ideal light color is violet light with which 21.67 moths were captured compared to white light 15.78 moths and the appropriate height for the installation of light trap indicates that the treatment T5 (violet light at a height of 1.0 m).

*Key words:* ethological control, armyworm, alfalfa crop.

## INTRODUCCIÓN

La “caballada” o también conocido “gusano ejército” (*Spodoptera eridania* Cramer.), es un tipo de insecto que se encuentra presente en cultivos hospederos, tales como la alfalfa, quinua, tomate, papa, espárrago, leguminosas, zanahoria y frutales (AgroNoticias, 2018).

La alfalfa (*Medicago sativa* L.) es una leguminosa forrajera perenne cultivada en todo el mundo en climas subtropical, templado y seco; el valor de la alfalfa se debe a su potencial de producción y costo nutritivo, y a su implementación como forraje verde, heno, ensilado, pellets y otros. La alfalfa posee una alta calidad nutricional y producción de biomasa, se acomoda extensamente a varios climas y es más positiva que los cultivos anuales para minimizar la escorrentía y la erosión del suelo.

La plaga de importancia del cultivo de alfalfa es la (*Spodoptera eridania* Cramer), donde su control más empleado es con productos químicos. Por lo tanto, es necesario cambiar por otras formas de control más amigables con el medio ambiente. Siendo una de las alternativas factibles de menor costo y fácil implementación el uso de trampas con feromonas sexuales. En la zona de Ite -Tacna, la incidencia de esta plaga es alta, motivando que los rendimientos de alfalfa disminuyen significativamente.

## **CAPÍTULO I**

### **PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

#### **1.1 Descripción de la realidad del problema**

En la campaña 2019 en el Perú, se contaba con una extensión total de 180 842,00 hectáreas de alfalfa representando el principal cultivo forrajero del país; siendo las principales regiones productoras: Puno con 64 664 ha, Arequipa con 36 417 ha, y Tacna con 11 061 ha. Se utiliza en la alimentación del ganado, tanto por su rendimiento en forraje como por su valor nutritivo (MINAM, 2019),.

Tacna se alcanza un rendimiento promedio de 21,35 t ha<sup>-1</sup>, muy debajo del promedio nacional de 37,86 t ha<sup>-1</sup> (MIDAGRI, 2022) y es un cultivo que representa un importante aporte a la economía agrícola familiar en el distrito de Ite, donde por su adaptación es el principal cultivo forrajero ocupando casi la mitad de la superficie agrícola del distrito, la mayor parte destinada a la alimentación de vacunos.

Dentro de las limitaciones del cultivo de alfalfa, en Ite, se encuentran la plaga de “caballada” o “gusano ejército” (*Spodoptera eridania*); que cuenta con diversos cultivos hospederos, y que en la alfalfa, puede causar serios daños al cultivo, llegando a esqueletizar la planta, con la consecuente reducción de las cosechas (AgroNoticias, 2018).

El control de la plaga se realiza mediante método químico principalmente, sin embargo, como afirma la Mg. Dina Mamani, de la universidad católica de Arequipa, esta situación podría influir en la reducción de los rendimientos de leche, por lo que es necesario generar alternativas de control; entre ellas el control etológico (trampas luz y feromonas).

## **1.2 Definición del problema**

### **1.2.1 Problema general.**

¿Cuál será la efectividad de control etológico para la captura de adultos de gusano ejército (*Spodoptera eridania* Cramer?) en cultivo de alfalfa (*Medicago sativa* L.), distrito de Ite – Tacna?

### **1.2.2 Problemas específicos.**

¿Cuál será el número de trampas por hectárea con feromonas, para el control del gusano ejército en el cultivo de alfalfa?

¿Cuál es la altura adecuada de las trampas con feromonas y trampas luz a instalar, para el control del gusano ejército en el cultivo de alfalfa?

¿Qué color de luz es la ideal para el control del gusano ejército en el cultivo de alfalfa?

## **1.3 Objetivos de la investigación**

### **1.3.1 Objetivo general.**

Evaluar la efectividad de control etológico para captura de adultos de gusano ejército (*Spodoptera eridania* Cramer), en cultivo de alfalfa (*Medicago sativa* L.), Distrito de Ite – Tacna.

### **1.3.2 Objetivos específicos.**

Determinar el número de trampas con feromonas por hectárea a utilizar, para el control del gusano ejército en el cultivo de alfalfa.

Determinar la altura adecuada de trampas con feromonas y trampas luz a instalar, para el control del gusano ejército en el cultivo de alfalfa.

Determinar el color de luz ideal para el control del gusano ejército en el cultivo de alfalfa.

## **1.4 Justificación**

### **1.4.1 Justificación económica.**

El elevado costo de los pesticidas químicos y la dependencia que provoca ello, representa un significativo desembolso económico para el productor con la consecuente reducción de la rentabilidad. En tal sentido, la ejecución del presente trabajo, significaría una alternativa económica para el manejo del cultivo de alfalfa en el valle de Ite.

### **1.4.2 Justificación social.**

El manejo etológico de plagas representa un método de control de plagas que además de reducir los costos, con el beneficio social que esto significa; representa condiciones laborales sanas, libres de contaminantes sin causar problemas de salud.

### **1.4.3 Justificación ambiental.**

El control etológico de plagas reduce o elimina el uso de pesticidas sintéticos, con el consecuente beneficio a la protección ambiental.

## **1.5 Alcances y limitaciones**

### **1.5.1 Alcances.**

Los resultados del presente trabajo permitieron identificar particularidades y ventajas del uso del control etológico de la caballada en el cultivo de alfalfa, que pueden beneficiar al productor de alfalfa en el distrito de Ite en la provincia Jorge Basadre de la región Tacna.

### **1.5.2 Limitaciones.**

Las limitaciones que se presentaron en el trabajo de investigación propuesto fueron algunos problemas de coordinación con espacios de experimentación.

## **1.6 Variables**

### **1.6.1 Metodología para las trampas de feromonas.**

#### *1.6.1.1 Variable Independiente.*

Altura de trampa

Numero de trampas instaladas con feromonas por hectárea

#### *1.6.1.2 Variable Dependiente*

Capturas de adultos de la plaga

### **1.6.2 Metodología para las trampas de luz.**

#### *1.6.2.1 Variable Independiente.*

Altura de trampa

Tono de luz

#### *1.6.2.2 Variable dependiente.*

Capturas de adultos de la plaga

#### *1.6.2.3 Variables intervinientes.*

Temperatura

Vientos

### **1.6.3 Operacionalización de variables.**

**Tabla 1***Operacionalización de variables en metodología para las trampas de feromonas*

<b>Variable</b>	<b>Dimensión</b>	<b>Indicadores</b>	<b>U medida</b>	<b>Instrumentos</b>
<b>Independiente:</b>				
Altura de trampa		Elevación	m	Instalación
Número de trampas		Cantidad	Número	Instalación
<b>Dependientes:</b>				
Captura de adultos		Cantidad	Número	Determinación
<b>Intervinientes</b>				
Temperatura	Ambiental	Grados	°C	Control
Vientos	Ambiental	Porcentaje	%	Control

**Tabla 2***Operacionalización de variables en metodología para las trampas de luz*

<b>Variable</b>	<b>Dimensión</b>	<b>Indicadores</b>	<b>U medida</b>	<b>Instrumentos</b>
<b>Independiente:</b>				
Altura de trampa		Elevación	m	Instalación
Tono de luz		Tipo	Color	Instalación
<b>Dependientes:</b>				
Captura de adultos		tipo	Color	Determinación
<b>Intervinientes</b>				
Temperatura	Ambiental	Grados	°C	Control
Vientos	Ambiental	Porcentaje	%	Control

#### **1.6.4 Conceptualización de variables.**

##### **1.6.4.1 Metodología para las trampas de feromonas.**

###### *a. Variables independientes.*

- *Altura de trampa:* Se refiere a la elevación que tendrá la trampa desde el suelo, expresado en m.
- *Número de trampas con feromonas:* se refiere a la cantidad de trampas por hectárea que se colocaron.

###### *b. Variables dependientes:*

- *Captura de adultos:* Se refiere a la respuesta que considera el número de adultos del insecto plaga atrapados en las trampas.

#### **1.6.4.2 Metodología para las trampas de luz.**

##### *a. Variables independientes:*

- *Altura de trampa:* Se refiere a la elevación que tendrá la trampa desde el suelo, expresado en m.
- *Tono de luz:* Considera el color de luz utilizado en las trampas para captura de los insectos adultos; que en este caso son luz blanca y luz azul ultravioleta.

##### *b. Variables dependientes:*

- *Captura de adultos:* Se refiere a la respuesta que considera el número de adultos del insecto plaga atrapados en las trampas.

#### **1.6.4.3 Variables intervinientes.**

- *Temperatura:* Las condiciones de temperatura que se presentan durante el desarrollo, tanto del cultivo como de la plaga influirán en su incidencia.
- *Vientos:* La velocidad de los vientos presentan una influencia directa en el hábito de vuelo de los insectos adultos.

### **1.7 Hipótesis de la investigación**

#### **1.7.1 Hipótesis general.**

La efectividad del control etológico para captura de adultos de gusano ejército (*Spodoptera eridania* Cramer), en cultivo de alfalfa (*Medicago sativa* L.), distrito de Ite – Tacna; manifiesta un comportamiento positivo.

#### **1.7.2 Hipótesis específicas.**

Una de las cantidades de trampa con feromonas por hectárea para el control del gusano ejército en el cultivo de alfalfa, es la más adecuada por su capacidad de captura del insecto adulto.

Una de las alturas propuestas de trampeo es con trampas con feromonas y trampas luz es la más adecuada para la captura adultos del gusano ejército en el cultivo de alfalfa.

Uno de los tonos de luz registra una mejor captura de insectos adultos de caballada en el cultivo de alfalfa.

.

## **CAPÍTULO II**

### **MARCO TEÓRICO**

#### **2.1 Antecedentes de la investigación**

Mendoza (2014), en su trabajo “*Evaluación de dos estrategias etológicas para la captura del gusano ejército (Spodoptera eridania Cramer), en el cultivo de alfalfa (Medicago sativa L), en la Irrigación de Majes 2013*” (Asentamiento E 3, 4, 5, 6, 7 y 8). Estudió dos medidas de control etológico, efectuando el control a través de trampas de luz y trampas de feromonas. Para el método de las trampas de luz, empleo el diseño de bloques con arreglo factorial teniendo como factor A: el tipo de color de luz violeta y blanca y como factor B: trampas de luz a alturas de 0,80; 1,00; 1,20 y 1,50 m. En trampas de feromonas, para realizar el análisis del número de feromonas por ha, se utilizó el DBCA. Consistió en cinco tratamientos feromonas/ha (20, 15, 10 y 5 unidades), instaladas en botellas desechables. Los resultados para la trampa de luz fueron los siguientes: en relación a las feromonas, el tratamiento que mostro mayor promedio fue el T4 (5 feromonas/ha) con un promedio de 888,17 adultos.

Carvalho et al. (2012) en su experimento “Captura de *Spodoptera eridania* (Cramer) (Lepidoptera: Noctuidae) usando luz fluorescente como atractivo” realizado en la Universidad federal do Espírito Santo de Brasil; se realizó en laboratorio y en campo; en la prueba de laboratorio, utilizaron cuatro lámparas fluorescentes: Negro bombilla (BLBu), luz negra UVA (BL-UVA), luz negra (BL) y luz negra azul (BLB), resultando que el mayor porcentaje de captura de adultos se obtuvo para las lámparas BL y BLB (21,1 y 28,9%, respectivamente). De ello se realizó un experimento en campo utilizando BL y BLB, resultando un mayor porcentaje de captura BLB (25,0%). Concluyendo que las trampas de luz equipadas con lámpara BLB puede permitir monitorear y controlar poblaciones de esta plaga.

Kuniyoshi (2002) en su experimento “*Evaluación del uso de feromonas para el control y monitoreo de Spodoptera frugiperda y Helicoverpa zea en maíz dulce*”. Para ello instaló parcelas con trampas de feromonas y parcelas sin trampas, utilizando la feromona 99.4% de (Z)-9-tetradecen-1-ol acetate + 0.6% de (Z)-7-dodecen-1-ol acetate. Los resultados fueron: que el patrón de captura de adultos fue irregular en todas las repeticiones. Las poblaciones de larvas, tuvo una tendencia creciente en las parcelas sin feromonas. Encontró una alta correlación al asociar las capturas de adultos con las larvas encontradas dos semanas después. Encontró menos mazorcas con daño por gusanos en las parcelas con feromonas, con una tasa de retorno marginal de 83% con respecto a no usar feromonas. Hubo además una tendencia decreciente en la población de larvas y un mayor número de bandejas con cuatro mazorcas al usar feromonas. Concluyendo que, la disminución

de hembras fértiles, por la captura de machos, favorece el control. Recomendando el uso de feromonas sexuales para el monitoreo y control de la plaga.

Salas (2003) en su investigación “*Evaluación de diseños de trampa, altura de colocación y tamaño de dispensadores de feromona en la captura de adultos de Spodoptera frugiperda*”, en que evaluó dos diseños de trampa, tres alturas de colocación de las mismas y tres tamaños de dispensadores de la feromona sexual sintética del cogollero del maíz *Spodoptera frugiperda* (Smith) para medir el efecto individual y combinado de esos tres factores en la captura de adultos macho. Con los resultados encontró que el mayor tamaño de trampa, registró el mayor promedio de captura. En cuanto al diseño de trampa, la de agua capturó significativamente, mayor cantidad de adultos respecto a la trampa adhesiva. En relación con la altura de colocación de la trampa respecto al suelo, la de mayor altura (50) cm obtuvo el mayor registro. Al comparar la interacción de los tres factores, solamente la combinación trampa-altura resultó significativa. La combinación trampa de agua a 25 cm y 50 cm y la trampa adhesiva a 50 cm resultaron con valores mayores de captura, sin diferencias significativas entre estas combinaciones, pero sí con las demás.

## **2.2 Bases teóricas**

### **2.2.1 El cultivo de alfalfa**

La alfalfa (*Medicago sativa* L.) es el forraje más utilizado en la alimentación del ganado en el mundo. Es una leguminosa muy importante, por su gran facilidad de adaptación a diversos ambientes y su alta calidad nutricional (Flórez, 2015)

#### **2.2.1.1 Taxonomía**

La taxonómica para *Medicago sativa* L. (Maddaloni y Ferrari, 2005) es:

Reino: Plantae

División: Tracheophyta (Plantas vasculares)

Clase: Magnoliopsida

Subclase: Rosidae

Orden: Fabales

Familia: Fabaceae

Tribu: Trifolieae

Género: *Medicago*

Especie: *Medicago sativa* L.

#### **2.2.1.2 Descripción botánica**

Flórez (2015), sugiere que el género *Medicago*, correspondiente a el núcleo familiar Fabáceae lo conforman bastante superando las 60 especies herbáceas, anuales o perennes, y arbustivas.

- La raíz, primordial es pivotante, firme y bastante elaborada (hasta 5 m. Tiene un halo que se aparece al área de la cual surgen brotes que ofrecen sitio a los tallos (Álvarez, 2013, p. 06).
- Tallos, son delgados pubescentes aglabrados, algo ramificados (Flórez, 2015, p. 08)
- Hojas, trifoliadas con dos estípulas muy aparentes adheridas al pecíolo, folíolos con el borde dentado o entero (Flórez, 2015, p. 08)
- Las flores están muy contraídas o agrupadas, pétalos amarillos o azul violeta, rara vez blancos, cáliz tubular en forma de campana con 5 dientes cortos, rara vez largos; quilla roma, ala libre de la quilla, alargada u obovada, estándar independiente, la corola tiene papilar habituales componentes, 9 estambres

están conectados en un tubo, el décimo es independiente; filamentos filamentosos (Álvarez, 2013, p. 07).

- La fruta leguminosa es recta, en forma de hoz o enrollada en espiral, a veces espinosa, no partida, con 2 a 6 semillas pequeñas, ovaladas de color marrón claro o marrón oscuro, nunca negras (Flórez, 2015, p. 10).

#### ***2.2.1.3 Interés agronómico***

Clavijo y Cadena (2011), mencionan que la principal cualidad de la alfalfa es su alta capacidad para fijar nitrógeno atmosférico, hasta 463 kg por hectárea por año. Solo ciertos microorganismos pueden convertir el nitrógeno de la atmósfera o los minerales en nitrógeno orgánico, lo que facilita que los organismos lo logren. Estos microorganismos se desarrollan en las raíces de las leguminosas, con la alfalfa en el medio, fijan el nitrógeno en la atmósfera para aumentar su propio contenido y luego la alfalfa lo asimila. Una vez que el forraje es consumido o absorbido por el siguiente, el nitrógeno de la atmósfera pasa a otros organismos. (p. 14).

#### ***2.2.1.4 Factores que inciden en la calidad del forraje.***

Clavijo y Cadena (2011), señalan que los componentes más dominantes en el costo de nutrientes de los forrajes antes de la cosecha son: la morfología y desarrollo de la vegetación al momento de la corta; la época del año por influencia de la temperatura y la luz; el tipo de suelo y su fertilidad; mencionó que plagas, la presencia de malas hierbas y la aparición de enfermedades (p 11)

El fragmento de forraje más interesante es la proteína cruda. Sin embargo, esta parte que contiene nitrógeno incluye sustancias con propiedades completamente diferentes porque se cree que hasta un 30% de esta parte no es

proteínacea, aunque los rumiantes pueden usarla debido a la metamorfosis de estas sustancias en el estómago del animal (Álvarez, 2013, p. 13).

Es altamente proteica la parte soluble de la alfalfa, por lo que es factible implementarla a través de un solo estómago. Esta parte se separa fácilmente por la flora ruminal de los rumiantes para formar una vía de amoníaco, que se excreta directamente en la orina y no es utilizada por los animales (Solórzano, 2014).

El forraje de alfalfa tiene además exuberante fibra, en especial en los tallos, cuya trascendencia es cada vez más grande en la ingesta de alimentos del ganado rumiante, y es subjetivamente pobre en energía (Flórez, 2015, p. 15).

#### **2.2.1.5 Plagas y enfermedades de la alfalfa.**

Las plagas por insectos provocan una reducción en los rendimientos de forraje y la vida de esta leguminosa por los daños causados en sus órganos al alimentarse de ellos (Sánchez, 2014).

Las plagas de mayor peligro son las descritas a continuación.

- Cuca de la alfalfa, morito o gusano negro (*Colaspidema atrum* Latr.)
- Gusano verde de la alfalfa (*Hypera prosticus* Gyllenhal)
- Pulguilla. (*Sminturus viridis*).
- Pulgones. (*Aphis medicaginis*, A.)
- Gusano verde. (*Phytonomus variabilis*)
- Chinche de la alfalfa (*Nezara viridula*, *Lygus pratensis*)
- Gardama (*Laphigma exigua*)
- Rosquilla o gusano gris (*Prodenia litura*, *Agrotis segetis*).

## **2.2.2 El gusano ejército o caballada (*Spodoptera eridania* Cramer).**

### **2.2.2.1 Importancia y distribución geográfica.**

Sánchez (2014) manifiesta que el gusano ejército es étnico de los trópicos americanos, se reproducen por toda América Central, el Sur y el Caribe. Por otra parte, Narrea (2013), sostiene que siendo una plaga polífaga con un largo rango de hospederos que incorporan a diversos cultivos de trascendencia como, alfalfa, leguminosas, tomate, pimiento, alcachofa tienen una incuestionable preferencia por las malezas, como bledo, yuyo, etc.

### **2.2.2.2 Taxonomía del gusano ejército o caballada.**

Según Lannacone y Alvariño (2013), indican:

Orden: Lepidóptera

Familia: Noctuidae

Género: *Spodoptera*

Especie: *Spodoptera eridania*

Nombre científico: *Spodoptera eridania* Cramer

Nombre Común: Gusano ejército o caballada

### **2.2.2.3 Ciclo biológico.**

Lannacone y Alvariño (2013), mencionan que dura de 30 a 40 días. A mayor temperatura, el ciclo biológico tiende a acortarse.

#### **a) Huevos.**

Puestos en masa, de apariencia verdosa al inicio, recubiertos por escamas de las hembras, las cuales colocan 2000 huevos cada una en promedio. Es necesario mencionar que cada huevo posee una forma esferoidal algo aplanada con esculturas en el corion y mide entre 0,45 mm de diámetro y 0,35 mm de alto, cuando recién

ovipositados son de color verde claro sin embargo próximas a eclosionar se tornan oscuras. (Narrea, 2014, p. 17).

*b) Larvas.*

Cuando eclosionan son diminutas con la cabeza de color negro, a medida que crecen adquieren un color verdoso a pardo, con manchas triangulares (Lannacone y Alvariño, 2013) y atraviesa por seis estados larvales:

- *Larva L-1:* De tamaño diminuto, con la cabeza y escudo proto torácico negros, la cabeza de aproximadamente 1/5 del tamaño del cuerpo. La caracteriza un cuerpo de color grisáceo con setas oscuras, pináculos bastante visibles y oscuras por todo el cuerpo (Narrea, 2014, p. 17).
- *Larva L-2:* Cabeza pardo amarillenta bastante claro tamaño aproximado de 1/9 del cuerpo, escudo protoracico visible en forma de 2 placas negruzcas su cuerpo se torna verde esmeralda con 3 lineales dorsales negruzcas y tiene un promedio a lo largo de 4 mm (Narrea, 2014, p. 17).
- *Larva L-3:* De color verdoso oscuro, con 3 líneas dorsales amarillentas y una línea rosada discontinua interna, ambos patrones mantienen solo visible las pináculos de los segmentos, aunque este tornándose triangular. Lateralmente muestra una franja oscura subspiracular debajo de la cual muestra una franja anaranjada discontinua (Lannacone y Alvariño, 2013).
- *Larva L-4:* La cabeza color anaranjada parduzco, en ocasiones con manchas poco visibles, muy semejante a la larva L-3, sin embargo, más enorme y gruesa; en la mayor parte, comienza a notarse los triángulos dorsales particulares en tórax y vientre (Narrea, 2014, p. 18).

- *Larva L-5 - L-6:* En el primer segmento abdominal, muestra una línea inferior de la estoma pálida en el medio, y una línea más delgada. Muestra un triángulo más grande que los triángulos de los otros 4 segmentos abdominales en la parte posterior del primer segmento abdominal (Lannacone y Alvariño, 2013)

*c) Pupa.*

Las pupas no forman cocos, son obtecas, de color marrón oscuro, lisas y muy brillantes, su longitud es de 18 a 20 mm, y la duración promedio es de 15 días (Narrea, 2014, p. 18).

*d) Adulto.*

Presenta dimorfismo de género. El color general de sus alas anteriores varía de blanco a marrón. Su tamaño varía de 8 a 22 mm, las alas traseras son blancas, generalmente translúcidas (Sánchez, 2014).

Salas (2003) menciona que los adultos del gusano ejército tienen cuerpos grises, alas delanteras grises, manchas negras con rayas en el centro o extensión y alas traseras blancas; exhiben extensiones de 32 mm

*- Longevidad del adulto:*

Narrea (2014), registró una supervivencia promedio que vario de 4 a 10 días; mientras que Sánchez (2014) reporta una supervivencia de 9,06 días para hembras y 8,8 días en machos.

*e) Comportamiento.*

Sánchez (2014), sostiene que los adultos son activos durante la noche y las larvas viven en grupos en las dos primeras etapas, inicialmente se alimentan del parénquima de las hojas, pero en realidad no se perforan ni se alimentan entre sí, alcanzando el 40 % de autocompresión. Luego se dispersan en la tercera etapa, de

planta en planta. Entre la tercera y la quinta etapa, las larvas son codiciosas y destruyen todo el campo. En la sexta etapa, casi no hay daño o daño en el movimiento del suelo, penetrando hasta 10 cm. En el fondo, pupa aquí. Permanecerá en este estado durante 15 a 20 días. Los adultos emergen de las pupas y comienzan sus posiciones después del apareamiento. Pon de 4 a 5 huevos. Durante su vida, cada grupo puede poner de 100 a 200 huevos, y la vida útil de la polilla es de 4 a 10 días. Repele el controlador biológico.

En cuanto a la feromona producida por los machos lepidópteros, se han propuesto las siguientes funciones específicas: afrodisíaco para inhibir el movimiento femenino, como mecanismo de aislamiento reproductivo, utilizado para iniciar la ovogénesis femenina, como repelente de insectos para prevenir otros machos y como defensa.

*f) Ecología.*

Generalmente, las condiciones de alta temperatura y humedad son propicias para la abundancia de esta especie de plaga. Los alimentos, especialmente las malas hierbas, como el yuyo o la mala hierba, el capulí, el cimarrón y la verdolaga, constituyen la principal fuente de infestación dentro del cultivo o en el contorno del cultivo. El uso frecuente de insecticidas, especialmente en primavera y verano, destruye grupos de animales benéficos, aumentando rápidamente la plaga, lo que constituye un factor decisivo en la riqueza de esta especie. Enemigos naturales, son avispas parásitas, protozoos, avispas del tocón, cercaria, *Enicospilus*, *Cotesia marginiventris*, *Chelonus insularis* y *Rogas vaughani*. Entre depredadores de huevo y larva tenemos a *Chrysoperla externa*, *Chrysoperla asoralis*, *Plesiochrysa paessleri*, *Nabis punctipennis*, *Podisus spp.*, Aves y arañas (Pantoja, 2011).

*g) Daño de la plaga.*

En pimientos y pimentón, las larvas pueden cortar plantas tiernas a la altura del cuello de la raíz durante la primera etapa del desarrollo del cultivo. En las plantas maduras, comen hojas y provocan defoliación, lo cual es importante durante la etapa de floración madura, reduciendo la actividad fotosintética y reduciendo así la fructificación. El daño más grave se produce en el fruto, lo que determina la pérdida de calidad o pudrición por el desarrollo de microorganismos, lo que conlleva una disminución del rendimiento.

*h) El control etológico.*

Sifuentes (2017) afirma que es una técnica que consiste en aprovechar el comportamiento o curiosidad que tienen los insectos hacia los colores, olores y luz.

Las aplicaciones del control etológico integran la utilización de feromonas, atrayentes en trampas y cebos, repelentes, inhibidores de la ingesta de alimentos y otras que poseen efectos semejantes. Además, se podría integrar la liberación de insectos estériles (Sánchez, 2014).

*i) Trampas contra insectos.*

Las trampas son mecanismos que atraen a los insectos para poder capturarlos o destruirlos; generalmente, se usan para identificar la existencia de insectos o para establecer su presencia y copiosidad estacional para orientar otras maneras de control. Raramente, los armadillos como los armadillos tienen la posibilidad de usarlo como un procedimiento directo para asesinar insectos. Además, es una limitación para utilizar solo contra adultos y no contra larvas, que solo están compuestos como varios insectos que ocasionan mal índico (SENASA, 2013).

Trampas de luz se colocan a un metro de la superficie del suelo, considerando desde la mitad del fluorescente. Mínimo una trampa por hectárea (SENASA, 2013).

*j) Uso de feromonas.*

La comunicación de varios insectos es a través del sonido, empero más que nada o de la cara por medio de los olores. Hablamos de unas sustancias denominadas feromonas que son producidas por un sujeto y absorbidas por otro sujeto de la misma especie, lo cual sugiere reactivos u olores con comportamiento específico y fijo (Sifuentes, 2017).

Existen feromonas que son útiles para atraer individuos del sexo contrario y a la vez pretende remover el sistema de comunicación entre los insectos, para eludir que se acepte y reduzcan los acoplamientos, al situar micro difusores con feromonas sexuales sintéticas que saturarán la atmósfera, para que el macho no pueda reconocer la feromona natural destilada por la hembra (feromonas sexuales); otras, para crear agrupamientos o concentraciones de insectos de la misma especie (feromonas de agrupamiento), para señalar el camino que tienen que continuar otros individuos, o para ocasionar alarma y dispersión entre la población (Sánchez, 2014).

Trampas con feromonas sintéticas que se utilizan para la especie a controlar, colocando de 5 trampas a más por hectárea (SENASA, 2013).

### **2.3. Definición de términos**

#### **2.3.1. Control etológico.**

Rodríguez y Lambert (2021), indican que se entiende como el uso de métodos de control que buscan aprovechar las reacciones del comportamiento en respuesta a la presencia de estímulos de procedencia mecánica, química y/o física.

El gusano ejército es un tipo de insecto que se puede desarrollar en cultivos hospederos, como alfalfa, quinua, tomate, papa, espárrago, leguminosas, zanahoria y frutales. Las larvas pueden llegar a causar severas defoliaciones hasta “esqueletizar” a los cultivos.

### **2.3.2. Trampas de luz.**

Es una estructura metálica que esta sujeta a un fluorescente de luz ultravioleta. Los insectos adultos ya sean hembras o machos que son atraídos por la luminosidad ingresan a un embudo y se precipitan en una bandeja con contenido de agua con detergente y resultan atrapados.

### **2.3.3. Trampas con feromonas.**

Para las trampas con feromonas se emplea una botella de tres litros, se debe hacer dos perforaciones laterales opuestas de 8×8 centímetros y debe ser colgado sobre unos pedestales de metal o madera de 1,50 m de altura. Posteriormente, se debe introducir la feromona, siendo la acción del viento quien disperse el olor de la feromona en el ambiente, por lo que los insectos sentirán atracción, para posteriormente caer sobre una solución base preparada (AgroNoticias, 2018).

## **CAPÍTULO III**

### **MÉTODO**

#### **3.1 Tipo de investigación**

La investigación es tipo experimental, ya que existe el manejo de variables bajo la condición controlada de la plaga en campo

##### **3.1.1 Diseño de la investigación.**

Se utilizó el Diseño de Bloques Completos al Azar (DBCA), de acuerdo con las siguientes especificaciones:

Para examinar el número de trampas de feromonas por hectárea y la altura de trampa, para la captura del gusano ejército se hizo el diseño de bloques completamente al azar DBCA, con un arreglo factorial e 3 x 3, haciendo un total de 9 tratamientos y 3 repeticiones.

Para examinar la predominancia del tono luz y altura de trampa de luz para el gusano ejército, se hizo el DBCA con arreglo factorial de 2 x 3, haciendo un total de 6 tratamientos y 3 bloques.

##### **3.1.2 Metodología para las trampas de feromonas.**

*a. Factor A: Altura*

- Altura: 0,80 cm
- Altura: 1, 00 m

- Altura: 1, 20 cm

b. *Factor B: Numero de trampas instaladas con feromonas por /ha*

- 15 botellas con feromonas/ha
- 10 botellas con feromonas/ha
- 5 botellas con feromonas/ha

**Tabla 3**

*Combinación de factores en estudio para feromonas*

Botellas/ha con feromonas	Altura de trampa (cm)		
	A1= 0.8	A2= 1.0	A3= 1.2
B1 = 5	T1	T2	T3
B2 = 10	T4	T5	T6
B3 = 15	T7	T8	T9

### 3.1.3 Metodología para las trampas de luz.

a. *Factor A: Altura*

- Altura: 0,80 cm
- Altura: 1,00 m
- Altura: 1,20 cm

b. *Factor B: Tono de luz*

- Luz blanca
- Luz violeta

**Tabla 4**

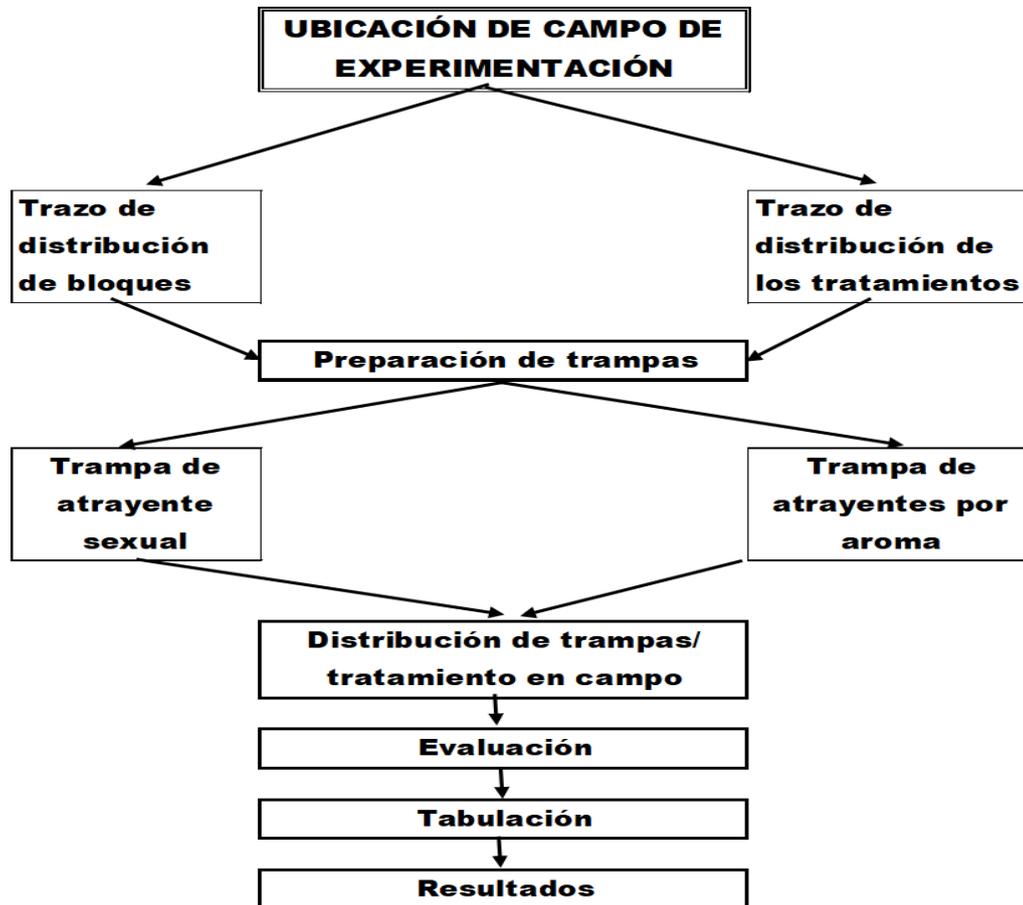
*Combinación de factores en estudio para color de luz*

Color de luz	Altura de trampa (cm)		
	A1 = 0.8	A2 = 1.0	A3 = 1.2
B1= Blanco	T1	T2	T3
B2= Violeta	T4	T5	T6

### 3.1.4 Flujograma de la investigación.

Figura 1

*Flujograma de la investigación*



### 3.1.5 Población y muestra.

#### 3.1.5.1 Población.

La población estuvo compuesta por la totalidad de trampas colocadas en los campos experimentales del cultivo de alfalfa.

#### 3.1.5.2 Muestra.

Las muestras para el experimento de trampas con tono de luz fueron las capturas en las 18 trampas instaladas. Para el caso número de trampas con feromonas por ha y la altura adecuada se consideró como muestra las capturas de las 27 trampas instaladas en campo.

### 3.1.6 Lugar de ejecución.

El trabajo investigativo corresponde a un clima de las subzonas del litoral y planicies de la región costa que es desértico árido, escasa precipitación, menores a 25 mm en todo el invierno, la temperatura mínima media anual es de 16 °C en el mes de julio y la máxima media de 28 °C en febrero, con una humedad media que oscila entre 66 % y 86 % en todo el año.

### 3.2 Instrumentos tecnológicos para la recolección de datos

Tabla 5

*Materiales, equipos y herramientas de recolección de datos*

Materiales	Equipos
Pala, pico	Laptop e impresora
Botellas de plástico	GPS
Parantes de metal	Balanza digital
Papel Bonn A4, regla	Estereoscopio
Detergente y colador	Fotografía digital
Caretilla de evaluación	Fotocopiadora
Cuaderno de toma de datos	Placas Petri

### 3.3 Técnicas de procesamiento y análisis de datos

Para el procesamiento de datos de las variables se utilizó el programa de STATGRAPHICS y Microsoft Excel.

- *Análisis de varianza y prueba de significación.*

Para el análisis estadístico se empleó el análisis de variancia (ANOVA), utilizando la prueba F al nivel de significación de 0,05 y 0,01; utilizando para la comparación múltiple de medias la prueba de significación de Tukey ( $\alpha = 0,05$ )

**Tabla 6***Esquema del análisis de varianza para las trampas de feromonas*

<b>Fuente de variación</b>	<b>G.L</b>	<b>Suma de cuadrados</b>	<b>Cuadrado medio</b>	<b>F calculada</b>
Factor A (a-1)	2	SC A	SC A/GI A	CM A/CM error
Factor B (b-1)	2	SC B	SC B/GI B	CM B/CM error
A x B (a-1) (b-1)	4	SC A x B	SC AB/GI AB	CM AB/CM error
Error (a x b) (n – 1)	18	SC error	SC error	
Total (a x b) (n) – 1	26	SC total		

**Tabla 7***Esquema del análisis de varianza para las trampas de luz*

<b>Fuente de variación</b>	<b>G.L.</b>	<b>Suma de cuadrados</b>	<b>Cuadrado medio</b>	<b>F calculada</b>
Factor A (a-1)	2	SC A	SC A/GI A	CM A/CM error
Factor B (b-1)	1	SC B	SC B/GI B	CM B/CM error
A x B (a-1) (b-1)	2	SC A x B	SC AB/GI AB	CM AB/CM error
Error (a x b) (n – 1)	12	SC error	SC error	
Total (a x b) (n) – 1	17	SC total		

### 3.4 Hipótesis estadística

#### 3.4.1 Para los factores.

H<sub>0</sub>: No existen diferencias significativas entre los promedios de los factores.

H<sub>1</sub>: Si existen diferencias significativas entre los promedios de los factores.

#### 3.4.2 Para la interacción.

H<sub>0</sub>: No existe interacción entre factores.

H<sub>1</sub>: Si existe interacción entre factores.

- Nivel de significación:

$$\alpha = 0,05 \text{ y } 0,01$$

- Regla de decisión:

$F_c \leq F_{0,05}$  se acepta la  $H_0$

$F_{0,05} < F_c < F_{0,01}$  se rechaza la  $H_0$ , representándola por: \*

$F_c > F_{0,01}$  se rechaza la  $H_0$  representándola por: \*\*

### **3.5 Manejo del experimento**

#### **3.5.1 Preparación e instalación de trampas con feromonas.**

Las trampas se colocan a la altura del cultivo, sostenidas por un soporte con la finalidad de atraer a los insectos plaga, que para nuestro trabajo fueron el estado adulto del gusano ejército. Para su preparación se utilizaron los siguientes insumos:

- Envase de 7 litros
- Soporte
- detergente sin olor
- Agua
- Feromona
- Alambre galvanizado
- Alicates
- Tijera

Se preparó en el envase de 7 litros, agua con detergente incoloro, para ello se tenía que efectuar a una altura determinada cortes a los costados del envase a manera de ventana para facilitar el ingreso de las mariposas. De la tapa del envase cuelga la feromona con la ayuda del alambre galvanizado, de esta manera queda en suspensión la feromona para atraer a los insectos plaga.

#### **3.5.2 Preparación e instalación de trampas luz.**

La función de esta trampa es atraer a los insectos mediante el uso de luz ultravioleta que puede provenir de un foco o un tubo fluorescente.

Para su funcionamiento se utilizaron los siguientes materiales

- Tubo de luz fluorescente violeta y blanco
- Agua
- Detergente
- Soporte
- Embudo
- Recipiente

Se instaló trampas de luz, haciendo uso del fluorescente violeta y blanco colocados en un soporte de forma vertical, en el extremo de abajo del fluorescente se colocó un embudo para captura las mariposas que eran atraídas por la luz, y por debajo del embudo se colocó un recipiente que contenía agua y detergente

### **3.5.3 Instalación de trampas de feromonas.**

Se instalaron 4, 5, y 6 trampas por hectárea, a una altura de 0,80 cm, 1,00 y 1.50 cm. respectivamente

### **3.5.4 Evaluación.**

Las evaluaciones se realizaban de una manera permanente cada dos días, para encontrar la incidencia de la plaga.



## CAPÍTULO IV

### ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

#### 4.1 Presentación de resultados

##### 4.1.1 Feromonas.

##### *4.1.1.1 Promedio de adultos de Spodoptera eridania Cramer., capturados con la relación de diferentes números de trampas con feromonas por ha.*

**Tabla 8**

*Análisis de varianza para el promedio de adultos capturados con diferente número de trampas con feromonas/ha. y diferente altura (A\*B)*

Fuente de Variación	Gl	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P	Sig.
A: N° Feromonas	2	69,078.70	34,539.40	4.68	0.02	*
B: Altura	2	99,979.60	49,989.80	6.78	0.01	*
Interacciones A*B	4	47,217.90	11,804.50	1.60	0.22	NS
Residuos	18	132,715.00	7,373.07			
TOTAL	26	348,991.20				

*Nota: C.V.:29.4274%*

NS = No significativo

\*= Significativo

En la Tabla 8, se muestra el análisis de varianza para el promedio de adultos de gusano ejército capturados con diferentes números de trampas con feromonas/ha, y elevación de trampas. Sugiere que para los componentes feromonas y elevación, hay una diferencia estadísticamente significativa, entre la media de números de Polillas capturas con un grado del 95,0 % de confianza.

El coeficiente de variabilidad ha sido de 29,42 %, está indicando que la homogeneidad del material empírico usado es aceptable y que, por consiguiente, los datos experimentales son confiables.

**Tabla 9**

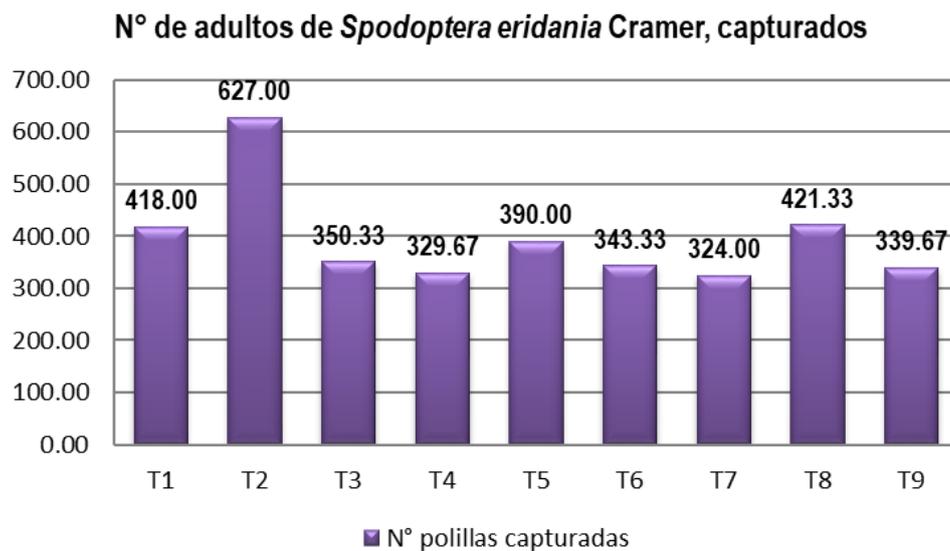
*Prueba de significación de Tukey (95 %) para el promedio de adultos, capturados con diferentes números de trampas con feromonas/ha.*

N° Feromona/ha	Casos	Media LS	Sigma LS	Grupos Homogéneos	Orden de merito
10	9	354.33	28.62	X	2°
15	9	361.67	28.62	X	2°
5	9	465.11	28.62	X	1°

En la Tabla 9 de la prueba de significación de Tukey, muestra que utilizar 5 trampas con feromonas/ha, presenta mayor captura de polillas (465,11) y difieren estadísticamente cuando se utiliza 10 y 15 trampas con feromonas/ha., las cuales capturaron (354,33 y 361,667) polillas respectivamente.

**Figura 2**

*Valores promedios de captura de adultos, por efecto de diferente número de trampas con feromonas/ha*



Se muestra en la figura 2, los valores promedio de capturas de adultos de gusanos ejército para los múltiples tratamientos estudiados, donde el mejor procedimiento es el T2 (5 trampas con feromonas /ha.).

#### 4.1.2 Trampas de luz.

##### 4.1.2.1 Interacción color de luz con altura.

**Tabla 10**

*Análisis de varianza para el promedio de adultos, capturados, por efecto del color y altura instalada de la trampa*

Fuente de Variación	Gl	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P	Sig.
A: Color	1	156.06	156.06	23.21	0.0004	*
B: Altura	2	671.44	335.72	49.94	0	*
Interacciones AB	2	45.44	22.72	3.38	0.0685	NS
Residuos	12	80.67	6.72			
TOTAL	17	953.61				

*Nota:* C.V.: 40.004%      NS = No significativo      \* = Significativo

En la Tabla 10 el análisis de varianza para promedio de adultos de gusanos ejército, capturados por efecto del color y altura de la trampa, se observa que para el factor color y altura existe una diferencia estadísticamente significativa, sobre la captura de polillas con un 95,0 % de nivel de confianza, y para la interacción A\*B no existe diferencia significativa al ser el valor-P mayor a 0,05.

**Tabla 11**

*Prueba de significación de Tukey (95 %) para el promedio de adultos, capturados por efecto del color de luz*

Nº Feromona/ha	Casos	Media LS	Sigma LS	Grupos Homogéneos	Orden de merito
Luz Blanca	9	15.78	0.86	X	2º
Luz violeta	9	21.67	0.86	X	1º

En la Tabla 11 de la prueba de significación de Tukey, se aprecia notablemente que hay una diferencia significativa entre la trampa de luz violeta y la trampa de luz blanca, para un nivel de trascendencia del 95 %, con 21,6667 y 15,7778 capturas de adultos de gusanos ejército respectivamente.

**Tabla 12**

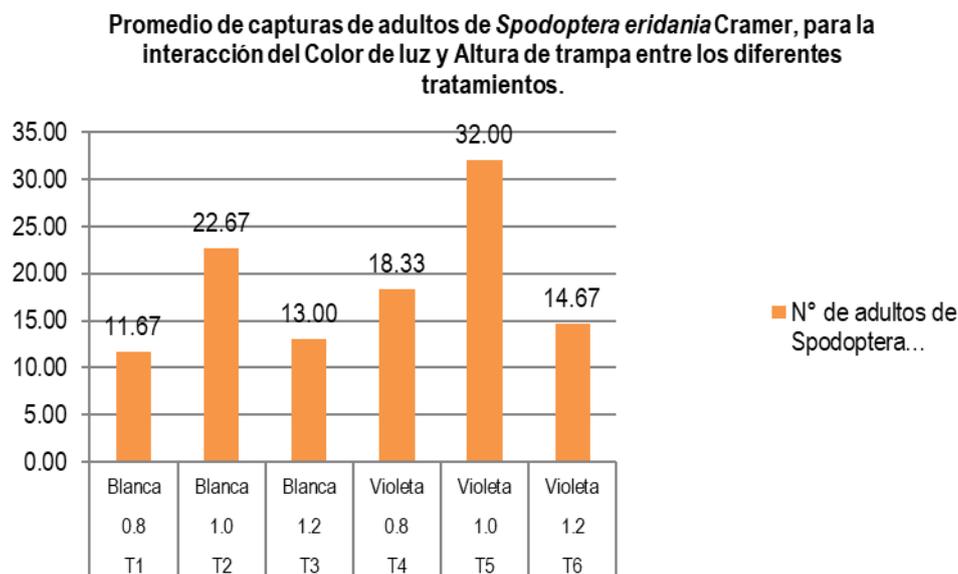
*Prueba de significación de Tukey (95 %) para el promedio de adultos, capturados por efecto de la altura de la trampa*

Altura	Casos	Media LS	Sigma LS	Grupos Homogéneos	Orden de merito
1.2	6	13.83	1.06	X	2°
0.8	6	15.00	1.06	X	2°
1	6	27.33	1.06	X	1°

En la Tabla 12 de la prueba de significación de Tukey, se aprecia que existe diferencia significativa entre la altura de la trampa (1,2 y 0,8 m y la trampa de la trampa (1,0 m), para un nivel de significación del 95%, con (13,83 y 15,0) y 27,33 capturas de adultos de gusanos ejército respectivamente.

**Figura 3**

*Promedio de capturas de adultos por la interacción del color de luz y altura de trampa entre los tratamientos estudiados*



En la figura 3, se representa los promedios de capturas de adultos de gusanos ejército, alcanzados para la interacción del color de luz y altura de trampa entre los diferentes tratamientos estudiados. En donde se observa que el tratamiento T5 (luz violeta + 1,0 m. de altura), destaca en primer lugar, seguido por el tratamiento T2 (luz Blanca + 1,00 m. de altura) quedando segundo y quedando en último lugar el tratamiento T3 (luz blanca + 1.2 m. de altura).

## **4.2 Contraste de hipótesis**

Los resultados obtenidos en la tabla 4 (ANVA) promedio de adultos capturados con diferente número de trampas con feromonas por hectárea y diferente altura demuestran que no hubo diferencias significativas en la interacción de factores, por que corresponde aceptar la hipótesis nula. Sin embargo, si existió significación en los efectos principales del número de trampas con feromona donde se obtuvo un Fc de 4,68 superior al Ft con 0,02., lo que significa que alguno de las cantidades de trampa por hectárea resultó superior; por lo que corresponde rechazar la hipótesis nula. Igualmente, en el número de capturas a nivel del factor altura de trampa encontramos diferencias significativas con Fc de 6,78 superior a 0,01 de Ft; por lo cual corresponde rechazar las hipótesis nulas, aceptando que alguna de las alturas logro una mayor captura de adultos de la plaga.

### **4.2.1 Trampas de luz.**

#### ***4.2.1.1 Color de la trampa de luz.***

La tabla 6 nos demuestra que no existieron diferencias significativas en la interacción entre los factores, por lo que corresponde aceptar la hipótesis nula. Sin embargo, a nivel de factores se encuentran diferencias significativas para el factor tono de luz donde Fc asume un valor de 23,21 superior a Ft con 0,0004 por lo que

corresponde rechazar la hipótesis nula, aceptando que uno de los colores de trampa logra mayor captura. Para el caso de altura de trampa igualmente, se encuentran diferencias significativas con un valor  $F_c$  de 49,94 respecto a 0,0002 de  $F_t$ , por lo que se rechaza la hipótesis nula aceptando que una de las alturas de colocación de las trampas favoreció una mejor captura de insectos adultos de caballada o gusano ejército.

### **4.3 Discusión de resultados**

#### **4.3.1 Experimento con feromonas.**

##### ***4.3.1.1. Cantidad de trampas con feromonas por hectárea.***

En el presente trabajo con la prueba de significación de Tukey, encontramos que, al utilizar 5 trampas con feromonas por hectárea, se logra una mayor captura de adultos de gusano ejército (465,11), estadísticamente superior al utilizar 10 y 15 trampas. Estos resultados son similares a los obtenidos por Mendoza (2014) quien encuentra un mayor promedio de capturas con 5 trampas con feromonas/ha (888,17 adultos) respecto a las capturas con 15 trampas) con 854,4 (donde colocó mayor cantidad de feromona, y que esto, podría deberse a la perturbación en los machos, por el exceso de feromonas, disminuyendo su capacidad de detección). Igualmente, Salas (2003), encontró un mayor número de capturas de adultos utilizando trampas con feromonas, respecto a trampas adhesivas. Así mismo Kuniyoshi (2002) encontró una significativa reducción de larvas en las mazorcas cuando se utiliza trampas con feromonas para controlar *Spodoptera frugiperda* y *Helicoverpa zea* en maíz dulce, el cual estaría provocado por la falta de apareamiento de las hembras, por ausencia de machos, principalmente capturados.

#### **4.3.2 Trampas de luz.**

#### ***4.3.2.1 Color de la trampa de luz.***

Con los resultados de nuestro trabajo, realizando la prueba de significación de Tukey, encontramos que utilizar la luz ultravioleta como trampa, resultó más eficaz que la luz blanca, con capturas de 21,67 insectos adultos, frente a las de luz blanca con 15,78 polillas. Estos resultados se asimilan a los obtenidos por Mendoza (2014) que encontró diferencias significativas entre las trampas con luz violeta (LV) y la luz blanca (LB), resultando que la primera logró capturas superiores a la de luz blanca. Este resultado estaría relacionado con la teoría propuesta por Cuchi (2020) que “los insectos voladores tienen adaptado su sistema visual para ser especialmente sensible a la porción ultravioleta (UV) del espectro electromagnético y durante su vida adulta, hacen uso de esta luz para guiarse (Fototropismo o mas bien, fototaxia) (p. 112). Así mismo AROD® (2019), sostiene que la luz negra o luz ultravioleta cercana es la más eficaz dentro del espectro electromagnético, pues se asume que la mayoría de los insectos tienen una percepción máxima en la banda del violeta ultravioleta.

#### ***4.3.2.2 Altura de la trampa luz.***

En esta variable encontramos que colocando las trampas a una altura de 1 m se logra una captura de 27,33 adultos, superior estadísticamente, a las alturas de 1,2 y 0,8 m que lograron capturas de 13,83 y 15,00 adultos por trampa. Coinciden los resultados con los obtenidos por Mendoza (2014) quien también encontró la altura más adecuada para la colocación de trampas es de 1 m y que esto ocurriría por la altura de vuelo del insecto adulto del gusano ejército, y al crecimiento del cultivo de alfalfa.

## CAPÍTULO V

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 5.1 Conclusiones

**Primera.** En condiciones de campo, el uso de feromonas para la captura del adulto de gusano ejército en cultivo de alfalfa, son positivos donde se han obtenido resultados de efectividad; y no causa al medio ambiente.

**Segunda.** Se ha determinado que 5 trampas ha<sup>-1</sup> con feromonas, colocadas a una altura de 1,0 m, manifestó mejor respuesta a la captura de adultos de gusano ejército en el cultivo de alfalfa.

**Tercera.** La colocación de trampas con luz de color violeta ubicada a 1 m de altura (T5), destacó en la captura de adultos de la plaga de gusano ejército

**Cuarta.** El color de la luz ideal para el control de *Spodoptera eridania* Cramer. en el cultivo de alfalfa sería la luz violeta, respecto a la luz blanca.

#### 5.2 Recomendaciones

**Primera.** Se recomienda colocar 5 trampas con feromonas por hectárea, colocadas a una altura de 1,0 m, dado que reflejó una mejor respuesta a la captura de adultos de *Spodoptera eridania* Cramer. en el cultivo de alfalfa.

**Segunda.** La altura de instalación ideal de las trampas es de 1 m por encima del suelo, sin embargo, se recomienda ensayar alturas, en diversos estadios de desarrollo del cultivo.

**Tercera.** Las trampas la luz, para la captura de *Spodoptera eridania* Cramer. en el cultivo de alfalfa deberán ser de color negra violeta.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AgroNoticias. (2018). *Control de la “caballada” o “gusano ejército” en alfalfa*. Recuperado de [https://agronoticias.pe/sin-categoria/control-de-la-caballada-o-gusano-ejercito-en-alfalfa/#:~:text=La%20E2%80%9Ccaballada%20o%20E2%80%9Cgusano%20ej%C3%A9rcito%20\(Spodoptera%20eridania,%2C%20leguminosas%2C%20zanahoria%20y%20frutales](https://agronoticias.pe/sin-categoria/control-de-la-caballada-o-gusano-ejercito-en-alfalfa/#:~:text=La%20E2%80%9Ccaballada%20o%20E2%80%9Cgusano%20ej%C3%A9rcito%20(Spodoptera%20eridania,%2C%20leguminosas%2C%20zanahoria%20y%20frutales).
- Álvarez, P. (2013). *Evaluación cuantitativa de diez variedades de alfalfa (Medicago sativa L.)* (Tesis de maestría). Instituto de Enseñanza e Investigación en Ciencias Agrícolas, Montecillo, Texcoco, México.
- AROD®. (2019). *Los insectos voladores y la luz ultravioleta*. Recuperado de <https://arod.com.mx/2019/01/28/los-insectos-voladores-y-la-luz-ultravioleta/>
- Carvalho, J., Fornazier, D., Pratisoli, D., Quadros, L. y Zago, H. (2012). Captura de *Spodoptera eridania* (Cramer) (Lepidoptera: Noctuidae) usando luz fluorescente como atractivo. *Revista Nucleus*, 9(2), 7 - 82.
- Clavijo, E. y Cadena, P. (2011). *Producción y calidad nutricional de la alfalfa (Medicago sativa L) sembrada en dos ambientes diferentes y cosechada en distintos estadios fenológicos*. (Tesis de pregrado). Universidad de la Salle, Bogotá, Colombia.
- Cuchi, N. (2020). *Agricultura sin plaguicidas sintéticos: Manejo agroecológico de plagas en cultivos argentinos*. Argentina: INTA-Estación Experimental Mendoza

- Flórez, F. (2015). La alfalfa (*Medicago sativa* L): origen, manejo y producción. *Revista CONEXAGRO JDC*, 5(1), 27 - 43
- Kuniyoshi, C. (2002). *Evaluación del uso de feromonas para el control y monitoreo de Spodoptera frugiperda y Helicoverpa zea en maíz dulce* (Tesis de pregrado). Universidad Zamorano, Honduras.
- Lannacone, J. y Alvaríño, L. (2013). *Crecimiento alométrico de larvas de Spodoptera eridania*. Recuperado de [https://sisbib.unmsm.edu.pe/bvrevistas/biologist/v05\\_n2/pdf/a03v05n2.pdf](https://sisbib.unmsm.edu.pe/bvrevistas/biologist/v05_n2/pdf/a03v05n2.pdf)
- Maddaloni, J. y Ferrari, L. (2005). *Forrajeras y pasturas del ecosistema templado húmedo de la Argentina*. Argentina: Lomas de Zamora.
- Mendoza, P. (2014). *Evaluación de dos estrategias etológicas para la captura del gusano ejército (Spodoptera eridania Cramer), en el cultivo de alfalfa (Medicago sativa L.), en la irrigación de Majes 2013* (Tesis de pregrado). Universidad Católica de Santa María, Arequipa, Perú.
- MIDAGRI. (2022). *Compendio anual de producción agrícola*. Recuperado de: <https://www.gob.pe/institucion/midagri/informes-publicaciones/2730325-compendio-anual-de-produccion-agricola>
- MINAM. (2019). *Línea de base de la alfalfa con fines de bioseguridad en el Perú*. Recuperado de [https://bioseguridad.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2020/02/estudio\\_lb\\_alfalfa.pdf](https://bioseguridad.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2020/02/estudio_lb_alfalfa.pdf)
- Narrea, C. (2014). *Informe de Consultoría Manejo Integrado de Spodoptera eridania Cramer*.

- Pantoja, O. (2011). *“Parasitoides de Áfidos de la Alfalfa en Tejaro, Michoacán, México”* (Tesis de pregrado). Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, México.
- Rodríguez, C. y Lambert, A. (2021). *Producción de tomate bajo cubierta, aportes para la transición de una producción convencional a una con enfoque un establecimiento de agroecológico en la localidad de Chajarí, Entre Ríos*. Recuperado de <https://ria.utn.edu.ar/bitstream/handle/20.500.12272/5363/Trabajo%20Final%20-%20Lambert%2c%20Alexis%20%3b%20Rodriguez%2c%20Carlos.pdf?isAllowed=y&sequence=1>
- Sánchez, V. (2014). *Informe de consultoría Manejo integral de Spodoptera eridania Cramer*. Irrigación Majes – Agroexin S.A.
- Salas, J. (2003). Evaluación de diseños de trampa, altura de colocación y tamaño de dispensadores de feromona en la captura de adultos de *Spodoptera frugiperda*. *Revista Manejo Integrado de Plagas y Agroecología*, 70(1), 50-54.
- SENASA. (2013). *Control de la caballa- control etológico, “Técnicas amigables con el medio ambiente”*. Boletín N° 17. SENASA, Arequipa.
- Sifuentes, M. (2017). *Guía sobre Manejo Integrado de Plagas*. Recuperado de <http://www.psi.gob.pe/docs/%5Cpsisierra%5CPMP.pdf>
- Solórzano, J. (2014). *Color, tipo de trampa y tipo de señuelo para la captura de la broca del café (Hypothenemus hampei) Ferrari (Coleóptera: Curculionidae: Scolytinae) en Costa Rica*. (Tesis de maestría). Colegio de

Postgraduados Institución de Enseñanza e Investigación en Ciencias  
Agrícolas, Montecillo, Texcoco, México. Recuperado de  
<https://www.oirsa.org/contenido/biblioteca/CostaRicaSolorzano.pdf>