UNIVERSIDAD SAN PEDRO

FACULTAD DE INGENIERÍA

PROGRAMA DE ESTUDIO DE INGENIERÍA AGRÓNOMA

Evaluación de bioinsecticidas para el control del cogollero (*Spodoptera frugiperda* S.) en maíz (*Zea mays* L.) en Carrizal, Casma

Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Agrónomo

Autor:

Jaimes Cruzado, Gilbert Omar

(Código ORCID: 0000-0002-9297-0850)

Asesora:

Pérez Campomanes María

(Código ORCID: 0000-0003-4087-3933)

CHIMBOTE – PERÚ

2022

Palabras Claves

Tema	Bioinsecticidas, cogollero, maíz
Especialidad	Ingeniería Agrónoma

Keywords

Topic	Bioinsecticides, Fall Armyworm, Corn
Especiality	Agronomist engineer

Línea de investigación: Producción Agrícola

Área : Ciencias Agrícolas

Sub área : Agricultura, silvicultura y pesca

Disciplina : Agronomía

Evaluación de bioinsecticidas para el control del cogollero (*Spodoptera frugiperda* S.) en maíz (*Zea mays* L.) en Carrizal, Casma

Resumen

El presente proyecto de investigación se llevó a cabo en la localidad de Carrizal de la provincia de Casma durante los meses de octubre a diciembre del 2021, con la finalidad de comparar tres bioinsecticidas comerciales para el control del cogollero (*Spodoptera frugiperda* S.*)* en el cultivo de maíz (*Zea mays* L.*)*. Trabajo que se desarrolló en un maíz hibrido (Dekalb 7508), para lo cual el tipo de investigación fue experimental empleando el diseño de bloques completamente al azar (DBCA) con cuatro tratamientos y cuatro repeticiones. El campo experimental tuvo un área de 575,05 m^2 con área de unidad experimental de 28,8 m^2. Los tratamientos en base a bioinsecticidas fueron los siguientes; T_1: Bacillus thurigensis var. Curstaqui (Tecbacillus), $T_{2:}$ Bacillus thurigensis var. Curstaqui –Aizawai (Pal´Gusano AG), $T_{3:}$ Virusdepoliedrosis nuclear (Envivo) y $T_{estigo:}$ Sin aplicación. Al final del proyecto de investigación, se determinó que el porcentaje de incidencia y severidad del cogollero superó el 56% en campo y el bioinsecticida con mayor eficiencia de control y costo/beneficio fue el producto Envivo (350 ml) con ingrediente activo Virusdepoliedrosis nuclear, el cual logro disminuir un 90% de daño de esta plaga.

ABSTRAC

The present research project was carried out in the town of Carrizal in the province of Casma during the months of October to December 2021, with the purpose of comparing three commercial bioinsecticides for the control of the armyworm (*Spodoptera frugiperda* S.) in the maize crop (*Zea mays* L.). Work that was developed in a hybrid maize (Dekalb 7508), for which the type of research was experimental using the completely randomized block design (DBCA) with four treatments and four repetitions. The experimental field had an area of 575,05 m^2 with an experimental unit area of 28,8 m^2. The treatments based on bioinsecticides were the following; T_1: Bacillus thurigensis var. Curstaqui (Tecbacillus), T_2: Bacillus thurigensis var. Curstaqui –Aizawai (Pal´Gusano AG), T_3: Nuclear polyhedrosis virus (Live) and Witness: No application. At the end of the research project, it was determined that the percentage of incidence and severity of the fall armyworm exceeded 56% in the field and the bioinsecticide with the highest control efficiency and cost/benefit was the Envivo product (350 ml) with the active ingredient Nuclear polyhedrosis virus, which managed to reduce 90% damage from this plague.

INDICE

Palabras claves	i
Título	ii
Resumen	iii
Abstrac	iv
Índice general	v
Índice de tablas	vi
Índice de figuras	vii
Indice de anexos	viii
Introducción	01
Metodología	10
Resultados	15
Análisis y discusión	24
Conclusiones y recomendaciones	26
Dedicatoria	27
Referencias bibliográficas	28
Anexos y Apéndice	32

INDICE DE TABLAS

Tabla 1: Tratamientos de la investigación 10
Tabla 2: Grado de severidad de Noctuidae en maíz 13
Tabla 3: Incidencia del cogollero (*Spodoptera frugiperda* S.) antes de aplicar los bioensecticidas en cultivo de maíz 15
Tabla 4: Severidad del cogollero (*Spodoptera frugiperda* S.) antes de aplicar los bioensecticidas en cultivo de maíz 16
Tabla 5: Eficiencia del tratamiento en el control del cogollero en la primera evaluación después de la aplicación de bioensecticidas en cultivo de maíz 17
Tabla 6: Cálculo de la prueba ANOVA para verificar las diferencias entre los valores de eficiencia del control del cogollero en las plantas de maíz por tratamientos y bloques 18
Tabla 7: Cálculo de la prueba de Duncan para verificar los valores de eficiencia del control del cogollero en las plantas de maíz son diferentes 19
Tabla 8: Eficiencia del tratamiento en el control del cogollero (*Spodoptera frugiperda*) en la segunda evaluación después de la aplicación de bioensecticidas en cultivo de maíz 20
Tabla 9: Cálculo de la prueba ANOVA para verificar las diferencias entre los valores de eficiencia del control del cogollero en las plantas de maíz por tratamientos y bloques 21
Tabla 10: Cálculo de la prueba de Duncan para verificar cuál de los valores de eficiencia en el control del cogollero son diferentes 22
Tabla 11: Costo beneficio de los tratamientos en el control del cogollero (*Spodoptera frugiperda*) después de la aplicación de bioensecticidas en cultivo de maíz 23

INDICE DE FIGURAS

Figura 1: Bioinsecticidas empleados en la investigación 11

Figura 2: Ubicación geográfica del campo experimental 11

Figura 3: Distribución del campo experimental 12

Figura 4: Evaluacion de raspadura de el cogollero 12

Figura 5: Incidencia del cogollero antes de aplicar los bioensecticidas en el cultivo de maíz en Carrizal - Casma 2021 15

Figura 6: Severidad del cogollero antes de aplicar los bioensecticidas en el cultivo de maíz en Carrizal - Casma 2021 16

Figura 7: Eficiencia del tratamiento en el control de *Spodoptera frugiperda* en la primera evaluación después de la aplicación de bioensecticidas en cultivo de maíz 17

Figura 8: Eficiencia del tratamiento en el control del cogollero en la segunda evaluación después de la aplicación de bioensecticidas en cultivo de maíz 20

INDICE DE ANEXOS

Anexo 01: Información complementaria 32
Tabla 12: Operacionalización de las variables
Tabla 13: Técnica de recolección de datos
Tabla 14: Método de análisis de datos
Figura 9: Distribución de tratamientos (Elaboración propia, 2021)
Tabla 15: Matriz de consistencia
Figura 10: Descripción física de *Spodoptera frugiperda*
Figura 11: Daño del cogollero en plantas de maíz
Figura 12: Delimitación del campo experimental
Figura 13: Sembrado del maíz en el campo experimental
Anexo 02: Datos obtenidos de la investigación 38
Tabla 16: Primera evaluación en campo (%)
Tabla 17: Segunda evaluación en campo (%)
Tabla 18: Tercera evaluación en campo (%)

I. INTRODUCCION

Los estudios preliminares y casos de estudio para este proyecto de investigación incluyen a Ezeta *et al.* (2018) investigaron la *evaluación del control biológico de Spodoptera frugiperda en el cultivo de maíz,* concluyendo que si hay una frecuencia estadística entre estos factores, entonces no hay interacción entre los factores en el estudio. El mayor efecto insecticida se obtuvo en *Bacillus thuringiensis* 3 y 5 cc/l. 3 cm3/l *Metarhizium anisopliae* se desempeñó mejor en variables como la altura de la planta, el peso del núcleo y el rendimiento en kg/ha. Se demostró que el probiótico aplicado controlaba las poblaciones de larvas de *Spodoptera frugiperda*.

Flores (2014) en su investigación *utilización de tres bioinsecticidas en el control de Spodoptera frugiperda J. E. Smith en Zea mays L. Híbrido dekalb-7088 en Chao - La Libertad*, llegó a concluir que biopesticida Tracer 120 SC 60 ml/cil que contienen spinosyn como ingrediente para un mejor control del cogollero en *Zea mays* L. Dekalb-7088 al reducir significativamente el % de incidencia de la enfermedad, la intensidad de *Spodoptera frugiperda* J. E. Smith tuvo mayor daño en el área foliar afectada y el número promedio de larvas por planta que el aceite de ricino y los extractos de Xentari XDG (*Bacillus thuringiensis*) en los estadios morfológicos V3, V5 y V7.

Hernández *et al*. (2018) en su investigación de la *aplicación de insecticidas biológicos para el control del gusano cogollero Spodoptera frugiperda en maíz,* concluyeron que el material evaluado muestra alta susceptibilidad al ataque de gusano cogollero tomando en cuenta que el umbral de acción del 20%, se ha aplicado tratamientos en base a pesticidas biológicos.. El tratamiento evaluado con *Bacillus thuringinesis* se observó una efectividad biológica después de la aplicación reduciendo el umbral de acción quedando en 11.49 % el nivel de infestación en cuanto al tratamiento evaluado con *Metarhizum anisopliae* este mostro un porcentaje de infestación del 28.74 %.

Tejeda *et al.* (2016) investigaron sobre la *evaluación de insecticidas en el control de gusano cogollero Spodoptera frugiperda j. e. Smi (Lepidóptera: Noctuidae) en maíz en Cocula, Guerrero,* concluyendo que las dosis estimadas del insecticida redujeron el daño entre un 45 y un 56 por ciento y los recuentos de larvas entre un 86 y un 95 por ciento en diferentes tratamientos 21 días después de la aplicación. En base a los resultados

obtenidos, se recomienda el uso de estos insecticidas en los planes de manejo del gusano cogollero en las áreas donde se realizará el estudio.

Ojeda (2018) en su investigación con título *insecticidas para el control de Spodoptera frugiperda (J. E. Smith) en maíz (Zea mays L.) en La Molina*, concluyó que *Bacillus thuringiensis* subsp. a una dosis de 500 g/200 litros de agua, kurstaki logró una tasa de control inicial del 58% 3 días después de la aplicación, luego 14 días después de la aplicación, un índice de control del 24%. Clorantraniliprol y spinosad reconstituidos 100 ml/200 litros de agua lograron un 89% y 86% de control de larvas de Spodoptera ridgiperda después de 3 días de uso y 66% a 61% después de 14 días de uso.

Orna (2013) investigó la *eficacia de una Avermectina de segunda generación frente a otros insecticidas para el control de Spodoptera frugiperda en el cultivo de maíz,* concluyó que el máximo control lo proporciona el manejo de Proclaim 200 g. 150 g para la población (0 larvas/planta), 24 h después de la segunda aplicación, mientras que la mayor población se detectó en el control absoluto, la población fue (2,55 larvas/planta). Los 150 gramos publicados muestran daños mínimos cuando se tratan a los 200 g, 7 días después de cada aplicación y 14 días después de la segunda aplicación, el nivel fue de 1, mientras que el control de tratamiento absoluto tuvo el nivel más alto de 3,85.

Cortez *et al.* (2010) experimentaron la *efectividad de insecticidas novedosos al 100% y 50% de la dosis sobre gusano cogollero Spodoptera frugiperda (J.e. Smith) en Maíz*, concluyeron que Benzoato de emamectina (Denim 100 g ha^{-1}), Spinoteram (Exalt 500 ml ha^{-1}) y Spinosad (Spintor 300 g ha^{-1}) fueron los insecticidas más efectivos a la dosis recomendada por el fabricante para matar larvas. Infección por gusano cogollero, la mortalidad tasa es de hasta el 100%. A niveles de dosis del 50%, los insecticidas son recomendados por los fabricantes Emamectin Benzoate (Denim 50 g ha^{-1}), Spinoteram (Exalt 250 ml ha^{-1}) y Spinosad (Spintor 150 g ha^{-1}).

Valarezo *et al.* (2011) indicaron que el maíz es atacado por plagas durante todo su ciclo vegetativo, lo que puede ocasionar pérdidas económicas a los productores. La plaga principal es el "insecto militar" (*Spodoptera frugiperda* Smith), una infestación severa de este insecto lepidóptero (más del 20% de infestación) que puede reducir los rendimientos del 10% al 60%, afectando así con bajos rendimientos de los cultivos de la costa ecuatoriana.

Palacios (2010) menciona que al igual que todos los cultivos, el maíz es atacado por diversos insectos en diferentes etapas de su desarrollo fenológico provocando una gran problemática fitosanitaria, el más famoso de ellos es el gusano del cogollo J.E. Smith (Lepidoptera: Spodoptera), una plaga internacional que se distribuye en cualquier lugar donde se establezca el cultivo de este cereal, provocando pérdidas de 0,8 ton/ha, que es equivalente al 40% de la producción.

Lezaun (2014) indicó que el principal daño que causa la plaga *S. frugiperda* es en el área foliar siendo persistente en el cogollo durante su etapa larval, por lo que retrasa o inhibe el crecimiento de las plantas. Dependiendo del comportamiento en campo por la importancia que implica, puede ocasionar pérdidas económicas anuales porque persiste durante todo el ciclo de crecimiento.

Muñoz *et al.* (2017) reportan que para reducir los daños ocasionados por *S. frugiperda* los agricultores aplican productos agroquímicos de variada toxicidad como método de control, generando impacto negativo , esto ocurre probablemente por el desconocimiento sobre la existencia de insecticidas biológicos que ayudan a disminuir la utilización de los químicos, evitando así problemas económicos, sociales y ambientales.

Esta investigación tiene justificación técnica debido que cuenta el propósito de conocer bioinsecticida para el control de *Spodoptera frugiperda* y así obtener mayores rendimientos en campo. Debido a que el maíz es un cultivo importante en Perú, cosechado para consumo fresco, los agricultores a menudo no tienen lo que el país necesita para satisfacer su mercado, debido a que se ve mermada por esta plaga clave del maíz, disminuyendo su rendimiento hasta un 40 % afectando considerablemente la economía del agricultor.

La investigación tiene impacto económico y social porque al contar con un insecticida biológico eficiente disminuiría el impacto del daño de *Spodoptera frugiperda* y por ende la producción del cultivo tendría mayor rentabilidad para el agricultor. También generaría la expansión de siembra de este cultivo lo que acarrearía nuevos puestos de trabajos e ingresos a familias del sector.

También justificada en el aspecto científico porque, se obtuvo el bioinsecticida para controlar el cogollero en el cultivo de maíz, el cual servirá de fuente secundaria para futuros trabajos de investigación sobre insecticidas biológicos que sirvan para contrarestar

el daño de este insecto perjudicial del maíz, pues se conocen pocos estudios sobre estos bioinsecticidas para el control de esta plaga clave en Perú.

Ante esta situación se planteó la siguiente interrogante ¿Cuál fue el efecto de diferentes bioinsecticidas para el control del cogollero (*Spodoptera frugiperda* S.*)* en maíz (*Zea mays* L.*)* en Carrizal, Casma?

Dentro de la conceptuación y operacionalización de las variables podemos iniciar resaltando que un bioinsecticida es un organismo vivo (hongos, bacterias, virus) que mata a los insectos. También puede ser una sustancia química que se encuentra en las plantas que repele o suprime insectos, en ese caso se pueden encontrar productos elaborados en base a extractos de plantas, o preparados con algún elemento biótico (Fernández, 2009).

El control de la plaga es la regulación o el funcionamiento de una especie determinada como una plaga, un integrante del reino animal que tiene un efecto adverso en las ocupaciones humanas. La contestación humana es dependiente de el valor del mal provocado, y va a partir de la tolerancia, por medio de la disuasión y el funcionamiento, hasta los intentos de eliminar enteramente la plaga. Las medidas de control de plagas tienen la posibilidad de hacer como parte de un plan de desempeño incluido de plagas (De agronomía, 2018).

Las larvas se ubican en el centro de la planta y se alimentan de órganos vegetativos jóvenes como la primera hoja, creando agujeros y rasguños a medida que crecen; La infección temprana puede causar la muerte o el retraso de las plántulas (Montessoro *et al.*, 2008).

Según Cisneros (2012) el control químico es un método muy efectivo para controlar plagas de plantas y malezas. En algunas situaciones críticas, los pesticidas pueden ser la única forma efectiva de proteger temporalmente sus cultivos. Dado el impacto del cultivo de maíz a nivel nacional, es importante evaluar una forma importante de control de plagas como lo es *Spodoptera frugiperda*, en este experimento el eje central fue el control químico con insecticidas con diferentes modos de acción para identificarlos y efectos residuales para encontrar mejores plaguicidas de aplicación estándar.

Las larvas comienzan a alimentarse, dañando primero las hojas superiores o inferiores de la planta de maíz sin pincharlas. Estas lesiones aparecen como lineas difusas en la superficie de la hoja. Los gusanos comen la parte vegetativa por segunda vez y luego se mueven dentro de la planta, donde devoran los delicados tejidos del ápice de la hoja. Hacen

que las plantas nuevas mueran y que las plantas viejas crezcan de manera anormal. En general, cada planta tiene una larva grande ya que tienen un hábito de canibalismo en las etapas posteriores. Sin embargo, se pueden encontrar de dos a tres larvas de tamaño mediano por planta. Las larvas no solo pueden destruir hojas y botones florales, sino que también se alimentan de racimos de flores masculinas y femeninas, callos y hojas que rodean el núcleo (brácteas) y perforan el tallo (Orna, 2013).

Para Cosme *et al.* (2014) el gusano soldado pasa por cuatro etapas distintas: huevo, larva, crisálida y adulto. De forma ovalada, con vetas claras, rosa claro al principio, finalmente gris. Las larvas se alimentan de toda la camada después del nacimiento y varían en color de acuerdo a lo que comen, mayormente son opacas y tienen 3 franjas longitudinales estrechas y pálidas.

Para Deras (2012) el gusano cogollero es una insecto común de importancia económica, que depende de factores como la edad del árbol, la etapa de la plaga, las condiciones climáticas y la severidad del ataque. En condiciones cálidas y secas, las larvas completamente maduras se entierran en el suelo antes de convertirse en pupas y comenzar a alimentarse en la base de los árboles, cortando tallos frágiles.

De igual forma, Negrete *et al*. (2006) manifiestan que es la plaga económica más importante de muchos cultivos en nuestro país, pero es la preferida para el cultivo del maíz. El insecto *Spodoptera* para abreviar, también conocido comúnmente como lombriz de tierra, gusano de piel o larva del algodón, es su hábito más común en el maíz, raspa partes delicadas de las hojas y luego aparece como pequeñas áreas borrosas; Las orugas jóvenes alcanzan una cierta etapa de desarrollo, comienzan a alimentarse completamente de las hojas en el brote y, a medida que se desarrollan, las hojas tienen una fila regular de agujeros o una zona de alimentación alargada.

De la misma manera Deras (2012) sostiene que corta el tallo cuando las plantas están creciendo; cuando crecen bien se caen las hojas; puede atacar las flores masculinas, dificultando el proceso normal de polinización. También ataca al llamado gusano del maíz, perforando la delicada mazorca. El gusano causa daños muy fuertes a las plantas, en los cuales: se rayan las hojas, el daño más grave es atacar las flores machos, comúnmente conocidas como gusanos espinosos, interrumpiendo el proceso normal de polinización.

Existen diferentes tipos de hongos y bacterias que combaten las plagas. *Bacillus thuringiensis* es el microorganismo agrícola más antiguo y mejor conocido, mientras que hongos como *Entomophthora virulenta* y *Verticillium lecanii* pertenecen a un grupo de productos comerciales más nuevos, pero de rápido crecimiento en el mercado internacional. Bacillus thuringiensis es muy tóxico para los insectos, por eso se le llama gen cry, que codifica la delta-endotoxina, que se ha introducido en varias plantas transgénicas. Biofarmacéuticos de próxima generación basados en hongos de insectos que pueden infectar insectos sin el tracto gastrointestinal, como Bacillus thuringiensis (Tamez *et al*., 2005).

Bacillus thuringiensis es una de las bacterias más comunes y utilizadas en el mundo, que se encuentra naturalmente en la mayoría de los suelos; mata las larvas de plagas del orden Lepidoptera, Diptera, Coleoptera, ácaros y más. Espolvorear la bacteria sobre las hojas, preferiblemente al final de la tarde, para evitar que la radiación solar afecte el producto durante las primeras 12 horas. Una de las principales ventajas de *B. thuringiensis* es que no es tóxico para humanos ni animales, no requiere medios especiales de protección cuando se aplica, no afecta a los enemigos naturales de las plagas y es económico (Perez, 2008).

Cuando se cultivaba el maíz, era uno de los cultivos más antiguos que se conocen. Pertenece a la familia Poaceae, tribu Maydeas, y es la única variedad en esta categoría. Otras especies del género Zea, comúnmente conocidas como teosinte, y especies del género Tripsacum, conocidas como arrocillo o maicillo, son parientes silvestres de la especie Zea. Se clasifican como origen del Nuevo Mundo porque su centro de origen está en los Estados Unidos. Inicialmente, los taxónomos clasificaron los géneros Zea y Euchlaena, a los que pertenece el sorgo, como dos géneros separados (Acosta, 2010).

Según Valverde (2015), la clasificación taxonómica del maíz es:

Clase: Monocotiledóneas

Orden: Gumifloras

Familia: Gramíneas

Género: *Zea*

Especie: *mays* L.

La estructura de la planta de maíz se compone de raíces fibrosas y tallos erectos de tamaño variable, con hojas lanceoladas dispuestas y adheridas al tallo según la estación, conteniendo un tallo las flores masculinas y las femeninas debajo. El nivel de lo que produce el palo. Dependiendo de las condiciones de cultivo y trabajo, el árbol puede alcanzar una altura de 2,50-3 metros (Infoagro, 2016).

La temporada de crecimiento del maíz varía de 120 a 150 días, dependiendo de la variedad. Al sembrar maíz, la temperatura promedio del suelo debe alcanzar los 10 ° C y aumentar. Para una floración normal, la temperatura debe ser de al menos 18°C (Gómez, 2011). Por otro lado, tiene que madurar con tiempo frío, lo que significa que tiene que recibir mucho calor. Se puede observar que esta es una planta de clima cálido y la temperatura de toda la vegetación es relativamente alta. La temperatura óptima para la incubación de las plantas es de unos 15 °C. Durante la época de crecimiento, la temperatura ideal está entre los 24 y los 30 °C. Por encima de los 30°C, la actividad celular se convierte en un problema, reduciendo su viabilidad. Absorción de agua por las raíces. Las noches calurosas no son adecuadas para el maíz porque la respiración es muy activa y las plantas utilizan la energía almacenada en lugar de la fotosíntesis durante el día (Molina, 2010).

El maíz es excelente para todo tipo de suelo, pero es mejor un suelo con un pH de 6 a 7, que también necesita un suelo profundo, rico en materia orgánica, con buen drenaje y circulación para evitar charcos que puedan ahogar las raíces. Durante el período de floración más crítico, ya que de ello dependerá el establecimiento y el rendimiento, se recomienda regar para mantener la humedad y permitir una polinización y un establecimiento eficientes. Finalmente, para que la mazorca espese y madure, riegue con menos frecuencia. Se recomienda regar durante todo el periodo de crecimiento de la planta con una dosis: gravedad 7 100 m^3 /ha y goteo: 4000 m^3 /ha (Betrán, 2011).

De acuerdo a Molina (2010), aproximadamente después de la siembra, se produce el ataque de *Spodoptera frugiperda*, que causa daños principalmente en las hojas, cuando son fuertemente atacadas migran hacia los brotes jóvenes, a veces atacando incluso las mazorcas.

Ortiz (2010) mencionó que Larvín es un insecticida carbamato que es efectivo en el control de huevos y larvas de insectos como noctuidos. El tiiodicarb, su componente, funciona privando actúa la creación de colinesterasa, de forma diferente a los piretroides usados

para contrarestar gusanos, un químico de referencia y su porcentaje de pérdida por gusano cogollero.

Ahora están comercializando novedosos insecticidas efectivos para el control de *Spodoptera frugiperda* que tienen un menor impacto ambiental y son selectivos para las poblaciones de insectos perjudiciales. Estos agroquímicos se denominan "de base biológica" e incluyen reguladores del crecimiento de insectos y productos de origen natural (Pineda *et al.*, 2006).

El monitoreo de los gusanos debe comenzar desde el momento en que aparecen las plantas de maíz y encontrar el momento adecuado para que eclosionen los primeros huevos y larvas. La frecuencia recomendada de monitoreo es dos veces por semana, como minimo cincuenta plantas inspeccionadas por finca. Para ello, se censuran 10 árboles consecutivos en cada uno de los 5 puntos de muestreo dispuestos en la parcela en disposición "cinco". Examine cuidadosamente cada planta, contando y anotando el número de huevos, hallazgos de gusanos y marcas de enfermedades (Nava, 2006).

La detección temprana de la infección permite un control más efectivo y económico porque la primera etapa larval es más sensible a los pesticidas. Las larvas más grandes son difíciles de controlar porque están acostumbradas a estar protegidas por tapones fecales. Se deben tomar medidas preventivas cuando el 5% de poblaciones del huevo o el 25% de las plantas muestran signos iniciales de daño (Bessin, 2007).

En cuanto a la tasa de infestación (incidencia), se refiere al porcentaje de plantas sanas e infectadas. Esto también se aplica a ciertas partes de la planta, como ramas, hojas, frutos, flores. Sin embargo, la incidencia solo indica si la planta muestra signos de infección y no indica la gravedad de la infección en términos de cuánto afecta el tejido de la planta. Una pequeña enfermedad en un árbol es suficiente para ser considerado un árbol infectado. Otra posible desventaja es que las plantas muertas también se incluyen en la incidencia. Del mismo modo, en términos de severidad, se refiere a una medida del número de plantas o la cantidad de tejido vegetal atacado por plagas. Esta es una medida intuitiva y subjetiva, a diferencia de contar el número de plantas con o sin síntomas. La gravedad es una medida subjetiva, sujeta a la variabilidad del revisor y al sesgo visual. Por lo tanto, el desarrollo y la disponibilidad de ayudas visuales y escalas de calificación tienen como objetivo

minimizar los errores y evaluar la infestación de plagas con la mayor precisión posible (Zegarra, 2012).

Se demostró la hipótesis que al menos uno de los bioinsecticidas tuvo mayor efecto en el control del cogollero (*Spodoptera frugiperda* S.*)* en maíz (*Zea mays* L.*)* en Carrizal, Casma.

El objetivo general de la investigación fue; evaluar el efecto de diferentes bioinsecticidas para el control del cogollero (*Spodoptera frugiperda* S.*)* en maíz (*Zea mays* L.*)* en Carrizal. Considerando los siguientes objetivos específicos; determinar el porcentaje de incidencia del cogollero (*Spodoptera frugiperda* S.*)* en maíz (*Zea mays* L.*)* en Carrizal. Determinar el grado de severidad del cogollero (*Spodoptera frugiperda* S.*)* en maíz (*Zea mays* L.*)* en Carrizal. Determinar la eficiencia de los tratamientos para el control del cogollero (*Spodoptera frugiperda* S.*)* en maíz (*Zea mays* L.*)* en Carrizal. Detallar el costo/beneficio de los tratamientos en estudio.

II. METODOLOGIA

La metodología del trabajo de investigación fue de tipo aplicada debido a que se obtuvo los conocimientos ténicos para poder aplicarlo en campo de tal modo se obtuvo el bioinsecticida ideal para controlar *Spodoptera frugiperda* S. en campo. Se detalla que la investigación fue de tipo experimental, porque se manipuló la variable bioinsecticidas con el fin de describir el efecto para el control de esta plaga, donde se obtuvo el conocimiento adecuado para el control del gusano cogollero, el cual es agente que afecta significativamente los rendimientos del cultivo de maíz.

Para tal efecto se aplicó el diseño en bloques completamente al azar (DBCA), porque se adapta al tipo de investigación de tal manera se disminuyó el error experimental por la variabilidad de condiciones del terreno, obteniendo un dato más exacto de los bioinsecticias empleados. El experimento estuvo constituido por cuatro tratamientos y cuatro repeticiones. Los productos y las dosis se presentan en la tabla 1 y se muestran en la figura 1.

Tabla 1

Tratamientos y dosis de la investigación

Tratamientos	Descripción (Producto)	Dosis / cil	Momento de aplicación
T_1	Bacillus thurigensis var. Curstaqui (Tecbacillus)	500 g	1era aplicación: al inicio de la eclosión de las larvas
T_2	Bacillus thurigensis var. Curstaqui – Aizawai (Pal´Gusano-AG)	750 ml	2da aplicación: 15 días después de la primera aplicación.
T_3	Virusdepoliedrosis nuclear (Envivo)	350 ml	
T_4	Testigo (Sin aplicación)	–	–

Figura 1. Bioinsecticidas empleados en la investigación

La investigación fue realizada en Carrizal, provincia del Casma, departamento de Ancash, en el predio agricola con coordenadas 9° 29´ 13" S 78° 16´74" W; ubicado a 50 msnm, con temperatura que oscila entre los 19° a 23°C. Dicho experimento se realizó desde el 10 de octubre al 10 de diciembre del 2021. La ubicación geográfica se muestra en la figura 2.

Figura 2. Ubicación geográfica del campo experimental

El área de la unidad experimental fue de 28,8 m^2, tuvo una longitud de 6,0 m y 4,8 metros de ancho. Se evaluó los individuos de *Spodoptera frugiperda* en cualquier estadio, cogollos dañados y grado de daños, según la cartilla de evaluaciones. Se tomó para cada tratamiento diez plantas de los dos surcos centrales, con 4 repeticiones, resultando un total de 160 plantas evaluadas, como se refleja en la figura 3.

Figura 3. Distribución del campo experimental

La población total fue de 3 456 plantas, un numero significativo del cual se obtuvo menos porcentaje de error y homogeneidad en los resultados. Las dimensiones se detallan en la figura 9 del Anexo 01.

Cada unidad experimental estuvo constituida por 288 plantas de maíz, de los cuales se evaluó 10 plantas de los surcos centrales. Las aplicaciones para los diferentes tratamientos se emplearon al inicio de la eclosión de las larvas de cogollero (aproximadamente a los 44 días después de la siembra y 15 días después de la primera aplicación), fueron en total 3 evaluaciones y se efectuaron cada tres días después de cada aplicación, como se muestra en la figura 4.

Figura 4. Evaluacion de raspadura de el cogollero

Las técnicas que se utilizó en el proyecto de investigación fue la observación acompañada de fichas evaluación, para poder evaluar y registrar los parámetros de la morfología de la planta, y así determinar la incidencia de la plaga el grado de eficacia del tratamiento, para su posterior, toma de datos y análisis de estos.

Para lograr objetivo específicos de la incidencia de la enfermedad, se tomo 10 plantas en la línea media de cada tratamiento. Se examinaron tres tercios de cada planta, se seleccionaron cinco hojas al azar de cada planta y se determinó si cada hoja presentaba signos de infección. La incidencia se calculó de acuerdo con la siguiente fórmula::

$$\text{Incidencia (I)} = \frac{\text{Número de plantas dañadas}}{\text{Número total de plantas observadas}} \times 100$$

Para evaluar la severidad, se seleccionaron al azar 10 plantas en cada unidad experimental para cada tratamiento. Se determinó que 3/3 de cada árbol, de cada tercio, se seleccionaron al azar 5 hojas. Luego medir el área de la hoja infectada. De esta forma se calcula el porcentaje de daño foliar y se determina el grado de infección adecuado., como lo detalla Zegarra (2012) en la tabla 2.

Tabla 2

Grado de severidad de Noctuidae en maíz

Grado	Severidad (%)
0	0
1	0-3
2	3-6
3	6-12
4	12-25
5	25-50
6	50-75
7	75-87
8	87-94
9	94-97
10	97-99
11	100

El metodo que se empleó para el cálculo de la severidad fue las escalas de evaluación con la siguiente formula:

$$\text{Severidad (S) (\%)} = \frac{\Sigma \text{ (núm. de plantas infestadas x cada grado) x 100}}{\text{Número de plantas evaluadas x grado mayor}}$$

Para determinar el cálculo de eficiencia se usó la fórmula propuesta por Henderson y Tilton para infestaciones heterogéneas antes de la aplicación la cual se muestra a continuación:

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

Donde:

Ta = Infestación en la parcela tratada antes de aplicar el tratamiento.

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

Td = Infestación en parcela tratada después de aplicar el tratamiento.

Cd = Infestación en parcela testigo después de aplicar el tratamiento.

Para detallar el costo/beneficio se realizó la implicancia del costo de los tratamientos con cada eficacia correspondiente.

III. RESULTADOS

Para determinar el porcentaje de incidencia del cogollero en maíz en Carrizal, en la tabla 3, se puede apreciar que el porcentaje medio de incidencia del cogollero en las plantas de maíz es mayor al 70 % para todas las plantas, antes de aplicar los tratamientos con bioensecticidas.

Tabla 3

Incidencia del cogollero (Spodoptera frugiperda S.) antes de aplicar los bioensecticidas en cultivo de maíz

Bloque	Incidencia del cogollero antes de aplicar los tratamientos			
	T_1	T_2	T_3	T_4
1	85	70	75	80
2	80	85	80	80
3	70	70	60	70
4	85	75	70	60
Media	80,0	75,0	71,3	72,5

Fuente: Cultivo de maíz, Casma 2021

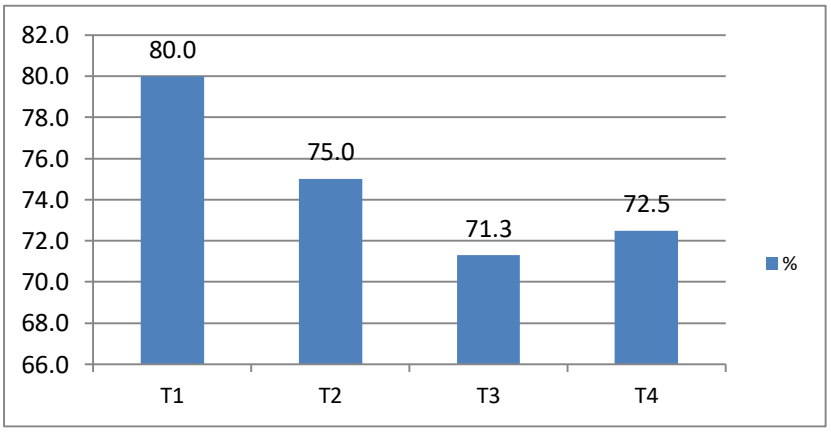

Figura 5. Incidencia del cogollero antes de aplicar los bioensecticidas en cultivo de maíz en Carrizal - Casma 2021

Para determinar el porcentaje de severidad del cogollero en maíz en Carrizal, en la tabla 5, se puede apreciar que el porcentaje medio de severidad del cogollero en las plantas de maíz es mayor al 56 % para todas las plantas, antes de aplicar los

tratamientos con bioensecticidas, lo que indica que la severidad en todas estas plantas se ubica en un grado 6 (50 – 75).

Tabla 4

Severidad del cogollero (Spodoptera frugiperda S.) antes de aplicar los bioensecticidas en cultivo de maíz

Bloque	Severidad del cogollero antes de aplicar los tratamientos			
	T_1	T_2	T_3	T_4
1	65	70	65	50
2	50	60	50	50
3	50	65	50	65
4	65	50	60	70
Media	57,5	61,3	56,3	58,8

Fuente: Cultivo de maíz, Casma 2021

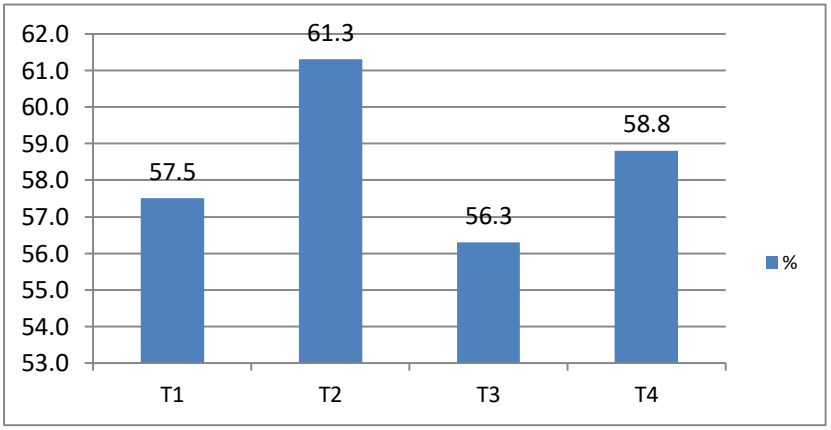

Figura 6. Severidad del cogollero antes de aplicar los bioensecticidas en cultivo de maíz en Carrizal - Casma 2021

Para determinar la eficiencia de los tratamientos para el control del cogollero en maíz, en la tabla 5, se puede apreciar que la eficiencia media es mayor cuando el cultivo de maíz recibe el tratamiento 3 (40), seguido del tratamiento 2 (32), cuando recibe el tratamiento 1 la eficiencia es 21,3 y cuando al cultivo de maíz no se le aplica ningún tratamiento (T_4) la eficiencia solo es de 13,8.

Tabla 5

Eficiencia del tratamiento en el control del cogollero en la primera evaluación después de la aplicación de bioensecticidas en cultivo de maíz

Bloque	Eficiencia del tratamiento en el control del cogollero después de aplicar bioensecticidas			
	T_1 Bacillus thurigensis var. Curstaqui (Tecbacillus 500 g)	T_2 Bacillus thurigensis var. Curstaqui – Aizawai (Pal´ Gusano- AG 700ml)	T_3 Virusdepoliedrosis nuclear (Envivo 350 ml)	T_4 Testigo o control (Sin aplicación)
1	20	35	40	10
2	25	30	35	15
3	20	30	45	15
4	20	35	40	15
Media	21,3	32,5	40,0	13,8

Fuente: Cultivo de maíz, Casma 2021

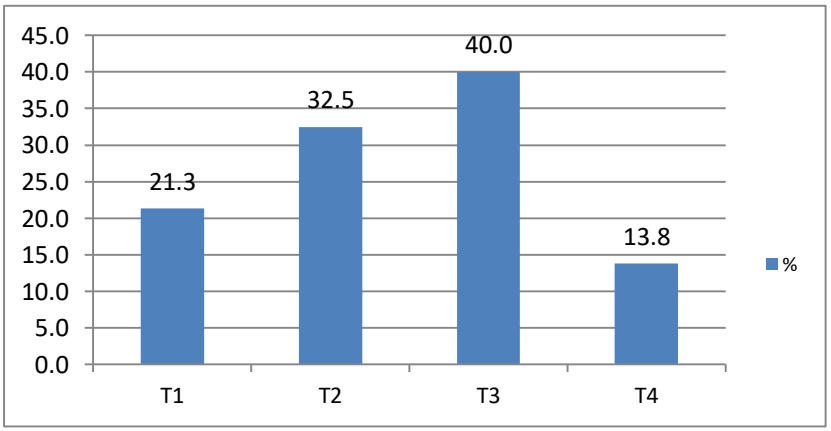

Figura 7. Eficiencia del tratamiento en el control de Spodoptera frugiperda en la primera evaluación después de la aplicación de bioensecticidas en cultivo de maíz

Después de verificar el cumplimiento de los supuestos homogeneidad de varianzas con la prueba de Levene (Estadístico=0,182, p=0,907 y p>0,05) para la eficiencia en la primera evaluación después de aplicar los tratamientos con bioensecticidas, se procedió a realizar la prueba ANOVA.

Tabla 6

Cálculo de la prueba ANOVA para verificar las diferencias entre los valores de eficiencia del control del cogollero en las plantas de maíz por tratamientos y bloques

Origen	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig
Tratamiento	1,631,250	3	543,750	46,059	,000
Bloques	6,250	3	2,083	,176	,910
Error	106,250	9	11,806		
Total	1743,75	15			

Fuente: Cultivo de maíz, Casma 2021

En la tabla 6 se puede visualizar que para los valores medios de eficiencia en la primera evaluación después de la aplicación de bioinsenticidas (T_1, T_2, T_3, T_4), el p-value$\leq^{\alpha}$ (p=0,000, p≤0,05) entonces podemos decir que los datos muestran suficientes evidencias para rechazar la hipótesis nula (Ho: Valores de eficiencia son iguales para cada tratamiento). Por lo que podemos concluir que con nivel de 5% de significancia el valor de eficiencia medio de las plantas de maíz, en los diferentes tratamientos, para la primera evaluación después de la aplicación de bioinsenticidas, no son iguales. Es decir, existe una diferencia significativa entre los valores de eficiencia en las plantas de maíz a consecuencia de los tratamientos.

También se tienen que para los bloques el p-value$>^{\alpha}$ (p=0,910, p>0,05) entonces podemos decir que los valores de eficiencia a consecuencias de los bloques no son diferentes (no existe un efecto significativo de los bloques, en los valores de eficiencia en las plantas de maíz).

Tabla 7

Cálculo de la prueba de Duncan para verificar los valores de eficiencia del control del cogollero en las plantas de maíz son diferentes.

Tratamiento	Subconjunto para alfa = 0,05			
	1	2	3	4
T_4 Testigo o control (Sin aplicación)	13,75			
T_1 Bacillus thurigensis var. Curstaqui (Tecbacillus 500 g)		21,25		
T_2 Bacillus thurigensis var. Curstaqui – Aizawai (Pal´ Gusano- AG 700ml)			32,50	
T_3 Virusdepoliedrosis nuclear (Envivo 350 ml)				40,00

Fuente: Cultivo de maíz, Casma 2021

En la tabla 7, después de realizar la prueba de Duncan podemos apreciar que el mayor valor de eficiencia corresponde al tratamiento 3 (40,00), seguido de la eficiencia del tratamiento 2 (32,50), después le sigue la eficiencia del tratamiento 1 (21,25) y finalmente la que registra menor valor de eficiencia frente al control del cogollero en la planta de maíz se registra en el controlo o testigo (13,75).

En la tabla 8 se puede apreciar que la eficiencia media es mayor cuando el cultivo de maíz recibe el tratamiento 3 (90,0), seguido del tratamiento 2 (72,5), cuando recibe el tratamiento 1 la eficiencia es 51,3 y cuando al cultivo de maíz no se le aplica ningún tratamiento (T_4) la eficiencia solo es de 28,8.

Tabla 8

Eficiencia del tratamiento en el control del cogollero (Spodoptera frugiperda) en la segunda evaluación después de la aplicación de bioensecticidas en cultivo de maíz

Bloque	Eficiencia del tratamiento en el control del cogollero después de aplicar bioensecticidas			
	T_1 Bacillus thurigensis var. Curstaqui (Tecbacillus 500 g)	T_2 Bacillus thurigensis var. Curstaqui – Aizawai (Pal´ Gusano- AG 700ml)	T_3 Virusdepoliedrosis nuclear (Envivo 350 ml)	T_4 Testigo o control (Sin aplicación)
1	50	75	90	25
2	55	70	85	30
3	50	70	95	30
4	50	75	90	30
Media	51,3	72,5	90,0	28,8

Fuente: Cultivo de maíz, Casma 2021.

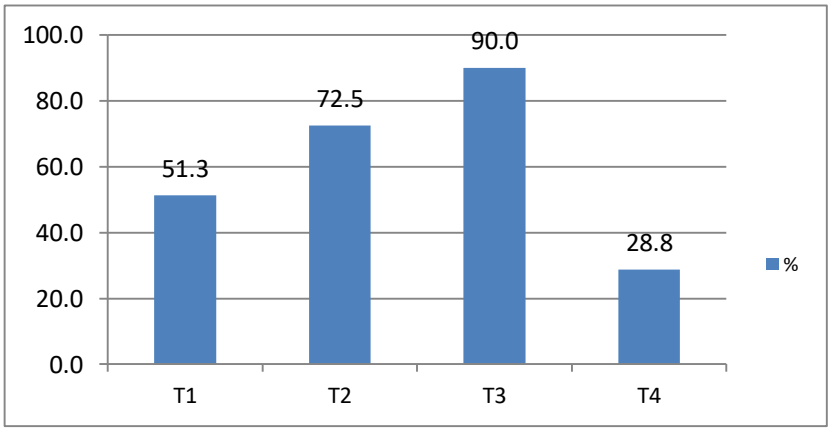

Figura 8. Eficiencia del tratamiento en el control del cogollero en la segunda evaluación después de la aplicación de bioensecticidas en cultivo de maíz

Después de verificar el cumplimiento de los supuestos homogeneidad de varianzas con la prueba de Levene (Estadístico=0,182, p=0,907 y p>0,05) para la eficiencia en la primera evaluación después de aplicar los tratamientos con bioensecticidas, se procedió a realizar la prueba ANOVA.

Tabla 9

Cálculo de la prueba ANOVA para verificar las diferencias entre los valores de eficiencia del control del cogollero en las plantas de maíz por tratamientos y bloques

Origen	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig
Tratamiento	8431,250	3	2810,417	238,059	,000
Bloques	6,250	3	2,083	,176	,910
Error	106,250	9	11,806		
Total	8543,750	15			

Fuente: Cultivo de maíz, Casma 2021

En la tabla 9 se puede visualizar que para los valores medios de eficiencia en la segunda evaluación después de la aplicación de bioinsenticidas (T_1, T_2, T_3, T_4), el p-value$\leq\alpha$ (p=0,000, p≤0,05) entonces podemos decir que los datos muestran suficientes evidencias para rechazar la hipótesis nula (Ho: Valores de eficiencia son iguales para cada tratamiento). Por lo que podemos concluir que con nivel de 5% de significancia el valor de eficiencia medio de las plantas de maíz, en los diferentes tratamientos, para la segunda evaluación después de la aplicación de bioinsenticidas, no son iguales. Es decir, existe una diferencia significativa entre los valores de eficiencia en las plantas de maíz a consecuencia de los tratamientos.

También se tienen que para los bloques el p-value>α (p=0,910, p>0,05) entonces podemos decir que los valores de eficiencia a consecuencias de los bloques no son diferentes (no existe un efecto significativo de los bloques, en los valores de eficiencia en las plantas de maíz).

Tabla 10

Cálculo de la prueba de Duncan para verificar cuál de los valores de eficiencia en el control del cogollero son diferentes

Tratamiento	Subconjunto para alfa = 0,05			
	1	2	3	4
T_4 Testigo o control (Sin aplicación)	28,75			
T_1 Bacillus thurigensis var. Curstaqui (Tecbacillus 500 g)		51,25		
T_2 Bacillus thurigensis var. Curstaqui – Aizawai (Pal´ Gusano- AG 700ml)			72,50	
T_3 Virusdepoliedrosis nuclear (Envivo 350 ml)				90,00

Fuente: Cultivo de maíz, Casma 2021

.

En la tabla 10, después de realizar la prueba de Duncan podemos apreciar que el mayor valor de eficiencia corresponde al tratamiento 3 (90,00), seguido de la eficiencia del tratamiento 2 (72,50), después le sigue la eficiencia del tratamiento 1 (51,25) y finalmente la que registra menor valor de eficiencia frente al control del cogollero en la planta de maíz se registra en el controlo o testigo (28,75).

Para detallar el costo/beneficio de cada tratamiento, en la tabla 11, se puede apreciar que el tratamiento que genera mayor costo beneficio es el tratamiento 3 (270,0), seguido del tratamiento 2 (160,0), después el tratamiento 1 (130, 5) y finalmente se tiene al tratamiento 4 (testigo) que no representa costo beneficio alguno (0,0).

Tabla 11

Costo beneficio de los tratamientos en el control del cogollero (Spodoptera frugiperda) después de la aplicación de bioensecticidas en cultivo de maíz

Tratamientos	Eficiencia	Precio producto	Costo/ ha
T_1 Bacillus thurigensis var. Curstaqui (Tecbacillus 500 g)	51,3	87	130,5
T_2 Bacillus thurigensis var. Curstaqui – Aizawai (Pal´ Gusano- AG 700ml)	72,5	80	160,0
T_3 Virusdepoliedrosis nuclear (Envivo 350 ml)	90,0	360	270,0
T_4 Testigo o control (Sin aplicación)	28,75	0	0,0

Fuente: Cultivo de maíz, Casma 2021

IV. ANÁLISIS Y DISCUSION

Respecto al primer objetivo específico relacionado con el porcentaje de incidencia del cogollero en maíz, se encontró que las plantas tienen esta premisa mayor al 70 % para todas las unidades estudiadas, lo que grafica que *Spodoptera fruiperda* tiene presencia clave dañando este cultivo tradicional del país, lo cual coincide con Palacios (2010) quien sostuvo que el maíz es atacado por esta plaga en diferentes etapas de su desarrollo fenológico provocando pérdidas de 0,8 ton/ha, que es equivalente al 40% de la producción. De igual modo Lezaun (2014) agrega que *S. frugiperda* persiste en todo el año causando daños económicos, porque está presente durante todo el ciclo del cultivo de maíz.

En cuanto al grado de severidad del cogollero en maíz, se constató que ocasiona un daño elevado cuando se instala el cultivo de *Zea mays*, reportando un 56% para todas las plantas, presentando un grado 6 (50 – 75) antes de las aplicaciones, este valor alto se debe a las condiciones adecuadas que encuentra esta polilla para su proliferación y desarrollo, concordando con Valarezo *et al.,* (2011) que resaltó que las infestaciones severas (más del 20% de las infecciones) de esta mariposa pueden reducir los rendimientos entre un 10% y un 60%, lo que afecta los bajos rendimientos de maíz duro frente a las costas de Ecuador.

Para la premisa eficiencia de los bioinsecticidas para el control del cogollero en maíz, se puede apreciar que la eficiencia media que sobresalio en los tratamientos empleados disminuyendo la severidad del ataque de la plaga fue el tratamiento 3 compuesto Virusdepoliedrosis nuclear Envivo (350 ml), disminuyendo en la primera evaluación un 40 % y en la segunda aplicación ascendió aun 90% de control del daño de *Spodoptera frugiperda*, un buen control mostro también el tratamiento 2 con el producto comercial Pal´ Gusano- AG (700ml) a base el ingrediente activo Bacillus thurigensis var. Curstaqui – Aizawai, esto cabe resaltar que, si tiene un efecto positivo y control de esta plaga, debido a que se demostró que cuando al cultivo de maíz no se le aplica ningún tratamiento (T_4) la eficiencia solo es de 13,8 y por ende la producción se ve afectada, algo similar es para Ojeda (2018) que *Bacillus thruringiensis* subsp. *kurstaki* a la dosis de 500 g/ 200 litros de agua alcanzan un control inicial de 58% a

los 3 días de la aplicación; luego, de 14 días de aplicado, el control es de 24%. Para Tejeda *et al.* (2016) el empleo de insecticidas químicos diminuyen el daño a 45 a 56 %, siendo el mas empleado por el agricultor por el costo bajo del producto y el control en menos tiempo. Muñoz *et al.* (2017) los discrepa porque ve el panorama para reducir daños ocasionados por *S. frugiperda* los agricultores aplican productos agroquímicos de variada toxicidad, lo que ha generado consigo a la destrucción de organismos benéficos y residuos de sustancias tóxicas en el aire, el suelo y el agua.

En cuanto al indicador costo/beneficio se puede apreciar que el tratamiento que genera mayor costo/ha es el Virusdepoliedrosis nuclear Envivo (350 ml), es una molecula nueva que se emplea para el control biológico de esta plaga, resultando mas agresivo como se puede ver que su eficiencia en de 90%, también resalta el T_2 Pal´ Gusano- AG (700ml) con ingrediente activo (Bacillus thurigensis var. Curstaqui – Aizawai) presenta menor costo/ha y una corta brecha de control en comparación del tratamiento que destaca en la investigación T_3, para Ezeta *et al.* (2018) los bioinsecticias como *control* biológico de *Spodoptera frugiperda* en el cultivo de maíz, son costosos y tienen un buen efecto controlador en sus poblaciones, pero lo mas importante no degradan el medio ambiente.

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El porcentaje de incidencia del cogollero en maíz en la localidad de carrizal presentó una incidencia mayor del 70 %.

El grado de severidad de *Spodoptera frugiperda* reportó en primera instancia mas del 56%, equivalente a un grado 6 (50 – 75), debido al clima favorable que encuentra este noctuido para su desarrollo.

El bioinsecticida que sobresalio con un 90% de eficiencia de control sobre *Spodoptera frugiperda* fue el producto Envivo (350 ml).

El producto Envivo con 350 ml/cil tuvo mejor costo/beneficio en comparación con los demás tratamientos.

Es por ello que se recomienda emplear el producto Envivo con una dosis de 350 ml/ha para tener un mayor porcentaje de control de esta plaga en campo con condiciones climáticas similares al lugar de estudio.

Se recomienda realizar investigaciones con los bioinsecticidas Envivo, y Pal´ Gusano-AG en diferentes dosis de cada producto, teniendo en cuenta que la dosis recomendada en la ficha técnica del producto no siempre es ideal, debido a que las condiciones en campo son diferentes.

Se recomienda incentivar las investigaciones posteriores con el ingrediente activo de Virusdepoliedrosis nuclear, con su respectivo costo/beneficio en diferentes zonas para tener mayores referencias en cuanto a control de *Spodoptera fruiperda* en maíz y dar una solución al agricultor en campo.

VI. DEDICATORIA

Dedicado a mi padre celestial por acompaarme en todo momento, a mi maravillosa mamá, la dama más valiente e inspiradora, quien me enseñó de primera mano el costo de la perseverancia y a quien constantemente rememoraré.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICA

Acosta, R. (2010). *Origen del zea mays. Evaluación técnica y económica del manejo de equipo de ´pivote central.* Terra Latinoamericana 28.

Betrán, J. (2011). *Investigaciones en Zea Mays. Caracterización molecular y germinación de semillas de maíces criollos azules con envejecimiento acelerado.* http://www.scielo.sa.cr/scielo.php.

Bessin, R. (2007). *Fall armyworm in corn. University of Kentucky.*

Cisneros, V. (2012). *Control químico de las plagas agrícolas.* Sociedad Entomológica del Perú, Lima.

Cortez, E., Valenzuela, F. (2010). *Efectividad de insecticidas novedosos al 100% y 50% de la dosis sobre gusano cogollero Spodoptera frugiperda (J.e. Smith) en Maíz.* INIFAP. Campo Experimental Valle del fuerte.

Cosme, J., Canseco, E. (2014). *Controla el gusano cogollero del maíz.*

De agronomía. (2018). *Control De Plagas, Concepto, Control Biológico, Tipos Y Ventajas.* https://deagronomia.com/agroecologia/control-de-plagas-agricolas/.

Deras, H. (2012). *Guía técnica El cultivo del maiz.* www.iica.int/Esp/regiones/central/.../GuiaTecnicaelCultivodelMaiz.pdf.

Ezeta, J., García, O., Gordillo, F. (2018). *Evaluaci´on del control biol´ogico de Spodoptera frugiperda en el cultivo de maíz.* Revista Ciencia e Investigación,. Universidad de Guayaquil, Ecuador.

Fernández, P. (2009). *Elaboración y efecto de los bioinsecticidas en la producción de hortalizas y frutas*. https://es.slideshare.net/cephasx/bioinsecticidas.

Gómez, J. (2011). *Requerimientos agro meteorológicos. Clímaco Cassalett, Jorge Torres y Camilo Isaacs.* Centro de Investigación de la Caña de Azúcar de Colombia. Cali.

Hernández, J., Santana, S., Nieves, M., Flores, H., & Jurado, G. (2018). *Aplicación de insecticidas biológicos para el control del gusano cogollero Spodoptera frugiperda en maíz.* Memoria de la XXX Semana Internacional de Agronomía FAZ-UJED. Universidad Tecnológica de Rodeo.

Infoagro. (2016). *El cultivo del maíz primera parte.* www.infoagro.com/herbaceos/cereales/maiz.asp.

Lezaun, J. (2014). *El gusano cogollero.* https://www.croplifela.org/es/plagas/listado-de-plagas/gusano-cogollero.

Molina, R. (2010). *Evaluación de seis híbridos de maíz amarillo duro; INIAP H -601, INIAP H 553, HZCA 315, HZCA 317, HZCA 318, AUSTRO 1, frente a dos testigos, ARI 104 y DEKALB DK-7088, sembrados por el agricultor local, en San Juan - Cantón Pindal- Provincia de Loja.* Tesis de grado. Facultad de ciencias Agropecuarias y Ambientales. Universidad Politécnica Salesiana.

Montessoro, R., De León, C. (2008). *El maíz, temas selectos.* Paraninfo, Madrid.

Muñoz, X., Comboza, W., Lara, E., Mendoza, M., Mejia, N., Lopez, J., Moran, N. (2017). *Insecticidas biológicos para el control de Spodoptera frugiperda Smith, su incidencia en el rendimiento.* http://scielo.sld.cu/pdf/cag/v44n3/cag03317.pdf.

Nava, C. (2006). *Manejo integrado de las plagas claves del maíz forrajero. En: Maíz forrajero de alto rendimiento y calidad nutricional.* Libro científico No. 3. México. CELALA-INIFAP.

Negrete, F., Morales, J. (2006). *El gusano cogollero del maiz (Spodoptera frugiperda Smith).* http://www.agronet.gov.co/www/docs_si2/20061127153058_el%20gusano%20cogollero%20del%20maiz.pdf.

Ojeda, R. (2018). *Insecticidas para el control de Spodoptera frugiperda (J. E. Smith) en maíz (Zea mays L.) en La Molina.* Tesis para obtener el titulo de Ingeniero Agrónomo. Universidad Nacional Agraria La Molina.

Orna, Á. (2013). *Eficacia de una Avermectina de segunda generación frente a otros insecticidas para el control de Spodoptera frugiperda en el cultivo de maíz.*

Tesis para optar el titulo de Ingeniero Agrónomo. Universidad Técnica de Babahoyo.

Ortiz, F. (2010). *Diccionario de especialidades agroquímicas.* Thomson PLM del Ecuador S.A. Quito.

Palacios, J. (2010). *Control biologico del cogollero del maiz Spodoptera frugiperda (Lepidoptera: Noctuidae) con aislados de nucleopoliedrovius.* Universidad Autonoma Agraria Antonio Narro.

Perez, A. (2008). *Control biologico de plagas y enfermedades de cultivos agrícolas.* http://www.ivic.gob.ve/taller/Control%20Biologico.pdf.

Pineda, S., Smagghe, G., Schneider, I., Del stal, P., Viñuela, E., Martinez, A., & Budia, F. (2006). *Toxicity and pharmacokinetics of spinosad and methoxifenozide to Spodoptera littoralis (Lepidoptera: Noctuidae).* Environ. Entomo.

Tamez, R., Rodríguez, C., Tamez, P., Weber, R., Gómez, R., Calderón, C. (2005). *Activación de macrófagos y linfocitos in vitro por extractos metanólicos de hojas de Plantagomajor.* Ciencia UANL.

Tejeda, M., Solis, J., Díaz, J., Peláez, A., Ayvar, S., & Mena, A. (2016). *Evaluación de insecticidas en el control de gusano cogollero Spodoptera frugiperda j. e. Smi (Lepidóptera: Noctuidae) en maíz en Cocula, Guerrero.* Posgrado en Enomología y Acarología. Instituto de Fitosanidad. México.

Valarezo, O., Cañarte, E., Navarrete, B., Muñoz, X. (2010). *Manejo Integrado de las principales Plagas del Maíz.* INIAP, Estación Experimental Portoviejo. Portoviejo, Manabí, Ecuador.

Valverde, M. (2015). *Taxonomia del maíz.* http://dspace.ucuenca.edu.ec/handle/123456789/22897.

Zegarra, R. (2012). *Influencia de dos bioinsecticidas comerciales a base Bacillus thuringiensis y un inhibidor de quitina en el control de cogollero (Spodoptera frugiperda) en el cultivo del maíz (Zea mays L.) opaco malpaso en la zona de La Yarada – Región Tacna.*

http://repositorio.unjbg.edu.pe/bitstream/handle/UNJBG/1808/825_2012_zegarra_farah_rc_fcag_agronomia.pdf?sequence=1&isAllowed=y.

ANEXOS 01: INFORMACION COMPLEMENTARIA

Tabla 12

Operacionalización de la variable

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala
V.I (Bioinsecticidas)	Bioinsecticida es un organismo vivo (hongos, bacterias, virus) que mata a los insectos. También puede ser una sustancia química que se encuentra en las plantas que repele o suprime insectos, en ese caso se pueden encontrar productos elaborados en base a extractos de plantas, o preparados con algún elemento biótico (Fernández, 2009).	Para que se pueda tener un mejor control del gusano cogollero se debe seleccionar un adecuado bioinsecticida de tal manera contrarestar las poblaciones de esta plaga.	Tipo de bioinsecticidas	Tecbacillus (Dosis: 300 g/cil)	Razón
				Envivo (Dosis: 300 ml/cil)	Razón
				Biocillus (Dosis: 300 g/cil)	Razón
V.D (Control del cogollero)	El control de la plaga es la regulación o el funcionamiento de una especie determinada como una plaga, un integrante del reino animal que tiene un efecto adverso en las ocupaciones humanas. La contestación humana es dependiente de el valor del mal provocado, y va a partir de la tolerancia, por medio de la disuasión y el funcionamiento, hasta los intentos de eliminar enteramente la plaga. Las medidas de control de plagas tienen la posibilidad de hacer como parte de un plan de desempeño incluido de plagas (De agronomía, 2018).	Se obtiene empleando bioinsecticidas para lograr el control.	Evaluación en inicio y desarrollo del cultivo	Incidencia	Razón
				Severidad	
				Eficiencia	
				Costo/beneficio	Razón

Tabla 13

Técnica de recolección de datos

Variables	Técnicas	Instrumentos	Fuente
Bioinsecticidas	Observación directa	Ficha de contenido	Revisión bibliográfica
Control del cogollero	Observación directa	Formato de evaluación	Análisis en campo

Tabla 14

Método de análisis de datos

Objetivos Específicos	Técnicas	Instrumentos	Resultados
Determinar el porcentaje de incidencia del cogollero (*Spodoptera frugiperda* S.*)* en maíz (*Zea mays* L.*)* en Carrizal.	Observación	Formato de evaluación	El porcentaje de incidencia del cogollero en maíz en es mayor al 70 %.
Determinar el grado de severidad del cogollero (*Spodoptera frugiperda* S.*)* en maíz (*Zea mays* L.*)* en Carrizal.	Observación	Formato de evaluación	El grado de severidad de *Spodoptera frugiperda* un 56%, equivalente a un grado 6 (50 – 75).
Determinar la eficiencia de los tratamientos para el control del cogollero (*Spodoptera frugiperda* S.*)* en maíz (*Zea mays* L.*)* en Carrizal.	Observación	Formato de evaluación	El bioinsecticida que sobresalio con un 90% de eficiencia de control sobre *Spodoptera frugiperda* fue el producto Envivo (350 ml).
Detallar el costo/beneficio de los tratamientos en estudio.	Observación	Formato de evaluación	El producto Envivo con 350 ml/cil tuvo mejor costo/beneficio en comparación con los demás tratamientos.

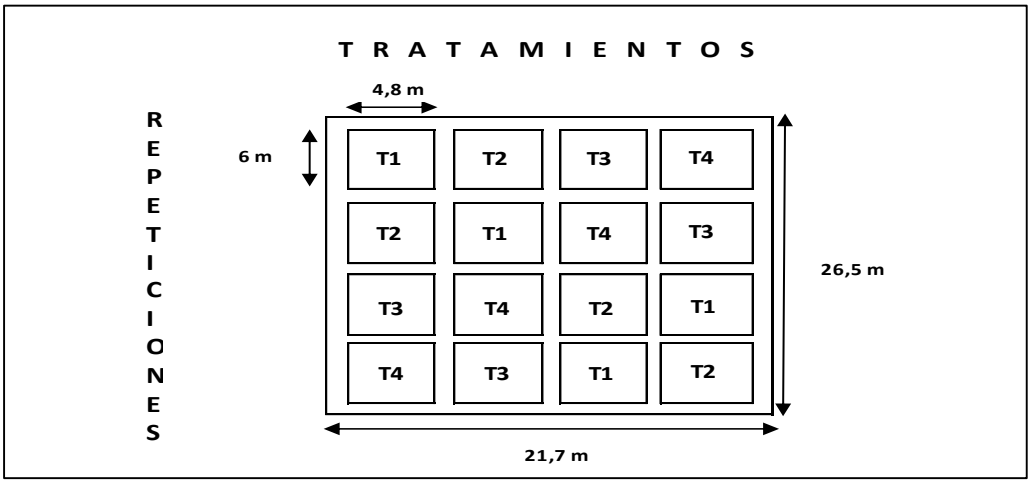

Figura 9. Distribución de tratamientos (Elaboración propia, 2021).

Tabla 15

Matriz de consistencia

Titulo	Problema	Hipótesis	Objetivo general	Objetivos específicos
Evaluación de bioinsecticidas para el control del cogollero (*Spodoptera frugiperda)* en maíz (*Zea mays)* en Carrizal, Casma	¿Cuál será el efecto de diferentes bioinsecticidas para el control del cogollero (*Spodoptera frugiperda)* en maíz (*Zea mays)* en Carrizal, Casma?	Al menos uno de los bioinsecticidas tendrá mayor efecto en el control del cogollero (*Spodoptera frugiperda)* en maíz (*Zea mays)* en Carrizal, Casma.	Evaluar el efecto de diferentes bioinsecticidas para el control del cogollero (*Spodoptera frugiperda)* en maíz (*Zea mays)* en Carrizal.	Valorar el porcentaje de incidencia del cogollero (*Spodoptera frugiperda)* en maíz (*Zea mays)* en Carrizal. Calcular el grado de severidad del cogollero (*Spodoptera frugiperda)* en maíz (*Zea mays)* en Carrizal. Determinar la eficiencia de los tratamientos para el control del cogollero (*Spodoptera frugiperda)* en maíz (*Zea mays)* en Carrizal. Detallar un análisis económico de los tratamientos en estudio.

Figura 10. Descripción física de *Spodoptera frugiperda*

Figura 11. Daño del cogollero en plantas de maíz

Figura 12. Delimitación del campo experimental

Figura 13. Sembrado del maíz en el campo experimental

Figura 14. Comparativo de control de Tecbacillus con el testigo post 3ra evaluación

Figura 15. Comparativo de control de Pal´gusano AG con el testigo post 3ra evaluación

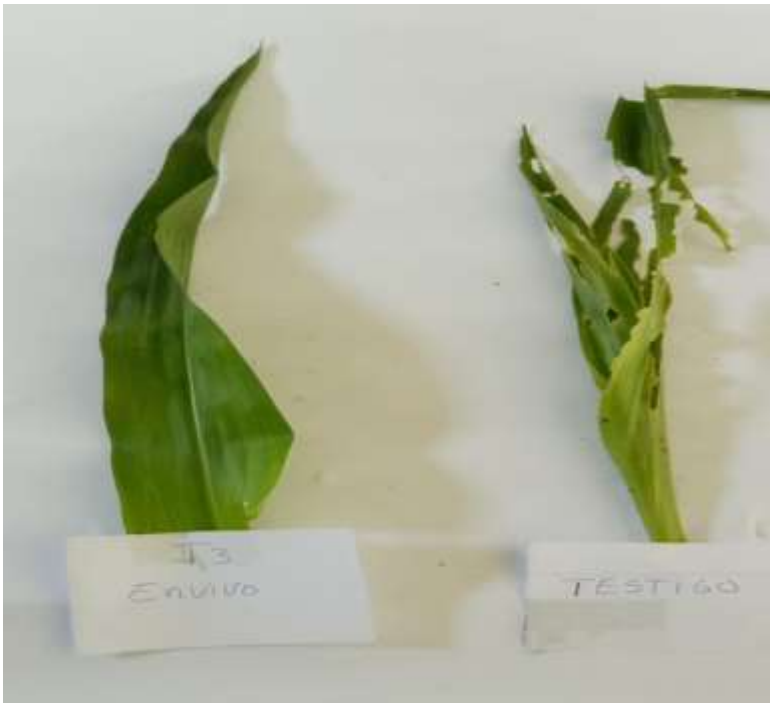

Figura 16. Comparativo de control de Envivo con el testigo post 3ra evaluación

ANEXOS 02: DATOS OBTENIDOS DE LA INVESTIGACIÓN

Tabla 16

Primera evaluación en campo (%)

Bloque	Indicador 10 plantas	Incidencia				Severidad			
		T_1	T_2	T_3	T_4	T_1	T_2	T_3	T_4
1	x̄	85	70	75	80	65	70	65	50
2	x̄	80	85	80	80	50	60	50	50
3	x̄	70	70	60	70	50	65	50	65
4	x̄	85	75	70	60	65	50	60	70

Tabla 17

Segunda evaluación en campo (%)

Bloque	Indicador 10 plantas	Incidencia				Severidad				Control (Eficiencia)			
		T_1	T_2	T_3	T_4	T_1	T_2	T_3	T_4	T_1	T_2	T_3	T_4
1	x̄	68	45,5	45	72	52	45.5	39	45	20	35	40	10
2	x̄	60	59,5	52	68	37,5	42	32,5	42,5	25	30	35	15
3	x̄	56	49	33	59,5	40	45,5	27,5	55,25	20	30	45	15
4	x̄	68	48,75	42	51	52	32,5	36	59,5	20	35	40	15

Tabla 18

Tercera evaluación en campo (%)

Bloque	Indicador 10 plantas	Incidencia				Severidad				Control (Eficiencia)			
		T_1	T_2	T_3	T_4	T_1	T_2	T_3	T_4	T_1	T_2	T_3	T_4
1	x̄	34	11,375	4,5	54	26	11,375	3,9	33,75	50	75	90	25
2	x̄	27	17,85	7,8	47,6	16,875	12,6	4,875	29,75	55	70	85	30
3	x̄	28	14,7	1,65	41,65	20	13,65	1,375	38,675	50	70	95	30
4	x̄	34	12,1875	4,2	35,7	26	8,125	3,6	41,65	50	75	90	30