



UNIVERSIDAD JOSÉ CARLOS MARIÁTEGUI

VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y
ARQUITECTURA**

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGRONÓMICA

TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

**DOSIS DE FERMENTACIÓN DE *Bacillus thuringiensis* PARA
EL CONTROL DE PERFORADOR DE LA MAZORCA
(*Carmenta foraseminis (busck) eichlin*) DEL
CACAO EN EL DISTRITO DE PICHARI**

PRESENTADO POR

EGRESADO ALEJANDRO BENITO BARRIENTOS

ASESOR:

ING. MARCO ANTONIO HUACOLLO ALVAREZ

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

MOQUEGUA - PERÚ

2022

CONTENIDO

	Pág.
Página de jurado.....	i
Dedicatoria.....	ii
Agradecimientos.....	iii
Contenido.....	iv
CONTENIDO DE TABLAS.....	vi
CONTENIDO DE FIGURAS.....	vi
CONTENIDO DE ECUACIONES.....	vii
CONTENIDO DE APÉNDICES.....	vii
RESUMEN.....	ix
ABSTRACT.....	x
INTRODUCCIÓN.....	xi

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 Descripción de la realidad del problema.....	01
1.2 Definición del problema.....	02
1.2.1 Problema principal.....	02
1.2.2 Problemas específicos.....	02
1.3 Objetivos.....	03
1.3.1 Objetivo general.....	03
1.3.2 Objetivos específicos.....	03
1.4. Justificación e importancia de la investigación.....	03

1.5. Variables.....	04
---------------------	----

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes de la investigación	06
2.2 Bases teóricas.....	07
2.2 Definición de terminos.....	16

CAPÍTULO III

MÉTODO

3.1 Tipo de investigación.....	18
3.4 Instrumentos tecnológicos para la recolección de datos.....	20

CAPÍTULO IV

ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

4.1 Presentación de resultados.....	29
4.2 Constatación de hipótesis.....	37
4.3 Discusión.....	38

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones.....	41
5.2 Recomendaciones	42
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	43
APÉNDICE.....	48
INSTRUMENTOS PARA RECOLECCION DE DATOS.....	57

CONTENIDO DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1 Operacionalización de variables	15
Tabla 2 Análisis de varianza.....	35
Tabla 3 Análisis de varianza de Incidencia (%).....	43
Tabla 4 Prueba de Tukey (0,05 %) de la incidencia	44
Tabla 5 Análisis de varianza de número de mazorcas sanos (unidad).....	45
Tabla 6 Prueba de Tukey (0,05 %) de número de mazorcas sanas	46
Tabla 7 Análisis de varianza de longitud de fruto (cm).....	47
Tabla 8 Prueba de Tukey (0,05 %) de longitud de frutos (cm).....	47
Tabla 9 Análisis de varianza de diámetro de fruto (cm)	48
Tabla 10 Prueba de Tukey (0,05%) de diametro de frutos (cm).....	49
Tabla 11 Análisis de varianza de rendimiento (kg)	50
Tabla 12 Prueba de Tukey (0,05 %) de rendimiento (kg).....	51

CONTENIDO DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1 Distribución de los tratamientos y repeticiones.....	32
Figura 2 Ubicación del experimento.....	32
Figura 3. Incidencia (%)......	44
Figura 4. Número de mazorcas (unidad).....	46
Figura 5. Longitud de fruto (cm).	48
Figura 6. Diámetro de fruto (cm).	49
Figura 7. Rendimiento (kg/ha).	51

CONTENIDO DE ECUACIONES

	Pág.
Ecuación 1 Medición de incidencia	16
Ecuación 2 Suma de cuadrados de tratamiento.....	21
Ecuación 3 Suma de cuadrados de bloques.....	22
Ecuación 4 Suma de cuadrados de error	22
Ecuación 5 Suma de cuadrados totales	22
Ecuación 6 Coeficiente de variabilidad.....	23

CONTENIDO DE APENDICES

	Pág.
Tabla A 1. Porcentaje de incidencia.....	44
Tabla A 2. Número de mazorca sanas.....	44
Tabla A 3. Longitud de frutos	44
Tabla A 4. Diámetro de fruto	44
Tabla A 5. Rendimiento	45
Fotografía B 1. Reconocimiento del mazorquero.....	46
Fotografía B 2. Mazorquero del cacao insecto adulto.....	46
Fotografía B 3. Mazorca con el punto de entrada del mazorquero	47
Fotografía B 4. Fruto dañado	47
Fotografía B 5. Preparación del fermento de <i>Bacillus thuringiensis</i>	48
Fotografía B 6. Preparación del fermento con la dosis recomendadas	48
Fotografía B 7. Preparación del fermento	49
Fotografía B 8. Listo para ser aplicado	49
Fotografía B 9. Aplicación del fermento en las parcelas demostrativas	50
Fotografía B 10. Tratamiento 1	50
Fotografía B 11. Tratamiento 2.....	51
Fotografía B 12. Tratamiento 3	51
Fotografía B 13. Tratamiento 4.....	52

RESUMEN

El presente trabajo con título “Dosis de fermentación de *Bacillus thuringiensis* para el control de perforador de la mazorca *Carmenta foraseminis (busck) eichlin* del cacao en el distrito de Pichari”. Tuvo como objetivos Evaluar las dosis de la fermentación de *Bacillus thuringiensis* para el control del perforador de la mazorca del cacao y la incidencia del ataque de insectos y evaluar algunos parámetros agronómicos. Los tratamientos que se aplicaron fueron los siguientes T1 (dosis al 10 %), T2 (dosis al 20 %) T3 (dosis al 30 %) y T4 (testigo sin dosis). El diseño aplicado fue Bloques completamente al azar, La población está conformada por 36 árboles de cacao donde cada unidad experimental estuvo conformada por 3 árboles de cacao por lo tanto cada bloque está constituido por 12 árboles de cacao. Obteniendo los siguientes resultados: Se determinó que las dosis de la fermentación de *Bacillus thuringiensis* tienen efecto para el control del perforador de la mazorca *Carmenta foraseminis (busck) eichlin*. La dosis con mayor efecto en el control del mazorquero del cacao fue al 10 % seguido de las dosis de 20 y 30 %. Se encontró diferencias significativas en longitud, diámetro rendimiento y número de mazorcas sanas en el mazorquero del cacao con las dosis de *Bacillus thuringiensis* para el control de perforador de la mazorca.

Palabras clave: *Bacillus thuringiensis*, cacao, insectos, mazorquero del cacao.

ABSTRACT

The present work with title fermentation “Dose of *Bacillus thuringiensis* for the control of the ear borer *Carmenta foraseminis (busck) eichlin* of cacao in the district of Pichari”. Aiming to evaluate the doses of *Bacillus thuringiensis* fermentation for control of the pod borer of cocoa. Evaluate the incidence of insect attack and evaluate some agronomic parameters. The treatments we applied were the following T1 (10% dose), T2 (20% dose), T3 (30% dose) and T4 (control without dose). The applied design was completely random blocks. The population is made up of 36 cacao trees where each experimental unit was made up of 3 cacao trees, therefore each block is made up of 12 cacao trees. Obtaining the following results: It was determined that the doses of the fermentation of *Bacillus thuringiensis* have an effect for the control of the ear borer *Carmenta foraseminis (busck) eichlin*. The dose with the greatest effect on the control of the cocoa pod was 10% followed by the doses of 20 and 30%. Significant differences were found in length, diameter, yield and number of healthy pods in the cocoa pod with the doses of *Bacillus thuringiensis* for pod borer control.

Keywords: *Bacillus thuringiensis*, cocoa, insects, cocoa cob.

INTRODUCCIÓN

El cacao siendo uno de los cultivos más relevantes a nivel nacional, encontramos elementos que conviertan a este cultivo que hace que limite para la producción, teniendo como ejemplo el ataque de insectos plaga. Estos insectos causan lesiones en los frutos del cacao, que merma el rendimiento del cultivo y causa que pierdan los agricultores económicamente en la zona donde realizaremos nuestra investigación.

Uno de los fundamentales problemas que daña al rendimiento del cacao, es la aparición de plagas, que viene a constituir en un lio económico en el cultivo, por los daños ocasionados por los insectos. Atacan al cultivo en cualquier estadio especialmente en viveros, recién trasplantadas, cuando están en floración y especialmente en fructificación y estos pueden ser, lepidópteros como las polillas, homópteros como los pulgones, cochinillas, hormigas etc. (INIAP, 2018).

Por el uso de sustancias biológicas tiene un rol importante en el control de insectos plaga de influencia agrícola, por la acción que tiene en los insectos, se merma su presencia y el uso sin control de sustancias químicas, que causa un elemento relevante y cuidando el medio ambiente (Estrada, 2019).

Lo que queremos en nuestro trabajo de investigación es controlar el ataque del mazorquero del cacao con el fermento de *Bacillus thuringiensis* que es un insecticida biológico de acción estomacal y que nos ayudará al control del mismo respetando al medio ambiente y abaratará costos para el agricultor.

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 Descripción de la realidad del problema

El cacao, originario de los bosques húmedos tropicales de Sudamérica. En la amazonia peruana posee un área con mucha variedad y variación genética. En Perú el cacao producido en los 80 y a principios de los 90 fue propicio en volúmenes, escalas de comercio y precios, pero la presencia del mazorquero de cacao es actualmente una preocupación por el daño que causa a los frutos especialmente en cultivos en altitudes entre 400 a 750 m.s.n.m, ya que las condiciones del clima son suficientes para la elevada incidencia en ataques de este insecto. (Alcántara, 2013).

El cacao sufre problemas fitosanitarios inducidos por fitófagos y enfermedades. Estos solo son detenidos mediante el uso de productos químicos que solo contaminan el medio ambiente, Se considera la falta de comprensión de los agricultores sobre los organismos que lo causan, su ciclo de vida, formas de control. El nivel de incidencia del “mazorquero de cacao” Se demuestre de variada forma por el manejo del cultivo que le da el agricultor a sus

Árboles de cacao, en cuanto a un eficiente manejo en la incidencia de los ataques del insecto no se percibe, los agricultores con regular manejo presentan un acrecentamiento en la incidencia, en que el insecto daña la mazorca del cacao perforando el fruto haciendo galerías dentro de este alimentándose del mucílago y las semillas, que causará una prematura madurez del fruto el cual carece de aroma y pierde calidad (Cubillos, 2013).

Por eso en nuestro trabajo se está considerando el uso del fermento de *Bacillus thuringiensis* como control biológico y no daña nuestro medio y convertirá el producto del cacao en más orgánico.

1.2 Definición del problema

1.2.1 Problema principal.

¿Cuál será el efecto de las dosis de la fermentación de *Bacillus thuringiensis* para el control de perforador de la mazorca *Carmenta foraseminis (busck) eichlin* del cacao en el distrito de Pichari, La Convención?

1.2.2 Problemas específicos.

¿Cuál de las dosis de la fermentación de *Bacillus thuringiensis* tendrá efecto en el control de perforador de la mazorca del cacao en el distrito de Pichari, La Convención?

¿Cuál es la significancia entre longitud, diámetro rendimiento y número de mazorcas sanas en el mazorquero del cacao?

1.3. Objetivos

1.3.1 Objetivo general.

Evaluar las dosis de la fermentación de *Bacillus thuringiensis* para el control de perforador de la mazorca del cacao en el distrito de Pichari, La Convención 2020.

1.3.2 Objetivos específicos.

Determinar cuál de las dosis de fermentación de *Bacillus thuringiensis* nos da el mejor resultado para el control de perforador de la mazorca *Carmenta foraseminis (busck) eichlin* del cacao.

Evaluar la significancia entre incidencia, longitud, diámetro, rendimiento y número de mazorcas sanas en el mazorquero del cacao.

1.4 Justificación e importancia de la investigación

Entre los artrópodos fitófagos que infestan al fruto del cacao, encontramos a diferentes especies pertenecientes al Orden: Lepidóptera, pero lo que afecta al cultivo de cacao y su productividad es la *Carmenta foraseminis (busck) eichlin* o mazorquero del cacao especie de mayor importancia. Los daños que causan son perforaciones donde se encuentran las larvas y es puerta de ingreso de hongos y bacterias que se encuentran en sociedad con las pudriciones provocadas por enfermedades, causando que el fruto no sea comercial.

El control de plaga en la agricultura se ha hecho generalmente con el uso de insecticidas químicos, que han originado problemas de contaminación ambiental, son tóxicos, a los agricultores que los aplican. Con la finalidad de

mermar el uso de insecticidas sintéticos proponemos investigaciones sobre insecticidas biológicos que son más beneficiosos y de naturaleza biodegradable y específicos ya que el *Bacillus* solo ataca a los lepidópteros y no daña a los microorganismos beneficiosos, eludiendo el incremento de insectos tolerantes.

1.5 Variables

1.5.1 Variable Independiente.

Bacillus thuringiensis

1.5.2 Variable Interviniente.

Plantas de cacao

1.5.3 Variable dependiente.

Incidencia de plagas

Número de mazorcas sanas

Longitud de fruto

Diámetro de fruto

Rendimiento

1.5.3 Operacionalización de variables.

Tabla 1

Operacionalización de variables

Variables	Indicador	Unidad de medida	Instrumentos de medición
Independientes			
<i>Bacillus thuringiensis</i>	Muestras	Dosis	Determinación
Interviniente			
Plantas de cacao	plantas		Determinación
Dependientes			
Incidencia de plagas	Cantidad	%	Conteo
Número de mazorcas sanas	Cantidad	unidades	Conteo
Longitud de fruto	Cantidad	Centímetro	Determinación
Diámetro de fruto	Cantidad	Centímetro	Determinación
Rendimiento	Cantidad	Kg	Determinación

1.6 Hipótesis de la investigación

1.6.1 Hipótesis general.

Las dosis de la fermentación de *Bacillus thuringiensis* controlan al perforador de la mazorca del cacao en el distrito de Pichari, La Convención 2020.

1.6.2 Hipótesis Específicas.

Una de las dosis de la fermentación de *Bacillus thuringiensis* controla al barrenador del cacao.

Existe significancia entre longitud, diámetro, rendimiento y número de mazorcas sanas en el mazorquero del cacao.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes de la investigación

Jorge (2018) La tesis denominada: “Efecto de entomopatógenos y un insecticida químico en el control del mazorquero del cacao, en el caserío de Pumahuasi”. Se ejecutó con el fin de evaluar el efecto de las combinaciones de sustancias biológicas y químicas para controlar el mazorquero del cacao y hacer la rentabilidad de los tratamientos del cultivo de cacao CCN-51. Para cada tratamiento se suministró dosis de 20 L/agua: T₁: 30 g de Arrazador, T₂: 100 ml de Best-k, T₃: 30 g Arrazador + 100 ml Best-k, T₄: 20 g Kieto y T₅: testigo. Se reportó una incidencia inicial de 45,18 % del Mazorquero. El T₃ obtuvo mayor control con 4,08 % de incidencia. El mayor efecto de control se observó en los T₁, T₃, mermando el tiempo con una incidencia en 0 % en la última evaluación.

Rutte, Aguilar, Maldonado y Ruiz (2019). En su trabajo “Cepas nativas de *Bacillus thuringiensis* contra *Spodoptera frugiperda* y *Alabama argillacea* en el cultivo de algodón (*Gossypium barbadens*) en Piura”, Perú. La meta de este trabajo fue separar cepas de *Bacillus thuringiensis* (*Bt*) nativas, y determinar que

sea tóxico para *Alabama argillacea* y *Spodoptera frugiperda*, fitófagos del algodón. La descripción bioquímicas y morfológica de cepas nativas (37) demostró que las cepas (15) mostraron cristales de espiral bi piramidal toxico en lepidópteros, y descripciones bioquímicas iguales a las cepas Bt estándar. Los resultados demostraron que las cepas IN- 24, IN-30 e IN-34 provocaron 100% de muerte en *S. frugiperda* y las cepas IN-19, IN-24 e IN- 25 provocaron 100% de muerte en *A. argillacea*, la cepa IN-24 provocó 100% de mortalidad en ambas especies. La prueba de la dieta artificial declaró que las cepas IN- 34, IN-01 e IN- 31 causando los mejores % de muerte en *S. frugiperda* y *A. argillacea*.

Mezones (2019) El trabajo de investigación “*Evaluar a Carmenta foraseminis (busck) eichlin*, y determinadas enfermedades de frutos de cacao (*Cheobroma cacao l.*) En tres localidades de Leoncio Prado, Huánuco” fue; para examinar la presencia de *Carmenta foraseminis (busck) Eichlin*, en mazorcas de cacao y obtener adultos de *Carmenta foraseminis (busck) Eichlin*, y reconocerlos en laboratorio. La incidencia para las localidades de Bella Alta, Pendencia y Tulumayo de *C. foraseminis* fue de 63,41, 53,58 y 46,52 %, respectivamente. La mayor presencia de enfermedades es Escoba de bruja (12,5 %) seguido por la monilla (11,3 %) y pudrición parda (3,4 %). Determinándose la existencia de una considerable relación entre el insecto con el incremento de la pudrición parda y monilla, por lo que a mas ataque del mazorquero, mas infestación de estas enfermedades.

2.2 Bases teóricas

2.2.1 Taxonomía de *Bacillus thuringiensis*.

La bacteria *Bacillus thuringiensis* lo clasifican por Berliner (1915) citado por Morón (2017):

Dominio: Eubacteria

Filo: Firmicutes

Clase: Bacilli

Orden: Bacillales

Familia: Bacillaceae

Género: *Bacillus*

Especie: *Thuringiensis*

2.2.1.1 Morfología.

Es una bacteria de un tamaño de 3 hasta 5 milimicras de largo y 1 a 1,2 de ancho, es una bacteria gram positiva que producen esporas y también a diferencia de otros *Bacillus* con cuerpos cristalinos que se adhieren a la espora durante la esporulación y suelen ser tóxicas a ciertas especies de insectos. El cristal tiene varias formas y diferentes tamaños de acuerdo al contenido de sus proteínas (Caballero e Iriarte, 2001).

2.2.1.2. Características.

Bacillus thuringiensis es selectivo ataca solo a lepidópteros y no daña la fauna benéfica, su reacción es mortal para los estadios larvales, en diversas plantaciones.

No tiene toxicidad en otros insectos, no daña a insectos que son, parásitos y predadores de plagas, para las aves, peces y mamíferos no es venenoso. Es un plaguicida que ataca el estómago, ya que luego de ser consumido, las larvas no se alimentan más, permanecen en sus espacios pareciendo vivas, no provocan daños y muere a las 48 y 72 horas (AGREVO, 2002).

2.2.1.3 Modo de acción.

La bacteria *Bacillus thuringiensis*; elabora cristales de proteínas y esporas llamados endotoxinas delta. Si arriban al estómago de la larva los cristales se transforman en fracciones venenosas, por la reacción de las enzimas del estómago. Estas moléculas se afianzan en las células epiteliales receptoras de la membrana parte del intestino medio del insecto. En contados segundos estas células inician a quebrarse, cambiando el pH del intestino medio, y son mortales para los insectos. Al consumir la dosis de veneno a los minutos las larvas no se alimentan más, aún están vivas en el follaje, estas larvas se mueven lentamente, pierden color, arrugándose y cambian a color oscuro, muriendo a cabo de tres o cuatro días después. (AGREVO, 2002).

2.2.1.4. Patogenicidad de *Bacillus thuringiensis*.

Batista (1998), señala: los factores vinculados en lo infeccioso del *Bacillus thuringiensis*, se agrupan en tres, para mejorar el entendimiento y aprovecharse del Bacillus en procedimientos de control bacteriano de insectos dañinos. La 1era, es como actúa el patógeno, lo 2do son la sintomatología externa e interna de la bacteria y la 3ra son las escalas de virulencia de diversos serotipos; como la susceptibilidad en los distintas clases de insectos (Alves, 1986).

2.2.1.5 Condiciones del medio ambiente.

Uno de los elementos más importantes es la temperatura en especial en el desarrollo de la bacteria. Para *Bacillus thuringiensis*, la T° óptima está en los 25 °C y 28 °C, pero soporta T° de 37 °C. Otro componente de importancia es la humedad, en campo con una HR alta, junto con una T° óptima, beneficia la dispersión de la bacteria, contrariamente si el clima es muy seco, las esporas se mantienen viables por mucho tiempo, un ejemplo son las fórmulas de *Bacillus thuringiensis* en ambientes de 30% de HR, permanecen viables por tres años o más. Las temperaturas altas favorece el crecimiento de la bacteria, pero una alta radiación acorta la sobrevivencia de las esporas en campo. Por eso el fundamental elemento limitante para la persistencia de la bacteria en campo es la radiación (Alves, 1986).

2.2.2 El cacao (*Theobroma cacao* L.).

Es nativa de los bosques tropicales húmedos de Sudamérica que se desarrolla en cálidos climas. El fruto del cacao es una mazorca (baya), ovoide, de tamaño grande y puntiaguda de 25 a 30 cm de longitud y de 10 a 15 cm de diámetro, con un recto y recio pedúnculo, con un grueso epicarpio, casi leñoso; ovoide son semillas secas de color pardo; la almendra es de unos 2 cm de longitud y tienen un amargo sabor (Sánchez, 2017 citado por Álvarez, 2019).

2.2.2.1 Taxonomía.

Universal Taxonomic Services (2008) citado por Mori (2019).

Reino: Plantae

Phylum: Magnoliophyta

Clase: Magnoliopsida

Orden: Malvales

Familia: Esterculiáceas

Género: *Teobroma*

Especie: *Theobroma cacao*

2.2.2.2 Descripción botánica.

El sistema radicular es una raíz pivotante que en situaciones que le benefician penetran hasta los dos metros de profundidad, y por su largo sistema superficial de raíces laterales alrededor de 15 cm bajo el suelo consigue nutrientes. (ICCO, 2012).

Árbol de talla pequeña, perennifolio, que crece en forma silvestre de 20 m o más. De baja copa, expensa y densa, grandes hojas, alternadas, colgantes, ovales, de 20 a 35 cm de longitud por cuatro a 15 cm de ancho, con una larga punta, algo gruesas, de bordes lisos, de color verde oscuro arriba (haz) y pálidos abajo (envés). El tronco es dimórfico, con ramas tipo chupones. Ramas en forma abanicada. Las ramas primarias conforman verticilos terminal con dos a seis ramitas; es una planta cauliflora, de modo que las flores emergen encima del tronco. La corteza por afuera tiene grietas, son de color castaño oscuro, áspero y delgado, la corteza del interior de color castaño claro, sin gusto (CONABIO, 2012).

Se encuentran racimos de flores en toda la longitud del tronco y ramas, contenidas por un pedicelo de uno a tres cm. La flor es pequeña en forma de estrella y de coloración rosado, púrpura y blanco de 5 a 10 mm de diámetro y 2 a 2,5 cm de longitud. 5 sépalos rosados, estrechos, termina en punta, se extienden, cada pétalo tiene una medida hasta 0,6 cm de largo, blancos o rosa pálido, alternando con los sépalos y de manera particular: empiezan angostos en la parte basal, ensanchándose y siendo cóncavos formando una corola y finalizan en una lígula; las inflorescencias años después de la floración, se vuelven en tubérculos gruesos llamada flor portadora (ICCO, 2012).

Es una baya grande el fruto llamada también mazorca, pulposa, oblonga a ovalada, de diversos colores acorde al complicado en lo híbrido: de colores morada, jaspeada, roja, verde, amarilla, etc. Tiene un tamaño de 15 a 30 cm de longitud por 7 a 10 cm de anchura, en punta y con surcos en forma longitudinal; de 30 y 40 semillas por mazorca dispuestas en placentas axiales e incrustadas en la pulpa de la cubierta exterior de la semilla. Las semillas son grandes, de color chocolate de 2 a 3 cm de largo, amargas carece de albumen cubierta de pulpa mucilago blanco, agridulce. El interior de las semillas está ocupado por los 2 cotiledones del embrión, se les denominan como granos de cacao. Enriquecidas en, proteínas, almidón y materia grasa (CONABIO, 2012).

2.2.2.3 Morfología de la semilla de cacao.

Kelly (1988), señala que un grano con cualidad dará más capacidad varietal productiva, que surge en modo rápido y uniforme, en varias condiciones ambientales. El valor de la semilla es una definición en base al valor de distintos

propiedades. La germinación es la salida de las plántulas encima del suelo. Lo rápido que es la germinación es fundamental porque en esta fase donde no hay fotosíntesis, el desarrollo de la planta dependerá del almacenamiento de energía de las semillas, quedando expuesta a numerosos factores desfavorables.

2.2.2.4 Adaptabilidad del cacao.

Es perenne da flores durante el año, demoran los frutos cinco meses en madurar siempre y cuando la flor sea fecundada por un insecto de la familia Ceratopogonidae, del genero *Forcipomya*, encontrándose en las aéreas que cultivan el cacao. El polen es fértil por tres días. En las mañanas las flores son receptivas a primeras horas, y por la tarde se cierran, siguen en la noche hasta que vuelve a abrirse antes que amanezca. Una cantidad grande de flores no se polinizan y se caen a las 48 horas (CONABIO, 2012).

2.2.2.5 Condiciones edafoclimáticos del cacao.

Según Salvador, Espinoza y Rojas (2012)

a. Precipitación.

Para el cacao es importante el agua especialmente en sus procesos metabólicos, porque si hay carencia de agua hay una reacción negativa de la planta, necesita de lluvias anual de 1600 a 2500 mm.

b. Temperatura.

El cacao requiere de temperaturas de no más de 30 °C, la temperatura adecuada es de 24 a 26°C, afectan a los procesos fisiológicos (polinización, fecundación, fotosíntesis, respiración) las bajas y altas temperaturas reduciendo su producción.

c. Viento.

Afecta la aceleración de la evapotranspiración del cacao y la evaporación del agua del suelo, también afecta la fotosíntesis cuando pierde agua, si su velocidad es más de cuatro m/seg causa caída de flores, hojas y rompen ramas.

d. Altitud.

El cultivo de cacao produce desde los 250 a 900 msnm. Suelen cultivarse desde los cero metros hasta los 1000 msnm.

e. Luminosidad.

La fotosíntesis se relaciona con la luminosidad, es baja cuando la planta está en completa exposición solar, cuando la luminosidad es mayor al 50 % aumenta la productividad. Los rayos directos de la luz solar en plantas jóvenes les causarán quemaduras a las hojas y se inhibe la floración.

f. Humedad relativa.

Es óptima con 70 y 80 % para producir cacao, si no tuviera se recomienda sembrar árboles alrededor con el objetivo de mantener la HR.

g. Suelos.

Para la buena producción de cacao necesita de suelos de buenas características físico, químico y biológico, que sean de orígenes pluviales de textura franca y una profundidad de 1 a 1,5 m, son mejores. La mayor cantidad de raíces ancladas que se hace cargo de la imbibición de nutrientes y agua para la planta de cacao están en los primeros 0,30 cm. Se recomienda poner cobertura orgánica para mantener las propiedades biológicas del suelo y el más importante es la humedad en el suelo.

h. Topografía.

Se recomienda producir en suelos con inclinaciones mayores al 15 %.

i. pH del suelo.

El cultivo de cacao crece en pH de suelo de 5,5 y 6,5 para una buena producción.

Pero el cacao se acomoda a suelos con un pH de 4,5 (ácidos) hasta los 8,5 (alcalinos).

h. Drenaje.

La planta de cacao es susceptible a excesos de humedad por que recomienda el uso de drenes para evitar la inundación de suelos.

2.2.3 Evaluaciones de Insectos plagas.

Es el procedimiento de calcular o determinar la cantidad de insectos plaga, que a través, de su presencia o alimentación, provocan lesiones a varias plantas, en determinadas áreas de cultivo, de una o varias hectáreas; con el fin de reconocer la escala de infestación, a cual se orienta en la exanimación de un modo de control (Cisneros, 2010).

2.2.4 Biología de las especies del género *Carmenta*.

Carmenta foraseminis (busck) Eichlin, insecto del orden Lepidóptero y familia Sessidae, la coloración es blanco de las larvas de *C. foraseminis*, con cabeza marrón, no come el endocarpio de la mazorca e ingresa por la parte baja del pedúnculo, llegando a la placenta, malformando las semillas y se alimenta de estas. No se diferencia donde se realiza la oviposición y luego el ingreso de las orugas en los frutos que van a dañar, y sólo se mira una mancha sobre el fruto.

Las hembras ovipositan huevos ovales y de 0,6 x 0,3 mm de tamaño (Navarro, 2006 citado por Alcántara, 2013).

2.2.4.1 Daños de mazorquero en el cacao.

Según Alcántara (2013), Los daños son causados a los frutos por las larvas, originando varias huecos, especialmente en la parte inferior y en los surcos donde están las heces, ingresan por las aberturas los hongos y las bacterias que se asocian con las pudriciones provocadas por enfermedades. Estos túneles se encuentran en el pericarpio o son externas, no afecta los granos, pero dañan la placenta y taladran las semillas de cacao. Las larvas de esta perforan las mazorcas del árbol cacao.

2.2.4.2 Manifestación de los síntomas del “mazorquero del cacao.”

El frutos es agredido en tiempo de menos de cuatro meses, estos muestran una maduran prematuramente; si los frutos tiene abertura de salida tienen exudaciones acuosas. Los frutos con madurez prematura no se hallan las larvas del insecto debido al parasitismo de sus enemigos naturales (Cubillos, 2013).

2.2.4.3 Medición de incidencia.

Fernández (2004), señala que la incidencia es el número de casos nuevos de una enfermedad o infestación de insectos (plaga) que se presenta en una población de plantas o frutos en una etapa de tiempo:

$$\% \text{ I. Mazorquero} = \frac{\text{NFc/M}}{\text{NFC}} \times 100$$

Ecuación 1 Medición de incidencia

N_{Fc}/M = Número de frutos con mazorquero

N_{FC} = Número de frutos cosechados

2.3 Definición de términos

2.3.1 Plaga agrícola.

Es toda especie animal que perjudica al hombre, o al ecosistema como los intereses médicos como los zancudos, piojos y garrapatas; plagas de productos de almacén; y las plagas agrícolas que dañan los cultivos (Cisneros, 2010).

2.3.2 Incidencia.

La incidencia es contabilizar plantas o partes de estas con síntomas de contagio. Lo que nos indica que la incidencia en la planta tiene o no síntomas de infestación, nos muestra la gravedad de la infestación del tejido de la planta cuando está dañado. (Anculle y Rozas, 2002).

CAPÍTULO III

MÉTODOS

3.1 Tipo de investigación

El trabajo es investigación aplicada, ya que busca el uso y resultados, conocimientos, siendo investigación explicativa, busca el porqué de los resultados obtenidos en una investigación experimental.

3.2 Diseño de la investigación

Se usa el experimental de DBCA de cuatro tratamientos con tres bloques, se aplicó la prueba de Tuckey al 95 % de significancia con el fin de comparar los tratamientos en estudio.

3.2.1 Tratamientos en estudio.

Fermentación de *Bacillos thuringiensis*:

Dosis al 10, 20, y 30 %, siendo el testigo que no tiene dosis

T1 Dosis al 10 %

T2 Dosis al 20 %

T3 Dosis al 30 %

T4 Sin dosis

Aleatorización de los tratamientos.

B1	T1	T2	T3	T4
B2	T2	T3	T4	T1
B3	T3	T4	T1	T2

Figura 1. Distribución de los tratamientos y repeticiones

3.2.2 Ubicación del ensayo.

Latitud sur : 12° 31' 11"

Longitud oeste : 73° 49' 46"

Altitud : 614 msnm

Figura 2

Ubicación del experimento



3.3 Población y muestra

3.3.1 Población.

Está compuesta por 36 árboles de cacao donde cada unidad experimental estuvo conformada por 3 árboles de cacao por lo tanto cada bloque está constituido por 12 árboles de cacao.

3.3.2 Muestra.

Para el tamaño de la muestra se trabajó con 3 árboles de cacao por unidad experimental.

3.4 Instrumentos tecnológicos para la recolección de datos

3.4.1 Observación directa.

Usado para las observaciones en campo se realizó el recojo de los datos. (% de incidencia, etc.). Haciendo uso de una libreta de campo, y laptop donde se traspasó los datos obtenidos en campo para su posterior análisis.

3.4.2 Observación indirecta.

Esto se utiliza para las observaciones mediante el laboratorio para, observación de frutos, reconocimiento de insectos, se utilizó microscopio y lupas, además de punzones.

3.5 Análisis de datos

3.5.1 Análisis estadístico.

Se realizó el ANOVA ($\alpha=0.05$) de los factores en estudio. Los caracteres

analizados de cada tratamiento fueron sujetos al análisis de varianza y por la prueba de Tuckey al nivel de 0.05 se observó la significación estadística.

3.5.2 Análisis de varianza y prueba de significación.

Tabla 2

Análisis de varianza

Fuente de variación	G.L.	S.C.	C.M.	F.Cal.	F.Tab
					0,05 0,01
Bloques	(B - 1)	SC _{bloques}	CM _{bloques}	CM _{bloques} / CM _{ee}	
Tratamientos	(t-1)	SC _{trat}	CM _{trat}	CM _{trat} / CM _{ee}	
Error experimental	(t)(r-1)	SC _{ee}	CM _{ee}		
Total	(tr-1)	SC _{total}			

Nota: Calzada, 1979.

Nota; SC=Suma de Cuadrados; GL= Grados de Libertad; CM= Cuadrado Medio; Fcal= F Calculada; Sig.= Significancia; P-valor= probabilidad; Todas las razones Fcal, se basan en el cuadro medio del error.

Para calcular la suma de cuadrados del proceso, la suma de cuadrados de bloque, la suma de cuadrados de error y la suma total de cuadrados, tenemos las siguientes ecuaciones

$$SC_{TRAT} = \sum_{i=1}^k \frac{Y_{i\cdot}^2}{b} - \frac{Y_{\cdot\cdot}^2}{N}$$

Ecuación 2. Suma de cuadrados de tratamiento

Donde:

SC_{TRAT} = suma de cuadrados de tratamientos

\sum = sumatoria

Y = tratamientos

N = número total de datos

b = número de datos por columna

$$SC_B = \sum_{j=1}^b \frac{Y_{\cdot j}^2}{k} - \frac{Y_{\cdot\cdot}^2}{N}$$

Ecuación 3. Suma de cuadrados de bloques

Donde:

SC_B = suma de cuadrados por bloque

\sum = sumatoria

Y = tratamientos

N = número total de datos

k = número de datos por bloque

$$SC_E = SC_T - SC_{TRAT} - SC_B$$

Ecuación 4. Suma de cuadrados de error

Donde:

SC_E = suma de cuadrados de error

SC_T = suma de cuadrados totales

SC_{TRAT} = suma de cuadrados por tratamientos

SC_B = suma de cuadrados por bloque

$$SC_T = \sum_{j=1}^b \sum_{i=1}^k Y_{ij}^2 - \frac{Y_{\cdot\cdot}^2}{N}$$

Ecuación 5. Suma de cuadrados totales

Donde:

Y = tratamientos

N = número total de datos

$$C.V. = \frac{\sqrt{CM_{error}}}{\bar{Y}} \times 100$$

Ecuación 6. Coeficiente de variabilidad

Donde:

C.V. = coeficiente de variabilidad

CM_{error} = suma de cuadrados del error

\bar{X} = media

3.6 Manejo del experimento

3.6.1 Descripción de las variables.

3.6.1.1 Número de mazorcas sanas (unidad).

Se contaron la cantidad de mazorcas sanas presentes en los árboles en el momento de la cosecha.

3.6.1.2 Longitud de frutos (cm).

Se midió la longitud de los frutos en la cosecha.

3.6.1.3 Diámetro de fruto (cm).

Se midieron el diámetro de frutos cosechados.

3.6.1.4 Incidencia de la plaga.

Es el número de frutos o partes que se puede contar de frutos afectados por una enfermedad en relación con el número total analizado

3.6.1.5 Rendimiento.

Esto se realizó al momento de la cosecha.

3.7 Materiales y Equipos

3.4.1. Material de Campo.

Wincha

Libreta de apuntes

Lápiz

Botas

Machete

Mochila de fumigación

Cámara fotográfica

3.4.2. Material de Escritorio.

Equipo de cómputo

Calculadora

Útiles de escritorio

3.5. Metodología

3.5.1. Selección de la parcela de cacao.

Se eligió una parcela de cacao, con los árboles de mayor número de frutos, una parcela con alta incidencia de frutos de cacao, para lo cual se realizará una visita a la parcela experimental, prestando atención a todas las características

geográficas del terreno y los árboles de cacao.

3.5.2 Selección de los tratamientos.

Son enumeradas y marcadas rotulando cada árbol para su identificación y posterior evaluación.

3.5.3 Evaluación de la incidencia inicial del “mazorquero del cacao”.

Evalúe toda la parcela en busca de la incidencia inicial de "mazorquero de cacao". Para ello comenzamos recolectando todos los frutos maduros, pintones y frutos de color amarillo verdoso de árboles de cacao de 4-5 meses (sanos, aparentemente sanos, con mazorquero, con enfermedades, etc). (Jorge, 2018)

3.5.4 Labores agronómicas.

a. Control de malezas.

Se quitaron las malas hierbas que haya en el interior y alrededor de las unidades experimentales.

b. Podas.

Se hacen si es necesario de acuerdo en las condiciones como se encuentren los árboles.

3.5.5 Preparación de los productos por tratamientos.

3.5.5.1 Captura de microorganismos de montaña.

a. Materiales e ingredientes.

3 Tapers de ½ kg. bien limpios

150gr.arroz sin lavar tiene q ser cocido normal al cocer sube a 300gr.serian

100gr.por tapers

3 trozos de tela bien limpios

3 ligas de goma

Agua el doble de volumen del arroz

b. Preparado.

El arroz cocido se coloca caliente para que esterilice los tapers y se tapa inmediatamente con las telas y se sujeta con las ligas para que también esterilice las telas.

c. Colocado de trampas.

Buscar un árbol muy saludable y seguro.

Escarbar un poco y recién colocar las trampas volteadas, taparlas con la tierra y las hojarasca.

Colócalo embrocadas, con la tela para abajo bajo la copa del árbol.

No tiene que llegarle el sol, taparlo bien con la hojarasca.

Que la parte superior del tapers no esté a más de 2 cm del borde del suelo.

Cubrir totalmente con hojarasca los tapers, cuanto más cubierto mejor.

Aplastarlo con palos, cartones, piedras pero con cuidado para que no rompan los tapers.

Dejarlo por 7 días y recogerlo.

3.5.5.2 Producción de microorganismo de montaña madre.

a. Materiales e ingredientes.

1kgr melaza de caña de azúcar

1 litro leche de vaca

120gr.de levadura seca (granulada o polvo)

Levadura fresca a doble de la cantidad de levadura seca que serían 240gr.

2 baldes blancos de 20 litros

1 palo de madera

Agua tibia

3 litros agua sin cloro

b. Preparación.

Preparar primero la levadura en un balde blanco, echar 1 litros de agua sin cloro tibia, unos 35 grados, echar unas 4 cucharadas de melaza, lo disuelven, y luego agregar los 120 gr de levadura seca, lo disuelven y lo dejan que se activen, van hacer espuma, luego en otro balde blanco colocar 3 litros de agua sin cloro, disolver el kilo de melaza, agregar la leche de vaca, aplicar los tres arroces con los microorganismos, deshacerlo con las manos bien limpias, y lo revuelven bien, al final echar la levadura, mezclar bien y taparlo dejando una parte abierta, por 7 días, bajo sombra, tápalo a presión, pero deja un lado sin apretar.

Dejarlo por 7 días y recogerlo.

3.5.5.3 Preparación del fermento de *Bacillus thuringiensis*.

a. Materiales.

01 cilindro de 200 litros

Un palo de madera

05 Kg de melaza

01 kg ó 01 litros de *Bacillus thuringiensis*

05 litros de microorganismos eficientes de montaña activados

190 litros de agua sin cloro

b. Preparación.

Primero agregas la mitad del agua al cilindro 95 litros, luego disuelves primero la melaza (6.600kg), luego le agregas los microorganismos y finalmente le agregas el *Bacillus thuringiensis* (disuelto en 10 litros de agua sin cloro antes de realizar la mezcla general de 1-2 horas), disuelves bien todo y le agregas el agua que falta hasta llegar a los 200 litros, opcional puedes agregarle 2kg de harina de rocas y/o 2kg de cenizas de madera, lo dejas fermentando 15 días, pasados esos 15 días ya está listo para usarse, lo dejas fermentando tapado con una tela o malla para evitar las moscas y bajo sombra.

c. Dosis.

Para 10 % se aplica 02 litros del fermento por mochila de 20 litros

Para 20 % se aplica 04 litros del fermento por mochila de 20 litros

Para 30 % se aplica 06 litros del fermento por mochila de 20 litros

Se aplicarán cada 15 días, y el número de aplicaciones serán de tres.

3.5.5.4 Aplicación de los productos por tratamiento.

Se procederá a aplicar los tratamientos, Ayudándose con una mochila pulverizadora manual, pulverizar el producto directamente sobre el fruto de cacao y el suelo en un radio de 1,5 m alrededor del árbol de cacao . Después de finalizar cada aplicación se lavarán las mochilas fumigadoras.

CAPÍTULO IV

ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

4.1 Presentación de resultados

4.1.1 Incidencia (%).

Tabla 3

Análisis de varianza de Incidencia (%)

F.V.	SC	GL	CM	FC	FT		Sig
					0.05	0.01	
Tratamiento	170,0400	3	56,68	20,45	4,34	6,33	**
Bloques	4,4900	2	2,24	0,81	3,46	5,24	NS
Error	16,6300	6	2,77				
Total	191,1600	11					

Nota: C.V. = 8,42 %, ns = No significativo ** = Altamente significativo

En la tabla 3 se observó la incidencia, que a nivel de bloque no es significativa, pero en tratamientos es altamente significativa; su coeficiente de variabilidad es de 8,42 % y el nivel excelente afirma Bedoya (2016) y el cv se encuentra en los rangos que se establecen para el experimento según Calzada (1982).

Tabla 4

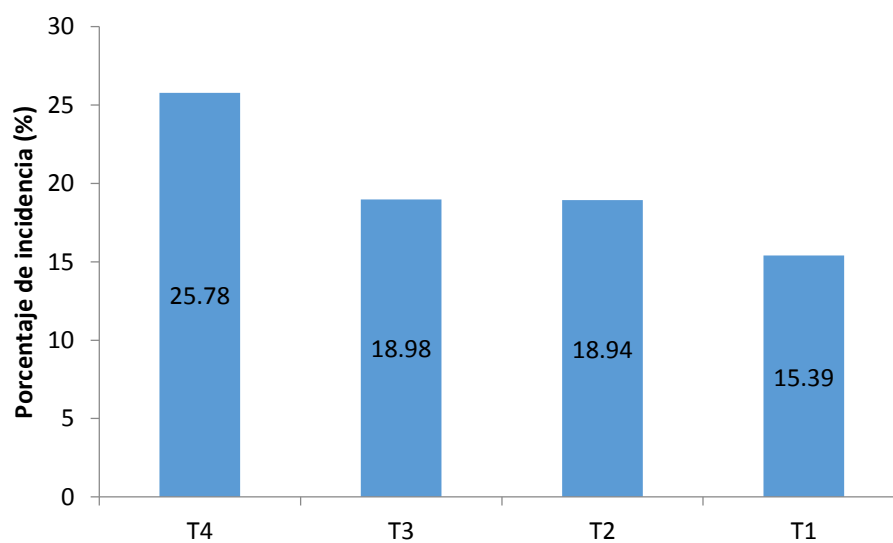
Prueba de Tukey (0,05 %) de la incidencia

Tratamiento	Media	Sig	OM
T ₄	25,78	a	1ro
T ₃	18,98	b	2do
T ₂	18,94	b	2do
T ₁	15,39	b	2do

En la tabla 4 se muestra la prueba de Tukey al 0,05 % para la incidencia de la plaga que los tratamientos T₁, T₃ y T₂ presentan los promedios más bajos y no son diferentes estadísticamente entre ellos, pero si tienen diferencias estadísticas con el T₄, que está en el primer lugar. Debemos indicar que el T₁ es el que tiene menor ataque del mazorquero con 15,39 %, mientras que el testigo el T₄ es el que tiene mayor incidencia en el ataque del mazorquero con el 25,71 %.

Figura 3

% porcentaje de incidencia



En la figura 3 se observa que el tratamiento T₁ (dosis al 10%) es el que obtiene

menor porcentaje de incidencia con 15,39 %. Mientras que el T4 (testigo) es el que presenta el mayor porcentaje de incidencia con 25,78 %.

4.1.2 Número de Mazorcas sanas (unidad).

Tabla 5

Análisis de varianza de número de mazorcas sanas (unidad)

F.V.	SC	GL	CM	FC	FT		Sig
					0.05	0.01	
Tratamientos	4,4300	3	1,4800	26,06	4,34	6,33	**
bloque	0,1700	2	0,0800	1,47	3,46	5,24	NS
Error	0,3400	6	0,0600				
Total	4,9400	11					

Nota: C.V. = 5,27 % , ns = No significativo ** = Altamente significativo

En la tabla 5 se observó en el número de mazorcas sanas en que a nivel de bloque no es significativa, pero a nivel de tratamientos es altamente significativa; su coeficiente de variabilidad es de 5,27 % y es excelente según Bedoya (2016) y el cv se encuentra dentro de los rangos que son establecidos para el experimento según Calzada (1982).

Tabla 6

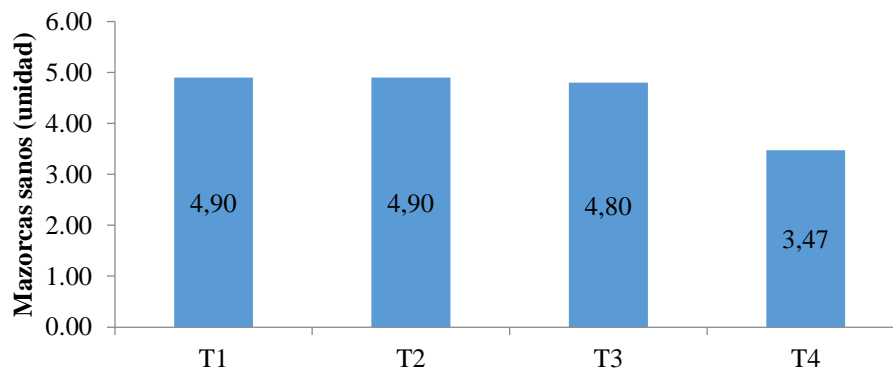
Prueba de Tukey (0,05 %) de número de mazorcas sanas

Tratamientos	Media	Sig	OM
T2	4,90	a	1ro
T1	4,90	a	1ro
T3	4,80	a	1ro
T4	3,47	b	2do

En la tabla 6 se muestra la prueba de Tukey al 0,05 % para número de mazorcas sanas que los tratamientos T₂, T₁ y T₃ presentan los promedios más altos y no son diferentes estadísticamente entre ellos, pero si tienen diferencias estadísticas con el T₄.

Figura 4

Número de mazorcas (unidad).



En la figura 4 se observa que el tratamiento T₁, T₂ y T₃ son los primeros lugares con 4,90 y 4,80 unidades de mazorcas sanas ya que estadísticamente son iguales pero diferentes con el T₄.

4.1.3 Longitud de fruto.

Tabla 7

Análisis de varianza de longitud de fruto (cm)

F.V.	SC	GL	CM	FC	FT		Sig
					0.05	0.01	
Tratamientos	1,666	3	0,555	23,97	4,34	6,33	**
bloque	0,001	2	0,001	0,02	3,46	5,24	NS
Error	0,139	6	0,023				
Total	1,805	11					

Nota: C.V. = 5,27 % , ns = No significativo ** = Altamente significativo

En la tabla 7 se observó en la longitud de fruto en que a nivel de bloque no es significativa pero a nivel de tratamientos es altamente significativa; su coeficiente de variabilidad es de 5,27 % y es excelente según Bedoya (2016) y el cv está en los rangos aceptados para el experimento según Calzada (1982).

Tabla 8

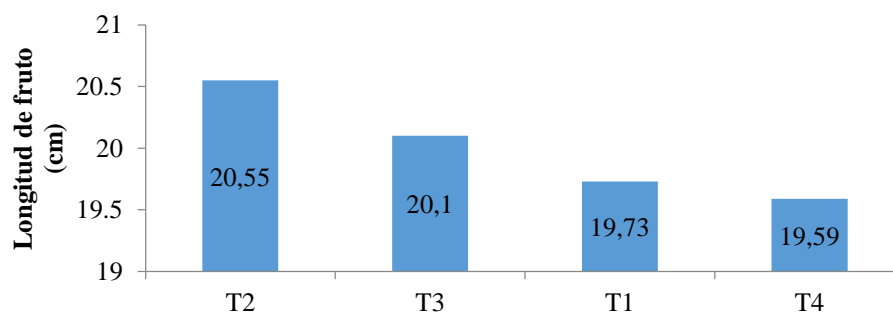
Prueba de Tukey (0,05 %) de longitud de frutos (cm)

Tratamientos	Media	Sig	OM
T2	20,55	a	1ro
T3	20,10	b	2do
T1	19,73	c	3ro
T4	19,59	c	3ro

En la tabla 8 está la prueba de Tukey al 0,05 % para longitud de frutos sanas que los T₂ (20%), T₃ (30%) presentan los promedios más altos y son diferentes estadísticamente entre ellos, así como el T₄ (testigo) y T₁ (10%) son diferentes a los anteriores tratamientos, pero son iguales entre ellos.

Figura 5

Longitud de fruto (cm).



En la figura 5 se observa que el T₁, T₃ son los primeros lugares con 20,55 cm y 20,1 cm de largo de fruto ambos diferentes estadísticamente al igual con los T₁ con 19,73 y T₄ con 19,59 cm, estos últimos son estadísticamente iguales.

4.1.4 Diámetro de fruto.

Tabla 9

Análisis de varianza de diámetro de fruto (cm)

F.V.	SC	GL	CM	FC	FT		Sig.
					0.05	0.01	
Tratamientos	0,4100	3	0,140	47,2	4,34	6,33	**
bloque	0,0002	2	0,000	0,03	3,46	5,24	NS
Error	0,0200	6	0,003				
Total	0,4200	11					

Nota: C.V. = 0,58 % , ns = No significativo ** = Altamente significativo

En la tabla 9 se observó en el diámetro de fruto a nivel de bloque no es significativa pero a nivel de tratamientos es altamente significativa su coeficiente de variabilidad es de 0,58 % y es muy excelente según Bedoya (2016) y el cv se encuentra dentro de los rangos aceptados para el experimento según Calzada (1982).

Tabla 10

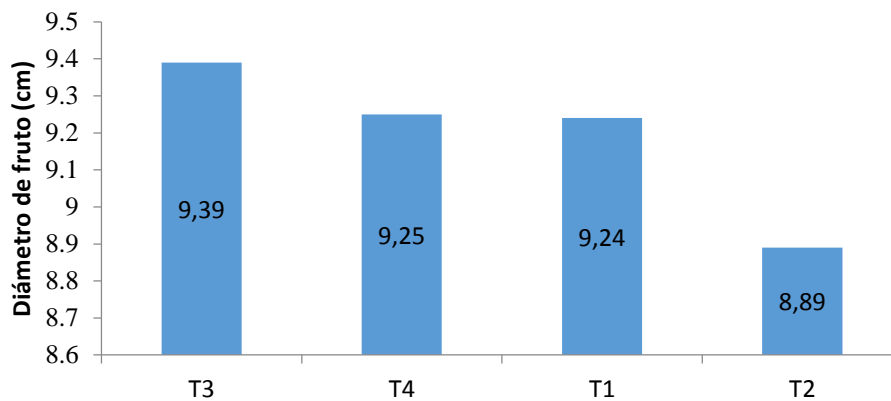
Prueba de Tukey (0,05 %) de diámetro de frutos (cm)

Tratamientos	Media	Sig	OM
T ₃	9,39	a	1ro
T ₄	9,25	a	1ro
T ₁	9,24	a	1ro
T ₂	8,89	b	2do

En la tabla 10 está la prueba de Tukey al 0,05 % para diámetro de frutos sanas que los T₃, T₄ y T₁ presentan los promedios más altos y no son diferentes estadísticamente entre ellos, pero si tienen diferencias estadísticas con el T₂.

Figura 6

Diámetro de fruto (cm).



En la figura 6 se ve que el T₃, T₄ y T₁ son los primeros lugares con 9,39, 9,25 y 9,24 cm de diámetro de fruto ya que estadísticamente son iguales pero diferentes con el T₂ con 8,89 cm.

4.1.5 Rendimiento.

Tabla 11

Análisis de varianza de rendimiento (kg)

F.V.	SC	GL	CM	FC	FT		Sig.
					0.05	0.01	
Tratamientos	0,4800	3	0,160	98,25	4,34	6,33	**
bloque	0,0100	2	0,010	4,13	3,46	5,24	NS
Error	0,0100	6	0,002				
Total	0,5100	11					

Nota: C.V. = 0,76 % , ns = No significativo ** = Altamente significativo

En la tabla 11 se observó en rendimiento, a nivel de bloque no es significativa, pero a nivel de tratamientos es altamente significativa; su coeficiente de variabilidad es de 0,76 % y es muy excelente según Bedoya (2016) y el cv se halla dentro de los rangos para el experimento según Calzada (1982).

Tabla 12

Prueba de Tukey (0,05 %) de rendimiento (kg)

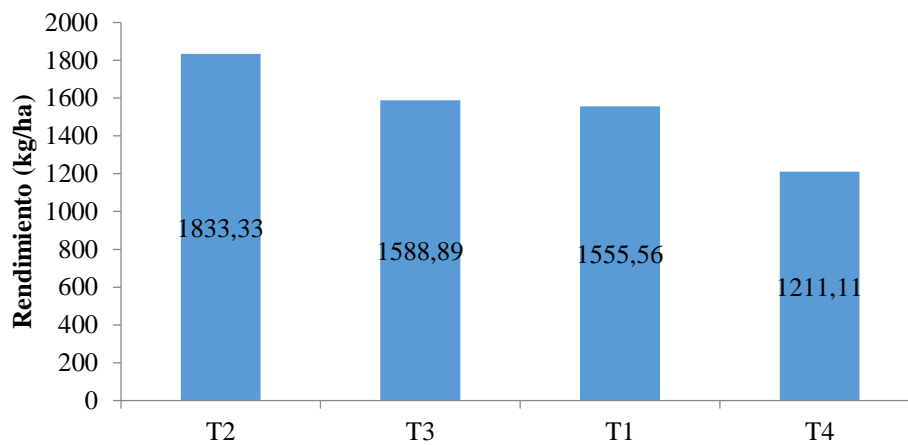
Tratamientos	Rdto/9 m2	Rdto/ha	Sig	OM
T2	1,65	1833,33	a	1ro
T3	1,43	1588,89	b	2do
T1	1,40	1555,56	b	2do
T4	1,09	1211,11	c	3ro

En la tabla 11 mostramos la prueba de Tukey al 0,05 % para rendimiento que el T₂ presenta el mayor promedio siendo significativamente diferente con los demás tratamientos seguido por el T₃ y T₁ con promedios que no tienen diferencias significativas entre ellos y pero si con los demás tratamientos y el T₄ en último puesto siendo diferente significativamente con el resto de los tratamientos.

En la figura 7 vemos que el T₂, presenta un promedio de 1833,33 kg/ha de rendimiento, seguido de los tratamientos T₃ y T₁ con 1588,89 kg/ha y 1555,56 kg/ha y en último lugar el T₄ con 1211,11 kg/ha.

Figura 7

Rendimiento



4.2 Contratación de hipótesis

a. Para el objetivo general.

H₀: Las dosis de la fermentación de *Bacillus thuringiensis* no controlan al perforador de la mazorca *Carmenta foraseminis (busck) eichlin* del cacao en el distrito de Pichari, La Convención 2020.

H_a: Las dosis de la fermentación de *Bacillus thuringiensis* controlan al perforador de la mazorca *Carmenta foraseminis (busck) eichlin* del cacao en el distrito de Pichari, La Convención 2020.

Según los resultados si hay diferencias significativas entre los tratamientos, entonces, descartamos la H₀ y se acepta la H_a.

b. Para los objetivos específicos.

H₀: Una de las dosis de la fermentación de *Bacillus thuringiensis* no controla al barrenador del cacao.

H_a: Una de las dosis de la fermentación de *Bacillus thuringiensis* controla al barrenador del cacao.

Se acepta la hipótesis alterna y se rechaza la hipótesis nula, en los resultados del tratamiento T2 con dosis de 20 %.

H₀: No existe significancia entre longitud, diámetro rendimiento y número de mazorcas sanas en el mazorquero del cacao.

H_a: Existe significancia entre longitud, diámetro rendimiento y número de mazorcas sanas en el mazorquero del cacao.

Aceptamos la hipótesis alterna y rechazamos la hipótesis nula ya que si hubo diferencias en cuanto a la incidencia y existió efecto de las dosis de los tratamientos.

4.3 Discusión de resultados

Para la incidencia de plagas los tratamientos T1 (dosis al 10 %), T3 (dosis al 30 %) y T2 (dosis al 20%) no son diferentes estadísticamente entre ellos, pero son diferentes estadísticamente con el T4 (testigo), que presenta la mayor incidencia de ataque de plaga con 25,78 %, por lo que se determina que el T1 presenta la menor incidencia de ataque del mazorquero por lo que la dosis al 10 % fue determinante para el control del insecto.

Contrario a lo que obtuvieron en otras investigaciones similares donde Peralvo y Saavedra (2005) Prueba de que el moniliasis se puede controlar con microorganismos: *Bacillus subtilis* y *Pseudomonas cepacia* redujeron la enfermedad en un 82 % y un 81 %, respectivamente.

En cuanto al número de mazorcas que los T₂, T₁ y T₃ presentan los promedios más altos y no son diferentes estadísticamente entre ellos, pero si tienen diferencias estadísticas con el T4 (testigo). Que lo corrobora Robles (2008)

Quien verificó el control de monilia por los mismos microorganismos con un número determinado de frutos sanos con 70,86% para *P. cepacia* y 69,56% para *B. subtilis*. Así mismo vemos que la dosis que fue más eficiente es de 20 %.

En cuanto a la longitud de fruto que los T₂, T₁ y T₃ presentan los promedios más altos y no son diferentes estadísticamente entre ellos, pero si tienen diferencias estadísticas con el T₄ (testigo), quiere decir que las dosis sin hacen efecto en la longitud de frutos y número de mazorcas sanas. En cuanto a diámetro de fruto los tratamientos T₃ (30 %), T₄ (Testigo) y T₁ (10 %) presentan los promedios más altos y no son diferentes estadísticamente entre ellos, y tiene efecto en el diámetro de fruto, al contrario del T₂ (20 %) que no presenta efecto.

Evaluando; diámetro del fruto, número de perforaciones por fruto longitud del fruto, número de perforaciones por fruto y diámetro de perforaciones del fruto; permiten observar el efecto de la posición del fruto en la planta y el rendimiento; ya que presenta una correlación estadística significativa entre ellos (Ccente, 2019).

. Se encuentran un máximo de 4 y un mínimo de 1 fruto parasitado/planta, por lo que si se selecciona una planta al azar, su probabilidad de ser atacada también es del 70%. Se analizaron los cuajados de cada planta y se encontraron frutos no dañados, 1, 2, 3 y 4 frutos infectados. Se encuentra evidencia en Porcentaje de frutos atacados por *Carmenta foraseminis* (Alcántará, 2013).

En cuanto al rendimiento de los tratamientos T₂ (20 %) presenta el mayor promedio siendo significativamente diferente con los demás tratamientos seguido

por el T₃ (30 %) y T₁ (10 %) tienen efecto en el rendimiento del cacao y el T₄ (testigo) que no presenta efecto en el rendimiento.

En una hectárea de cultivo de cacao se calcula una cosecha de 2000 kg, pero el rendimiento se redujo en un 11,5% por la infestación de *Carmenta foraseminis* (Alcántara, 2013).

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

Primera. Se determinó que las dosis de la fermentación de *Bacillus thuringiensis* tienen efecto para el control del perforador de la mazorca *Carmenta foraseminis (busck) eichlin* del cacao en el distrito de Pichari. La Convención 2020.

Segunda. La dosis con mayor efecto en el control del mazorquero *Carmenta foraseminis (busck) eichlin* fue al 10 % seguido de las dosis de 20 y 30 % de la fermentación de *Bacillus thuringiensis*.

Tercera. Se encontró diferencias significativas en longitud, diámetro rendimiento y número de mazorcas sanas en el mazorquero del cacao con las dosis de *Bacillus thuringiensis* para el control de perforador de la mazorca.

5.2 Recomendaciones

Primera. Se recomienda realizar más trabajos de investigación con diferentes productos biológicos con la presencia de microorganismos entomopatógenos para el control de perforador de la mazorca

Carmenta foraseminis (busck) eichlin del cacao.

Segunda. Recomendamos realizar trabajos con otras dosis de la fermentación de *Bacillus thuringiensis* para el control de perforador de la mazorca *Carmenta foraseminis (busck) eichlin* del cacao.

Tercera. Se recomienda hacer trabajos de investigación con otros parámetros de evaluación para determinar la presencia y control de perforador de la mazorca *Carmenta foraseminis (busck) eichlin* del cacao, pero con la implementación de laboratorios.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGREVO. (2002). *Comportamiento homogéneo en condiciones de campo de Bacillus thuringiensis*. Boletín Informativo N° 1. Santa Fe de Bogotá, Colombia.
- Alcántara, V. (2013). *Ciclo biológico de Carmenta foraseminis Eichlin, en Theobroma cacao* (Tesis de pregrado). Universidad Nacional del Centro del Perú, Satipo, Perú. Recuperado de <https://repositorio.uncp.edu.pe/handle/20.500.12894/1894>
- Álvarez, G. (2019). *Evaluación del crecimiento de plantones de copoazú (Theobroma grandiflorum will ex spreng schum) a diferente porcentaje de sombreadamiento y tamaños de semilla en fase de vivero en Tingo María* (Tesis de pregrado). Universidad Nacional Agraria de la Selva, Tingo María, Perú. Recuperado de <http://repositorio.unas.edu.pe/handle/UNAS/1502>
- Alves, S. B. (1986). *Control microbiano de insectos*. Brasil: Manole.
- Anculle, A. y Rozas, R. (2002). *Evaluación de enfermedades de plantas*. Arequipa, Perú .
- Batista, A. S. (1998). *Control microbiano de insectos* (2ª ed.). Biblioteca de Ciencias Agrarias Luiz de Queiroz. Brasil.
- Bedoya, J. (2016). *Diseño experimentales*. Universidad José Carlos Mariategui, Moquegua, Perú.

- Caballero, P. e Iriarte, J. (2001). Biología y ecología de *Bacillus thuringiensis*. En P. Caballero y J. Ferré (aut.), *Bioinsecticidas: fundamento y aplicaciones de "Bacillus thuringiensis" en el control integrado de plagas*. España.
- Calzada, B. (1982). *Métodos estadísticos para la investigación*. Lima, Perú.
- Calzada, J. (1979). *Métodos estadísticos para la investigación*. Lima, Perú,
Jurídica SA
- Ccente, F. (2019). *Preferencia y daño del Carmenta spp, relacionado al crecimiento del fruto de Theobroma cacao L. CCN-51 en dos épocas de producción, Pichari, Cusco, 2015* (Tesis de pregrado). Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, Ayacucho, Perú. Recuperado de <http://repositorio.unsch.edu.pe/handle/UNSCH/3528>
- Cisneros, F. (2010). *Control de plagas*. Recuperado de http://hortintl.cals.ncsu.edu/sites/default/files/articles/Control_de_Plagas_Agricolas_MIP_Ene_2010
- CONABIO. (2012). *Theobroma cacao*. México: Comisión Nacional para el conocimiento y uso de la Biodiversidad.
- Cubillos, G. (2013). *Manual del perforador de la mazorca del cacao Carmenta foraseminis (Busck) Eichlin*. Compañía Nacional de Chocolates S.A.S. Medellín, Colombia. 30. Recuperado de: <https://www.chocolates.com.co/wp-content/uploads/2018/05/manual-del-perforador-de-la-mazorca-del-cacao.pdf>

- Estrada, M. (2019). Utilización de hongos entomopatógenos para el control biológico de artrópodos plagas agrícolas. *Revista científica Agroecosistemas*, 7(1), 134-139. Recuperado de <https://aes.ucf.edu.cu/index.php/aes>
- Fernández, S. (2004). *Medidas de frecuencia de enfermedades*. Recuperado de https://www.fisterra.com/mbe/investiga/medidas_frecuencia/med_frec2.pdf
- ICCO. (2012). *Production of cocoa beans*.
- INIAP. (2018). *Plagas Cacao*. Recuperado de <http://eva.iniap.gob.ec/web/cacao/plagas-cacao/>
- Jorge, A. (2018). *Efecto de entomopatógenos y un insecticida químico en el control del “mazorquero del cacao” (Carmenta foraseminis busck (eichlin)) en el caserío de Pumahuasi*. (Tesis de pregrado). Universidad Nacional Agraria de la Selva, Tingo María, Perú. Recuperado de <http://repositorio.unas.edu.pe/handle/UNAS/1460>
- Kelly, A. (1988). *Seed production of agricultural crops*. New York, USA: Longman Scientific and Technical.
- Mezones, I. (2019). *Evaluación de Carmenta foraseminis (busck) eichlin, y algunas enfermedades de frutos de cacao (Theobroma cacao l.) en tres localidades de Leoncio Prado, Huánuco* (Tesis de pregrado). Universidad Nacional Agraria de la Selva, Tingo María, Perú. Recuperado de <http://repositorio.unas.edu.pe/handle/UNAS/1632>

- Mori, J. (2019). *Evaluación de insectos fitófagos en plantación de cacao (Theobroma cacao l.), en el distrito de Fernando Lores - Tamshiyacu* 2018 (Tesis de pre grado). Universidad Nacional de la Amazonía Peruana, Iquitos, Perú. Recuperado de <http://repositorio.unapiquitos.edu.pe/handle/20.50012737/619>
- Morón, R. (2017). *Estado fitosanitario del cultivo de cacao (Theobroma cacao) en una plantación del sector de altos peregrinos, distrito de Daniel Alomía Robles, provincia de Leoncio Prado*. Práctica Pre profesional. Universidad Nacional Agraria de la Selva, Tingo María.
- Peralvo, D. y Saavedra, L. (2005). *Validación de biopreparados en base a bacterias epífitas para el control de la moniliasis (Moniliophthora roreri) en el cultivo de cacao fino de aroma* (Tesis de pregrado). Escuela Politécnica del Ejército, Santo Domingo de los Colorados, Ecuador. Recuperado de <http://repositorio.espe.edu.ec/handle/21000/2549>
- Robles, B. (2008). *Validación de biopesticidas en base a bacterias epífitas para el control de la moniliasis (Moniliophthora roreri) cif y par. Evans et al.) en el cultivo de cacao híbrido ccn 51* (Tesis de pregrado). Escuela Politécnica del Ejército, Santo Domingo de los Colorados, Ecuador. Recuperado de <http://repositorio.espe.edu.ec/handle/21000/2500>
- Rutte, R., Aguilar, R., Maldonado, E. y Ruiz, M. (2019). Cepas nativas de *Bacillus thuringiensis* contra *Spodoptera frugiperda* y *Alabama argillacea* en el cultivo de algodón (*Gossypium barbadens*) en Piura, Perú. *Chilean J.*

Agric. Anim. Sci., ex Agro-Ciencia, 36(1), 52-62. Recuperado de
<https://doi.org/10.29393/CHJAAS36-2S30002>

Salvador, N. Espinoza, E. Rojas, J. (2012). *Manual del cultivo de cacao blanco de Piura*. Dirección Regional Agraria Piura, CEPICAFE. Piura.