

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL
DE HUAMANGA**

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGROFORESTAL



**Aplicación de *Beauveria bassiana*, *Lecanicillium lecanii* y
Metarhizium anisopliae en *Theobroma cacao* con relación
al daño de *Carmentis* spp., Kimbiri, Cusco, 2019**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO AGROFORESTAL**

**PRESENTADO POR:
Bach. JUAN YUCRA CURO**

**ASESOR:
Ing. Edison Rodríguez Palomino**

**Ayacucho - Perú
2023**

A Dios todo poderoso mi creador.

*A mi madre Mercedes, por su amor y apoyo
en todo momento.*

A mi amada Haydee, mi razón de vivir.

*A mis hijos: Jack Kerubin, Grisel Ariana,
Miguel Ángel y Zaraí Angela.*

AGRADECIMIENTO

A la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, Alma Mater de mi formación profesional, por acogerme en sus aulas universitarias.

A la Facultad de Ciencias Agrarias, en especial a la Escuela Profesional de Ingeniería Agroforestal sede Pichari, por abrirme las puertas para nutrirme de conocimientos en su seno científico.

A los profesores de la Escuela Profesional de Ingeniería Agroforestal, por las enseñanzas impartidas durante mi formación profesional, por compartir sus conocimientos en mi formación profesional.

Al Ingeniero y Biólogo Edison Rodríguez Palomino, por su asesoramiento y guía para concluir el presente trabajo de investigación.

Al Dr. Yuri Gálvez Gastelú, por su apoyo y sugerencia en la culminación del trabajo de investigación.

A las personas que me brindaron su apoyo desinteresado durante el desarrollo del trabajo de investigación.

ÍNDICE GENERAL

	Pág.
Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento.....	iii
Índice general.....	iv
Índice de tablas	vi
Índice de figuras.....	viii
Índice de anexos.....	ix
Resumen.....	1
Introducción	2
CAPÍTULO I	
MARCO TEÓRICO 4	
1.1. ANTECEDENTES	4
1.2. TEORÍAS Y ENFOQUES	8
1.2.1. El cultivo de cacao (<i>Theobroma cacao</i> L.)	8
1.2.2. El <i>Carmenta</i> spp. “mazorquero de cacao”	11
1.2.3. Los hongos entomopatógenos	16
1.2.4. Hongo <i>Beauveria bassiana</i>	11
1.2.5. Hongo <i>Metarhizium anisopliae</i>	16
1.2.6. Hongo <i>Lecanicillium lecanii</i>	11
1.2.7. Producto biológico comercial Arrazador-PBA.....	16
CAPÍTULO II	
METODOLOGÍA 21	
2.1. UBICACIÓN.....	4
2.2. CARACTERÍSTICAS DEL LUGAR DE INVESTIGACIÓN.....	8
2.3. EQUIPOS, HERRAMIENTAS Y OTROS MATERIALES	4
2.3.1. Equipos	8
2.3.2. Herramientas.....	11
2.3.3. Otros materiales	16
2.4. MATERIALES EN ESTUDIO	21
2.4.1. Material entomopatógeno	21
2.4.2. Material fitogenético.....	21

2.5. FACTORES EN ESTUDIO	22
2.5.1. Hongos entomopatógenos	22
2.6. TRATAMIENTOS	25
2.7. DISTRIBUCIÓN DEL CAMPO EXPERIMENTAL	26
2.8. DISEÑO DE EXPERIMENTO	26
2.9. INSTALACIÓN DEL EXPERIMENTO	28
2.9.1. Actividades preliminares	28
2.9.2. Demarcación de campo experimental.....	28
2.9.3. Aplicación de hongos entomopatógenos	28
2.10. CONDUCCIÓN DEL EXPERIMENTO	28
2.10.1. Deshierbe	28
2.10.2. Control fitosanitario.....	28
2.10.3. Cosecha y recolección de datos	28
2.11. EVALUACIÓN DE LOS PARÁMETROS EN ESTUDIO.....	28
2.11.1. Numero de larvas por mazorca	28
2.11.2. Porcentaje de mazorcas sanas.....	28
2.11.3. Porcentaje de mazorcas dañadas.....	28
2.11.4. Número de perforaciones por mazorca.....	28
2.11.5. Porcentaje de almendra sanas por mazorca	28
2.11.6. Porcentaje de almendras dañadas por mazorca	28

CAPÍTULO III

RESULTADOS Y DISCUSIÓN	31
3.1. PORCENTAJE DE MAZORCAS SANAS	31
3.2. NÚMERO DE LARVAS POR MAZORCA.....	32
3.3. NÚMERO DE PERFORACIONES POR MAZORCA	34
3.4. PORCENTAJE DE ALMENDRAS SANAS POR MAZORCA.....	35
3.5. PORCENTAJE DE ALMENDRAS DAÑADAS POR MAZORCA	37
CONCLUSIONES	41
RECOMENDACIONES	42
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	43
ANEXOS.....	47

ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 2.1. Tratamientos de los factores en estudio	22
Tabla 3.1. ANVA de porcentaje de mazorcas sanas por planta. <i>Beauveria bassiana</i> , <i>Lecanicillium lecanii</i> y <i>Metarhizium anisopliae</i> en el control de <i>Carmenta spp.</i> en <i>Theobroma cacao</i> , Kimbiri, 2019.....	31
Tabla 3.2. Prueba de Tukey de tratamientos en porcentaje de mazorcas sanas	31
Tabla 3.3. ANVA de número de larvas por mazorca. <i>Beauveria bassiana</i> , <i>Lecanicillium lecanii</i> y <i>Metarhizium anisopliae</i> en el control de <i>Carmenta spp.</i> en <i>Theobroma cacao</i> , Kimbiri, 2019.....	32
Tabla 3.4. Prueba de Tukey de tratamientos en número de larvas por mazorca.....	33
Tabla 3.5. ANVA de número de perforaciones por mazorca. <i>Beauveria bassiana</i> , <i>Lecanicillium lecanii</i> y <i>Metarhizium anisopliae</i> en el control de <i>Carmenta spp.</i> en <i>Theobroma cacao</i> , Kimbiri, 2019.....	33
Tabla 3.6. Prueba de Tukey de tratamientos en número de perforaciones por mazorca	34
Tabla 3.7. ANVA porcentaje de almendras sanas por mazorca. <i>Beauveria bassiana</i> , <i>Lecanicillium lecanii</i> y <i>Metarhizium anisopliae</i> en el control de <i>Carmenta spp.</i> en <i>Theobroma cacao</i> , Kimbiri, 2019	34
Tabla 3.8. Prueba de Tukey de tratamientos en porcentaje de almendras sanas por mazorca	35
Tabla 3.9. ANVA de porcentaje de almendras dañadas por mazorca. <i>Beauveria bassiana</i> , <i>Lecanicillium lecanii</i> y <i>Metarhizium anisopliae</i> en el control de <i>Carmenta spp.</i> en <i>Theobroma cacao</i> , Kimbiri, 2019.....	35
Tabla 3.10. Prueba de Tukey de tratamientos en porcentaje de almendras dañadas por mazorca.....	36

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1.1. Vista dorsal y ventral de <i>Carmenta theobromae</i> (Busck) hembra adulta	22
Figura 1.2. Vista dorsal y ventral de <i>Carmenta theobromae</i> (Busck) macho adulto	25
Figura 1.3. Vista dorsal y ventral del huevo de <i>Carmenta theobromae</i> (Busck).....	22
Figura 1.4. Bandas esclerotizadas en el pronoto (escudo torácico) del último instar larval de <i>Carmenta theobromae</i>	25
Figura 1.5. Vista dorsal y ventral de <i>Carmenta foraseminis</i> (Eichlin) hembra adulta.....	22
Figura 1.6. Vista dorsal y ventral de <i>Carmenta foraseminis</i> (Eichlin) macho adulto	25
Figura 1.7. Vista dorsal y ventral del huevo de <i>Carmenta foraseminis</i> (Eichlin)....	22
Figura 1.8. Bandas esclerotizadas en el pronoto (escudo torácico) del último instar larval de <i>Carmenta foraseminis</i> (Eichlin).....	25
Figura 1.9. Larvas de <i>Carmenta foraseminis</i> (Eichlin).....	22
Figura 1.10. Diferencias de pupas de <i>Carmenta spp.</i> entre machos y hembras. a) <i>Carmenta theobromae</i> y b) <i>Carmenta foraseminis</i> . A7: Segmento VII del abdomen.....	25
Figura 1.11. Ciclo de vida de perforador de la mazorca <i>Carmenta spp.</i>	22
Figura 2.1. Distribución del campo experimental	22
Figura 2.2. Croquis de unidad experimental	25

ÍNDICE DE ANEXOS

	Pág.
Anexo 1. Datos ordenados generales. <i>Beauveria bassiana</i> , <i>Lecanicillium lecanii</i> y <i>Metarhizium anisopliae</i> en el control de <i>Carmenta spp.</i> en <i>Theobroma cacao</i> , Kimbiri, Cusco, 2019.....	48
Anexo 2. Panel fotográfico	50

RESUMEN

En la localidad de Sampantuari Baja, distrito Kimbiri, provincia La Convención, región Cusco, se utilizó hongos entomopatógenos en cacao clon CCN-51, con el objetivo de evaluar el resultado de la aplicación de hongos entomopatógenos naturales y producto biológico comercial arrazador-PBA en *Theobroma cacao* con relación al daño de *Carmenta spp.*, bajo las condiciones agroecológicas de la localidad de Kimbiri, Cusco. Se empleó DBCR, con cuatro tratamientos más un testigo y cuatro repeticiones. Como resultado de la investigación se determinó que los productos en estudio tienen efecto beneficioso con relación al daño de *Carmenta spp.* “mazorquero de cacao”, comparado con el testigo; los mecanismos de acción del producto comercial Arrazador-PBA y los hongos entomopatógenos *Lecanicillium lecanii*, *Beauveria bassiana* y *Metarhizium anisopliae*, tienen similitud en los parámetros evaluados. Sin embargo, difieren numéricamente, así el producto biológico Arrazador-PBA, presentó 95 % de mazorcas sanas, 2.5 larvas por mazorca y 73.5 % de almendras sanas por mazorca. El hongo *Beauveria bassiana*, presentó 70% de mazorcas sanas, 3 larvas por mazorca y 67.0 % de almendras sanas por mazorca. El hongo *Metarhizium anisopliae*, presentó 70 % de mazorcas sanas, 2.75 larvas por mazorca y 59 % de almendras sanas por mazorca. El hongo *Lecanicillium Lecanii*, presentó 75 % de mazorcas sanas, 3 larvas por mazorca y 60.75 % almendras sanas por mazorca.

Palabras clave. *Carmenta spp*, Arrazador-PBA, *Beauveria bassiana*, *Lecanicillium lecanii*, *Metarhizium anisopliae*.

INTRODUCCIÓN

El cacao se cultiva en más de 50 países ubicados en los continentes de África, América, Asia y Oceanía; 23 de esos países son de América. Es el cultivo de mucha importancia económica, así como social, cultural y ambiental en el ámbito del territorio de su producción (Arvelo, 2017).

Desde la posición de Calderón (2017) y Servicio Nacional de Sanidad Agraria (SENASA, 2016), se dice:

Que en las regiones cacaoteras en la actualidad tienen el 43 % de la producción de grano en cacao del Perú, con un volumen de 37,3 mil toneladas, llegando a producir en promedio 815 kg/ha. (García, 2010 y Minagri-DGPA-DEEIA, 2016). Estas cifras vienen siendo amenazadas por el devastador ataque del mazorquero del cacao (*Carmenta foraseminis*). La hembra de este insecto deposita los huevos en la superficie del fruto, y sus larvas recién eclosionadas perforan y llegan hasta la placenta de las cuales se alimentan perjudicando directa e indirectamente la mazorca. Tanto es el daño, que en Huánuco hay reportes del 70% de frutos de cacao afectados, mientras que en San Martín supera el 30 % de daño al cultivo.

Según el Ministerio de Agricultura y Riego (MINAGRI, 2016), de acuerdo al convenio internacional de cacao ICCO 2010:

El Perú está clasificado como el segundo país productor y exportador de cacao fino después de Ecuador. Es por este motivo que, desde hace algunos años, empresas chocolateras de todo el mundo visitan el país con el fin de cerrar contratos directamente con los productores de cacao, permitiendo al agricultor tomar conciencia en mejorar sus buenas prácticas agrícolas y manufactureras en toda la cadena de valor, y ofrecer un producto de calidad. (p. 6)

En el país las áreas cosechadas para el año 2015 logró alcanzar una extensión de 123 mil hectáreas con una producción de 87,3 mil toneladas de grano de cacao, con un rendimiento medio de 720 kg/ha: La tasa de incremento anual promedio es de 4,4% entre los años 2009 y 2015. Siendo un gran porcentaje de este incremento desarrollado en la zona del Valle de Río Apurímac, Ene y Mantaro - VRAEM (MINAGRI, 2016, p. 48).

Sin embargo, uno de los grandes problemas fitosanitario es la incidencia de la plaga *Carmenta* spp, llamado “mazorquero” o “perforador de la mazorca de cacao”, que en estado larval producen enormes aberturas y túneles internos en el mesocarpio de la mazorca o fruto, promoviendo daños colaterales por la invasión de otros microorganismos que causan la pudrición de la mazorca, ocasionando daños considerables en la producción y rentabilidad del cultivo.

Hasta el momento, los agricultores del Valle de Río Apurímac y Ene, principalmente vienen utilizando el método de control químico, cuya acción se manifiesta sobre los insectos adultos, disminuyendo de esta manera su población. No obstante, el uso de los pesticidas, además de originar efectos residuales en el producto comestible, se disemina en el ambiente y se convierte en contaminantes para los sistemas bióticos (animales, plantas y el hombre) y abióticos (suelo, aire y agua) amenazando su estabilidad y representando un peligro de salud pública.

Considerando que en el ambiente existen microorganismos naturales, que se utilizan como controladores biológicos de las plagas agrícolas, principalmente del *Carmenta* spp., los hongos entomopatógenos actúan sin causar daño en el ambiente y peligro para la salud pública. Tal es así, con la finalidad de mejorar el rendimiento del cultivo de cacao y la obtención de producto orgánico, se plantea el siguiente objetivo.

Objetivo general

Evaluar la aplicación de tres hongos entomopatógenos y del producto comercial arrazador-PBA en *Theobroma cacao* con relación al daño de *Carmenta* spp., bajo las condiciones agroecológicas de la localidad de Kimbiri, Cusco, 2019

Objetivos específicos

1. Evaluar el efecto de la aplicación de *Beauveria bassiana*, *Lecanicillium lecanii* y *Metarhizium anisopliae* en *Theobroma cacao* con relación al daño por *Carmenta* spp.
2. Evaluar el efecto de la aplicación del producto comercial arrazador-PBA (*Beauveria bassiana*, *Lecanicillium lecanii* y *Metarhizium anisopliae*) en *Theobroma cacao* con relación al daño por *Carmenta* spp.

CAPÍTULO I

MARCO TEÓRICO

1.1. ANTECEDENTES

Hernández (2016), en el estudio “evaluación de hongos entomopatógenos (*Beauveria bassiana* y *Metarhizium anisopliae*) para el control de hormigas cortadoras de hojas (*Atta* spp.) en eucalipto; Santa Lucía Cotzumalguapa, Escuintla”, arribó a las siguientes conclusiones:

Durante los 30 días de la evaluación, *Beauveria bassiana* logró reducir hasta el 3.42%, *Metarhizium anisopliae* redujo la infestación hasta el 33% y el producto Terminator inicialmente redujo la infestación hasta 15.76 % en 10 días; sin embargo, al día 30, la población de zomposos se recuperó hasta un 80%. El producto de menor costo de aplicación por tronera fue: Terminator® (Q 33.59) seguido por *Beauveria bassiana* (Q 332.56) y finalmente el *Metarhizium anisopliae* con (Q 333.52). Los hongos entomopatógenos *Beauveria bassiana* y *Metarhizium anisopliae* redujeron la infestación de zomposos y pueden ser utilizados para el control de los mismos. (p. 29)

Vargas (2017), estudió el “efecto de la aplicación de *Lecanicillium lecanii* sobre la incidencia y severidad de la roya (*Hemileia vastatrix*) en el cultivo de café (*Coffea arabica*)”, con el objetivo de:

Evaluar el efecto de la aplicación de *Lecanicillium lecanii* en combinación con fungicidas químicos sobre la incidencia y severidad del daño causado por el hongo *Hemileia vastatrix* en el cultivo de café. Para lo cual, evaluó el efecto del controlador biológico *Lecanicillium lecanii* en 3 distintas dosis: 1kg/ha, 1,5kg/ha y 2kg/ha sobre la incidencia y severidad de la roya, así como si el uso de coadyuvante junto a *L. lecanii* mejora el control de la enfermedad. Los tratamientos que mostraron el menor porcentaje de incidencia fueron el testigo (fungicidas) junto con el tratamiento de 1,5 kg/ha; mientras el tratamiento que

presentó la mayor incidencia fue el de 1 kg/ha. En cuanto a la severidad no se presentaron diferencias significativas en ningún tratamiento. No se encontraron diferencias significativas en el uso o no de coadyuvante. (p. 1)

Fernández (2020), en el ensayo “evaluación de la aplicación de *Beauveria bassiana* y *Metarhizium anisopliae* para el control de trips (*Frankliniella occidentalis*) en rosas”, experimentó el:

Efecto de la aplicación de dos aislamientos de *Beauveria bassiana* y un aislamiento de *Metarhizium anisopliae* bajo tres dosis, para el control de trips (*Frankliniella occidentalis*) en el cultivo de rosas. El experimento se estableció bajo un diseño completamente al azar con un arreglo factorial 2 x 3 + 3, con tres observaciones por tratamiento. Las variables evaluadas fueron: cinética de crecimiento en un sistema de producción bifásica, porcentaje de mortalidad, porcentaje de botones no afectados por trips, y porcentaje de infestación. Los principales resultados indicaron que, los dos géneros (*Beauveria* y *Metarhizium*) alcanzaron estándares de producto terminado a los 19,7 días después de la inoculación (pureza 100 %, viabilidad ≥ 90 %, y concentración $>10^7$ UFC/g). Adicionalmente, el aislamiento 1 de *B. bassiana* en las dos dosis (1 y 10 gr/litro de agua), alcanzaron el mejor porcentaje de mortalidad con un 73,53 y 69,01 %, respectivamente, en comparación de *M. anisopliae* que alcanzó un porcentaje de mortalidad del 24,53 %. (p. 42)

Alcántara (2013) con la finalidad de estudiar las fases de la metamorfosis y daños causados por *Carmenta foraseminis*, instaló una hectárea de plantío de *Theobroma cacao*, en el distrito Coviriali, provincia Satipo-Junín; llegando a la conclusión, que “el porcentaje de frutos dañados en la plantación de *Teobroma cacao* se estima en 11,5 % por cosecha y la pérdida económica fue de S/. 1,265.00 por cosecha” (p. 36).

Dávila (2018) en el trabajo de investigación control biológico del mazorquero (*Carmenta foraseminis*) en la región San Martín, utilizando dos cepas nativas de *Beauveria bassiana*, desarrollado a nivel de laboratorio de la Universidad Nacional de San Martín de Tarapoto, llegó a las siguientes conclusiones:

El hongo entomopatógeno *Beauveria bassiana* “Cepa 2” tiene mayor patogenicidad en estadio de huevo de *Carmenta foraseminis*, con 90% de

mortalidad y 96.67% de esporulación. Asimismo, logrando un menor tiempo de mortalidad con 5,7 días. Concluyendo que la *Beauveria bassiana* “Cepa 2”, muestra potencialidad como bioinsecticida contra el “mazorquero del cacao”. (p. 28)

Jorge (2018), evaluó el “efecto de entomopatógenos y un insecticida químico en el control del mazorquero del cacao (*Carmenta foraseminis* Busck (Eichlin)) en el caserío de Pumahuasi”, con el objetivo de:

Determinar el efecto de las mezclas de productos biológicos y químicos en el control de Mazorquero del cacao y realizar el Análisis de rentabilidad de los tratamientos en una parcela de cacao CCN-51. Para cada tratamiento se aplicó una dosis para 20 L de agua, siendo: 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. Después de realizar 16 aplicaciones y ocho evaluaciones, se determinó el porcentaje de incidencia y el efecto de cada tratamiento en el control del mazorquero. Se reportó una incidencia inicial de 45.18%, así mismo el T3 (Arrazador + Best-k) tuvo mayor efecto de control con 4,08 % de incidencia, seguido de T1 (Arrazador), T2 (Best-k) y T4 (Kieto) con 5.55, 7.87 y 5.57 % respectivamente, en comparación del T5 (Testigo) que tuvo un efecto de control promedio de 22.29 % de incidencia. El mayor efecto de control del “mazorquero de cacao” se registró en los T1, T3, reduciendo en menor tiempo la incidencia hasta un 0% en la quinta evaluación, seguido por el T2 a la sexta evaluación, en comparación con el T5 que con sólo labores culturales se redujo la incidencia hasta 16.67 %. El T5 con una proporción de 1.63 soles, obtuvo mayor ganancia con 0.63 soles, en comparación al T1, T2, T3, T4 con una ganancia de 0.46 a 0.59 soles respectivamente. (p. 75)

Mezones (2019), efectuó la “evaluación de *Carmenta foraseminis* (Busck) Eichlin, y algunas enfermedades de frutos de cacao (*Theobroma cacao* L.) en tres localidades de Leoncio Prado, Huánuco”, con el objetivo de:

Conocer la incidencia del “mazorquero del cacao” *Carmenta foraseminis* Eichlin 1995 y de las principales enfermedades del fruto de cacao (*Theobroma cacao* L.) en tres localidades de la provincia de Leoncio Prado, Huánuco. La incidencia de *C. foraseminis* fue de 63.41, 53.58 y 46.52%, para las localidades de Bella Alta, Pendencia y Tulumayo respectivamente, que equivale un promedio de 54.50%.

La mayor incidencia de enfermedades en frutos de cacao corresponde a Escoba de bruja (12.5%) seguido por la monilla (11.3%) y pudrición parda (3.4%). Se determinó que existe una fuerte correlación entre el mazorquero con el aumento de la pudrición parda y monilla, por lo tanto, a mayor ataque de la plaga, mayor será el ataque de estas enfermedades. (p. 41)

Ccente (2019), estudió la “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”, con el objetivo de:

Conocer la preferencia y daño de *Carmenta* spp., relacionado al crecimiento del fruto de *Theobroma cacao* L. CCN-51 en dos épocas de producción. Se empleó DBCR, con 4 tratamientos factorial y tres repeticiones. La relación de crecimiento–daño de *Carmenta* spp y el fruto del cacao, inicia aproximadamente a partir de los 16 cm hasta los 22 cm de longitud del fruto cacao; cuando han transcurrido alrededor de 84 días hasta los 126 días de edad del fruto cacao. El mayor daño causado por *Carmenta* spp en la mazorca del cacao, constituido por el número de perforación por fruto y diámetro de perforaciones en el fruto, se presenta en la época seca en comparación con la época lluviosa; mientras el mayor número de almendras dañadas se manifiesta en la época lluviosa. El crecimiento del fruto de cacao CCN-51, representado por la longitud y diámetro del fruto, no está influenciado por la ubicación del fruto en la planta (medio inferior y/o medio superior) y las épocas de producción (seca y lluviosa). Las correlaciones entre las variables de fruto de cacao CCN-51 con los tratamientos época de producción y ubicación del fruto en la planta, muestra una correlación estadísticamente significativa entre sí. (p. 85)

1.2. TEORÍAS Y ENFOQUES

1.2.1. El cultivo de cacao (*Theobroma cacao* L.)

“El cacao pertenece al orden Malvales, familia Esterculiaceae, género *Theobroma*, especie *cacao*. Es altamente alógama, con una polinización cruzada por encima del 95%. La mayoría de esta polinización la realiza una población entomológica bastante especializada de tamaño muy pequeño” (Enríquez, 1985, p. 19).

Desde la opinión del MINAGRI (2016), el cacao es un cultivo propio de las zonas tropicales y:

Es comercialmente cultivada entre 15° al norte y 15° al sur de la línea ecuatorial. Sin embargo, se puede encontrar hasta las latitudes subtropicales entre 23° 26' (límite del Trópico de Cáncer) al norte y 23° 26' (límite del Trópico de Capricornio) al sur de la línea ecuatorial. El rango de temperatura promedio anual va de 23° a 30° C, siendo el óptimo de 25° C. Se cultiva desde el nivel del mar hasta los 1 200 msnm, siendo el óptimo de 500 a 800 msnm. Asimismo, necesita humedad relativa anual promedio de entre el 70% y 80%. (p.11)

Tomando en cuenta lo que señala De la Mota (2008, como se cita en Sánchez, 2017), el cultivo de cacao es:

Una especie nativa de los bosques tropicales húmedos de América del Sur que crece en climas cálidos. El fruto es una baya o mazorca ovoidea, grande y aguda hacia el ápice, de unos 25 a 30 cm de largo y de 10 a 15 cm de grosor, con un pedúnculo recio y recto, epicarpio grueso, sub leñoso; las semillas son ovoides y pardas cuando están secas; la almendra mide unos dos centímetros de largo y poseen sabor muy amargo. (p.14)

a) Origen del cacao

Desde la posición de Enríquez (1985) el cultivo de cacao (*Theobroma cacao* L.), es una planta, cuyo origen es:

Americano. Debido al sistema de vida nómada que siempre llevaron los primeros habitantes de este continente, es prácticamente imposible decir a ciencia cierta cuál fue el lugar de origen. De acuerdo con los estudios de Pound, Cheesman y otros, el cacao es originario de América del Sur, en el área del alto Amazonas, que comprende los países como Colombia, Ecuador, Perú y Brasil. Es en este último lugar donde se ha encontrado la mayor variabilidad de la especie. Ciertamente, el centro de origen ha dado una enorme cantidad de material resistente a diferentes enfermedades y plagas y entre este material se ha encontrado los mejores padres, con varias características deseables del cultivo. Quizá el centro más importante en este aspecto es Mesoamérica, que fue el lugar en donde los españoles lo encontraron cultivado. Otra área importante es la cuenca del río Orinoco, donde también se han encontrado tipos genéticos muy valiosos. (p.7)

Del mismo modo, respecto al origen del cacao, García (2000, como se cita en García, 2008), señala que:

El centro primario de diversidad del cacao se encuentra en la región nororiental de Perú (Krug & Quarter-Papafio, 1964); sin embargo, la existencia de una gran diversidad de poblaciones silvestres y nativas dispersos en la región central y sur de la Amazonía alta, apoyaría la hipótesis de que el centro de origen no solo estaría confinado a dicha región, sino que además incluiría la región centro y suroriental del Perú en las cuencas de los ríos Huallaga, Ucayali y Urubamba. (p. 6)

b) Distribución

Según la Organización de la Naciones Unidas para la Alimentación y Agricultura (FAO, 2012, como se cita en Jorge, 2018), a nivel del mundo, los países más importantes en la producción de cacao son: “Costa de Marfil, Ghana, Indonesia, Nigeria, Brasil, Camerún, Ecuador, Togo y Malasia, los que concentran en 93% de la producción mundial, el Perú ocupó el décimo tercer lugar en volumen de producción en el mundo con una participación del 0.63%” (p.13). A nivel de la “cuenca amazónica, se distribuye en Bolivia, Brasil, Colombia, Venezuela, Surinam y Guyana. En la selva peruana se cultiva en los Departamentos de Loreto, San Martín, Ucayali, Huánuco, Junín, Pasco, Madre de Dios, Cuzco y Ayacucho” (Secretaría Pro Tempore del TCA & Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana [IIAP], 1997, p. 44).

c) Taxonomía del cacao

Según León (1968, como se cita en Gamboa, 2015) el género *Theobroma*, está conformado aproximadamente por unas 30 especies y bajo la siguiente clasificación taxonómica:

Reino	: Vegetal
División	: Fanerógamas
Clase	: Angiospermas
Subclase	: Dicotiledónea
Orden	: Malvales
Familia	: Sterculiácea
Tribu	: Bitneriana
Género	: <i>Theobroma</i>
Sección	: <i>Eutheobroma</i>

Especie	: Cacao
Nombre científico	: <i>Theobroma cacao</i> L.
Nombre común	: Cacao (Colombia, Perú, Venezuela); Cacau, cacau verdadeiro (Brasil); Cocoa, chocolate-trece (inglés). (p.3)

d) Morfología

Según García (2008) el cacao “es una especie diploide ($2n = 20$ cromosomas), de tamaño entre 8 a 20 m de altura y de ciclo vegetativo perenne. El árbol crece y se desarrolla bajo sombra en los bosques tropicales húmedos de América del sur” (p. 4). Presenta las siguientes características morfológicas:

Raíces

Presenta “raíz principal pivotante y puede alcanzar de 1.5 a 2.0 m. de profundidad. Las raíces laterales mayormente se encuentran en los primeros 30 cm. del suelo alrededor del árbol pudiendo alcanzar de 5 a 6 m de longitud horizontal” (Benito, 1991, como se cita en García, 2008, p. 4).

Tallo

Respecto a las características morfológicas del tallo del cacao, Benito (1991, como se cita en García, 2000) menciona que:

El tallo en su primera fase de crecimiento es ortotrópico (vertical), que perdura por 12 a 15 meses. Luego, este tipo del crecimiento se interrumpe para dar lugar a la aparición de 4 a 5 ramitas secundarias denominada “horqueta”, que crecerán de forma plagiotrópica (horizontal). Debajo de la horqueta aparecen con frecuencia brotes ortotrópicos verticales, denominados “chupones” que dan lugar a nuevas horquetas y este evento puede repetirse por 3 a 4 veces consecutivas en el tiempo. (p.4)

Hojas

Respecto a las características morfológicas de la hoja del cacao, Benito (1991, como se cita en García, 2000) menciona que tiene:

Hojas enteras, de 15 a 50 cm de longitud y de 5 a 20 cm de ancho, con ápice acuminado o romo; simétricas en el brote ortotrópico y asimétricas en las ramas

plagiotrópicas. La forma del limbo puede ser: elíptica, ovada o abovada, con peciolos que presentan dos engrosamientos, denominados “pulvínulos”, uno en la inserción con el tallo, y otro en la inserción con el limbo foliar. En las ramas plagiotrópicas, los dos pulvínulos están casi unidos. Los brotes tiernos generalmente presentan pigmentación antociánica, con excepción de árboles mutantes que son completamente despigmentados. (p. 4)

Flores

Respecto a las características morfológicas de las flores del cacao, Benito (1991, como se cita en García, 2000) menciona que:

Las flores, son hermafroditas, pentámeras (5 sépalos, 5 pétalos, 5 estaminodios, 5 estambres, y 5 lóculos por ovario); completas (todos sus verticilios florales) y perfectas (con androceo y gineceo). Las flores aparecen en el tronco en forma solitaria o en grupos denominados “cojines florales”, con un diámetro que oscila entre 1 a 1.5 cm de longitud. Los sépalos son de prefloración valvar con o sin pigmentación antociánica y los pétalos de prefloración imbricada, presentando una base cóncava seguido de un puente delgado y en el extremo superior amplio con ápice redondeado denominado “lígula”. Los 5 estambres están bifurcados en el ápice y cada bifurcación posee una antera biteca. Los 5 estaminodios son infértiles y actúan como órganos de atracción de insectos y de protección del gineceo. El ovario es súpero, pentacarpelar y pentalocular. Cada lóculo contiene dos series de óvulos anátropos de placentación axial pudiéndose encontrar en promedio 30 a 60 óvulos por ovario. (p. 4)

Frutos

Respecto a las características morfológicas del fruto del cacao, Benito (1991, como se cita en García, 2000) menciona que:

Los frutos son bayas, con tamaños que oscilan de 10 a 42 cm, de forma variable (oblonga, elíptica, ovada, abovada, esférica y oblata); de superficie lisa o rugosa, y de color rojo o verde al estado inmaduro, según los genotipos. El ápice puede ser agudo, obtuso, atenuado, redondeado, apezonado o dentado; la cáscara gruesa o delgada, y los surcos superficiales o profundos. El epicarpio y el endocarpio son carnosos estando separados por un mesocarpio fino y leñoso. (p. 4)

Semilla

Respecto a las características morfológicas de la semilla del cacao, Benito (1991, como se cita en García, 2000) menciona que:

Las semillas o almendras varían de 1.2 a 3 cm de longitud, cubiertas con un muscílago o pulpa de color blanco cremoso, de distintos sabores y aromas (floral, frutal, nueces), y grados de acidez, dulzura y astringencia. Al interior están los cotiledones que pueden ser de color morado, violeta, rosado o blanco, según el genotipo. (p. 6)

e) Requerimientos edafoclimáticos

Respecto a los requerimientos edáficos y climáticos del cultivo de cacao, Paredes (2004) manifiesta que:

El crecimiento, desarrollo y la buena producción del cacao están estrechamente relacionados con las condiciones medioambientales de la zona donde se cultiva. Es por ello que los factores climáticos influyen en la producción de la plantación; por lo tanto, las condiciones térmicas y de humedad deben ser satisfactorias para el cultivo por ser una planta perenne y que su periodo vegetativo como: la época de floración, brotamiento y cosecha está regulado por el clima, cuya relación del transcurso climático y el periodo vegetativo nos permite establecer los calendarios agroclimáticos.

La práctica del cultivo bajo sombra influye significativamente en el microclima de la plantación, principalmente en la radiación solar, viento y la humedad relativa, sin dejar de lado los factores del suelo, como la nutrición mineral, incidencia de plagas y enfermedades que influyen en el crecimiento y desarrollo que se debe considerar en forma integral. Las interacciones que existen entre la planta y el medio ambiente son difíciles de entender para mejorar el medio en que crece el cacao. Como un cultivo de trópico húmedo, el cacao es comercialmente cultivado entre las latitudes 15° N. y 15° S. del Ecuador. Excepcionalmente se encuentran en las latitudes sub tropicales a 23° y 25°S. Cuando se define un clima apropiado para el cultivo de cacao generalmente se hace referencia a la temperatura y la precipitación (lluvia), considerados como los factores críticos del crecimiento. Así mismo, el viento, la radiación solar y la humedad relativa afectan muchos procesos fisiológicos de la planta. (p. 9)

Asimismo, en relación a las necesidades edáficas y climáticas del cultivo, MINAGRI (2016) señala que:

La precipitación pluvial mínima y máxima manejable es de 1,400 y 3,000 mm, respectivamente y óptima de 1,500 a 2,500 mm, con alto grado de distribución a lo largo del ciclo. Presenta baja tolerancia al déficit de agua y en los meses con menos de 100 mm se genera déficit hídrico, lo que afecta la floración y el brote de hojas. El cultivo del cacao requiere estar libre de vientos fuertes persistentes a lo largo del ciclo productivo: es importante la prevención con árboles forestales como cortina rompe viento.

La luminosidad es variable dependiendo del ciclo productivo en el que se encuentre, siendo del 40% al 50% para el cultivo en crecimiento (menor de 4 años) y del 60 al 75% para plantación en producción (mayor de 4 años).

Se establece bien en suelos de profundidad de 0,60 a 1,50 metros. Con una textura del suelo franco, franco-arcilloso, franco arenoso. Asimismo, no es recomendable suelos finos o muy gruesos. Presenta poca tolerancia a suelos arcillosos pesados debido a una baja aireación y filtración del agua. Se observa la porosidad de los suelos de 20%-60% con buena retención de humedad. Un buen drenaje es esencial y deseable.

El manto freático deberá estar a una profundidad mayor de 1,5 metros, con topografías planas, ligeramente onduladas, con pendiente no mayor de 25%.

El árbol del cacao puede crecer hasta alcanzar 10 metros de altura cuando está a la sombra de altos árboles forestales. El fruto (mazorca) mide de 15 cm a 25 cm de largo y contiene de 30 a 40 semillas que se convierten en el grano del cacao después de ser fermentadas y secadas. Las mazorcas brotan del tronco principal y de las ramas de la copa. El cacaotal comienza a producir en cuatro o cinco años de haberse plantado y puede seguir produciendo durante varios decenios. (p.12)

f) Grupos genéticos de cacao

Según el MINAGRI (2016) “el género *Theobroma*, agrupa un total de 24 especies botánicas. El *Theobroma Cacao* L. es cultivado únicamente para producir Chocolate. Desde el punto de vista botánico o genético, la especie *Theobroma cacao* L., se clasifica en criollo, forastero y trinitario” (p. 12).

Cacao criollo

Desde la posición del MINAGRI (2016), el cultivar de cacao criollo es originario de:

América Central precolombina. Es la primera variedad conocida en Europa, fue introducida por los primeros colonizadores. Actualmente se cultiva en México, Guatemala y Nicaragua en pequeñas cantidades; así como en Venezuela, Colombia, Perú, islas del Caribe, Trinidad, Jamaica e isla de Granada. Fuera de nuestro continente, se señalan cultivos en Madagascar, Java e islas Comores. (p. 13)

Respecto a las características morfológicas y productivas del cultivar cacao criollo, el MINAGRI (2016), manifiesta que son:

Árboles débiles, de lento crecimiento, bajo rendimiento y más susceptibles a las enfermedades y plagas que otras variedades. Sin embargo, su fruto se caracteriza por ser dulce y producir un chocolate de menor amargor y de mejor calidad. Su sabor es delicado, suave y complejo, y su aroma es intenso, lo hacen un tipo de cacao exclusivo y demandado en los mercados más exigentes del mundo.

El cacao criollo solo representa entre el 5% al 8% de la producción mundial, en la medida que su cultivo es muy difícil, propenso a plagas: esta situación ha influido en la limitada propagación e incluso disminución de sus áreas de cultivo. (p. 13)

Cacao forastero

Del mismo modo, el MINAGRI (2016) manifiesta que el cultivar cacao forastero tiene origen en:

Alta Amazonía, es el de mayor producción en los países de África y Asia. Por ser resistente y poco aromático es principalmente usado para mezclar y dar cuerpo al chocolate. Introducido por los europeos en los territorios colonizados cuando la demanda de chocolate aumentó considerablemente a principios del siglo XX.

El cacao forastero es considerado como el cacao ordinario nativo de Brasil, Perú, Bolivia y Colombia. Se cultiva principalmente en: Perú, Ecuador, Colombia, Brasil Guayanas y Venezuela. Se ha expandido hacia el África Occidental (Costa de Marfil, Ghana, Camerún y Santo Tomé) y, posteriormente, hacia el sudeste asiático. Estas dos últimas regiones actualmente representan entre el 80% al 85% de toda la producción mundial. En base a la cata, este tipo de cacao es fuerte y

amargo, ligeramente ácido; con mucho tanino y astringencia. Tiene una gran potencia aromática, pero sin finura ni diversidad de sabores. Sin embargo, tienen un excelente rendimiento, cosecha precoz, árbol vigoroso y resistente a las enfermedades. (p.14)

Cacao trinitario

Según el convenio internacional de Cacao (ICCO, 2010, como se cita en MINAGRI, 2016), el cultivar cacao trinitario es un:

Híbrido entre el criollo y el forastero, originario de la isla Trinidad nunca se ha encontrado en estado silvestre. Se diseminó en América Latina y El Caribe y fue introducido en África alrededor del 1850. Es más aromático que el Forastero y más resistente que el Criollo. Representa entre el 10% al 15% de la producción mundial.

Entre las variedades híbridas se pueden clasificar un promedio de 50 tipos entre las que sobresalen las variedades Guayaquil, Ceilán, Patastillo, Lagarto, Blanco Marfil, Uranga, Porcelana, Matina, Pajarito, Sánchez, entre otras. Una variedad importante es el cacao CCN-51, un cacao convencional obtenido en Naranjal, provincia de Guayas en Ecuador, en el año 1965, por el agrónomo Homero Castro Zurita. Su denominación CCN alude a Colección Castro Naranjal y su numeración como 51 al número de cruces realizados para obtener la variedad deseada. Este cacao ha adquirido gran popularidad entre los agricultores por tener características de alta productividad por hectárea. Es auto compatible al no necesitar de polinización cruzada para su fructificación; de cultivo precoz al iniciar su producción a los dos años de edad; resistente a plagas y enfermedades; fácilmente adaptable a diversas zonas tropicales; y poseer un alto porcentaje de grasa (54%) haciéndolo muy cotizado por la industria. Por el lado contrario, no cuenta con las características del cacao fino de aroma (CFdA) al tener un sabor ácido y astringente. (pp. 14-15)

“En el Perú se ha introducido la variedad productiva CCN-51, buscando una mayor rentabilidad económica en el marco de programas de apoyo a la sustitución de cultivos de la hoja de coca” (MINAGRI, 2016, p. 16).

1.2.2. El *Carmenta* spp. “mazorquero de cacao”

En relación a la plaga *Carmenta* spp., conocida como el “mazorquero de cacao”, Navarro y Cabaña (2006), manifiestan lo siguiente:

Entre los insectos plagas que atacan las mazorcas del cacao en esta zona y producen daños económicos, se encuentran varias especies que pertenecen al Orden: Lepidóptera, conocidas comúnmente con el nombre de mariposas. Las especies de importancia económica que dañan el fruto en la región noreste del estado Aragua, son: carmenta negra y carmenta amarilla.

Los daños son ocasionados por las larvas que atacan los frutos, produciendo una o varias perforaciones, preferentemente en la base y en los surcos, donde se concentran los excrementos. Por estas perforaciones penetran los hongos y las bacterias que están asociados con las pudriciones causadas por enfermedades. Estas galerías generalmente son externas o en el pericarpio, sin llegar a afectar los granos, pero en otros casos pueden llegar a dañar la placenta y las semillas. (p. 19)

Del mismo modo, Cubillos (2013) manifiesta que, en “Colombia, el perforador de la mazorca del cacao fue reportado en el Occidente del departamento de Antioquia por el Ingeniero Enrique Moncayo (1957), quien lo mencionó como una especie de polilla que hace galerías en las mazorcas del cacao” (p.1). “Existe poca información en relación a los insectos perforadores del fruto del cacao (*Theobroma cacao* L.), pero se ha detectado la presencia de las siguientes especies: *Carmenta theobromae* (Busck, 1910) y *Carmenta foraseminis* (Eichlin 1995), familia Sesiidae” (Delgado, 2005, p. 97).

a) Clasificación taxonómica de *Carmenta* spp.

Según manifiesta Navarro y Cabaña (2006), la clasificación taxonómica de la plaga *Carmenta* spp., es lo siguiente:

Reino	: Animalia
División	: Uniramia
Clase	: Insecta
Orden	: Lepidóptera
Familia	: Sesiidae
Género	: <i>Carmenta</i>
Espécies	: <i>Carmenta foraseminis</i> Eichlin <i>Carmenta theobromae</i> (Busck)

b) Carmenta negra (*Carmenta foraseminis* Eichlin)

Conforme señala Delgado (2005) “el término *foraseminis* se refiere al hábito de la larva de perforar las semillas (foro=perforar; seminis = semilla) (Eichlin 1995b)” (p. 99). Hecho que “podría constituir un comportamiento aberrante o totalmente diferente a lo encontrado en la mayoría de las especies de la familia” (Harms & Aiello, 1995, como se cita en Delgado, 2005, p. 101).

Respecto a la plaga “Carmenta negra” *Carmenta foraseminis* Eichlin, Navarro y Cabaña (2006), manifiesta lo siguiente:

Es un insecto perteneciente al orden Lepidóptera y a la familia *Sesiidae*, que fue detectado en las zonas productoras de los estados Aragua, Mérida y Zulia.

Las larvas de *Carmenta foraseminis* son de color blanquecino, la cabeza es de color marrón, no se alimentan del endocarpio del fruto y penetran por la base del pedúnculo siguiendo la placenta, atrofiando los granos, y posteriormente se alimentan de las semillas. No se ha logrado diferenciar el sitio exacto de oviposición y posterior entrada de la larva en los frutos atacados, y externamente sólo se observa una mancha o “peca” sobre la superficie del fruto, bajo la cual ocurre la transformación de la larva en una pupa de color marrón claro.

Los adultos, de cuerpo predominantemente negro y alas con escamas negras emergen de la pupa, rompiendo la película externa del fruto en el sitio donde se ubica la peca y dejan las exuvias o restos de la pupa adherida al hueco de salida. Las hembras ponen huevos de forma oval y tamaño aproximado a 0,6 x 0,3 milímetros.

En algunos casos, el fruto dañado presenta una pudrición interna de apariencia acuosa por la invasión de insectos del Orden: Díptera (moscas); y en otros, las semillas se pegan fuertemente y se endurecen perdiéndose totalmente, porque presentan un olor desagradable, lo cual hace que el fruto no se pueda aprovechar. (p. 19)

c) Carmenta amarilla

En relación a la plaga “Carmenta amarilla” *Carmenta theobromae* (Busck), Navarro y Cabaña (2006), señala lo siguiente:

Pertenece al Orden Lepidóptera, familia *Sesiidae*, y es una plaga importante en los estados Miranda, Aragua, Mérida y Barinas.

Las larvas de esta mariposa sólo dañan la corteza al taladrar galerías, las cuales rellenan con sus excrementos, sin afectar la parte interna ni los granos. Por lo tanto, los frutos se pueden aprovechar parcialmente.

La perforación es abierta, los excrementos y una pudrición son visibles en la parte externa, y los daños sólo se aprecian en la corteza, aunque eventualmente pueden existir en la parte interna de los frutos pequeños y medianos. Las pupas, de color marrón oscuro se encuentran en el exterior de las galerías expuestas o entre los excrementos, donde quedan las exuvias cuando sale el adulto.

Los huevos tienen forma oval, algo cuadrada, son de color castaño claro brillante y con un tamaño aproximado de 0,6 x 0,3 milímetros. La hembra coloca los huevos en forma individual en los excrementos de *Stenoma strigivenata*.

En los adultos, que salen de las pupas a los seis u ocho días ($8,6 \pm 2,2$), predomina el color amarillo en su cuerpo y presentan alas con escamas amarillas. En ambas especies, los machos se diferencian de las hembras, porque poseen un penacho de escamas apicales en el abdomen y presentan pelos finos y cortos a todo lo largo del borde interno de las antenas. (p. 20)

d) Características morfológicas de carmenta amarilla *Carmenta theobromae* (Busck)

Fase adulta

Según Delgado (2005), el *Carmenta theobromae*, en su fase adulta presenta coloración marrón-castaño y posee las siguientes características morfológicas:

Cabeza. Vértice marrón, con unas pocas escamas amarillas en los laterales. Esto fue observado en ejemplares ex fruto de Ocumare, Cuyagua, y Choróní (tanto machos como hembras). Sin embargo, en las dos hembras y un macho de Cumboto, el vértice es amarillo intenso. Frente, dorsal y lateralmente con escamas amarillas. Flequillos occipitales amarillo intenso en la región dorsal, y un poco más claros en los laterales. Ventralmente, los palpos maxilares están totalmente cubiertos por escamas amarillo intenso. **Tórax:** Noto marrón oscuro con tres bandas longitudinales estrechas, amarillo intenso, figura 1.1 y 1.2. Alas hialinas, con escamas presentes en los bordes de las alas anteriores y en la mancha discal, color amarillo claro; venas marrones claro. Coxas de las patas anteriores totalmente cubiertas por escamas amarillas, al igual que las tibias, en las cuales se observa una hendidura delimitada por un penacho de escamas del mismo color.

Abdomen: Marrón oscuro con bandas dorsales amarillas estrechas delimitando cada uno de los segmentos, siendo la del segmento V más ancha. Esternos abdominales amarillo intenso. Los machos presentan pelos cortos y finos a todo lo largo del borde ventral de las antenas y un penacho de escamas en el ápice del abdomen figura 1.1 y 1.2, son más pequeños que las hembras, aunque la proporción largo/ancho es la misma. (p.102)

Fase inmadura

“La fase inmadura de *Carmanta theobromae* (Busck), constituida por huevo, larva y pupa, presentan las siguientes características” (Delgado, 2005, p. 104).

Huevos

Según la aseveración de Delgado (2005), los huevos de *Carmanta theobromae* (Busck) tiene la siguiente forma:

Generalmente semi-rectangular, con la región anterior redondeada y posterior roma, figura 1.3, entre $2,86 \pm 0,47$ x $1,93 \pm 0,23$ mm ($1,47 \pm 0,08$ más largo que anchos) y de color castaño claro brillante. Dorsalmente, la superficie del corión presenta estrías longitudinales cortas y poco profundas, simulando tricomas, mientras que ventralmente la superficie es ligeramente más lisa y levemente cóncava. La región del micropilo se observa sin relieves, pero ligeramente más oscura que el resto del ápice del huevo. (p.104)

Figura 1.1

Vista dorsal y ventral de Carmanta theobromae (Busck) hembra adulta



Nota: Delgado (2005)

Figura 1.2

Vista dorsal y ventral de *Carmenta theobromae* (Busck) macho adulto



Nota: Delgado (2005)

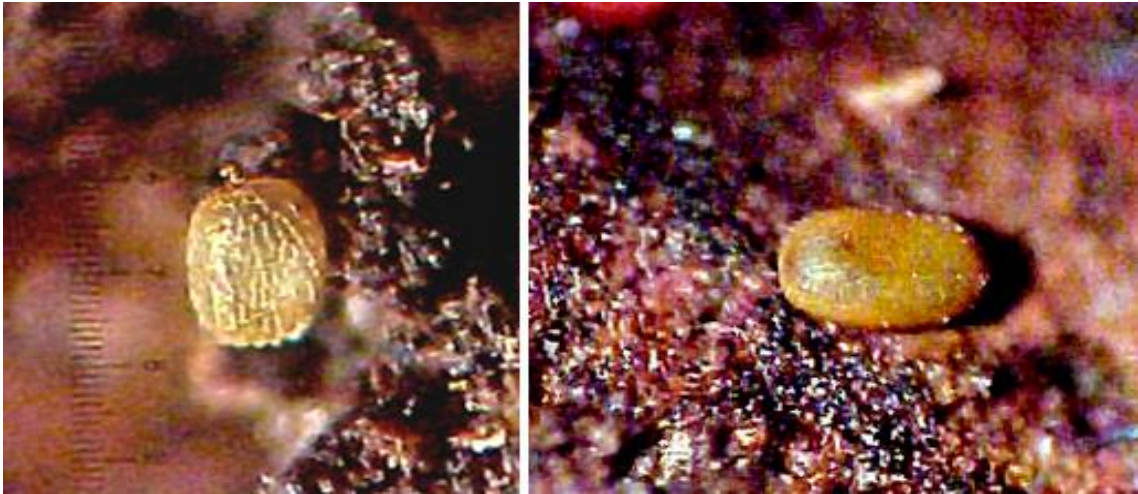
Larva

Según la manifestación de Delgado (2005), las larvas de *Carmenta theobromae* (Busck) presenta la siguiente característica:

Cuerpo amarillento; cabeza marrón, en vista dorsal tan ancha como el pronoto, debido a un ensanchamiento de las genas. En el pronoto, específicamente en la zona media del escudo torácico (MacKay, 1968), se observan un par de bandas marrones esclerotizadas, cercanas entre sí en la base media-posterior del pronoto, pero que se separan diagonalmente una de la otra, al acercarse a la región anterior de éste. La mitad apical del borde interior de estas bandas es liso, pero presenta una zona levemente aserrada a medida que las placas se acercan en su base, figura 1.4. Crochets con bandas transversales, uniordinales, característico de los Sesiidae. Los espiráculos torácicos y abdominales, las setas del abdomen y las setas dorsal, sub dorsales y laterales del escudo anal (MacKay 1968), citado por (Delgado 2005), son marrones o castaño rojizo, haciendo contraste con el color del cuerpo de la larva. Las larvas del último instar presentan poca actividad y cierto grado de fotofobia. (p. 105)

Figura 1.3

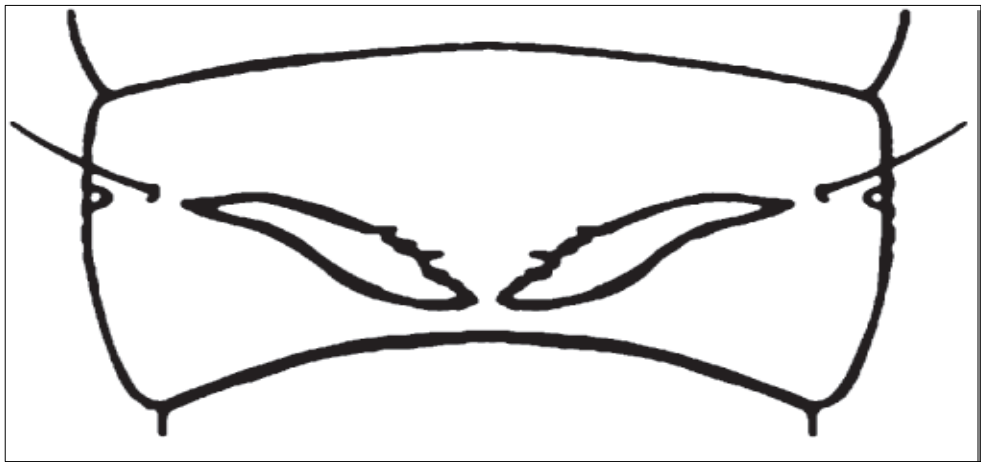
Vista dorsal y ventral del huevo de *Carmenta theobromae* (Busck)



Nota: Delgado (2005)

Figura 1.4

Bandas esclerotizadas en el pronoto (escudo torácico) del último instar larval de *Carmenta theobromae*



Nota: Delgado (2005)

Pupa

Según indica Delgado (2005), la fase de pupa de la plaga *Carmenta theobromae* (Busck) presenta un color:

Castaño rojizo, $1,10 \pm 0,14 \times 0,25 \pm 0,07$ cm. **Cabeza:** Labrum triangular con 2 pares de setas de la misma longitud. Región anterior de la galea de la maxila tocando el borde inferior de los ojos; extensión lateral de la base de la galea formando un ángulo recto. Las galeas son más anchas en su base y se estrechan de manera progresiva a partir del ápice de los palpos labiales.

Tórax

Pronoto rectangular, ocupando 1/6 de la longitud dorsal del tórax, con estrías transversales profundas, muy densas. El mesotórax es la región más desarrollada, abarcando casi el 70% de la superficie dorsal. Posee un par de surcos alares longitudinales, a ambos lados del mesonoto; comienzan en el borde anterior del segmento (sutura pro-mesonotal) y se extienden un poco más allá de la mitad del mesonoto. Este surco es estrecho en su base, se ensancha ligeramente hacia la mitad y luego vuelve a estrecharse, por lo que el borde externo de éste es 1/3 más corto que el borde interno. La superficie del mesotórax posee densas punturas semicirculares en la región anterior, pero en la región media y posterior se observan estrías transversas superficiales y abundantes. El metanoto en su zona media es tan estrecho como el pronoto, pero en los laterales, es el doble de ancho. Su superficie presenta una alta densidad de punturas circulares, así como la superficie de las alas posteriores observándose en ambos un aspecto rugoso.

Abdomen

Diez segmentos. A2 y A8-9 con una fila simple transversa de espinas dorsales. A3-6 con 2 filas de espinas dorsolaterales; las del margen anterior más largas y más desarrolladas que las del margen posterior. A7 en machos con 2 filas de espinas, las hembras con una, 1.13. Tergo del A1 totalmente cubierto con punturas circulares. Espiráculo del A2 claramente visible y proyectado agudamente hacia afuera. Espiráculos A3-A7, circulares, conspicuos y sobresalen ligeramente del integumento. Ápice del abdomen sin cremaster. La región anal representada por una depresión circular en su zona media; la región genital posee un surco estrecho, longitudinal, cuyo borde anterior está muy próximo a la hendidura circular anal. El ápice del abdomen posee en su región anterior ocho espinas claramente definidas, aplanadas y esclerotizadas, regularmente espaciadas siguiendo un patrón circular. (p.106)

e) Características morfológicas de carmenta negra *Carmenta foraseminis* (Eichlin)

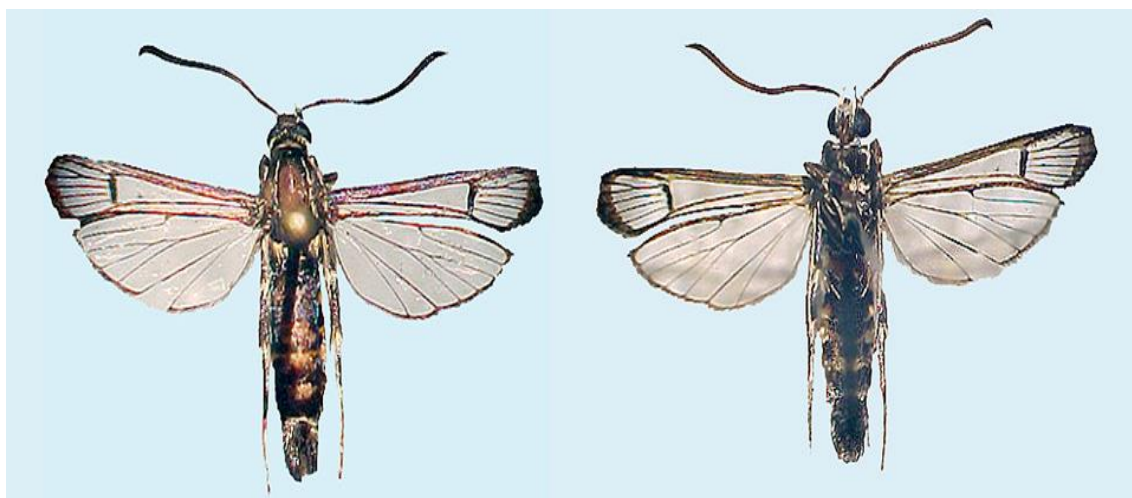
Fase adulta

Según manifiesta Delgado (2005), el *Carmenta foraseminis*, en su fase adulta presenta coloración marrón-oscuro o negro y posee las siguientes características morfológicas:

Cabeza: Vértice marrón a negro, flequillos occipitales amarillo intenso en la región dorsal y blancos en los laterales. Antenas de coloración variable, dorsalmente con 2/3 basales oscuros y el tercio apical más ancho y castaño rojizo; ventralmente las antenas son color castaño-rojizo. Frente totalmente blanca en las hembras, mientras que en los machos el color de la frente es variable, observándose alguna de estas cuatro modalidades: 1. Totalmente color crema; 2. Totalmente marrón; 3. Marrón en la región dorsal y blanca en los laterales; 4. Blanca en la región dorsal y marrón en los laterales. Palpos maxilares en vista ventral y lateral, totalmente blancos, aunque en algunos casos la región lateral puede tener algunas escamas negras. **Tórax:** Marrón oscuro a negro, con dos bandas longitudinales amarillas estrechas en los bordes laterales del noto, figura 1.5 y 1.6. Las escamas de las alas se disponen según el mismo patrón señalado para *C. theobromae*; las escamas del borde y de la mancha discal, como las venas, son marrón oscuro o negro. Coxas de las patas anteriores totalmente cubiertas por escamas blancas y en la zona ventral de las tibias, se observa una endidura delimitada por un penacho de escamas cremoso o amarillo mostaza. **Abdomen:** Marrón oscuro a negro, con bandas dorsales amarillo claro o blancas, estrechas, delimitando cada uno de los segmentos. Esternos abdominales cubiertos de escamas amarillo claro o blancas. (p. 103)

Figura 1.5

Vista dorsal y ventral de *Carmenta foraseminis* (Eichlin) hembra adulta



Nota: Delgado (2005)

Figura 1.6

Vista dorsal y ventral de *Carmenta foraseminis* (Eichlin) macho adulto



Nota: Delgado (2005)

Fase inmadura

“La fase inmadura de *Carmenta foraseminis*, ((Eichlin), constituida por huevo, larva y pupa, presentan las siguientes características” (Delgado, 2005, p. 105).

Huevos

Según manifiesta Delgado (2005), los huevos de *Carmenta foraseminis*, ((Eichlin), presenta las siguientes características:

Por lo general son ovoides, con ambas regiones anterior y posterior redondeadas, figura 1.7, entre $3,63 \pm 0,15$ y $2,31 \pm 0,10$ mm ($1,57 \pm 0,02$ más largo que anchos). La región del micropilo presenta una leve endidura, pero sin cambios en la coloración. Dorsalmente, la superficie del corión es de color castaño rojizo y presenta estrías longitudinales cortas, en forma de punturas; ventralmente la superficie es totalmente lisa, castaño claro y levemente convexa. Los huevos de *C. foraseminis* son significativamente más anchos y más largos que los de *C. theobromae*. (p. 105)

Larva

Según señala Delgado (2005), los huevos de *Carmenta foraseminis*, ((Eichlin), presenta las siguientes características:

Cuerpo blanquecino o amarillo claro; cabeza marrón, ligeramente más estrecha que el pronoto. En éste, se observan un par de bandas esclerotizadas marrón-castaño, separadas entre sí en la base media-posterior del pronoto, divergiendo

más hacia la región anterior. El borde interior de estas placas es aserrado, desde la base hasta el ápice figura 1.8. Crochets con bandas transversales, uniordinales, similares a los observados en *C. theobromae*. Los espiráculos torácicos y abdominales, las setas del abdomen y las setas dorsales, sub dorsales y laterales del escudo anal, son amarillo claro, haciendo poco contraste con el color del cuerpo de la larva. Las larvas del último instar en general son muy voraces y activas y son altamente fotofóbicas, lo cual dificulta realizar las observaciones con larvas vivas, figura 1.9. (p.105)

Figura 1.7

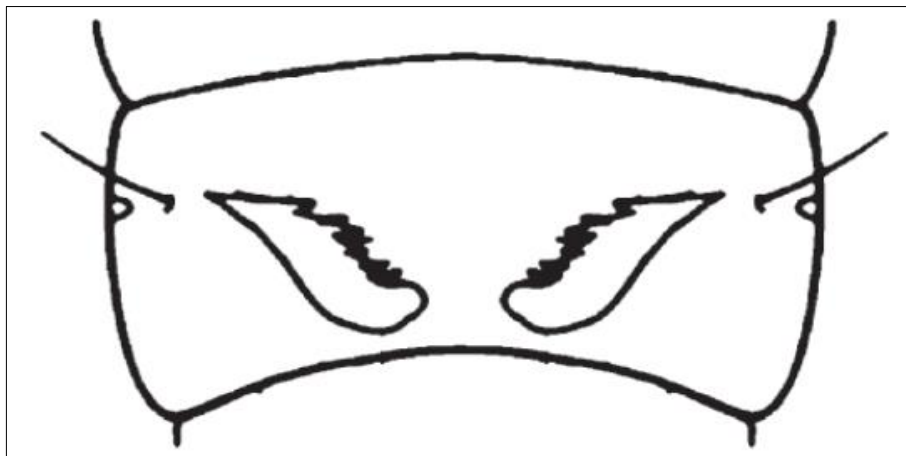
Vista dorsal y ventral del huevo de Carmenta foraseminis (Eichlin)



Nota: Delgado (2005)

Figura 1.8

Bandas esclerotizadas en el pronoto (escudo torácico) del último instar larval de Carmenta foraseminis (Eichlin)



Nota: Delgado (2005)

Figura 1.9

Larvas de Carmenta foraseminis (Eichlin)



Nota: Delgado (2005)

Pupa

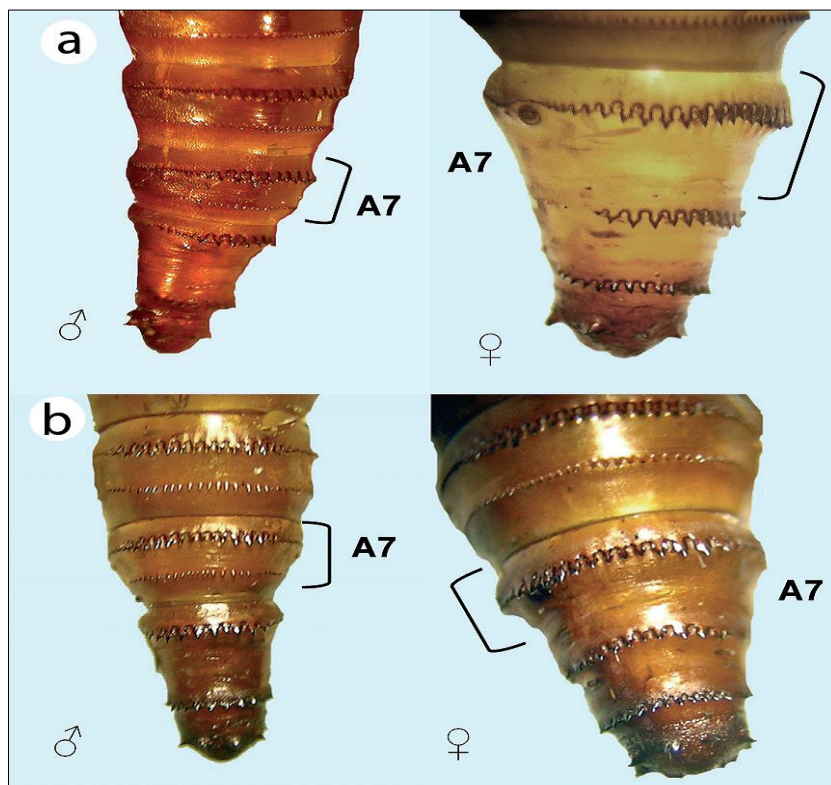
Según Delgado (2005), la fase de pupa de *Carmenta foraseminis* (Eichlin) presenta un color:

Castaño claro, $1,43 \pm 0,04 \times 0,33 \pm 0,04$ cm. **Cabeza:** Labrum triangular con 2 setas, ambas de la misma longitud. Región anterior de la galea de la maxila de forma sinusoidal y tocando el borde inferior de los ojos. Las galeas son más anchas en su base y bordean los palpos labiales, pero se hacen más estrechas a partir del ápice de éstos. **Tórax:** Pronoto rectangular, ocupando $1/6$ de la longitud dorsal del tórax. Con punturas circulares profundas, muy densas. El mesotórax es la región más desarrollada, abarcando casi el 70% de la superficie dorsal. Posee un par de surcos alares, longitudinales a ambos lados del mesonoto, los cuales comienzan en el borde anterior del segmento (sutura pro-mesonotal), y se extienden un poco más allá de la mitad del mesonoto. Este surco es ancho en toda su extensión, debido a que ambos bordes externo e interno son paralelos, siendo el externo ligeramente más corto que el borde interno. La superficie del mesotórax posee densas punturas semicirculares en la región anterior; la región media y posterior es lisa, con escasas estrías transversas. El metanoto en su zona media es tan estrecho como el pronoto, pero en los laterales, es el doble de ancho. Su superficie presenta estrías transversas escasas, especialmente en la región anterior. **Abdomen:** Diez segmentos. A2 y A8-9 con una fila simple transversa de espinas dorsales. A3-6 con 2 filas de espinas dorsolaterales, las del margen anterior más largas y más desarrolladas que las del margen posterior. A7 en machos con 2 filas

de espinas, las hembras con una, figura 1.10. Tergo del A1 totalmente liso, con pocas estrías en el borde anterior. Espiráculo del A2 poco visible, circular y retraído hacia el integumento. Espiráculos A3-A7 poco conspicuos. Ápice del abdomen sin cremaster. La región anal representada por leve protuberancia circular en su zona media; región genital con una abertura estrecha, longitudinal, que delimita internamente un par de lóbulos. La zona anterior de la abertura está separada de la protuberancia circular anal. El ápice dorsal del abdomen con cuatro espinas regularmente espaciadas, aplanadas, esclerotizadas y claramente definidas; en la región ventral, se observan a cada lado un par de espinas semi-fusionadas. (p.106)

Figura 1.10

Diferencias de pupas de Carmenta spp. entre machos y hembras. a) Carmenta theobromae y b) Carmenta foraseminis. A7: Segmento VII del abdomen



Nota: Delgado (2005)

f) Daños causados por *Carmenta spp*

De acuerdo a la posición de Navarro (2006, como se cita en Alcántara, 2013), entre las plagas que causan daño a la mazorca del cacao y generan pérdida económica se encuentra:

Varias especies que pertenecen al Orden: Lepidóptera, conocidas comúnmente con el nombre de mariposas, las especies de importancia económica que dañan el fruto en la región noreste del estado de Aragua son *Carmenta foraseminis* y *Carmenta theobromae*. Los daños son ocasionados por las larvas que atacan los frutos, produciendo una o varias perforaciones, preferentemente en la base y en los surcos. Donde se concentran los excrementos por estas perforaciones penetran los hongos y la bacteria que están asociados con las pudriciones causadas por enfermedades.

Los daños son ocasionados por las larvas que atacan los frutos, produciendo una o varias perforaciones, preferentemente en la base y en los surcos, donde se concentran los excrementos. Por estas perforaciones penetran los hongos y las bacterias que están asociados con las pudriciones causadas por enfermedades. Estas galerías generalmente son externas o en el pericarpio, sin llegar a afectar los granos, pero en otros casos pueden llegar a dañar la placenta y las semillas. En algunos casos, el fruto dañado presenta pudrición interna de apariencia acuosa por invasión de insectos del Orden: Díptera (moscas), y en otros, las semillas se adhieren fuertemente y se endurecen perdiéndose totalmente, porque presentan un olor desagradable, lo cual hace que el fruto no se pueda aprovechar en forma comercial. (p. 22)

Respecto a los daños causados por dicha plaga, Sánchez et al. (2001, como se cita en Alcántara, 2013), hace hincapié, señalando que:

Las larvas de esta especie perforan las mazorcas del cacao, pero se mantienen en el epicarpio de fruto y muy rara vez traspasan el mesocarpio para alimentarse de las semillas. En general, la presencia de este perforador se detecta, al observarse en el orificio de entrada los excrementos oscuros de la larva. (p. 22)

Asimismo, Delgado (2005, como se cita en Alcántara, 2013), en relación al daño complementa señalando que:

La presencia del perforador dentro del fruto sólo es evidente cuando en la corteza intacta se observa una mancha oscura redondeada de aproximadamente 0,5 cm de diámetro, la cual es producida por la larva cuando está en fase de pre pupa. En este caso la larva sí traspasa el mesocarpio del fruto y se alimenta de las semillas; en consecuencia, además del daño primario, el comportamiento de este insecto

favorece la pudrición y apelmazamiento de las semillas, por lo que el porcentaje de frutos aprovechables se ha reducido considerablemente. Las especies *Carmenta theobromae* y *Carmenta foraseminis* son muy similares por su morfología y daños que ocasionan a los frutos, aunque la primera especie, rara vez llega a las almendras. (p. 23)

En la opinión de Sánchez y Torres (1977, como se cita en Alcántara, 2013) respecto a la dimensión del daño señala que:

La magnitud de los daños varía según la edad del fruto. Cuando el ataque se presenta en frutos de mediana edad, los tejidos ya están diferenciados y las galerías sólo alcanzan el epicarpio, los frutos así afectados pueden llegar a la madurez y ser aprovechables si no se presentan ataques de hongos en el interior. (p. 23)

“Las larvas de las especies reconocidas hasta ahora en Venezuela de la familia Sesiidae, *Carmenta theobromae* y *Carmenta foraseminis*, se alimentan del mesocarpo de la mazorca y las almendras del fruto de cacao” (Mirelles, 2005, como se cita en Alcántara, 2013, p.23).

Navarro et al. (2001, como se cita en Alcántara, 2013), manifiesta que la plaga *Carmenta foraseminis* es un:

Insecto del Orden Lepidóptero de la familia Sesiidae; se les encuentra parasitando a las plantas de *Theobroma cacao*, es insecto plaga de importancia económica en el cacao de la zona norte costera del estado Aragua, donde han podido atraer, capturar y describir diversas especies de polillas pertenecientes a esta familia. (p. 23)

Según Morillo et al. (2009, como se cita en Alcántara, 2013), con el propósito de conocer respecto el comportamiento diario del macho y la hembra de *Carmenta theobromae*, se efectuaron labores de:

Muestreos de cáscaras de frutos de cacao perforados, en la localidad de Curiepe, del estado Miranda, de enero a julio 2006. Las larvas colectadas se trasladaron al INIA-Miranda, cada larva se individualizó y se colocó en envases de polietileno de 350 ml, con un trozo de cáscara de fruto de cacao maduro y sano. Después de pupar, cada individuo fue colocado en bandejas de plástico, sobre un trozo de

goma espuma con papel absorbente humedecido y tapado con un envase de 30 ml. La temperatura se controló a 28 ± 5 °C, la humedad relativa a $70 \pm 15\%$, y el fotoperiodo de 12:12 horas (luz: oscuridad). Se registró la emergencia y la actividad diaria de adultos en cámaras de observación. La emergencia de adultos se inicia entre las 07:30 horas y 08:00 horas, y se extiende hasta las 14:00 horas y 15:00 horas, en hembras y machos respectivamente. El mayor pico de emergencia ocurre en las primeras horas de la mañana para ambos sexos (08:00 horas) y se obtuvo una proporción de sexos (adultos) de 1,2:1 (machos: hembras). El tiempo de duración del comportamiento de llamado de la hembra fue de 4 horas, con el mayor número de hembras en llamado a las 17:30 horas, adicionalmente, manteniendo este comportamiento hasta el tercer día de vida. Esta conducta coincidió con la mayor actividad de vuelo, caminata y aleteo de los machos de esta especie, por lo que es probable que la hembra de *Carmenta theobromae* emita sustancias, en el lapso señalado, asociadas a feromonas sexuales. (p. 24)

Arévalo (2011, como se cita en Alcántara, 2013), respecto al daño ocasionado por la plaga, manifiesta que:

En los últimos 05 años (2006 al 2010) la incidencia de la plaga conocida como “Mazorquero de cacao” o “Perforador de mazorcas del cacao”, el daño es directo. Zonas ubicadas entre 400 a 750 m.s.n.m., donde las condiciones climáticas son adecuadas para la plaga, plantaciones mal manejadas y abandonados. (p. 24)

Asimismo, según “informe personal, de los agricultores de la zona Coviriali, la pérdida de la cosecha de cacao se estima en 15% por campaña, pudiendo variar esta cantidad según las condiciones del medio ambiente” (Juárez et al., 2013, como se cita en Alcántara, 2013, p. 24).

g) Distribución geográfica de *Carmenta* spp

Según Cubillo (2013), “el perforador de la mazorca del cacao, *Carmenta foraseminis* (Busck) Eichlin, ha sido reportado en Panamá, Venezuela y Colombia Eichlin (1995), Harms y Aiello (1995) y Delgado (2005)” (p.18). “En Colombia, está plenamente comprobada su presencia en el Occidente y Suroeste del departamento de Antioquia y en los municipios de Cúcuta, arboledas y el Zulia en Norte de Santander” (Delgado, 2007, como se cita en Cubillos, 2013). “También, se ha extendido a Sardinata y Bucarasica en

este mismo departamento. No existen reportes que indiquen su presencia en otros lugares” (Cubillos, 2013, p. 18).

Según manifiesta Cubillos (2013), en el año 2009, la Asociación Peruana de Productores de Cacao (APPCACAO), encontró el insecto:

Perforador denominado “Mazorquero” o “Cigarreta”, presente en el 30% de las zonas de producción más importantes del Perú y que provoca daños en el 30% de la producción. Se sospecha que puede tratarse de *Carmenta foraseminis*, y en la actualidad se encuentra distribuido a lo largo y ancho del territorio peruano, generalmente en las zonas tropicales, logrando en muchos lugares desplazar a carmenta cuando las condiciones del clima le resultan favorable. Las diferentes especies perforador de mazorcas del fruto de cacao, se encuentra distribuidas a lo largo del territorio nacional abarcando altitudes que van desde nivel de mar hasta 2000 msnm, lugar donde las temperaturas fluctúan desde 20°C hasta los 32°C. (p.18)

h) Biología de *Carmenta* spp

Según manifiesta Leal y Hernández (1990, como se cita en Cubillos, 2013), así como se observa en la figura 1.11 “como todas las lepidópteras, presentan metamorfosis completa, el daño es causado por la larva, al alimentarse principalmente de la placenta del fruto y mucilago de la semilla. El ciclo desde la postura hasta el adulto es de 71 días” (p. 8).

Figura 1.11

Ciclo de vida de perforador de la mazorca Carmenta spp



Nota: Cabezas (2018)

Huevo

Desde la posición de Leal y Hernández (1990, como se cita en Cubillos, 2013), menciona:

Son puestos individualmente sobre la epidermis de los frutos, especialmente cuando están próximos a madurar (4 meses adelante), aparentemente sin sitios preferenciales. Son difíciles de observar a simple vista. El huevo sin eclosionar es ovalado, de color café oscuro, reticulado y con una ligera depresión en la parte media del dorso y el periodo de incubación es de 7 días. (p. 9)

Larva

Según como manifiestan Leal y Hernández (1990, como se cita en Cubillos, 2013), las larvas eclosionan a partir de los:

Huevos e inmediatamente proceden a perforar los frutos para desarrollarse dentro de ellos, son de color blanquecino amarillento con su cabeza de color café oscuro. La luz, les molesta y cuando se saca de su entorno natural rápidamente busca refugio en la oscuridad. Larvas pasan por 9 instares que en total duran 36 días. Se alimentan principalmente del tejido placentario del fruto y mucilago de la semilla, ocasionalmente, roen y perforan las almendras. (p. 10)

Pupa

Leal y Hernández (1990, como se cita en Cubillos, 2013), dan a conocer respecto a la formación de la pupa, señalando que:

Las larvas, ya completamente desarrolladas, constituyen con sus heces fecales y seda, un fino saco o capullo que protege la pupa hasta la emergencia del adulto. El capullo lo sitúan debajo de la epidermis del fruto; cuando el adulto va emerger, la pupa rompe el capullo y se desliza hasta la superficie del fruto dejando la exuvia pupal parcialmente expuesta inmediatamente, después sale el adulto y el periodo pupal es de 21 días. (p. 12)

Adulto

Respecto al estado adulto, Leal y Hernández (1990, como se cita en Cubillos, 2013), señalan que:

En condiciones naturales, los emergidos después de 27-35 días de observarse los primeros signos de la presencia de perforador en fruto; son poco activo en el día

y su actividad de dispersión copula y ovoposición ocurren en la hora de la noche. Su longevidad es muy corta, y en condiciones de laboratorio vive 7 días. (p. 13)

i) Hospedero de *Carmenta* spp

Ambos especies tanto *Carmenta foraseminis* como *Carmenta theobromae*, tienen una amplia gama de plantas hospedadoras, y están considerados en los cultivares de cacao, ya sea silvestres o cultivados (mazorcas), de los cuales la plaga “perforador de mazorcas” aprovecha durante las estaciones del año (Leal & Hernández, 1990, como se cita en Cubillos, 2013, p. 7).

j) Control de *Carmenta* spp

En el control de *Carmenta* spp., se aplican los diversos tipos de controles:

Etológico

“El uso de feromonas, atrayentes, repelentes u otras formas de control que modifican el comportamiento de las plagas repeliéndolas o exterminándolas. Se basa en el conocimiento del comportamiento de las plagas para reprimir su ocurrencia” (Morán, 2016, p.1).

Biológico

“Método de control de plagas, que consiste en utilizar organismos vivos con objeto de controlar las poblaciones de otro organismo” (Morán, 2016, p.1).

Químico

“Consiste en la destrucción de plagas mediante el empleo de sustancias químicas diversas, cuyo uso se recomienda de manera selectiva: Dosis a una dosis de 25 ml/mochila, Thiodrex-30% a 150gr/mochila y Lannate a 30 ml/mochila” (Morán, 2016, p.1).

Cultural

“Manipulación directa del agro- ecosistema, con el objeto de obstaculizar el desarrollo de plagas: Realizar podas para mejorar la iluminación y ventilación” (Morán, 2016, p. 1). “También consiste en la remoción frecuente de frutos infestados y la disposición de los residuos de estos mismos frutos en montones o eras que se cubren con una lámina plástica” (Cubillos, 2013, p. 24).

Control físico

“Embolsado de frutos a temprana edad establece una barrera física que le impide a las hembras ovipositar sobre su hospedero. Método efectivo para proteger los frutos destinados a la producción de semilla híbrida o patrones en la propagación clonal” (Cubillos, 2013, p. 26).

1.2.3. Los hongos entomopatógenos

Desde la posición de Gómez et al. (2014) existen microorganismos denominados hongos entomopatógenos que conforman:

El grupo de mayor importancia en el control biológico de insectos plaga, están presentes en forma natural en el medio ambiente, suelo, restos de cultivos, sobre los cadáveres de insectos, obteniendo su nutrición de otros organismos o de materia orgánica. Los hongos entomopatógenos más importantes utilizados en el control de insectos plaga, son *Beauveria bassiana*, *Lecanicillium lecanii*, *Metarhizium anisopliae*, *Isaria fumosorosea* e *Hirsutella thompsonii*. Estos hongos afectan a una serie de insectos plaga de diferentes órdenes que causan daños en cultivos de importancia económica. (p.6)

Carballo y Guharay (2004), respecto al tema, señalan que existen microorganismos denominados:

Hongos entomopatógenos, usados para el control de insectos. Son un grupo de microorganismos ampliamente estudiados, existiendo más de 700 especies reunidas en 100 géneros. Los hongos entomopatógenos que han sido más estudiados y utilizados en el control microbiano son *Beauveria bassiana*, *Metarhizium anisopliae* y *Verticillium lecanii*. (p. 34)

a) Mecanismo de acción de los hongos entomopatógenos

Respecto a la identificación de los mecanismos de acción de los microorganismos entomopatógenos, Gómez et al. (2014) manifiesta que:

No es fácil determinar con precisión los mecanismos que intervienen en las interacciones entre los hongos entomopatógenos y los insectos. En general la mayoría de los hongos de plantas y vertebrados infectan al hospedante a través de la cutícula. El contacto entre la unidad infectiva del entomopatógeno y el insecto es indispensable para el inicio del proceso infeccioso. (p. 9)

b) Etapas de desarrollo de micosis

Durante el desarrollo de las micosis, existen las siguientes etapas:

Adhesión de la conidia a la cutícula del insecto

Según Gómez et al. (2014), esta primera etapa consiste en:

En el contacto de la unidad infectiva del hongo o conidia con la superficie del insecto. Las responsables de esta unión son las características físicas y químicas de las superficies tanto de la conidia como de la superficie del insecto. En algunos hongos la adhesión es un proceso no específico, mientras que en otros es un proceso específico. En este proceso participan algunas glicoproteínas que sirven como un receptor específico para las conidias. Las zonas de adhesión, son las regiones intersegmentales o zonas blandas. (p. 9)

Germinación de la conidia

Según manifiesta Gómez et al. (2014), durante la segunda etapa sucede el proceso: Mediante el cual, la conidia o espora sobre el integumento del insecto germina emitiendo un tubo germinativo, formando luego un apresorio con el cual se fija en la cutícula. El tubo germinativo puede ser largo o corto y en algunos casos no llega a formarse. El tiempo de germinación dependiendo de la cepa es de 12 a 20 horas. (p. 10)

Penetración del integumento

Gómez et al. (2014), respecto a la acción de penetración del revestimiento señala lo siguiente:

La penetración de la cutícula del insecto, ocurre como resultado de la degradación enzimática de la cutícula y la presión mecánica ejercida por el tubo germinativo. En este proceso participa un mecanismo físico y químico, el primero consiste en la presión por la estructura de penetración, la cual rompe la áreas esclerotizadas y membranosas de la cutícula. El mecanismo químico consiste en la acción enzimática, principalmente proteasas, lipasa y quitinasas, las cuales degradan el tejido de la zona de penetración, lo que facilita la penetración física. El tiempo de penetración es de 8 a 12 horas. (p. 10)

Multiplicación del hongo en el hemocele

En esta cuarta etapa, “una vez que el hongo llega al hemocele, la hifa se ensancha y ramifica dentro del tejido del insecto, en forma de levaduras o desarrollo por gemación, produciendo formas miceliales libres y unicelulares llamados blastosporas” (Gómez et al., 2014, p. 10).

Producción de toxinas

Según Gómez et al. (2014), durante esta quinta etapa los hongos entomopatógenos:

Producen toxinas que matan al insecto, aunque algunos hongos aparentemente no poseen toxinas y matan al insecto al consumir todos sus nutrientes. Las toxinas son sustancias de baja toxicidad para mamíferos pero muy tóxicas para artrópodos, causando la muerte del insecto debido a sus propiedades insecticidas, además actúan como inhibidores de las reacciones de defensa del insecto. (p. 10)

Muerte del insecto

Gómez et al. (2014), manifiesta que, durante la sexta etapa sobreviene:

La muerte del insecto infectado, ocurre generalmente antes de que el hongo colonice totalmente el hemocele del insecto, debido a la acción de las toxinas. Con la muerte del insecto finaliza la fase parasítica y se inicia la fase saprofítica. El tiempo de la muerte depende de la cepa del hongo, hospedante y condiciones ambientales. (p. 10)

Colonización

Desde el punto de vista de Gómez et al. (2014), durante esta séptima etapa ocurre que:

Una vez muerto el insecto, el micelio invade todos los órganos y tejidos. Después de la colonización, en la mayoría de los casos los hongos producen sustancias antibacteriales que impiden la descomposición del insecto manteniéndolo como una momia, también puede presentarse el cambio de color en el cadáver del insecto. El tiempo que dura la colonización es de 3 a 8 días, dependiendo de la cepa del hongo (p. 11)

Emergencia

Gómez et al. (2014), manifiesta que, durante la octava etapa, una vez muerto el insecto:

Si las condiciones de humedad relativa ambiental son favorables, (\geq a 90%) el hongo emerge al exterior a través de la cutícula principalmente a través de las zonas menos esclerosadas, y esporulan sobre el cadáver produciendo inóculo para infectar a otros insectos. Si las condiciones externas no son favorables, el hongo permanece en el interior del insecto, protegido por el integumento, donde puede sobrevivir por algunos meses, hasta que lleguen las condiciones favorables para su esporulación. (p. 11)

Esporulación

En esta novena etapa, “cuando las hifas emergen al exterior, y las condiciones de humedad relativa son favorables, hay producción de conidios o esporas en un período de 24 a 48 horas. Fase donde el insecto muerto adquiere la coloración característica del hongo involucrado” (Gómez et al., 2014, p. 11).

Diseminación

Finalmente, en la décima etapa “los conidios o esporas del hongo que son las unidades infectivas se diseminan por medio del viento, lluvia, animales, hombre, buscando nuevos hospedantes para iniciar el proceso de infección” (Gómez et al., 2014, p. 11).

1.2.4. Hongo *Beauveria bassiana*

La *Beauveria bassiana* “es considerado uno de los agentes de control biológico con mejor eficiencia en el sector agrícola. Existen experiencias de todas partes del mundo en el control exitoso de varios tipos de plagas en el sector agrícola” (Chiriboga, et al., 2015, p. 1).

a) Clasificación taxonómica

Desde la posición de Hernández (2016); Dávila (2018), taxonómicamente, el hongo *Beauveria bassiana*, se clasifica de la siguiente manera:

Reino : Fungi
Filum : Ascomycota

Subfilum	: Pezizomycota
Clase	: Sordariomycetes
Sub clase	: Hypocreomycetidae
Orden	: Hypocreales
Familia	: Clavicipitacea
Género	: <i>Beauveria</i>
Especie	: <i>Beauveria bassiana</i>

b) Importancia

Carballo y Guharay (2004), respecto a la importancia y el uso del hongo entomopatógeno *Beauveria bassiana*, manifiestan que:

Los primeros datos sobre *Beauveria bassiana* fueron emitidos por Agostino Bassi en 1834 cuando demostró que este hongo era el agente causal de una enfermedad en el gusano de seda *Bombix mori*, conocida como la muscardina blanca. *B. bassiana* se conoce muy bien por su amplio rango de hospederos y distribución geográfica, ha sido probada por su patogenicidad contra más insectos plagas que cualquiera otra especie de hongo. Su uso como bioplaguicida es bajo comparado con el *Bacillus thuringiensis* pero ha sido considerado como un candidato muy importante para usarse en el control microbiano de plagas. Su uso ha sido muy importante en China y en Europa, mientras que, en América Latina, ha sido para el control de la broca del café. (p. 35)

c) Características

Carballo y Guharay (2004), en relación a las características del hongo entomopatógeno *Beauveria bassiana*, señalan que:

Este hongo presenta unas estructuras que son visibles al microscopio llamadas fiálidas o células conidiógenas que tienen una base globosa o sea en forma de botella y se extienden apicalmente en grupos densos. Estas fiálidas presentan un raquis que es denticulado en zig-zag y se extiende apicalmente con un conidio por dentículo. El conidio es aseptado, globoso y menor a 3.5 µm para *B. bassiana* y ovoides a cilíndricos con 2.5 a 4.5 µm para *B. brongniarti*. El micelio es de color blanco y los conidios presentan una coloración blanca a crema. Los cadáveres de insectos infectados por *B. bassiana*, presentan una cubierta blanca muy densa formada por el micelio y esporulación del hongo. Generalmente, los cadáveres de

insectos atacados se momifican quedando adheridos en la planta, principalmente en el envés de la hoja. (p. 35)

d) Ciclo de vida

Carballo y Guharay (2004), respecto al período de vida que tiene el hongo entomopatógeno *Beauveria bassiana*, señalan que:

El ciclo de vida comprende dos fases, una patogénica y la otra saprofítica. La fase patogénica involucra cuatro pasos principales: adhesión, germinación, diferenciación y penetración. El proceso de infección se inicia con la unión de los conidios del hongo a la cutícula del insecto. Existen sitios preferenciales del tegumento del insecto hospedante donde los conidios se adhieren, germinan y penetran. Estos lugares corresponden a las regiones intersegmentales del insecto donde la composición y estructura es sensiblemente diferente al resto del tegumento.

Las condiciones óptimas para la germinación son: temperatura de 23 a 25 °C y humedad del 92%. El conidio germina originando un tubo germinativo en cuyo extremo se diferencia un apresorio cuya función podría ser debilitar la cutícula en los puntos de contacto o simplemente es una transición hacia la formación del pico o estaquilla de penetración.

La fase saprofítica ocurre dentro del hemocele, con un crecimiento prolífico del hongo. Esta multiplicación del hongo ocurre por gemación produciendo formas micelianas libres y unicelulares llamadas blastosporas y también la producción de hifas. Finalmente, el hongo invade los tejidos y como consecuencia ocurre la muerte del hospedante. Después de la muerte ocurre una fase de crecimiento micelial hacia el exterior que concluye con la producción de nuevas unidades reproductivas (conidios) sobre la superficie y rodeando el cadáver del insecto. (p. 36)

e) Toxinas

Desde la posición de Carballo y Guharay (2004), el hongo entomopatógeno *Beauveria bassiana*, producen:

Varias toxinas siendo las principales los ciclodepsipeptidos entre los cuales están la beauvericine, el beauverolide HeI, el bassianolide, el isarolide A, B y C. Todas estas son aisladas del micelio de *B. bassiana*. Beauvericina es el compuesto que

ha recibido más atención. Ha demostrado ser tóxico a moscas y mosquitos en pruebas realizadas en laboratorio. Esta toxina ayuda a romper el sistema inmunológico del hospedante. (p. 37)

f) Modo de entrada

Según Carballo y Guharay (2004), el mecanismo de entrada del hongo entomopatógeno *Beauveria bassiana*, es cuando ingresa:

A través de la cutícula, principalmente por las partes frágiles mediante procesos físicos y químicos a través de las enzimas producidas durante la germinación y penetración como son quitinasas, proteasas y lipasas, que actúan en un orden determinado por el sustrato de la cutícula, primero sobre la porción cerosa de la epicutícula y luego sobre la matriz de proteína y quitina. Previo a la penetración del hongo, hay una actividad metabólica a nivel de apresorio que ayuda a degradar la capa cerosa de la epicutícula probablemente con enzimas proteasas, amilopeptidasas y esterases que facilitan el proceso de penetración. Otra vía de entrada es a través del tracto digestivo, pero, generalmente los conidios no pueden germinar en el intestino. (p. 37)

g) Modo de acción

Carballo y Guharay (2004), respecto a la forma de acción del hongo entomopatógeno *Beauveria bassiana*, señalan que:

La multiplicación del hongo en el interior del hospedero conduce a la producción de hifas y blastosporas y a la producción de toxinas que en conjunto van a provocar la enfermedad y la muerte del insecto. Esta ocurre por la acción física del micelio mismo invadiendo los órganos y tejidos, comenzando por el tejido graso y también por la caída o desbalance de nutrientes y por la acción insecticida de los metabolitos tóxicos emitidos por el hongo, principalmente la Beauvericina. (p. 38)

h) Sintomatología

Carballo y Guharay (2004), respecto a la presencia de la sintomatología del hongo entomopatógeno *Beauveria bassiana*, señalan que:

Los insectos antes de sucumbir a la infección, exhiben varios síntomas incluyendo intranquilidad, cese de alimentación y pérdida de coordinación. Puede haber cambios en la coloración del tegumento. Los insectos enfermos, generalmente, se

mueven hacia lugares altos como la vegetación o si son subterráneos, hacia la superficie del suelo donde van a permanecer hasta su muerte y luego como cadáveres adheridos a las hojas y ramas o sobre el suelo presentando los signos característicos. (p. 38)

i) Toxicidad para otros organismos

“Los bioplaguicidas basados en *B. bassiana*, generalmente son seguros y no presentan ningún peligro serio para animales superiores. Tampoco, se han observado efectos sobre abejas en el campo” (Carballo & Guharay, 2004, p. 38).

1.2.5. Hongo *Metarhizium anisopliae*

a) Clasificación taxonómica

Según Hernández (2016), el hongo *Metarhizium anisopliae*, taxonómicamente se clasifica de la siguiente manera:

Reino	: Fungi
Filo	: Ascomycota
Clase	: Sordariomycetes
Orden	: Hypocreales
Familia	: Clavicipitaceae
Género	: <i>Metarhizium</i>
Especie	: <i>Metarhizium anisopliae</i>

Nombre binomial: *Metarhizium anisopliae* (Metchnikoff) Sorokin.

b) Importancia

Carballo y Guharay (2004), respecto a la importancia y el uso del hongo entomopatógeno *Metarhizium anisopliae*, manifiestan que:

El *Metarhizium anisopliae*, es el agente causal de la murcardina verde y es un patógeno de más de 300 especies de siete órdenes de insectos. Los Coleópteros son los hospederos más comunes. Es el segundo hongo entomopatógeno más ampliamente usado en el control microbioal y es el hongo más utilizado en Latinoamérica para el control de diferentes especies de Cercópodos que son plagas en la caña de azúcar. (p. 39)

c) Características

Carballo y Guharay (2004), en relación a las características del hongo entomopatógeno *Metarhizium anisopliae*, señalan que:

Visto al microscopio, *M. anisopliae* presenta células conidiógenas (fiálidas) de forma cilíndrica, con ápices redondeados o cónicos y están arreglados en densos himenios. Los conidióforos son ramificados repetidamente formando una estructura semejante a un candelabro. Los conidios son aseptados, cilíndricos u ovoides, formando cadenas arregladas en columnas prismáticas “o cilíndricas o en masas sólidas de cadenas paralelas. Su color varía entre el verde pálido o brillante a verde-amarillo u oliváceo. *M. anisopliae* var. *anisopliae* presenta conidios cortos de 3.5 a 9 µm mientras que *M. anisopliae* var. *mejor* presenta conidios de 9 a 18 µm. Los cadáveres de los insectos afectados, se observan completamente cubiertos con micelio del hongo de color blanco. Cuando el hongo esporula sobre el cadáver, adquiere una coloración verdosa. (p. 39)

d) Ciclo de vida

Carballo y Guharay (2004), respecto al período de vida que tiene el hongo entomopatógeno *Metarhizium anisopliae*, señalan que:

El ciclo de vida de *Metarhizium anisopliae* comprende una fase patogénica que se inicia con la unión de los conidios del hongo a las partes frágiles de la cutícula del insecto. Si las condiciones de humedad son adecuadas, ocurre la germinación de los conidios originando un tubo germinativo y luego se forma la estaquilla de penetración para penetrar la cutícula. Antes de que ocurra la muerte del insecto proliferan cuerpos hifales. La muerte del insecto marca el fin de la fase patogénica y el micelio empieza a crecer saprofiticamente dentro del hemocele invadiendo todos los tejidos. La muerte del hospedante ocurre tanto por el efecto mecánico del hongo como por el efecto de los metabolitos tóxicos producidos. Después de la muerte, ocurre una fase de crecimiento micelial hacia el exterior que concluye con la producción de nuevas unidades reproductivas (conidios) sobre la superficie y rodeando el cadáver del insecto. (p. 40)

e) Toxinas

Desde la posición de Carballo y Guharay (2004), el hongo entomopatógeno *Metarhizium anisopliae*, producen:

Varias toxinas entre ellas los ciclodepsipeptidos como las dextrinas A, B, C, D y la desmetildextrina B y otras como la A1, A2, B1, C2, D1, D2, y E1. Son compuestos tóxicos para los insectos por inyección intrahemocélica y su efecto tóxico varía con la especie de insecto. Otros compuestos son las cytochalasinas que pueden contribuir al desarrollo de la enfermedad en insectos afectados por *Metarhizium*. (p. 40)

f) Modo de entrada

Según Carballo y Guharay (2004), el mecanismo de entrada del hongo entomopatógeno *Metarhizium anisopliae*, es cuando:

Después de germinar, el hongo penetra al insecto por las regiones frágiles de la cutícula mediando la acción física propia del hongo a través de las estructuras formadas después de la germinación como son los apresorios y la estaquilla de penetración y también mediante la acción química gracias a la participación de enzimas como proteasas, lipasas y quitinasas que degradan la cutícula. (p. 40)

g) Modo de acción

Carballo y Guharay (2004), respecto a la forma de acción del hongo entomopatógeno *Metarhizium anisopliae*, señalan que:

Además de la acción física del micelio producido por la multiplicación del hongo en el interior del cuerpo del insecto que invade los órganos y tejidos, es muy importante la participación de las destruxinas que tienen una acción insecticida propia. El hospedero produce reacciones de defensa celular por ejemplo granulomas que son tejidos formados para rodear el micelio. Las toxinas producidas por el hongo erosionan estos granulomas y permiten a las blastosporas invadir el hemocele. Las toxinas también matan al hospedero al provocar una degradación progresiva de sus tejidos debido a la pérdida de integridad estructural de las membranas y la consecuente deshidratación de las células por pérdida de fluidos. (p. 41)

h) Sintomatología

Carballo y Guharay (2004), respecto a la presencia de la sintomatología del hongo entomopatógeno *Metarhizium anisopliae*, señalan que:

Los insectos enfermos presentan cambios de conducta, entre ellos cese de la alimentación, pérdida de coordinación, movilización a partes altas de la planta en que se encuentran o movilización hacia la superficie del suelo en caso de insectos del suelo y síntomas como cambio de coloración del tegumento o manchas en la piel. Después de morir, permanecen como cadáveres presentando los signos característicos como son crecimiento del hongo en las zonas intersegmentales del insecto y una coloración verde por efecto de la esporulación. (p. 41)

i) Toxicidad para otros organismos

“Este hongo no tiene efectos sobre otros organismos como vertebrados y sobre la salud humana. Tampoco se han encontrado efectos negativos del hongo sobre las abejas en el campo” (Carballo & Guharay, 2004, p. 41).

1.2.6. Hongo *Lecanicillium lecanii*

a) Clasificación taxonómica

Según Zare y Grams (2001, como se cita en Vargas, 2017) “el hongo *Lecanicillium lecanii*, taxonómicamente se clasifica de la siguiente manera:

Reino	: Fungi
División	: Ascomycota
Subdivisión	: Ascomicotina
Clase	: Sordariomycetes
Orden	: Hypocreales
Género	: <i>Lecanicillium</i>
Especie	: <i>Lecanicillium lecanii</i>

b) Importancia

Carballo y Guharay (2004), respecto a la importancia y el uso del hongo entomopatógeno *Lecanicillium lecanii*, manifiestan que:

Es un hongo entomopatógeno de amplia distribución que produce epizootias espectaculares en áfidos, escamas y cochinillas en regiones tropicales y subtropicales pero no en zonas templadas. Se han desarrollado varios productos comerciales que han sido usados principalmente en invernaderos para el control de áfidos como *Myzus persicae*, *Aphis gossypii* y mosca blanca (*Trialeurodes vaporariorum*). Es también común encontrarlo naturalmente sobre cochinillas en

cítricos y también sobre *Coccus viridis* en café manteniendo las poblaciones de esta plaga por debajo del nivel de daño económico. Rara vez es encontrado sobre otros órdenes de insectos como Coleópteros, Dípteros, Colembola y arañas. También actúa como hiperparásito de la roya del café (Carballo & Guharay, 2004, p. 42).

c) Características

Carballo y Guharay (2004), en relación a las características del hongo entomopatógeno *Lecanicillium lecanii*, señalan que:

Presenta unas estructuras que se ven al microscopio llamadas fiálidas que tienen apariencia de ramas y son células conidiógenas o estructuras donde se forman los conidios. Estas fiálidas son alargadas y se estrechan desde la base, presentándose en verticilos de 2–6, apareados o solitarios sobre hifas o apicalmente sobre ramas cortas. Los conidios son hialinos, aseptados, cilíndricos o elipsoides y son producidos dentro de gotas de mucus en los ápices de las fiálidas. Los cadáveres de insectos atacados por este hongo, presentan un aspecto algodonoso de color blanco crema o amarillo (p. 42).

d) Ciclo de vida

Carballo y Guharay (2004), respecto al período de vida que tiene el hongo entomopatógeno *Lecanicillium lecanii*, señalan que:

El ciclo de vida de *Lecanicillium lecanii* comprende la adhesión de los conidios del hongo a la cutícula del insecto. Posteriormente, ocurre la germinación de los conidios originando un tubo germinativo. Este hongo requiere una alta humedad para germinar y posiblemente una película de agua y una temperatura de 20 a 25°C. Luego se forma la estaquilla de penetración para penetrar la cutícula. Varias enzimas participan en la invasión de la cutícula del insecto. Luego, dentro del hemocele, ocurre un crecimiento prolífico del hongo y la invasión de los tejidos y como consecuencia ocurre la muerte del hospedante participando posiblemente también algún metabolito tóxico en el proceso de degeneración. Después de la muerte, ocurre una fase de crecimiento micelial hacia el exterior que concluye con la producción de nuevas unidades reproductivas (conidios) sobre la superficie y rodeando el cadáver del insecto. (p. 43)

e) Toxinas

Según Carballo y Guharay (2004) “*Lecanicillium lecanii*, produce la toxina bassinolide que ha sido aislada del micelio del hongo y que también es producido por *Beauveria bassiana*” (p. 43).

f) Modo de entrada

Según Carballo y Guharay (2004) “la cutícula es la única vía de infección del hongo. La penetración al interior del insecto ocurre tanto por acción química donde participan las enzimas lipasas proteasas y quitinasa como también la acción física mediante las estructuras propias del hongo” (p. 43).

g) Modo de acción

Según Carballo y Guharay (2004) “luego de la penetración ocurre un crecimiento acelerado del hongo dentro del cuerpo del insecto que invade órganos y tejidos y posiblemente hay una acción toxica de la toxina que produce este hongo que va a provocar la muerte” (p. 43).

h) Sintomatología

Carballo y Guharay (2004), respecto a la presencia de la sintomatología del hongo entomopatógeno *Lecanicillium lecanii*, señalan que:

Los insectos enfermos por este hongo entomopatógeno dejan de alimentarse y permanecen adheridos a la hoja en que se encuentran. En los estados iniciales de la enfermedad se presenta un cambio de coloración del tegumento del insecto. Después de la muerte, los insectos se observan de coloración crema por el crecimiento del hongo sobre los cadáveres (p. 44).

i) Toxicidad para otros organismos

“Este patógeno es inocuo para el hombre y otros vertebrados, tampoco se ha observado atacando insectos útiles o de importancia en el control biológico o a polinizadores, aunque se ha reportado su presencia en arañas, las cuales son generalmente depredadoras” (Carballo & Guharay, 2004, p. 44).

1.2.7. Producto biológico comercial Arrazador-PBA

Según Jorge (2018), el insecticida biológico, Arrazador® tiene las siguientes características:

Ingrediente activo	: <i>B. bassiana</i> , <i>L. lecanii</i> , <i>M. anisopliae</i> .
Concentración	: 1×10^{10} conidias/g
Formulación	: Polvo mojable
Clase de uso	: Insecticida biológico agrícola
Titular	: PBA

a) Características generales

Sandino (2003, como se cita en Jorge, 2018), respecto a las características del producto biológico Arrazador-PBA, señala que es un bioinsecticida que contiene conidios del hongo *Beauveria bassiana*, *Lecanicilium lecanii* y *Metarhizium anisopliae*, que actúa por contacto controlando a todos los estados de desarrollo de la plaga, infectando otros insectos plaga, como cogollero (*Spodoptera* sp.), mosca blanca (Aleyrodidae), trips (Thysanoptera), minador (*Liriomyza huidobrensis*), chinche (*Cimex lectularius*) y mazorquero (*Carmenta foraseminis*). Actúa por contacto en los diferentes estadios de los insectos plaga. La muerte puede ocurrir a los tres o cinco días, dependiendo de la virulencia del hongo y estadio del insecto. Los insectos muertos son cubiertos completamente con micelio, el cual inicialmente es de color blanco, y se torna verde cuando el hongo esporula (p. 26).

Por su parte Milner (2000, como se cita en Jorge, 2018), manifiesta respecto a las características del producto biológico Arrazador-PBA, señalando que la *Beauveria bassiana*, *Lecanicilium lecanii*, *Metarhizium anisopliae* se encuentran en diversos ambientes, las temperaturas presentes en los agro ecosistemas varían de 10 a 40°C, los cuales no afectan a los hongos entomopatógenos, para iniciar el proceso de infección en el insecto se requiere que los conidios se pongan en contacto con el insecto lo cual se obtiene con una buena aplicación, pero para la esporulación sobre el cadáver del insecto se requiere que la humedad relativa sea superior a los 80 %. *Metarhizium anisopliae*, puede liberar conidias en condiciones bajas de humedad, menores del 50 %, además que pueden obtener nutrientes de los lípidos de la cutícula. Su hábitat natural es el suelo, aunque no crece saprofiticamente, en el suelo permanecen como conidios dormantes que infectan hospederos susceptibles a su contacto. Las larvas de escarabeídos son sus

hospederos típicos y su coevolución ha conducido a que algunos aislados sean específicos a uno o dos géneros de escarabeídos (p. 26).

CAPÍTULO II METODOLOGÍA

2.1. UBICACIÓN

El presente trabajo de investigación se desarrolló en la plantación de cacao, ubicada en la comunidad de Sampantuari Baja, distrito de Kimbiri, situada a una altitud de 617 m s n m, entre las coordenadas geográficas 14°16'05" Latitud Sur y 73°58'13" Longitud Oeste.

2.2. CARACTERÍSTICAS DEL LUGAR DE INVESTIGACIÓN

La comunidad de Sanpantuari baja del distrito de Kimbiri, está ubicada en la ceja de selva, cuenca del Río Apurímac, correspondiente a la zona de vida Bosque muy Húmedo Premontano Tropical (bmh – PT), según la clasificación de las zonas de vida propuesta por Holdridge (1967); caracterizado por la presencia de un clima tropical, con una biotemperatura media anual que varía entre 24° C y 25.5° C y un promedio de precipitación variable entre 3,000 y 3,500 milímetros con una vegetación de especies forestales principales que caracterizan a estas Zonas de Vida como las "moenas" de la familia Lauraceas, correspondiente a los géneros Aniba, Ocotea, Persea, Nectandra, etc. (ONERN, 1976, p. 112).

2.3. EQUIPOS, HERRAMIENTAS Y OTROS MATERIALES

2.3.1. Equipos

- Mochila fumigadora
- Balanza de precisión
- Vernier
- Cámara fotográfica
- Lupa 40X-25mm
- Motoguadaña

2.3.2. Herramientas

- Machete chanfle
- Navaja de injertar
- Tijera de podar
- Estaca de madera ahusada
- Flexómetro de 5 m
- Wincha de lona de 50 m
- Cartel de identificación por Bloque y tratamiento

2.3.3. Otros materiales

- Libreta de campo
- Plumones de tinta indeleble
- Clavo de 1 pulgada
- Baldes de 1 galón
- Cinta plástica
- Baquetas para remover la mezcla de insumos

2.4. MATERIALES EN ESTUDIO

2.4.1. Material entomopatógeno

El material hongo entomopatógeno *Beauveria bassiana*, *Lecanicillium lecanii* y *Metarhizium anisopliae*, fueron adquiridas de Servicio Nacional de Sanidad Agraria – SENASA, sede VRAE, mientras que el producto Arrazador-PBA, fue adquirido en el mercado del distrito de Kimbiri.

2.4.2. Material fitogenético

El material fitogenético estuvo conformado alrededor de una hectárea de plantación de cacao Clon CCN-51 en plena producción, instalada aproximadamente hace 06 años, utilizando el sistema cuadrado con un distanciamiento de tres metros entre plantas y 3 metros entre filas, ubicado en la comunidad de Sampantuari Baja del distrito de Kimbiri.

2.5. FACTORES EN ESTUDIO

2.5.1. Hongos entomopatógenos

a) Aplicación de *Beauveria bassiana*

Para la aplicación del hongo entomopatógeno *Beauveria bassiana*, se utilizó una solución de 30 g del producto biológico en 20 litros de agua. La preparación de la solución del hongo entomopatógeno (*Beauveria bassiana*, se realizó bajo sombra aproximadamente una hora antes de su aplicación, con la finalidad de hidratar el microorganismo; para lo cual se utilizó un balde limpio, donde se disolvió los 30 gramos del producto en 20 litros de agua limpia, agitando por varios minutos con una varilla mezcladora. Posteriormente, utilizando una mochila fumigadora se ha asperjado la solución directamente a las mazorcas del cacao, considerando que la oviposición de *Carmenta* se produce a nivel del fruto.

b) Aplicación de *Lecanicillium lecanii*

Para la aplicación del hongo entomopatógeno *Lecanicillium lecanii*, se utilizó una solución de 160 g del producto biológico en 20 L de agua. La preparación de la solución del hongo entomopatógeno *Lecanicillium lecanii*, se realizó bajo sombra aproximadamente una hora antes de su aplicación, con la finalidad de hidratar el microorganismo; para lo cual se utilizó un balde limpio, donde se disolvió los 160 gramos del producto en 20 litros de agua limpia, agitando por varios minutos con una varilla mezcladora. Posteriormente, utilizando una mochila fumigadora se ha asperjado la solución directamente a las mazorcas del cacao, considerando que la oviposición de *Carmenta* se produce a nivel del fruto.

c. Aplicación de *Metarhizium anisopliae*

Para la aplicación del hongo entomopatógeno *Metarhizium anisopliae*, se utilizó una solución de 30 g del producto biológico en 20 L de agua. La preparación de la solución del hongo entomopatógeno *Metarhizium anisopliae*, se realizó bajo sombra aproximadamente una hora antes de su aplicación, con la finalidad de hidratar el microorganismo; para lo cual se utilizó un balde limpio, donde se ha disuelto los 30 g del producto en 20 litros de agua limpia, agitando por varios minutos con una varilla mezcladora. Posteriormente, utilizando una mochila fumigadora se ha asperjado la solución directamente a las mazorcas del cacao, considerando que la oviposición de *Carmenta* se produce a nivel del fruto.

c) Aplicación de producto Arrazador

Según la investigación de Jorge (2018), para la aplicación del producto Arrazador-PBA (contiene ingredientes activos de *Beauveria bassiana*, *Lecanicillium lecanii*, *Metarhizium anisopliae*) se utilizó una solución de 30 g del producto biológico en 20 L de agua. La preparación de la solución del producto Arrazador-PBA, se realizó bajo sombra aproximadamente una hora antes de su aplicación, con la finalidad de hidratar el producto; para lo cual se utilizó un balde limpio, donde se ha disuelto los 30 g del producto en 20 litros de agua limpia, agitando por varios minutos con una varilla mezcladora. Posteriormente, utilizando una mochila fumigadora se ha asperjado la solución directamente a las mazorcas del cacao, considerando que la oviposición de *Carmenta* se produce a nivel del fruto.

2.6. TRATAMIENTOS

Factor en estudio

- a.1. Testigo
- a.2. *Beauveria bassiana*.
- a.3. *Lecanicillium lecanii*.
- a.4. *Metarhizium anisopliae*.
- a.5. Producto Arrazador-PBA (contiene ingredientes activos de *Beauveria bassiana*, *Lecanicillium lecanii* y *Metarhizium anisopliae*).

Considerando los factores en estudio, los tratamientos se muestran en la tabla 2.1.

Tabla 2.1

Tratamientos de los factores en estudio

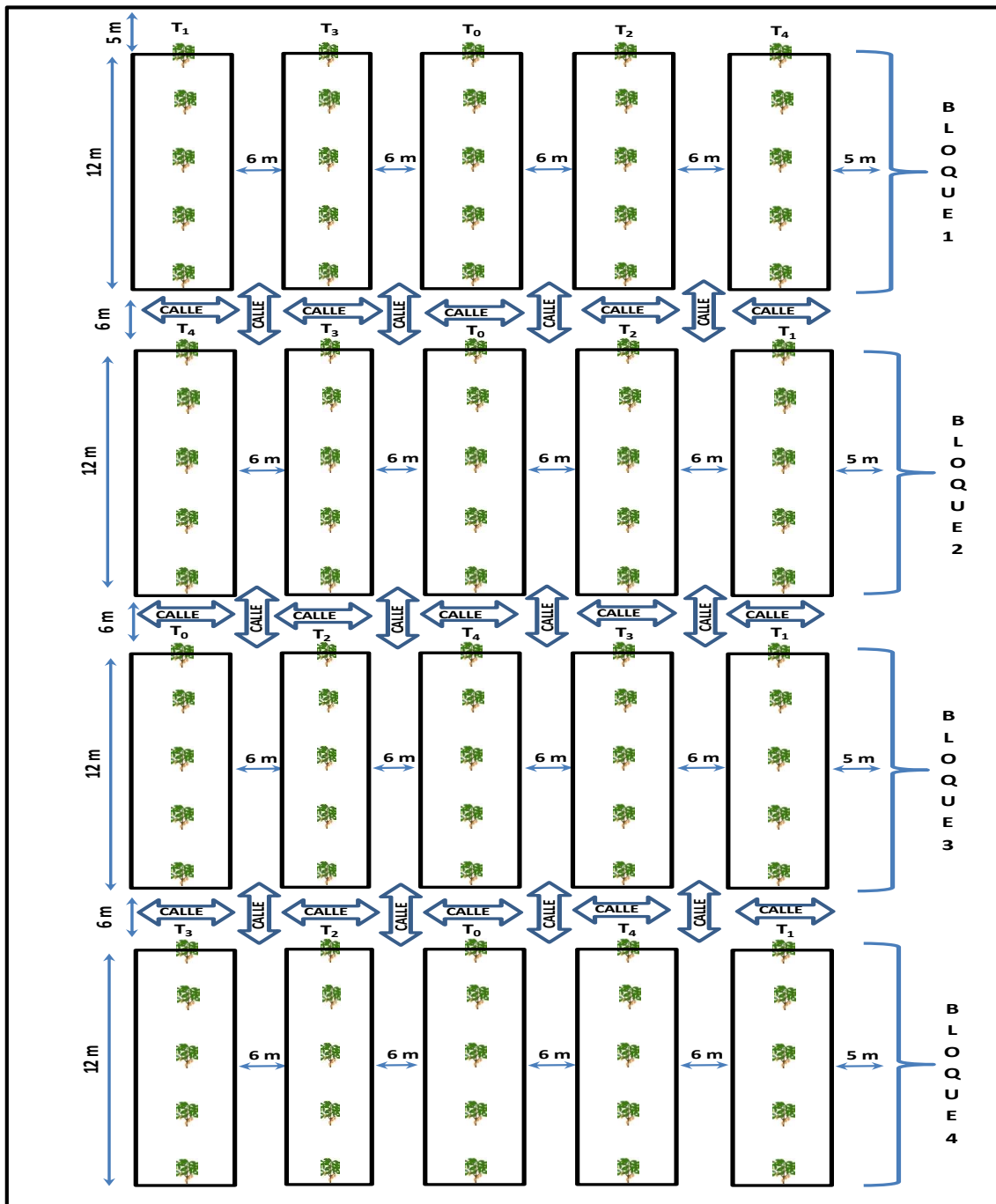
N°	Tratamientos	Descripción de los tratamientos
1	T ₀	Testigo, sin aplicación de hongo entomopatógeno
2	T ₁	<i>Beauveria bassiana</i> ,
3	T ₂	<i>Lecanicillium lecanii</i>
4	T ₃	<i>Metarhizium anisopliae</i>
5	T ₄	Producto biológico comercial Arrazador-PBA (contiene ingredientes activos de <i>Beauveria bassiana</i> , <i>Lecanicillium lecanii</i> , <i>Metarhizium anisopliae</i>)

2.7. DISTRIBUCIÓN DEL CAMPO EXPERIMENTAL

La distribución del campo experimental se muestra en la figura 2.2.

Figura 2.1

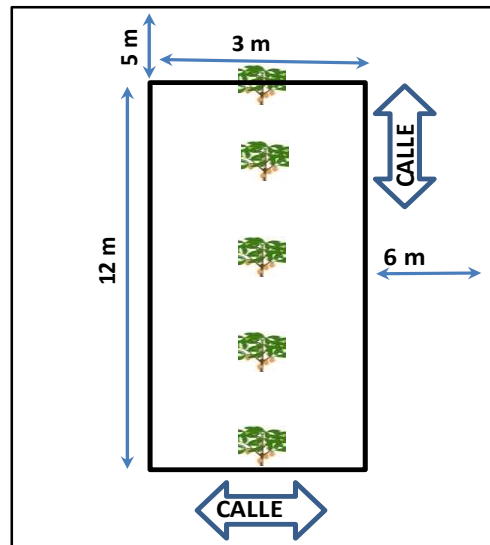
Distribución del campo experimental



Las características de la unidad experimental en la figura 2.3.

Figura 2.2

Croquis de unidad experimental



2.8. DISEÑO DE EXPERIMENTO

Para el presente estudio, se utilizó el Diseño Bloque Completo Randomizado (DBCR), con 4 tratamientos más un testigo, con cuatro repeticiones (4ME + 1T x4r), con un total de 20 unidades experimentales.

El modelo aditivo lineal es lo siguiente:

$$Y_{ij} = \mu + T_i + \beta_j + \varepsilon_{ij};$$

Donde:

Y_{ij} : Observación del i-ésimo tratamiento en el j-ésimo bloque

μ : Promedio general

T_i : Efecto del i-ésimo tratamiento

β_j : Efecto del j-ésimo bloque

ε_{ij} : Error experimental del i-ésimo tratamiento en el j-ésimo bloque

2.9. INSTALACIÓN DEL EXPERIMENTO

2.9.1. Actividades preliminares

Las actividades preliminares consistieron en realizar visita exploratoria conjuntamente con el asesor, retirando los obstáculos en la demarcación y preparación del campo experimental. Asimismo, las actividades de desmalezado y limpieza para la instalación del ensayo y las evaluaciones correspondientes.

2.9.2. Demarcación de campo experimental

La demarcación del campo experimental se realizó dentro de una plantación de cacao en plena producción, para lo cual se ha utilizado wincha, cordel y estacas, de acuerdo al diseño experimento, delimitando los bloques, las parcelas y las calles correspondientes. Siendo así, de acuerdo al distanciamiento de la plantación de cacao, establecido a tres metros entre plantas; el campo experimental tuvo una extensión aproximada de 2,574 m², de 39 metros de ancho por 66 metros de largo. Mientras para cada parcela o unidad experimental, se ha considerado conformar de una hilera de cinco plantas de cacao en producción, con dimensiones de tres metros de ancho por 12 metros de largo, haciendo un total de 36 m².

2.9.3. Aplicación de hongos entomopatógenos

La primera aplicación de los hongos entomopatógenos y el producto Arrazador-PBA, se efectuó el 05 de octubre de 2019, posteriormente se aplicó cada 15 días, sucesivamente en seis ocasiones durante el periodo de investigación, teniendo en cuenta la etapa de fructificación del cacao, y cuando las mazorcas lograron alcanzar una longitud próxima entre 16 a 22 cm de longitud, evento fenológico ocurrido aproximadamente entre los 84 a 126 días, equivalente de 2.8 a 4.2 meses de tiempo de desarrollo de la mazorca o fruto del cacao, porque en esta etapa de desarrollo del cacao Clon CCN 51, hay mayor preferencia de infestación por la *Carmenta* spp. (Ccente, 2019). Tomando en cuenta actividades agrícolas de los agricultores de cacao del VRAE y la información dada en la cartilla de los Productos Biológicos para la Agricultura.

La aplicación de los hongos entomopatógenos y el producto Arrazador-PBA en estudio, se ha realizado utilizando mochila fumigadora, administrando en forma de aspersión directamente a las mazorcas o frutos en las plantas en evaluación. Siendo el momento propicio de su aplicación en horas de la mañana, tarde y cualquier otro horario aprovechando los días nublados, a fin de evitar que las temperaturas altas pueden afectar la eficiencia de la acción de los microorganismos.

2.10. CONDUCCIÓN DEL EXPERIMENTO

La conducción del experimento consistió en realizar las diferentes labores complementarias durante el ciclo vegetativo del cultivo, así como de las evaluaciones correspondientes de acuerdo a los parámetros en estudio.

2.10.1. Deshierbe

El deshierbe fue una labor que consistió en extraer y eliminar las plantas extrañas al cultivo, realizando en forma manual, utilizando machete tipo chanfle y moto guadaña, actividad realizada el 26 de setiembre de 2019, nueve días antes de la primera aplicación de los productos entomopatógenos y los deshierbes sucesivos se realizó de acuerdo a la presencia de la maleza.

2.10.2. Control fitosanitario

El control fitosanitario consistió en realizar actividades culturales junto al deshierbe, con el propósito de prevenir, el ataque de plagas y enfermedades, efectuando la poda de las ramas deformadas, entrecruzadas y enfermas de la planta de cacao, creando condiciones desfavorables para la población de las plagas y enfermedades.

2.10.3. Cosecha y recolección de datos

La recolección de datos se efectuó a la madurez fisiológica de las mazorcas, llevándose a cabo el 20 de octubre de 2019, exactamente después de 15 días de la primera aplicación de los productos entomopatógenos. Realizando nuevamente la operación de la cosecha en forma escalonada cada 15 días por tratamiento, hasta en seis oportunidades durante el periodo de investigación, teniendo en cuenta la madurez de cosecha de las mazorcas en tratamiento. A partir de la cosecha se obtuvieron los datos necesarios de acuerdo a los parámetros en estudio.

2.11. EVALUACIÓN DE LOS PARÁMETROS EN ESTUDIO

La evaluación de los parámetros en estudio se efectuaron en forma escalonada, luego de la cosecha, teniendo en cuenta la madurez fisiológica de los frutos o mazorcas de cacao, para lo cual se tomó al azar 20 mazorcas, provenientes de cada 5 plantas de cacao en cada tratamiento, en 4 bloques al azar, realizando 80 mazorcas por evaluación de cada tratamiento, se tomaron 4 tratamientos más el testigo; haciendo un total 400 mazorcas en cada evaluación; se realizaron 6 evaluaciones cada 15 días en la parcela de investigación.

2.11.1. Numero de larvas por mazorca

Para cuantificar el número de larvas por mazorca de cacao, al momento de la cosecha, por cada unidad experimental, se tomó al azar 20 mazorcas, provenientes de

cada 5 plantas de cacao en cada tratamiento, en 4 bloques al azar, realizando 80 mazorcas por evaluación de cada tratamiento, se tomaron 4 tratamientos más el testigo; haciendo un total 400 mazorcas en cada evaluación; se realizaron 6 evaluaciones cada 15 días; previamente quebradas las mazorcas y recolectadas las larvas, se contabilizaron el número total de larvas encontradas por mazorca.

2.11.2. Porcentaje de mazorcas sanas

Para cuantificar el porcentaje de mazorcas sanas de cacao, luego de la cosecha, se tomó al azar 20 mazorcas, provenientes de cada 5 plantas de cacao en cada tratamiento, en 4 bloques al azar, realizando 80 mazorcas por evaluación de cada tratamiento, se tomaron 4 tratamientos más el testigo; haciendo un total 400 mazorcas en cada evaluación; se realizaron 6 evaluaciones cada 15 días; se contabilizaron el número total de mazorcas sanas, los resultados se expresaron en porcentaje de mazorcas sanas.

2.11.3. Porcentaje de mazorcas dañadas

Para cuantificar el porcentaje de mazorcas de cacao dañadas por *Carmenita* spp. luego de la cosecha, por cada unidad experimental, se tomó al azar 20 mazorcas, provenientes de cada 5 plantas de cacao en cada tratamiento, en 4 bloques al azar, realizando 80 mazorcas por evaluación de cada tratamiento, se tomaron 4 tratamientos más el testigo; haciendo un total 400 mazorcas en cada evaluación; se realizaron 6 evaluaciones cada 15 días, haciendo un total de 480 mazorcas; previamente verificadas los daños causados por la plaga, se contabilizaron el número total de mazorcas dañadas, los resultados se expresaron en porcentaje de mazorcas dañadas por planta.

2.11.4. Número de perforaciones por mazorca

Para cuantificar el número de perforaciones por mazorca de cacao ocasionado por *Carmenita* spp, luego de la cosecha, se tomó al azar 20 mazorcas, provenientes de cada 5 plantas de cacao en cada tratamiento, en 4 bloques al azar, realizando 80 mazorcas por evaluación de cada tratamiento, se tomaron 4 tratamientos más el testigo; haciendo un total 400 mazorcas en cada evaluación; se realizaron 6 evaluaciones cada 15 días.

2.11.5. Porcentaje de almendra sanas por mazorca

Para cuantificar el porcentaje de almendras sanas por mazorca de cacao, al momento de la cosecha, por cada unidad experimental, se tomó al azar 20 mazorcas,

provenientes de cada 5 plantas de cacao en cada tratamiento, en 4 bloques al azar, realizando 80 mazorcas por evaluación de cada tratamiento, se tomaron 4 tratamientos más el testigo; haciendo un total 400 mazorcas en cada evaluación; se realizaron 6 evaluaciones cada 15 días, previamente quebradas las mazorcas y verificada la sanidad de las almendras, se contabilizaron el número total de almendras sanas, los resultados se expresaron en porcentaje de almendras sanas por mazorca.

2.11.6. Porcentaje de almendras dañadas por mazorca

Para cuantificar el porcentaje de almendra dañadas por mazorca de cacao ocasionada por *Carmenta* spp., al momento de la cosecha, por cada unidad experimental, se tomó al azar 20 mazorcas, provenientes de cada 5 plantas de cacao en cada tratamiento, en 4 bloques al azar, realizando 80 mazorcas por evaluación de cada tratamiento, se tomaron 4 tratamientos más el testigo; haciendo un total 400 mazorcas en cada evaluación; se realizaron 6 evaluaciones cada 15 días, previamente verificada los daños causados por la plaga, se contabilizaron el número total de almendras dañadas, los resultados se expresaron en porcentaje de almendras dañadas por mazorca.

CAPÍTULO III

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La interpretación y la discusión de los resultados, se efectuaron en base a los objetivos de la investigación y de acuerdo a la información obtenida de los parámetros evaluados.

3.1. PORCENTAJE DE MAZORCAS SANAS

Tabla 3.1

ANVA de porcentaje de mazorcas sanas por planta. Beauveria bassiana, Lecanicillium lecanii y Metarhizium anisopliae en el control de Carmenta spp. en Theobroma cacao, Kimbiri, 2019

Fuente de variación	G. L.	SC	CM	F	p-valor
Bloque	3	120.0	40.00	0.21	0.887 ns
Tratamientos	4	4120.0	1030.00	5.42	0.009 **
Error	12	2280.0	190.00		
Total	19	6520.0			

CV = 19.14%

Promedio = 72%

Tabla 3.2

Prueba de Tukey de tratamientos en porcentaje de mazorcas sanas

Tratamientos	N° Rep.	Porcentaje de mazorcas sanas	Tukey 0.05
Arrazador-PBA	4	95%	a
<i>Lecanicillium lecanii</i>	4	75%	a b
<i>Beauveria bassiana</i>	4	70%	a b
<i>Metarhizium anisopliae</i>	4	70%	a b
Testigo	4	50%	b

El ANVA para el porcentaje de mazorcas sanas (tabla 3.1), muestra alta significación estadística para los tratamientos ($p \leq 0,05$); dicho resultado advierte, que al

menos uno de los tratamientos tiene un promedio superior o inferior a los demás; tal es así, para conocer cuáles son esas diferencias, se realizó la prueba de contraste Tukey. El coeficiente de variabilidad de 19.14%, revela alto grado de homogeneidad entre las unidades de análisis y buena precisión en el experimento, es decir, los resultados derivados de esta investigación no son distantes del promedio de 72% de mazorcas sanas.

Según la tabla 3.2, efectuado la prueba de Tukey para los tratamientos, el producto Arrazador-PBA, con 95% de mazorcas sanas, ofrece mejor respuesta en relación a los tratamientos con los hongos entomopatógenos *Lecanicillium lecanii*, *Beauveria bassiana* y *Metarhizium anisopliae*, que reportan 75 y 70 % de mazorcas sanas, en orden descendente. El testigo (sin aplicación del hongo entomopatógeno), alcanza el 50% de mazorcas sin dañar. Al respecto, estadísticamente queda demostrado que, el producto Arrazador-PBA (con ingredientes activos: *Beauveria bassiana*, *Lecanicillium lecanii*, *Metarhizium anisopliae*), es mejor en relación a la aplicación independiente de los hongos entomopatógenos en estudio.

De los resultados se deduce que, el producto Arrazador que contienen los conidios de los hongos *Beauveria bassiana*, *Lecanicillium lecanii* y *Metarhizium anisopliae*; tiene mayor efectividad y mecanismo de acción contra la plaga *Carmentia* spp, posiblemente, está asociado al efecto causado por las diversas toxinas que producen cada uno de estos microorganismos entomopatógenos presentes en el producto biológico y, en consecuencia, menor daño en las mazorcas del cacao, teniendo hasta un 95% de mazorcas sanas, con respecto a los resultados individuales de cada uno de los hongos entomopatógenos indicados, que mantienen entre 75% de hongo *Lecanicillium lecanii*, de 70% de hongo *Beauveria bassiana*, y *Metarhizium anisopliae* de mazorcas sanas.

Según la ficha técnica, el producto biológico Arrazador “contiene conidios del hongo *Beauveria bassiana*, *Lecanicillium lecanii*, *Metarhizium anisopliae*, que actúa por contacto controlando a todos los estados de desarrollo de la plaga, infectando a diversos insectos plaga, entre ellos *Carmentia foraseminis*” (PBA, s.f.). Asimismo, PBA (s.f.) señala que, las conidias, “son unidades infectivas, penetran al insecto, produciéndole disturbios a nivel digestivo, nervioso, muscular, respiratorio, excretorio; el insecto se enferma, deja de alimentarse y muere dentro de tres a cinco días, dependiendo de la virulencia del hongo y estadio del insecto” (p. 1)

El resultado del porcentaje de mazorcas sanas por planta, encontrada en el presente trabajo de investigación tiene relación con la respuesta encontrada por Jorge (2018), quien considera que, el mayor control de la plaga *Carmenta* spp, se logró utilizando el producto Arrazador, disminuyendo de un 45.18 % de incidencia inicial, hasta un 5.55 % y reduciéndola en el menor tiempo posible hasta 0 % de incidencia. Mientras que Dávila (2018), concluye, que el uso de una “cepa nativa 2” del hongo entomopatógeno *Beauveria bassiana*, muestra la potencialidad como agente de control biológico contra el “mazorquero del cacao”.

3.2. NÚMERO DE LARVAS POR MAZORCA

Tabla 3.3

ANVA de número de larvas por mazorca. *Beauveria bassiana*, *Lecanicillium lecanii* y *Metarhizium anisopliae* en el control de *Carmenta* spp. en *Theobroma cacao*, Kimbiri, 2019

Fuente de variación	G. L.	SC	CM	F	p-valor
Bloque	3	5.400	1.800	4.24	0.0294 *
Tratamientos	4	19.700	4.930	11.59	0.0004 **
Error	12	5.100	0.430		
Total	19	30.200			

CV = 19.76%

Promedio = 3.30

Tabla 3.4

Prueba de Tukey de tratamientos en número de larvas por mazorca

Tratamientos	N° Rep.	Número de larvas por mazorca	Tukey 0.05
Producto Arrazador-PBA	4	2.50	a
<i>Metarhizium anisopliae</i>	4	2.75	a
<i>Lecanicillium lecanii</i>	4	3.00	a
<i>Beauveria bassiana</i>	4	3.00	a
Testigo	4	5.25	b

Según la tabla 3.3, el ANVA para el número de larvas por mazorca, muestra alta significación estadística para los tratamientos ($p \leq 0,05$), cuyo resultado manifiesta, que al menos uno de los tratamientos tiene un promedio superior o inferior a los demás; tal es así, para conocer cuáles son esas diferencias, se realizó la prueba de contraste Tukey. El coeficiente de variabilidad de 19.76 %, revela el alto grado de homogeneidad entre las

unidades de análisis y una buena precisión en el experimento, o sea, los resultados derivados de esta investigación no son distantes del promedio de 3.30 larvas por mazorca.

Según la tabla 3.4, realizado la prueba de Tukey para los tratamientos, demuestra que, el producto Arrazador-PBA, con 2.5 larvas por mazorcas, ofrece levemente mejor respuesta respecto a los tratamientos individuales con los hongos entomopatógenos *Metarhizium anisopliae*, *Lecanicillium lecanii* y *Beauveria bassiana*, que reportan 2.75 y 3.0 larvas por mazorca, en orden descendente. El testigo (sin aplicación del hongo entomopatógeno), reporta mayor número de larvas con 5.25 unidades por mazorca. De esta manera, queda demostrado que, el producto Arrazador-PBA (con ingredientes activos: *Beauveria bassiana*, *Lecanicillium lecanii*, *Metarhizium anisopliae*), es ligeramente mejor en relación a la aplicación independiente de los hongos entomopatógenos en estudio.

De los resultados obtenidos se concluye que, el bioinsecticida Arrazador que contienen los conidios de los hongos *Beauveria bassiana*, *Lecanicillium lecanii* y *Metarhizium anisopliae*; posee mejor eficiencia en el nivel de infestación y el mecanismos de acción dentro de la plaga *Carmenta* spp, probablemente, está ligado al efecto causado por las diversas toxinas que producen cada uno de estos microorganismos entomopatógenos presentes en el producto biológico; y, en consecuencia, protege levemente mejor de la cantidad de larvas que puedan ingresar al interior de las mazorcas del cacao, reduciéndola hasta 2.5 larvas por mazorca; siendo ligeramente mejor en relación al efecto individual de cada uno de los hongos entomopatógenos evaluados, que varían entre 2.75 y 3.0 larvas por mazorca.

Dávila (2018), empleando cepas nativas del hongo entomopatógeno *Beauveria bassiana* en el control de *Carmenta foraseminis* a nivel de laboratorio, reportó que la “Cepa 2”, posee mayor patogenicidad, causando el 90 % de mortandad en estadios de huevos y obteniendo un 96.67 % de esporulación. Concluyendo que la *Beauveria bassiana*, muestra potencialidad como bioinsecticida en el control del “mazorquero del cacao.

Fernández (2020), utilizando *Beauveria bassiana* y *Metarhizium anisopliae* para el control de trips (*Frankliniella occidentalis*) en el cultivo de rosas, consiguió la

mortandad de las plagas en un 69.01 % con *Beauveria bassiana* y un 24.53 % con *Metarhizium anisopliae*.

3.3. NÚMERO DE PERFORACIONES POR MAZORCA

La tabla 3.5, muestra el ANVA para el número de perforaciones por mazorca, donde existe alta significación estadística para los tratamientos ($p \leq 0,05$), cuyo resultado manifiesta, que al menos uno de los tratamientos tiene un promedio superior o inferior a los demás; tal es así, para conocer cuáles son esas diferencias, se realizó la prueba de contraste Tukey. El coeficiente de variabilidad de 29.51 %, revela cierto grado de homogeneidad entre las unidades de análisis y regular precisión en el experimento; porque, la distribución de las unidades de análisis no sería uniforme en la mazorca del cacao; vale decir, la ubicación de las perforaciones causadas por la plaga, no estarían distribuidas uniformemente en las mazorcas de cacao, motivando que, los resultados derivados de esta investigación estarían ligeramente distantes del promedio de 1.75 perforaciones por mazorca.

Tabla 3.5

ANVA de número de perforaciones por mazorca. Beauveria bassiana, Lecanicillium lecanii y Metarhizium anisopliae en el control de Carmenta spp. en Theobroma cacao, Kimbiri, 2019

Fuente de variación	G. L.	SC	CM	F	p-valor
Bloque	3	0.550	0.1800	0.69	0.5768 ns
Tratamientos	4	8.000	2.000	7.50	0.0029 **
Error	12	3.200	0.2700		
Total	19	11.750			

CV = 29.51%

Promedio = 1.75

Tabla 3.6

Prueba de Tukey de tratamientos en número de perforaciones por mazorca

Tratamientos	Nº Rep.	Nº de perforaciones por mazorca	Tukey 0.05
<i>Beauveria bassiana</i>	4	1.25	a
Producto Arrazador-PBA	4	1.50	a
<i>Metarhizium anisopliae</i>	4	1.50	a
<i>Lecanicillium lecanii</i>	4	1.50	a
Testigo	4	3.00	b

Según la tabla 3.6, realizado la prueba de Tukey para los tratamientos, demuestra que, la aplicación del hongo *Beauveria bassiana*, tiene mejor respuesta con 1.25 perforaciones por mazorca, frente al producto Arrazador-PBA, y a los tratamientos individuales con los hongos entomopatógenos *Metarhizium anisopliae* y *Lecanicillium lecanii*, que reportan 1.50 perforaciones por mazorca. El testigo (sin aplicación del hongo entomopatógeno), reporta mayor número de perforaciones con 3.0 unidades por mazorca. Así, queda demostrado que, la aplicación independiente del hongo *Beauveria bassiana*, es ligeramente mejor a la aplicación del producto Arrazador-PBA (con ingredientes activos: *Beauveria bassiana*, *Lecanicillium lecanii*, *Metarhizium anisopliae*) y la aplicación independiente de los hongos *Metarhizium anisopliae* y *Lecanicillium lecanii*.

Según los resultados encontrados para el número de perforaciones por mazorca, se deduce que, la aplicación individual del hongo *Beauveria bassiana*, tiene mejor eficiencia en el bajo nivel de infestación y el modo de acción dentro de la plaga *Carmentia* spp.; y, en consecuencia, ligeramente mejor de las perforaciones que se ocasiona en las mazorcas del cacao, reduciéndola hasta 1.25 perforaciones por mazorca, en relación al resultado conseguido con el producto bioinsecticida Arrazador (contienen los conidios de los hongos *Beauveria bassiana*, *Lecanicillium lecanii* y *Metarhizium anisopliae*) y a la aplicación por separado de los dos hongos entomopatógenos *Lecanicillium lecanii* y *Metarhizium anisopliae*, que alcanzaron hasta 1.5 perforaciones por mazorca.

Según manifiesta Martínez (2021), con el hongo entomopatógeno *Beauveria bassiana*, en el control del mazorquero del cacao (*Theobroma cacao* L.), disminuyó el daño causado en el cultivo de cacao.

Los resultados del presente trabajo investigación son inferiores a los obtenidos por Ccente (2019), para el cultivar CCN-51, bajo las condiciones de Pichari, en época seca reporta 3.113 perforaciones por mazorca y en época lluviosa 2.314, y según la ubicación en la planta, en la parte inferior presenta 2.899 y en la parte superior 2.539 perforaciones por mazorca.

3.4. PORCENTAJE DE ALMENDRAS SANAS POR MAZORCA

Tabla 3.7

ANVA porcentaje de almendras sanas por mazorca. *Beauveria bassiana*, *Lecanicillium lecanii* y *Metarhizium anisopliae* en el control de *Carmenta* spp. en *Theobroma cacao*, Kimbiri, 2019

Fuente de variación	G. L.	SC	CM	F	p-valor
Bloque	3	1062.8	354.27	5.97	0.010 ns
Tratamientos	4	1594.3	398.58	6.72	0.004 **
Error	12	711.7	59.31		
Total	19	3368.8			

CV =12.54 %

Promedio = 61.4%

Según la tabla 3.7, el ANVA para el porcentaje de almendras sanas por mazorca, muestra alta significación estadística para los tratamientos ($p \leq 0,05$); dicho resultado señala, que al menos uno de los tratamientos tiene un promedio superior o inferior a los demás; tal es así, para conocer cuáles son esas diferencias, se efectuó la prueba de contraste Tukey. El coeficiente de variabilidad de 12.54 %, revela alto grado de homogeneidad entre las unidades de análisis y buena precisión en el experimento, es decir, los resultados derivados de esta investigación no son distantes del promedio de 61.4 % de almendras sanas por mazorca.

Tabla 3.8

Prueba de Tukey de tratamientos en porcentaje de almendras sanas por mazorca

Tratamientos	N° Rep.	% de almendras sanas por mazorca	Tukey 0.05
Producto Arrazador-PBA	4	73.50	a
<i>Beauveria bassiana</i>	4	67.00	a
<i>Lecanicillium lecanii</i>	4	60.75	a b
<i>Metarhizium anisopliae</i>	4	59.00	a b
Testigo	4	46.75	b

Según la tabla 3.8, efectuado la prueba de Tukey para los tratamientos, el producto Arrazador-PBA, ofrece mejor respuesta en 73.5 % de almendras sanas por mazorca en relación a los tratamientos con los hongos entomopatógenos *Beauveria bassiana*, *Lecanicillium lecanii*, y *Metarhizium anisopliae*, que reportan 67.0, 60.75 y 59.0 % de

almendras sanas, en orden descendente. El testigo (sin aplicación del hongo entomopatógeno), alcanza el 46.75 % de almendras sin dañar. Al respecto, estadísticamente queda demostrado que, el producto Arrazador-PBA (con ingredientes activos: *Beauveria bassiana*, *Lecanicillium lecani*, *Metarhizium anisopliae*), es ligeramente mejor en relación a la aplicación independiente de los hongos entomopatógenos en estudio.

De los resultados se desprende que, el bioinsecticida Arrazador que contienen los conidios de los hongos *Beauveria bassiana*, *Lecanicillium lecanii* y *Metarhizium anisopliae*; posee mayor efecto en el nivel de infestación y modo de acción dentro de la plaga *Carmenta* spp, seguramente, porque está relacionado a la acción de las diversas toxinas que producen cada uno de estos microorganismos entomopatógenos presentes en el producto biológico; y, en consecuencia, protege ligeramente mejor del daño producido en las almendras del cacao, conservando hasta alrededor del 74 % de almendras sanas, respecto al efecto individual de cada uno de los hongos entomopatógenos en evaluación, que mantienen entre 67 y 59 % de almendras sanas por mazorca.

El resultado del porcentaje de almendras sanas por mazorca, tiene relación donde el producto Arrazador resulta ser mejor el producto biológico para proteger del ataque de la plaga *Carmenta* spp., seguido por el hongo entomopatógeno *Beauveria bassiana*. Igualmente, tiene analogía con la respuesta encontrada por Jorge (2018), quien utilizando el producto Arrazador, consigue reducir en menor tiempo la incidencia de la plaga, desde un 45.18% inicial hasta un 0 %. Por su lado Dávila (2018), demuestra que el hongo entomopatógeno *Beauveria bassiana*, tiene la potencialidad de controlar el “mazorquero del cacao”.

Es muy importante manifestar, en forma general el uso de los productos en estudio, tanto el producto arrazador, así como los hongos entomopatógenos *Beauveria bassiana*, *Lecanicillium lecani*, *Metarhizium anisopliae*, demuestran resultados favorables relacionado al daño causado por la plaga *Carmenta* spp., conservado aproximadamente entre 60 a 74 % de almendras sanas, comparado con los resultados encontrados por Ccente (2019), para el cultivar CCN-51, bajo las condiciones de Pichari, quien reportó, en época seca, existe solo 1.33 y 4.08% almendras sanas, en la parte inferior y superior de la planta, respectivamente; mientras que, en la época lluviosa, no

ha encontrado ninguna almendra sana, producto del ataque de la plaga *Carmenta* spp. Asimismo, Mezones (2019) demuestra que, en tres localidades de la provincia de Leoncio Prado, región Huánuco, la incidencia de *C. foraseminis*, es equivalente a un 54.50% en promedio.

3.5. PORCENTAJE DE ALMENDRAS DAÑADAS POR MAZORCA

Según la tabla 3.9, el ANVA para el porcentaje de almendras dañadas por mazorca, muestra alta significación estadística para los tratamientos ($p \leq 0,05$), cuyo resultado indica, que al menos uno de los tratamientos tiene un promedio superior o inferior a los demás; tal es así, para conocer cuáles son esas diferencias, se realizó la prueba de contraste Tukey. El coeficiente de variabilidad de 20.65 %, revela el alto grado de homogeneidad entre las unidades de análisis y una buena precisión en el experimento, o sea, los resultados derivados de esta investigación no son distantes del promedio de 48.0 % de almendras dañadas por mazorca.

Tabla 3.9

ANVA de porcentaje de almendras dañadas por mazorca. Beauveria bassiana, Lecanicillium lecanii y Metarhizium anisopliae en el control de Carmenta spp. en Theobroma cacao, Kimbiri, 2019

Fuente de variación	G. L.	SC	CM	F	p-valor
Bloque	3	106.0	35.33	1.70	0.783 ns
Tratamientos	4	4219.5	908.6	10.74	0.0006 **
Error	12	1178.5	115.0		
Total	19	5504.0			

CV = 20.65%

Promedio = 48%

Tabla 3.10

Prueba de Tukey de tratamientos en porcentaje de almendras dañadas por mazorca

Tratamientos	Nº Rep.	% de almendras dañadas por mazorca	Tukey 0.05
<i>Lecanicillium lecanii</i>	4	24.25	a
<i>Metarhizium anisopliae</i>	4	47.25	b
Producto Arrazador-PBA	4	48.00	b c
<i>Beauveria bassiana</i>	4	50.50	b c
Testigo	4	70.00	c

Según la tabla 3.10, efectuado la prueba de Tukey para los tratamientos, demuestra que, el hongo entomopatógeno *Lecanicillium lecanii*, con 24.25% de almendras dañadas por mazorca, brinda mejor respuesta, en relación a los tratamientos con los hongos entomopatógenos *Metarhizium anisopliae*, producto Arrazador-PBA y *Beauveria bassiana*, que reportan 47.25, 48.0 y 50.5 % de almendras dañadas por mazorca, en orden descendente. El testigo (sin aplicación del hongo entomopatógeno), reporta mayor porcentaje de almendras dañadas, equivalente al 70.0 %.

De los resultados obtenidos para el porcentaje de almendras dañadas, se atribuye que, la aplicación individual del hongo *Lecanicillium lecanii*, tiene eficiencia superior en el nivel de infestación y el modo de acción dentro de la plaga *Carmenta* spp.; y, en consecuencia, disminuye la proporción del daño causado en las almendras del cacao, reduciéndola hasta alrededor del 24 % de almendras dañadas, siendo mejor en relación al efecto individual de los otros hongos entomopatógenos *Metarhizium anisopliae*, *Beauveria bassiana* y el producto Arrazador (contienen los conidios de los hongos *Beauveria bassiana*, *Lecanicillium lecanii* y *Metarhizium anisopliae*), que logra reducir entre 24 y 50 % de almendras dañadas por mazorca.

Según manifiesta Vargas (2017), empleando el hongo entomopatógeno *Lecanicillium lecanii* en rotación con el fungicida químico “Duett 25 SC” sobre la incidencia y severidad de la roya (*Hemileia vastatrix*) en el cultivo de café (*Coffea arabica*), encontró menor porcentaje de incidencia frente testigo (efecto individual del fungicida químico “Duett 25 SC”).

Del mismo modo, es relevante señalar que, el uso de los hongos entomopatógenos *Lecanicillium lecanii*, *Beauveria bassiana*, *Metarhizium anisopliae*, así como el producto Arrazador, demuestran resultados favorables relacionado al daño causado por la plaga *Carmenta* spp., reduciendo el daño por debajo del 50 % de almendras dañadas, comparado con los resultados encontrados por Ccente (2019), para el cultivar CCN-51, bajo las condiciones de Pichari, quien reportó, en época seca, alcanza el 98.67 y 95.92% de almendras dañadas, en la parte inferior y superior de la planta, respectivamente; mientras que, en la época lluviosa, todas las almendras son dañadas, habiendo una incidencia del casi 100 %, producto del ataque de la plaga *Carmenta* spp.

En forma general, los resultados obtenidos en el presente trabajo de investigación, demuestra que, la aplicación de los factores en estudio, el producto biológico y hongos entomopatógenos naturales, en relación al testigo, sí contribuye favorablemente en el control de *Carmenta* spp. “mazorquero de cacao”; cuyos mecanismos de acción del producto biológico comercial Arrazador-PBA y los hongos entomopatógenos (*Lecanicillium lecanii*, *Beauveria bassiana* y *Metarhizium anisopliae*), son casi similares para todos los parámetros evaluados, porcentajes de mazorcas sanas y dañadas por mazorcas, diámetro de perforaciones por mazorca, número de larvas por mazorca, número de perforaciones por mazorca, porcentaje de almendras sanas y dañadas por mazorcas. Sin embargo, ciertos productos, indistintamente muestran resultados superiores para algunos parámetros en estudio; como es el caso del producto biológico Arrazador-PBA, tiene mejor respuesta en el porcentaje de mazorcas sanas y dañadas, número de larvas por mazorca y porcentaje almendras sanas, el hongo *Beauveria bassiana* en número de perforaciones por mazorca y porcentaje de almendras sanas, y el *Metarhizium anisopliae* en el número de larvas por mazorca y número de perforaciones por mazorca, mientras que el hongo *Lecanicillium lecanii*, tiene efecto sobresaliente en el porcentaje de almendras dañadas. Porque, los hongos entomopatógenos causan reducciones significativas en la población de la plaga, cuyo modo de acción consiste en la multiplicación de los hongos entomopatógenos en el interior del cuerpo de insecto plaga conduce a la producción de micelio, hifas y blastosporas y a la producción de toxinas que en conjunto van a provocar la enfermedad y la muerte del insecto. En el caso de *Beauveria bassiana* producen las principales toxinas beauvericine, beauverolide HeI, bassianolide, el isarolide A, B y C. La acción insecticida de los metabolitos tóxicos, que es causada por las toxinas beauvericine, beauverolide HeI, bassianolide, isarolide A, B y C, producida por el hongo *Beauveria bassiana*; en *Verticillium Lecanii* por la toxina bassinolide; y en el caso de *Metarhizium anisopliae* por las toxinas dextruxinas A, B, C, D y la desmetildextruxina B y otras como la A1, A2, B1, C2, D1, D2, y E1 (Carballo & Guharay, 2004, pp. 34-43).

CONCLUSIONES

1. La aplicación de 30gr del producto biológico Arrazador-PBA (combinación de *Beauveria bassiana*, *Lecanicillium lecanii* y *Metarhizium anisopliae*) en 20 litros de agua, tiene mejor efecto en comparación a la aplicación individual de los tres hongos entomopatógenos en estudio, conservando el 95% de mazorcas sanas, restringiendo el promedio del número de larvas por mazorca a 2.5 unidades y manteniendo el 73.5 % de almendras sanas por mazorca.
2. Con la aplicación del hongo *Beauveria bassiana*, se obtiene 70 % de mazorcas sanas, 2.5 en promedio del número de larvas por mazorcas y 67.0 % de almendras sanas por mazorca.
3. Con la aplicación del hongo *Metarhizium anisopliae*, se obtiene 70% de mazorcas sanas, 2.75 en promedio del número de larvas por mazorca y 59.0% de almendras sanas por mazorca.
4. Con la aplicación del hongo *Lecanicillium Lecanii*, se obtiene 75% de mazorcas sanas, 3 en promedio del número de larvas por mazorca y 60.75% de almendras sanas por mazorca.

RECOMENDACIONES

Los resultados encontrados en el presente ensayo son relevantes para las condiciones agroecológicas de Kimbiri, hecho que permitió plantear la siguiente recomendación:

Se debe realizar trabajos similares usando el producto biológico arrazador-PBA (combinación de *Beauveria bassiana*, *Lecanicillium lecanii* y *Metarhizium anisopliae*) y los hongos entomopatógenos naturales en estudio para el control de *Carmenta* spp. en *Theobroma cacao*, en otras zonas cacaoteras del Valle de los Ríos Apurímac, Ene y Mantaro.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alcántara, V. C. D. (2013). Ciclo biológico de *Carmenta foraseminis*, en *Theobroma cacao* en la zona de Satipo. [Tesis de pregrado]. Universidad Nacional del Centro del Perú. <https://repositorio.uncp.edu.pe/handle/20.500.12894/1894>
- Arvelo, S. M. A., González, L. D., Delgado, L. T., Maroto, A. S., & Montoya, R. P. (2017). Estado actual sobre la producción, el comercio y cultivo del cacao en América. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA). <https://repositorio.iica.int/bitstream/11324/6422/1/BVE18019631e.pdf>
- Arvelo, S. M. A., González, L. D., Delgado, L. T., Maroto, A. S., & Montoya, R. P. (2017). Manual técnico del cultivo de cacao. Prácticas latinoamericanas. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA). San José, Costa Rica. <https://repositorio.iica.int/bitstream/11324/6181/1/BVE17089191e.pdf>
- Cabezas, H. O., Gil, J., Gómez, R., Dávila, C., Morón, S., & Ramírez, C. (2018, agosto 26). Estado fitosanitario en la producción de cacao (*Theobroma cacao* L.) en la región de Huánuco (Perú): incremento del impacto de *Carmenta foraseminis* Eichlin. Time website: <https://www.engormix.com/agricultura/articulos/estado-fitosanitario-produccion-cacao-t42651.htm>
- Carballo, M., & Guharay, F. (2004). Control biológico de plagas agrícolas. El Centro Agronómico de Investigación y Enseñanza CATIE. Manual técnico/CATIE; N° 53. Turrialba, Costa Rica. https://www.ciaorganico.net/documypublic/525_CONTROL_BIOLOGICO_DE_PLAGAS_AGRICOLAS.pdf
- Ccente, V. 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. Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, Ayacucho, Perú. http://repositorio.unsch.edu.pe/bitstream/UNSCH/3528/1/TESIS%20AF05_Cce.pdf
- Chiriboga, P. H., Gómez, B. G., & Garcés, E. K. (2015). Protocolos para formulación y aplicación del bio-insumo: *Beauveria bassiana*, hongo entomopatógeno para el control biológico de hormigas cortadoras (Ysaú). Protocolos para Formulación y Aplicación del Bio-insumo-Paraguay. IICA. Paraguay. <https://repositorio.iica.int/bitstream/handle/11324/2646/BVE17038724e.pdf>

- Cubillos, G. (2013). Manual del Perforador de la Mazorca del Cacao, *Carmenta foraseminis* (Busck) Eichlin. Medellin, Colombia. <https://chocolates.com.co/wp-content/uploads/2020/06/manual-del-perforador-de-la-mazorca-del-cacao.pdf>
- Dávila, T. K. (2018). Control biológico del mazorquero del cacao (*Carmenta foraseminis*), utilizando dos cepas nativas de *Beauveria bassiana*, región San Martín. [Tesis de pregrado]. Universidad Nacional de San Martín -Tarapoto. <https://repositorio.unsm.edu.pe/handle/11458/3032>
- Delgado, P. N. (2005, agosto). Caracterización morfológica de los Sesiidae (Insecta: Lepidoptera) perforadores del fruto del cacao (*Theobroma cacao* L.), presentes en la región costera del estado Aragua, Venezuela. Entomotrópica, 20 (2). Time website: <http://www.bioline.org.br/pdf>.
- Enríquez, G. A. (1985). Curso sobre el cultivo del cacao. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza - CATIE. Turrialba, Costa Rica. <https://repositorio.catie.ac.cr/handle/11554/1058>
- Fernández, G. T. R. (2020). Evaluación de la aplicación de *Beauveria bassiana* y *Metarhizium anisopliae* para el control de trips (*Frankliniella occidentalis*) en rosas. [Tesis de pregrado]. Universidad Central del Ecuador. <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/21410/1/T-UCE-0004-CAG-243.pdf>
- Gamboa, A. R. (2015). Comportamiento en vivero de cuatro clones de cacao (*Theobroma cacao* L.) sobre diferentes patrones en Satipo. [Tesis de pregrado]. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima, Perú. <https://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/20.500.12996/949>
- García, C. L. (2008). Estudio de caracterización del potencial genético del cacao en el Perú. M & O CONSULTING SAC. Lima, Perú. https://www.midagri.gob.pe/portal/download/pdf/direccionesyoficinas/dgca/estudio_caracterizacion.pdf
- Gómez, R. H., Zapata, G. A., Torres, D. E., & Tenorio, C. M. (2014). Manual de producción y uso de hongos entomopatógenos. LABORATORIO DE ENTOMOPATÓGENOS SCB SENASA - Servicio Nacional de Sanidad Agraria. Lima, Perú. <https://corporacionbiologica.info/wp-content/uploads/2020/11/Manual-de-Prod-y-Uso-de-Hong-Entomopa.pdf>
- Hernández, A. (2016). Evaluación de hongos entomopatógenos (*Beauveria bassiana* y *Metarhizium anisopliae*) para el control de hormigas cortadoras de hojas (*Atta*

- spp) en eucalipto; Santa Lucía Cotzumalguapa, Escuintla. Tesis de pregrado. Universidad Rafael Landívar. Escuintla, Guatemala. <http://recursosbiblio.url.edu.gt/tesisjcem/2016/06/17/Hernandez-Alex.pdf>
- Jorge, P. 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 pregrado. Universidad Nacional Agraria de la Selva. Tingo María, Perú. https://repositorio.unas.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14292/1460/ABJP_2018.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Martínez, R. M. K. (2021). Eficacia de la *Beauveria bassiana* como controlador biológico del mazorquero en el cultivo de cacao, (*Theobroma cacao*) en el caserío de Nuevo Progreso - distrito de José Crespo y Castillo - provincia de Leoncio Prado – Huánuco 2019 – 2020. [Tesis de pregrado]. Universidad de Huánuco. <http://repositorio.udh.edu.pe/bitstream/handle/123456789/2831/Martinez%20Rojas%2C%20Mayume%20Katy.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Mezones, A. 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 Posgrado]. Universidad Nacional Agraria de la Selva. https://repositorio.unas.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14292/1632/TS_IMA_219.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Ministro de Agricultura y Riego - MINAGRI. (2016). Estudio del Cacao en el Perú y el Mundo. Situación Actual y Perspectivas en el Mercado Nacional e Internacional al 2015. Lima Perú. <https://camcafeperu.com.pe/admin/recursos/publicaciones/Estudio-cacao-Peru-y-Mundo.pdf>
- Morán, R.S. (2016). Tipos de control para el mazorquero del cacao. Universidad Nacional Agraria de la Selva. <https://es.slideshare.net/shamikito/control-de-carmenta>.
- Navarro, R., & Cabaña, W. (2006). Control de insectos perforadores de la mazorca del cacao en la zona central de Venezuela. INIA. [Versión electrónica] http://sian.inia.gob.ve/inia_divulga/divulga_07/rid7_navarro_19-26.pdf.
- Oficina Nacional de Evaluación de Recursos Naturales - ONERN. (1976). Mapa ecológico del Perú. Guía explicativa. Lima, Perú. <https://repositorio.ana.gob.pe/handle/20.500.12543/1052>

- Paredes, A.M. (2004). Manual del cultivo del cacao. Programa para el Desarrollo de la Amazonia Proamazonia. Ministerio de Agricultura. Perú. <http://canacacao.org/wp-content/uploads/Cultivo-del-Cacao-Amazonas-Peru-2004.pdf>
- Productos biológicos para la agricultura- PBA EIRL. (s.f.). LECANIUM (*Lecanicillium lecanii*). Ficha técnica. <https://pba.pe/wp-content/uploads/2022/08/LECANIUM-G.pdf>
- Productos biológicos para la agricultura- PBA EIRL. (s.f.). YURAK WP (*Beauveria bassiana*). Ficha técnica. <https://pba.pe/wp-content/uploads/2022/08/YURAK.pdf>
- Productos biológicos para la agricultura- PBA EIRL. (s.f.). ARRAZADOR (*Beauveria bassiana*, *L. lecanii*, *M. anisopliae*). Ficha técnica. <https://pba.pe/wp-content/uploads/2022/08/ARRAZADOR.pdf>
- Productos biológicos para la agricultura- PBA EIRL. (s.f.). METARIZO WP (*Metarhizium anisopliae*). Ficha técnica. <https://pba.pe/wp-content/uploads/2022/08/METARIZO.pdf>
- Sánchez, E. N. (2017). Efecto de tipos de secado del cacao (*Theobroma cacao* L.) CCN-51 en la preservación de polifenoles totales y antocianinas. [Tesis de pregrado]. Universidad Nacional de San Martín. Tarapoto, Perú. <https://repositorio.unsm.edu.pe/handle/11458/2460>
- Secretaría Pro Tempore del TCA (SPT del TCA) & Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana (IIAP). (1997). Cultivo de frutales nativos amazónicos. Lima, Perú. <http://otca.org/wp-content/uploads/2021/02/Cultivo-de-Frutales-Nativos-Amazonicos-Manual-para-el-Extensionista.pdf>
- Vargas, T. D. (2017). Efecto de la aplicación de *Lecanicullium lecanii* sobre la incidencia y severidad de la roya (*Hemileia vastatrix*) en el cultivo de café (*Coffea arabica*). [Tesis de pregrado]. Universidad de Costa Rica. <http://repositorio.sibdi.ucr.ac.cr:8080/jspui/bitstream/123456789/3432/1/40419.pdf>

ANEXOS

Anexo 1.

Datos ordenados generales. *Beauveria bassiana*, *Lecanicillium lecanii* y *Metarhizium anisopliae* en el control de *Carmenta spp.* en *Theobroma cacao*, Kimbiri, Cusco, 2019

Bloque	Tratamiento	N ^a de Larvas por mazorca	% de Mazorcas Sanas/plan	% de Mazorcas Dañadas/plan	% de Almendras Sanas	% de Almendras Dañadas	Número de Perforaciones por mazorca	Diámetro de Perforación por mazorca (mm)
B1	T1	2	60	35	64	54	1	2
B1	T2	2	80	25	59	44	2	2
B1	T3	2	80	22	65	22	2	3
B1	T4	1	100	20	90	47	2	2
B1	T	5	40	62	52	55	3	3
B2	T1	4	80	25	67	47	2	2
B2	T2	3	60	38	55	35	1	1
B2	T3	3	100	20	66	27	1	2
B2	T4	3	80	18	66	54	1	2
B2	T	5	50	52	46	78	3	3
B3	T1	3	80	28	82	52	1	1
B3	T2	4	80	25	74	56	2	2
B3	T3	2	60	35	60	16	2	2
B3	T4	3	100	10	84	46	1	1
B3	T	6	50	53	47	73	3	3
B4	T1	3	60	35	55	36	1	2
B4	T2	3	60	38	55	67	1	2
B4	T3	4	60	35	45	32	1	1
B4	T4	3	100	15	54	45	2	2
B4	T	5	60	42	42	74	3	3
Promedio		3.3	72	31.65	61.4	48	1.75	2.05

Anexo 2.
Panel fotográfico



Foto 1: Delimitación de la parcela



Foto 2: Desmalezado de parcela de evaluación



Foto 3: Establecimiento parcela por bloque



Foto 4: Establecimiento parcela por tratamiento



Foto 5: Tratamiento 1



Foto 6: Tratamiento 2.



Foto 7: Tratamiento 3



Foto 8: Tratamiento 4



Foto 9: Tratamientos para la aplicación



Foto 10: Preparación de los tratamientos



Foto 11: Equipo de aplicación tratamientos



Foto 12: Aplicación de los tratamientos



Foto 13: Cosecha de las mazorcas



Foto 14: Evaluación de los tratamientos



Foto 15: Larvas socavando almendra de cacao



Foto 16: 11 larvas por mazorca



Foto 17: Almendra dañada por la larva

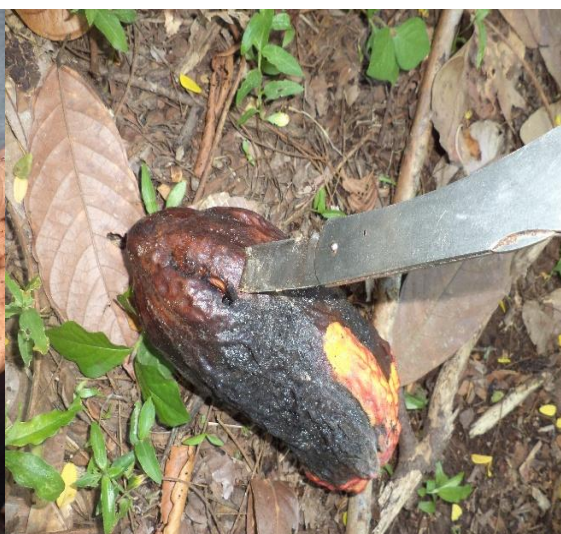


Foto 18: Mazorca dañada por la larva



Foto 19: Pupa en la mazorca de cacao



Foto 20: Final de la etapa de pupa en la mazorca



Foto 21: Diámetro de perforación por la larva



Foto 22: Evaluación del diámetro de perforación



Foto 23: Almendras libre de mazorquero



Foto 24: Mazorca sana libre de mazorquero



Foto 25: Visita exploratoria del Asesor



Foto 26: Trabajo de evaluación con el Asesor



Foto 27: Guía del asesor en el registro de datos.

Aplicación de *Beauveria bassiana*, *Lecanicillium lecanii* y *Metarhizium anisopliae* en *Theobroma cacao* con relación al daño de *Carmenta* spp., Kimbiri, Cusco, 2019

Juan Yucra Curo¹

jhonser_22@hotmail.com

Edison Rodríguez Palomino²

edison.rodriguez@unsch.edu.pe

Área de investigación de: Medio Ambiente

Líneas de investigación: Diagnóstico y manejo integrado de plagas y enfermedades de plantas

Facultad de Ciencias Agrarias – UNSCH^{1,2}

RESUMEN

En la localidad de Sampantuari Baja, distrito Kimbiri, provincia La Convención, región Cusco, se utilizó hongos entomopatógenos en cacao clon CCN-51, con el objetivo de evaluar el resultado de la aplicación de hongos entomopatógenos naturales y producto biológico comercial arrazador-PBA en *Theobroma cacao* con relación al daño de *Carmenta* spp., bajo las condiciones agroecológicas de la localidad de Kimbiri, Cusco. Se empleó DBCR, con cuatro tratamientos más un testigo y cuatro repeticiones. Como resultado de la investigación se determinó que los productos en estudio tienen efecto beneficioso con relación al daño de *Carmenta* spp. “mazorquero de cacao”, comparado con el testigo; los mecanismos de acción del producto comercial Arrazador-PBA y los hongos entomopatógenos *Lecanicillium lecanii*, *Beauveria bassiana* y *Metarhizium anisopliae*, tienen similitud en los parámetros evaluados. Sin embargo, difieren numéricamente, así el producto biológico Arrazador-PBA, presentó 95 % de mazorcas sanas, 2.5 larvas por mazorca y 73.5 % de almendras sanas por mazorca. El hongo *Beauveria bassiana*, presentó 70% de mazorcas sanas, 3 larvas por mazorca y 67.0 % de almendras sanas por mazorca. El hongo *Metarhizium anisopliae*, presentó 70 % de mazorcas sanas, 2.75 larvas por mazorca y 59 % de almendras sanas por mazorca. El hongo *Lecanicillium Lecanii*, presentó 75 % de mazorcas sanas, 3 larvas por mazorca y 60.75 % almendras sanas por mazorca.

Palabras clave: *Carmenta* spp, Arrazador-PBA, *Beauveria bassiana*, *Lecanicillium lecanii*, *Metarhizium anisopliae*.

INTRODUCCIÓN

El cacao se cultiva en más de 50 países ubicados en los continentes de África, América, Asia y Oceanía; 23 de esos países son de América. Es el cultivo de mucha importancia económica, así como social, cultural y ambiental en el ámbito del territorio de su producción (Arvelo, 2017).

Desde la posición de Calderon (2017) y Servicio Nacional de Sanidad Agraria (SENASA, 2016), se dice: Que en las regiones cacaoteras en la actualidad tienen el 43 % de la producción de grano en cacao del Perú, con un volumen de 37,3 mil toneladas, llegando a producir en promedio 815 kg/ha. (García, 2008 y Minagri-DGPA-DEEIA, 2016). Estas cifras vienen siendo amenazadas por el devastador ataque del mazorquero del cacao (*Carmenita foraseminis*). La hembra de este insecto deposita los huevos en la superficie del fruto, y sus larvas recién eclosionadas perforan y llegan hasta la placenta de las cuales se alimentan perjudicando directa e indirectamente la mazorca. Tanto es el daño, que en Huánuco hay reportes del 70% de frutos de cacao afectados, mientras que en San Martín supera el 30 % de daño al cultivo.

Según el Ministerio de Agricultura y Riego (MINAGRI, 2016), de acuerdo al convenio internacional de cacao ICCO 2010: El Perú está clasificado como el segundo país productor y exportador de cacao fino después de Ecuador. Es por este motivo que, desde hace algunos años, empresas chocolateras de todo el mundo visitan el país con el fin de cerrar contratos directamente con los productores de cacao, permitiendo al agricultor tomar conciencia en mejorar sus buenas prácticas agrícolas y manufactureras en toda la cadena de valor, y ofrecer un producto de calidad. (p. 6)

En el país las áreas cosechadas para el año 2015 logró alcanzar una extensión de 123 mil hectáreas con una producción de 87,3 mil toneladas de grano de cacao, con un rendimiento medio de 720 kg/ha: La tasa de incremento anual promedio es de 4,4% entre los años 2009 y 2015. Siendo un gran porcentaje de este incremento desarrollado en la zona del Valle de Río Apurímac, Ene y Mantaro - VRAEM (MINAGRI, 2016, p. 48).

Sin embargo, uno de los grandes problemas fitosanitario es la incidencia de la plaga *Carmenita spp*, llamado “mazorquero” o “perforador de la mazorca de cacao”, que en estado larval producen enormes aberturas y túneles internos en el mesocarpio de la mazorca o fruto, promoviendo daños colaterales por la invasión de otros microorganismos que causan la pudrición de la mazorca, ocasionando daños considerables en la producción y rentabilidad del cultivo.

Hasta el momento, los agricultores del Valle de Río Apurímac y Ene, principalmente vienen utilizando el método de control químico, cuya acción se manifiesta sobre los

insectos adultos, disminuyendo de esta manera su población. No obstante, el uso de los pesticidas, además de originar efectos residuales en el producto comestible, se disemina en el ambiente y se convierte en contaminantes para los sistemas bióticos (animales, plantas y el hombre) y abióticos (suelo, aire y agua) amenazando su estabilidad y representando un peligro de salud pública.

Considerando que en el ambiente existen microorganismos naturales, que se utilizan como controladores biológicos de las plagas agrícolas, principalmente del *Carmenta* spp., los hongos entomopatógenos actúan sin causar daño en el ambiente y peligro para la salud pública. Tal es así, con la finalidad de mejorar el rendimiento del cultivo de cacao y la obtención de producto orgánico, se plantea el siguiente objetivo.

Objetivo general

Evaluar la aplicación de tres hongos entomopatógenos y del producto comercial arrazador-PBA en *Theobroma cacao* con relación al daño de *Carmenta* spp., bajo las condiciones agroecológicas de la localidad de Kimbiri, Cusco, 2019

Objetivos específicos

- Evaluar el efecto de la aplicación de *Beauveria bassiana*, *Lecanicillium lecanii* y *Metarhizium anisopliae* en *Theobroma cacao* con relación al daño por *Carmenta* spp.
- Evaluar el efecto de la aplicación del producto comercial arrazador-PBA (*Beauveria bassiana*, *Lecanicillium lecanii* y *Metarhizium anisopliae*) en *Theobroma cacao* con relación al daño por *Carmenta* spp.

METODOLOGÍA

Características del lugar de investigación

La comunidad de Sanpantuari baja del distrito de Kimbiri, está ubicada en la ceja de selva, cuenca del Río Apurímac, correspondiente a la zona de vida Bosque muy Húmedo Premontano Tropical (bmh – PT), según la clasificación de las zonas de vida propuesta por Holdridge (1967); caracterizado por la presencia de un clima tropical, con una biotemperatura media anual que varía entre 24° C y 25.5° C y un promedio de precipitación variable entre 3,000 y 3,500 milímetros con una vegetación de especies forestales principales que caracterizan a estas Zonas de Vida como las "moenas" de la familia Lauraceas, correspondiente a los géneros Aniba, Ocotea, Persea, Nectandra, etc. (ONERN, 1976, p. 112).

Materiales en estudio

Material entomopatógeno

El material hongo entomopatógeno *Beauveria bassiana*, *Lecanicillium lecanii* y *Metarhizium anisopliae*, fueron adquiridas de Servicio Nacional de Sanidad Agraria – SENASA, sede VRAE, mientras que el producto Arrazador-PBA, fue adquirido en el mercado del distrito de Kimbiri.

Material fitogenético

El material fitogenético estuvo conformado alrededor de una hectárea de plantación de cacao Clon CCN-51 en plena producción, instalada aproximadamente hace 06 años, utilizando el sistema cuadrado con un distanciamiento de tres metros entre plantas y 3 metros entre filas, ubicado en la comunidad de Sampantuari Baja del distrito de Kimbiri.

Factores en estudio

Testigo. Sin ninguna aplicación

Hongos entomopatógenos

- a. Aplicación de *Beauveria bassiana*.** Para la aplicación del hongo entomopatógeno *Beauveria bassiana*, se utilizó una solución de 30 g del producto biológico en 20 litros de agua. La preparación de la solución del hongo entomopatógeno (*Beauveria bassiana*, se realizó bajo sombra aproximadamente una hora antes de su aplicación, con la finalidad de hidratar el microorganismo; para lo cual se utilizó un balde limpio, donde se disolvió los 30 gramos del producto en 20 litros de agua limpia, agitando por varios minutos con una varilla mezcladora. Posteriormente, utilizando una mochila fumigadora se ha asperjado la solución directamente a las mazorcas del cacao, considerando que la oviposición de *Carmenta* se produce a nivel del fruto.
- b. Aplicación de *Lecanicillium lecanii*.** Para la aplicación del hongo entomopatógeno *Lecanicillium lecanii*, se utilizó una solución de 160 g del producto biológico en 20 L de agua. La preparación de la solución del hongo entomopatógeno *Lecanicillium lecanii*, se realizó bajo sombra aproximadamente una hora antes de su aplicación, con la finalidad de hidratar el microorganismo; para lo cual se utilizó un balde limpio, donde se disolvió los 160 gramos del producto en 20 litros de agua limpia, agitando por varios minutos con una varilla mezcladora. Posteriormente, utilizando una mochila fumigadora se ha asperjado la solución directamente a las mazorcas del cacao, considerando que la oviposición de *Carmenta* se produce a nivel del fruto.
- c. Aplicación de *Metarhizium anisopliae*.** Para la aplicación del hongo entomopatógeno *Metarhizium anisopliae*, se utilizó una solución de 30 g del

producto biológico en 20 L de agua. La preparación de la solución del hongo entomopatógeno *Metarhizium anisopliae*, se realizó bajo sombra aproximadamente una hora antes de su aplicación, con la finalidad de hidratar el microorganismo; para lo cual se utilizó un balde limpio, donde se ha disuelto los 30 g del producto en 20 litros de agua limpia, agitando por varios minutos con una varilla mezcladora. Posteriormente, utilizando una mochila fumigadora se ha asperjado la solución directamente a las mazorcas del cacao, considerando que la oviposición de *Carmenta* se produce a nivel del fruto.

d. Aplicación de producto Arrazador. Según la investigación de Jorge (2018), para la aplicación del producto Arrazador-PBA (contiene ingredientes activos de *Beauveria bassiana*, *Lecanicillium lecani*, *Metarhizium anisopliae*) se utilizó una solución de 30 g del producto biológico en 20 L de agua. La preparación de la solución del producto Arrazador-PBA, se realizó bajo sombra aproximadamente una hora antes de su aplicación, con la finalidad de hidratar el producto; para lo cual se utilizó un balde limpio, donde se ha disuelto los 30 g del producto en 20 litros de agua limpia, agitando por varios minutos con una varilla mezcladora. Posteriormente, utilizando una mochila fumigadora se ha asperjado la solución directamente a las mazorcas del cacao, considerando que la oviposición de *Carmenta* se produce a nivel del fruto.

Tratamientos

Factor en estudio

a.1. Testigo

a.2. *Beauveria bassiana*.

a.3. *Lecanicillium lecanii*.

a.4. *Metarhizium anisopliae*.

a.5. Producto Arrazador-PBA (contiene ingredientes activos de *Beauveria bassiana*, *Lecanicillium lecani* y *Metarhizium anisopliae*).

Diseño de experimento

Para el presente estudio, se utilizó el Diseño Bloque Completo Randomizado (DBCR), con 4 tratamientos más un testigo, con cuatro repeticiones (4ME +1T x4r), con un total de 20 unidades experimentales.

El modelo aditivo lineal es lo siguiente:

$$Y_{ij} = \mu + T_i + \beta_j + \varepsilon_{ij};$$

Donde:

Y_{ij} : Observación del i-ésimo tratamiento en el j-ésimo bloque

μ : Promedio general

T_i : Efecto del i-ésimo tratamiento

β_j : Efecto del j-ésimo bloque

ϵ_{ij} : Error experimental del i-ésimo tratamiento en el j-ésimo bloque

Instalación del experimento

a. Actividades preliminares

Las actividades preliminares consistieron en realizar visita exploratoria conjuntamente con el asesor, retirando los obstáculos en la demarcación y preparación del campo experimental. Asimismo, las actividades de desmalezado y limpieza para la instalación del ensayo y las evaluaciones correspondientes.

b. Demarcación de campo experimental

La demarcación del campo experimental se realizó dentro de una plantación de cacao en plena producción, para lo cual se ha utilizado wincha, cordel y estacas, de acuerdo al diseño experimento, delimitando los bloques, las parcelas y las calles correspondientes. Siendo así, de acuerdo al distanciamiento de la plantación de cacao, establecido a 3 m entre plantas; el campo experimental tuvo una extensión aproximada de 2,574 m², de 39 m de ancho por 66 m de largo. Mientras para cada parcela o unidad experimental, se ha considerado conformar de una hilera de 5 plantas de cacao en producción, con dimensiones de 3 m de ancho por 12 m de largo, haciendo un total de 36 m².

c. Aplicación de hongos entomopatógenos

La primera aplicación de los hongos entomopatógenos y el producto Arrazador-PBA, se efectuó el 05 de octubre de 2019, posteriormente se aplicó cada 15 días, sucesivamente en seis ocasiones durante el periodo de investigación, teniendo en cuenta la etapa de fructificación del cacao, y cuando las mazorcas lograron alcanzar una longitud próxima entre 16 a 22 cm de longitud, evento fenológico ocurrido aproximadamente entre los 84 a 126 días, equivalente de 2.8 a 4.2 meses de tiempo de desarrollo de la mazorca o fruto del cacao, porque en esta etapa de desarrollo del cacao Clon CCN 51, hay mayor preferencia de infestación por la *Carmenta* spp. (Ccente, 2019). Tomando en cuenta actividades agrícolas de los agricultores de cacao del VRAE y la información dada en la cartilla de los Productos Biológicos para la Agricultura.

La aplicación de los hongos entomopatógenos y el producto Arrazador-PBA en estudio, se ha realizado utilizando mochila fumigadora, administrando en forma de aspersión directamente a las mazorcas o frutos en las plantas en evaluación. Siendo el momento propicio de su aplicación en horas de la mañana, tarde y cualquier otro horario aprovechando los días nublados, a fin de evitar que las temperaturas altas pueden afectar la eficiencia de la acción de los microorganismos.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Porcentaje de mazorcas sanas

Tabla 1

ANVA de porcentaje de mazorcas sanas por planta. *Beauveria bassiana*, *Lecanicillium lecanii* y *Metarhizium anisopliae* en el control de *Carmenta* spp. en *Theobroma cacao*, Kimbiri, 2019

Fuente de variación	G. L.	SC	CM	F	p-valor
Bloque	3	120.0	40.00	0.21	0.887 ns
Tratamientos	4	4120.0	1030.00	5.42	0.009 **
Error	12	2280.0	190.00		
Total	19	6520.0			

CV = 19.14%

Promedio = 72%

Tabla 2

Prueba de Tukey de tratamientos en porcentaje de mazorcas sanas

Tratamientos	N° Rep.	Porcentaje de mazorcas sanas	Tukey 0.05
Arrazador-PBA	4	95%	a
<i>Lecanicillium lecanii</i>	4	75%	a b
<i>Beauveria bassiana</i>	4	70%	a b
<i>Metarhizium anisopliae</i>	4	70%	a b
Testigo	4	50%	b

El ANVA para el porcentaje de mazorcas sanas (tabla 1), muestra alta significación estadística para los tratamientos ($p \leq 0,05$); dicho resultado advierte, que al menos uno de los tratamientos tiene un promedio superior o inferior a los demás; tal es así, para conocer cuáles son esas diferencias, se realizó la prueba de contraste Tukey. El coeficiente de variabilidad de 19.14%, revela alto grado de homogeneidad entre las unidades de análisis y buena precisión en el experimento, es decir, los resultados derivados de esta investigación no son distantes del promedio de 72% de mazorcas sanas.

Según la tabla 2, efectuado la prueba de Tukey para los tratamientos, el producto Arrazador-PBA, con 95% de mazorcas sanas, ofrece mejor respuesta en relación a los tratamientos con los hongos entomopatógenos *Lecanicillium lecanii*, *Beauveria bassiana* y *Metarhizium anisopliae*, que reportan 75 y 70 % de mazorcas sanas, en orden descendente. El testigo (sin aplicación del hongo entomopatógeno), alcanza el 50% de mazorcas sin dañar. Al respecto, estadísticamente queda demostrado que, el producto Arrazador-PBA (con ingredientes activos: *Beauveria bassiana*, *Lecanicillium lecanii*, *Metarhizium anisopliae*), es mejor en relación a la aplicación independiente de los hongos entomopatógenos en estudio.

De los resultados se deduce que, el producto Arrazador que contienen los conidios de los hongos *Beauveria bassiana*, *Lecanicillium lecanii* y *Metarhizium anisopliae*; tiene mayor efectividad y mecanismo de acción contra la plaga *Carmenta* spp, posiblemente, está asociado al efecto causado por las diversas toxinas que producen cada uno de estos microorganismos entomopatógenos presentes en el producto biológico; y, en consecuencia, menor daño en las mazorcas del cacao, teniendo hasta un 95% de mazorcas sanas, con respecto a los resultados individuales de cada uno de los hongos entomopatógenos indicados, que mantienen entre 75% de hongo *Lecanicillium lecanii*, de 70% de hongo *Beauveria bassiana*, y *Metarhizium anisopliae* de mazorcas sanas.

Según la ficha técnica, el producto biológico Arrazador “contiene conidios del hongo *Beauveria bassiana*, *Lecanicillium lecanii*, *Metarhizium anisopliae*, que actúa por contacto controlando a todos los estados de desarrollo de la plaga, infectando a diversos insectos plaga, entre ellos *Carmenta foraseminis*” (PBA, s.f.). Asimismo, PBA (s.f.) señala que, las conidias, “son unidades infectivas, penetran al insecto, produciéndole disturbios a nivel digestivo, nervioso, muscular, respiratorio, excretorio; el insecto se enferma, deja de alimentarse y muere dentro de tres a cinco días, dependiendo de la virulencia del hongo y estadio del insecto” (p. 1)

El resultado del porcentaje de mazorcas sanas por planta, encontrada en el presente trabajo de investigación tiene relación con la respuesta encontrada por Jorge (2018), quien considera que, el mayor control de la plaga *Carmenta* spp, se logró utilizando el producto Arrazador, disminuyendo de un 45.18 % de incidencia inicial, hasta un 5.55 % y reduciéndola en el menor tiempo posible hasta 0 % de incidencia. Mientras que Dávila (2018), concluye, que el uso de una “cepa nativa 2” del hongo entomopatógeno *Beauveria bassiana*, muestra la potencialidad como agente de control biológico contra el “mazorquero del cacao”.

Número de larvas por mazorca

Tabla 3

ANVA de número de larvas por mazorca. *Beauveria bassiana*, *Lecanicillium lecanii* y *Metarhizium anisopliae* en el control de *Carmenta* spp. en *Theobroma cacao*, Kimbiri, 2019

Fuente de variación	G. L.	SC	CM	F	p-valor
Bloque	3	5.400	1.800	4.24	0.0294 *
Tratamientos	4	19.700	4.930	11.59	0.0004 **
Error	12	5.100	0.430		
Total	19	30.200			

CV = 19.76%

Promedio = 3.30

Tabla 4*Prueba de Tukey de tratamientos en número de larvas por mazorca*

Tratamientos	N° Rep.	Número de larvas por mazorca	Tukey 0.05
Producto Arrazador-	4	2.50	a
PBA <i>Metarhizium anisopliae</i>	4	2.75	a
<i>Lecanicillium lecanii</i>	4	3.00	a
<i>Beauveria bassiana</i>	4	3.00	a
Testigo	4	5.25	b

Según la tabla 3, el ANVA para el número de larvas por mazorca, muestra alta significación estadística para los tratamientos ($p \leq 0,05$), cuyo resultado manifiesta, que al menos uno de los tratamientos tiene un promedio superior o inferior a los demás; tal es así, para conocer cuáles son esas diferencias, se realizó la prueba de contraste Tukey. El coeficiente de variabilidad de 19.76 %, revela el alto grado de homogeneidad entre las unidades de análisis y una buena precisión en el experimento, o sea, los resultados derivados de esta investigación no son distantes del promedio de 3.30 larvas por mazorca.

Según la tabla 4, realizado la prueba de Tukey para los tratamientos, demuestra que, el producto Arrazador-PBA, con 2.5 larvas por mazorcas, ofrece levemente mejor respuesta respecto a los tratamientos individuales con los hongos entomopatógenos *Metarhizium anisopliae*, *Lecanicillium lecanii* y *Beauveria bassiana*, que reportan 2.75 y 3.0 larvas por mazorca, en orden descendente. El testigo (sin aplicación del hongo entomopatógeno), reporta mayor número de larvas con 5.25 unidades por mazorca. De esta manera, queda demostrado que, el producto Arrazador-PBA (con ingredientes activos: *Beauveria bassiana*, *Lecanicillium lecanii*, *Metarhizium anisopliae*), es ligeramente mejor en relación a la aplicación independiente de los hongos entomopatógenos en estudio.

De los resultados obtenidos se concluye que, el bioinsecticida Arrazador que contienen los conidios de los hongos *Beauveria bassiana*, *Lecanicillium lecanii* y *Metarhizium anisopliae*; posee mejor eficiencia en el nivel de infestación y el mecanismos de acción dentro de la plaga *Carmentia* spp, probablemente, está ligado al efecto causado por las diversas toxinas que producen cada uno de estos microorganismos entomopatógenos presentes en el producto biológico; y, en consecuencia, protege levemente mejor de la cantidad de larvas que puedan ingresar al interior de las mazorcas del cacao, reduciéndola hasta 2.5 larvas por mazorca; siendo ligeramente mejor en relación al efecto individual de cada uno de los hongos entomopatógenos evaluados, que varían entre 2.75 y 3.0 larvas por mazorca.

Dávila (2018), empleando cepas nativas del hongo entomopatógeno *Beauveria bassiana* en el control de *Carmenta foraseminis* a nivel de laboratorio, reportó que la “Cepa 2”, posee mayor patogenicidad, causando el 90 % de mortandad en estadios de huevos y obteniendo un 96.67 % de esporulación. Concluyendo que la *Beauveria bassiana*, muestra potencialidad como bioinsecticida en el control del “mazorquero del cacao”.

Fernández (2020), utilizando *Beauveria bassiana* y *Metarhizium anisopliae* para el control de trips (*Frankliniella occidentalis*) en el cultivo de rosas, consiguió la mortandad de las plagas en un 69.01 % con *Beauveria bassiana* y un 24.53 % con *Metarhizium anisopliae*.

Número de perforaciones por mazorca

La tabla 5, muestra el ANVA para el número de perforaciones por mazorca, donde existe alta significación estadística para los tratamientos ($p \leq 0,05$), cuyo resultado manifiesta, que al menos uno de los tratamientos tiene un promedio superior o inferior a los demás; tal es así, para conocer cuáles son esas diferencias, se realizó la prueba de contraste Tukey. El coeficiente de variabilidad de 29.51 %, revela cierto grado de homogeneidad entre las unidades de análisis y regular precisión en el experimento; porque, la distribución de las unidades de análisis no sería uniforme en la mazorca del cacao; vale decir, la ubicación de las perforaciones causadas por la plaga, no estarían distribuidas uniformemente en las mazorcas de cacao, motivando que, los resultados derivados de esta investigación estarían ligeramente distantes del promedio de 1.75 perforaciones por mazorca.

Tabla 5

ANVA de número de perforaciones por mazorca. *Beauveria bassiana*, *Lecanicillium lecanii* y *Metarhizium anisopliae* en el control de *Carmenta* spp. en *Theobroma cacao*, Kimbiri, 2019

Fuente de variación	G. L.	SC	CM	F	p-valor
Bloque	3	0.550	0.1800	0.69	0.5768 ns
Tratamientos	4	8.000	2.000	7.50	0.0029 **
Error	12	3.2000	0.2700		
Total	19	11.750			
CV = 29.51%	Promedio = 1.75				

Tabla 6*Prueba de Tukey de tratamientos en número de perforaciones por mazorca*

Tratamientos	Nº Rep.	Número de perforaciones por mazorca	Tukey 0.05
<i>Beauveria bassiana</i>	4	1.25	a
Producto Arrazador-PBA	4	1.50	a
<i>Metarhizium anisopliae</i>	4	1.50	a
<i>Lecanicillium lecanii</i>	4	1.50	a
Testigo	4	3.00	b

Según la tabla 6, realizado la prueba de Tukey para los tratamientos, demuestra que, la aplicación del hongo *Beauveria bassiana*, tiene mejor respuesta con 1.25 perforaciones por mazorca, frente al producto Arrazador-PBA, y a los tratamientos individuales con los hongos entomopatógenos *Metarhizium anisopliae* y *Lecanicillium lecanii*, que reportan 1.50 perforaciones por mazorca. El testigo (sin aplicación del hongo entomopatógeno), reporta mayor número de perforaciones con 3.0 unidades por mazorca. Así, queda demostrado que, la aplicación independiente del hongo *Beauveria bassiana*, es ligeramente mejor a la aplicación del producto Arrazador-PBA (con ingredientes activos: *Beauveria bassiana*, *Lecanicillium lecanii*, *Metarhizium anisopliae*) y la aplicación independiente de los hongos *Metarhizium anisopliae* y *Lecanicillium lecanii*.

Según los resultados encontrados para el número de perforaciones por mazorca, se deduce que, la aplicación individual del hongo *Beauveria bassiana*, tiene mejor eficiencia en el bajo nivel de infestación y el modo de acción dentro de la plaga *Carmenta* spp.; y, en consecuencia, ligeramente mejor de las perforaciones que se ocasiona en las mazorcas del cacao, reduciéndola hasta 1.25 perforaciones por mazorca, en relación al resultado conseguido con el producto bioinsecticida Arrazador (contienen los conidios de los hongos *Beauveria bassiana*, *Lecanicillium lecanii* y *Metarhizium anisopliae*) y a la aplicación por separado de los dos hongos entomopatógenos *Lecanicillium lecanii* y *Metarhizium anisopliae*, que alcanzaron hasta 1.5 perforaciones por mazorca.

Según manifiesta Martínez (2021), con el hongo entomopatógeno *Beauveria bassiana*, en el control del mazorquero del cacao (*Theobroma cacao* L.), disminuyó el daño causado en el cultivo de cacao.

Los resultados del presente trabajo investigación son inferiores a los obtenidos por Ccente (2019), para el cultivar CCN-51, bajo las condiciones de Pichari, en época seca reporta 3.113 perforaciones por mazorca y en época lluviosa 2.314, y según la

ubicación en la planta, en la parte inferior presenta 2.899 y en la parte superior 2.539 perforaciones por mazorca.

Porcentaje de almendras sanas por mazorca

Tabla 7

ANVA porcentaje de almendras sanas por mazorca. *Beauveria bassiana*, *Lecanicillium lecanii* y *Metarhizium anisopliae* en el control de *Carmenta* spp. en *Theobroma cacao*, Kimbiri, 2019

Fuente de variación	G. L.	SC	CM	F	p-valor
Bloque	3	1062.8	354.27	5.97	0.010 ns
Tratamientos	4	1594.3	398.58	6.72	0.004 **
Error	12	711.7	59.31		
Total	19	3368.8			

CV =12.54 % Promedio = 61.4%

Según la tabla 7, el ANVA para el porcentaje de almendras sanas por mazorca, muestra alta significación estadística para los tratamientos ($p \leq 0,05$); dicho resultado señala, que al menos uno de los tratamientos tiene un promedio superior o inferior a los demás; tal es así, para conocer cuáles son esas diferencias, se efectuó la prueba de contraste Tukey. El coeficiente de variabilidad de 12.54 %, revela alto grado de homogeneidad entre las unidades de análisis y buena precisión en el experimento, es decir, los resultados derivados de esta investigación no son distantes del promedio de 61.4 % de almendras sanas por mazorca.

Tabla 8

Prueba de Tukey de tratamientos en porcentaje de almendras sanas por mazorca

Tratamientos	Nº Rep.	% de almendras sanas por mazorca	Tukey 0.05
Producto Arrazador-PBA	4	73.50	a
<i>Beauveria bassiana</i>	4	67.00	a
<i>Lecanicillium lecanii</i>	4	60.75	a b
<i>Metarhizium anisopliae</i>	4	59.00	a b
Testigo	4	46.75	b

Según la tabla 8, efectuado la prueba de Tukey para los tratamientos, el producto Arrazador-PBA, ofrece mejor respuesta en 73.5 % de almendras sanas por mazorca en relación a los tratamientos con los hongos entomopatógenos *Beauveria bassiana*, *Lecanicillium lecanii*, y *Metarhizium anisopliae*, que reportan 67.0, 60.75 y 59.0 % de almendras sanas, en orden descendente. El testigo (sin aplicación del hongo entomopatógeno), alcanza el 46.75 % de almendras sin dañar. Al respecto, estadísticamente queda demostrado que, el producto Arrazador-PBA (con ingredientes activos: *Beauveria bassiana*, *Lecanicillium lecanii*, *Metarhizium anisopliae*), es

ligeramente mejor en relación a la aplicación independiente de los hongos entomopatógenos en estudio.

De los resultados se desprende que, el bioinsecticida Arrazador que contienen los conidios de los hongos *Beauveria bassiana*, *Lecanicillium lecanii* y *Metarhizium anisopliae*; posee mayor efecto en el nivel de infestación y modo de acción dentro de la plaga *Carmenta* spp, seguramente, porque está relacionado a la acción de las diversas toxinas que producen cada uno de estos microorganismos entomopatógenos presentes en el producto biológico; y, en consecuencia, protege ligeramente mejor del daño producido en las almendras del cacao, conservando hasta alrededor del 74 % de almendras sanas, respecto al efecto individual de cada uno de los hongos entomopatógenos en evaluación, que mantienen entre 67 y 59 % de almendras sanas por mazorca.

El resultado del porcentaje de almendras sanas por mazorca, tiene relación donde el producto Arrazador resulta ser mejor el producto biológico para proteger del ataque de la plaga *Carmenta* spp., seguido por el hongo entomopatógeno *Beauveria bassiana*. Igualmente, tiene analogía con la respuesta encontrada por Jorge (2018), quien utilizando el producto Arrazador, consigue reducir en menor tiempo la incidencia de la plaga, desde un 45.18% inicial hasta un 0 %. Por su lado Dávila (2018), demuestra que el hongo entomopatógeno *Beauveria bassiana*, tiene la potencialidad de controlar el “mazorquero del cacao”.

Es muy importante manifestar, en forma general el uso de los productos en estudio, tanto el producto arrazador, así como los hongos entomopatógenos *Beauveria bassiana*, *Lecanicillium lecanii*, *Metarhizium anisopliae*, demuestran resultados favorables relacionado al daño causado por la plaga *Carmenta* spp., conservado aproximadamente entre 60 a 74 % de almendras sanas, comparado con los resultados encontrados por Ccente (2019), para el cultivar CCN-51, bajo las condiciones de Pichari, quien reportó, en época seca, existe solo 1.33 y 4.08% almendras sanas, en la parte inferior y superior de la planta, respectivamente; mientras que, en la época lluviosa, no ha encontrado ninguna almendra sana, producto del ataque de la plaga *Carmenta* spp. Asimismo, Mezones (2019) demuestra que, en tres localidades de la provincia de Leoncio Prado, región Huánuco, la incidencia de *C. foraseminis*, es equivalente a un 54.50% en promedio.

Porcentaje de almendras dañadas por mazorca

Según la tabla 9, el ANVA para el porcentaje de almendras dañadas por mazorca, muestra alta significación estadística para los tratamientos ($p \leq 0,05$), cuyo

resultado indica, que al menos uno de los tratamientos tiene un promedio superior o inferior a los demás; tal es así, para conocer cuáles son esas diferencias, se realizó la prueba de contraste Tukey. El coeficiente de variabilidad de 20.65 %, revela el alto grado de homogeneidad entre las unidades de análisis y una buena precisión en el experimento, o sea, los resultados derivados de esta investigación no son distantes del promedio de 48.0 % de almendras dañadas por mazorca.

Tabla 9

ANVA de porcentaje de almendras dañadas por mazorca. *Beauveria bassiana*, *Lecanicillium lecanii* y *Metarhizium anisopliae* en el control de *Carmentia* spp. en *Theobroma cacao*, Kimbiri, 2019

Fuente de variación	G. L.	SC	CM	F	p-valor
Bloque	3	106.0	35.33	1.70	0.783 ns
Tratamientos	4	4219.5	908.6	10.74	0.0006 **
Error	12	1178.5	115.0		
Total	19	5504.0			

CV = 20.65% Promedio = 48%

Tabla 3.10

Prueba de Tukey de tratamientos en porcentaje de almendras dañadas por mazorca

Tratamientos	N° Rep.	% de almendras dañadas por mazorca	Tukey 0.05
<i>Lecanicillium lecanii</i>	4	24.25	a
<i>Metarhizium anisopliae</i>	4	47.25	b
Producto Arrazador-PBA	4	48.00	b c
<i>Beauveria bassiana</i>	4	50.50	b c
Testigo	4	70.00	c

Según la tabla 3.10, efectuado la prueba de Tukey para los tratamientos, demuestra que, el hongo entomopatógeno *Lecanicillium lecanii*, con 24.25% de almendras dañadas por mazorca, brinda mejor respuesta, en relación a los tratamientos con los hongos entomopatógenos *Metarhizium anisopliae*, producto Arrazador-PBA y *Beauveria bassiana*, que reportan 47.25, 48.0 y 50.5 % de almendras dañadas por mazorca, en orden descendente. El testigo (sin aplicación del hongo entomopatógeno), reporta mayor porcentaje de almendras dañadas, equivalente al 70.0 %.

De los resultados obtenidos para el porcentaje de almendras dañadas, se atribuye que, la aplicación individual del hongo *Lecanicillium lecanii*, tiene eficiencia superior en el nivel de infestación y el modo de acción dentro de la plaga *Carmentia* spp.; y, en consecuencia, disminuye la proporción del daño causado en las almendras del cacao, reduciéndola hasta alrededor del 24 % de almendras dañadas, siendo mejor en relación

al efecto individual de los otros hongos entomopatógenos *Metarhizium anisopliae*, *Beauveria bassiana* y el producto Arrazador (contienen los conidios de los hongos *Beauveria bassiana*, *Lecanicillium lecanii* y *Metarhizium anisopliae*), que logra reducir entre 24 y 50 % de almendras dañadas por mazorca.

Según manifiesta Vargas (2017), empleando el hongo entomopatógeno *Lecanicillium lecanii* en rotación con el fungicida químico “Duett 25 SC” sobre la incidencia y severidad de la roya (*Hemileia vastatrix*) en el cultivo de café (*Coffea arabica*), encontró menor porcentaje de incidencia frente testigo (efecto individual del fungicida químico “Duett 25 SC”).

Del mismo modo, es relevante señalar que, el uso de los hongos entomopatógenos *Lecanicillium lecanii*, *Beauveria bassiana*, *Metarhizium anisopliae*, así como el producto Arrazador, demuestran resultados favorables relacionado al daño causado por la plaga *Carmenta* spp., reduciendo el daño por debajo del 50 % de almendras dañadas, comparado con los resultados encontrados por Ccente (2019), para el cultivar CCN-51, bajo las condiciones de Pichari, quien reportó, en época seca, alcanza el 98.67 y 95.92% de almendras dañadas, en la parte inferior y superior de la planta, respectivamente; mientras que, en la época lluviosa, todas las almendras son dañadas, habiendo una incidencia del casi 100 %, producto del ataque de la plaga *Carmenta* spp.

En forma general, los resultados obtenidos en el presente trabajo de investigación, demuestra que, la aplicación de los factores en estudio, el producto biológico y hongos entomopatógenos naturales, en relación al testigo, sí contribuye favorablemente en el control de *Carmenta* spp. “mazorquero de cacao”; cuyos mecanismos de acción del producto biológico comercial Arrazador-PBA y los hongos entomopatógenos (*Lecanicillium lecanii*, *Beauveria bassiana* y *Metarhizium anisopliae*), son casi similares para todos los parámetros evaluados, porcentajes de mazorcas sanas y dañadas por mazorcas, diámetro de perforaciones por mazorca, número de larvas por mazorca, número de perforaciones por mazorca, porcentaje de almendras sanas y dañadas por mazorcas. Sin embargo, ciertos productos, indistintamente muestran resultados superiores para algunos parámetros en estudio; como es el caso del producto biológico Arrazador-PBA, tiene mejor respuesta en el porcentaje de mazorcas sanas y dañadas, número de larvas por mazorca y porcentaje almendras sanas, el hongo *Beauveria bassiana* en número de perforaciones por mazorca y porcentaje de almendras sanas, y el *Metarhizium anisopliae* en el número de larvas por mazorca y número de perforaciones por mazorca, mientras que el hongo

Lecanicillium lecanii, tiene efecto sobresaliente en el porcentaje de almendras dañadas. Porque, los hongos entomopatógenos causan reducciones significativas en la población de la plaga, cuyo modo de acción consiste en la multiplicación de los hongos entomopatógenos en el interior del cuerpo de insecto plaga conduce a la producción de micelio, hifas y blastosporas y a la producción de toxinas que en conjunto van a provocar la enfermedad y la muerte del insecto. En el caso de *Beauveria bassiana* producen las principales toxinas beauvericine, beauverolide HeI, bassianolide, el isarolide A, B y C. La acción insecticida de los metabolitos tóxicos, que es causada por las toxinas beauvericine, beauverolide HeI, bassianolide, isarolide A, B y C, producida por el hongo *Beauveria bassiana*; en *Verticillium Lecanii* por la toxina bassinolide; y en el caso de *Metarhizium anisopliae* por las toxinas dextruxinas A, B, C, D y la desmetildextruxina B y otras como la A1, A2, B1, C2, D1, D2, y E1 (Carballo & Guharay, 2004, pp. 34-43).

CONCLUSIONES

1. La aplicación de 30gr del producto biológico Arrazador-PBA (combinación de *Beauveria bassiana*, *Lecanicillium lecanii* y *Metarhizium anisopliae*) en 20 litros de agua, tiene mejor efecto en comparación a la aplicación individual de los tres hongos entomopatógenos en estudio, conservando el 95% de mazorcas sanas, restringiendo el promedio del número de larvas por mazorca a 2.5 unidades y manteniendo el 73.5 % de almendras sanas por mazorca.
2. Con la aplicación del hongo *Beauveria bassiana*, se obtiene 70 % de mazorcas sanas, 2.5 en promedio del número de larvas por mazorcas y 67.0 % de almendras sanas por mazorca.
3. Con la aplicación del hongo *Metarhizium anisopliae*, se obtiene 70% de mazorcas sanas, 2.75 en promedio del número de larvas por mazorca y 59.0% de almendras sanas por mazorca.
4. Con la aplicación del hongo *Lecanicillium Lecanii*, se obtiene 75% de mazorcas sanas, 3 en promedio del número de larvas por mazorca y 60.75% de almendras sanas por mazorca.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Arvelo, S. M. A., González, L. D., Delgado, L. T., Maroto, A. S., & Montoya, R. P. (2017). Estado actual sobre la producción, el comercio y cultivo del cacao en América. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA). <https://repositorio.iica.int/bitstream/11324/6422/1/BVE18019631e.pdf>
- Arvelo, S. M. A., González, L. D., Delgado, L. T., Maroto, A. S., & Montoya, R. P. (2017). Manual técnico del cultivo de cacao. Prácticas latinoamericanas. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA). San José, Costa Rica. <https://repositorio.iica.int/bitstream/11324/6181/1/BVE17089191e.pdf>
- Carballo, M., & Guharay, F. (2004). Control biológico de plagas agrícolas. El Centro Agronómico de Investigación y Enseñanza CATIE. Manual técnico/CATIE; N° 53. Turrialba, Costa Rica. https://www.ciaorganico.net/documypublic/525_CONTROL_BIOLOGICO_DE_PLAGAS_AGRICOLAS.pdf
- Ccente, V. 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. Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, Ayacucho, Perú. http://repositorio.unsch.edu.pe/bitstream/UNSCH/3528/1/TESIS%20AF05_Cce.pdf
- Dávila, T. K. (2018). Control biológico del mazorquero del cacao (*Carmenta foraseminis*), utilizando dos cepas nativas de *Beauveria bassiana*, región San Martín. [Tesis de pregrado]. Universidad Nacional de San Martín -Tarapoto. <https://repositorio.unsm.edu.pe/handle/11458/3032>
- Fernández, G. T. R. (2020). Evaluación de la aplicación de *Beauveria bassiana* y *Metarhizium anisopliae* para el control de trips (*Frankliniella occidentalis*) en rosas. [Tesis de pregrado]. Universidad Central del Ecuador. <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/21410/1/T-UCE-0004-CAG-243.pdf>
- García, C. L. (2008). Estudio de caracterización del potencial genético del cacao en el Perú. M & O CONSULTING SAC. Lima, Perú. https://www.midagri.gob.pe/portal/download/pdf/direccionesyoficinas/dgca/estudio_caracterizacion.pdf

- Jorge, P. 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 pregrado. Universidad Nacional Agraria de la Selva. Tingo María, Perú.
https://repositorio.unas.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14292/1460/ABJP_2018.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Martínez, R. M. K. (2021). Eficacia de la *Beauveria bassiana* como controlador biológico del mazorquero en el cultivo de cacao, (*Theobroma cacao*) en el caserío de Nuevo Progreso - distrito de José Crespo y Castillo - provincia de Leoncio Prado – Huánuco 2019 – 2020. [Tesis de pregrado]. Universidad de Huánuco.
<http://repositorio.udh.edu.pe/bitstream/handle/123456789/2831/Martinez%20Rojas%2C%20Mayume%20Katy.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Mezones, A. 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 Posgrado]. Universidad Nacional Agraria de la Selva.
https://repositorio.unas.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14292/1632/TS_IMA_219.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Ministerio de Agricultura y Riego - MINAGRI. (2016). Estudio del Cacao en el Perú y el Mundo. Situación Actual y Perspectivas en el Mercado Nacional e Internacional al 2015. Lima Perú.
<https://camcafeperu.com.pe/admin/recursos/publicaciones/Estudio-cacao-Peru-y-Mundo.pdf>
- Oficina Nacional de Evaluación de Recursos Naturales - ONERN. (1976). Mapa ecológico del Perú. Guía explicativa. Lima, Perú.
<https://repositorio.ana.gob.pe/handle/20.500.12543/1052>
- Productos biológicos para la agricultura- PBA EIRL. (s.f.). LECANIUM (*Lecanicillium lecanii*). Ficha técnica. <https://pba.pe/wp-content/uploads/2022/08/LECANIUM-G.pdf>
- Productos biológicos para la agricultura- PBA EIRL. (s.f.). YURAK WP (*Beauveria bassiana*). Ficha técnica. <https://pba.pe/wp-content/uploads/2022/08/YURAK.pdf>

Productos biológicos para la agricultura- PBA EIRL. (s.f.). ARRAZADOR (*Beauveria bassiana*, *L. lecanii*, *M. anisopliae*). Ficha técnica. <https://pba.pe/wp-content/uploads/2022/08/ARRAZADOR.pdf>

Productos biológicos para la agricultura- PBA EIRL. (s.f.). METARIZO WP (*Metarhizium anisopliae*). Ficha técnica. <https://pba.pe/wp-content/uploads/2022/08/METARIZO.pdf>

Vargas, T. D. (2017). Efecto de la aplicación de *Lecanicullium lecanii* sobre la incidencia y severidad de la roya (*Hemileia vastatrix*) en el cultivo de café (*Coffea arabica*). [Tesis de pregrado]. Universidad de Costa Rica. <http://repositorio.sibdi.ucr.ac.cr:8080/jspui/bitstream/123456789/3432/1/40419.pdf>

**ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS****Bach. JUAN YUCRA CURO****R.D.N° 043-2023-UNSCH-FCA-D**

En la ciudad de Ayacucho a los veinticuatro días del mes de febrero del año dos mil veintitrés, siendo las quince horas con cinco minutos, se reunieron en el auditorio virtual de la Facultad de Ciencias Agrarias, los miembros del jurado conformado por M.Sc. Julio Danilo Vilca Vivas, Ing. Edison Rodríguez Palomino como asesor, M.Sc. Walter Augusto Mateu Mateo y la M.Sc. Angela Juana Requis Quintanilla, bajo la presidencia del señor Decano de la Facultad de Ciencias Agrarias y actuando como secretario docente el Mtro. Ennio Chauca Retamozo para participar en la sustentación virtual de la Tesis titulada: **Aplicación de Beauveria bassiana, Lecanicillium lecanii y Metarhizium anisopliae en Theobroma cacao con relación al daño de Carmenta spp., Kimbiri, Cusco, 2019** y así obtener el Título Profesional de Ingeniero Agroforestal del Bachiller **JUAN YUCRA CURO**.

El señor Decano, previa verificación de los documentos exigidos solicitó al bachiller **JUAN YUCRA CURO** que proceda con la sustentación y posterior defensa de la tesis en un periodo de 45 minutos de acuerdo al reglamento de grados y títulos vigente.

Terminado la exposición, los miembros del Jurado, formularon sus preguntas, aclaraciones y/o observaciones correspondientes. Luego se invitó al sustentante y asistentes abandonar temporalmente el auditorio para la deliberación y calificación por parte de los miembros de la comisión, teniendo el siguiente resultado:

Jurado evaluador	Exposición	Respuestas a las preguntas	Generación de conocimiento	Promedio
M.Sc. Julio Danilo Vilca Vivas	14	10	15	13
Ing. Edison Rodríguez Palomino	18	17	18	18
M.Sc. Walter Augusto Mateu Mateo	15	14	13	14
M.Sc. Angela Juana Requis Quintanilla	15	14	16	15
PROMEDIO GENERAL				15

Acto seguido se invita al sustentante y público en general para dar a conocer el resultado final. Firman el acta.

M.Sc. Julio Danilo Vilca Vivas
Presidente

Ing. Edison Rodríguez Palomino
Asesor

M.Sc. Walter Augusto Mateu Mateo
Jurado

M.Sc. Angela Juana Requis Quintanilla
Jurado

Mtro. Ennio Chauca Retamozo
Secretario Docente



UNSCH

FACULTAD DE CIENCIAS
AGRARIAS

CONSTANCIA DE CONTROL DE ORIGINALIDAD DE TRABAJO DE TESIS

El que suscribe, presidente de la comisión de docentes instructores responsables de operativisar, verificar, garantizar y contolar la originalidad de los trabajos de **TESIS** de la Facultad de Ciencias Agrarias, de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, autorizado por RR N° 294-2022-UNSCH-R; hacen constar que el trabajo titulado;

Aplicación de *Beauveria bassiana*, *Lecanicillium lecanii* y *Metarhizium anisopliae* en *Theobroma cacao* con relación al daño de *Carmenta spp.*, Kimbiri, Cusco, 2019

Autor : Juan Yucra Curo

Asesor : Edison Rodríguez Palomino

Ha sido sometido al control de originalidad mediante el software TURNITIN UNSCH, acorde al Reglamento de originalidad de trabajos de investigación, aprobado mediante la RCU N° 039-2021-UNSCH-CU, arrojando un resultado de **veinte por ciento (20 %)** de índice de similitud, realizado con **depósito de trabajos estándar**.

En consecuencia, se otorga la presente Constancia de Originalidad para los fines pertinentes.

Nota: Se adjunta el resultado con Identificador de la entrega: 2138816617

Ayacucho, 30 de julio de 2023

UNIVERSIDAD NACIONAL DE
SAN CRISTOBAL DE HUAMANGA
Facultad de Ciencias Agrarias


M. Sc. Walter A. Mateu Mateo
Pdte. Comisión Turnitin - FCA

Aplicación de Beauveria
bassiana, Lecanicillium lecanii y
Metarhizium anisopliae en
Theobroma cacao con relación
al daño de Carmenta spp.,
Kimbiri, Cusco, 2019

por Juan Yucra Curo

Fecha de entrega: 30-jul-2023 09:36a.m. (UTC-0500)

Identificador de la entrega: 2138816617

Nombre del archivo: 2._Tesis_Juan._Yucra_-corregido_24-07-23_ULTIMO_1.docx (12.31M)

Total de palabras: 22037

Total de caracteres: 120824

Aplicación de Beauveria bassiana, Lecanicillium lecanii y Metarhizium anisopliae en Theobroma cacao con relación al daño de Carmenta spp., Kimbiri, Cusco, 2019

INFORME DE ORIGINALIDAD

20%

INDICE DE SIMILITUD

19%

FUENTES DE INTERNET

2%

PUBLICACIONES

13%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	Submitted to Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga Trabajo del estudiante	7%
2	repositorio.unsch.edu.pe Fuente de Internet	6%
3	repositorio.uncp.edu.pe Fuente de Internet	2%
4	repositorio.unfv.edu.pe Fuente de Internet	1%
5	repositorio.unas.edu.pe Fuente de Internet	1%
6	riul.unanleon.edu.ni:8080 Fuente de Internet	1%
7	idoc.pub Fuente de Internet	<1%
8	www.bioline.org.br Fuente de Internet	<1%

9	repositorio.unheval.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
10	Submitted to Universidad San Ignacio de Loyola Trabajo del estudiante	<1 %
11	tesis.ucsm.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
12	repositorio.tec.mx Fuente de Internet	<1 %
13	repositorio.unsm.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
14	GRUPO ATOMO S.A.C.. "ITS del Proyecto Instalación y Operación del Incinerador de Residuos No Peligrosos-IGA0017205", R.D.G. N° 264-2019-MINAGRI-DVDIAR-DGAAA, 2022 Publicación	<1 %
15	hdl.handle.net Fuente de Internet	<1 %
16	repositorio.uea.edu.ec Fuente de Internet	<1 %
17	Dagoberto Durán Hernández, Olivia Tzintzun Camacho, Onécimo Grimaldo-Juárez, Daniel González-Mendoza et al. "Compendio Científico en Ciencias Agrícolas y Biotecnología (Vol 2)", Omnia Publisher SL, 2019 Publicación	<1 %

18

dspace.esPOCH.edu.ec

Fuente de Internet

<1 %

Excluir citas Activo

Excluir coincidencias < 30 words

Excluir bibliografía Activo