

UNIVERSIDAD NACIONAL HERMILIO VALDIZAN
ESCUELA DE POSGRADO



“Beauveria bassiana EN EL CONTROL DE LA BROCA DEL CAFÉ (*Hypothenemus hampei*, *Coffea arabica*) EN EL DISTRITO DE OXAPAMPA PASCO, 2018”

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN: MEDIO AMBIENTE

TESIS PARA OPTAR EL GRADO DE MAESTRO EN MEDIO AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE, MENCIÓN EN GESTIÓN AMBIENTAL

TESISTA: CARMEN BEATRIZ MENDOZA CARBAJAL

ASESOR: Dr. PIO TRUJILLO ATAPOMA

HUÁNUCO - PERÚ

2019

DEDICATORIA

A Dios todopoderoso, por otorgarme la vida, la salud, ser mi guía espiritual para cumplir muchas metas y brindarme sus bendiciones a cada momento.

A la memoria de mis padres Agustín e Inés, por el don de existir que me dieron, quienes todavía están en mí, a quienes no se les olvida nunca.

A mi hijo Cesar Augusto, porque siempre cree en mí, quien con todo su esfuerzo me dio impulso para culminar lo que renuncié hace mucho tiempo, me brindó todo el apoyo necesario y nunca permitió que me dé por vencida; tu ayuda a sido fundamental hijo mío.

A mis hermanos, Mercedes, Gloria, Agustín, Luis Alberto y Víctor Raúl, por su estima y apoyo moral.

A toda mi familia y amigos que me motivaron a continuar y culminar este gran reto de obtener el grado.

Carmen B. Mendoza Carbajal.

AGRADECIMIENTO

Al mi Asesor, por sus orientaciones, paciencia y tiempo para desarrollar la presente Tesis,

Mi gratitud a la Escuela de Posgrado de la Universidad Nacional Hermilio Valdizán UNHEVAL Huánuco, por darme la oportunidad de culminar el presente trabajo y terminar los tramites de la obtención del grado de Magister.

A los jóvenes estudiantes de Agronomía; Iván y Erick; por el apoyo físico en los trabajos de campo que fueron muy laboriosos.

A todos ellos muchas gracias.

RESUMEN

Uno de los cultivos más importantes en Oxapampa, Pasco, es el café, constituye una fuente de ingreso económico; la broca (*Hypothenemus hampei*) es una de las plagas más importantes de este cultivo siendo un factor limitante; por tal razón se busca desarrollar alternativas para el control; que disminuya la incidencia sin dañar el medio ambiente, el consumo humano de un café libre de toxicidad por efectos de Productos Químicos, aplicación de una dosis efectiva, y aporte a la exportación del producto lo que beneficiara económicamente al productor. Por ello se planteó como objetivo general comprobar la acción plaguicida de *Beauveria bassiana* en la Broca del café, en el distrito y provincia de Oxapampa, Pasco, 2018; evaluar el efecto plaguicida de dos, tres y cuatro kg del sustrato de *Beauveria bassiana* por hectárea; en la Broca del café (*Coffea arabica*), para determinar la dosis exacta. El trabajo de investigación se ejecutó en la parcela de una productora, ubicada en el distrito de Oxapampa, Pasco en una hectárea del cultivo; en cinco meses; de agosto a diciembre de 2018. Se inició con la preparación del cultivo con labores culturales, se realizaron cuatro aplicaciones entre los meses de setiembre a octubre, con tres tratamientos utilizando el entomopatógeno *Beauveria bassiana* y un testigo. Para el análisis de los resultados se empleó el diseño experimental DBCA y la prueba de Duncan al 0.01 y 0,05%. De los resultados obtenidos, se concluyó que el tratamiento dos T2 tres kg ejerció un control eficiente sobre cerezos sin daños de la broca, comparado con el Testigo.

Palabras claves: Control biológico, broca, *Beauveria bassiana*, café.

ABSTRACT

One of the most important crops in Oxapampa, Pasco, is coffee, is one of the main sources of income; the bit (*Hypothenemus hampei*) is the most important pest of this crop being a limiting factor; for this reason it seeks to develop alternatives for the control of this pest. This project also sought to encourage control decreasing the incidence without damaging the environment, drinking a coffee free of toxicity effects of chemical products for agricultural use, implementation of an effective dose, and contribution to the export of the product that will economically benefit the producer. On such grounds arose this project which has as its overall objective check pesticide action of *Beauveria bassiana* on the bit of the Café (*Hypothenemus hampei*) in the district and province of Oxapampa, Pasco, 2018; assess the pesticide effect of two, three and four kg of the substrate of *Beauveria bassiana* per hectare in the bit of ca... per hectare in the bit of coffee (*Coffea arabica*). The research work was carried out in the plot of a producer, located in the District of Oxapampa, Pasco in a hectare of cultivation; in a time of five months, from August to December of 2018. It began with the preparation of the crop with cultural work, four applications in the months of September and October, were conducted with three treatments using the entomopathogen, *Beauveria bassiana* and a witness. DBCA experimental design and Duncan test 0.05% were used for the analysis of the results. The results concluded that two T2 three kg treatment exercised efficient control over Cherry without damage to the bit, compared to witness until harvest.

Key words: Biological Control, bit, *Beauveria bassiana*, coffee.

INTRODUCCIÓN

Beauveria bassiana) es un hongo entomopatógeno de la familia Scolytidae se encuentra presente en todo los países del mundo cafetalero, es parásito de varias especies de insectos, entre ellos a la broca del café. El hongo se desarrolla en el insecto, al cual mata en poco tiempo, se reconoce por el micelio blanco que desarrolla entre los tegumentos de su hospedero. El hongo puede atacar a la broca cuando esta se encuentra fuera del fruto, o bien si no se encuentra muy profunda en el fruto, ya que de otra forma es casi invulnerable al patógeno. Si la broca se contamina con el hongo, muere después de 3 a 6 días en condiciones de humedad saturada y dura hasta 9 días si las condiciones de humedad relativa son de 70 y 80%. Si la humedad es excesiva, la viabilidad de las esporas del hongo baja. (Borbón, O. 1991)

En nuestro país, el hongo se encuentra principalmente parasitando insectos a nivel de campo y de esta manera se ha producido una forma de control natural lo cual beneficia de manera directa al control de plagas como en el caso de *Hypothenemus hampei* o broca del café, realmente este hongo tiene un control eficaz con este insecto.

El control biológico fue concebido a inicios del siglo XIX cuando algunos naturistas de diferentes partes reseñaron el importante papel de los organismos entomófagos en la naturaleza. Con el empleo de la lucha o control biológico se intenta restablecer el perturbado equilibrio ecológico.

Hypothenemus hampei Ferrari por lo expresado representa una de las plagas primarias de mayor importancia en el cultivo del café a nivel mundial, ya que puede implicar pérdidas importantes en los rendimientos, que van desde un 5

hasta un 24% Ramírez y Mora, (2001); Vásconez (1990) asegura que por cada porcentaje de cereza infectada se pierde peso en 0,275 %. La broca afecta los frutos del cafeto en sus diferentes fases de desarrollo, provocando su caída y el deterioro en los granos que permanecen en la planta, derivando en una merma del peso y calidad del producto final, pérdida en el mercado internacional, aumento en los costos del beneficio y aumento en los costos de producción, situación que se traduce en pérdidas millonarias para el sector cafetalero (Borbón, 2001). A pesar de que los plaguicidas químicos ayudan a producir alimentos de manera fácil, abundante, económica y eficiente, su uso intensivo y desmedido ha traído como consecuencia resultados bastantes contradictorios, por lo que hoy en día, su utilización está cada vez más comprometida debido a los efectos desfavorables que traen consigo, Ferrera (2004), aunque según Cabibioscience, (2003) los caficultores convencionales todavía prefieren usar los pesticidas, sustancias altamente tóxicas y que provocan daños al hombre y al ecosistema. Gómez et al., (2002) aseguran que, en el proceso de transformación hacia una agricultura moderna, jugó un importante papel el desarrollo y la aplicación de la biotecnología, al respecto Vásquez (2003), plantea que una de las vías para reducir el empleo de los plaguicidas químicos, es la introducción de los medios de control biológico, pues ofrecen una alternativa más favorable e intervienen en la formación de una agricultura ambientalmente segura, socialmente justa y económicamente viable. Entre las estrategias de la agricultura sostenible está el enfrentamiento a plagas, mediante técnicas y métodos adecuados al cultivo que no alteren el medio ambiente en que se desarrollan. En tal sentido, con una aplicación

correcta del conjunto de principios de la agricultura ecológica, se logra una situación de equilibrio de las plagas con sus controladores, principio en el que se sustentan las estrategias para el manejo integrado de plagas (Cuellar et al., 2003). *Beauveria bassiana* Bálz Vuill es un hongo que provoca la muerte por micosis cuando las esporas que produce se ponen en contacto con los insectos plagas, al respecto Bustillo (2002), señala que su presencia está influenciada por las condiciones climáticas, y que en condiciones de alta humedad los niveles de control pueden llegar hasta un 75%, por lo que es frecuente observar epizootias naturales en diversas regiones, considerándose muy eficiente su empleo en programas de control de *Hypothenemus hampei*, por lo que su reproducción constituye un aporte importante en los programas de Manejo Integrado de Plagas, que contribuye al saneamiento ambiental, garantizando la preservación de los enemigos naturales y reduciendo la cantidad de tratamientos para su control, con el incremento de la eficiencia económica, en la provincia de Oxapampa Pasco, los productores ya vienen aplicando este controlador biológico, sin embargo hay una pequeña discordia sobre la dosis exacta eficiente de aplicación. Por todo lo mencionado en el presente trabajo se fijaron como objetivos lo siguiente:

Objetivo General: Comprobar la acción plaguicida de *Beauveria bassiana* en la Broca del café (*Hypothenemus hampei*) en el distrito y provincia de Oxapampa del departamento de Pasco, 2018.

Para ejecutar el presente documento se realizó la revisión de los avances investigativos y desarrollos logrados en el control biológico con parasitoides y hongos entomopatógenos para el control de la broca del café y su

transferencia a los cafeteros a través del Servicio Nacional de Sanidad Agraria SENASA Perú. Estos resultados harán que se le dé al caficultor en Oxapampa la dosis del control biológico en el Manejo Integrado de Plagas MIP del café, paralelo a ello se seguirán concientizando a los productores a reducir sus pérdidas con menos costo, también se contribuirá que el café producido con controladores biológicos sean de gran valor y serán considerados como cafés especiales que fácilmente serían exportados (**Bustillo, 2002**).

Los capítulos desarrollados en el presente trabajo de investigación son:

CAPITULO I. Descripción del Problema de Investigación

CAPITULO II. Marco Teórico

CAPITULO III. Metodología

CAPITULO IV. Resultados y Discusión

CONCLUSIONES

RECOMENDACIONES O SUGERENCIAS

INDICE

Dedicatoria	ii
Agradecimiento.....	iii
Resumen	iv
Introducción	vi
INDICE	x
CAPITULO I. DESCRIPCION DEL PROBLEMA DE INVESTIGACION.....	1
1.1. Fundamentación del problema de investigación.....	1
1.2. Justificación	3
1.3. Importancia o propósito	3
1.4. Limitaciones	6
1.5. Formulación del problema de Investigación general y específicos.....	6
1.6. Formulación objetivos generales y específicos	7
1.7. Formulación de hipótesis generales y específico	8
1.7.1. Hipótesis General	8
1.7.2. Hipótesis Específicos.....	8
1.8. Variables	8
1.9. Operacionalización de las variables	9
1.10. Definición de términos operacionales.....	9
CAPITULO II. MARCO TEORICO	12
2.1. Antecedentes	12
2.2. Bases teóricas.....	17
2.2.1. Origen y distribución actual de <i>Hypothenemus hampei</i> Ferrari (Broca del Cafeto). 17	
2.2.2. La broca del café <i>Hypothenemus hampei</i> Ferr.....	17
2.2.3. Medios de diseminación de <i>Hypothenemus hampei</i>	21
2.2.4. Importancia Económica <i>Hypothenemus hampei</i> Ferr.....	21
2.2.5. Fenología del Café y su relación con <i>Hypothenemus hampei</i>	23
2.2.6. Hospedantes del insecto.	25
2.2.7. Posición taxonómica <i>Hypothenemus hampei</i> Ferrari (broca del café).....	25
2.2.8. El cultivo del Café en Perú.	26
2.2.9. Producción y consumo del café se incrementa en el país.....	28
2.2.10. Manejo integrado de la broca del café.	29

2.2.11.	Recomendaciones para el empleo de hongos entomopatógenos.....	44
2.2.12.	Biología de la broca del café.....	45
2.3.	Bases conceptuales	46
CAPITULO III. METODOLOGIA.....		48
3.1.	Ámbito.....	48
3.2.	Población.....	49
3.3.	Muestra	49
3.4.	Nivel y tipo de estudio.....	49
3.5.	Diseño de Investigación.....	50
3.6.	Técnicas e instrumentos.....	51
3.7.	Procedimiento	51
3.7.1.	Procedimiento para el preparado de la solución de Hongos Entomopatógenos.	51
3.7.2.	Procedimientos para evaluar y toma de datos de campo	53
CAPITULO IV. RESULTADOS Y DISCUSION		54
4.1.	Análisis descriptivo.....	54
4.2.	Análisis inferencial y contrastación de hipótesis	55
4.3.	Discusión de resultados.....	61
4.4.	Aporte de la investigación	65
CONCLUSIONES:.....		67
RECOMENDACIONES O SUGERENCIAS.....		68
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....		¡Error! Marcador no definido.
ANEXOS.....		73

CAPITULO I. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA DE INVESTIGACION

1.1. Fundamentación del problema de investigación

Hypothenemus hampei, o broca daña al fruto de café constituyendo uno de los problemas entomológicas en la caficultura mundial, ya que puede implicar pérdidas importantes en los rendimientos por cosecha que van desde el 5% hasta el 24% según la infestación que se presente; en casos extremos se reporta pérdidas de hasta el 50% de la cosecha (Ramírez G.2001).

En la actualidad el uso de productos químicos para el control de esta plaga está siendo muy discutido ya que produce demasiada contaminación, la aplicación de los plaguicidas se convierten en contaminantes para los sistema bióticos (animales y plantas principalmente) y abióticos (suelo, aire y agua), amenazando su estabilidad y representando un peligro para la salud pública, afirma DEL PUERTO, AZELA M. et al 2010; por tanto repercute en el producto como en el medio ambiente; los productores caficultores preocupados por este problema están optando el Manejo Integrado de Plagas MIP. Como parte del MIP se ejecuta el Control Biológico a través de la aplicación de *Beauveria bassiana*, que es un hongo entomopatógeno eficiente y que se encuentra naturalmente en el campo pero en cantidades insuficientes (Valdivieso L. 2008).

En los campos de cultivo se encuentran naturalmente controladores biológicos, identificados en el laboratorio, se comprueba que constituyen

enemigos naturales en la regulación de la población de especies dañinas a las que llamamos plagas.

El Control Biológico de Plagas de las plantas es el uso de enemigos naturales (parásitos, predadores y patógenos) en la regulación de las poblaciones de plagas. Es muy importantes porque no contamina el medio ambiente ni deja residuos tóxicos en los productos de consumo debido a que son organismos que forman parte de la naturaleza, razón por el cual no causa desequilibrios en el medio ambiente.

Frente al problema del ataque de la broca *Hypothenemus hampei* en el cultivo del café (*Coffea arabica*), los cafetaleros van realizando ensayos en diferentes lugares utilizando hongos entomopatógenos para su control, entre ellas el principal es el hongo blanco *Beauveria bassiana*.

Efecto de la plaga. El ataque del gorgojito o broca del café, afecta la calidad del grano, los insectos permiten el desarrollo de microorganismos como hongos, bacterias, levaduras que liberan enzimas y promueven la fermentación del mucilago en alcohol, generando diversos compuestos como el ácido butírico, que otorga mala calidad al café y permite el desarrollo de *Aspergillus ocraceus* – Ocratoxina A.

Finalmente se menciona que frente a la gran oportunidad de exportación de este producto, es muy importante el control natural de *Hypothenemus hampei*, la preocupación de los productores es de producirla con los requisitos establecidos por los países importadores y esencialmente deben producir cafés especiales.

1.2. Justificación

Frente al ataque de numerosas plagas, el uso indiscriminado de productos tóxicos y como consecuencia la contaminación ambiental, se está motivando la búsqueda de otras alternativas que sean efectivas y no perjudiciales, para combatir los patógenos de las plantas. Una respuesta positiva y concreta a la campaña de limpieza del mundo, es la utilización de hongos entomopatógenos para el control de plagas de cultivos, en particular especies del género *Beauveria* han merecido la atención máxima como agente biocontrol. En este sentido con esta investigación se logró definir la dosis efectiva de en el control de la broca del cafeto.

1.3. Importancia o propósito

El Control Biológico utiliza enemigos naturales (predadores, parasitoides, entomopatógenos y antagonistas) para controlar las poblaciones de plagas que producen daño a las plantas. Este método evita la resistencia de las plagas y una vez instalado en campo el control será permanente, teniendo como beneficio adicional la reducción de costos por el control, además de evitar la aparición o resurgencia de plagas secundarias y no contamina el medio ambiente, el Dr. Paul de Bach (1) dice –Creo que si no fuera por el control natural, los requerimientos de pesticidas, serían tan grandes que resultarían antieconómicos y ecológicamente imposibles de mantener un control adecuado.

Hypothenemus hampei Ferrari representa una de las plagas primarias de mayor importancia en el cultivo del café a nivel mundial, ya que puede implicar pérdidas importantes en los rendimientos, que van desde un 5 hasta

un 24% Ramírez y Mora, (2001); Vásconez (1990) asegura que por cada porcentaje de cereza infectada se pierde peso en 0,275 %. Por su parte Guaray et al; (2000) plantean que es posible calcular la pérdida de rendimiento en un equivalente a 9 kg/ha por cada porcentaje de infestación. La broca afecta los frutos del cafeto en sus diferentes fases de desarrollo, provocando su caída y el deterioro en los granos que permanecen en la planta, derivando en una merma del peso y calidad del producto final, pérdida en el mercado internacional, aumento en los costos del beneficio y aumento en los costos de producción, situación que se traduce en pérdidas millonarias para el sector cafetalero (Borbón, 2001). Por lo expuesto, **la importancia de este trabajo**, se basa en la utilización de un entomopatógeno natural que existe en el campo, el que es multiplicado en los laboratorios y comercializado a los productores de café para el control de la plaga importante como es la broca paralelamente fijar la dosis exacta efectiva, lo que les favorecerá económicamente.

Lo expresado hará que el productor no utilice irracionalmente los plaguicidas químicos que como consecuencia ha traído resultados bastantes contradictorios, por lo que hoy en día, su utilización está cada vez más comprometida debido a los efectos desfavorables que traen consigo, Ferrera (2004), aunque según Cabibioscience, (2003) los caficultores convencionales todavía prefieren usar los pesticidas altamente tóxicos y que provoca daños al hombre y al ecosistema. Gómez et al., (2002) aseguran que, en el proceso de transformación hacia una agricultura moderna, jugó un importante papel el desarrollo y la aplicación de la biotecnología, al respecto

Vásquez (2003), plantea que una de las vías para reducir el empleo de los plaguicidas químicos, es la introducción de los medios de control biológico, pues ofrecen una alternativa más favorable e intervienen en la formación de una agricultura ambientalmente segura, socialmente justa y económicamente viable.

Beauveria bassiana, es un hongo entomopatógeno, que provoca la muerte por micosis cuando las esporas que produce se ponen en contacto con los insectos plagas, al respecto Bustillo (2002), señala que su presencia está influenciada por las condiciones climáticas, y que en condiciones de alta humedad los niveles de control pueden llegar hasta un 75%, por lo que es frecuente observar epizootias naturales en diversas regiones, considerándose muy eficiente su empleo en programas de control de *H. hampei*, por lo que su reproducción por métodos artesanales constituye un aporte importante en los programas de Manejo Integrado de Plagas, además contribuye a reducir las importaciones en moneda libremente convertible, al saneamiento ambiental, garantizando la preservación de los enemigos natural y reduciendo la cantidad de tratamientos para su control, con el incremento de la eficiencia económica. Por todo lo antes expresado es importante darle importancia al control de la broca del café con una alternativa biológica contribuye a la preservación del ecosistema de la montaña.

1.4. Limitaciones

Los productores necesitan estar más concientizados sobre los beneficios que brindan realizar el control de plagas con productos naturales o biológicos.

No se hacen controles eficientes por desconocimiento de la distribución de la plaga en el campo de cultivo. La broca busca los llamados lugares calientes sin viento para infestar los cerezos,

No se tiene un paquete completo para un control eficiente.

1.5. Formulación del problema de Investigación general y específicos

Problema de investigación general

¿Tiene acción plaguicida el entomopatógeno (*Beauveria bassiana*) en la broca del café (*Hypothenemus hampei*) en el distrito y provincia de Oxapampa del departamento de Pasco, 2018?

Problema de investigación específico.

1. ¿Tendrá acción plaguicida la aplicación de dos kg de *Beauveria bassiana* por hectárea en la Broca del café (*Hypothenemus hampei*) en el distrito y provincia de Oxapampa- ¿Pasco, 2018?
2. ¿Tendrá acción plaguicida la aplicación de tres kg de *Beauveria bassiana* por hectárea, en la Broca del café (*Hypothenemus hampei*) en el distrito y provincia de Oxapampa-Pasco, 2018?

3. ¿Tendrá acción plaguicida la aplicación de cuatro kg de *Beauveria bassiana* por hectárea en la Broca del café (*Hypothenemus hampei*), en distrito y provincia de Oxapampa-Pasco, 2018?

1.6. Formulación objetivos generales y específicos

OBJETIVO GENERAL

Comprobar la acción plaguicida de *Beauveria bassiana* en la Broca del café (*Hypothenemus hampei*) en el distrito y provincia de Oxapampa del departamento de Pasco, 2018.

OBJETIVOS ESPECIFICOS

1. Evaluar el efecto plaguicida de dos kg de *Beauveria bassiana* por hectárea en la Broca (*Hypothenemus hampei*) del café (*Coffea arabica*) en el distrito y provincia de Oxapampa del departamento de Pasco.
2. Evaluar el efecto plaguicida de tres kg de *Beauveria bassiana* por hectárea en la Broca del café (*Hypothenemus hampei*) en el distrito y provincia de Oxapampa del departamento de Pasco
3. Evaluar el efecto plaguicida de cuatro kg de *Beauveria bassiana* por hectárea en la Broca del café (*Hypothenemus hampei*) en el distrito y provincia de Oxapampa del departamento de Pasco.

1.7. Formulación de hipótesis generales y específico

1.7.1. Hipótesis General

El entomopatógeno (*Beauveria bassiana*), posee efectos plaguicidas en la broca del café (*Hypothenemus hampei*) en el distrito y provincia de Oxapampa del departamento de Pasco, 2018.

1.7.2. Hipótesis Específicos

1. Las concentraciones de *Beauveria bassiana* de dos kg, si poseen efectos plaguicidas en la broca del café en el distrito de Oxapampa, Pasco 2018
2. Las concentraciones de *Beauveria bassiana* de tres kg, si poseen efectos plaguicidas en la broca del café en el distrito de Oxapampa, Pasco 2018.
3. Las concentraciones de *Beauveria bassiana* de cuatro kg, si poseen efectos plaguicidas en la broca del café en el distrito de Oxapampa, Pasco 2018.

1.8. Variables

Identificación de las variables

Variable dependiente

Plaguicida en la broca del café

Variable independiente

Concentraciones de esporas de *Beauveria bassiana*

1.9. Operacionalización de las variables

Nombre	Tipo	Nivel	Categoría/Valor	Indicadores	Instrumentos
Variable dependiente: Plaguicida (<i>Beauveria bassiana</i>)					
Plaguicida	Cuantitativa	De razón	Numero de cerezos sanos por planta	Tiempo de aplicación de los concentrados de la espora de <i>Beauveria bassiana</i> .	Guías de observación
Variable independiente: Concentraciones de esporas de <i>Beauveria bassiana</i>					
Concentraciones de esporas de <i>Beauveria bassiana</i> en: 2 kg; 3 kg y 4 kg de sustrato	Cuantitativa	De razón	Concentraciones de 2 kg. Concentraciones de 3 kg Concentraciones de 4 kg. de sustrato.	Medición de los efectos del control biológico cada 8 días después de la aplicación	Guías de observación Libreta de campo

1.10. Definición de términos operacionales

Dosis es la cantidad de producto que se aplica a los cultivos para combatir diferentes clases de plagas.

Esporas, son cuerpos microscópicos unicelulares o pluricelulares que se forman con fines de dispersión y supervivencia por largo tiempo, es un órgano de propagación, su reproducción se da por mitosis.

Entomopatógenos, son hongos microscópicos vivos que producen enfermedades a diferentes especies de insectos, no causa daño al hombre, animales ni plantas. En condiciones naturales requieren de humedad, pH y temperaturas adecuadas para especies de hongos. Estos actúan por contacto en los diferentes estadios de la plaga, penetrándole al cuerpo y produciéndole disturbios a nivel digestivo, nervioso, muscular, respiratorio y excretorio, es decir el insecto se enferma y posteriormente al tercer día o cuarto muere dependiendo de la especie y estadio del insecto (Sánchez 2002)

Concentración, la concentración de una solución es la proporción o relación que hay entre la cantidad de soluto y la cantidad de disolución o de disolver, donde el soluto es la sustancia que se disuelve y el disolvente es la sustancia que disuelve al soluto y el resultado es la disolución de la mezcla homogénea.

Beauveria bassiana, es un hongo deuteromicetes que crece en forma natural en los suelos de todo el mundo. Su poder entomopatógeno le hace capaz de parasitar a insectos de diferentes especies causándoles enfermedades. Pertenece a los hongos entomopatógenos y actualmente es usado como insecticida biológico o bioinsecticida controlando un buen número de parásitos de las plantas en especial controla la broca del café y otros escarabajos, orugas, termitas, las moscas blancas, los áfidos, también controla los picudos negro y rayado del plátano, la mosca minadora y otras plagas coleópteros.

Broca del café llamado también gorgojito, es un insecto coleóptero muy pequeño del tamaño de la cabeza de un alfiler, es de color negro, es una plaga del cerezo del café la hembra barrena el fruto y oviposita dentro.

Parasitismo. - Es el proceso, por el cual el insecto denominado parasitoide coloca sus huevos sobre o dentro de los huevos o cuerpo de otro ser llamado hospedero (plaga).

Anfibiosis. - Son aquellas que producen sustancias metabólicas (antibióticos) actúan ejerciendo un efecto biosida hacia muchos

organismos patógenos actúa directamente sobre organismos patogénico inhibiendo su crecimiento, la deformación y destrucción de órganos vegetativos del organismo patógeno.

Competencia. - Es el efecto dañino de un organismo sobre otro por la interferencia en el uso de algunos recursos del medio ambiente. La inhibición y latencia se debe a cambios físico-químicos en el medio como: el potencial de oxidación, reducción de presión osmótica y el pH, puede inhibir el desarrollo.

Explotación. - Parasitismo por el cual unos organismos viven a expensas y en detrimento de otros organismos.

Hiperparasitismo. - Es una simbiosis antagónica entre dos organismos, en el caso específico de hongo por hongo.

Plaga es todo ser viviente que causa daños económicos

Control Biológico, es el empleo de seres vivos para regular la población de organismos fitófagos a los que llamamos plaga, se basa en la utilización de parasitoides, predadores o microorganismo.

CAPITULO II. MARCO TEORICO

2.1. Antecedentes

En los resultados de la Tesis: Efectividad de la reproducción en medio de cultivo liquido de la Cepa Nativa de *Beauveria bassiana* como controlador biológico de la broca del fruto del cafeto *Hypothenemus hampei*; mostraron que los tratamientos T2 y T3 ocasionaron disminución en la actividad de las brocas en un lapso de tres días, en el T4 sucedió entre el quinto y sexto día y en el T5 a partir del sexto día. La actividad del brocado en las brocas infectadas con la mayor concentración de *Beauveria bassiana* fue entre 15 a 30% de los granos, mientras que en el testigo fue entre 55 a 80%. La mortalidad de brocas en el T2 fue visible desde el tercer día de observación, en T3 y T4, coincidió en el cuarto día; en el T5 se inició el quinto día. El desarrollo del micelio en T2 se observó a los 10 días colonizando las brocas en un 50% en T3 y T4, el crecimiento se observó a partir del cuarto día, y en el T5 fue escaso (Palacios D. 2009)

La broca del café es el insecto plaga más importante de la caficultura, debido a las pérdidas que ocasiona. A través de investigaciones se ha desarrollado un programa de manejo integrado con el fin asegurar la biodiversidad y estabilidad ecológica de la zona cafetera basado en procedimientos de Control Biológico, que se basan en parasitoides (*Cephalonomia stephanoderis* y *Phymasticuss cofella*) y el hongo entomopatogeno *Beauveria bassiana*. Estos organismos han sido probados

en cafetales en el control de la broca y luego reproducidos manualmente en forma comercial. Para que el cafetero pueda utilizarlos en los cafetales logrando así manejar racionalmente su cultivo y seguir produciendo café para exportación (Bustillos Parday), 2005.

La *Beauveria bassiana*, hongo que ataca a más de 200 especies de diferentes órdenes incluyendo plagas de gran importancia agrícola entre las que se encuentra la broca del café, la palomilla del repollo y el picudo del plátano (Monzón 2001).

El género *Beauveria* está compuesto por varias especies: *Beauveria bassiana* o *B. tenella*, *Beauveria amorpha* y *Beauveria velata*; sin embargo, las más frecuentemente estudiadas son la *Beauveria bassiana* y *B. brongniartii* (Alean Carreño 2003).

Los primeros microorganismos que se identificaron como causantes de enfermedades en insectos fueron los hongos, debido a que era posible observar su crecimiento sobre el cuerpo de éstos. Los hongos patógenos de insectos, conocidos como hongos entomopatógenos, penetran, invaden y se multiplican dentro del cuerpo de los insectos. En el grupo de los patógenos de insectos, una característica particular de los hongos es que no requieren ser ingeridos por el insecto para causar la enfermedad, ya que pueden penetrar a través de su cutícula. Su crecimiento y desarrollo está limitado principalmente por condiciones medioambientales adversas, especialmente la radiación solar, la baja humedad y las altas temperaturas. Las unidades de reproducción de los hongos son llamadas esporas o conidios, que

usualmente son las que infectan a los insectos. El proceso de infección se puede dividir en tres etapas:

1. Adhesión de las esporas a la cutícula del insecto, y germinación
2. Penetración de la cutícula del insecto
3. Desarrollo del hongo en el interior del insecto, que generalmente termina en la muerte de éste (Góngora et al 2009).

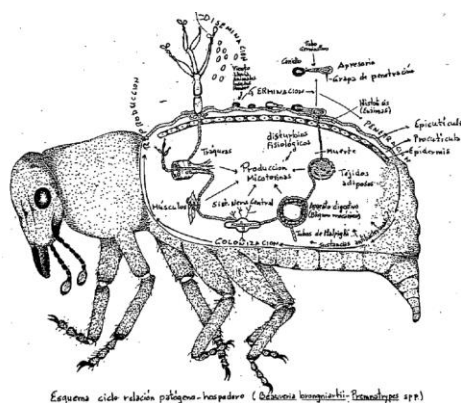


Figura 1. Proceso de infección de B.b

CENICAFE (1998) menciona que el daño que causa la broca del café, exige medidas de control eficiente en el momento oportuno y cuando el insecto amenaza con causar pérdidas económicas, por lo que es importante un programa de manejo integrado para medir la población en campo en un momento dado y correlacionar esta población con el daño que ocasiona al caficultor en el momento de la cosecha, para medir una población es necesario establecer el número de individuos existentes en un determinado momento en un área específica, en el caso de la broca es difícil realizar un

censo o monitoreo, el más recomendable es el muestreo aleatorio debido a que se puede realizar inferencias estadísticas con personal capacitado.

Un método de muestreo debe ser:

- Confiable
- Económico, su ejecución no debe ocasionar costos altos que no lo justifiquen.
- Rápido (Tesis de grado: Cohela Maria 2009, "Efectividad del entomopatógeno *Beauveria bassiana* en el control de la broca del café (*Hypothenemus hampei*) en condiciones de campo en el municipio de Caranavi, La Paz, Bolivia)

La agricultura es fundamental para la humanidad, la sustentabilidad agrícola se refiere a la manera de mantener la producción y la calidad de las cosechas, reduciendo los daños potenciales a la salud pública y ambiental, así como la dependencia de los insecticidas químicos. Todo esto mediante estrategias que incluyen el uso de agentes de control biológico y el manejo adecuado de la biodiversidad (Candas y Bulla 2002).

Los hongos entomopatógenos permiten el control de los insectos que son plagas de cultivos de importancia económica, así como de insectos vectores de enfermedades de salud pública en humanos y animales de cría, de una manera ecológica segura y económicamente viable. El potencial patógeno de estos hongos, está dado por un conjunto de factores, entre los que se encuentra la velocidad de germinación, la producción de enzimas hidrolíticas degradadoras de la cutícula de los insectos, la velocidad de

crecimiento y la producción de toxinas en el hemocele, entre otros (Universidad Autónoma Itapalapa 2009)

La broca del café es una plaga originaria de Centro de África, por esta razón en este País se han encontrado los más importantes controladores biológicos con éxito relativo, entre estos podemos mencionar la avispa de Uganda *Cephalonomia stephanoderis*, *proropsnasuta*, *Heterospilusa coffeicola*.

La *Beauveria bassiana* es un parasito muy importante de la broca, este hongo es comúnmente usados por los productores de café orgánico a nivel nacional, está permitido su uso para el control en todas las agencias de Certificación tanto para el mercado europeo y estadounidense y es de fácil aplicación.

En los campos de cultivo se encuentran naturalmente controladores biológicos, identificados estos en el laboratorio, se comprueba que constituyen enemigos naturales en la regulación de la población de especies dañinas a las que llamamos plagas.

El Control Biológico de Plagas de las plantas es el uso de enemigos naturales (parásitos, predadores y patógenos) en la regulación de las poblaciones de plagas. Es muy importantes porque no contamina el medio ambiente ni deja residuos tóxicos en los productos de consumo debido a que son organismos que forman parte de la naturaleza, razón por el cual no causa desequilibrios en el medio ambiente.

Frente al problema del ataque de la broca *Hypothenemus hampei* en el cultivo del café *Coffea arabica*, se van realizando ensayos en diferentes

lugares cafetaleros utilizando hongos entomopatógenos para su control, entre ellas el principal es el hongo blanco *Beauveria bassiana*.

2.2. Bases teóricas

2.2.1. Origen y distribución actual de *Hypothenemus hampei* Ferrari (Broca del Cafeto).

Hypothenemus hampei, tiene su origen en África Ecuatorial, fue descrita por Ferrari en 1867 en granos de café comercializado, pero solo en 1901 fue citada en Gabón (África) como plaga en el campo. Los reportes sobre su distribución se sucedieron rápidamente, 1904 en el Congo, 1908 en Uganda, 1909 en Java, en Sumatra apareció en 1917.

Actualmente la plaga se encuentra en todos los países cafetaleros de África e Indochina. En América fue introducida en 1913, en Brasil (Sao Paulo) se diagnosticó en semillas de café procedentes del África y fue confirmada su presencia en 1924. En Perú fue informada en 1962, en Guatemala 1971, Honduras en 1977, Jamaica en 1978, Bolivia en 1978, México en 1980, El Salvador en 1981, Ecuador en 1982, Puerto Rico en 1983, Colombia en 1988, Cuba, Venezuela y República Dominicana en 1995 y Costa Rica en el 2000 (INISAV, 2005)

2.2.2. La broca del café *Hypothenemus hampei* Ferr.

La broca del cafeto es un coleóptero muy pequeño, de color negro y apariencia similar a los gorgojos. Es un insecto holometábolo pues presenta metamorfosis completa (huevo, varios estados larvarios, una pupa y el estado adulto) (Guharay, 2001). El ciclo de vida de este insecto se refleja en

la (Figura 4). Las hembras pueden atacar varios frutos tiernos en busca del idóneo para establecerse y ponen entre 10 y 120 huevos durante su vida, estos miden de 0,5 - 0,8 mm de largo y 0,2 mm de ancho, son globosos, ligeramente elípticos; en un principio de color blanco lechoso y a medida que el periodo de incubación progresa se tornan amarillentos; estos eclosionan entre 6-8 días, dependiendo de las condiciones climáticas (a mayor temperatura menor tiempo para la eclosión). Las larvas son vermiforme, ápteras, apodas y de cabeza marrón; miden entre 0,7 y 2,2 mm de largo y de 0,2 - 0,6 mm de diámetro, la hembra posee dos fases larvales mientras que el macho una. Tienen mandíbulas fuertes hacia delante, su cuerpo está cubierto por setas blancas; este estado dura de 12 - 15 días, tiempo en el que se alimenta del endospermo en el fruto del café, posterior al estado larval sigue la fase de pupa, la cual es en principio de color amarillento y luego se torna en pardo pálido, son de tipo exhalada o libre y pueden medir entre 0,5 y 1,9 mm En el estado adulto la hembra mide aproximadamente 1,8 mm de largo y 0,8 mm de ancho, puede vivir de 35 - 150 días, mientras que los machos son más pequeños miden aproximadamente 1,2 mm de largo y 0,6 mm de ancho, como promedio viven de 30 a 60 días. Estos insectos cuando emergen son de color castaño claro, cambia a pardo oscuro hasta tornarse negro. La cabeza de los adultos tiene forma globular y se esconde en la parte anterior del tórax, en su parte frontal posee de 4 a 7 dientes; las antenas tienen forma de codo, los ojos son planos, poseen un par de alas endurecidas están cubiertas. El segundo par de alas está presente en las hembras, mientras que en los adultos machos se encuentran

muy reducidas y por lo tanto no pueden volar (CNSV, 2008). El adulto macho de la broca solo tiene función reproductora y se encuentra siempre en el interior de los frutos, además es incapaz de volar, debido a que los músculos de sus alas se encuentran atrofiados, condición que no les permite abandonar el cerezo; este comportamiento explica el por qué no es viable el uso de atrayentes sexuales para el manejo de este insecto (Bustillo et al, 1998). Ruiz, (1996) explicó que en Colombia la relación de sexos es aproximadamente de 10:1 en favor de las hembras. Por otra parte, Cintrón y Grillo, (2006) en estudios en la localidad de Jibacoa, Villa Clara, Cuba, refieren que la proporción entre hembras y machos de *H. hampei* fue de 15:1, 14:1 y 21:1, para cada una de las generaciones sucedidas durante el desarrollo de los frutos. La broca no posee gran rendimiento en su vuelo, estudios de laboratorio demostraron que estos insectos tienen una duración de vuelo libre de 20 min, y una duración de vuelo de 100 min en tres horas consecutivas (INISAV, 2004). La distancia más larga volada conocida experimentalmente, es de 346 metros, por lo que su disseminación a distancias mayores está relacionada con factores antropogénicos (INISAV, 2008). El conocimiento del comportamiento de vuelo tiene consecuencias decisivas para las estrategias de manejo, a pesar de que la distribución de la plaga es agregada (posiblemente debido a la existencia de comunicación química, aunque no ha sido demostrada hasta el momento) una pequeña parte de la población se traslada a grandes distancias, por lo que las medidas de controles y erradicación, tienen muy bajas posibilidades de éxito, incluso inmediatamente después de la introducción de la plaga (INISAV,

2008). Manifestación del daño *H. hampei* La broca destruye tanto los frutos tiernos como los granos maduros o cerezas, en los frutos jóvenes, el insecto perfora los granos que aún se encuentran en estado blando lechoso, lo que produce su caída al suelo o la pudrición de los mismos. El daño principal ocurre desde que el endospermo empieza a tomar mayor consistencia hasta que la cereza esté madura. En este estado, la broca es capaz de reproducirse en el interior de las semillas y causar su destrucción parcial o total (INISAV, 2005). INISAV (2008) informa que las hembras de la broca del cafeto penetran en el interior de la cereza por un punto de la cicatriz floral conocida como ombligo o disco haciendo una galería a través del mucílago, pergamino y semilla, en cuyo interior pone sus huevecillos; especificando que, por lo general, el fruto es perforado por la corola o disco (aun también lo puede perforar por un lado si este presenta un 20% o más de materia seca. La cereza atacada comienza a ennegrecerse con la aparición de una mancha circular alrededor en la zona de penetración, la que se extiende hasta ocuparlo entero, el grano se convierte en un cuerpo negro, seco y rugoso; las semillas infestadas presentan generalmente una perforación y en ocasiones hasta dos o más en dependencia del nivel de plegamiento. Estas perforaciones dan acceso a las galerías. Se plantea que en la época de escasez de frutos los daños son tan intensos que la semilla puede desaparecer totalmente convertida en deyecciones pulverulentas y negruzcas (CNSV, 2005). Al abrir las cerezas afectadas, se observan galerías producidas por el insecto donde se pueden encontrar los diferentes estadios de desarrollo y en cantidades variables, que dependen en gran

medida de la intensidad de la plaga y el número de frutos aptos existentes. Al finalizar la cosecha, pueden encontrarse más de 50 individuos en un solo fruto, fundamentalmente en los maduros y secos. (CNSV, 2008).

2.2.3. Medios de diseminación de *Hypothenemus hampei*

Según Borbón (1994) al tratarse de un insecto tan pequeño puede trasladarse de una zona a otra con mucha facilidad, por lo cual los medios a través de los que se disemina son variados, entre otros se encuentran: Granos que se utilizan como semilla, Café en fruta y pergamino, implementos de cultivo y cosecha, en la ropa e instrumentos domésticos de los trabajadores, en las aguas del beneficiado, el viento. Debido a la facilidad con que se disemina la broca es recomendable muestrear periódicamente los alrededores de los centros de beneficio, orillas de caminos, lagunas de oxidación y aguas de lavado del beneficio.

2.2.4. Importancia Económica *Hypothenemus hampei* Ferr.

Constituye uno de los mayores problemas entomológicos en la caficultura a nivel mundial, ya que puede implicar pérdidas importantes en los rendimientos por cosecha que van desde un 5% hasta un 24% según la infestación que se presente (Ramírez y Mora, 2001). Ejemplos de pérdidas se presentaron en Uganda en 1926, donde durante una grave infección resultaron atacados el 80 % de los frutos contabilizados en una sola hacienda. En Malasia en 1929 fueron afectados el 90% de los frutos en una localidad. En la región de Stanleyville (Congo) en 1934 se reportan datos de

un 80% de frutos verdes atacados y un 96% de aquellos más maduros. En Bukoba (Tanzania) la plaga atacó el 90% de los frutos, y en dos años se perdió el 76 % en valor del cultivo. En Sao Paulo (Brasil) en 1929 se citaron pérdidas del 60 al 80% entre plantaciones en las que no se emplearon medidas de control (Le Pelley, 1973). En Angola en el transcurso de 1952 a 1958, la media de café producida se estimó en 76 931 Toneladas, de las cuales 7 693 fueron pérdidas totales producidas por el ataque del insecto (Hernández, 1982). 12 en Colombia país de gran tradición en el cultivo del café, afecta cerca de 800 000 hectáreas de café, comprometiendo el patrimonio de más de medio millón de familias cafeteras (Bustillo, 2002). En estudios realizados por Campos (2003) en San Antonio, Guatemala se plantea que la broca del fruto del cafeto se considera la plaga de mayor importancia económica para la caficultura guatemalteca. Con más de tres décadas de presencia (1971-2003), la plaga se encuentra dispersa en las 250 000 hectáreas cultivadas en ese territorio. **Condiciones que determinan las afectaciones de *Hypothenemus hampei*.** Según Campos (1982) se han encontrado evidencias de que la dinámica de la plaga depende de factores como: temperatura, las lluvias, humedad relativa y altura sobre el nivel del mar, elementos que suelen ser típicos en cada región. Dentro de los componentes del clima, las lluvias tienen un efecto directo cuando son de poca intensidad, ya que favorecen la reproducción abundante del insecto, mientras su exceso tiene un efecto indirecto al atrasar la cosecha normal, es por esto que después de períodos de lluvia se puede esperar la emergencia de brocas que van a colonizar nuevos frutos.

De manera similar, al realizar la cosecha de forma incorrecta, o donde haya exceso de sombra y/o plantaciones densas, se favorece la reproducción, dispersión e infestación de esta plaga (Vázquez, 2005). Sibaja y Jiménez, (1989) refieren que, en cuanto a la altitud, el rango óptimo para el desarrollo de la broca se encuentra entre los 800 y 1000 m.s.n.m. Por otra parte, Vélez et al., (2000) hace referencia al ataque de la broca en las diferentes etapas fenológicas del cafeto atendiendo a la altura, por lo que el estudio ecológico resulta necesario para el manejo de *Hypothenemus hampei*. Cuando se encuentra el cafetal a unos 1200 m de altura (22 °C) el insecto desarrollo desde la floración a la cosecha siete meses, pero a 1800 m de altura (19 °C) este desarrollo puede ser de nueve meses. En Tapachula, México se observó que la humedad afectó la mortalidad y el potencial reproductivo del insecto, a baja humedad ocurre alta mortalidad y la máxima fecundidad se encuentra aproximadamente a 90 y 93 % de humedad relativa (INISAV, 2005).

2.2.5. Fenología del Café y su relación con *Hypothenemus hampei*.

Según Campos (1989) existe una estrecha relación entre la fase fenológica de floración del café y la variación poblacional de la broca. Bustillo et al (1998) refieren que los frutos de café empiezan a ser susceptibles al ataque de la broca, cuando su peso seco es igual o mayor al 20%, lo cual se logra cuando los frutos alcanzan entre 100 y 150 días de desarrollo después de la floración. A medida que el fruto se encuentra más desarrollado la broca tiene mayor capacidad de incrementarse en número, y si no encuentra condiciones externas favorables, su progenie permanece dentro del fruto por

varias generaciones. Es por esto que en los granos sobre maduros y secos se encuentra el mayor número (25 a 150) de adultos de broca. También se afirma que, para el desarrollo del fruto, desde la floración hasta la maduración transcurren 32 semanas como promedio (Salazar et al., 1993) En este sentido Bustillo (2002) plantea que la acumulación de la materia seca en el fruto tiene una influencia directa sobre el tiempo que tarda el insecto desde el inicio de la perforación hasta iniciar la oviposición. Este tiempo fluctúa entre 91 días para frutos de 60 días de edad (11% de peso seco) hasta sólo cuatro días en frutos de 210 días de edad (33% de peso seco). Aquí también se debe tener en cuenta la diferencia que existe en el desarrollo de los frutos del café en Colombia, que harían variar estos datos. Ruiz (1996) demostró que la oviposición ocurre rápidamente solo en los mayores de 150 días y un peso seco del 72%. Según estudios realizados en Cuba, es importante saber el comportamiento de la fenología del cultivo para así precisar el número de semanas a partir de la fecha de la floración en que se observó el inicio y conclusión de cada fenofase, estas son: cabecita de fósforo, ojito de jaiba, lechoso, tierno, hecho (sazón) verde, pintón, maduro, esto dará el conocimiento del desarrollo que alcanza el grano de café y cuando está apto para ser atacado, y planificar con más precisión el momento adecuado a partir del inicio de la floración para iniciar las labores de control del insecto, la preferencia de *Hypothenemus hampei* por la cereza oscila entre 15-18 semanas, fenofase verde hecho, según las características del agro ecosistema (INISAV, 2004). Cintrón y Grillo (2006) plantean que los frutos comienzan a ser susceptibles al ataque de *H. hampei* a los 107 días

posteriores a la primera floración cuando poseen un 11 % de su peso seco y están aptos para establecer la cría entre los 137 y 152 días posteriores a la primera floración con un 42 % de su peso seco, observándose que durante todo el desarrollo de las plantas se sucedieron ocho generaciones.

2.2.6. Hospedantes del insecto.

Según Le Pelley (1973) se reporta la presencia de este insecto en plantas de Tephrosia, Croton, Centrosema, Caesalpinia, Leucaena glauca, Hibiscus, Rubus, y algunas otras leguminosas; plantea así mismo, haber hallado huevos, larvas y pupas de *H. hampei* en la leguminosa *Dialium lacourtiana* en el Congo. En este sentido Campos (1983) informa la presencia de este organismo en *Phaseolus vulgaris* (frijol), *Inga vera* (guaba), *Eritrina peppigiana* (poro), *Zea mays* (maíz) y *Cajanus cajan* (guandul), algunos de estas utilizadas comúnmente como plantas de sombra en los cafetales. Este autor refiere que aunque el insecto deja descendencia en estas plantas no logra completar su ciclo biológico.

2.2.7. Posición taxonómica *Hypothenemus hampei* Ferrari (broca del café).

Clasificación taxonómica del insecto según Le Pelley, (1973):

Clase: Insecta
Sub clase: Pterygota
Orden: Coleoptera
Suborden: Polyphaga
Familia: Curculionidae

Superfamilia: Rhynchophora

Subfamilia: Ipinae

Género: *Hypothenemus*

Especie: *Hypothenemus hampei* (Ferrari) 1867

Se le conoce por las siguientes sinonimias:

Cryphalus hampei Ferrari 1867

Stephanoderes hampei Ferrari, 1871

Stephanoderes coffeae Hagedorn, 1910

Xyleborus coffeivorus van der Weele, 1910

Xyleborus coffeicola Campos Novaes, 1922

Hypothenemus coffeae (Hagedorn)

Nombres comunes:

Broca del fruto del cafeto

Barrenador del café.

Gorgojo del café.

Broca del café y

Taladrador de las cerezas del cafeto.

2.2.8. El cultivo del Café en Perú.

El café es el principal producto agrícola de exportación en el Perú. El 2008 se exportaron más 225 547 Toneladas (que corresponden a 642 867 miles de dólares) más del 96% del valor de las exportaciones tradicionales y 28% del valor total de las exportaciones. Su cultivo se concentra en el café arábico (*Coffea arabica*), en las variedades Typica, Bourbon, Pache, Caturra y Catimor. Su producción directa genera 43 millones de jornales al año, a los que se suman 5 millones de jornales generados por los servicios de comercio, industria y transporte, que participan en la cadena productiva del café. Este café se produce mayormente en los valles interandinos y de la cordillera oriental de los Andes, en su encuentro con la selva peruana y es cultivado en 388 distritos del Perú por 150 mil productores que ocupan unas 330 mil hectáreas.

El café fue introducido por inmigrantes franceses en América Central a principios del siglo XVIII, pero luego los holandeses extendieron su cultivo hacia América del Sur. El cultivo de café permitió una ampliación de la frontera agrícola en varios países americanos y fue un factor determinante para el crecimiento de la población en terrenos que antes tenían escaso valor. Para mediados del siglo XVIII el café ya era producido en Chanchamayo, Moyobamba, Jaén, Huánuco y Cusco, para el consumo local y para la exportación a Alemania, Chile y Gran Bretaña. El primer café de Lima se abrió en 1791. A partir de 1850 Chanchamayo adquiere un ritmo constante de producción cafetalera, cuya difusión estuvo a cargo de los sacerdotes jesuitas y alcanzó sus

más altos niveles a partir de 1880. Posteriormente, la caída visible de los precios como consecuencia de la depresión en la última década del siglo XIX, desencadenó la debacle de la economía del país que fue más álgida a partir de 1902 y recién se recuperó en 1910. Hacia esa época y simultáneamente con la mejora de los precios internacionales del café, éstos permanecieron altos y estables hasta 1920, lapso que coincidió con la alta producción de los cafetales.

En la década de 1930 el valle de Chanchamayo se consolida como una zona cafetalera con instalaciones que permitían procesar mayores cantidades de granos, garantizando una calidad uniforme. Simultáneamente, compañías formadas por capitales ingleses recopilaban y comercializaban la producción de café del valle del río Perené, que incluía Chanchamayo, Tarma y La Merced. La política era producir café de alta calidad como garantía para asegurar precios elevados. Durante el período de 1950 a 1960 se consolida el cultivo del café en mérito al esfuerzo conjunto de empresas productoras y exportadoras que alcanzaron reconocido prestigio internacional. La reforma agraria decretada por el gobierno militar de 1968 afectó enormemente el desarrollo de la agricultura peruana y fue un factor determinante para la aparición de pequeños caficultores que la actualidad constituyen el grueso de los productores de café en el país.

2.2.9. Producción y consumo del café se incrementa en el país.

La **zona norte del Perú** se ha consolidado como la principal productora de café en el país, produciendo durante el 2017 más de 3 300

000 sacos de 60 kilogramos, casi el doble de lo que produjo el centro del país (1 670 200 sacos), mientras que el sur alcanzó los 636 000 sacos, según información brindada por la **Cámara Peruana de Café y Cacao**.

En ese sentido, las regiones con mayor producción de café fueron San Martín (26,7%), Junín (22%), Cajamarca (18,8%), Amazonas (12,1%) y Cusco (7,8%). Además, los estudios realizados indican que la pobreza ha disminuido en las familias cafetaleras desde el 2009. Este descenso se presenta en regiones como Amazonas, San Martín, Cajamarca, Junín y Cusco. Además, en las dos primeras mencionadas anteriormente se ha registrado un aumento en el valor del café.

2.2.10. Manejo integrado de la broca del café.

El control de la broca del café no ha sido una tarea fácil debido a sus hábitos de vida en el interior del fruto. Los altos niveles de población y el desarrollo de todo su potencial biótico sin restricciones en condiciones favorables, hizo que CENICAFE planteara una estrategia de control denominada Manejo Integrado de la Broca del Café (MIB) la cual comprende diferentes métodos de manejo como son prácticas agronómicas, control cultural, físico, legal, etológico, genético, químico y biológico. (Bustillo, P. *et al.* 1998)

Se afirma, en relación con la estructura de costos de producción, que el manejo integrado de la broca del café equivale al 7% de los costos anuales por hectárea, donde el control cultural emplea el 54%, siendo el componente

con mayor participación; el control químico 26%, el biológico el 10%, las evaluaciones el 7% y los equipos de aspersión el 3%. (Bustillo, P. 1991)

2.2.10.1. Control cultural.

El control cultural está sustentado en prácticas encaminadas a minimizar la disponibilidad de alimento y refugio de la plaga y modificar las condiciones favorables para la reproducción de la broca. Estas labores incluyen podas frecuentes, soqueo, cosechas oportunas, condiciones de higiene y cubrimiento del café durante el beneficio y secado para evitar el escape de la broca y métodos de muestreo en campo, entre otras. (Bustillo, P. *et, al.* 1998)

Se deben evaluar los momentos de presencia de broca para un buen control.



Figura 3. Los momentos de la broca. Importante para realizar el control

2.2.10.2. Control biológico

Existen numerosas definiciones sobre el término de control biológico una de ellas lo define como la aplicación y uso de organismos en el control de parásitos, predadores o patógenos y reducir sus poblaciones (Smithsonian ,1998) Otros lo consideran como un método de control de plagas, un método silencioso, ecológicamente sofisticado y económicamente seguro. Además de ser una ciencia muy importante que se aplica con el

objetivo de incrementar la producción, comercialización de los productos agrícolas, fundamentalmente en cultivos de consumo fresco, con una base sostenible (Vázquez, 2005) Castellanos (2008) define el control biológico como el uso y manejo de los medios biológicos o bio reguladores biológicos, depredadores, parásitos, parasitoides y patógenos y sus metabolitos que ocurren naturalmente o introducidos o genéticamente modificado y otros organismos benéficos, antagonistas, competidores y alelopatías que se introducen para reducir el efecto de las plagas (lo cual incluye plagas invertebradas y vertebradas, malezas terrestres y acuáticas y patógenas) que afectan a las plantas útiles, a los animales y al hombre; definiendo el control biológico desde el punto de vista ecológico como:

Parasitoides eficientes en el control biológico de *Hypothenemus hampei*.

Según Borbón (1991) dentro de las especies que se utilizan en el control biológico de *Hypothenemus hampei*, hasta el momento se encuentran: Parasitoides

- *Heterospilus coffeicola* Shneideknecht
- *Cephalonomia stephanoderis* Betrem 22
- *Prorops nasuta* Waterston
- *Phymastichus coffea*.

El autor L. Salle, realizó la siguiente descripción:

Heterospilus coffeicola, Shneideknecht. Himenóptero de la familia Braconidae. Es descubierto por Ghespiere en 1924, en Zaire. La hembra va

de fruto en fruto hasta que encuentra la broca, deposita un huevo en el interior del fruto, del cual después de 6 días aproximadamente, emerge una larva que se alimenta de huevos y larvas de broca, esta etapa dura de 18 a 20 días; el adulto sale del fruto por lo que es poco probable encontrarlo en su interior.

Cephalonomia stephanoderis Betrem, Himenóptero de la familia *Bethylidae* Descubierto por Ticheler en 1960 en Costa de Marfil, es muy similar a *Prorops Nasuta* Waterston. Es una avispa ectoparasita, coloca sus huevos en los estados inmaduros (larvas y ninfas) de la broca, mientras que los adultos son depredadores de todos los estados de desarrollo de la plaga su ciclo de vida se completa en 23, + -3 días a temperaturas de 22 °C y en 17,8 +-2,5 días a 25 °C. El número ninfas que se puede encontrar en los frutos varía de 3 a 15 capullos. Además, este autor menciona que el insecto provoca del 35 al 45 % de la mortalidad de la broca en Togo, África. La *Cephalonomia stephanoderis* Betrem. Provoca entre 35-45% de mortalidad de Broca. En Colombia utilizan *C. stephanoderis* dirigida a frutos maduros, sobremaduros y secos que quedaron en los árboles, etapa de fin de cosecha y post-cosecha temprana, donde han alcanzado niveles de ataque de 48 a 65% permanece siempre en el cafetal, pero en mayor cantidad a finales de la cosecha y después de este período, en los frutos no recolectados, requiere de la broca para reproducirse, por lo tanto, en el campo busca 23 y localiza frutos brocados que tengan estados inmaduros en su interior. Con la ayuda de sus antenas palpa el fruto y se introduce en el interior del túnel formado por la broca, la paraliza con su ovipositor y luego se alimenta de ella

(CNSV, 2008). Borbón, (1991) menciona que este insecto provoca del 35 al 45 % de la mortalidad de la broca en Togo, África. Por su parte, Castillo et al., (2001) reportan que se han obtenido muy buenos resultados en Soconusco, Chiapas, México. Castillo et al., (2001) observó que la avispa parasita frutos infestados en diferentes estados de desarrollo fisiológico (hechos, pintones, maduros, sobre maduros y secos) siempre y cuando existan estados inmaduros de la broca dentro de ellos. *C. stephanoderes* ubica fácilmente frutos brocados en el campo, los visita y selecciona los más adecuados para luego parasitarlos, así ejerce su acción depredadora sobre aquellos que no garantizan el establecimiento de su progenie. Por su parte, Castillo et al., (2001) reportan que se han obtenido muy buenos resultados en Soconusco, Chiapas, México, con un programa que inició en 1992, en el cual esta especie representa una de las mejores alternativas de control, ya que su ciclo biológico es ligeramente más corto en comparación al de su huésped, tiene una alta fecundidad y una sobre vivencia de más de un mes, a esto se une su alta capacidad de búsqueda del huésped y resistencia parcial a ciertos insecticidas, así como su facilidad para reproducirlo en criaderos insectario, hacen de esta especie un agente potencial en el biocontrol de la broca.

Prorops nasuta Waterston, Himenóptero de la familia Bethylidae La hembra parasita las larvas en sus últimos estadios o bien en las ninfas de la broca, en las que ponen un huevo en su parte ventral. La larva de *Prorops nasuta Waterston* vive en exoparasitismo alimentándose de la hemolinfa de su hospedero, durante 1 o 2 semanas. El ciclo total dura entre 17 y 33 días a

25 °C. la hembra pone de 8 a 20 huevos por fruto. El adulto se comporta como un depredador, se alimenta de huevos y larvas de la broca, así como de los adultos. Este parasitoide se introdujo en Java, Ceilán, Indonesia y Brasil, en este último con muy buenos resultados. Al parecer plantaciones con sombra y alta humedad relativa disminuyen su actividad.

Phymasthichus coffea Salle, Himenóptero de la familia *Eulophidae*
Fue descubierto por el Dr. Olger Borbón Martínez en 1987 (Togo). Este parasitoide se desarrolla sólo en las hembras de la broca, como un endoparásito, pone uno o dos huevos en el cuerpo de la hembra, la cual muere tres o cuatro días después. Su ciclo biológico se completa entre 20 - 25 días a 25 ±14 °C. Puede causar el 30% o más de la mortalidad de la broca en ciertas épocas del año. Hongos Entomopatógenos usados en el control biológico de *H. hampei*. El interés por los hongos entomopatógenos como una alternativa para manejar los insectos plagas en los cultivos viene en ascenso en el mundo. Esto ha sido propiciado por los problemas de resistencia de los insectos a los insecticidas y la tendencia a producir alimentos libres de residuos de productos químicos, de conservar el medio ambiente libre de contaminantes y de preservar la diversidad de especies que sufren el impacto negativo de los insecticidas químicos (Posada, 2001). Vera (2004) plantea que los entomopatógenos constituyen una tecnología de amplias posibilidades en la Agricultura Sostenible y refiere que los microorganismos causantes de enfermedades en insectos más utilizados son bacterias, hongos, rikettsias y protozoarios, virus y nematodos 25 La acción de los controladores biológicos de la broca depende de muchos

factores, entre ellos las condiciones microclimáticas de la plantación, el uso de plaguicidas sintéticos y condiciones apropiadas del ambiente que favorezcan la sobrevivencia y desarrollo de estos organismos (como la disponibilidad de flores para la alimentación de las avispas y la calidad de suelo que permita la permanencia y viabilidad de hongos entomopatógenos) estas condiciones se deben considerar antes de realizar una recomendación técnica, o bien antes de introducir una especie con fines de controlador ya que dispondrán en buena parte el éxito o fracaso de la medida en el control de la broca.

Beauveria bassiana Bälls. Vuill. *B. bassiana* es un hongo del grupo de los Deuteromicetes u hongos imperfectos, tiene la habilidad de sobrevivir como parasito y como saprofito en materia orgánica. Siempre se encuentra en el campo, sobre todo en zonas húmedas y donde se reportan alta incidencia de *H. hampei*, ataca a la broca ocasionando entre un 40 y 50% del control de la plaga (Monzón, 2004) Es identificado como un hongo cosmopolita que parásita a varias especies de insectos. El hongo se desarrolla en el insecto, al cual mata, se reconoce por el micelio blanco que desarrolla entre los tegumentos de su hospedero (CNSV, 2008).

Los trabajos sobre el control de esta plaga se iniciaron a principios de los ochentas con el objetivo de realizar investigación sobre *H. hampei*, su bioecología y la de sus enemigos naturales (parasitoides y entomopatógenos) a fin de generar las bases que permitan diseñar, validar y transferir programas de manejo integrado, proponiendo de esta manera estrategias económicamente sostenibles y ambientalmente seguras (INISAV

2005) Puede atacar a la broca cuando está fuera del fruto, o bien si no se encuentra muy profunda en el fruto, ya que de otra forma es casi invulnerable al patógeno, la broca se contamina con el hongo muere después de 3 ó 6 días en condiciones de humedad saturada, dura hasta 9 días si las condiciones de humedad relativa son de 70 a 80%. Si la humedad es excesiva la viabilidad de las esporas del hongo baja. En el Ecuador este hongo controló la broca hasta en un 40% (CNSV, 2008). Como complemento de las investigaciones sobre el manejo integrado de la broca del café, se continúa con la selección de cepas de *Beauveria bassiana* más agresivas sobre la broca en los bioensayos de patogenicidad fueron Bb4, Bb25 y Bb26, y las de *Metarrizium anisopliae* las Ma4y Ma3 (Camacho, 2006). En estudios realizado por González et al., (1993) se observó que la germinación de los conidios ocurre en un período de 12 horas después de inoculado. El hongo penetra a través del tegumento por acción mecánica y efecto enzimáticos, lo cual toma otras 12 horas, después de 72 horas de la inoculación el insecto está totalmente colonizado. Los síntomas de la enfermedad en el insecto son las pérdidas de sensibilidad, incoordinación de los movimientos y parálisis, cuando la muerte ocurre este queda momificado. En estudios realizados por Marín et al., (2002) han logrado determinar cómo actúa este hongo, considerándolo un enemigo natural del taladrador de las cerezas que constituye una alternativa para la disminución de químicos que afectan los suelos y la fertilidad de 28 los árboles de cafeto. El hongo *Beauveria bassiana* enferma a las brocas causándoles infecciones y posteriormente su muerte, si la broca se contamina con esporas del hongo muere de 3 a 6 días

en condiciones de humedad saturada, se desarrolla dentro del insecto, completando su ciclo de vida produciendo esporas que infectan a otros insectos. El hongo *Beauveria bassiana* se encuentra naturalmente infectando la broca en casi todas las regiones en donde este insecto aparece. Se poseen 102 aislamientos procedentes de diferentes países y colectados localmente, de los cuales aproximadamente la mitad han mostrado actividad contra broca (Posada y Bustillo, 1994). Con el fin de masificar el uso de este hongo se realizó una investigación que se centró en procesos de producción artesanal e industrial Bustillo y Marín (2002) esta permitió realizar evaluaciones sobre su eficacia en los cafetales y tener inóculo del hongo disponible para que el agricultor pudiera producirlo en su finca. Además, financiado por la Federación Nacional de Cafeteros de Colombia, se pudo llevar a cabo un programa nacional de introducción del hongo en toda la zona cafetera infestada por la broca, la tecnología generada a nivel industrial se ha transferido a productores particulares para que se encarguen de la producción del hongo. El desarrollo de bioensayos (González y Posada (2002) para seleccionar los aislamientos más virulentos, las instrucciones para realizar su reactivación en insectos (Bustillo y Marín 2002) y los protocolos para el control de calidad de los hongos producidos artesanal e industrialmente (Vélez et al., 1993), han permitido controlar y mejorar el producto que comercialmente se ofrece a los cafeteros. Un cadáver de *H. hampei* bien esporulado puede producir unos 10 millones de esporas lo que facilita su dispersión y establecimiento en los cafetales (Narváez et al., 1997). Esta condición es la que se observa en el campo

como una mota o moho blanco sobre el cuerpo de la broca. *B. bassiana* ataca la broca cuando esta se encuentra penetrando a los frutos de café al entrar en contacto con sus esporas. Si el insecto ya entró al fruto es difícil que el hongo lo pueda infectar (Bustillo y Posada. 1996). El ciclo de vida de *B. bassiana* sobre *H. hampei* bajo condiciones de laboratorio, se completa en promedio en 8,2 días desde la inoculación del insecto con el hongo hasta el desprendimiento de las esporas. En el campo dependiendo de las condiciones ambientales esto puede tomar entre 15 a 30 días. Se ha demostrado también la importancia de pasar el hongo *Beauveria bassiana* a través de insectos para reactivar su virulencia. Cuando se cultiva el hongo en medios artificiales por tres o más generaciones su virulencia se reduce considerablemente, y el tiempo promedio para causar mortalidad en la mitad de la población se incrementa, en comparación con el hongo activado sobre broca (González et al., 1993). En otros estudios se ha explorado el efecto de la radiación solar sobre *Beauveria bassiana* (Vélez y Montoya, 1993) encontrándose que las esporas son muy sensibles a la luz solar, por lo que las formulaciones deben contener protectores solares para una mayor permanencia en el ecosistema. En relación con la compatibilidad con fungicidas e insecticidas (Rivera et al., 1994), en general los resultados muestran que no se deben hacer mezclas. Con la mayoría de los insecticidas evaluados se reduce la viabilidad del hongo y los fungicidas comúnmente utilizados para el control de la roya matan el hongo *B. bassiana*, por lo tanto, no se recomienda este tipo de mezclas. En relación con la sombra, se encontró una tendencia a incrementarse la eficacia del

hongo cuando se incrementa la sombra, esta posiblemente no fue más evidente debido al auto sombrío que normalmente tiene el café en altas densidades (Arcila et al., 2006). La eficacia del hongo en el control de la broca relacionada con la posición de la rama en el árbol en donde el insecto ataca los frutos fue variable. Se encontró que hubo una mortalidad mayor en las ramas bajas, debido probablemente a una mayor condición de humedad y de menor radiación solar. Mediciones previas de la radiación fotosintética activa (RFA), mostraron que los dos tercios superiores reciben significativamente más RFA que el inferior (Arcila et al., 2006). La permanencia o residualidad de *B. bassiana* en una preparación sin formular en el cafetal, se evaluó infestando con broca las ramas del árbol el mismo día, 2, 4, 8 y 15 días después de la aspersion de *B. bassiana*. El control obtenido con el hongo fue de 74, 24, 21, 20 y 19% para cada caso respectivamente, mostrando una disminución en su eficacia a medida que transcurre el tiempo de su aspersion. La evaluación de cuatro dosis comprendidas entre 1 x [10.8] y 5 x [10.9] esporas/árbol de *Bb* permitió encontrar que a medida que se incrementa la dosis la mortalidad sobre la broca es mayor (Arcila et al 2006). Se espera que el efecto de ese hongo sea mayor a medida que se desarrollen formulaciones que confieran una mayor longevidad en el ambiente a este entomopatógeno (Bustillo, 2004). Las investigaciones actuales están dirigidas a mejorar la eficacia de estos hongos en el control de la broca. Para esto se realizaron estudios de selección y caracterización de aislamientos de *B. bassiana* y *M. anisopliae* teniendo en cuenta su morfología, su 31 patogenicidad Jiménez (1992), sus

características fisiológicas y de reproducción Vélez et al., (1999) y utilizando técnicas moleculares (Gaitán y Valderrama, 2002). Recientemente se está intentando la transformación genética de estos hongos con genes que incrementen su virulencia y puedan ser más eficaces en el control de la broca del café en el campo Góngora (2005), pero aún no existen regulaciones en Colombia para la manipulación de microorganismos transgénicos lo que detiene este tipo de avances. Por otra parte, hay evidencias de que con el uso de mezclas de hongos se puede llegar a lograr controles más eficientes de la broca en los cafetales. Compatibilidad de los parasitoides con otros métodos de control Los hongos *B. bassiana* y *M. anisopliae* bajo condiciones de campo cuando se expusieron a adultos de *Cephalonomia stephanoderis* Betrem y *Prorops nasuta* Waterston causaron mortalidades muy bajas. Los entomopatógenos y los parasitoides se pueden emplear en un programa de manejo integrado de la broca del café, donde el intervalo de tiempo entre aplicación de los hongos y liberación de los parasitoides sea de ocho días para disminuir los riesgos de infección en el parasitoide los cuales de acuerdo con este estudio fueron inferiores al 7%. El riesgo de la infección en los parasitoides se reduce si éstos se liberan antes de asperjar los hongos (Góngora, 2005) 32 3

2.2.10.3. Control mecánico.

Se refiere a métodos mecánicos, recojo manual para remover o eliminar una plaga. Normalmente estos métodos son poco utilizados en el control de la broca. Sin embargo, en cultivos de café, se ha validado el uso

de aspiradoras mecánicas para recoger del suelo los frutos de café infestados por broca.

2.2.10.4. Control físico.

El control físico se realiza a través de las temperaturas, el productor solo lo puede realizar en el sustrato para viveros, La naturaleza ayuda con los cambios bruscos de temperatura y fuertes precipitaciones.

2.2.10.5. Control legal.

Todos los programas de manejo deben basarse en medidas gubernamentales que garanticen el empleo de estas medidas en toda la región. Para el caso del café han existido normas legales para contrarrestar la broca. Además de las medidas que obliga a realizar prácticas como la cosecha total de frutos secos y sobre maduros, la cosecha periódica y el beneficio oportuno de los frutos cosechados y no transportar frutos infestados a sitios libres de la plaga. (Bustillo, P. *et, al.* 1998)

2.2.10.6. Control etológico.

Se refiere al uso de sustancias químicas, naturales o sintéticas, para repeler o atraer plagas a un determinado sitio para eliminarlas, modificar su actividad sexual o alterar su orientación. Varias investigaciones han demostrado que la broca es fuertemente atraída por una mezcla de metanol, etanol y esencia de café en proporción 1 a 1. Se han diseñado trampas de captura utilizando estos alcoholes. (Cárdenas, R. 2000)

Sin embargo, los resultados obtenidos han permitido recomendar estos dispositivos solo para el monitoreo de las poblaciones en cafetales donde la distribución de la cosecha está dispersa a lo largo del año. (Cenicafé. 2010)

Empleo de trampas en el control de la broca del café.

Estudios realizados por Bustillo (2005) demuestran que las trampas son eficientes para determinar la época de vuelo del taladrador de las cerezas en los cafetales y así alertan a los caficultores sobre los peligros del insecto en un momento dado. el CNSV (2008) plantea que se recomienda colocarla después de realizada la poda, y su retiro del cafetal debe ser antes del inicio de la cosecha. Es importante aclarar que una vez colocadas en el campo, la inspección debe efectuarse cada 8 días, entonces se procede a destruir todo lo capturado. Lo ideal es colocar 20 trampas por hectárea en lugares donde existe la plaga, en la planta se coloca a media altura. En las localidades donde la cosecha principal es en el segundo semestre del año, la frecuencia de los vuelos de la broca y su proporción, es mayor entre enero y mayo que en el resto del año (Bustillo, 2005). Los mayores picos se logran entre marzo y abril. El conocimiento de esta información es de vital importancia para establecer la red de trampas en determinadas regiones. Actualmente se adelantan investigaciones para determinar densidades óptimas de trampas por área con el fin de establecer su viabilidad en la reducción de niveles de infestación (Bustillo y Cárdena, 2006). En Cuba se han realizado ensayos con diferentes tipos de trampas y atrayentes, tales como: La EQSAL con metanol y etanol; BROCAP con Kairomonas y Trampa

Rústica (Frasco plástico) con Kairomonas y con atrayente artesanal, obtenido de la mezcla de café maduro molido y con etanol; también se ensayó la altura más adecuada para la colocación de estas en las plantas de café. Como resultados se obtuvo que todas mantienen un nivel de captura aceptable y las colocadas de 0,5 a 1,0 m del suelo, son más eficientes, se demostró además que la cantidad óptima a colocar deben ser de 15 a 25 trampas /ha (CNSV, 2008).

2.2.10.7. Control genético.

Una de las alternativas para el control genético de insectos ha sido el desarrollo de plantas transgénicas, que expresen genes de resistencia. (Góngora, B. *et al.* 2008)

Un gen inhibidor de α -amilasas aislado *Brachiaria decumbens* Stapf cuya proteína inhibe el crecimiento y desarrollo de la broca, se consideran buenos candidatos para ser introducidos al genoma del café. (Padilla, B. *et al.* 2006)

Se ha explorado también la posibilidad de un control autocida mediante la manipulación del genoma del insecto; los tipos de control que se han contemplado incluyen técnicas como esterilidad inducida mediante mutagénesis, genes letales condicionales e incompatibilidad citoplasmática. (Benavides, P. 2005)

2.2.10.8. Control químico.

Incluye el uso de productos químicos de uso agrícolas. Existen una serie de estos productos que se vienen aplicando a los cafetales.

2.2.11. Recomendaciones para el empleo de hongos entomopatógenos.

- Evaluar el nivel de población de la plaga (incidencia) y daño en el cultivo, antes de la aplicación de hongos entomopatógenos.
- La programación de aplicación del hongo no debe coincidir con aplicaciones de fungicidas, azufrados y otros fungicidas.
- El empleo de los hongos entomopatógenos no debe limitarse exclusivamente a los lugares húmedos, debido a que los aceites que se empleen tienen como función encapsular los conidios del hongo, protegiéndolos de la desecación. También se debe considerar que la humedad natural del insecto es apropiada en la eficacia del hongo.
- Utilizar agua potable, de río, o de pozo dejar reposar si están turbias.
- La dureza y la acidez del agua son factores importantes para el buen funcionamiento del hongo, es así que la dureza no debe ser mayor a 150 ppm y el pH no mayor de 6. El empleo de ablandadores de agua disminuye la dureza y por consiguiente el pH.
- La aplicación del hongo debe hacerse, preferentemente por las tardes cuando la radiación solar no es muy fuerte.
- El éxito de la aplicación y el control con el hongo depende también de la elección del equipo de aspersión, se recomienda usar equipos de ultra bajo volumen, porque reduce

considerablemente la cantidad de agua, en tal caso la cantidad de hongo será de 2kg disuelto en 4 litro de agua.

Los equipos deben ser exclusivos para la aplicación del hongo.

2.2.12. Biología de la broca del café.

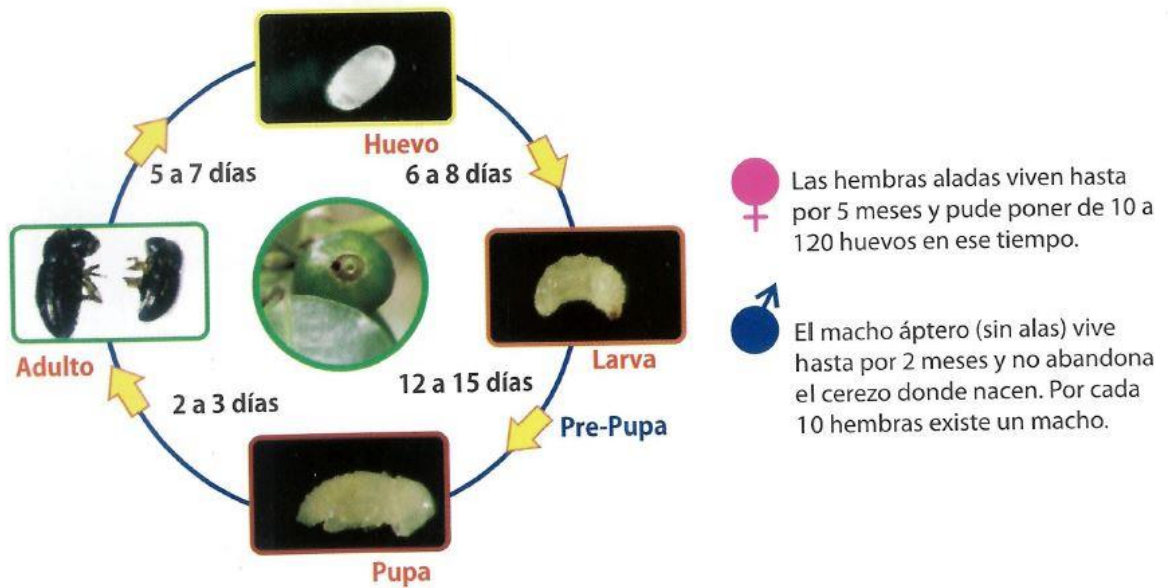


Figura 4. Ciclo biológico de *Hypothenemus hampei*.

La broca presenta un estado de huevo, varios estadios larvarios, un estado ninfal y uno adulto. En términos generales el ciclo de vida de huevo a adulto puede durar de 24 a 45 días, dependiendo de las características ambientales.

La investigación ha determinado que este insecto se alimenta, desarrolla y reproduce en las especies del género *Coffea*. Los huevos son puestos por la hembra en grupos de hasta 8 unidades en las galerías excavadas en los cerezos o granos, Las larvas son similares en color y aspecto a un grano de arroz, pero muy diminutas y originan ninfas que ya

presentan diferenciación morfológica: inicio de alas, patas, cabezas. En su etapa adulta existe diferencia morfológica entre el macho y la hembra. Esta es más grande que el macho, llegando a medir entre 1.8 mm de longitud y 0,8 el macho. Por el contrario, los machos miden entre 1 y 1,25 mm de largo por 0.6 mm de ancho, Los machos presentan alas atrofiadas que limitan su capacidad de vuelo, mientras que las hembras poseen alas membranosas y bien desarrolladas que le permiten desplazarse cortas distancias o longitudes mayores aprovechando las corrientes de vientos (Borbon 1991).

2.3. Bases conceptuales

Control biológico

El control biológico de plagas a través de seres vivientes como hongos, bacterias, virus, predadores. Este tipo de control se presenta como una alternativa eficaz, esperanzadora y libre de riesgos frente a los numerosos y crecientes problemas como consecuencia del uso irracional de los productos químicos.

El control biológico tiende a ser permanente, dependiendo su acción de las características propias de la plaga y de abundancia de alimentos. El crecimiento poblacional de los controladores biológicos depende de la presencia de sus hospederos o presas. Los efectos del control biológico son relativamente lentos, motivo por el cual es necesario tener un buen conocimiento de los síntomas y efectos de su presencia con fines de evaluación, acción que resulta indispensable para la consecución del método.

Se puede afirmar que tienen ventajas con respecto a otros métodos por lo siguiente:

- Capacidad de búsqueda que tienen los parásitos o predadores con respecto a sus hospederos o presas, incluyendo sus refugios, como por ejemplo tenemos a *Telenomus remus*, esta avispa limpia las escamas que protegen los huevos del cogollero antes de parasitarlos.
- No contaminan el medio ambiente, ni dejan residuos tóxicos en los productos de consumo, debido a que son organismos que forman parte de la naturaleza.
- Si logramos establecerlos estos enemigos naturales, ellos intensificarán su acción cuando la población de la plaga sea más alta.
- A diferencia con los productos químicos, las plagas no establecen resistencia y su aplicación no produce desequilibrio en el medio ambiente.

CAPITULO III. METODOLOGÍA.

3.1. Ámbito

El trabajo estuvo limitado al lugar denominado Sogormo a 35 km de la ciudad aproximadamente siguiendo la vía Oxapampa-La Merced.

La georreferenciación es la siguiente:

Latitud : 466203 E

Longitud : 8803389 N

Altitud : 1218 msnm

La ubicación política es departamento de Pasco, distrito y provincia de Oxapampa, lugar Sogormo, cultivo de la propiedad de una productora de café de la zona.

Es un lugar de clima templado con T° promedio de 20 °C y humedad relativa de 85%.



Figura 5. Ubicación geográfica de Oxapampa

3.2. Población

Se trabajó en un cultivo de café de una extensión de una hectárea con un total de 3330 plantas, el rendimiento promedio es de 30 quintales/ha. Dentro de esa población, 144 plantas de café se eligieron para realizar la aplicación del hongo entomopatógeno, el distanciamiento entre plantas es de 2 X 1.5 m haciendo un área total de 432 m²; y 48 plantas sin aplicación, las que también serán también evaluadas. Se trabajó en un cultivo de café de una extensión de una hectárea con un total de plantas de 3330, el rendimiento promedio es de 30 quintales. Dentro de esa población de plantas, 144 plantas de café se eligieron para realizar la aplicación del hongo entomopatógeno, el distanciamiento entre plantas es de 2 X 1,5 metros haciendo un área total de 432 m²; 48 plantas sin aplicación, las que fueron también evaluadas.

3.3. Muestra

Lo constituyen las 144 plantas de café, las que fueron aplicadas con el hongo entomopatógeno *Beauveria bassiana*, en diferentes concentraciones (2 kg, 3 kg y 4kg de sustrato) y las 48 plantas testigo T0.

3.4. Nivel y tipo de estudio

El Nivel de estudio es descriptivo, porque especifica las propiedades y **El Tipo** al que se adecua el presente proyecto es el experimental, prolectivo y longitudinal. (J. Tam, G, Vera, y R, Oliveros 2008)

3.5. Diseño de Investigación.

El diseño de investigación que se aplicó en este proyecto es el de Diseño Bloques Completamente al Azar (DBCA). Serán evaluados 144 plantas más 48 plantas como testigo es decir sin aplicación.

Análisis de Variancia ANDEVA

Fuentes de variación	Grados libres	Suma al cuadrado	Cuadrado medio	FT	
				F 0.05	F 0.01
Tratamiento	t-1= 3	SCT	$\frac{SCT}{G.L.}$		
Bloques	r-1= 2	SCB	$\frac{SCB}{G.L.}$		
Error Exp.	(t-1)(r-1)= 6	Error Exper.			
TOTAL	(tr-1)= 11				

Modelo Aditivo Lineal

$$Y_{ij} = \mu + T_i + B_j + E_{ij}$$

Dónde:

Y_{ij} = Observaciones obtenidas la j-esima vez que se repite el experimento con el tratamiento i-esimo.

T_i = Efecto tratamiento i

B_j = Efecto de bloque j

E_{ij} = Efecto del error experimental que se presente al efectuar la j-esima observación del i-esimo tratamiento.

Las plantas elegidas estuvieron marcadas con cintas de plástico de diferentes colores.

Se contó con un croquis del campo de aplicación. La distribución de las plantas en los bloques. Los bloques o repeticiones fueron tres y cada uno con 16 plantas haciendo un total de 12 unidades experimentales.

Previo a la aplicación de *Beauveria bassiana* se tuvo en cuenta que los frutos en las plantas, tengan un promedio de siete semanas de haber cuajado, porque en este tiempo la broca empieza a ovipositar en los cerezos o frutos del café. La aplicación del hongo fue cada 15 días, se realizaron cuatro aplicaciones, se evaluaron a los 8 días después de cada aplicación y en la maduración. Se tomaron 20 cerezos al azar de la tercia media de cada planta del cafeto, por ser esta la parte donde fructifica mayormente.

3.6. Técnicas e instrumentos

Para la instalación, manejo y evaluación se utilizaron diferentes guías y formatos oficiales

3.7. Procedimiento

3.7.1. Procedimiento para el preparado de la solución de Hongos Entomopatógenos.

- Se midió el pH del agua (debe ser de 5 a 6) que se usó para diluir el hongo, y también se verificó la dureza del agua (que no sea mayor de 150 ppm), a un cilindro con agua (200 litros), en este caso no fue necesario adicionar el corrector de pH ni corrector de agua.

- En las bolsas de polipropileno conteniendo el sustrato del hongo se adicionaron 100 ml de aceite agrícola de origen vegetal y se utilizó el agua verificada para mezclar y mover el hongo del sustrato. Detalles: se abrieron cada una de las bolsas, se adicionaron el aceite agrícola y se mezcló de tal manera que quedo impregnado al sustrato, esto se realiza para que el sustrato suelte la mayor cantidad de esporas, luego se adicionó una taza de agua, se escurrió y luego dos tazas hasta completar a 1,5 l. que constituye el caldo de entomopatógenos a esta acción también se le denomina el lavado y colado del arroz (sustrato), luego se agito constantemente el biopreparado.
- Se mezcló este caldo o biopreparado, que deben de ser de 2 a 4 kg de sustrato por cilindro de 200 litros; para el presente trabajo se realizó de acuerdo a los tratamientos T1 (2 kg/ha), T2 (3 kg/ha) y T3 (4 kg /ha), agitar bien antes de llenar a una mochila asperjadora.
- Se aplicó por aspersion dirigida hacia los frutos del café en toda la planta.

Importante: Utilizar mochilas bien limpias y sin residuos de productos químicos, de preferencia se recomienda el uso de mochilas nuevas o de uso exclusivo para los biopreparados.

- Se aplicó en horas de la tarde (16:00 h) con la finalidad de que el hongo tenga la facilidad de búsqueda de sus presas. No se

aplican en días con brillo solar ya que los rayos solares pueden inhibir su acción.

3.7.2. Procedimientos para evaluar y toma de datos de campo

Se evaluaron todas las plantas aplicadas con el hongo y los testigos, luego de 8 días de cada aplicación. En total fueron 64 plantas por bloque, se contaron con tres bloques que hicieron un total de 192 plantas a evaluar. Las condiciones fueron las mismas para todas. La efectividad del hongo estará reflejada en el número de cerezos sanos es decir sin daños por el hongo.

CAPITULO IV. RESULTADOS Y DISCUSION

4.1. Análisis descriptivo

Para la ejecución del presente trabajo, se tuvo en cuenta la incidencia de la broca *Hypothenemus hampei* de la campaña anterior, en el lugar de ejecución; se evaluaron por ocho semanas seguidas, en los meses de octubre y noviembre 2017, estos datos pueden cambiar solo por clima y manejo integrado.

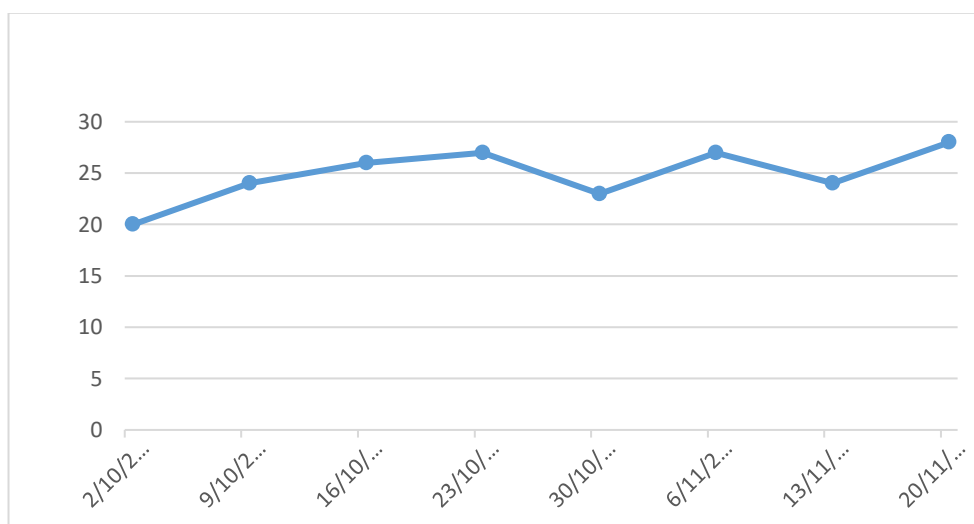


Gráfico N° 1. Incidencia de la broca antes de la instalación del estudio

La investigación se ejecutó a la siguiente campaña, con las aplicaciones de tres tratamientos y un testigo. Los datos se obtuvieron de las evaluaciones realizadas, luego se ordenaron, procesaron y analizaron, de acuerdo al Análisis de Variancia.

4.2. Análisis inferencial y contrastación de hipótesis

Para establecer los efectos de significación de cada fuente de variabilidad se realizó la prueba de Fisher en los niveles de 1 y 5 %.

Los límites de diferencia estadística significativa se determinaron por medio de la prueba de significación de Duncan en los niveles de 5 y 1 %. Todo par de tratamientos que tienen la misma letra no arrojan diferencia significativa o superioridad, mientras que los tratamientos que llevan diferente letra arrojan diferencia estadística significativa entre los promedios.

Cuadro N° 1. Análisis de Variancia para efecto de la primera evaluación de la incidencia de broca del café

F. de V	gl	SC	CM	Fc	Ft	
					0.05	0.01
Bloques	2	5,542	2,771	2,478 ^(ns)	19,330	99,333
Tratamientos	3	18,488	6,163	5,512 ^(ns)	8,941	27,911
Error Experimental	6	6,708	1,118			
Total	11	30,738				

$$CV (\%) = 6.9\% \quad Sx = 0.610$$

Cuadro Nº 2. Prueba de significación de Duncan para efecto de la primera evaluación de la incidencia de broca del café.

O.M.	Tratamiento	Promedio	0.05	0.01
1	T2	16.58	a	a
2	T3	16.46	a	a
3	T1	14.54	ab	a
4	T0	13.69	b	a

Realizado el Análisis de Variancia y prueba de significación al nivel de 0.05 y 0.01 en la primera evaluación, se observa, que los promedios de los tratamientos de tres kg y cuatro kg no presentan diferencia estadística significativa, de igual manera que el tratamiento de dos kg y el testigo tampoco presentan diferencia estadística significativa en esta primera evaluación

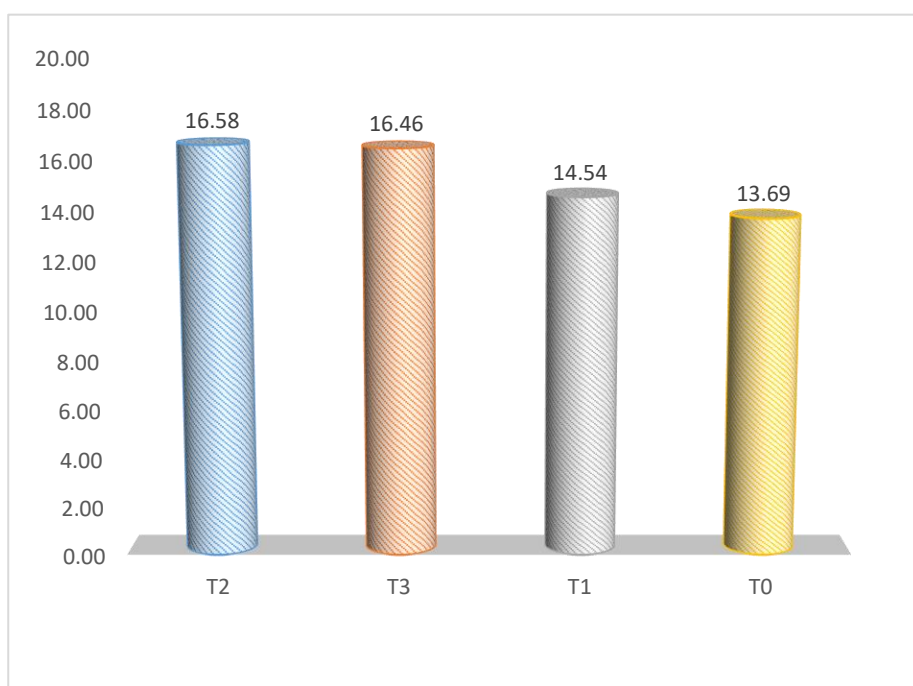


Gráfico Nº 2. Promedios de los datos obtenidos en la primera evaluación.

Cuadro N° 3. Análisis de Variancia para efecto de la segunda evaluación de la segunda evaluación de la incidencia de la broca del café.

F. de V	gl	SC	CM	Fc	Ft	
					0.05	0.01
Bloques	2	1.930	0.965	5.992 ^(ns)	19.330	99.333
Tratamientos	3	35.573	11.858	73.639 ^(**)	8.941	27.911
Error Experimental	6	0.966	0.161			
Total	11	38.469				

$$CV (\%) = 2.4\% \quad Sx = 0.232$$

Cuadro 4. Prueba de significación de Duncan al 5 y 1% para efecto de la segunda evaluación de la incidencia de la broca del café.

O.M.	Tratamiento	Promedio	0.05	0.01
1	T2	18.08	a	a
2	T3	18.00	a	a
3	T1	16.04	b	b
4	T0	13.88	c	c

Realizado el Análisis de Variancia y prueba de significación al nivel de 0.05 y 0.01 en la segunda evaluación, se observa, que los promedios de los tratamientos de tres kg y cuatro kg no presentan diferencia estadística significativa, a diferencia de la primera evaluación, estos son superiores al que tuvo un tratamiento con dos kg de aplicación de la que supero también al testigo tal cual muestra también el siguiente gráfico.

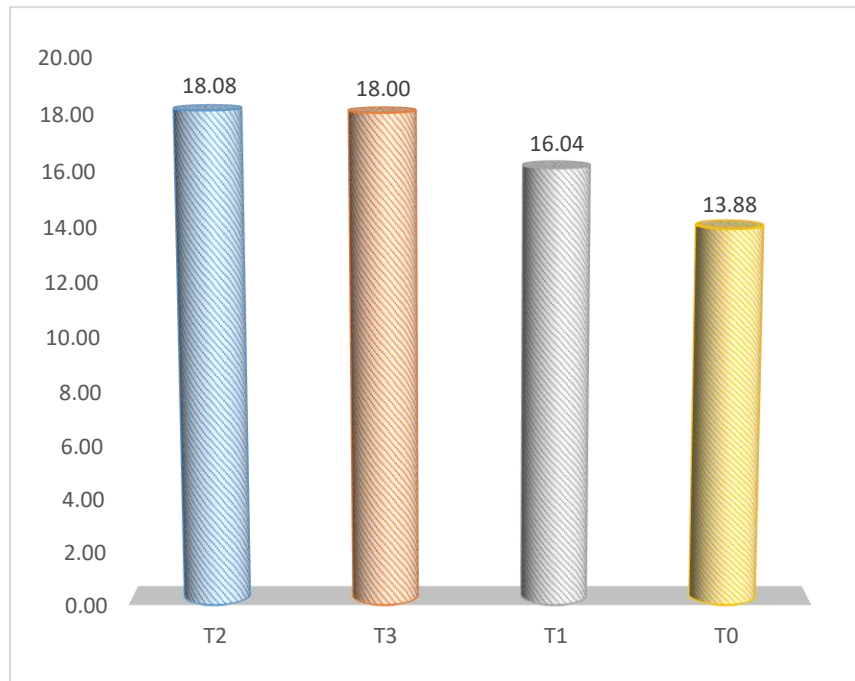


Gráfico N° 3. Promedios de los datos obtenidos en la segunda evaluación.

Cuadro 5. Análisis de Variancia para efecto de la tercera evaluación de la incidencia de la broca del café.

F. de V	gl	SC	CM	Fc	Ft	
					0.05	0.01
Bloques	2	0.178	0.089	0.261 ^(ns)	19.330	99.333
Tratamientos	3	52.558	17.519	51.371 ^(**)	8.941	27.911
Error Experimental	6	2.046	0.341			
Total	11	54.782				

$$CV (\%) = 3.5\% \quad Sx = 0.337$$

Cuadro N° 6. Prueba de significación de Duncan para efecto de la tercera evaluación de la incidencia de la broca del café

O.M.	Tratamiento	Promedio	0.05	0.01
1	T2	18.65	a	a
2	T3	18.60	a	ab
3	T1	16.81	b	b
4	T0	13.50	c	c

Realizado el Análisis de Variancia y prueba de significación al nivel de 0.05 y 0.01 en la tercera evaluación, se observa, que los promedios de los tratamientos de tres kg y cuatro kg no presentan diferencia estadística significativa, al nivel del 5 % pero el que tuvo mayor promedio siempre es el del tratamiento de tres kg por hectárea tal cual muestra también el siguiente gráfico.

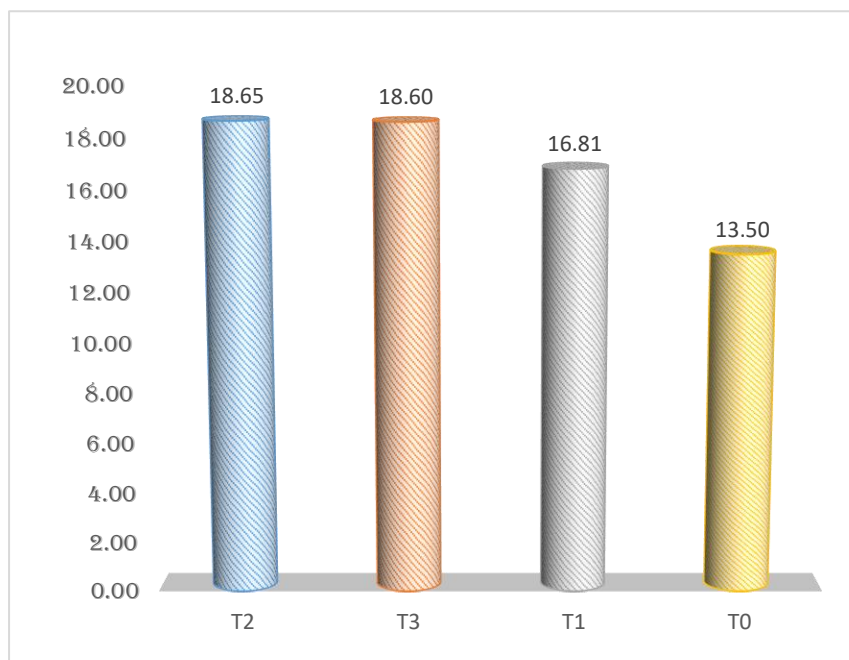


Grafico N° 04. Promedios de los datos obtenidos en la tercera evaluación.

Cuadro N° 7. Análisis de Variancia para efecto de la cuarta evaluación de la Incidencia de la broca del café.

F. de V	gl	SC	CM	Fc	Ft	
					0.05	0.01
Bloques	2	0.588	0.294	2.309 ^(ns)	19.330	99.333
Tratamientos	3	59.118	19.706	154.826 ^(**)	8.941	27.911
Error Experimental	6	0.764	0.127			
Total	11	60.470				

$$CV (\%) = 2.1\% \quad Sx = 0.206$$

Cuadro N° 8. Prueba de significación de Duncan para efecto de la Cuarta evaluación de la incidencia de la broca del café.

O.M.	Tratamiento	Promedio	0.05	0.01
1	T2	19.04	a	a
2	T3	18.73	a	a
3	T1	17.56	b	b
4	T0	13.48	c	c

Realizado el Análisis de Variancia y prueba de significación al nivel de 0.05 y 0.01 en la cuarta evaluación, se observa, que los promedios de los tratamientos de tres kg y cuatro kg no presentan diferencia estadística significativa, de igual manera que el tratamiento de dos kg y el testigo tampoco presentan diferencia estadística significativa en esta primera evaluación. Tal cual muestra también el siguiente gráfico.

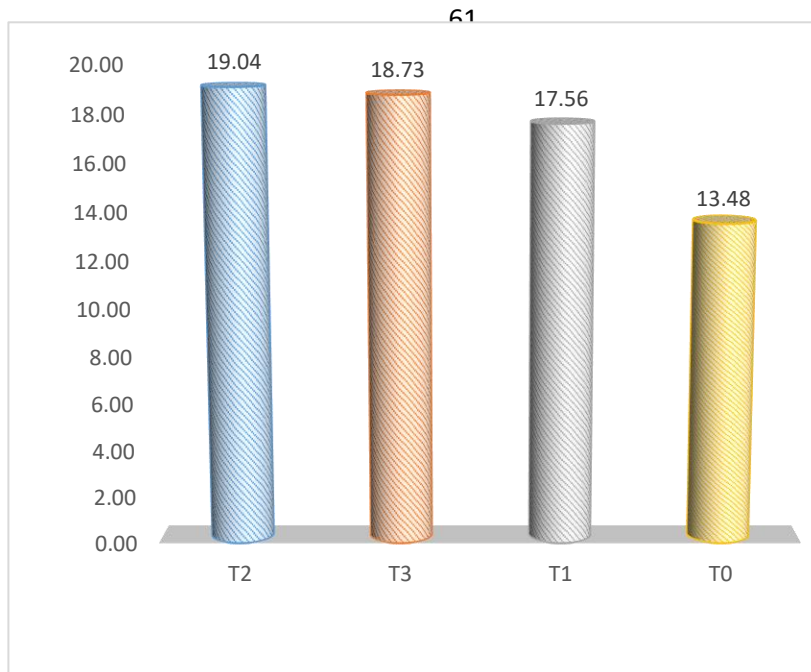


Grafico 5. Promedios de los datos obtenidos en la cuarta evaluación.

4.3. Discusión de resultados

Los hongos entomopatógenos como *Beauveria bassiana* juegan un papel importante en la reducción de poblaciones de la broca en cafetales, existe naturalmente en el campo, pero en forma insuficiente para un control eficiente. Se considera un componente importante en un esquema de manejo integrado de la plaga *Hypothenemus hampei*. Por esta razón es importante la aplicación de este hongo, al campo de cultivo Bustillo P. 2005.

De los resultados logrados en el presente trabajo de investigación se puede afirmar que los tratamientos realizados con *Beauveria bassiana* si son efectivos para *Hypothenemus hampei* que se encuentra en Oxapampa Pasco.

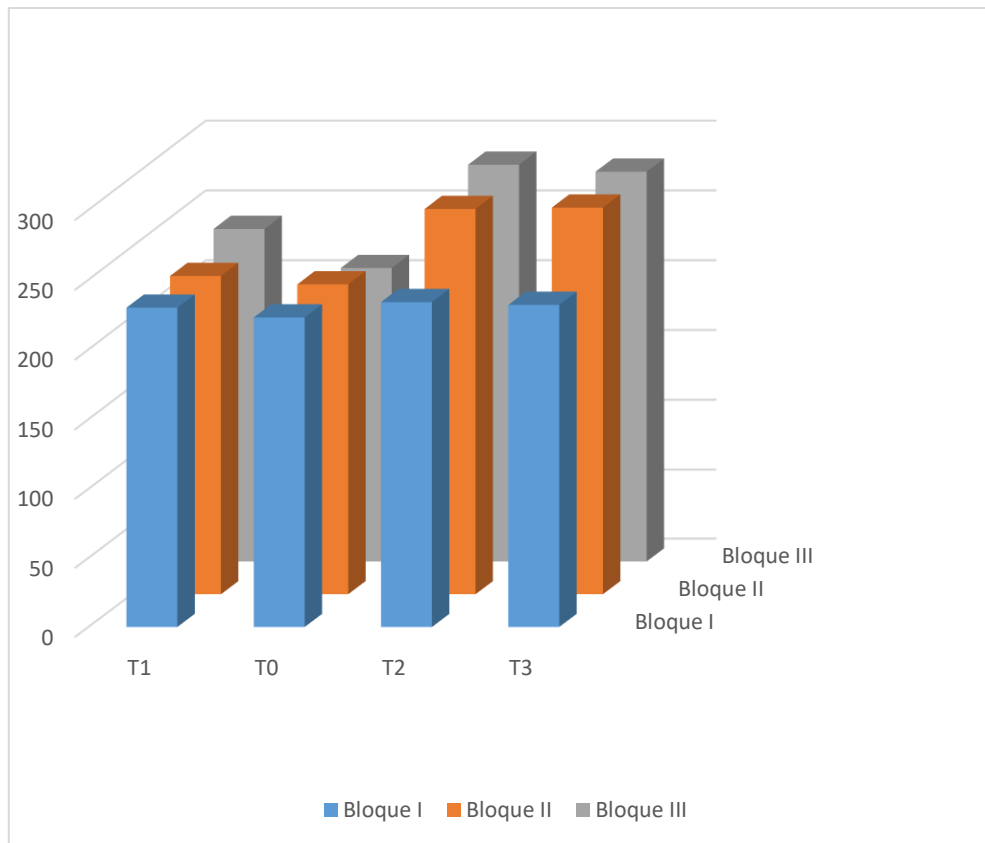


Grafico N° 6. Comparativo de los resultados de la primera evaluación.

En la evaluación de la primera aplicación los tratamientos de acuerdo al grafico muestran los resultados en el bloque III se observan los tratamientos T2 y T3 sin diferencia significativa comparado con el testigo T0.

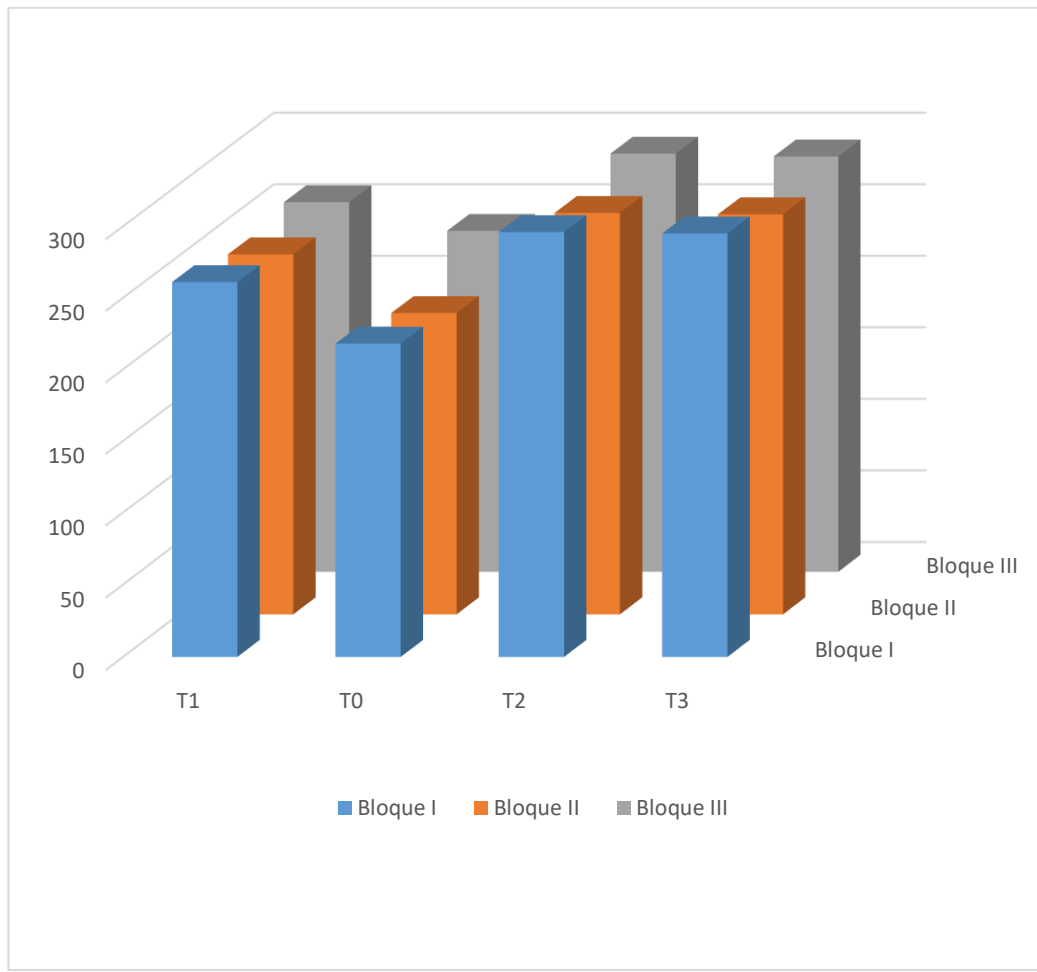


Gráfico N° 7. Comparativo de los resultados de la Segunda evaluación.

En la segunda evaluación, se observan casos similares en los bloques, resaltando que con los tratamientos T2 y T3 se obtuvieron más frutos sanos, comparado con el testigo cuyo comportamiento es similar en los bloques.

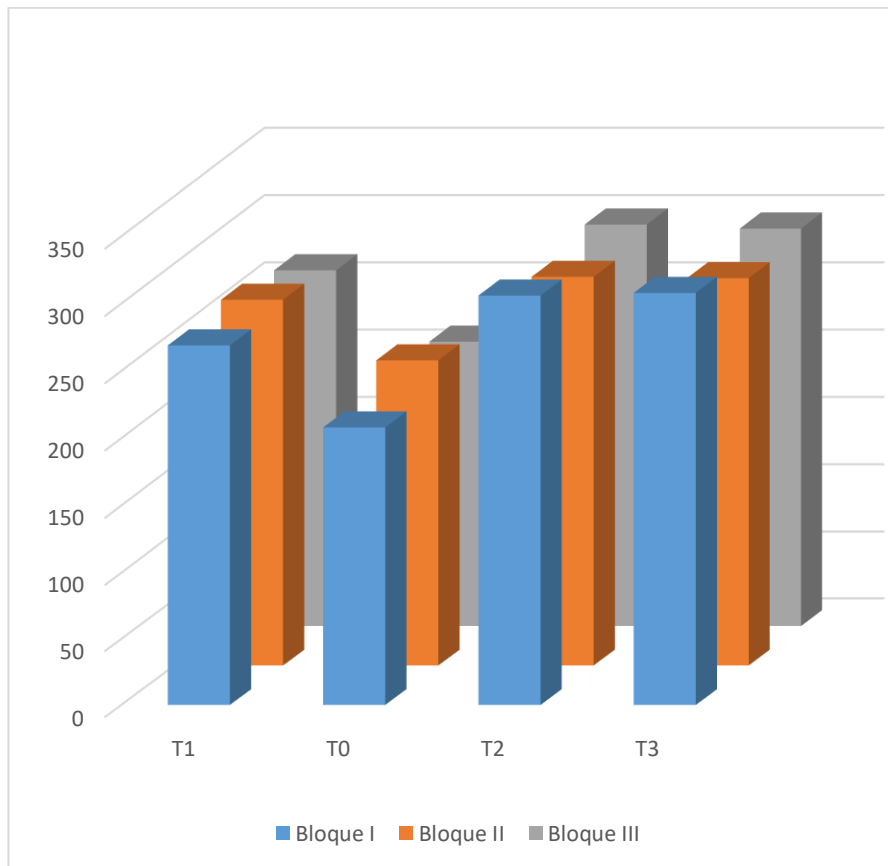


Gráfico N° 8. Comparativo de los resultados de la Tercera evaluación.

En la tercera evaluación se puede afirmar que con el tratamiento T2 se obtuvo el resultado más eficiente frente a los otros dos tratamientos y el testigo, siendo este el recomendado para un control eficaz y económico muy favorable al productor.

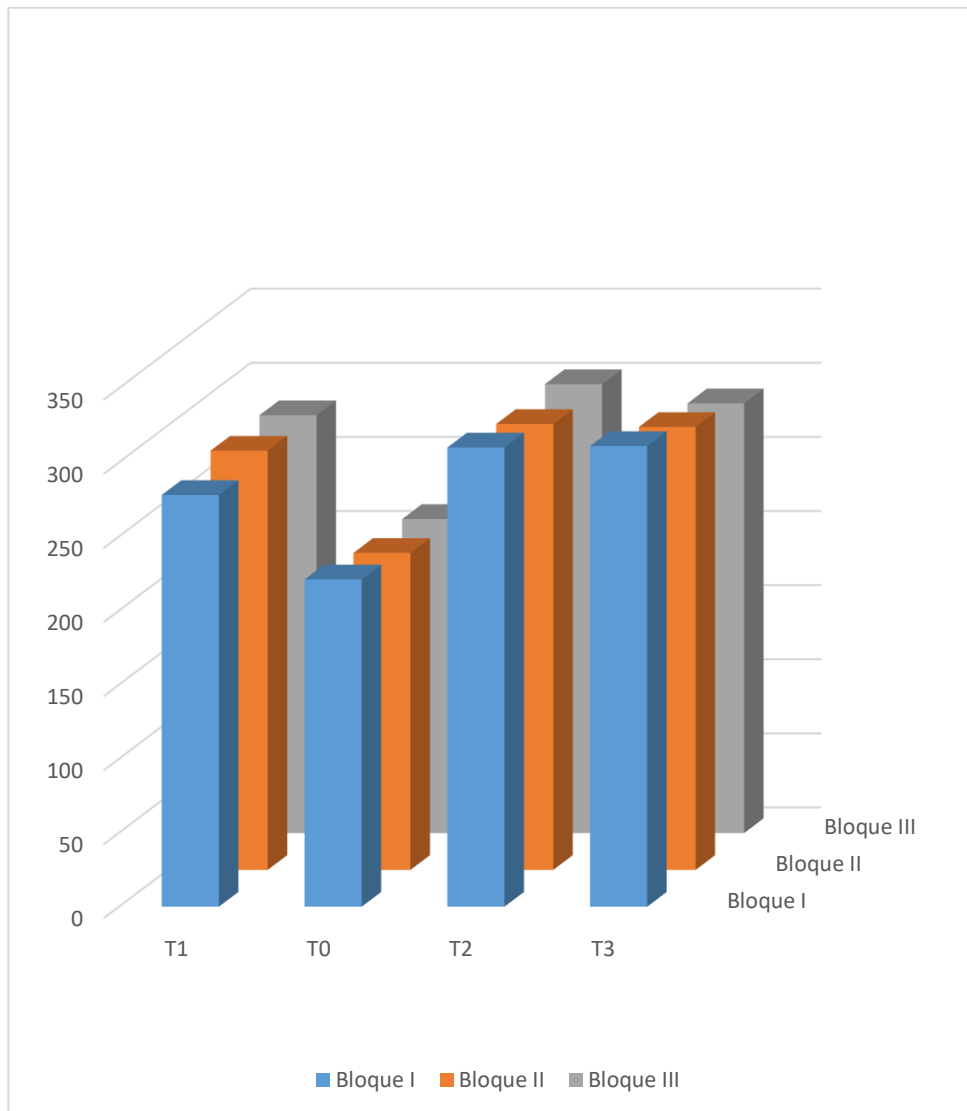


Gráfico N° 9. Comparativo de los resultados de la Cuarta evaluación.

Finalmente, en la evaluación de la cuarta aplicación los resultados muestran muy claramente que el tratamiento T2 es superior y comparado con el T3 incluso lo supera, los testigos muestran la menor cantidad de frutos sanos.

4.4. Aporte de la investigación

- Induce a producir cafés sin toxicidad, el Control Biológico es una de las vías para reducir el empleo de los plaguicidas químicos e

interviene en la formación de una agricultura en armonía con el medio ambiente.

- Aumentar las exportaciones de cafés especiales a precios razonables para los cafeteros.
- Las exportaciones de cafés especiales seguirán en crecimiento con precios justos para los agricultores.
- Contribuir a levantar la economía del productor de la Selva, a través de mejores rendimientos con productos ecológicos.

CONCLUSIONES:

De acuerdo a las condiciones climáticas en que se realizó el presente trabajo de investigación se han llegado a las siguientes conclusiones:

1. El efecto plaguicida de dos kilogramos por hectárea del hongo entomopatógeno *Beauveria bassiana* (T1) en la broca *Hypothenemus hampei* del café *Coffea arabica* en el distrito de Oxapampa Pasco fue de 16.80 de cerezos sanos por planta en promedio.
2. El efecto plaguicida de tres kilogramos por hectárea del hongo entomopatógeno *Beauveria bassiana* (T2) en la broca *Hypothenemus hampei* del café *Coffea arabica* en el distrito de Oxapampa Pasco fue de 18.65 de cerezos sanos en promedio.
3. El efecto plaguicida de cuatro kilogramos por hectárea del hongo entomopatógeno *Beauveria bassiana* (T3) en la broca *Hypothenemus hampei* del café *Coffea arabica* en el distrito de Oxapampa Pasco fue de 18.60 de cerezos sanos por planta, en promedio.
4. El tratamiento del ataque de la broca *Hypotehemus hampei* en el cultivo de café *Coffea arabica* con *Beauveria bassiana* se confirma que ejerce control en el distrito de Oxapampa, Pasco.
5. El mejor resultado se obtuvo con la aplicación de tres kilogramos por hectárea T2 y comparado con el T3 se obtienen iguales resultados o se puede afirmar que no existe diferencia estadística significativa.

RECOMENDACIONES O SUGERENCIAS

1. Se recomienda usar la dosis de tres kg del sustrato de *Beauveria bassiana* por hectárea; por ser el tratamiento (T2) que tuvo el mejor resultado en el presente trabajo.
2. Se sigan realizando trabajos en Control Biológico de plagas, no porque sea desconocido sino porque hay poca conciencia en el productor que prefiere productos químicos de uso agrícola.
3. Recomendar a los productores realizar la raspa al final de la cosecha y el recojo de frutos caídos, para evitar que la broca pase de una campaña a otra elevando la incidencia de la plaga.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.

1. **ALEAN I.C. 2003.** Evaluación de la Patogenicidad de diferentes Hongos Entomopatógenos para el control de la mosca blanca de la yuca *Aleurotracholus sociales Bondar (Homoptera Aleurodidae)* bajo condiciones de invernadero. Pontificia Universidad Javeriana. Fac. de Ciencia Básicas, Microbiología, Agrícola y Veterinaria. Bogotá D.C. Colombia.
2. **ALLENDES G.L. 2007.** Evaluación de ocho variedades nativas de control biológico para el control de *Aleurothrixus floccosus* Maskel. Pontificia Universidad Católica Facultad de Agronomía.
3. **BUSTILLO A. 1991.** “Perspectivas de un manejo integrado de la broca del café *Hypothenemus hampei* en Miscelania Sociedad Colombiana de Entomología. Medellín. 8:106-118.
4. **BUSTILLO A. E. 1995.** El uso del hongo *Beauveria bassiana* como un componente en un programa de Manejo Integrado de la broca del café *Hypothenemus hampei*. XXII Congreso de Socolen Memorias Santafé de Bogotá. Julio 26-28, 1995. P. 79-85.
5. **BUSTILLOS P. 2005, Tesis** “El papel del Control biológico en el Manejo Integrado de la broca del café (*Hypothenemus hampei*) Pág. 29/110.
6. **COHELA M. 2009.** Tesis de Grado” Efectividad del entomopatógeno *Beauveria bassiana* en el control de la broca del café (*Hypothenemus hampei*) en condiciones de campo en el municipio de Caranavi, La Paz Bolivia.

7. **DEL PUERTO RODRIGUEZ, A.M.; et al.** 2014. Efectos de los Plaguicidas sobre el Ambiente y la Salud. Instituto Nacional de Higiene, Epidemiología y Microbiología la Habana Cuba.
8. **DIAZ V.V.** 2014. Artículo Científico de Control Biológico de la broca del café *Hypothenemus hampei* con diferentes dosis del hongo *Beauveria bassiana*, en Unión, Juárez, Chiapas México. Pág. 15-21.
9. **DURAN M.J.** 2002. Bioplaguidas. Guía de Ingredientes activos en América Central. Manuel Técnico N° 49. Catie. Turrialba. Costa Rica 153 Pág.
10. **GONGORA B. et al.** 2009 Claves para el éxito del hongo *Beauveria bassiana*, como controlador biológico de la broca del café.
11. **GONZALES MARRERO ISEL.** 2011. "Control Biológico de *Hypothenemus hampei* Ferrari, con una cepa nativa de *Beauveria bassiana* en el Escambray. Cienfuegos. Tesis para obtener en grado de Master en Agricultura sostenible.
12. **INGUNZA R.** 1966. La Broca del café (*Hypoyhenemus hampei*) Importancia, Distribución. 94 pág.
13. **MENDEZ S.A.** 2008. "*Beauveria bassiana* en el control del gorgojo *Eucepes postfassciatus* F. del camote *Ipomea batata* La Paz Bolivia.
14. **PALACIOS ALAS D.** 2009. "Efectividad de la reproducción en medio de cultivo liquido de la cepa nativa *Beauveria bassiana* como controlador biológico de la broca del fruto del cafeto *Hypothenemus hampei*, Trabajo de Graduación. Universidad de El Salvador. 53 pag.

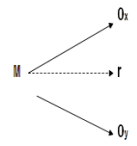
15. **PARIONA M. N. 2006.** “Evaluación de la capacidad entomocida de *Beauveria sp.* sobre *Schistocerca piceifrons* peruviana nativos del departamento de Ayacucho, Perú. Universidad Mayor de San Marcos.
16. **PUCHETA D.M. 2006.** Evaluación del efecto insecticida de *Beauveria bassiana*, *Metharizium anisopliae* y *Paeselomices fumosorusuis* sobre mosca blanca (*Bemisia tabaci*) en frijol (*Phaseolus vulgaris*) Universidad Autónoma Metropolitana.
17. **PUELLES F.E. 2018.** “Determinar la eficacia de dos extractos vegetales y dos tipos de hongos entomopatógenos para el control de *Hypothenemus hampei* en el cultivo del café orgánico. Distrito de San Miguel de Faique. Huancabamba, Piura – 2017.
18. **RODRIGUEZ G. D. 2009.** Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Iztapalapa. Tesis para obtener el grado de Doctor en Biotecnología y Caracterización Fisiológica de una cepa Silvestre de *Beauveria bassiana* y su Mutante Resistente A2. México.
19. **RODRIGUEZ M. S., GERDING M. y FRANCE A. 2006.** Selección de aislamiento de hongos entomopatógenos para el control de huevos de la polilla del tomate: *Tuta absoluta* Majrich. Chile. Agricultura Técnica 66(2): 151-158.
20. **SEGURA S. et al. 2009.** “Efecto de tres concentrados de *Beauveria bassiana* (Bálsamo) Vuillemin sobre el desarrollo de larvas de *Stegasta sp.* (Cambers), en condiciones de Laboratorio.

- 21. Servicio Nacional de Sanidad Agraria SENASA Perú 2011.** Agentes Biológicos para el Control de Plagas Agrícolas. Programa Nacional de Control Biológico.
- 22. TAM J., VERA G, y R. OLIVEROS.** 2008. Tipos, Métodos, y Estrategias de investigación Científica. Universidad Ricardo Palma. Escuela de Posgrado. 154 pág.
- 23. Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad ITapalapa.** 2009 "Caracterización Fisiológica de una cepa Silvestre de *Beauveria bassiana* y su mutante" Tesis para obtener el grado de doctor en Biotecnología. 196 Pag.
- 24. Universidad Nacional Agraria. La Molina. 2013.** Ecología Aplicada Departamento Académico de Biología.
- 25. VALDIVIESO L. Y BARTRA P.** 1993. Control Biológico. Tecnología Ecológica para el control de plagas en diferentes de especies cultivables. Lima Perú. Primera Edición 135 Pág.
- 26. YANEZ MARQUEZ L. A.** 2016. "Aislamiento de dos cepas nativas del hongo *Beauveria bassiana* para el control de la broca del café *Hypothenemus hampei* con tres tipos de concentraciones de unidades formadores de colonias en el laboratorio de microbiología de la Universidad Estatal de Bolívar. Ecuador.

ANEXOS

ANEXO 1

**MATRIZ DE CONSISTENCIA DE PROYECTO DE TESIS:
Beauveria bassiana, EN EL CONTROL DE LA BROCA DEL CAFÉ (*Hypothenemus hampei*,
Coffea arabica) EN EL DISTRITO DE OXAPAMPA PASCO-2018**

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPOTESIS	VARIABLES, INDICADORES Y CATEGORIA/VALOR	POBLACION /MUESTRA	DISEÑO METODOLOGICO	INSTRUMENTOS RECOLECCION DE DATOS	ESTADISTICO
<p>Problema de investigación general ¿Tendrá acción plaguicida el entomopatógeno (<i>Beauveria bassiana</i>) en la broca del café (<i>Hypothenemus hampei</i>) en el distrito y provincia de Oxapampa del departamento de Pasco, 2018?</p> <p>Problema de investigación específico. 1. ¿Tendrá acción plaguicida la aplicación de dos kg de <i>Beauveria bassiana</i> por hectárea en la Broca del café (<i>Hypothenemus hampei</i>) en el distrito y provincia de Oxapampa-Pasco, 2018? 2. ¿Tendrá acción plaguicida la aplicación de tres kg de <i>Beauveria bassiana</i> por hectárea, en la Broca del café (<i>Hypothenemus hampei</i>) en el distrito y provincia de Oxapampa-Pasco, 2018? 3. ¿Tendrá acción plaguicida la aplicación de cuatro kg de <i>Beauveria bassiana</i> por hectárea en la Broca del café (<i>Hypothenemus hampei</i>), en distrito y provincia de Oxapampa-Pasco, 2018?</p>	<p>OBJETIVO BGENERAL. - Comprobar la acción plaguicida de <i>Beauveria bassiana</i> en la Broca del café (<i>Hypothenemus hampei</i>) en el distrito y provincia de Oxapampa del departamento de Pasco, 2018.</p> <p>OBJETIVOS ESPECIFICOS. Evaluar el efecto plaguicida de dos kg de <i>Beauveria bassiana</i> por hectárea en la Broca (<i>Hypothenemus hampei</i>) del café (<i>Coffea arabica</i>) en el distrito y provincia de Oxapampa del departamento de Pasco. Evaluar el efecto plaguicida de tres kg de <i>Beauveria bassiana</i> por hectárea en la Broca del café (<i>Hypothenemus hampei</i>) en el distrito y provincia de Oxapampa del departamento de Pasco. Evaluar el efecto plaguicida de cuatro kg de <i>Beauveria bassiana</i> por hectárea en la Broca del café (<i>Hypothenemus hampei</i>) en el distrito y provincia de Oxapampa del departamento de Pasco.</p>	<p>Hipótesis General. El entomopatógeno (<i>Beauveria bassiana</i>), posee efectos plaguicida en la broca del café (<i>Hypothenemus hampei</i>) en el distrito y provincia de Oxapampa del departamento de Pasco, 2018.</p> <p>H.E 1. Las concentraciones de <i>Beauveria bassiana</i> de dos kg, si poseen efectos plaguicidas en la broca del café en el distrito de Oxapampa, Pasco 2018 2. Las concentraciones de <i>Beauveria bassiana</i> de tres kg, si poseen efectos plaguicidas en la broca del café en el distrito de Oxapampa, Pasco 2018. 3. Las concentraciones de <i>Beauveria bassiana</i> de cuatro kg, si poseen efectos plaguicidas en la broca del café en el distrito de Oxapampa, Pasco 2018.</p>	<p>-Variable dependiente <i>Beauveria bassiana</i> (Plaguicida) Indicadores Tiempo de aplicación del hongo B. b. Categoría/Valor r Porcentaje (%)</p> <p>-Variable Independiente - Concentraciones de esporas de <i>Beauveria bassiana</i> en 2 kg, 3 kg y 4 kg. Indicadores. Medición de los efectos del control biológico cada 8 días después de cada aplicación Categoría/Valor r Esporas de <i>Beauveria bassiana</i> en tres concentraciones. -Variable de caracterización Sexo de la broca del café. Indicadores Macho y hembra Categoría/Valor r Medición de los efectos de <i>Beauveria bassiana</i>, 8 días después de cada aplicación</p>	<p>La Población de estudio: Estará constituida por 144 plantas de café con aplicación de <i>Beauveria bassiana</i>, controlador biológico o entomopatógeno; más 48 sin aplicación las que constituirán como testigo</p> <p>Muestra: Estarán constituidas por 144 plantas, las que serán aplicadas con el hongo entomopatógeno <i>Beauveria bassiana</i> o controlador biológico.</p>	<p>TIPO Y NIVEL El tipo al que se adecua el presente proyecto es el experimental, prolectivo y longitudinal. (J. Tam, G, Vera, y R, Oliveros 2008 "TIPOS, METODOS Y ESTRATEGIAS DE INVESTIGACION CIENTIFICA" 5:145,154)</p> <p>El nivel es descriptivo, por que especifica las propiedades. Tipo de estudio analítico, epidemiológico de características operativas.</p> 	<p>Técnica: Sera experimental</p> <p>Instrumento: Serán guías de evaluación.</p>	<p>El diseño de investigación que se aplicara en este proyecto será el de Diseño Bloques Completamente al Azar (DBCA).</p> <p>Modelo estadístico Lineal $X = X + SCT + SCb + SCe$</p>

ANEXO 2

COSTO DEL PROYECTO

<i>Beauveria bassiana</i> PARA EL CONTROL DE LA BROCA DEL CAFE				
Departamento : Pasco		Cultivo : Café		
Provincia : Oxapampa		Variedad : Caturra		
Distrito : Distrito		Nivel tecnológico : Media		
Lugar : Sogorno,		Periodo : 3 meses		
DESCRIPCION	Unidad de medida	Cantidad	Costo unitario (S/.)	Costo Total (S/.)
Sustrato de <i>Beauveria bassiana</i>	kg	36	13.40	482,40
Baldes	Unidad	2	30.00	60,00
Ablandador de agua	Litro	2	36.00	72,00
Aceite agrícola	Litro	2	42.00	84,00
Bomba de Mochila	Unidad	2	250.00	500,00
Estierco descompuesto	Saco	5	20.00	100,00
Guantes quirúrgicos descartables	Docena	2	12.00	24,00
Mascarillas descartables	Docena	3	14.00	42,00
Hules plásticos	Metros	6	4.00	24,00
Coladores	Unidad	24	6.00	144,00
Libreta de campo	Unidad	2	5.00	10,00
Adherente	Litro	2	46.00	92,00
Sub total Materiales e insumos				1634,40
LABORES CULTURALES				
Preparación del campo				
Limpieza del campo	Jornal	5	30.00	150,00
Podas de sanidad	Jornal	5	30.00	150,00
Incorporación de abono (estiércol)	Jornal	3	30.00	90,00
Primer deshierbo	Jornal	3	30.00	90,00
Segundo deshierbo	Jornal	3	30.00	90,00
Aplicaciones de <i>Beauveria</i>	Jornal	12	50.00	600,00
Evaluaciones	Jornal	8	50.00	400,00
Transporte de materiales	Alquiler vehículo	25	12.00	300,00
Otros	%	10		396,82
Sub total labores culturales				2266,82
T O T A L				3901,22

ANEXO 3

DISTRIBUCION DE LAS PLANTAS EN LOS BLOQUES

BLOQUE I

T2

4	3	2	1
5	6	7	8
12	11	10	9
13	14	15	16

T3

32	31	30	29
25	26	27	28
24	23	22	21
17	18	19	20

T1

33	34	35	36
40	39	38	37
41	42	43	44
48	47	46	45

T0

52	51	50	49
53	54	55	56
60	59	58	57
61	62	63	64

BLOQUE II

T0

80	79	78	77
73	74	75	76
72	71	70	69
65	66	67	68

T2

81	82	83	84
88	87	86	85
89	90	91	92
96	95	94	93

T3

100	99	98	97
101	102	103	104
108	107	106	105
109	110	111	112

T1

128	127	126	125
121	122	123	124
120	119	118	117
113	114	115	116

BLOQUE III

T3

129	130	131	132
136	135	134	133
137	138	139	140
144	143	142	141

T1

148	147	146	145
149	150	151	152
156	155	154	153
157	158	159	160

T2

176	175	174	173
169	170	171	172
168	167	166	165
161	162	163	164

T0

177	178	179	180
184	183	182	181
185	186	187	188
192	191	190	189

144 con aplicación y 48 sin aplicación)testigo.

ANEXO 4

Formato: Evaluacion de la broca del Café (*Hypothenemus hampei*)

Fecha:

Evaluacion:

Órganos Evaluados	Plaga Evaluada		Tratamientos	Plantas Evaluadas																
	Nombre Científico	Nombre Común		P1	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13	P14	P15	P16		
20 Cerezos ó frutos / planta	<i>Hypothenemus hampei</i>	Broca	BLOQUE I																	
			T1																	
			T2																	
			T3																	
			T0																	
			BLOQUE II																	
			T1																	
			T2																	
			T3																	
			T0																	
			BLOQUE III																	
			T1																	
			T2																	
			T3																	
			T0																	

Posicionamiento o momentos de la broca



Tabla 1. Resultados de la primera evaluación.

Tratamientos	BLOQUES			TOTAL TRATAMIENTOS	PROMEDIO TRATAMIENTOS
	I	II	III		
T1	14.38	14.31	14.94	43.63	14.54
T2	14.63	17.31	17.81	49.75	16.58
T3	14.50	17.38	17.50	49.38	16.46
T0	13.94	13.94	13.19	41.06	13.69
T. BLOQUES	57.44	62.94	63.44	183.81	15.32

Se evaluaron 20 cerezos por cada planta. Los promedios corresponden a frutos sanos.

Tabla 2. Resultados de la segunda evaluación.

Tratamientos	BLOQUES			TOTAL TRATAMIENTOS	PROMEDIO TRATAMIENTOS
	I	II	III		
T1	16.31	15.69	16.13	48.13	16.04
T2	18.50	17.50	18.25	54.25	18.08
T3	18.44	17.44	18.13	54.00	18.00
T0	13.63	13.13	14.88	41.63	13.88
T. BLOQUES	66.88	63.75	67.38	198.00	16.50

Tabla 3. Resultados de la tercera evaluación.

Tratamientos	BLOQUES			TOTAL TRATAMIENTOS	PROMEDIO TRATAMIENTOS
	I	II	III		
T1	16.81	17.06	16.56	50.44	16.81
T2	19.13	18.13	18.69	55.94	18.65
T3	19.25	18.06	18.50	55.81	18.60
T0	13.00	14.25	13.25	40.50	13.50
T. BLOQUES	68.19	67.50	67.00	202.69	16.89

Tabla 4. Resultados de la cuarta evaluación.

Tratamientos	BLOQUES			TOTAL TRATAMIENTOS	PROMEDIO TRATAMIENTOS
	I	II	III		
T1	17.38	17.69	17.63	52.69	17.56
T2	19.38	18.81	18.94	57.13	19.04
T3	19.44	18.69	18.06	56.19	18.73
T0	13.81	13.38	13.25	40.44	13.48
T. BLOQUES	70.00	68.56	67.88	206.44	17.20

PANEL DE FOTOGRAFÍAS



Figura 1. Ordenando las cintas plásticas antes de la distribución de las plantas en los bloques.



Figura 2. Colocando las cintas luego de la ubicación de plantas en los bloques



Figura 3. Identificación de las plantas en los bloques que corresponden: T1 rojo, T0 blanco, T2 amarillo y T3 celeste.



Figura 4. Vista de las plantas con granos ideales para ser elegidos por la broca (*Hypothenemus hampei*) y poner sus huevecillos.



Figura 5. Preparación de la solución del Hongo entomopatógeno *Beauveria bassiana* para la aplicación de acuerdo a los tratamientos



Figura 6. Se utilizó mochila sin residuos de productos químicos, una nueva de uso exclusivo para biopreparados o producto orgánico.



Figura 7. Aplicación de la solución a las plantas identificadas de acuerdo a colores y tratamiento correspondiente.



Figura 8. Evaluación luego de 8 días de la aplicación del hongo.



Figura 9. Vista aumentada de la broca (*Hypothenemus hampei*)



Figura 10. Vista: broca hembra mayor tamaño que broca macho



Figura 11. *Beauveria bassiana* sobre brocas que intentaban barrenar los cerezos.



Figura 12. Cerezos mostrando el ingreso de la broca

INSTRUMENTOS

Procedimiento para el preparado de la solución de Hongos Entomopatógenos



1

Medir el pH del agua (debe ser de 5 ó 6) que se usará para diluir el hongo y verificar la dureza del agua (que no sea mayor de 150 ppm). A un cilindro con agua (200 litros) agregar un corrector de pH y el ablandador de agua si es que fuera necesario.



3

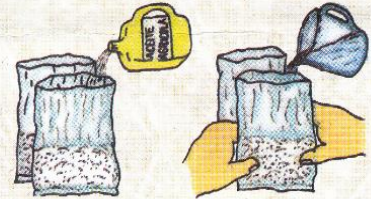
Lavar y colar bien el arroz en un balde. Agitar constantemente el biopreparado.



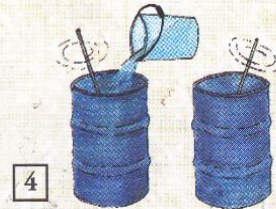
5

Aplicar por aspersión dirigida a las zonas donde se encuentre la plaga hasta que se acabe el contenido.

2



Por cada Kilo de hongo agregar 100 ml de aceite agrícola de origen vegetal y utilizar el agua preparada para mezclar y remover el hongo del sustrato.



4

Mezclar este biopreparado que debe ser de 2 a 4 Kg de hongo por cilindro de agua (dependiendo del ataque de la plaga). Agitar bien antes de vaciarlo a una mochila asperjadora o a una motopulverizadora.

UTILIZAR MOCHILAS BIEN LIMPIAS Y SIN RESIDUOS DE PRODUCTOS QUÍMICOS.

Se recomienda el uso de mochilas nuevas o de uso exclusivo para biopreparados.



PROGRAMA NACIONAL DE CONTROL BIOLÓGICO
Calle Los Diamantes s/n, Urb. Los Topacios, Ate Vitarte.
Telefax: 351 2443 Teléfono : 351 6302
www.senasa.gob.pe

Edición Digital: Paola Rondón de Leiva Guillén
Área de Diseño - SENASA

Ilustraciones: Lic. Cledaldo León Avila
Especialista en Sanidad Agraria - PNCB SENASA

Manejo Integrado de la Broca del Café

COMPORTAMIENTO Y HABITAT DE LA BROCA DEL CAFÉ	Los adultos están en cerezos que están en el suelo o en el café		Las hembras adultas salen volando buscando cerezos consistentes		Los cerezos afectados por broca, tiene huevos, larvas, prepupas, pupas y adultos de broca				Existe multigeneraciones de machos y hembras de broca en los cerezos afectados			
MANEJO INTEGRADO DE LA BROCA	Control Cultural		Control Etológico		Control Biológico		Control Cultural		Control Cultural			
MESES	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
ETAPA FENOLÓGICA DEL CAFETO	DESACANSO		FLORACIÓN		LLENADO DE FRUTO				COSECHA			
	No hay desarrollo de ramas y hojas, ni absorción de agua y nutrientes, las yemas crecen pero no se abren. Muerte de pelos absorbentes del año anterior.		a. Formación de pelos absorbentes b. Las yemas florales cambian a "estaquillas" c. Formación de flores d. Cada "estaquilla" forma 4 botones florales e. Cada botón floral se transforma en una flor f. Crecimiento de ramas, hojas, tallos		Desarrollo y crecimiento del Cerezo. Llenado del grano, menor producción de ramas, hojas y menos formación de pelos absorbentes.				En la base de las hojas se forman las yemas seriadas que generaran cerezos (producción) de la campaña siguiente. El crecimiento vegetativo es mínimo, menor actividad radicular y degradación de pelos absorbentes.			
REQUERIMIENTO DEL CAFETO	Requerimiento de NPK especialmente Fósforo para el crecimiento de pelos absorbentes ubicados a 20 cm de profundidad alrededor del tallo principal. La falta de nutrientes generan amarillamiento generalizado, paloteo y fuerte ataque de cercospora, roya, caída de hojas, etc.		Elementos Primarios		Elementos Primarios				Elementos Primarios			
Fósforo (P) - Roca fosfórica			Potasio y Nitrógeno				Nitrógeno					
Potasio (K) Aplicación foliar de Potasio a los 150 días después de secar la flor o pos floración.												
Nitrógeno (N) - Guano de isla aporta NPK												
		Elementos Secundarios		Cuando abonar y/o fertilizar. Para modificar o mantener una estructura adecuada del suelo es necesario abonar, así se eleva la cantidad de humus y además se nutre la planta de manera más prolongada. La fertilización únicamente aporta nutrientes en el momento de la aplicación y adecuadamente aplicadas son asimiladas inmediatamente por la planta, pero dependiendo del origen de su producción a veces disminuye o elimina el humus que contiene el suelo.								
		Calcio (Ca), Magnesio (mg) y Azufre (S)										
		Elementos Menores										
		Boro (B), Zinc (Zn), Cobre (Cu), Hierro (Fe), Manganeso (Mn), Cloro (Cl) y Molibdeno (Mb) Aplicación foliar de Zinc 45 días después de secada la flor o pos floración. Aplicación foliar de Boro al momento de secar la flor y en pre floración.										
MANEJO DEL CULTIVO	1°Deshierbo y Plan de Podas productivas	1° Fertilización	2°Deshierbo	1er. Abonamiento	1°Desyemado de los cafetos podados. Eliminar yemas excesivas que agotarán al café	3°Deshierbo		2°Deshije		2° Abonamiento		4°Deshierbo
								2°Fertilización		3°Abonamiento		

SERVICIO NACIONAL DE SANIDAD AGRARIA - SENASA
 DIRECCIÓN GENERAL DE SANIDAD VEGETAL
 SUBDIRECCIÓN DE MOSCA DE LA FRUTA Y PROYECTOS FITOSANITARIOS
 Página web: www.senasa.gob.pe - Central Telefónica: 313-3300

Manejo integrado de la broca MIB del café de acuerdo a la etapa fenológica del cultivo

SUBDIRECCION DE CONTROL BIOLÓGICO

APLICACIÓN HONGOS ENTOMOPATOGENOS**Características Generales**

Los hongos entomopatógenos, son microorganismos que viven a expensas de insectos de diferentes órdenes de insectos en forma natural, no causan daño al hombre, animales ni plantas. Requieren una adecuada humedad, pH y temperatura para su natural dispersión e infección, dependiendo de cada especie de hongo.

Modo de acción:

Los hongos entomopatógenos actúan por contacto en los diferentes estadios de los insectos plaga. Las conidias, son las unidades infectivas (llamado también semillas), penetran al cuerpo del insecto, produciéndole disturbios a nivel digestivo, nervioso, muscular, respiratorio, excretorio, etc.; es decir el insecto se enferma, deja de alimentarse y posteriormente muere. La muerte puede ocurrir a los tres a cinco días, dependiendo de la virulencia del hongo y estadio del insecto.

Presentación del producto:

Conidias de hongos entomopatógenos desarrolladas en un kg de sustrato arroz.

- * Concentración de conidias: 1×10^{10} con/g
- * Porcentaje de geminación: 100% a las 18 horas
- * Porcentaje de pureza: 100%

Dosis de aplicación

2 a 4 bolsas por 200 litros de agua.

Hongos entomopatógenos producidos en el Laboratorio de la SCB

ESPECIE	PLAGA QUE CONTROLA
<i>Beauveria bassiana</i>	"broca del café", "gorgojo negro del plátano", "gorgojo rayado del plátano", "polillas de la col", pulgones, "mosca minadora", "gallinita ciega", etc.
<i>Beauveria brongniartii</i>	gorgojo de los Andes" en papa y otros cultivos andinos (previa consulta)
<i>Metarhizium anisopliae</i>	"langosta migratoria", "polillas de la col", "gallinita ciega", Eucnistus y otros lepidópteros y coleópteros
<i>Lecanicillium lecanii</i>	"moscas blancas", "pulgones", "ácaros", "trips", etc.
<i>Isaria (Paecilomyces) fumosorosea</i>	"moscas blancas", <i>Bemisia tabaci</i>
<i>Hirsutella thompsonii</i>	"ácaro del tostado" (previa consulta)

RECOMENDACIONES PARA EL ALMACENAMIENTO DE HONGOS ENTOMOPATOGENOS

Los hongos entomopatógenos por ser microorganismos vivos requieren de condiciones de almacenamiento óptimo. Al recibirlos, trasladarlos inmediatamente al lugar en donde permanecerán hasta su uso, debiendo ser retirados de las cajas y colocados en anaqueles en forma individual, **no apiñada**, este lugar debe estar libre de polvo, debiendo realizar la limpieza del piso con un trapeador con lejía sin barrer para evitar levantar el polvo, y los anaqueles deben limpiarse con alcohol comercial.

Si las condiciones de almacenamiento no son los adecuados, pueden producirse contaminaciones con hongos como *Aspergillus*, *Penicillium*, *Alternaria*, que por ser dañinos para la salud humana

Las temperaturas altas, de más de 30° C, matan las conidias del hongo, bajando su rendimiento, y por lo tanto no son eficientes al momento de su aplicación.

Por lo tanto, el producto debe ser conservado a medio ambiente en un lugar limpio, fresco y sombreado. Pudiendo permanecer hasta por un mes a 20–25°C y hasta por tres meses a 16° C, después de recepcionados.

RECOMENDACIONES PARA EL EMPLEO DE HONGOS ENTOMOPATÓGENOS:

- Evaluar el nivel de infestación de la población de la plaga en el cultivo, antes de la aplicación de los hongos entomopatógenos¹. La programación de aplicación de los hongos entomopatógenos no debe coincidir con aplicaciones de fungicidas, azufrados², etc.
- El empleo de los hongos entomopatógenos no debe limitarse exclusivamente a lugares con alta humedad relativa, debido a que el aceite que se emplea en la preparación de la solución, tiene como función encapsular las conidias del hongo, protegiéndolas de la desecación. También se debe considerar que la humedad natural del insecto es apropiada para la eficacia del hongo. .
- Utilizar agua potable, de río o de pozo (las aguas turbias, de río o de pozo, se deben dejar reposar por lo menos 30 minutos antes de utilizarla).
- Verificar la dureza y pH del agua que no debe ser mayor de 150 ppm y pH de 6,5. Las aguas duras y el pH alcalino inhiben el desarrollo de los microorganismos. El empleo de ablandadores de agua disminuye la dureza y el pH. Por otro lado si se emplea agua cuya dureza es menor a 150 ppm , usar solo un corrector de acidez si e necesario. De existir dudas, en estos temas solicite la orientación de un profesional del SENASA en sus regiones, o comuníquese con el Programa Nacional de Control Biológico al teléfono 351-2443 / 351-6302.
- La aplicación de los hongos entomopatógenos debe hacerse por la tarde cuando la radiación solar no es muy fuerte.

¹ El Programa de Manejo Integrado de Plagas del Cafeto del SENASA recomienda que para obtener mejores resultados, en sectores de alta humedad, se puede aplicar hasta máximo 10% de infestación de Broca del Cafeto, en sectores de alta luminosidad este valor debe ser menor al 7%.

² En el sector cafetalero, se recomienda la aplicación de entomopatógeno para el control de la broca, máximo hasta 11 semanas después de la floración, si existe una sola variedad por hectárea, de existir varias variedades evaluar los costos beneficios al momento de la aplicación. La aplicación debe ser en sectores priorizados en la evaluación. Si se trabaja en sistemas de producción orgánica, la aplicación siempre es localizada.

- El éxito de la aplicación y el control con hongos entomopatógenos depende también de la elección de los equipos de aspersión. Se utilizan equipos (mochilas) convencionales, utilizando boquilla cónica de gotas finas, no debe tener desgaste ni daños en el orificio de la boquilla de tal manera que se obtenga una aplicación uniforme. Los equipos deberán ser nuevos o limpios, libres de residuos químicos, los cuales inhiben la viabilidad de las conidias. Tener especial cuidado en la limpieza del equipo cuando anteriormente se ha utilizado para la aplicación de funguicidas.
- También es importante tener en cuenta el depósito que corresponde con la dosis, en la aspersión se debe tener de 80 a 100 gotas / centímetro cuadrado de hoja. Así mismo, se debe tener en cuenta la velocidad del viento al momento de aplicar, viento suave o sin ella favorece la aplicación.
- El efecto residual de los microorganismos entomopatógenos es de una semana. Evitar las pérdidas del producto por deriva, escurrimiento y turbulencia del viento.
- En frutales, para el control de las moscas blancas que secretan cera o mieles se recomienda lavar a presión a las plantas (con 200 g de jabón pepita por 200 litros de agua), uno o dos días antes a la aplicación de los hongos entomopatógenos, con la finalidad de limpiar la cera, para que el cuerpo del insecto quede expuesto .
- Para obtener mejores resultados se debe realizar una segunda aplicación a los 5 ó 7 días después de la primera aplicación, es recomendable realizar de 3 a 4 aplicaciones, determinando los intervalos de aplicación de acuerdo a las evaluaciones, así como a la biología de la plaga a tratar. En el caso de pulgones se recomienda la segunda aplicación a los 5 días después de la primera aplicación y las posteriores a los 7 o 15 días de acuerdo a las evaluaciones.

PROCEDIMIENTO PARA LA PREPARACIÓN DE HONGOS *ENTOMOPATOGENOS*

DOSIS: 2-4 bolsas por 200 litros de agua.

1. Preparar el agua para aplicar el hongo entomopatógeno. Medir la dureza y acidez del agua, si los valores sobrepasan a 150 ppm y pH 7 respectivamente utilizar ablandadores para disminuir la dureza y por consiguiente el pH. Si se emplea agua cuya dureza es menor a 150 ppm, usar solo un corrector de acidez si es necesario.
2. Abrir la bolsa por un costado y agregar 100 ml de aceite agrícola vegetal (coadyuvantes (humectante, dispersante) en cada una de las bolsas y agregar aproximadamente un litro de agua. Frotar con la mano para desprender las esporas de arroz.
3. Verter el contenido de la bolsa en un recipiente (balde) con la ayuda de un colador.
4. Nuevamente colocar medio litro de agua en la bolsa y verter.
5. Repetir este proceso hasta separar por completo las esporas de arroz. Aproximadamente con 2.5 litros de agua, se logra separar las esporas del arroz. A esta solución podemos llamarle caldo de entomopatógenos para fines prácticos.

6. Colocar el caldo de entomopatígeno en una botella o balde y dejarlo a temperatura ambiente, en un lugar sombreado por un periodo de 6 horas como mínimo y 16 horas como máximo, tiempo suficiente para hidratar las esporas secas de los hongos.
7. Repetir ítem 2 hasta ítem 7 para cada una de las bolsas.
8. Agitar la mezcla y verterla en el cilindro.
9. Llenar el equipo de aspersión y seguir agitando cada vez que se repita esta acción.
10. Dirigir la aspersión en los lugares donde se encuentran los insectos.
11. El arroz que queda después del lavado, echarlo debajo de los árboles, debido a que aún conservan esporas adheridas, servirán para matar brocas que se encuentran en el suelo.

PRECAUCIONES

Los hongos entomopatógenos no son tóxicos para los seres humanos, animales o plantas, pero algunos son muy polvorientos por lo que podrían causar alergias a personas muy sensibles. Para su preparación y aplicación se deben tener ciertas precauciones:

- Preparar la solución bajo sombra, nunca a pleno sol.
- Para realizar el lavado del arroz, usar guantes y mascarilla y anteojos si se dispone
- Para las aplicaciones, es recomendable usar mascarilla, guantes, usar sombrero y anteojos para protegerse los ojos.
- Evitar todo contacto innecesario con el producto, no ingerirlo ni inhalarlo.
- No fumar o comer durante su manipuleo.
- Lavarse y cambiar de ropa después del trabajo.

VENTAJAS

- Es compatible con otras medidas de control
- No contaminan al medio ambiente.
- No es toxico en humanos, animales y plantas
- No afectan a los enemigos naturales
- No hay riesgo de intoxicación de los aplicadores
- Reduce los costos de producción por la no utilización de insecticidas químicos
- Ayuda a producir productos sin trazas de productos químicos
- Puede usarse en la agricultura convencional y orgánica
- Puede aplicarse con insecticidas, fertilizantes foliares, bactericidas, algunos fungicidas que son compatibles.

Autorización de la propietaria del cultivo de cafeto para realizar las aplicaciones de *Beauveria bassiana* para el control de la broca.

A A T O R I Z A C I O N D E U S O D E C U L T I V O D E C A F E

Yo, Carmela Aragón Montes, identificada con DNI No 04300545, domiciliada en Oxapampa, autorizo a la Sra. Ing. Carmen Mendoza Carbajal, con DNI 22466423, para que realice su ensayo de aplicación de *Beauveria bassiana*, para el control de la broca del café en mis campos de Cultivos de Café de diferentes Variedades, la aplicación se ejecutará a partir de Agosto de 2018.

En fe de lo cual firmo la presente autorización

Carmela Aragón Montes

DNI. 04300545.

Oxapampa, 01 de Agosto de 2018.

NOTA BIOGRÁFICA

Carmen B. Mendoza Carbajal.



Nació en Huallanca, Bolognesi. Ancash, hija de don Agustina Mendoza Agüero y doña Inés Carbajal Gamarra, sus estudios de educación primaria y secundaria lo realizó en su ciudad natal. Trabajó como responsable de obras en Cooperación Popular (1987), docente en la especialidad de Agropecuaria del Área de Sanidad Vegetal, en el Instituto Superior Tecnológico de Puerto Inca Huánuco, docente en la especialidad de Agropecuaria de Área de Sanidad Vegetal en el Instituto Superior Tecnológico de Yanahuanca – Daniel Alcides Carrión de Pasco; en Servicio Nacional de Sanidad Agraria, SENASA, como especialista en Sanidad Agraria. En esta institución desempeñó varias áreas: como responsable de la prospección de Marchitez bacteriana de la papa, en las zonas productoras de papa (*Solanum tuberosa*) pasó a realizar los trabajos de laboratorio de elaboración de entomopatógenos para el control del gorgojo de los andes y la polilla de la papa; como responsable del Área de Sanidad Vegetal (2001); como responsable del Centro de Trámite Documentario CTD en SENASA Oxapampa- Pasco (2011), en la instalación y ejecución de Escuela de Campo de Agricultores ECAs en los cultivos de Café y Plátano (2013) ejecución de metas físicas de Vigilancia y Cuarentena Vegetal, trabajos de capacitación convencional en control biológico, sanidad y control de plagas en las diferentes especies de cultivos. En trámites para exportaciones de café, rocoto y granadilla apoyo a productores de la zona. Desempeñó la jefatura del Área de Insumos Agropecuarios e Inocuidad Agroalimentaria DIAIA en el SENASA (2016), Fiscalización y control de los Productos Químicos de Uso Agrícola, especializada en la Producción Agrícola.



UNIVERSIDAD NACIONAL HERMILIO VALDIZÁN

Huánuco - Perú

ESCUELA DE POSGRADO

Campus Universitario, Pabellón V "A" 2do. Piso - Cayhuayna
Teléfono 514760 - Pág. Web. www.posgrado.unheval.edu.pe



ACTA DE DEFENSA DE TESIS DE MAESTRO

En el Auditorio de la Escuela de Posgrado, siendo las 16:00h, del día viernes 06 DE SETIEMBRE DE 2019 ante los Jurados de Tesis constituido por los siguientes docentes:

Dr. Fernando Jeremias GONZALES PARIONA	Presidente
Dr. Marco Antonio VILLAVICENCIO CABRERA	Secretario
Dr. Rosario VARGAS RONCAL	Vocal

Asesor de tesis: Dr. Pio TRUJILLO ATAPOMA (Resolución N° 01253-2019-UNHEVAL/EPG-D)

La aspirante al Grado de Maestro en Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible, mención en Gestión Ambiental, Doña, Carmen Beatriz MENDOZA CARBAJAL.

Procedió al acto de Defensa:

Con la exposición de la Tesis titulado: "*Beauveria bassiana* EN EL CONTROL DE LA BROCA DEL CAFÉ (*Hypothenemus hampei*, *Coffea arabica*) EN EL DISTRITO DE OXAPAMPA PASCO, 2018".

Respondiendo las preguntas formuladas por los miembros del Jurado y público asistente.

Concluido el acto de defensa, cada miembro del Jurado procedió a la evaluación de la aspirante al Grado de Maestro, teniendo presente los criterios siguientes:

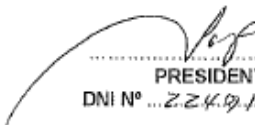
- Presentación personal.
- Exposición: el problema a resolver, hipótesis, objetivos, resultados, conclusiones, los aportes, contribución a la ciencia y/o solución a un problema social y recomendaciones.
- Grado de convicción y sustento bibliográfico utilizados para las respuestas a las interrogantes del Jurado y público asistente.
- Dicción y dominio de escenario.

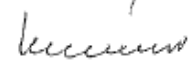
Así mismo, el Jurado plantea a la tesis las observaciones siguientes:

.....

Obteniendo en consecuencia la Maestría la Nota de Dieciocho (18)
Equivalente a Muy Buena, por lo que se declara Aprobado
(Aprobado ó desaprobado)

Los miembros del Jurado firman el presente ACTA en señal de conformidad, en Huánuco, siendo las 5, 30 pm horas del 06 de setiembre de 2019.


PRESIDENTE
DNI N° 22491216


SECRETARIO
DNI N° 22490208


VOCAL
DNI N° 22492264

Leyenda:
19 a 20: Excelente
17 a 18: Muy Bueno
14 a 16: Bueno

AUTORIZACION PARA PUBLICACION DE TESIS ELECTRONICA DE POSGRADO

1. IDENTIFICACION PERSONAL

Apellidos y Nombres: MENDOZA CARBAJAL, Carmen Beatriz

DNI: 22466423 Correo electrónico: *cbmendozac@gmail.com*

Teléfono de casa: (01)2372611 Celular: 963927743 Oficina: 063462462

2. IDENTIFICACION DE LA TESIS

POSGRADO
Maestría: En Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible
Mención: Gestión Ambiental

Grado Académico obtenido: Maestro

Título de la Tesis:

Beauveria bassiana EN EL CONTROL DE LA BROCA DEL CAFÉ (*Hypothenemus hampei*, *Coffea arabica*) EN EL DISTRITO DE OXAPAMPA PASCO, 2018

Tipo de acceso que autoriza el autor:

Marcar "X"	Categoría de acceso	Descripción de acceso
X	PUBLICO	El documento completo es público y accesible a cualquier tipo de usuario.
	RESTRINGIDO	

Al elegir la opción "Publico" a través de la presente autorizo de manera gratuita al Repositorio Institucional – UNHEVAL a publicar le versión electrónica de esta tesis en el Portal Web repositorio.unheval.edu.pe, por un plazo indefinido, consintiendo que dicha autorización cualquier tercero podrá acceder a dichas páginas de manera gratuita, pudiendo revisarla imprimirla o grabarla, siempre y cuando se respete la autoría y sea citada correctamente.

Fecha de firma: 14 de diciembre de 2019.

