

**UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR**  
FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS  
LICENCIATURA EN CIENCIAS AGRÍCOLAS CON ÉNFASIS EN CULTIVOS TROPICALES

USO DE *Beauveria bassiana* PARA EL CONTROL DE BROCA DEL CAFÉ  
EN DOS ESTRATOS ALTITUDINALES DE LA FINCA AURORA XOLHUITZ,

NUEVO SAN CARLOS, RETALHULEU  
SISTEMATIZACIÓN DE PRÁCTICA PROFESIONAL

**DOUGLAS EMILIO OROZCO GRANADOS**  
CARNET 29390-05

COATEPEQUE, NOVIEMBRE DE 2014  
SEDE REGIONAL DE COATEPEQUE

**UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR**  
FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS  
LICENCIATURA EN CIENCIAS AGRÍCOLAS CON ÉNFASIS EN CULTIVOS TROPICALES

USO DE *Beauveria bassiana* PARA EL CONTROL DE BROCA DEL CAFÉ  
EN DOS ESTRATOS ALTITUDINALES DE LA FINCA AURORA XOLHUITZ,

NUEVO SAN CARLOS, RETALHULEU  
SISTEMATIZACIÓN DE PRÁCTICA PROFESIONAL

TRABAJO PRESENTADO AL CONSEJO DE LA FACULTAD DE  
CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS

POR  
**DOUGLAS EMILIO OROZCO GRANADOS**

PREVIO A CONFERÍRSELE

EL TÍTULO DE INGENIERO AGRÓNOMO CON ÉNFASIS EN CULTIVOS TROPICALES EN  
EL GRADO ACADÉMICO DE LICENCIADO

COATEPEQUE, NOVIEMBRE DE 2014  
SEDE REGIONAL DE COATEPEQUE

## **AUTORIDADES DE LA UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR**

RECTOR:	P. EDUARDO VALDES BARRIA, S. J.
VICERRECTORA ACADÉMICA:	DRA. MARTA LUCRECIA MÉNDEZ GONZÁLEZ DE PENEDO
VICERRECTOR DE INVESTIGACIÓN Y PROYECCIÓN:	DR. CARLOS RAFAEL CABARRÚS PELLECCER, S. J.
VICERRECTOR DE INTEGRACIÓN UNIVERSITARIA:	P. JULIO ENRIQUE MOREIRA CHAVARRÍA, S. J.
VICERRECTOR ADMINISTRATIVO:	LIC. ARIEL RIVERA IRÍAS LIC. FABIOLA DE LA LUZ PADILLA BELTRANENA DE LORENZANA
SECRETARIA GENERAL:	

## **AUTORIDADES DE LA FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS**

DECANO:	DR. ADOLFO OTTONIEL MONTERROSO RIVAS
VICEDECANA:	LIC. ANNA CRISTINA BAILEY HERNÁNDEZ
SECRETARIA:	ING. REGINA CASTAÑEDA FUENTES
DIRECTOR DE CARRERA:	MGTR. LUIS MOISÉS PEÑATE MUNGUÍA

## **NOMBRE DEL ASESOR DE TRABAJO DE GRADUACIÓN**

ING. RAUL ESTUARDO HIDALGO PAZ

## **TERNA QUE PRACTICÓ LA EVALUACIÓN**

MGTR. JOSÉ MANUEL BENAVENTE MEJÍA  
ING. HARRY FLORENCIO DE MATA MENDIZABAL  
ING. LUIS FELIPE CALDERÓN BRAN

Guatemala, 18 de noviembre de 2014.

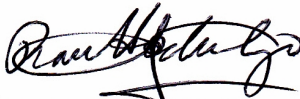
Honorable Consejo de Facultad  
Ciencias Ambientales y Agrícolas  
Presente.

Distinguidos Miembros del Consejo:

Por este medio hago constar que he asesorado el trabajo de graduación del estudiante Douglas Emilio Orozco Granados, carné 29390-05, titulado: **“USO DE *Beauveria bassiana* PARA EL CONTROL DE BROCA DEL CAFÉ EN DOS ESTRATOS ALTITUDINALES DE LA FINCA AURORA XOLHUITZ, NUEVO SAN CARLOS, RETALHULEU”**.

El cual considero que cumple con los requisitos establecidos por la facultad, previo a su autorización de impresión.

Atentamente,



Ing. Agr. Raul Hidalgo Paz

Colegiado No. 1289





Universidad  
Rafael Landívar  
Tradición Jesuita en Guatemala

FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS  
No. 06237-2014

### Orden de Impresión

De acuerdo a la aprobación de la Evaluación del Trabajo de Graduación en la variante Sistematización de Práctica Profesional del estudiante DOUGLAS EMILIO OROZCO GRANADOS, Carnet 29390-05 en la carrera LICENCIATURA EN CIENCIAS AGRÍCOLAS CON ÉNFASIS EN CULTIVOS TROPICALES, de la Sede de Coatepeque, que consta en el Acta No. 06125-2014 de fecha 14 de noviembre de 2014, se autoriza la impresión digital del trabajo titulado:

USO DE *Beauveria bassiana* PARA EL CONTROL DE BROCA DEL CAFÉ  
EN DOS ESTRATOS ALTITUDINALES DE LA FINCA AURORA XOLHUITZ,  
NUEVO SAN CARLOS, RETALHULEU

Previo a conferírsele el título de INGENIERO AGRÓNOMO CON ÉNFASIS EN CULTIVOS TROPICALES en el grado académico de LICENCIADO.

Dado en la ciudad de Guatemala de la Asunción, a los 27 días del mes de noviembre del año 2014.

  
ING. REGINA CASTAÑEDA FUENTES, SECRETARIA  
CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS  
Universidad Rafael Landívar



## **AGRADECIMIENTOS**

A:

Dios por su amor y su bondad al regalarme vida e Inteligencia para poder alcanzar esta meta. La Universidad Rafael Landívar, Facultad de Ciencias Ambientales y Agrícolas por ser parte de mi formación académica y profesional.

A mi madre Laura Granados Ruiz por su apoyo Incondicional durante esta etapa de mi vida.

Ing. Raúl Estuardo Hidalgo Paz, por su asesoría, revisión y corrección de la presente investigación.

Ing. Harry Florencio De Mata Mendizabal, por su apoyo, asesoría, revisión y corrección de la presente investigación.

Ing. Daniel Arnulfo Colomo de León por permitirme realizar la investigación dentro de la Finca que tiene a su cargo.

## DEDICATORIA

A:

Dios: Padre bueno que me ama, bendice y me da la sabiduría para enfrentarme a todos los retos de mi vida y especialmente para culminar mi carrera.

Mis padres: Jenner Amílcar Orozco Vásquez y Laura Granados Ruiz quienes quiero mucho, por su comprensión, amor y consejos, que formaron en mi una persona con valores.

Mi esposa: Leyla María Velásquez Aguilar, por su amor y apoyo incondicional en cada momento.

Mis hermanas: Ana Laura y Ana Marcela por su comprensión y apoyo en el transcurso de la carrera.

Mi familia: Abuelita Nataly Ruiz; tíos: Aníbal, Edgar, Amanda, Odilia, Ecliserio, Edy, Irma, Nurian, Eva, primos Heidi, Robín, Geovany, Elvin, Leonel, Helen, Connie, Cintia, Juan, Carlos, Nury, Amainari, Kimany, Keisha, Ariadna y muy en especial a mi querido primo Manrique y sobrinos que de una u otra forma han contribuido en mi formación.

Mis amigos: Alfonso Morales, Julio Galindo, Francisco, Abimael, Ahiyesser Por su apoyo, compañía y formar parte de mi desarrollo integral, con mucho aprecio.

## INDICE GENERAL

RESUMEN.....	i
SUMMARY.....	ii
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. ANTECEDENTES.....	2
2.1 REVISION DE LITERATURA.....	2
2.1.1 Broca del café.....	2
2.1.2 Historia y Origen.....	2
2.1.3 Daños.....	3
2.1.4 Método de control biológico.....	4
2.1.5 Método de acción.....	5
2.2 LOCALIZACIÓN.....	7
a) Condiciones ambientales y edáficas.....	7
2.3 DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD DE LA FINCA AURORA XOLHUITZ.....	7
2.3.1 Consejo directivo.....	8
2.3.2 Gerencia de división industrial.....	8
2.3.3 Gerente de producción agrícola.....	8
2.3.4 Administrador de Finca Aurora.....	8
2.3.5 Beneficiado de café.....	8
2.3.6 Mayordomos.....	9
2.3.7 Departamento de Oficinas y almacenes.....	9
2.3.8 Departamento de Educación.....	9

2.3.9 Cronograma General Finca Aurora Xolhuitz .....	10
III. JUSTIFICACIÓN.....	11
IV. OBJETIVOS .....	12
4.1 OBJETIVO GENERAL.....	12
4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	12
V. PLAN DE TRABAJO .....	13
5.1 DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE TRABAJO ESPECÍFICA .....	13
5.2 PROGRAMA A DESARROLLAR .....	13
5.2.1 Implementación del laboratorio artesanal de <i>Beauveria bassiana</i> .....	13
5.2.2 Reproducción artesanal de la cepa, <i>Beauveria bassiana</i> .....	14
5.2.3 Método de muestreo aleatorio estratificado .....	15
5.2.4 Muestreo inicial .....	16
5.2.5 Aplicaciones del hongo <i>Beauveria bassiana</i> .....	16
5.2.6 Distribución de los sitios de muestreo.....	17
5.2.7 Cómo se realizo el muestreo.....	17
5.2.8 Control de malezas. ....	17
5.2.9 Siembra.....	18
5.2.10 Fertilización.....	19
5.2.11 Modelo estadístico.....	20
a) Modelo estadístico.....	20
b) Desviación estándar.....	20
5.3 CRONOGRAMA.....	21
5.4 METAS PROPUESTAS.....	22

VI. Variables de Respuesta .....	23
VII. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	24
7.1 Nivel poblacional de la broca antes de las aplicaciones con <i>Beauveria</i> .....	24
7.2 Nivel Poblacional de la broca después de las aplicaciones con <i>Beauveria</i> .....	25
7.3 Días control del hongo .....	28
7.4 Nivel de control de la broca en tres estratos altitudinales de la planta.....	28
VIII. CONCLUSIONES.....	31
IX. RECOMENDACIONES .....	32
X. BIBLIOGRAFÍA .....	33
XI. ANEXOS .....	35

## INDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Nivel poblacional de broca antes de las aplicaciones.....	24
Cuadro 2. Nivel poblacional de broca después de las aplicaciones.....	25
Cuadro 3. Nivel de control de la broca del café después de las aplicaciones.....	25
Cuadro 4. Prueba “t” para el control de broca después de las aplicaciones.....	26
Cuadro 5. Presencia de <i>Beauveria</i> en broca.....	26
Cuadro 6. Prueba “t” para presencia de <i>Beauveria</i> en broca.....	27
Cuadro 7. Días control de <i>Beauveria</i> en la broca.....	28
Cuadro 8. Porcentaje de control de <i>B.b.</i> en broca en el estrato alto de la planta.....	28
Cuadro 9. Prueba “t” para el control de broca en el estrato alto de la planta.....	29
Cuadro 10. Porcentaje de control de <i>B.b.</i> en broca en el estrato medio de la planta....	29
Cuadro 11. Prueba “t” para el control de broca en el estrato medio de la planta.....	29
Cuadro 12. Porcentaje de control de <i>B.b.</i> en broca en el estrato bajo de la planta.....	30
Cuadro 13. Prueba “t” para el control de broca en el estrato bajo de la planta.....	30
Cuadro 14. Boleta de muestreo.....	35

## INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Insecto adulto de la broca.....	2
Figura 2. Ciclo de vida de la broca del café.....	3
Figura 3. Presencia de <i>Beauveria</i> en hojarasca de café.....	5
Figura 4. Estratos altitudinales de la planta de café.....	6
Figura 5. Cronograma de la finca Aurora Xolhuitz.....	10
Figura 6. Laboratorio artesanal de <i>Beauveria</i> .....	15
Figura 7. Distribución de los sitios de muestreo.....	15
Figura 8. Presencia de broca en granos de café.....	16
Figura 9. Presencia de <i>Beauveria</i> en granos de café.....	17
Figura 10. Limpia manual.....	18
Figura 11. Estaquillado y ahoyado.....	18
Figura 12. Acarreo y siembra de café.....	18
Figura 13. Fertilización al suelo y foliar.....	19
Figura 14. Cronograma de actividades.....	21
Figura 15. Grafica de sistematización de práctica.....	21
Figura 16. Porcentaje de broca del café.....	24
Figura 17. Porcentaje de <i>Beauveria</i> en broca del café.....	27



**USO DE *Beauveria bassiana* PARA EL CONTROL DE BROCA DEL CAFÉ EN DOS ESTRATOS ALTITUDINALES DE LA FINCA AURORA XOLHUITZ, NUEVO SAN CARLOS, RETALHULEU.**

**RESUMEN**

El objetivo del estudio fue determinar los niveles de control de la broca del café en dos estratos altitudinales con el hongo *Beauveria bassiana*. La investigación se realizó en Finca Aurora Xolhuitz, Nuevo San Carlos, Retalhuleu. El diseño experimental utilizado fue la T de Student, con dos variables altitudinales 1200 y 1300 msnm, teniendo dos unidades experimentales, cada unidad experimental con 20 sitios de muestreo. Las variables de respuestas fueron: nivel poblacional de la broca antes de las aplicaciones de *Beauveria bassiana*; nivel poblacional de la broca después de las aplicaciones de *Beauveria bassiana*; días control del hongo; niveles de control de la broca en tres estratos altitudinales de la planta (alto, medio y bajo). Los resultados obtenidos fueron: población de broca antes de las aplicaciones con *Beauveria bassiana*, para la altura 1200 msnm 12.85% y 10.45% para los 1300 msnm; población de la broca después de las aplicaciones con *Beauveria bassiana* para los 1200 msnm 9.2% y para los 1300 msnm 6.3%; días control del hongo para los 1200 msnm, 22 días promedio y para los 1300 msnm 25 días promedio; niveles de control de la broca en tres estratos altitudinales de la planta, para la altura 1200 msnm, estrato alto: 3.40%, estrato medio: 4.76%, estrato bajo 6.78% y para la altura de 1300 msnm, estrato alto 4.12%, estrato medio 5.94%, estrato bajo 7.46%. Por lo que se tendrá que realizar aplicaciones de *Beauveria bassiana* a cada 22 o 25 días de forma uniforme dentro de la planta, realizar al menos 3 aplicaciones por año, priorizando las áreas con niveles altos de broca.

**USING *Beauveria bassiana* TO CONTROL THE COFFEE BERRY BORER IN TWO  
ALTITUDINAL STRATA OF THE VILLA AURORA XOLHUITZ, NUEVO SAN  
CARLOS, RETALHULEU.**

**SUMMARY**

The objective of the study was to determine the levels of control of the coffee berry borer on two altitudinal strata with the fungus *Beauveria bassiana*. The research was conducted at Villa Aurora Xolhuitz, Nuevo San Carlos, Retalhuleu. The experimental design was the T-test, with two altitudinal variables 1200 and 1300 meters above sea level (masl), with two experimental units, each experimental unit with 20 sampling sites. The response variables were: the population level of the berry borer before *Beauveria bassiana* applications; population level of the berry borer after applications of *Beauveria bassiana*; day control of fungus; levels of control of the berry borer in three altitudinal strata of the plant (high, medium and low). The results were: population of the berry borer before *Beauveria bassiana* applications for the 1200 masl height 12.85% and 10.45% for 1300 masl; population of the berry borer after *Beauveria bassiana* applications for 1200 masl 9.2% and for 1300 masl 6.3%; fungus control days for 1200 masl, average 22 days and 25 days on average for 1300 masl; levels of control of the berry borer in three altitudinal levels of the plant to the height 1200 masl, top stratum: 3.40%, middle stratum: 4.76%, lower stratum: 6.78% and for the height of the 1300 masl, top stratum: 4.12%, middle stratum: 5.94%, lower stratum: 7.46%. For which applications of *Beauveria bassiana* will have to be conducted every 22 or 25 days in an evenly form inside the plant, performed at least 3 times per year, prioritizing the areas with high levels of berry borer.

## I. INTRODUCCIÓN

El café es uno de los principales cultivos en Guatemala, actualmente con una producción nacional de 213,636 toneladas métricas de café oro, de los cuales alrededor de 6,115 toneladas métricas son de producción orgánica certificada. (Colomo, 2013).

Finca Aurora Xolhuitz, se dedica a la producción orgánica de café (*Coffea arábica*), banano (*Musa sapientum*), proyectos apícolas y forestales. Cuenta actualmente con 698.25 ha de área cultivada, siendo el cultivo principal el café. (Colomo, 2013).

Con relación a este tipo de producción, obviamente existen prohibiciones rígidas en cuanto al uso de insumos químicos, puesto que no debe existir residualidad de éstos, en cada uno de los muestreos de los contenedores de exportación. Sabiendo esto, las fincas de producción orgánicas, actualmente se enfrentan ante el reto de controlar sus plagas y enfermedades de importancia económica con diversas técnicas y estrategias de control, las cuales no tienen contemplado la utilización de productos químicos. (Colomo, 2013).

Plagas como la broca del café (*Hypothenemus hampei*), representan un alto porcentaje de los daños de la caficultura guatemalteca y del mundo; se estima que debido a ésta, existen pérdidas en la producción de un 5% hasta un 24% y en casos extremos de infestación, podemos tener hasta un 50%. Debido a la severidad de esta plaga, la finca ha tomado la decisión de implementar diferentes medidas de control; entre ellas, el control manual, a través de la actividad de la pepena y repela; el control etológico, por medio del uso de trampas tipo broca, a una densidad de 1 trampa por cuerda y actualmente con la implementación de un laboratorio de producción de *Beauveria bassiana*. (Ramírez y Mora, 2001).

En el presente documento de práctica profesional, se evaluó la incidencia del hongo *Beauveria bassiana*, en el control de la broca del café (*Hypothenemus hampei*), en dos estratos altitudinales 1200 y 1300 msnm, en la variedad catuai, mediante muestreos consecutivos en el campo experimental de la Finca Aurora Xolhuitz.

## II. ANTECEDENTES

### 2.1 REVISION DE LITERATURA

#### 2.1.1 Broca del café

La broca del café (*Hypothenemus hampei*) es un insecto de color negruzco, similar a un gorgojo. El macho mide entre 1,0 a 1,25 mm de longitud éste no vuela. La hembra se caracteriza por ser más grande, mide entre 1,4 - 1,85 mm de longitud está es la que vuela. (Barker, 1999)

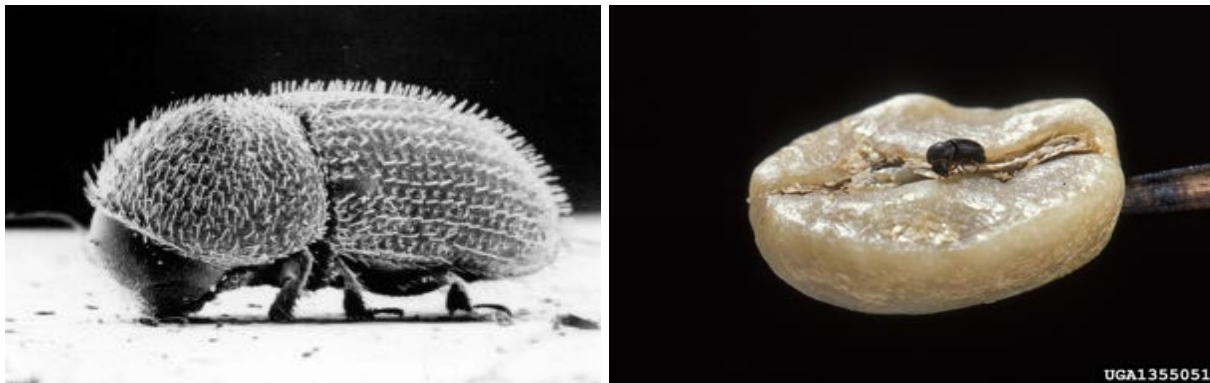


Figura 1. Insecto adulto de broca (izquierda), y en grano de café (derecha). Bustillo, 2005.

#### 2.1.2 Historia y Origen

Según (Borbón, 1994), el ataque de este insecto se detectó por primera vez en granos de café de exportación de África hacia Europa en 1867. En Guatemala, esta plaga se diagnosticó en 1971, más tarde se propagó a los demás países del área: Honduras (1977), México (1978), El Salvador (1981) y Nicaragua en 1988, y es considerada como la plaga de mayor importancia en el cultivo de café a nivel mundial, ya que se trata de una plaga que afecta directamente la producción y la calidad del grano.

Según (Ramírez y Mora, 2001), la broca del café (*Hypothenemus hampei*), es un insecto originario de África, pertenece al orden Coleóptera y a la familia Scolytidae, durante su ciclo de vida pasa por 4 etapas de metamorfosis, que son: huevo, larva, pupa y adulto, completando su ciclo biológico entre los 20 y 45 días, la proporción sexual hembras: machos, 10:1

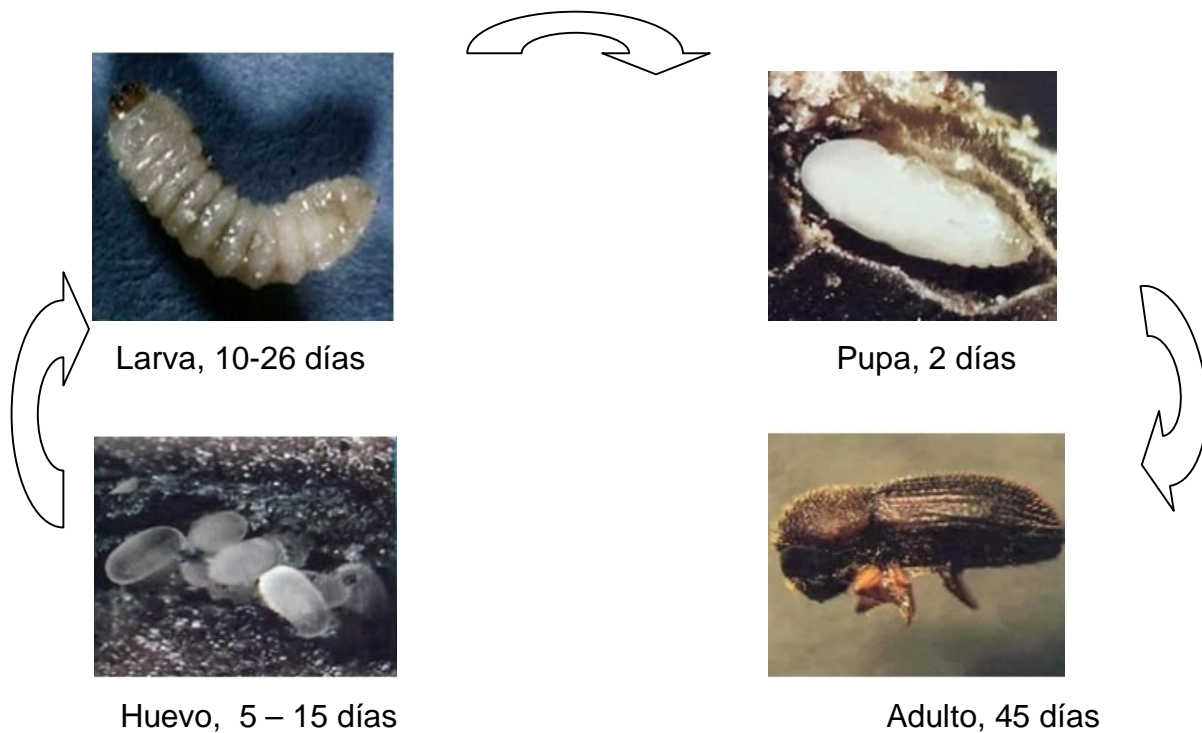


Figura 2. Ciclo de vida de la broca del café, en condiciones de campo. Bustillo, 2005

### 2.1.3 Daños

Según (Bustillo, 2005), el daño causado por la broca se produce en primera instancia por las hembras al penetrar en los embriones del café está pone de 12 a 60 huevos. El mayor daño, lo hace en el estado larval, cuando inicia su alimentación, destruyéndolos completamente. El daño ocurre, tanto como pérdida de fruto verde, antes de los tres meses de maduración, como por merma en la calidad del café sobreviviente que se comercializa por su peso y calidad.

Según (Ramírez y Mora, 2001), uno de los problemas que enfrenta el cultivo de café es la presencia de plagas, donde sobresale por su importancia la broca del café (*Hypothenemus hampei*), ésta 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 en casos extremos se reportan pérdidas hasta del 50% de la cosecha.

Según (Monzón, 2001), debido a la importancia de los daños que causa esta plaga al cultivo de café, se han realizado diferentes investigaciones sobre la biología y hábitos de la broca, que han permitido contar con el control cultural, control etológico y control biológico como importantes herramientas en el manejo fitosanitario de la broca, que de manera integral han evitado que esta plaga les siga causando daño. Asegurando así, un mejor rendimiento en la producción y mejorando la calidad en el grano, evitando pérdidas económicas significativas. Lo anterior, se debe a que permiten reducir los niveles de infestación de la plaga de un ciclo agrícola a otro; dicha reducción se puede conocer realizando el muestreo de la plaga. Entre las medidas de control más comunes contra la broca, están la utilización de entomopatógenos; siendo *Beauveria bassiana* el más conocido y aplicado con éxito en programas de manejo integrado de plagas.

#### **2.1.4 Método de control biológico**

Según (Wong, 2003), *Beauveria bassiana* es un hongo biocontrolador de fitopatógenos, pertenece al orden deuteromicetes; crece de forma natural en los suelos de todo el mundo. Pertenece a los hongos entomopatógenos y actualmente es utilizado como insecticida biológico o biopesticida controlando un gran número de parásitos de las plantas como lo son: la broca del café, las orugas, las termitas, las moscas blancas, los áfidos, los escarabajos o los tisanópteros, *Beauveria bassiana*, presenta la habilidad de vivir de manera parásita y saprófita, lo que le permite sobrevivir en presencia o ausencia de insectos huésped, respectivamente.

Cuando se encuentra en el suelo en materia orgánica, su morfología micelial, genera una red amplia y filamentosa originada a partir de un conidio; sin embargo, en presencia de un insecto huésped, el conidio germina y una vez dentro del insecto, pasa a formar una red de hifas, que una vez colonizada, pasa nuevamente a una forma similar a la de levadura (Wong, 2003).



Figura 3. Presencia de *Beauveria bassiana* en hojarasca de café dentro de la finca Aurora.

### 2.1.5 Método de acción

El primer paso se produce cuando el conidio se adhiere a la cutícula, una vez que se haya adherido, inicia la germinación, que es dependiente de las condiciones que les puedan brindar los insectos y el medio ambiente (Kouassi, 2001; Duperchy 2003).

La acción del hongo, inicia con la formación de un tubo germinativo, que ayuda a la penetración de la cutícula por actividad enzimática extracelular (quitinasas, lipasas, esterases, y proteasas) y presión mecánica (Kouassi, 2001; Wong, 2003; Duperchy, 2003).

Este patógeno para poder penetrar a través de la quitina presente en el exoesqueleto del insecto, produce enzimas que le permiten alcanzar la cavidad corporal del insecto, una vez ahí, el hongo prolifera e invade el tracto digestivo, se alimenta de su interior y lo momifica. Cabe señalar, que mientras este proceso se da la plaga va perdiendo movilidad hasta que se queda estática. (Kouassi, 2001; Wong, 2003).

Según (Wong, 2003), cuando existe alta humedad relativa, el hongo emerge del cuerpo atacado y se empieza a observar el crecimiento micelial de apariencia algodonosa, hasta cubrirlo totalmente. Todo este proceso, tarda de 8 a 12 días dependiendo de las condiciones atmosféricas; sin embargo, *Beauveria bassiana* bajo condiciones de humedad y temperatura favorables se desarrolla sobre el hospedero en 3 a 5 días. Los conidios sobreviven mucho tiempo en cadáveres de insectos en condiciones de campo, manteniéndose estables sin pérdida de viabilidad hasta por 16 semanas. Cabe señalar que a las 24 semanas existe una disminución del poder germinativo.

#### 2.1.6. Estratos de la planta de café

Para fines de la investigación realizada fue importante diferenciar cada uno de los estratos altitudinales de la planta, para poder hacer de manera correcta los muestreos; de cada una de las plantas seleccionadas, se extrajeron 20 frutos al azar de los estratos alto, medio y bajo, se observaron y anotaron el número de frutos dañados por la broca y brocas con presencia de *Beauveria bassiana* en la boleta de muestreo. (Campos, 2013)

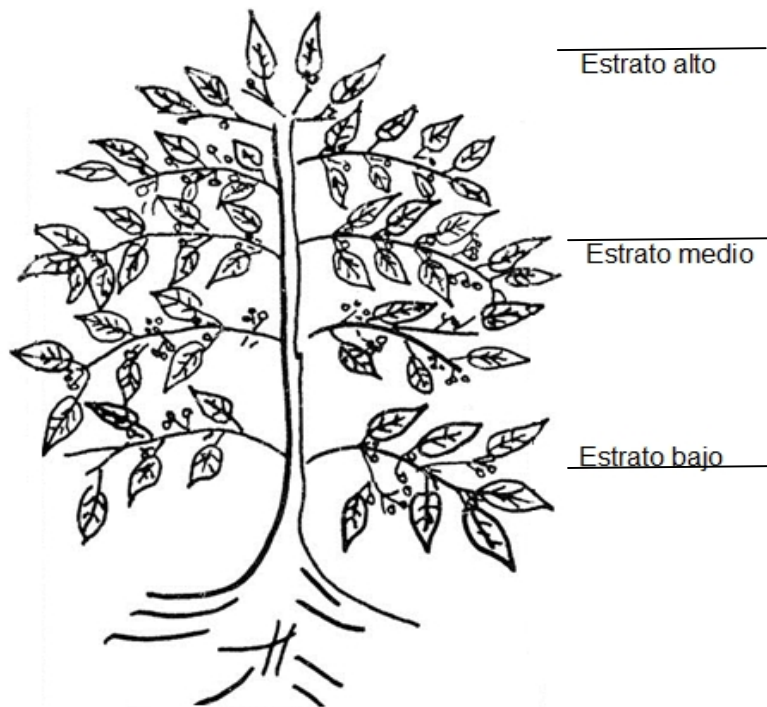


Figura 4. Estratos altitudinales de la planta de café. Campos, 2013



## 2.2 LOCALIZACIÓN

La Práctica Agrícola Supervisada se realizó en la empresa Zona Fértil S.A. dentro de La Finca Orgánica Aurora Xolhuitz, ubicada en el municipio de Nuevo San Carlos, departamento de Retalhuleu, a una altura de 1200 m.s.n.m colindando al Norte, con el municipio de el Palmar, Quetzaltenango y finca El Nil; al Oeste, con el municipio de Colomba y la finca Paraíso; al Este, con el municipio de el Palmar, Quetzaltenango y la finca Providencia; al Sur, con el municipio de Nuevo San Carlos, Retalhuleu y la finca Soledad. Las coordenadas geográficas son 14° 42' 2.87" latitud norte y 91° 40' 39.43" longitud oeste. La finca cuenta con 698.25 ha de terreno, que son aprovechadas para la producción del cultivo de café (*Coffea arábica*), banano (*Musa sapientum*), proyectos apícolas, forestales y hortícolas.

### a) Condiciones ambientales y edáficas.

- ✓ Precipitaciones entre los 4000 mm a 4500 mm anuales.
- ✓ Humedad relativa > 75%
- ✓ Temperaturas promedio de 12°C a 32°C
- ✓ Fotoperiodos promedio de 7 a 8 horas luz/día.
- ✓ Suelos de origen volcánico con porcentajes > al 5% de M.O.
- ✓ Textura franco-arenosa.
- ✓ Estructura granular.
- ✓ Cuenta con 698 ha de área cultivada.

## 2.3 DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD DE LA FINCA AURORA XOLHUITZ

Esta es una finca de producción agrícola, tiene 10 años de ser orgánica, es una finca que está certificada en la cual se cultivan productos de calidad, dentro de los que podemos mencionar el cultivo de café (*Coffea arábica*), banano (*Musa sapientum*), proyectos apícolas, forestales y hortícolas, todos éstos, bajo estrictas normas de calidad que demandan las certificadoras que los acreditan. La Finca Aurora está estructurada de la siguiente manera:

### **2.3.1 Consejo directivo**

Es un conjunto de personas miembros de una sociedad anónima S.A., propietarios de la finca y encargados de analizar y aprobar todos los proyectos e inversiones de trabajos dentro de las fincas y anexos.

### **2.3.2 Gerencia de división industrial**

Ésta es el área encargada de la comercialización de los productos y subproductos de las fincas, también son los encargados de hacer las negociaciones directas con los clientes y compradores nacionales y extranjeros para posteriormente, hacer contratos de producción anual, aquí ellos también realizan todo el Marketing y promociones de los productos de la finca.

### **2.3.3 Gerente de producción agrícola**

Es la persona encargada de coordinar las labores en las fincas de la empresa y es el responsable de la coordinación de los administradores de las fincas y el medio para dar a conocer las necesidades de éstas a los miembros de la junta directiva para la aprobación de futuros proyectos e inversiones.

### **2.3.4 Administrador de Finca Aurora**

Es la persona encargada de dirigir y administrar los recursos dentro de la finca para sacarla adelante, reconocido como la máxima autoridad dentro de ella y responsable de toda la labor que en ésta se realice, desde el aspecto productivo, social y legal de la finca.

### **2.3.5 Beneficiado de café**

Dividido en 2 etapas, encargado del beneficio húmedo, en ella ocurre el proceso de lavado y despulpado del grano de café, transformando el café maduro con pulpa en café pergamino, previo a la fase 2, el café pergamino es puesto en patios durante un aproximado de 24 a 96 horas para quitar la humedad que tenga después del lavado, en esta etapa se logra reducir la humedad que trae el grano de café que oscila entre 48-47 % hasta un 32% de humedad.

Encargado del beneficio seco, es aquí donde el café ya pre-secado en los patios pasa un proceso de secamiento en los hornos a una temperatura de 60 centígrados, con una duración aproximada de 36 horas hasta llevar el grano de café a 10 a 12 % de humedad y sacar el café en grano de café oro. Aquí cada uno de los encargados cuenta con su electricista, mecánico y carpintero para darle el mantenimiento necesario a las máquinas y las bodegas del almacenamiento.

### **2.3.6 Mayordomos**

Personas encargadas de dirigir y supervisar las actividades en el campo. Ellos cuentan con encargados de sección, quienes se encargan de realizar todas las actividades agrícolas necesarias para el buen manejo de las secciones que tengan a su cargo.

### **2.3.7 Departamento de Oficinas y almacenes**

Esta es el área donde se llevan los inventarios de producción, planes de trabajo, planillas del personal, es la parte donde se genera la información de la finca, avances y costos de las actividades. También, en este departamento se encuentran las bodegas donde almacenan todos los insumos que son requeridos en las actividades del campo.

### **2.3.8 Departamento de Educación**

Este departamento está encargado de velar por el desarrollo y educación de los hijos e hijas de los trabajadores que laboran en la finca.

### 2.3.9 Cronograma General Finca Aurora Xolhuitz

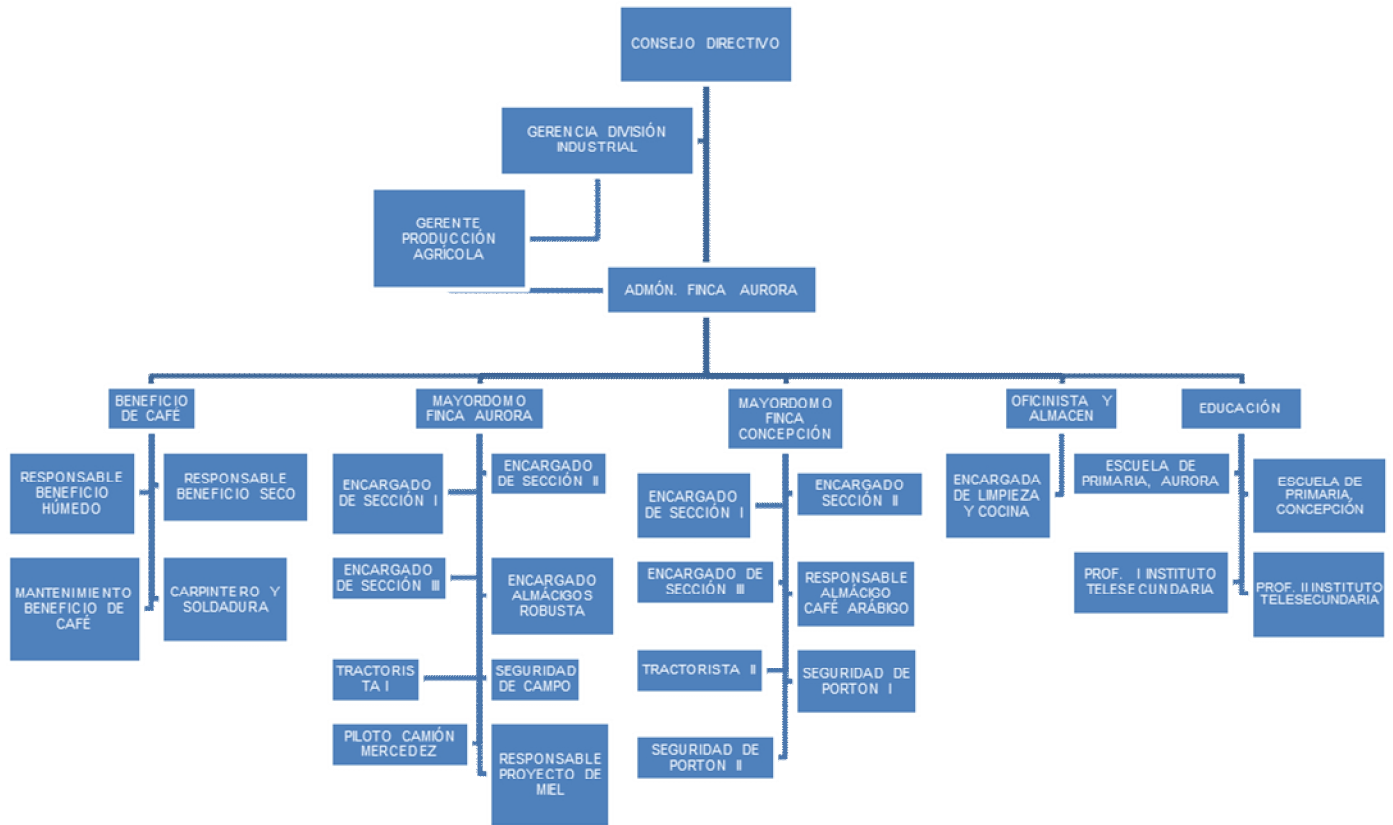


Figura 5. Cronograma de la finca Aurora Xolhuitz. Colomo 2013.

### III. JUSTIFICACIÓN

La Finca Aurora Xolhuitz, se dedica a la producción orgánica de café (*Coffea arábica*), banano (*Musa sapientum*), proyectos apícolas y forestales.

Debido a que las fincas de producción orgánica no utilizan productos químicos para el control de sus plagas y enfermedades dentro de sus cultivos, estas se ven obligadas a enfrentar el reto de controlarlas con diversas técnicas y estrategias de control, las cuales no tienen contemplado la utilización de productos químicos; y siendo la broca del café (*Hypothenemus hampei*), una de las principales plagas en éste cultivo la finca tomó la decisión de investigar el método de control biológico con el hongo entomopatogeno *Beauveria bassiana*.

En el presente documento de práctica profesional se determinó la incidencia del hongo *Beauveria bassiana* en el control de la broca del café (*Hypothenemus hampei*), en dos estratos altitudinales que son: 1,200 y 1300 msnm, en la variedad catuai mediante muestreos consecutivos en el campo experimental de la Finca Aurora Xolhuitz.

Es importante mencionar que en la Finca Aurora Xolhuitz nunca se han utilizado métodos de control biológicos; como en éste caso que se utilizará el hongo entomopatogeno *Beauveria bassiana* para el control de la broca. Aunque existen varios antecedentes de estudios sobre este tipo de control en Guatemala en años anteriores; se tomó en cuenta que las condiciones ambientales han estado cambiando drásticamente año con año por efectos del calentamiento global, por eso se consideró que este tipo de estudios se realizaran bajo las condiciones ambientales que hoy en día vivimos ya que este hongo es muy susceptible a este tipo de cambios y podría estar disminuyendo su eficiencia en el control de la broca del café, en relación a resultados de estudios en otros años.

## IV. OBJETIVOS

### 4.1 OBJETIVO GENERAL

- ✓ Uso de *Beauveria bassiana* ,para el control de broca del café en dos estratos altitudinales de la finca Aurora Xolhuitz, Nuevo San Carlos, Retalhuleu.

### 4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- ✓ Determinar el nivel poblacional de la broca del café (*Hypothenemus hampei*), dentro del área de investigación antes de las aplicaciones del hongo *Beauveria bassiana*.
- ✓ Conocer el nivel poblacional de la broca del café (*Hypothenemus hampei*) después de las aplicaciones del hongo *Beauveria bassiana*.
- ✓ Determinar la duración de días control del hongo *Beauveria bassiana* sobre la broca del café (*Hypothenemus hampei*) en dos estratos altitudinales mediante muestreos periódicos.
- ✓ Conocer el nivel de control de la broca del café (*Hypothenemus hampei*) con el hongo *Beauveria bassiana* en distintos estrato altitudinal de la planta (Bajo, Medio Alto).

## V. PLAN DE TRABAJO

### 5.1 DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE TRABAJO ESPECÍFICA

La Finca Aurora Xolhuitz, pertenece a la empresa Zona Fértil S.A. de manejo orgánico que se dedica a la producción de café (*Coffea arábica*), banano (*Musa sapientum*), proyectos apícolas, forestales y hortícolas, siendo el cultivo de café el más importante, el cual motivó al desarrollo de esta investigación durante el periodo de la Práctica Agrícola Supervisada, que inició en el mes de mayo y finalizó en el mes de octubre. La investigación se trabajó directamente en el campo pero estuvo ligada con el área de laboratorio. Este es un laboratorio artesanal, aquí fue donde se reprodujo la cepa del hongo *Beauveria bassiana*, para posteriormente, hacer las aplicaciones al campo. El laboratorio se creó con la finalidad de reducir los niveles de infestación de la broca del café (*Hypothenemus hampei*) en el campo, y mejorar la calidad del grano de café (*Coffea arábica*) y los rendimientos de producción por área.

### 5.2 PROGRAMA A DESARROLLAR

La práctica se realizó en diferentes áreas de la finca, pero se enfocó principalmente en dos áreas que fueron; la participación en la implementación del laboratorio artesanal de *Beauveria bassiana* y en las aplicaciones de este hongo en el campo, con el objetivo de evaluar los porcentajes de control sobre la plaga, broca del café (*Hypothenemus hampei*), por lo que se realizaron las siguientes actividades.

#### 5.2.1 Implementación del laboratorio artesanal de *Beauveria bassiana*

En esta etapa de la práctica, se seleccionó el área adecuada para poder construir el laboratorio, éste es un lugar con buena ubicación, bien ventilado, de concreto, y exageradamente limpio (aséptico), ya que este hongo es muy susceptible a residuos contaminantes, cambios de temperatura y humedad, que no le permiten la inoculación y reproducción de la cepa.

## 5.2.2 Reproducción artesanal de la cepa, *Beauveria bassiana*

La cepa del hongo *Beauveria bassiana* que se reprodujo en el laboratorio artesanal fue: Bb-Ca-06-06 donada por ANACAFÉ, con una concentración aproximada de  $3.40 \times 10^7$  de conidias por milímetro cuadrado, utilizando arroz como sustrato para su inoculación, con una relación aproximada de 600 gramos de arroz por 2 gramos del hongo.

### a) Proceso de reproducción de la cepa.

- ✓ **Limpieza del arroz:** En este proceso se realizó la selección del arroz, limpiándolo de impureza, quitando el arroz que no se encuentre en buenas condiciones.
- ✓ **Lavado de arroz:** utilizamos las cubetas de 20 litros, se lavó el arroz durante tres repeticiones hasta que al agua salió transparente.
- ✓ **Desinfección del arroz:** luego de que se lavó el arroz, se dejó reposar en cubetas de 20 litros en la cual disolvemos una capsula de tetraciclina durante un periodo de 20 a 25 minutos para su desinfección.
- ✓ **Secado del arroz:** utilizando unas zarandas se dejó escurrir el arroz durante 20 minutos, eliminando el residuo de agua para poder empezar el pre cosido.
- ✓ **Proceso de llenado de botellas:** con la mitad de 600 gramos llenamos las botellas de arroz ya lavado, usando un alambre de acero inoxidable para poder llenar las botellas.
- ✓ **Colocación en toneles:** ya llenas las botellas se colocaron entre 20 y 23 botellas por tonel, llenando el tonel con agua hasta la altura del arroz.
- ✓ **Pre-cosido de botellas:** luego se pusieron a coser hasta que hirvieron durante 25 minutos, observando que las botellas no se cayeran.
- ✓ **Enfriamiento de las botellas:** ya cosidas se pusieron a enfriar durante 25 a 35 minutos en agua fría, luego las agitamos para aflojar el arroz.
- ✓ **Proceso de inoculación:** en este proceso se utilizó 2 gr de cepa de *Beauveria bassiana* por 600 gr de arroz pre-cocido que contenían las botellas.
- ✓ **Tapado de botellas:** una vez llenas las botellas, las tapamos con tapones de algodón y posteriormente las trasladamos a las estanterías de inoculación, identificando las botellas con la cepa utilizada, número de botella y fecha.





Figura 6. Laboratorio artesanal de *Beauveria bassiana*, Finca Aurora Xolhuitz.

### 5.2.3 Método de muestreo aleatorio estratificado

Se realizó el método de Muestreo por Sitios, recomendado por el ingeniero Oscar Campos en una entrevista, que consistió en la distribución de 20 sitios de muestreo en un área no mayor de 3.53 ha; los sitios de muestreo fueron formados por 5 plantas seleccionadas en línea sobre el surco, también se ubicaron en cruz con 3 plantas en un surco y las 2 restantes, una a cada lado de los surcos vecinos. En la selección de las plantas en que se realizó el muestreo, prevaleció el criterio de que éstas tuvieran suficientes frutos para que el resultado sea confiable.



Figura 7. Distribución de los sitios de muestreo en el campo. Campos, 2013.

#### 5.2.4 Muestreo inicial

Éste muestreo se realizó antes de las aplicaciones del hongo *Beauveria bassiana*, con el objetivo de determinar en qué niveles de infestación se encuentra esta plaga, y sirvió de base para los muestreos que se hicieron después de las aplicaciones del hongo, podemos decir que este muestro fue nuestro punto de partida y la base para ver cuáles fueron los niveles de control del hongo sobre la broca del café.

Tomamos en cuenta las recomendaciones de Anacafé sobre la época adecuada del muestreo, ya que ésta se basa, según la altura sobre nivel del mar donde se ubica la finca. Para alturas hasta 3,300 pies (aprox. 1,000 metros), los muestreos deben realizarse entre 60 y 90 días, contados a partir de la floración principal (edad de esos frutos). En fincas arriba de 3,300 pies, el muestreo debe realizarse entre 75 y 90 días después de la floración principal.



Figura 8. Presencia de broca en granos de café durante los muestreos, Finca Aurora Xolhuitz.

#### 5.2.5 Aplicaciones del hongo *Beauveria bassiana*

Se realizaron entre los 100 días de edad de los frutos, realizando las aspersiones de preferencia en días nublados y en horas tempranas, con una dosis de 6.6 kg de B.b/Mz considerando previamente la calibración del equipo para mantener la concentración uniforme de conidias del hongo durante la aplicación.

### 5.2.6 Distribución de los sitios de muestreo

La distribución de los sitios se realizó siguiendo la orientación de los pantes del cafetal, ubicando 4 sitios por 0.71 ha. Sistemáticamente, los sitios son ubicados en el centro de cada rectángulo de cuatro cuerdas.

### 5.2.7 Cómo se realizó el muestreo

De cada una de las cinco plantas que se seleccionaron, se extrajeron 20 frutos al azar de diferentes puntos de la planta (de los estratos altitudinales baja, medio y alto en los cuatro puntos cardinales) se observó y se anotó el número de frutos brocados en la boleta de muestreo, los frutos brocados detectados en el muestreo deben evacuarse del cafetal al finalizar la labor del muestreo.



Figura 9. Granos de café con presencia de *Beauveria bassiana* durante los muestreos.

### 5.2.8 Control de malezas.

Limpia manual, ésta actividad se realizó debido a que era importante mantener limpia las áreas del café, para que la maleza no compitiera con la plantación y que todas las demás actividades se pudieran realizar de la mejor manera, limpiando principalmente los platos de las plantas de café. En la finca se realizan 4 limpiezas manuales durante el año, teniendo como objetivo realizar una limpia uniforme en el más corto tiempo.





Figura 10. Limpia manual Finca Aurora Xolhuitz.

### 5.2.9 Siembra.

Ésta es una actividad importante para la finca, que se realizó durante los meses de mayo – agosto. Esta representa la renovación de plantaciones viejas y el incremento de áreas cultivadas, teniendo como tarea la siembra de 100 plantas por persona; previo a esta actividad se realizo el trazo y estaquillado del área teniendo como tarea 200 estacas por pareja, para posteriormente proceder con el ahoyado. (Figura 11 y 12)



Figura 11. Estaquillado y ahoyado mecánico. Finca Aurora Xolhuitz.



Figura 12. Acarreo y siembra de café. Finca Aurora Xolhuitz.

### 5.2.10 Fertilización.

Esta actividad se realizó de dos maneras fertilizaciones al suelo y fertilizaciones foliares; ésta actividad es muy importante ya que es la única manera que tiene la finca para nutrir las plantas, al suelo aplicaron una enmienda de cal y magnesio con una dosis de 250 gr/ planta, y al follaje le aplicaron exudado de lombriz (orina de lombriz), 10 litros por tonel de 200 lts.



Figura 13. Fertilización al suelo. Finca Aurora Xolhuitz.

### 5.2.11 Modelo estadístico.

El modelo estadístico que se utilizó fue la T de Student, con 2 variables altitudinales 1200 y 1300 msnm, teniendo 2 unidades experimentales.

#### a) Modelo estadístico.

El modelo estadístico estará en función de

$$t = \frac{\bar{X}^1 - \bar{X}^2}{\sigma_p \sqrt{\frac{1+1}{N_1 + N_2}}}$$

**Dónde:**

t = valor estadístico de la prueba t de Student.

$\bar{X}^1$  = valor promedio del grupo 1.

$\bar{X}^2$  = valor promedio del grupo 2.

$\sigma_p$  = desviación estándar ponderada de ambos grupos.

N1 = tamaño de la muestra del grupo 1.

N2 = tamaño de la muestra del grupo 1.

#### b) Desviación estándar.

Donde el modelo a utilizar será.

$$\sigma_p = \sqrt{\frac{SC_1 + SC_2}{N_1 + N_2 - 2}}$$

Dónde:

$\sigma_p$  = desviación estándar ponderada.

SC = suma de cuadrados de cada grupo.

N = tamaño de la muestra 1 y 2.

### 5.3 CRONOGRAMA

Actividades	CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES																							
	Mayo				Junio				Julio				Agosto				Septiembre				Octubre			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Proceso de inducción	x																							
Laboratorio Bb.	x	x			x		x	x	x		x		x		x									
Apoyo administrativo	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		x	x		x	x		x
Control de plagas en el cultivo de café			x	x	x		x	x	x	x	x	x	x	x		x								
Control de malezas			x			x		x		x				x					x					x
Siembra y resiembra			x	x										x			x	x			x			
Capacitaciones		x	x	x			x	x																
Fertilizaciones						x				x				x							x	x		
Otros				x				x				x												

Figura 14. Cronograma de actividades.



Figura 15. Grafica de la Sistematización de Práctica.

En esta grafica de la sistematización de la práctica damos a conocer de forma detallada cada una de las actividades que se realizaron durante el periodo de práctica dentro de la finca. Proceso de inducción: en ésta fase me dieron a conocer con el personal de campo y administrativo de la finca y me asignaron a un encargado el cual me enseñó las secciones de la finca, el beneficio, sus procesos, los cultivos que ahí se producen y estuvo de apoyo durante ese periodo. Laboratorio de *Beauveria bassiana*: en ésta etapa de la práctica participamos en la selección del área donde se estableció el laboratorio, considerando que fuera un lugar limpio, ya que la cepa de este hongo es susceptible a residuos contaminantes, también colaboramos en el proceso de reproducción de la cepa. Apoyo administrativo: durante el tiempo de la práctica también

colaboramos con el trabajo de oficina y administrativo, el encargado de la finca me enseñó a realizar presupuestos para cada una de las actividades próximas a realizarse. Control de plagas: en esta fase realizamos actividades de trampeo para control de broca, usando botellas desechables y un atrayente para la broca, poniendo 2 trampas tipo broca por cuerda, también hicimos aplicaciones de *Beauveria bassiana*, enfocándonos principalmente en las áreas donde el porcentaje de broca era alto, también se pusieron trampas artesanales para el control de tuzas (*Geomys bursarius*) en el cultivo de plátano. Control de malezas: en ésta actividad lo importante es tener el plato del cafetal libre de maleza, para que ésta no compita por nutrientes con la plantación, se realizan 4 limpiezas manuales al año. Siembra y resiembra: ésta actividad se realizó en los meses de mayo – agosto, es importante porque representa la renovación de la plantación, la tarea de las personas era de 100 plantas las cuales la tenían que acarrear hasta el área de siembra. Capacitaciones: en ésta fase la finca me mando a capacitarme junto con el encargado de laboratorio sobre la reproducción de la cepa a Finca Moca ahí nos enseñaron el proceso de reproducción, luego regresamos a capacitar al personal de la Finca Aurora. Fertilización: en ésta etapa se realizaron fertilizaciones foliares con orina de lombriz con una dosis de 10 litros por tonel de 200 litros y fertilizaciones al suelo con cal y magnesio con una dosis de 250 gr/planta. Otros: en esta fase realizamos actividades como transportar almacigo en el pick up de la finca, limpieza del laboratorio, reuniones administrativas para ver los avances de las actividades.

#### **5.4 METAS PROPUESTAS**

- Participar en la implementación de un laboratorio de *Beauveria bassiana*.
- Realizar 2 aplicaciones en el campo del hongo *Beauveria bassiana*.
- Realizar un muestreo inicial de la broca del café (*Hypothenmus hampei*).
- Realizar 2 muestreos sobre el control del hongo *Beauveria bassiana* sobre la broca del café (*Hypothenmus hampei*).
- Realizar 4 capacitaciones con el personal con que se va a trabajar.
- Presentar un informe final al administrador de la finca sobre la investigación que se realizara.



## VI. Variables de Respuesta

### 1. Niveles de control de la broca del café en dos estratos altitudinales del área.

Esta variable tiene la finalidad de evaluar los niveles de control de la broca del café en dos estratos altitudinales del área experimental con el hongo entomopatógeno *Beauveria bassiana*.

### 2. Nivel poblacional de la broca del café antes de las aplicaciones del hongo.

Éste será el muestro inicial y la base que nos indicará cuáles son los niveles poblacionales de la broca del café antes de las aplicaciones del hongo *Beauveria bassiana* en el área de estudio, a partir de estos resultados nosotros vamos a determinar los niveles de control sobre esta plaga después de hacer las aplicaciones con *Beauveria bassiana*.

### 3. Nivel poblacional de la broca del café después de las aplicaciones del hongo.

Este muestreo nos indicará la eficiencia que tendrá el hongo *Beauveria bassiana* en el control de la broca del café, después de las aplicaciones en el área experimental de la finca.

### 4. Días control del hongo *Beauveria bassiana*.

La finalidad de esta variable es conocer el número de días en los cuales será eficiente el hongo *Beauveria bassiana* en el control de la broca del café. Con el fin de determinar el número de aplicaciones por año y en el tiempo adecuado.

### 5. Nivel de control de la broca del café en tres estratos altitudinales de la planta.

Este muestreo, Nos servirá como comparación entre los diferentes estratos altitudinales de la planta para conocer cuál de éstos es más susceptible y en cual existe mejor control sobre la broca del café y poder así indicarle a las personas encargadas de esta actividad en donde deben de enfocarse con mayor eficiencia durante la aplicación del hongo *Beauveria bassiana* dentro de la plantación.

## VII. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 7.1 Nivel poblacional de la broca antes de las aplicaciones con *Beauveria*.

Se hizo la lectura al inicio del experimento, para determinar el nivel de presencia de Broca en Café en la citada finca, considerando plantas sembradas a dos alturas diferentes, una a 1200 metros y la otra a 1300 metros sobre el nivel del mar. La información obtenida se presenta a continuación

Cuadro 1. Nivel poblacional de Broca en Café, en dos estratos altitudinales, antes de las aplicaciones de *Beauveria bassiana*, en finca Aurora Xolhuitz, Nuevo San Carlos, Retalhuleu.

	San Juan (1200 msnm)	La Luz (1300 msnm)
Lectura al inicio del experimento	12.85%	10.40%

El cuadro anterior muestra el porcentaje de Broca encontrado para cada sección de la finca, a diferentes alturas sobre el nivel del mar. Dato que sirvió como referencia para el desarrollo del estudio, considerando que estos niveles de población de broca son bastante altos ya que el umbral económico permitido para esta plaga es del 5%.

Se muestra gráficamente, en la figura 16, que los porcentajes de infestación son bastante similares, para ambos estratos.

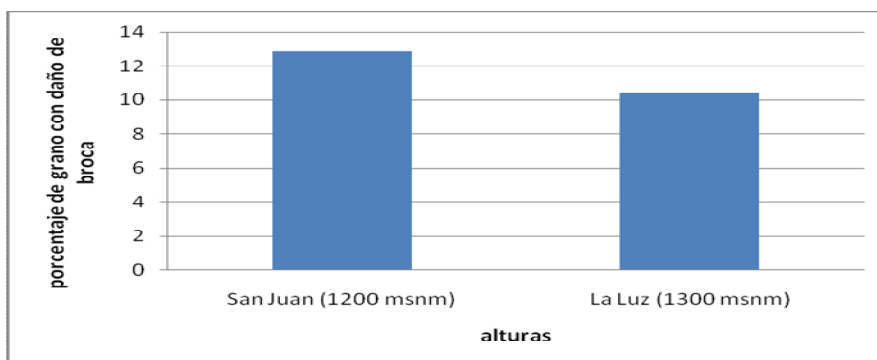


Figura 16. Porcentaje de grano de café con daño de broca en dos estratos altitudinales, en Finca Aurora Xolhuitz, Nuevo San Carlos, Retalhuleu.

## 7.2 Nivel Poblacional de la broca después de las aplicaciones con *Beauveria*.

Luego de la primera aplicación de *Beauveria bassiana*, se pudo obtener, en cada muestreo los datos que se presentan en el cuadro 3:

Cuadro 2. Nivel poblacional de Broca en Café, en dos estratos altitudinales después de las aplicaciones de *Beauveria bassiana*, en finca Aurora Xolhuitz, Nuevo San Carlos, Retalhuleu.

Muestreo	San Juan (1200 msnm)	La Luz (1300 msnm)
1	11.50%	9.95%
2	12.05%	8.55%
3	11.60%	8.40%
4	10.85%	8.05%
5	9.50%	7.01%
6	9.20%	6.30%

Al hacer la diferencia entre los datos obtenidos en cada muestreo y el nivel poblacional después de la aplicación, se pudo observar que en cada estrato altitudinal los porcentajes de broca fueron disminuyendo moderadamente, para el estrato 1200 msnm se redujo de 11.5% a 9.20% y para el estrato 1300 msnm se redujo de 9.95% a 6.30%, considerando que para el estrato de 1300 msnm casi se logró llegar al umbral económico que es del 5%.

Cuadro 3. Nivel de control de la Broca en Café, en dos estratos altitudinales en finca Aurora Xolhuitz, Nuevo San Carlos, Retalhuleu. Después de aplicación de *Beauveria bassiana*.

Muestreo	San Juan (1200 msnm)	La Luz (1300 msnm)
1	1.35%	0.45%
2	0.80%	1.85%
3	1.25%	2.00%
4	2.00%	2.35%
5	3.35%	3.39%
6	3.65%	4.10%

Cuadro 4. Prueba de "t", para el Nivel de control de Broca en Café, después de aplicación de *Beauveria bassiana*, en finca Aurora Xolhuitz, nuevo San Carlos, Retalhuleu.

Tratamiento	Media	Desv. Estándar	"n"	"tc"	"Tt"	Sig. 5%
1200 msnm	2.066	1.178417017	6	0.691091044	2.228	NS
1300 msnm	2.356	1.27485947	6			

Según el análisis realizado, se determinó que no existe diferencia estadística significativa, para el nivel de control de la broca en café, bajo condiciones de finca Aurora Xolhuitz, en los dos estratos altitudinales sujetos de estudio, es decir que el control ejercido por la cepa de *Beauveria* es el mismo.

Adicionalmente, se determinó en los diferentes muestreos realizados, la presencia de *Beauveria bassiana* en la Broca del café, la cual se cuantificó y los datos se presentan en el siguiente cuadro.

Cuadro 5. Presencia de *Beauveria bassiana* en Broca del Café, medida en porcentaje, en dos estratos altitudinales en finca Aurora Xolhuitz, Nuevo San Carlos, Retalhuleu. Después de aplicación.

Muestreo	San Juan (1200 msnm)	La Luz (1300 msnm)
1	3.48	3.02
2	4.15	3.51
3	3.45	4.76
4	5.53	4.97
5	6.32	7.75
6	6.52	9.52

En este cuadro se puede ver que la tendencia en la presencia de brocas infectadas con *Beauveria*, es directamente proporcional; es decir que en la medida que se aleja el tiempo de la aplicación, la presencia de esta cepa se incrementó; con datos mayores en la sección La Luz a 1300 metros sobre el nivel del mar.

Se puede ver una pequeña diferencia; la cual se le aplicó la prueba estadística de T, para verificar si esta diferencia se puede considerar como significativa, como se muestra en el siguiente cuadro.

Cuadro 6. Prueba de “t”, para el Nivel de presencia de *Beauveria bassiana* en la Broca del Café, después de la aplicación, en finca Aurora Xolhuitz, nuevo San Carlos, Retalhuleu.

Tratamiento	Media	Desv. Standar	“n”	“Tc”	“Tt”	Sig. 5%
1200 msnm	4.9083333	1.39417956	6	0.581004907	2.228	NS
1300 msnm	5.5883333	2.53436711	6			

Se puede apreciar en el cuadro 6, que tampoco existe diferencia estadística significativa, con 95% de confiabilidad. Reconfirmando esto, con el nivel de control acotado en líneas anteriores.

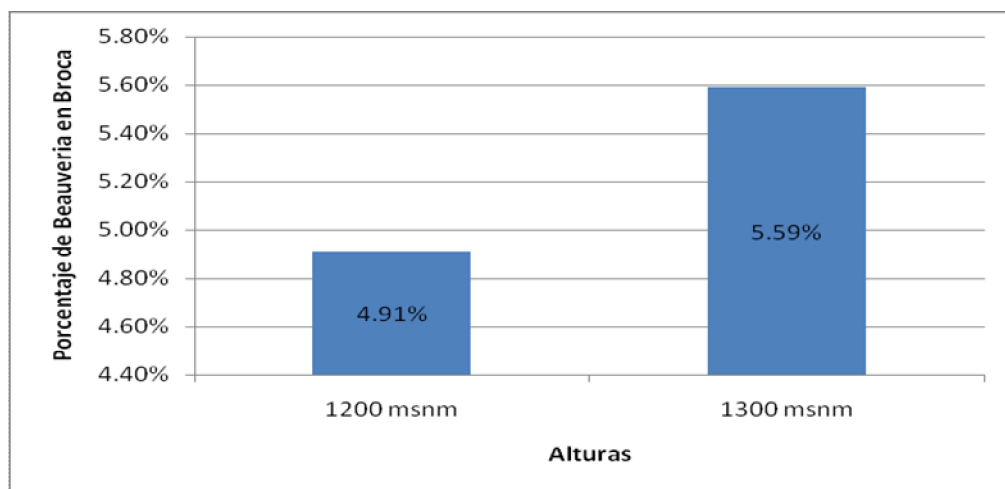


Figura 17. Porcentaje del Nivel de presencia de *Beauveria bassiana* en broca de café en dos estratos altitudinales, en finca Aurora Xolhuitz, Nuevo San Carlos, Retalhuleu

### 7.3 Días control del hongo

Otra de las variables estudiadas fue el determinar los días a control ejercidos por *Beauveria* sobre la Broca del café, en ambos estratos; cuyos datos se presentan en el cuadro 6

Cuadro 7. Días a control de *Beauveria bassiana* ejercido sobre la Broca del Café, en dos estratos altitudinales en finca Aurora Xolhuitz, Nuevo San Carlos, Retalhuleu. .

Muestreo	San Juan (1200 msnm)	La Luz (1300 msnm)
1	24	26
2	22	28
3	23	25
4	20	22
5	22	22
PROMEDIO	22 días	25 días

Tomando en cuenta los datos del cuadro 7; se puede concluir que para el estrato de 1,200 msnm, el número de días a control fue en promedio de 22; mientras que para la altura de 1,300 msnm, el control se prolongó a 25 días. Pudiendo abrir los intervalos de aplicación a 25 días si las fincas están ubicadas por encima de 1300 msnm.

### 7.4 Nivel de control de la broca en tres estratos altitudinales de la planta.

En relación a los estratos altitudinales, pero dentro de la planta, clasificados como alto, medio y bajo, también se tomó dato de porcentaje de control ejercido por la *Beauveria*, sobre la Broca del cafeto, como se muestra en los siguientes cuadros.

Cuadro 8. Porcentaje de control de *Beauveria bassiana* ejercido sobre la Broca del Café, en dos estratos altitudinales en finca Aurora Xolhuitz, Nuevo San Carlos, Retalhuleu. Estrato alto de la planta

Muestreo	San Juan (1200 msnm)	La Luz (1300 msnm)
1	0.45	0.75
2	2.70	0.60
3	3.15	1.80

Cuadro 9. Prueba de “t”, para el Nivel de control de Broca del Café, después de la aplicación, en finca Aurora Xolhuitz, nuevo San Carlos, Retalhuleu. Estrato alto de la planta

Tratamiento	Media	Desv. Standar	“n”	“Tc”	“Tt”	Sig. 5%
1200 msnm	2.1	1.44654761	3	0.91217852	2.776	NS
1300 msnm	2.25	1.67032931	3			

Tomando en cuenta los datos del cuadro 8, logramos ver una disminución en el porcentaje de grano de café con daño de broca, teniendo una reducción de 3.15 % para el estrato de 1200 msnm y de 1.8 % para el estrato 1300 msnm, comparando el estrato alto de la planta para cada uno de los estratos altitudinales se determinó que no existe diferencia estadística en el control de la broca para cada uno de estos.

Cuadro 10. Porcentaje de control de *Beauveria bassiana* ejercido sobre la Broca del Café, en dos estratos altitudinales en finca Aurora Xolhuitz, Nuevo San Carlos, Retalhuleu. Estrato medio de la planta

Muestreo	San Juan (1200 msnm)	La Luz (1300 msnm)
1	3.75	0.15
2	2.70	1.95
3	4.65	4.05

Cuadro 11. Prueba de “t”, para el Nivel de control de Broca del Café, después de la aplicación, en finca Aurora Xolhuitz, nuevo San Carlos, Retalhuleu. Estrato medio de la planta

Tratamiento	Media	Desv. Standar	“n”	“Tc”	“Tt”	Sig. 5%
1200 msnm	3.70	0.97596106	3	0.28324641	2.776	NS
1300 msnm	2.07	1.95192213	3			

Al observar el cuadro 10, observamos una disminución en el porcentaje de grano de café con daño de broca, teniendo una reducción de 4.65 % para el estrato de 1200 msnm y de 4.05 % para el estrato 1300 msnm, comparando el estrato medio de la planta para cada uno de los estratos altitudinales se determinó que no existe diferencia estadística en el control de la broca para cada uno de estos.

Cuadro 12. Porcentaje de control de *Beauveria bassiana* ejercido sobre la Broca del Café, en dos estratos altitudinales en finca Aurora Xolhuitz, Nuevo San Carlos, Retalhuleu. Estrato bajo de la planta

Muestreo	San Juan (1200 msnm)	La Luz (1300 msnm)
1	0.00	0.45
2	0.60	4.50
3	3.15	6.45

Cuadro 13. Prueba de “t”, para el Nivel de presencia de *Beauveria bassiana* en la Broca del Café, después de la aplicación, en finca Aurora Xolhuitz, nuevo San Carlos, Retalhuleu. Estrato bajo de la planta

Tratamiento	Media	Desv. Standar	“n”	“Tc”	“Tt”	Sig. 5%
1200 msnm	1.25	1.67257287	3	0.29226498	2.776	NS
1300 msnm	3.80	3.06063719	3			

Como se puede ver en los cuadro 12; existe una disminución de porcentaje de grano con daño de broca en cada uno de los estratos de la planta para el estrato de 1200 msnm 3.15% y para el estrato de 1300 msnm 6.45% comparando el estrato bajo de la planta para cada uno de los estratos altitudinales se determinó que no existe diferencia estadística en el control de la broca para cada uno de estos.

En los tres casos no hubo diferencia estadística significativa para el control de Broca de Café, mediante la aplicación de *Beauveria bassiana*; esto indica que la eficiencia en el control de la broca del café por parte de *Beauveria bassiana* es parecido en cada uno de los estratos de la planta (alto, medio y bajo).



## VIII. CONCLUSIONES

- ✓ El porcentaje de grano dañado por broca al inicio del experimento fué 12.85% para la sección San Juan ubicada a 1200 msnm y 10.40%, en la sección La Luz, ubicada a 1300 msnm, dentro de la misma finca. Se observó que estos niveles de broca eran demasiado altos, muy por encima del umbral económico permitido para esta plaga que es de un 5%, teniendo en cuenta esto niveles de broca la finca corre el riesgo de sufrir daños significativos en su producción.
- ✓ Luego de efectuada la aplicación de *Beauveria bassiana*, los niveles de broca determinados fueron disminuyendo en relación al tiempo, desde 12.85% hasta 9.2%, para 1200 metros sobre el nivel del mar; y desde 10.4% hasta 6.3%, para el estrato de 1300 metros sobre el nivel del mar. Sin mostrar diferencias significativas entre éstos; se observó una reducción de 3.65% de Broca en el estrato de 1200 msnm y 4.1% en el estrato de 1300 msnm.
- ✓ Para el estrato de 1200 metros sobre el nivel del mar, la cepa de *Beauveria* mostró una residualidad de 22 días en promedio; mientras que para el estrato de 1300 metros, la residualidad fue de 25 días en promedio, estos datos nos indican que estadísticamente no hay diferencia entre los 2 estratos altitudinales, con relación a los días control de la broca del café al aplicar *Beauveria bassiana*.
- ✓ Para los niveles de control de la broca en los diferentes estratos de la planta (alto, medio y bajo), en ninguno de los estratos altitudinales hubo diferencia estadística, por lo que se comprobó que el comportamiento de la cepa de *Beauveria bassiana* es similar en toda la planta.

## IX. RECOMENDACIONES

- ✓ En el entendido que la plaga de la broca del café se encuentra de forma parecida dentro de la planta, se recomienda hacer aplicaciones homogéneas de *Beauveria bassiana* en la planta, para el control eficiente de la broca, puesto que según el análisis estadístico no existe diferencia en cada uno de los estratos de la planta.
  
- ✓ Espaciar las aplicaciones a cada 25 días para las secciones o fincas que estén a 1300 metros sobre el nivel del mar o más, y para alturas de 1200 msnm realizar las aplicaciones a cada 22 días, haciendo como mínimo tres aplicaciones de *Beauveria bassiana* por año, priorizando las áreas con niveles altos de broca.
  
- ✓ Se recomienda también que se realicen muestreos de broca en toda la finca, a cada 20 días, y así poder identificar los focos de broca para que se aplique *Beauveria bassiana* únicamente en áreas donde la población de broca sea mayor al 5 % puesto que se considera el umbral económico.
  
- ✓ Se recomienda hacer las aplicaciones de *Beauveria bassiana* entre los 90 y 100 días de edad de los frutos, de preferencia en días nublados y en horas tempranas.

## X. BIBLIOGRAFÍA

1. Barker, P. (1999). *La broca del café en Colombia; Informe final del proyecto MIP para el café DFID-Cenicafe-CABI*. Chinchiná, Colombia: DFID.
2. Borbón, O. (1994). Manejo integrado de la broca del fruto del cafeto: acciones a desarrollar. ICAFE. Heredia, San Pedro de Brava, Costa Rica.
3. Bustillo, A. (15 de mayo de 2005). *manejo intergado de plagas. Cenicafé-Federacafé. Colombia*. Recuperado el 10 de marzo de 2013, de <http://www.ceinicafe.org/modules>
4. Campos, O. (8 de Marzo de 2013). Métodos de muestreo de la broca del café ( *Hypothenemus hampei*).
5. Colomo de León, D. A. (5 de marzo de 2013). Importancia del cultivo de café en Guatemala.
6. Duperchy, E. (2003). *Identification of up-regulated genes of the hyphomycete Beauveria bassiana, during the infection of Leptinoptarsa dicemlineata*. Tesis de Doctorado. Heidelberg, Alemania. 111 p.
7. Kouassi, M. (2001). *Les Possibilités de la lutte microbiologique emphase sur le champignon entomopathogene B. bassiana*. Universidad de Québec, Montreal, Canada. *Vertigo, revista en ciencias ambientales*. Recuperado el 27 de noviembre de 2005, de [http://www.vertigo.uqam.ca/.../mathias\\_de\\_Kouassi.html](http://www.vertigo.uqam.ca/.../mathias_de_Kouassi.html)
8. Monzón, A. (2001). *Producción, uso y control de calidad de hongos entomopatógenos en Nicaragua. Avances en el fomento de productos fitosanitarios no sintéticos. Manejo Integrado de Plagas*. Costa Rica. 63:95-103.
9. Monzón, A. (2004). *Control biológico de la broca (Hypothenemus hampei) en el cultivo de café. Universidad Nacional Agraria (UNA). Dirección de Investigación, Extensión y postgrado (DIEP)* . Managua, Nicaragua. pp. 1-16.

10. Ramirez, G y Mora, M. (2 de abril de 2001). La broca del café nos amenaza. ICAFE. *Boletín informativo*.
11. Reyes, I; Bustillo, A; Cháves, B;. (1995). Efecto de *B. bassiana* y *Metarhizium anisopliae* sobre el parasitoide de la broca del café *Cephalonomia stephanoderis*. *Revista Colombiana de Entomopatología* , 199-204.
12. Wong, H. (2003). *Molecular biology of the entomopathogenic fungus Beauveria bassiana Insect-cuticle degrading enzymes and Development of a new selection marker for fungal transformation. Tesis de Doctorado. Universidad de Ruperto Carola. Heidelberg, Alemania. 147 p.*

**XI. ANEXOS**  
**Anexo 1**  
**Presentación de cuadros**

**FINCA**  
**AURORA XOLHUITZ**

**Sección:**  
**Fecha:**  
**Responsable:**

**Boleta No.**  
**Altura:**

Sitios	Frutos brocados por planta					Total (%) infestación
	planta 1	planta 2	planta 3	planta 4	planta 5	
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						
11						
12						
13						
14						
15						
16						
17						
18						
19						
20						
<b>Total</b>						
<b>(%) de infestación</b>						

Cuadro 14. Boleta de muestreo, para determinar los niveles de control y de infestación de la broca. Campos, 2013.

## Anexo 2

### Presentación de figuras

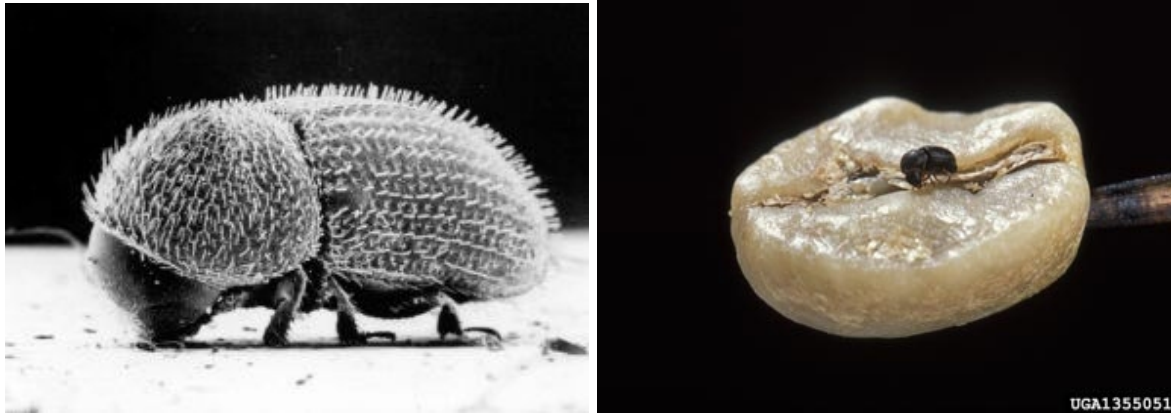


Figura 1. Insecto adulto de broca (izquierda), y en grano de café (derecha). Bustillo, 2005.

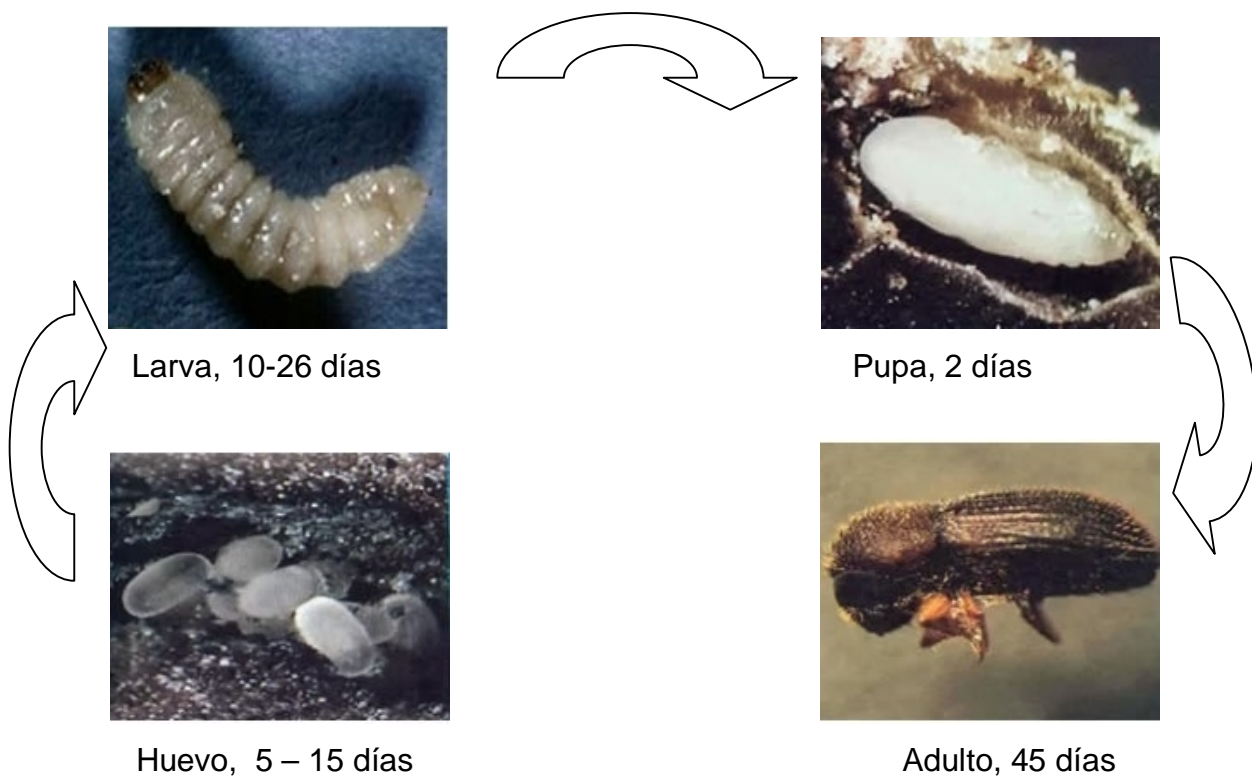


Figura 2. Ciclo de vida de la broca, en condiciones de campo. Bustillo, 2005.



Figura 3. Presencia de *Beauveria bassiana* en hojarasca de café dentro de la finca Aurora.



Figura. 6. Laboratorio artesanal de *Beauveria bassiana*, Finca Aurora Xolhuitz.









Figura 9. Granos de café con presencia de *Beauveria bassiana* durante los muestreos.



Figura 10. Limpia manual. Finca Aurora Xolhuitz.



Figura 11. Estaquillado y ahoyado mecánico. Finca Aurora Xolhuitz.



Figura 12. Acarreo y siembra de café. Finca Aurora Xolhuitz.



Figura 13. Fertilización al suelo y fertilización foliar. Finca Aurora Xolhuitz.