

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
“ANTONIO NARRO”
UNIDAD REGIONAL LAGUNA**

DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS



***CONTROL BIOLÓGICO DE LA BROCA DE CAFÉ
(Hypothenemus hampei) CON Beauveria bassiana***

POR:

HANELY NATALY ESPINOSA GUILLEN

**MONOGRAFÍA:
PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA
OBTENER EL TÍTULO DE:**

INGENIERO EN AGROECOLOGÍA

TORREÓN, COAHUILA, MÉXICO.

FEBRERO DEL 2010

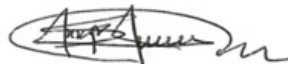
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA "ANTONIO NARRO"
UNIDAD LAGUNA

DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS
CONTROL BIOLÓGICO DE LA BROCA DE CAFÉ (*Hypothenemus hampei*)
CON *Beauveria bassiana*.
MONOGRAFÍA
PRESENTA

HANELY NATALY ESPINOSA GUILLEN

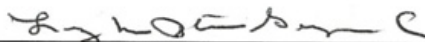
ELABORADA BAJO LA SUPERVISIÓN DEL COMITÉ DE ASESORIA Y
APROBADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE:
INGENIERO EN AGROECOLOGÍA

ASESOR PRINCIPAL:



Dr. Jesús Vásquez Arroyo

Co-asesor:



M. C. Luz Ma. Patricia Guzmán Cedillo

Co-asesor:



M. C. Gerardo Zapata Sifuentes

Co-asesor:



Dr. Alfredo Aguilar Valdés

M.C. Víctor Martínez Cueto

COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS



Coordinación de la División
de Carreras Agronómicas

TORREÓN, COAHUILA, MÉXICO

FEBRERO DEL 2010

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA "ANTONIO NARRO"
UNIDAD LAGUNA

DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS
CONTROL BIOLÓGICO DE LA BROCA DE CAFÉ (*Hypothenemus hampei*)
CON *Beauveria bassiana*..
MONOGRAFÍA
PRESENTA

HANELY NATALY ESPINOSA GUILLEN

QUE SE SOMETE A LA CONSIDERACIÓN DEL H. JURADO EXAMINADOR

APROBADO POR:

PRESIDENTE:



Dr. Jesús Vásquez Arroyo

VOCAL:



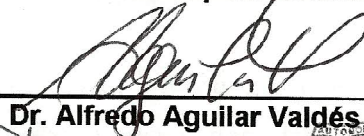
M. C. Luz Ma. Patricia Guzmán Cedillo

VOCAL:

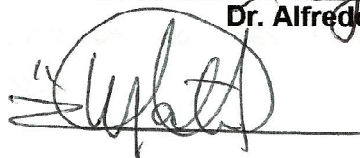


M. C. Gerardo Zapata Sifuentes


VOCAL SUPLENTE:



Dr. Alfredo Aguilar Valdés



M.C. VÍCTOR MARTÍNEZ CUETO
COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS



Coordinación de la División
de Carreras Agronómicas

TORREÓN, COAHUILA, MÉXICO

FEBRERO DEL 2010

AGRADECIMIENTOS

Mi primer agradecimiento es a DIOS por haberme dado la vida, salud y bendiciones para seguir adelante, luchando para alcanzar mis objetivos de ser alguien en la vida.

Agradezco infinitamente a mis padres: Ervin Espinoza García y Margarita Guillen Reyes. Por haberme ayudado en el transcurso de la carrera, por motivarme de seguir estudiando y ser una profesionista de bien. Les agradezco por todos los consejos y apoyos que me brindaron. Los quiero mucho.

Agradezco a mi “Alma Terra Mater” por haberme permitido ser una estudiante más de esta generación, no tengo palabra estoy muy orgullosa de pertenecer a los buitres de la Narro. Nunca olvidare el refugio que me brindaste durante la carrera por haberme permitido utilizar tus instalaciones y conocer excelentes maestros que nos brindaros sus conocimientos para prepararnos mejor como profesionista.

Agradezco DR. Jesús Vázquez Arrollo. Por su apoyo y paciencia en la revisión y corrección en la realización de este trabajo.

Agradezco a todos los maestros de la UAAAN-UL. Por dedicar sus esfuerzos y compartir sus conocimientos, consejos y experiencias para fortalecer nuestra preparación como profesionista.

Finalmente agradezco a todos mis compañeros por brindarme su amistad.

GRACIAS

DEDICATORIA

A DIOS por darme salud y fuerzas para salir adelante y cumplir con todos mis objetivos de superarme como persona.

A mi padre: Ervin Espinoza García, por depositar su confianza en mí y por ayudarme para terminar mis estudios, le agradezco mucho que Dios lo bendiga. Lo quiero mucho.

A mi madre: Margarita Guillen Reyes, por ser una gran amiga, por estar pendiente de sus hijas, te agradezco con todo mi corazón la educación que usted y papa me brindaron, por esforzarse para que saliera adelante. Mama solo hay una, le doy las gracias por todo su amor y cariño que Dios la bendiga por siempre la quiero mucho.

A mis hermanas: Rosario Espinosa Guillen y Fanny Yasmin Espinosa Guillen, por compartir la alegría en la familia y por ser una de mis mejores amigas, les deseo lo mejor, las quiero.

Con mucho cariño a una persona especial, David Niño Cruz por ser tan buena persona, sincero y humilde. Por estar siempre conmigo y depositar su confianza en mi, gracias que Dios te bendiga.

Dedico esta investigación a mi Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro UL.

RESUMEN

El café es una de las bebidas más populares en el mundo, pertenece a la tribu *Coffea* de la subfamilia Cinchonoide de la familia Rubiaceae. El café es una mezcla compleja de diversos o compuestos químicos. *Coffea* contiene alrededor de 85 especies y únicamente tres de estas denominadas *C. arabica*, *C. canephora* (robusta) y *C. liberica* se han empleado como cultivos comerciales. Las especies más importantes de café es *coffea arábiga* la cual representa aproximadamente el 70% de la producción mundial, *C. canephora* cerca del 30% y *C. liberica* sobre 1%. Debido a la crisis económica en la caída de los precios en el mercado internacional, además de las enfermedades y su principal enemigo la broca *H. hampei*, originario de África Ecuatorial, fue descubierta en México en 1978. Es considerado una de las especies de plagas en el cultivo de café, causando una reducción en la cosecha del 50%, afectando la calidad de la fruta. Los hongos entomopatógeno, *B. bassiana* es una fuente de control biológico y sus anfitriones son predominantes en los miembros del orden insecta. El presente trabajo monográfico pretende, presentar un panorama general del cultivo del café y el control biológico de su principal enemigo, la broca, mediante el hongo *Beauveria bassiana*.

Palabras claves: *Café, Coffea arabica, Coffea canephora, Broca, Hongos entomopatógeno, Beauveria bassiana, control biológico.*

ÍNDICE DE CONTENIDO

	Pág.
AGRADECIMIENTO	iv
DEDICATORIA	v
RESUMEN	vi
Índice de contenido	vii
Índice de cuadros y figuras	ix
I. INTRODUCCIÓN.	1
II. REVISIÓN DE LITERATURA.	4
2.1. Origen del café.	4
2.2. Principales productores de café a nivel internacional.	5
2.2.1. Principales Estados productores de café en México.	6
2.2.2. Variedades <i>Coffea arabica</i>	8
2.2.3. Variedades <i>Coffea canephora</i>	9
2.3. Clasificación científica.	10
2.3.1. Morfología.	10
2.3.2. Propagación.	12
2.3.3. Germinación.	12
2.3.4. Fenología del café.	13
2.3.5. Establecimiento del cultivo.	14
2.3.6. Época de siembra.	16
2.3.7. Distancia de siembra.	16
2.4. Labores culturales asociadas al cultivo de café.	16
2.4.1. Podas.	17
2.4.2. Fertilización.	17
2.4.3. Control de Arvenses.	19
3. Plagas y enfermedades que atacan al café.	20
3.1. Generalidades de la broca del café (<i>Hypothenemus hampei</i>).	21
3.1.1. La clase insecta.	21
3.1.2. Clasificación taxonómica.	22

3.1.3. Origen y distribución.	22
3.1.4 Morfología.	23
3.1.5. Ciclo biológico.	26
3.1.6. Longevidad del adulto.	27
3.1.7. Reproducción.	28
3.1.8. Tipos de daños y pérdidas ocasionadas en el café.	28
3.2 Métodos de control.	29
3.2.1. Control biológico.	30
3.2.2. Clasificación de los hongos entomopatógeno.	32
3.2.3. Clasificación taxonómica de <i>Beauveria bassiana</i>	34
3.2.4. Morfología.	34
3.2.5. Proceso de infección.	35
3.2.6. Factores Entomopatógeno.	38
3.2.7. Espectro de acción y aplicación de <i>B. bassiana</i>	39
4. Cosecha.	41
4.1. Manejo post cosecha.	43
4.1.2. Beneficio húmedo.	43
4.1.3. Beneficio seco.	44
V. CONSIDERACIONES.	46
VI. CONCLUSIÓN.	47
VII. REFERENCIAS.	48

ÍNDICE DE CUADROS Y FIGURAS

	Pág.
Fig. 1. Principales productores de café a nivel mundial.	6
Fig. 2. Principales Estados productores de café en México.	7
Fig. 3. Germinación de la semilla de café.	12
Fig. 4. Etapas del crecimiento del café.	13
Fig. 5. Distribución de la broca de café en México.	23
Fig. 6. Morfología del canal alimentario de la Broca.	24
Fig. 7. Morfología general del tracto reproductor de la hembra.	24
Fig. 8. Morfología general del tracto reproductor del macho.	25
Fig. 9. Ciclo biológico de la broca de café.	27
Fig. 10. Estructura de conidióforos y conidios de <i>B. bassiana</i>	35
Cuadro 1. Variedades de porte alto y porte bajo de café.	16
Cuadro 2. Fertilización de los cafetales evaluados por tipo de producción orgánica y convencional.	18
Cuadro 3. Pruebas de patogenicidad de <i>B. bassiana</i> sobre la broca de café.	40
Cuadro 4. Composición química promedio del café en verde.	43

I. INTRODUCCIÓN

El café es una de las bebidas más populares en el mundo, pertenece a la tribu *Coffea* de la subfamilia Cinchonoide de la familia *Rubiaceae*. El café es una mezcla compleja de diversos o compuestos químicos (George *et al.*, 2008; Arya y Mohan-Rao, 2007). Se consume por sus propiedades estimulantes y refrescantes. Lo primero se debe a la presencia de la cafeína, la cual provee de un efecto de estimulación fisiológica. Los carbohidratos son los principales constituyentes del grano del café y tienen diversas funciones entre las que se encuentran las unión de aromas, estabilización de espuma, formación de sedimentos e incremento de la viscosidad del extracto (Arya y Rao, 2007).

El café es uno de los dos géneros de la Tribu *Coffea* y ésta tiene tres subgéneros reconocidos. *Coffea* contiene alrededor de 85 especies y únicamente tres de estas denominadas *C. arabica*, *C. canephora* (robusta) y *C. liberica* se han empleado como cultivos comerciales (George *et al.*, 2008).

En México, el cultivo y consumo del café como bebida data de la última década del siglo XVIII; a más de doscientos años de su introducción, el grano es considerado uno de los cultivos de mayor importancia económica, sociocultural y ambiental. No obstante su relevancia, el sector cafetalero ha estado inmerso en las recurrentes crisis por la caída de los precios en el mercado internacional. Las consecuencias de esta crisis son diversas y sus repercusiones impactan desfavorablemente al sector cafetalero (Escamilla *et al.*, 2005). México ha tenido un incremento demográfico en la cuestión de la producción orgánica, por lo que se ha incrementado la superficie dedicada a la agricultura que ha llamado la atención no solo de los pequeños productores medianos y grandes, quienes también buscan opciones que les permitan obtener mejores ingresos (Gómez, 2002).

Es importante subrayar que el término orgánico denota un proceso y no un producto. El café producido mediante prácticas autorizadas para la producción orgánica puede ser idéntico al sistema de producción convencional, la diferencia

esta en los métodos empleados y el proceso de certificación, que requiere este producto (Vargas, 2007).

El interés sobre el café orgánico, comenzó a gestarse en los cafetales de los campesinos indígenas mexicanos por diferentes razones, siendo las más importantes: la percepción de los beneficios ambientales, incluyendo la conservación de la biodiversidad y la reducción en el uso de agroquímicos contaminantes. Los beneficios sobre los ingresos y salud de los productores, a través de la reducción en el uso de pesticidas y a través de la introducción de precios por producir café orgánico o café producido en pequeñas fincas; y los beneficios en la salud del consumidor a través de la reducción en el riesgo de exposición a residuos químicos y el incremento en la calidad del café (Gómez, 2002).

La producción de café orgánico se realiza siguiendo rigurosas labores de cosecha. A fin de obtener un producto de alta calidad; esto implica no solo dejar utilizar agroquímicos, sino realizar un mejoramiento de todo el proceso productivo sin la alteración del ambiente (Vargas, 2007).

La cafecultura es una actividad de gran relevancia para la población indígena y campesina que habita en las áreas montañosas del centro y sureste de México debido a que la producción y venta de este grano ha permitido obtener históricamente ingresos económicos para la subsistencia de este segmento de la sociedad (Anta, 2006). Se considera una actividad estratégica fundamental en el país, debido a que permite la integración de cadenas productivas, la generación de divisas y empleos, el modo de subsistencia de muchos pequeños productores y grupos indígenas (Escamilla, *et al*; 2005).

Sin embargo, este cultivo se encuentra amenazado por una diversidad de enemigos naturales y enfermedades que le afectan. La distribución o importancia de estas, varía por regiones y depende también de las condiciones agroclimáticas

donde se encuentre, de los sistemas de cultivo y del manejo (Anónimo, 2008). Principalmente la broca del café (*Hypothenemus hampei*), es considerada como uno de los insectos más perjudiciales del café. Existe control biológico que se puede llevar a cabo mediante el uso del hongo entomopatógeno como *Beauveria bassiana*, una manera efectiva de no alterar el ambiente (Camilo, 2003).

El presente trabajo monográfico pretende, presentar un panorama general del cultivo del café y el control biológico de su principal enemigo, la broca, mediante el uso del hongo *Beauveria bassiana*.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Origen del café

El vocablo café se deriva del árabe “kahwah” (cauá), llegando a nosotros a través del vocablo turco “kahweh” (cavé), con distintas excepciones, según los idiomas, pero conservando su raíz. El cafeto es un arbusto originario de las montañas de abisinia, África, en donde el clima imperante reporta una temperatura media anual de 17 a 20 °c, de comportamiento isotermal y con precipitaciones anuales del orden de 1,500 a 2,000 mm (González, 1978).

En la actualidad, esta *rubiácea* se encuentra distribuida en casi todos los países productores del grano situados dentro de la franja ecuatorial. En Mesoamérica se le detectó en 1971 en Guatemala en 1977 en Honduras, 1978 en México, 1981 en el Salvador y 1988 en Nicaragua, en una diversidad de condiciones. En México, el cafeto se cultiva desde la frontera con Guatemala hasta el estado de Nayarit, con diferencias ecológicas produce cafés de excelentes calidades, ya que en su topografía, altura, climas y suelos, le permiten cultivar y producir variedades clasificadas de entre las mejores calidades de café del mundo, México es el primer productor mundial de café orgánico (Cárdenas, 2007).

El café es una planta provista de un eje central, el cual presenta en su extremo una parte meristemática en crecimiento permanente que da lugar a la formación de nudos y entrenudos. El porte del café, caracterizado por el dimorfismo de ejes, consiste de un eje vertical (ortotrópico) del que salen ejes laterales o plagiotrópicos. Las ramas laterales se alargan en forma permanente, lo que, sumado al crecimiento vertical, le dan una apariencia piramidal a la planta (León, 2000).

Es un planta perenne, se siembra y empieza a producir después de cuatro años. Su vida productiva puede ser mayor a los 40 años, su producción se da una vez al año durante lo que se llama ciclo cafetalero. Difieren generalmente en morfología,

tamaño y adaptación ecológica. Dependiendo de la zona y la altura y la época de corte. Del café se obtiene una agradable y estimulante bebida cuyo consumo se basa en el hábito adquirido por muchas sociedades (Anónimo, 2009).

La producción se ve influenciada por el medio en que se desarrolla, ejercen influencia sobre el factor como temperatura, e intensidad lumínica. Cuando estos se ven afectados ejercen influencia directa sobre la fisiología de la planta en sus diferentes etapas (Blanco *et al.*, 2003).

El café necesita para crecer un suelo rico y húmedo, que absorba bien el agua y drene con rapidez el exceso de precipitación. Se recomienda suelos profundos, ligeramente ácidos, rico en nutrientes con buena retención de humedad, pendiente entre 1 – 15 % y un 60% de espacio poroso (Carcache, 2002). Aunque las heladas dañan las plantas, éste se cultiva en regiones frías; las temperaturas de crecimiento oscilan entre 13 y 26°C (Anónimo, 2009).

2.2. Principales productores de café a nivel internacional

El café es uno de los principales productos genéricos que se comercializan en el mercado mundial, su producción se concentra por lo regular en zonas tropicales y subtropicales del mundo. Es uno de los productos primarios más valiosos en el mercado mundial. Actualmente más de 80 países lo cultivan en sus diferentes tipos, de los cuales poco más de 50 países lo exportan. Los principales países productores son: Brasil, Vietnam y Colombia, que representan el 30.6, 14.7 y 10.1% respectivamente, México participa con el 3.7 % (figura 1) (Sagarpa, 2008).

Las especies de café que se cultivan son: *Coffea arabica* y *C. canephora* y *C. liberica*. La primera es de mayor importancia por su calidad, valor en el mercado nacional e internacional y por su extensión territorial. *Coffea arábiga* es la especie más importantes de café es la cual representa aproximadamente el 70% de la producción mundial, *C. canephora* cerca del 30% y *C. liberica* sobre 1% ya que su

consumo es restringido en el mercado debido a que su consumo es muy limitante (Geromel *et al.*, 2006).

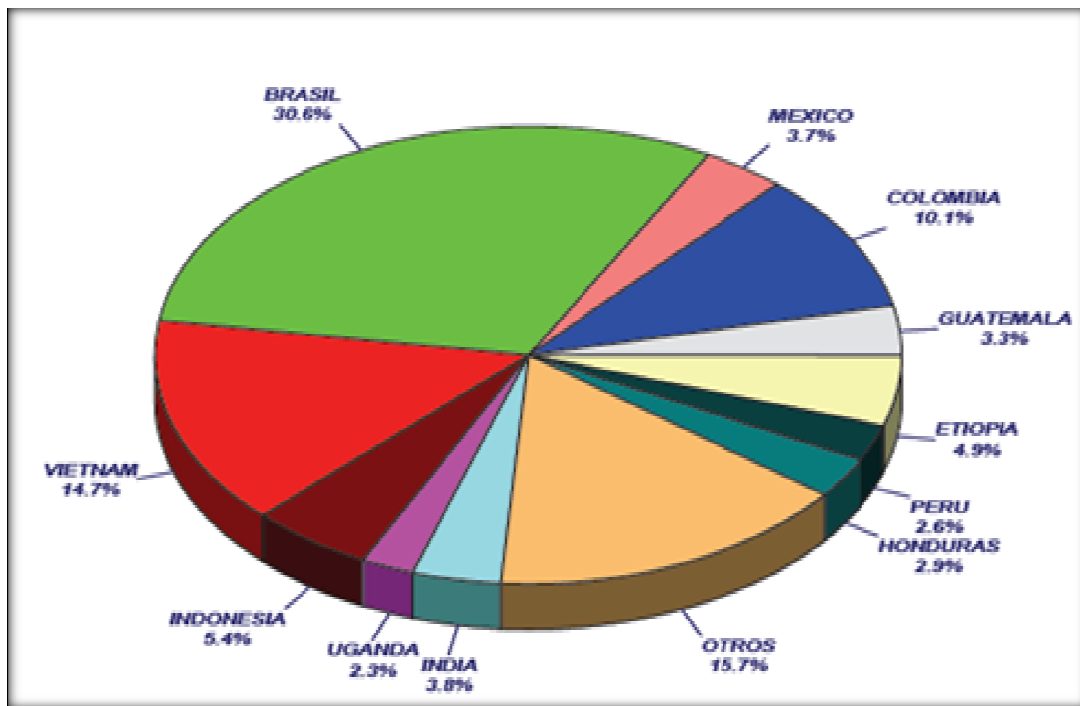


Figura 1. Principales productores de café a nivel mundial.

2.2.1. Principales Estados productores de café en México

En México, más del 90% de la producción de café se encuentra concentrada en 4 estados: Chiapas 36.94%, Puebla 21.56%, Veracruz 20.97% y Oaxaca 12.26%. En el 2008 Chiapas se ubicó como el primer productor de café a nivel nacional, al alcanzar un volumen de producción de 512, 184. 16 toneladas (Sagarpa, 2008).

El café que se produce en México es de la especie *C. arabica*, que constituye el 97% de la producción nacional, representada por las variedades Typica (criollo, nacional o arábica), Bourbon, Caturra, Mundo Novo, Garnica, Catuaí, Pluma

Hidalgo y Maragogype, el 3% de la producción corresponde a la especie *Coffea canephora*, conocida como robusta (Cadena Agroalimentaria del Café – 2003).

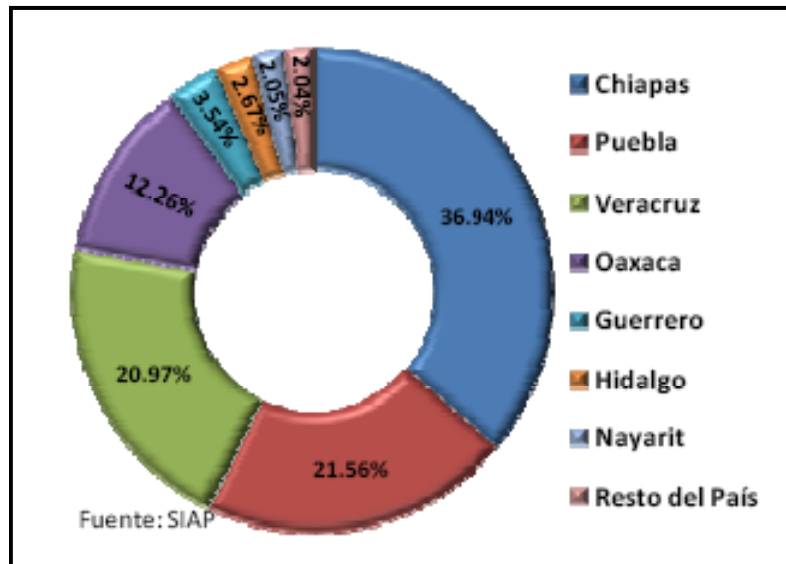


Figura 2 Principales Estados productores de café en México 2008.

Se realiza bajo diferentes condiciones climáticas, dando origen a numerosas variedades y calidades, así como a distintos periodos de floración y fructificación. Lo cual la mayoría de los cafecultores hacen la recolección manual de la cereza. La cosecha se realiza de septiembre a abril y se realizan de 2 a 3 cortes por ciclo, esta actividad es gran demandante de mano de obra y en México participan los grupos familiares enteros. En el caso de los medianos y grandes productores (Najera, 2002).

De acuerdo con Blanco *et al.*, (2003) menciona, que es muy importante la elección de las cualidades que debe reunir una buena variedad de café seleccionando las principales para su producción:

- Alta producción
- Alto rendimiento
- Resistente a enfermedades
- Resistente a plagas

- De porte bajo, ya que permite disponer de más árboles por área
- De fácil manejo
- De iniciación rápida en la producción
- De buen sistema radicular

2.2.2. Variedades de *Coffea arabica*

Las especies *Coffea arabica*, es originario de las tierras altas de más de 1000 m.s.n.m. de Etiopia y Sudán, África. Es uno de los cultivos de exportación más importante de muchos países (Cárdenas, 2007). Presentan mejores cualidades organolépticas, bebidas suaves con buenas características de aroma y acidez, cuerpo mediano y exquisito sabor. Por esta razón, obtienen los mejores precios en el mercado internacional en comparación con *C. canephora* que presentan una bebida más amarga, con menor acidez y aroma (Banegas, 2009).

Son diversas las variedades árabes cultivadas sin embargo solo unas pocas manifiestan importancia agronómica. Se les cultiva preferentemente en altitudes superiores a los 900 m.s.n.m., donde alcanzan sus mejores niveles de calidad bajo condiciones ecológicas aptas para su explotación. El origen de la variedad en los cafés árabes se debe principalmente a las mutaciones o a la hibridación. Las variedades árabes que se cultivan en México son (Cecafe, 2009).

- **Typica:** A esta variedad se le conoce también con los nombres de criollo o café arábico; fue la primera en introducirse al continente americano en 1715 y a México en 1796. Los cafetos de esta variedad pueden alcanzar hasta 4 m. de altura. Su ramificación no es abundante y sus hojas nuevas son de color bronceado. La variedad Typica puede exhibir frutos de color rojo o amarillo cuando maduros.
- **Bourbon:** Esta variedad manifiesta en las hojas nuevas una coloración verde claro a diferencia de la variedad Typica que son bronceadas;

adicionalmente los arbustos tienen una forma cilíndrica. Sus ramas primarias nuevas forman con el tallo un ángulo de inserción más cerrado y su ramificación es más profusa. Sin embargo, la variedad *typica* posee frutos y semillas de un tamaño ligeramente mayor.

- **Caturra:** Es una variedad originada en Brasil, se le considera una mutación de la variedad Bourbon y se caracteriza por su tamaño reducido, de forma redondeada y entrenudos cortos tanto el tallo como el de las ramas. Su capacidad de producción aceptable y su porte pequeño favorecen altos rendimientos por unidad de superficie bajo un manejo intensivo. Las hojas de la variedad Caturra son más anchas y de coloración más oscura que la variedad Bourbon, pero sus frutos y semillas son similares. Se conocen seleccionados con frutos maduros de color rojo y amarillo.
- **Mundo Novo:** Variedad originaria de Brasil, probablemente por el cruzamiento natural entre una selección de la variedad *Typica* denominada “Sumatra” y la variedad Bourbon.

2.2.3. Variedad de *Coffea canephora* (Café Robusta)

Café Robusta, como su nombre lo indica, es una variedad de gran vigor y rusticidad. Su tamaño puede llegar a ser 3 ó 4 veces mayor que el café Mundo Novo. Sus hojas y ramas son mayores que la variedad *Typica* pero no sus frutos. Estos son más pequeños, redondos y con escaso mucilago. Tiene flores blancas, algunas veces ligeramente difusas con rosa, en dos racimos axilares, sésiles, con o sin brácteas con hojas. Su productividad es elevada pero por su tamaño dificulta su cosecha. Se le señala como tolerante a la roya del cafeto y a los nematodos (Rivera, 1990). Se adapta a condiciones de altitud inferiores a los 600 m.s.n.m., produce una bebida fuerte, astringente y con buen cuerpo. Prospera en un suelo profundo, bien drenado, que no sea ni demasiado ligero ni demasiado pesado (Cecafe, 2009).

2.3. Clasificación científica

El cafeto permanece al grupo de las fanerógamas, clase angiospermas, sub-clase Dicotiledóneas, Orden Rubiales, familia Rubiáceas, género *coffea*, con numerosas especies, de las cuales la más común es *C. arabica*, *C. canephora* (robusta) y *C. liberica* se han empleado como cultivos comerciales (Arcilla, 1998).

Clasificación científica

Clasificación científica del café de acuerdo Cárdenas, (2007) es la siguiente:

Dominio: Eucaria

Tipo: Espermatofitas

Sub-tipo: Angiospermas

Clase: Dicotiledóneas

Sub-clase: Gamopétalas inferiorvariadas

Orden: Rubiales

Familia: Rubiáceas

Género: *Coffea*

Sub-género: *Eucoffea*

Especies: *arabica*, *canephora*, *Liberica*.

2.3.1. Morfología.

De acuerdo con Rivera (1990), la planta de café presenta la siguiente morfología:

- **Raíz:** El sistema radicular es superficial estando el 60% en los primeros 30 centímetros. De profundidad y la raíz pivotante puede llegar a más de un metro de profundidad.
- **Tallo:** Dan origen a ramas plagiotrópicas primarias solamente. Tienen conexión vascular con el tallo desde el principio.
- **Hojas:** Son opuestas y alternas en el tallo ortotrópico de los cafetos jóvenes y en las ramas plagiotrópicas simplemente son opuestas. Son de color

verde oscuro y brillante en la superficie superior y verde claro mate en la interior. Presentan una forma oval y terminan en punta, sus bordes son ondulados. Las hojas nuevas presentan una coloración bronceada o verde claro para posteriormente tomar su coloración definitiva.

- **Flores:** Se les encuentra formando grupos en las axilas de las hojas de las ramas plagiotrópicas y en ocasiones ocurren en tallos ortotrópico de madera tierna. La corola es blanca y formado por cinco pétalos fusionados en su base, dando origen en el tubo de la corola; el cual se encuentra inserto en la parte superior del ovario. El ovario, normalmente con dos lóculos, contiene un óvulo por lóculo. Presenta cinco estambres con anteras lineales que se abren longitudinalmente. El estilo es largo, de color blanco y bifurcado en el estigma.

- **Fruto:** Después de la fecundación el ovario se transforma en fruto y sus óvulos en semillas. En ocasiones solo uno de los óvulos se fecunda y se desarrolla sin encontrar obstáculo y la semilla así originada toma una forma redonda a la que se le conoce como café caracol. El fruto es una drupa de superficie lisa y brillante y de pulpa delgada fácilmente desprendible del pergamino. Cuando madura es rojo o amarillo.

- **Semillas:** Presentan un endocarpio o pergamino fibroso. Son oblongas, plano convexas cubiertas de una película plateada o perisperma que corresponde a vestigios del tegumento del ovulo. El endospermo es corneo constituido de hemicelulosa, proteínas, cafeínas, aceite, azúcares, dextrina, celulosa, ácido clorogénico y otros compuestos minerales. El embrión es pequeño, de 1 a 2 mm., localizado en la base del endosperma y contiene dos hojas cotiledonales.

2.3.2. Propagación

Existen dos métodos generales para reproducir el cafeto: por vía sexual y por vía asexual. El primero consiste en usar semilla y el segundo en utilizar partes de la planta. Los métodos de propagación asexual son; propagación por estacas, propagación por injerto y propagación in vitro (Benito, 2009).

2.3.3. Germinación.

El cafeto produce frutos que contienen semillas con diferentes formas conocidas como: planchuela, triángulo, gigantes o burras y caracoles, todas tienen una capacidad de germinación (Figura 3). La temperatura necesaria para que germine la semilla es de 30 – 32 °c, las bajas temperaturas la retardan. Por lo anterior la semilla se debe sembrar en la época de mayores temperaturas, lo que ocurre después del periodo de cosecha y coincide con la estación seca del año (Carvajal, 1984). La germinación dura aproximadamente de 50 a 60 días (Cecafe, 2009).

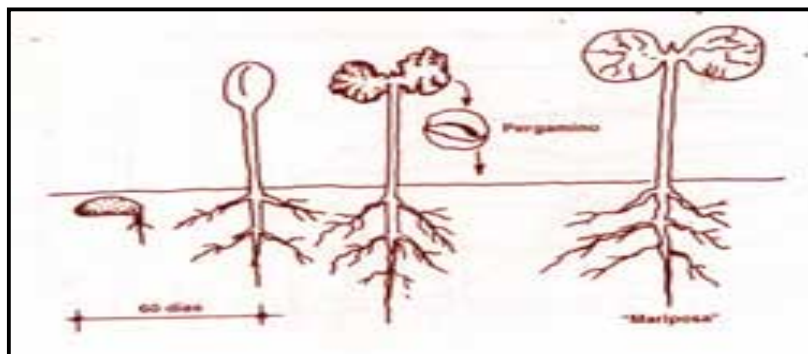


Figura 3 .Germinación de la semilla hasta la fase de “mariposa”.

2.3.4. Fenología del café

Fenología es el término que se utiliza para definir las diferentes etapas de desarrollo que se presentan durante el ciclo de vida de una planta, en relación a las condiciones ambientales (Figura 4). En el cafeto se puede identificar dos etapas: la primera es de la germinación de semilla a la fase de hipocotilo (o periodo juvenil) en la cual el cafeto no tiene la capacidad para florecer. En la

segunda etapa o periodo de madurez el cafeto tiene la capacidad de producir flores y frutos. En ambas etapas el crecimiento vegetativo es continuo (Rivera, 1990).

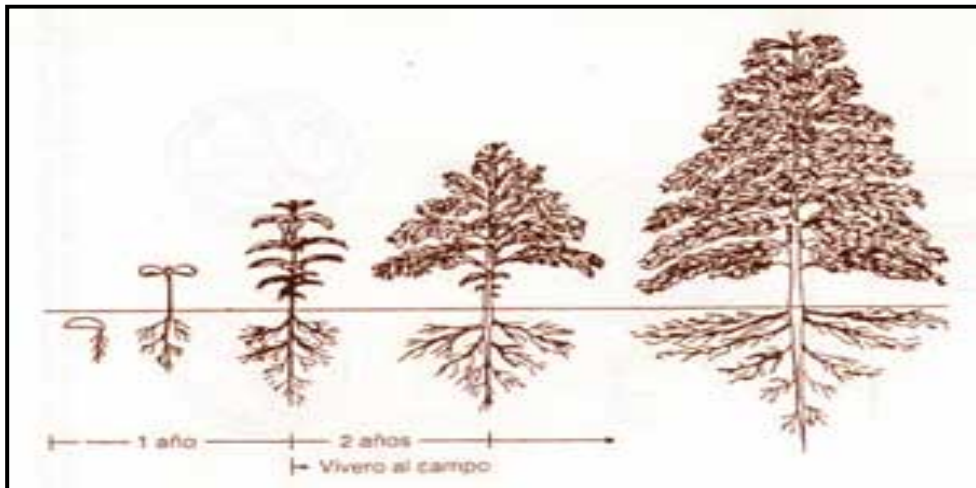


Figura 4. Etapas del crecimiento del café

En este desarrollo del cafeto, dos aspectos destacan: la producción de hojas y el desarrollo del fruto, para el manejo del cultivo, esto se presenta en la siguiente forma (Cecafe, 2009).

- a) Crecimiento foliar: el cafeto produce hojas durante todo el año, pero el tamaño de ellas varían según la época que se desarrollan. Las que nacen en marzo, abril, mayo y junio son las que alcanzan el área foliar mas grande (son más anchas y largas) que los que aparece en junio y noviembre; además de su desarrollo es muy rápido. Estas hojas serán las que sostengan las cosechas del año siguiente, por lo que su conservación es muy importante, debido a que también en esa época aparecen las plagas y enfermedades.
- b) Crecimiento del fruto: el fruto tiene un crecimiento muy característico, presentándose en varias etapas como sigue:

Etapa I. Después de la floración, se forma el fruto, el cual tiene un crecimiento muy lento que dura aproximadamente 6 semanas.

Etapa II. De seis a quince semanas el fruto tiene un crecimiento acelerado. En esta etapa se forma el pergamino y se lignifica y es el momento que se determina el crecimiento total que va a tener el grano.

Etapa III. De la quince a dieciséis semanas el crecimiento del fruto se detiene, pero en la parte interna se empieza a formar el endospermo, ocurriendo el llenado del grano. En esta etapa el fruto requiere una gran cantidad de nutrientes.

Etapa IV. El endospermo se endurece, se forma la pulpa y el fruto llega a su madurez fisiológica.

Etapa V. ocurre la madurez de corte, se dan los cambios de color en la epidermis (verde puede cambiar a amarillo o rojo según la variedad). En los granos se acumulan los azúcares y las proteínas y es cuando el grano tiene su máxima calidad.

2.3.5. Establecimiento del cultivo de café

La elección del terreno para establecer la plantación dependerá del resultado del análisis que se efectuara en base a los principales factores de orden técnico, económico y social. En terrenos de topografía inclinada es conveniente realizar la plantación en curvas a nivel, de modo que los cafetos sigan el contorno de estas, alternando la posición de las plantas de de una hilera. Los pasos a seguir son prospección y rozo, desmonte parcial, limpieza del terreno, trazado y apertura de hoyos, encalado y abonamiento de los hoyos y como por ultimo siembra de plantas de café (Benito, 2009).

El cafetal puede establecerse en predios limpios, que no posean vegetación alta y donde se pueda organizar el establecimiento de sombras temporales y permanentes, evitando dejar el suelo desprotegido, haciendo el trazo de la plantación en contorno. Cuando la pendiente es muy pronunciada se recomienda realizar prácticas de conservación de suelos como las barreras vivas, para reducir la erosión (Anónimo, 2004).

El suelo es una de las mayores riquezas que el cafecultor posee, ya que no tan solo sirve para dar soporte a los cafetos, si no que también sirve como almacén y fuente de nutrimentos para las plantas. Sin embargo, no todos los suelos son de la misma calidad, ya que depende de la zona donde se encuentre, variara en profundidad, en inclinación topográfica y en fertilidad. Las características mínimas que un suelo debe tener para los cafetos se desarrollan bien en una profundidad mayor a un metro, textura de migajón o franca, buen drenaje, sin abundancias de piedras, altos contenidos de materia orgánica y pH entre 4.5 a 5.5 (Barrientos, *et al*; 1990).

En su mayoría, los suelos de las zonas cafetaleras de México, se caracteriza por tener una topografía accidentada, lo que favorece junto con las abundantes precipitaciones, que la capa superficial se erosione ya que el agua de lluvia tiene facilidad para escurrir y provocar el arrastre del suelo hacia los arroyos, por lo que paulatinamente el suelo se va adelgazando y empobreciendo, puesto que la capa perdida es la más rica en nutrientes para el cafeto. Por lo que se considera emplear barreras para su protección de arrastre del suelo (Barrientos, *et al*; 1990).

2.3.6. Época de siembra

En la época de siembra se deben tener en cuenta las condiciones climáticas de la región, ya que éstas determinan la dinámica de crecimiento y desarrollo de la planta de café. Dentro de ellas la distribución de la lluvia define en gran medida el

ciclo vegetativo y reproductivo del cafeto; además, condiciona la secuencia de las labores agrícolas (Anónimo, 2009).

2.3.7. Distancia de siembra

La capacidad de producción de la tierra cultivada en café, depende en buena parte del número de árboles que se siembren y a su vez, está en relación directa con la distancia de siembra utilizada. Se determina la distancia de siembra entre planta y surco; la distancia de siembra varía de acuerdo: pendiente del terreno, manejo de sombra, las variedades, las practicas culturales (Anacafe, 1988).

Las distancia de siembra para variedades de porte alto y variedades de porte bajo contienen 2, 664 y 3, 330 arboles respectivamente (cuadro 1). Se señala en el siguiente cuadro (Anacafe, 1988).

Cuadro 1. Variedades de porte alto y porte bajo

Variedad	Distancia entre cafetos (m).	Distancia entre surcos (m).	Numero de cafetos por ha.
Porte alto	1.5	2.5	2,664
Porte bajo	1.5	2.0	3.330

2.4. Labores culturales asociadas al cultivo de café

Dentro de las practicas culturales que realizan los productores orgánicos y convencionales se encuentra la preparación del almacigo, la resiembra de plantas, la poda sanitaria, labores de conservación de suelos, el manejo de plagas, enfermedades y el control de malezas (Cecafe, 2009).

2.4.1. Podas.

Existe una relación positiva entre la poda del cafeto y la productividad, ya que fisiológicamente las yemas florales se forman en los crecimientos del año anterior, el fruto se desarrolla durante un año y donde ya floreció no vuelven a salir yemas florales por eso, se debe estar renovando el tejido continuamente. Existen dos tipos de poda, la poda total y la sanitaria. La poda total se usa para renovar los cafetales que poseen baja productividad mientras que las podas sanitarias realizadas para retirar las partes enfermas de la planta y además dar arquitectura al cafeto, permitiendo la entrada de luz y aire regulando así el microclima de la plantación previniendo enfermedades. Estos tipos de poda se pueden realizar por lotes o por planta (Porras, 2006).

El sistema de poda esta determinado básicamente por la población de cafetos por hectárea, la edad de la planta y la capacidad económica del productor. Las podas pueden ser selectivas (poda por rama, planta, parches etc.) o sistemáticas (en ciclos de tres, cuatro y cinco años etc.). Para cafetales que requieren rejuvenecimiento, se recomienda el sistema de recepa, consiste en cortar el tallo del cafeto a una altura de 40 a 45 cm del suelo para favorecer el brote de nuevos ejes productivos (Cecafe, 2009). La época más común para realizar las podas es al término de cosecha; este periodo se extiende desde el mes de noviembre a marzo, ya que la planta se encuentra en un estado de reposo vegetativo (Porras ,2006).

2.4.2. Fertilización

El objetivo principal del uso de fertilizantes es obtener el mayor rendimiento posible con el mínimo de costo, para hacer rentable la actividad agrícola. Utilizando los desechos que genera el cultivo de café en la transformación de abono orgánico, o bien en la incorporación de fertilizantes químicos (Porras, 2006).

Es importante subrayar que el término orgánico denota un proceso y no un producto. El café producido mediante practicas autorizadas para la producción orgánica puede ser idéntico al sistema de producción convencional, la diferencia radica en los métodos empleados y en el proceso de certificación. El 20% de las exportaciones mundiales corresponden a este tipo de producción, que es cultivado por indígenas, no utilizan métodos mecanizados y el sistema de producción es rudimentario y artesanal, es decir fundamentalmente, se realiza a través de la fuerza de trabajo familiar, en donde el trabajo de la mujer tiene una importancia considerable, no emplea insecticidas, ni químicos, sino el uso de abonos orgánicos (Vargas, 2007). El contenido de nutrimentos en los abonos orgánicos esta directamente relacionado con las concentraciones de estos en los ingredientes utilizados para la elaboración de los abonos (Leblanc *et al.*, 2007).

Para tener una buena producción de café se necesita que el cafetal se fertilice considerando las deficiencias del suelo. El cultivo de café requiere al año de 200 a 300 kg N ha⁻¹, de 50 a 75 kg P²O⁵ ha⁻¹, de 100 a 150 kg K²O ha⁻¹, 40 a 80 kg MgO ha⁻¹ y de 10 a 20 kg B²O³ ha⁻¹ (Porras, 2006).

En el cuadro 2 se observa el porcentaje de los productores convencionales y orgánicos y sus dosis de fertilización empleado en los cafetales (Porras, 2006).

Cuadro 2. Fertilización de los cafetales evaluados por tipo de producción orgánica y convencional.

Tipo de producción	Fertilización %
Convencional	86.6 fertilizante completo 26.6 urea 6.6 caprinasa 6.6 nitrato de amonio 20 elementos menores

Orgánico	25 se beneficia de la poda 8.3 caprinasa 8.3 lombricompost 58.3 gallinaza
----------	--

2.4.3. Control de arvenses

Cuando las plantas que no son cultivadas por el hombre y crece o invaden el cultivo se dice que son plantas no deseadas y se les da el nombre de “arvenses”. Tienen una gran capacidad para sobrevivir; resisten prolongados periodos de sequia, producen una gran cantidad de semillas, las cuales tienen ciertas estructuras que facilitan su dispersión, por lo que se encuentran en gran cantidad en diversos ambientes (López, 1990).

El número de plantas arvenses que crecen en un cafetal es grande, en algunos lugares se han cuantificado de 5 hasta 9 millones por hectáreas. Esta cantidad de malezas establecen una competencia con la planta de café ya que ambos requieren de los mismos elementos para vivir, por lo que las estas compiten por agua y nutrimentos con el cultivo. Otro aspecto importante es que las arvenses son hospederas o alojan insectos, hongos o nematodos que posteriormente llegan a causar daño al cultivo (López, 1990). Sin embargo otros autores mencionan que los cafecultores temen y valoran las malezas en sus campos, debido a las interacciones entre arvenses como plantas hospederas y como indicadores ecológicos (Pohlan, 2005).

Las arvenses están presentes en todo el ciclo de cultivo; sin embargo existen épocas en las cuales son más abundantes. Estas épocas están relacionadas con las etapas más importantes del cafeto, como son floración, crecimiento del fruto, cosecha y las practicas del cultivo como la fertilización (López, 1990).

El primer deshierbe debe darse después de la cosecha, antes o cuando se inicia el periodo de floración que es la época en que se da la primer fertilización. La segunda limpia debe darse al inicio de las lluvias (mayo – julio) que es cuando el fruto esta en pleno crecimiento y coincide con la segunda fertilización. Una tercera limpia debe darse antes de la cosecha (López, 1990). Existen diversos tipos de control: el manual o mecánico y el biológico. En el cafetal se recomienda utilizar el método manual o mecánico, utilizando el machete para evitar la perdida del suelo (Cecafe, 2009). El método biológico consiste en establecer algunas especies vegetal como cobertura, de tal manera que impida el desarrollo de otras así como también en la conservación del suelo, y se emplea como método para impedir altas poblaciones de broca (Pohlan, 2005).

3. Plagas y enfermedades que atacan al café.

La cafecultura es la principal actividad agrícola, constituyéndose en su mayoría como el principal sustento económico de las familias. El cultivo del cafeto es atacado por plagas y enfermedades que si no se controlan ocasionan graves daños limitando la producción (Villanueva *et al.*, 1990).

La consecuencia de plagas y enfermedades que se genera en el cultivo de café se debe al mal manejo en las plantaciones, principalmente los métodos culturales que se utilizan en el campo. Existen un gran número de enfermedades que atacan al cafeto. La cuales se mencionan (anónimo, 2009):

- Mancha cercosporica u Ojo de gallo (*Cercospora coffeicola*).
- Sancocho (*Rhizoctonia solani*).
- Cercospora (*Cercospora coffeicola*)
- Cercospora (*Cercospora coffeicola*)
- Moho de ollín (*Capnodium spp*).
- Roya del Cafeto (*Hemileia vastatrix*).
- Cancro del Tallo (*Myrothecium roridum*).

- Moho de Hilachas (*Pellicularia koleroga*).
- Mal Rosado (*Corticium salmonicolor*).
- Gotera o Mancha de Hierro (*Mycena citricolor*)

Otros de los problemas importantes es el ataque de los de plagas ocasionando por algunos insectos. Entre las plagas que ataca el cultivo de café de la cual la más importante es la broca (*Hypothenemus hampei*), causando disminución significativa y destacan además las siguientes (Acevedo y Núñez, 2003).

- Broca (*Hypothenemus hampei*).
- Minador de la hoja (*Leucoptera coffeella*).
- Piojo harinoso del follaje del cafeto (*Planococcus citri*).
- Piojo harinoso de la raíz (*Planococcus citri* Risso).
- Barrenador del tallo y ramas (*plagiohammus macuosa* Bates).
- Araña roja (*Oligonychus ilicis*).
- Chacuatete del cafeto (*Idiarthron subquadratum*).
- Pulgones (*Toxoptera aurantii* Fonsolambe).
- Hormigas (*Atta spp*).

3.1. Generalidades de la broca del café (*H. hampei*)

3.1.1. La clase Insecta

El orden Insecta contiene cerca de un millón de especies descritas, las cuales comprenden aproximadamente el 67% de la fauna y flora descrita en el mundo. Los insectos están centrados a presentarse en diversos procesos del ecosistema. Sin embargo, es su función como herbívoros lo que ocasiona conflicto en los sistemas de producción agrícola, debido al consumo directo y el daño indirecto a la planta por la transmisión de virus o destrucción por consumo, afectando al rendimiento potencial. Los enemigos naturales tales como predadores, avispa y moscas así como patógenos han sido estudiados para la utilización en el control biológico y estrategias de manejo integrado de plagas (MIP) (Shah y Pell, 2003).

3.1.2. Clasificación taxonómica

Clasificación científica de la broca de acuerdo Wood, (1982) es la siguiente:

Phylum: Arthropoda

Clase: insecta

Orden: Coleoptera

Suborden: Polyphagas

Superfamilia: curculionoidae

Familia: Scolytinae

Tribu: Cryphalini

Genero: *Hypothenemus*

Especie: *hampei*

Nombre binomial: *Hypothenemus hampei*

3.1.3. Origen y distribución de la broca

En 1867, un taxónomo de apellido Ferrari descubrió por primera vez a la broca de café *Hypothenemus hampei Ferrari* (Coleoptera: Scolytidae), dando a conocer a la humanidad uno de los insectos mas temibles para la agricultura tropical (Barrera, 2005).

La broca de café, es originario de África Ecuatorial. Es considerado una de las especies de plagas en el cultivo de café, causando una reducción en la producción y calidad de la fruta (Damon, 2000; Samuels *et al.*, 2002). Este pequeño gorgojo fue detectada primero en Brasil en 1931; luego descubierta en Guatemala en 1971, Honduras en 1997, en 1978 en México (Figura, 5) el Salvador en 1981, Nicaragua y Colombia en 1988, República Dominicana en 1995 (Tórrez y Castillo, 2005).

Este pequeño gorgojo de origen africano se convierte en la principal plaga del cultivo de café a nivel mundial (De La Rosa *et al.*, 2000). Es el principal insecto

plaga en todos los países productores de café. La hembra perfora el fruto y coloca los huevos en el endospermo, los cuales eclosionan dando origen a las larvas que originan importantes pérdidas económicas (Fernández y Cordero, 2007). Logra penetrar hasta la pulpa de frutos jóvenes, ocasionando su pudrición y consecuentemente caída. La broca usa los frutos consistentes para reproducirse, destruyéndolos parcial o totalmente (Chiu-Magaña *et al.*, 2009).

Hypothenemus hampei (Ferrari) esta asociado únicamente a las cerezas del café como su hospedero natural, sin embargo, se ha reportado que esta especie puede colonizar y reproducirse en los frutos de *Euterpe olareacea*, palmera de asía (*Areaceae*). Basados en la literatura, no se cuenta con registros de que *H. hampei* infeste las semillas de *Bertholletia excelsa*, la nuez de Brasil (*Lecythidaceae*). Sin embargo, por el almacenamiento realizado de semillas en 2006, se pudo observar la presencia de esta especie en dicho hospedero (Gumier-Costa, 2009)

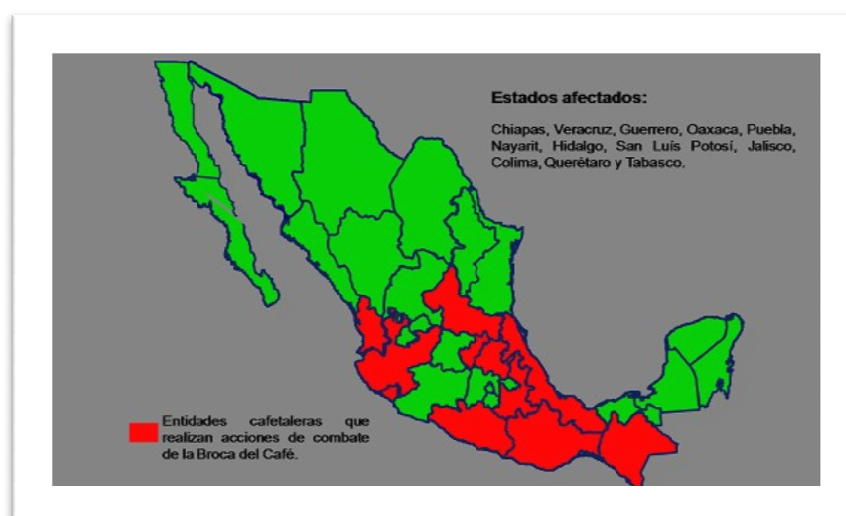


Fig. 5. Distribución de la broca de café en México (Sagarpa, 2009).

3.1.4. Morfología

Es importante conocer las características morfológicas de la broca, se puede observar a nivel laboratorio para conocer su comportamiento. El canal alimentario

en los escarabajos Curculionidae ha sido dividido en tres regiones: el estomatodeo anterior, de origen ectodérmico; el mesenteron, de origen endodérmico y el proctodeo de origen ectodérmico. Estas regiones están involucradas en la ingestión, almacén, digestión, absorción y balance de agua y alimento (Figuras 6) (Rubio *et al.*, 2008).

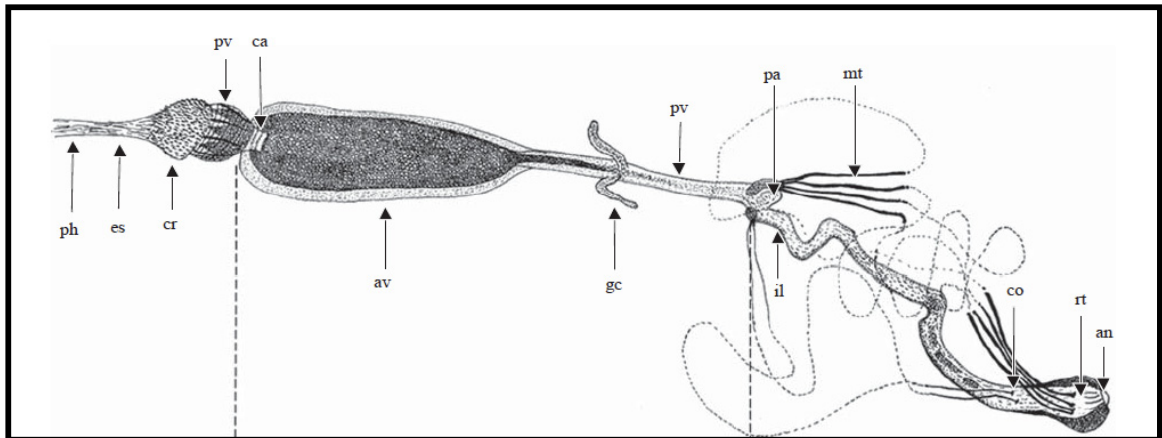


Figura 6. Morfología del canal alimentario de la broca. (ph) faringe, (es) esofago, (cr) crop, (pv) proventrículo, (ca) válvula cardíaca, (av) intestino anterior, (pv) intestino posterior, (gc) ceca gástrica, (pa) ámpula pilórica, (mt) tubulos de Malpighi, (il) ileón, (co) colon, (rt) recto y (an) saco anal.

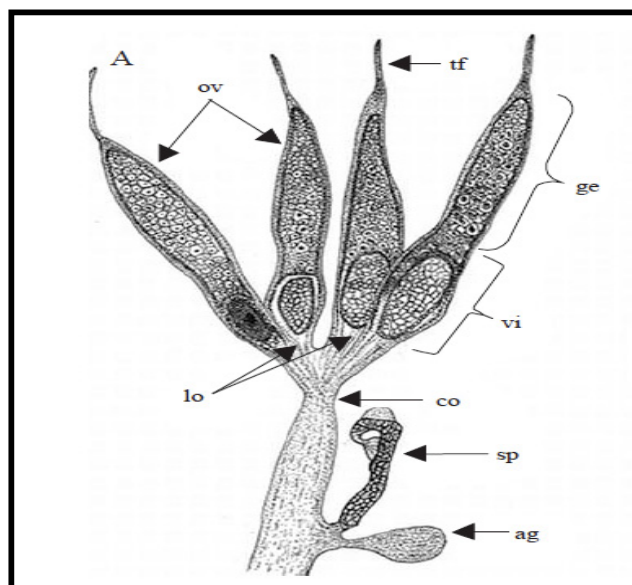


Figura 7. Morfología general del tracto reproductor de la hembra. (ov) ovario, (ge) gemario, (vi) vitelarium, (lo) oviducto lateral, (co) oviducto común, (sp) espermateca, (ac) glándula accesoria y (tf) filamento terminal.

Se realizó un estudio morfológico del tracto digestivo y el sistema reproductor de machos y hembras en donde se evidencio por primera vez el comportamiento de la alimentación de las hembras, que requiere aparentemente de la ingesta del endospermo del café para poder producir huevos viables durante la ovoposición. El sistema reproductor de la hembra presenta dos ovarios y un arreglo estructural común a especímenes de la familia Curculionidae (figura 7). El sistema reproductor masculino mostró una diferencia significativa con respecto a otros miembros, presentando un aedeagus esclerotizado compuesto de varios orificios en la porción terminal, por donde el espermatozoides se expulsa durante el apareamiento (Figura 8) (Rubio *et al*; 2008).

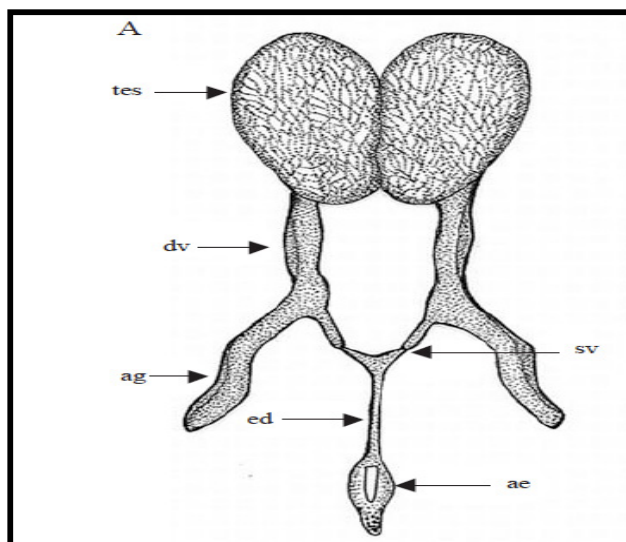


Figura 8. Morfología general del tracto reproductor macho, (ae) edegus, (ed) ducto eyaculatorio, (sv) vesícula seminal, (ag) glándula accesoria, (dv) vaso deferente y (tes) testículos (Rubio *et al.*, 2008).

La broca es un insecto de metamorfosis completa, es decir, holometábola, pasando por los estadios de huevo, larva, pupa y adulto (Féliz, 2003). Por lo tanto dentro de un mismo fruto se puede encontrar huevos, larvas, pupas y adultos, tanto machos como hembras de diferentes estados fisiológicos (Mathieu *et al.*, 2001.).

- **Huevos:** son de forma ovalada, color blanquecino y con una longitud promedio de 0,67 mm (Fernández y Cordero, 2007). Las hembras ponen en promedio 74 con un mínimo de 31 y un máximo de 119 huevecillos. El periodo de incubación dura un promedio de 3-9 días, dependiendo de la temperatura y condiciones ambientales (Franqui y Medina, 2003; castillo, 1995).
- **Larva:** son ápodas de color blanco cremosos con la cabeza más oscura, su tamaño promedio es de 0,83. Esta es la fase fisiológica en la cual la broca causa el mayor daño al fruto de café (Fernández y Cordero, 2007).
- **Pre-pupa:** La fase fisiológica en la cual la larva detiene su alimentación y madura fisiológicamente para convertirse en pupa. El tamaño promedio de la pre-pupa es de 2,01 mm. Observándose la formación de los primordios de las patas del insecto a medida que se acerca el cambio a la fase de la pupa (Fernández y Cordero, 2007).
- **Pupa:** Son desnudas, con dimensiones similares al adulto. Se aparece a la larva pero es de color amarillamiento a café claro (Monzón, 2004).
- **Adulto:** El adulto recién emergido es de color marrón pero a medida que madura fisiológicamente toma un color negro. Los machos miden 1 mm de largo y 0.55 mm de ancho, Las hembras miden 1.4 mm de largo y 0.73 mm de ancho. Los adultos emergen dentro del fruto, si el adulto emergido es una hembra, abandona el fruto en busca de nuevos frutos para ovipositar; si

es un macho, este permanece alimentándose dentro del fruto (Monzón, 2004).

3.1.5. Ciclo biológico

El ciclo biológico de la broca, (Figura 9) Varía de acuerdo a las condiciones donde se presente, por ejemplo en condiciones de laboratorio, con temperaturas y humedad relativa promedios de 27,1 °c y 65,3% respectivamente. La duración promedio de las diferentes fases fue de 4,21 días para huevos, 11,15 días en larva, 2.66 días en pre pupa, y 103,3 días en hembras adultas (Fernández y cordero, 2007; Castillo, 1995). El ciclo biológico de esta plaga en el cultivo de café, puede tomar de 28 a 34 días y pasa por cuatro estados de desarrollo: huevo, larva, pupa, pre pupa y adulto (Cárdenas, 2007). A temperaturas bajas el ciclo es más largo en cambio a temperaturas altas el ciclo es más corto (Monzón, 2004).

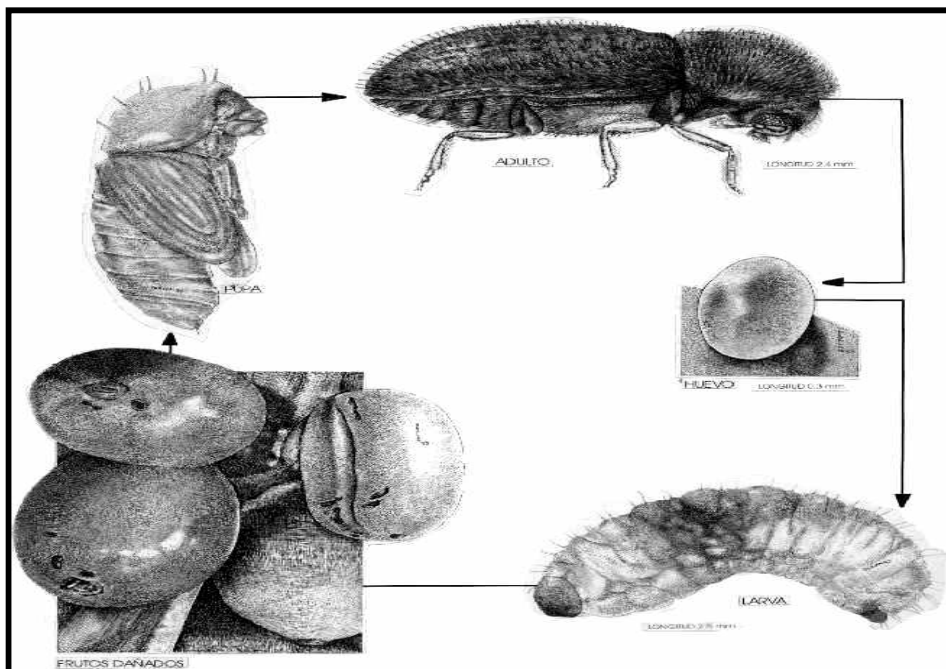


Figura 9. Ciclo biológico de la broca de café (Zamorano, 1999)

3.1.6. Longevidad del adulto

El reporte de expectativa de vida varía en los adultos, los machos pueden vivir desde 20 – 87 días y las hembras un promedio de 157 días (Damon, 2000). De acuerdo a otros autores citados menciona que para machos un promedio de 78 a 103 días y para hembras de 81 a 282 días. Los machos mueren en el grano donde nacieron, de la cual rara vez lo abandonan (Castillo, 1995).

3.1.7. Reproducción

La relación de sexos es de aproximadamente un macho por diez hembras. Las hembras son copuladas 3 o 4 días después de transformarse en adultos. El apareamiento se lleva a cabo entre congéneres en el interior de los frutos (Castillo, 1995). La broca necesita para procrear que el fruto de café tenga más de 20% de peso seco en el grano, si el grano cumple con esas condiciones la barrenará y pondrá sus huevos dentro de él; en el caso contrario, el insecto permanecerá en la pupa del fruto, hasta que el grano adquiera el desarrollo adecuado para ovipositar. La proporción de sexos es de aproximadamente 1 macho por 10 hembras. Los machos permanecen normalmente en el grano en el cual se han desarrollado, ya que carecen de alas funcionales (Féliz, 2003; Monzón, 2004).

Las hembras ponen en promedio 74 huevecillos, con un mínimo de 31 y un máximo de 119. Las hembras tienen un periodo de preoviposición de 3 o 5 días. En 12 semanas el número de huevecillos puesto por una hembra es de 60, se señala que la broca no sale del fruto una vez iniciada la postura a causa de una degeneración de los músculos del vuelo (Castillo, 1995).

3.1.8. Tipos de daños y pérdidas ocasionadas en el café

Entre las variedades más afectadas están las *Arábica* y *canephora* y en menor grado *Liberica* (Franqui y Medina, 2003). Debido a la resistencia genética relativa de algunas especies y variedad de café a la broca se debe al grosor de la pulpa. Algunas especies como *C. excelsa* y *C. Liberica* son menos atacadas debido al

mayor trecho que debe perforar el insecto en la pulpa para llegar al grano *C. arabica* y *C. canephora* ya que presenta una pulpa más delgada lo que hace más susceptible al ataque (Féliz, 2003).

La broca causa graves pérdidas al cultivo en cantidad y calidad de la producción al pasar mayor parte de su ciclo vital alimentándose de las semillas o granos, lo cual trae consigo pérdidas directas a la producción y calidad del café (Barrera et al., 2006). La broca de café ocasiona daños directos (caída de las cerezas lechosas, pérdidas de peso en granos maduros, pérdidas de hasta la cuarta parte de la producción por alimentación) e indirectos en el fruto (pudrición y apertura que facilita el ingreso a enfermedades). Debido a ello es considerada la plaga que causa el mayor daño económico al cultivo de café, ya que sus ataques a los frutos ocasionan pérdidas considerables al disminuir tanto el peso de la cosecha como la calidad del grano (Cárdenas, 2007). Tiene la capacidad de reducir la cosecha en más de un 50%, disminuye las cualidades físicas y organolépticas del grano y afecta la inocuidad de la bebida debido a la presencia de ochratoxinas (Camilo et al., 2003).

La hembra perfora el fruto en el disco o coronilla, el tiempo que transcurre desde la penetración hasta la desaparición de la parte posterior del abdomen dentro del fruto es de 1 a 2.5 horas. Al perforar el fruto, alcanza uno de los cotiledones, hace galerías y deposita sus huevecillos dentro de estas. En el interior de un fruto abandonado durante la cosecha se puede presentar de 3 a 4 generaciones las cuales consumirán totalmente el grano (Castillo, 1995). El daño a los frutos es causado por los adultos y larvas, principalmente por las hembras, las que después de emerger, vuelan y caminan buscando los frutos adecuados para la oviposición. El mayor daño causado por *H. hampei* ocurre entre los 90 a 120 días después de la floración. Mayormente si el ataque ocurre tempranamente hay caída prematura de los frutos. Otro daño conocido por este insecto es la alteración en la calidad de la tasa, reduciendo el valor comercial del producto (Tórrez y Castillo, 2005).

3.2. Métodos de control

El cultivo del café *coffea arabica* y *C. canephora* tiene importancia económica, social, cultural y ambiental en todo el mundo. La broca del café destaca entre las limitantes más importantes de este cultivo y es considerada como un problema fitosanitario más perjudicial que aqueja al cultivo (Castillo *et al.*, 2009). Lo cual es muy importante tomar en cuenta el uso de control para la plagas y enfermedades, observando así mismo cual es el más efectivo.

El control de la broca del café debe ser enfocado a través de un manejo integrado, pero para que este sea eficiente económica y ecológicamente, deben de comprenderse a fondo todos los factores que componen el ecosistema cafetalero y sus múltiples interacciones. Es muy importante conocer la fenología del cultivo en las diferentes zonas, especialmente lo relacionado con las épocas de floración y por tanto la edad de los frutos a la cual son susceptibles para ser atacados por la broca (Camilo *et al.*, 2003).

Los controles importantes utilizados para este insecto se encuentra: el cultural, biológico, etológico, químico. El principal control de esta plaga ha sido mediante la aplicación de agroquímicos, endosulfan un organoclorado altamente tóxico, responsable de un gran porcentaje de envenenamientos reportados cada año en los países productores de café causando resistencia en la plaga (Gladstone y Hruska, 2003), ocasionan problemas de contaminación ambiental afectando la biodiversidad de los ecosistemas, por lo tanto es necesario buscar otras alternativas, como el uso de control biológico mediante hongo entomopatógeno *Beauveria bassiana* (Méndez, 1990).

3.2.1. Control biológico

Existen varios organismos, dentro de los que se encuentran parasitoides, depredadores y patógenos, que han mostrado afectar a la broca y tienen un potencial de aplicación en el control del insecto (Castillo, 1995).

A pesar de que se han descubierto más de veinte enemigos naturales de la broca en diferentes partes del mundo, los parasitoides de origen africano han despertado interés en programas de control biológico. Hasta ahora, tres especies de parasitoides de origen africano se han importado a varios países de Latinoamérica y el Caribe: *Prorops nasuta* Waterson; *Cephalonomia stephanoderis* Betrem (Hymenoptera: Bethyridae) y *Phymastichus coffea* La Salle (Hymenoptera: Eulophida). Los dos primeros atacan los estados inmaduros y el tercero a los adultos. La avispa *P. coffea* y el hongo *B. bassiana* coinciden espacial y temporalmente en los cafetales, ya que ambos organismos parasitan al estado adulto de la broca. Existe la necesidad de usar ambos organismos en campo debido a la severidad de los daños provocados por la broca (Castillo et al., 2009).

Los hongos mitospóricos (se desconoce su ciclo sexual) con hábitat entomotopogénico han sido empleados ampliamente como plaguicidas por su potencial en el control biológico de plagas de insectos. Debido a su predominante naturaleza asexual, el estatus taxonómico de estos hongos no es definitivo. Los estados sexuales de algunos de estos hongos han sido descubiertos. Las telemorfias son especies de Ascomycetos. Basados en las evidencias con que se cuentan, estos hongos son reconocidos como Ascomicetes hypocriales pertenecientes a la familia Clavicipitaceae (Neelapu et al., 2009).

Los micoinsecticidas son considerados prometedores agentes de control biológico y una alternativa o suplemento a los plaguicidas químicos. Sin embargo, por la carencia de información de la fisiología, genética y aspectos moleculares, se ha retardado su amplia distribución y aplicación. Para mejorar a estos, se han realizado esfuerzos significativos para elucidar el conocimiento e los mecanismos

de la patogénesis. Los hongos entomopatógenos, por ejemplo *Metarhizium anisopliae* y *Beauveria bassiana*, invaden su hospedero por penetración directa de los exoesqueletos o cutícula, estas especies producen esporas hidrofóbicas, lo que las pone en contacto y adhieren a la cutícula del insecto (Jin *et al.*, 2009)

El hongo entomopatógeno, *B. bassiana* (Balsamo) Vuillemin del grupo de los deuteromicetes u hongos imperfectos, se ha reportado como un agente supresor para varias especies de insectos a nivel mundial. El uso de control biológico con microorganismos, incluyendo hongos, en contra las plagas de los cultivos y enfermedades han sido el contenido principal de varias revisiones (Wagner y Lewis, 2000).

Las especies del género *B. bassiana* son principalmente parásitos de insectos. Es conocido por su amplio rango de hospederos y distribución geográfica. Su patogenicidad se ha probado contra más especies de insectos que cualquier otro hongo. Es una capa de micelio blanco algodonoso que envuelve al insecto y se observa con granulaciones pequeñas del mismo color (Gallegos *et al.*, 2003). Sus anfitriones son predominantes a los miembros del orden insecta: Lepidópteros (polillas y mariposas) y coleópteros (escarabajos), e Hymenopteras (abejas), también se presenta de manera en suelos como saprófitos. Este hongo generalmente infectan cuando las esporas se ponen en contacto con el cuerpo del insecto (Storey y Gardner, 1986). Es un entomopatógeno generalista y cosmopolita. Se le considera como un agente de control biológico efectivo cuando se usa dentro de un plan de manejo integrado de la broca, y como tal, su uso ha sido ampliamente extendido. Dado que *B. bassiana* es patogénico a una gran diversidad de insectos (Castillo *et al.*, 2009).

Este hongo se puede encontrar naturalmente en las plantaciones de café atacando insectos como *H. hampei* y puede ser particularmente común en condiciones húmedas y donde las infestaciones de brocas son severas. La infección natural de *B. bassiana*, donde predomina un clima continuamente

húmedo, indica que los niveles naturales de este patógeno causa hasta 80% de mortalidad de adultos cuando están atacando frutos jóvenes, lo que significa que este hongo es un factor de mortalidad biótico mas grande de esta plaga bajo estas condiciones (Tórrez y Castillo, 2005).

3.2.2. Clasificación de los hongos entomopatógeno

Los hongos entomopatógeno son un grupo de microorganismos ampliamente estudiados en todo el mundo. Existen más de 700 especies reunidas en 100 géneros que tienen la particularidad de parasitar a diferentes tipos de artrópodos (insectos y ácaros) y de encontrarse en los hábitats mas variados. Entre las más importantes están: *Metarhizium*, *Beauveria*, *Aschersonia*, *Entomophthora*, *Zoophthora*, *Erynia*, *Eryniopsis*, *Akanthomyces*, *Fusarium*, *Hirsutella*, *Hymenostilbe*, *Paecilomyces* y *Verticillium* (Gallegos et al., 2003).

Los hongos entomopatógeno son encontrados en la división Zygomycota, Azcomytoca y Deuteromycota (Alexopoulos y Mims, 1979), así como la Chytridiomycota y oomycota, los cuales previamente se les clasificaba dentro del grupo de los hongos. La mayoría de los géneros de hongos entomopatógeno que se encuentran bajo investigación, pertenecen a la clase Entomophthorales en la División Zygomycota o la clase Hyphomycetes en los Deutoromycota (Shah y Pell, 2003). Inician su infección generalmente por medio de esporas en Zigomycotina, conidios en Deuteromycotina, zoosporas y planosporas en Mastigomycotina y ascosporas en Ascomycotina. Las unidades infectivas presentan diferentes tamaños y lugares de origen, algunas son secas como los conidios de *B. bassiana* y *Metarhizium* (Alatorre, 1998).

En un estudio de la micoflora asociada con la broca y sus galerías fueron 10 géneros de 201 aislados y todos los géneros identificados en el insecto, fueron aislados en las galerías, los hongos con mayor abundancia fueron: *Fusarium*, *Penicillium* y *Geotrichum*; con un 55.7, 24.3 y 10.8 % respectivamente. Así mismo,

géneros como *Cephalosporium*, *Geotrichum* y *Oidiodendrum* fueron registrados por primera vez como asociados con *H. hampei* y sus galerías en el café *C. canephora* (Gama Fde *et al.*, 2006).

La taxonomía y las interrelaciones de este grupo de entomopatógeno se ha basado en el análisis de las secuencias de las regiones parciales de los genes de α -tubulina y RNA ribosómico. Estudiando la estructura de *B. bassiana* y *Nomuraea rileyi*, se demostró que todas las especies de hongos entomopatógenos asexuales incluidos en el estudio pertenecían a la familia Clavicipitaceae, del orden Hypocreales de los Ascomycota. Se observaron diferentes linajes dentro de *B. bassiana*, lo que demuestra la complejidad de dicha especie (Neelapu *et al.*, 2009).

3.2.3. Clasificación taxonómica de *Beauveria bassiana*

De acuerdo con las consideraciones de Alexopoulos y Mism (1979), la *B. Bassiana* la clasifica como:

Reino: Mycetozoa

División: Amastigomycotina

Subdivisión: Deuteromycotina

Clase: Deuteromycetes

Subclase: Hypomycetes

Orden: moniliales

Familia: Moniliaceae

Genero: *Beauveria*

Especie: *bassiana*

Sin embargo, hoy se le ubica como:

Dominio Eucaria

Reino: fungi

División: Ascomycetes

Clase Sordariomycetes

Orden Hypocriales

Familia: Clavicipitales (Neelapu et al., 2009; Wikipedia, 2009).

3.2.4. Morfología

Es un entomopatógeno imperfecto con hifas septadas y estructuras reproductivas denominadas conidióforos, sobre las cuales se desarrollan los conidios. En este hongo, se ramifica su micelio para formar conidióforos simples e irregulares que determinan en vértices con forma de racimos; la base de las células es globosa o abultada con un adelgazamiento en el área de inserción de los conidios, de 2 a 3 μm o 2 a 2.5 μm y esterigmas curvados en forma irregular o dispuestos en forma de zig-zag (Figura 10) (Gallegos *et al.*, 2003). Después de que varias conidias se reproducen; las conidias son hileras, redondeadas a ovoides y unicelulares. Posee conidias de globosas a subglobosas y la estructuras conidióforos formas densos grupos (Alean, 2003).

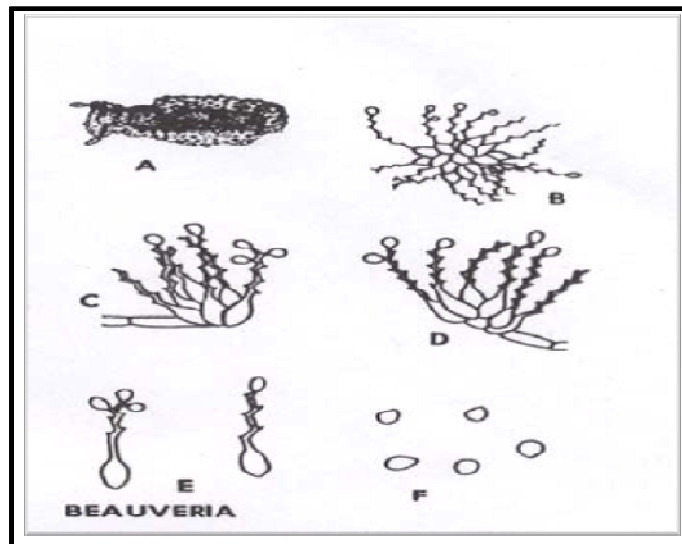


Figura 10. Estructura de conidióforos y conidias de *B. bassiana*.

3.2.5. Proceso de infección

La composición del integumento de los insectos se ha explorado como fuente de nutrición de algunos hongos (González *et al.*, 2001). Por ejemplo las especies de *B. bassiana* causan enfermedades en insectos que se conocen como muscardinas blancas. Se caracterizan por presentar micelio blanco, conidióforos sencillos, irregularmente agrupadas o en grupos verticiliados (Gallegos *et al.*, 2003).

Las esporas o conidias de *B. bassiana* son las estructuras infectivas y una vez entran en contacto con el integumento de la broca, germinan y penetran, inmovilizándola a las 48 h. como máximo. Luego continúa su desarrollo internamente en el insecto hasta causar la muerte (Pérez, 2007).

Estos microorganismos patógenos actúan por contacto ya que las unidades infectivas (conidias o esporas) deben estar sobre la cutícula del insecto hospedero. Una vez en contacto con la cutícula el hongo empieza a germinar, produce un tubo germinativo que empieza a deslizarse sobre la cutícula buscando puntos que facilite su penetración. Esta penetración es ayudada por la formación de células apresoriales que ejercen presión física sobre el exoesqueleto, además de la producción de enzimas, proteasas, quitinazas y lipasas, que degradan la cutícula (Alatorre, 1999). Las proteasas secretadas durante las primeras etapas de penetración, son consideradas como el factor de virulencia mas importante debido a que las proteínas es el constituyente mas abundante de la cutícula además de que se encuentra rodeado las microfibrillas de quitina (Bidochka y Khachatourians, 1990).

Como consecuencia de la infección una vez que el hongo ha penetrado la cutícula y la epidermis, este crece abundantemente en la hemolinfa, el insecto muere, su cuerpo se endurece y al cabo de varios días, se observa el resultado de una combinación de daños mecánicos producidos por el crecimiento del hongo, desnutrición y acción de metabolitos secundarios o toxinas (Gallegos *et al.*, 2003).

Los insectos muertos por el ataque de hongos infecta por contacto a otros y si el ambiente es favorable para el desarrollo del hongo, el control se disemina rápidamente a toda la población (Gallegos *et al.*, 2003). Provocando una epizootica, que se caracteriza por un elevado índice de insectos infectados como consecuencia de la multiplicación y desimanación del control biológico (Lazo, 1990).

La reproducción del entomopatógeno es de dos a tres días después de la muerte del insecto (la muerte del insecto ocurre a los cuatro o cinco días después de la inoculación) las micotoxinas causan la muerte del insecto debido a la degeneración de los tejidos, producto de la pérdida de la integridad estructural de las membranas seguido de la deshidratación de las células por pérdida de fluidos (Alean, 2003).

Se han evaluado variables nutrimentales como indicativos de virulencia del hongo entre las que se encuentran: crecimiento colonial, rendimiento de esporas, velocidad de germinación, relación conidial C/N y actividad Pr1 (una proteasa). Se destaca que las determinantes relacionadas con el hospedero tales como la cutícula y condiciones fisiológicas y ambientales pueden determinar la susceptibilidad y por lo tanto la virulencia de aislados fúngico (Cho *et al.*, 2006; Safavi *et al.*, 2007).

Mejorar la virulencia y velocidad de muerte del hospedero con *B. bassiana*, se podrá lograr mediante el conocimiento de los mecanismos de la patogénesis y los genes blancos modificados genéticamente. Dentro de estos sobresalen dos de quitinasas (Bbchit1 y Bbchit2), los que se han caracterizado previamente. Ya se han generado cepas modificadas en las cuales se encuentra una mayor capacidad en la penetración de la cutícula del hospedero (Fan *et al.*, 2007). Se ha demostrado que mediante la sobreexpresión del gen de la quitinasa (Bbchi1), se aumenta la virulencia del hongo por áfidos, ello lo indica por la disminución

significativa del 50% de la concentración letal y el tiempo letal, en comparación con las cepas silvestres (Fang *et al.*, 2005).

El desarrollo de los hongos entomopatógeno, en particular de los Deuteromicetes, pueden ser divididos en diez etapas (Gallegos *et al.*, 2003):

1. Adhesión al tegumento.
2. Germinación de los conidios o esporas.
3. Penetración a través de la cutícula de insecto.
4. Multiplicación del hongo en el hemocele
5. Producen toxinas, por ciertas especies (beauvericina).
6. Muerte de insecto.
7. Coloniza el interior del hospedero.
8. El micelio sale del exterior, pasando a través del tegumento.
9. Esporula sobre la superficie del insecto.
10. Los propágulos son diseminados al ambiente

3.2.6. Factores ambientales en los entomopatógeno

Los hongos entomopatógeno son afectados por una compleja interacción entre factores ambientales bióticos y abióticos. Entre las que se puede mencionar temperatura, humedad, pH, luz, hospedantes y sustratos; por lo que es importante considerar que las limitaciones impuestas a la infección por un factor ambiental puede restringir la efectividad del hongo entomopatógeno sobre el control del insecto (Godoy *et al.*, 2007).

Los factores ambientales son importancia en la formación, germinación, sobrevivencia y penetración de las esporas en la cutícula del insecto y tanto las esporas como las hifas del hongo sobreviven asociados al hospedante o al sustrato influenciado por diferentes factores bióticos y abióticos (Alatorre, 1999).

La eficacia de este hongo en el control depende de variables como aislamientos específicos, humedad y temperatura adecuadas necesarias para la germinación y esporulación del insecto (Godoy *et al.*, 2007).

Los hongos se desarrollan en los insectos cuando la humedad relativa es superior a 70% con temperatura de 22 a 26 °C (Gallegos *et al.*, 2003). Cuando el hongo encuentra condiciones favorables de humedad y temperatura este germina sobre el insecto produciendo un tubo germinativo. La germinación ocurre en un mínimo de 12 horas a una temperatura de 23 a 30 °C y una humedad relativa alta (Lazo, 1990).

Diversos autores mencionan que los hongos requieren de cierta temperatura mínima y alta humedad relativa para poder desarrollarse y efectuar sus actividades. *B. bassiana* puede encontrarse en un amplio rango de temperatura que va desde los 15 ° a los 30° C y una humedad relativa de 90%. Sin embargo hay ciertas preferencias de estas condiciones dependiendo de aislamientos o cepas del hongo (Godoy *et al.*, 2007).

La tolerancia de las conidias de *B. bassiana* al estrés térmico es significativamente afectada por la composición del medio y condiciones de cultivo empleadas para su producción. Donde un 4 % de glucosa o 1 % de almidón como fuentes de carbono y $\leq 50 \mu\text{g ml}^{-1} \text{Mn}^{2+}$ como adición de metal. La termotolerancia conidial se disminuye substancialmente cuando la sacarosa y el Fe^{+3} o Cu^{2+} fueron empleados en el medio, pero se alteraron ligeramente cuando $50\text{-}200 \mu\text{g ml}^{-1} \text{Zn}^{2+}$ fueron incluidos (Ying y Feng, 2006).

3.2.7. Espectro de acción y aplicación de *B. bassiana*

El hongo entomopatógeno *B. bassiana* tienen un amplio espectro de acción, ya que puede atacar a los insectos en estado de huevecillo, larva, pupa y adulto.

Tienen un estrecho rango de hospedantes, por lo que su uso no afecta a insectos benéficos (Godoy *et al.*, 2007).

La primera aplicación del hongo *B. bassiana* se recomienda realizar en mes de junio o julio, para controlar las brocas que aparecen en los primeros frutos. La fecha puede variar dependiendo del momento que ocurre la floración. Si la floración ocurre muy temprano, la primera aplicación debe hacerse temprana, aproximadamente 120 días después que ocurre dicha floración (Monzón, 2004).

La segunda aplicación se recomienda hacerla en el mes septiembre para controlar las brocas presentes en los frutos de la cosecha principal (Monzón, 2004). El control biológico se realiza mediante la aspersión del hongo entomopatógeno *B. bassiana* directamente sobre los frutos utilizando la concentración mínima de 1.3×10^{12} esporas viables/ha, dependiendo de los índices de infestación (Barrera, 2007).

Cuadro 3. Pruebas de patogenicidad de *B. bassiana* sobre la broca de café (Góngora, 2005).

DOSIS (Esporas/ml)	Cepa	% Mortalidad	Días de muerte
1×10^5	Bb	42.7	8.8
1×10^5	Bb- <i>pr1A</i>	64.4	7.4
1×10^6	Bb	68.3	6.5
1×10^6	Bb9205- <i>pr1A</i>	93.3	4.9

Se debe señalar que tan efectivo es la virulencia de *B. bassiana*, realizando bioensayos en laboratorio para observar su comportamiento y mortalidad de los insectos (cuadro 3), ya que este hongo produce muchas enzimas extracelulares en medios nutritivos tales como proteasa, lipasa y quitinasa, las cuales están

involucradas en la penetración del integumento del hospedante y en consecuencia en la infección y su expresión esta influenciada por la concentración de la cutícula y el origen de la misma en el medio del cultivo (Arboleda *et al.*; 2004).

En estudios de aplicaciones de campo de *B. bassiana* como agente de biocontrol, parece no poseer riesgo al ambiente. No se encontraron evidencias de desplazamiento de las poblaciones nativas de *B. bassiana*. Los resultados experimentales indican que, la introducción de cepas exóticas de *B. bassiana* pueden persistir localmente en un ambiente e infectar hospederos de insectos no blanco, destacándose la importancia de la seguridad a las aplicaciones de gran escala de los hongos como agente de biocontrol (Wang *et al.*, 2004).

Las variaciones en las propiedades de las superficies celulares, llevan a diferentes cualidades de adhesión, con lo cual se podría mejorar la eficacia y especificidad por hongo entomopatógeno para su hospedero (Holder and Keyhani, 2005).

Así mismo, se ha encontrado que diferentes propágulos infecciosos de *B. bassiana* pueden ser aislados y seleccionados del hospedero de interés. Debido a que esta especie produce además del crecimiento hifal y micelial, un número de células tipo monocucleadas, incluyendo conidias aéreas, blastosporas y conidias sumergidas, las cuales pueden ser aisladas en cultivo en placas de agar, cultivos sumergidos líquidos y en aquellos con nutrimentos limitados. Estas células exhiben distintas características morfológicas, bioquímicas y patológicas, por lo tanto, se les deberá de poner atención para propósitos de control biológico (Holder *et al.*, 2007).

En el caso de especies de *Beauveria*, presentan el potencial de inducir reacciones alérgicas en humanos (Westwood *et al.*, 2005), a pesar de que ningún alérgicos en particular se ha caracterizado, del estudio realizado con *B. bassiana*, cuatro alérgicos fueron identificados. Proteínas recombinantes corresponden a dos de los cuatro, Bb-enol y Bb-Ald fueron unidas por las *IgEs* del suero derivado de

pacientes con alergias fúngicas. Por tanto, con este trabajo se confirma la potencialidad de alergia de la especies hongos de uso en el control biológico (Westwood *et al.*, 2006). Ya se ha reportado un caso de una infección diseminada por este hongo, aunque no se le considera como patógeno humano, el paciente pudo ser controlada la infección por medio del tratamiento con antibióticos anfotericina B e itraconazola (Tucker *et al.*, 2004).

4. Cosecha

La cosecha es un factor clave que determina la calidad del café ya que durante la maduración del grano ocurren transformaciones muy importantes entre las que se pueden mencionar (Banegas, 2009):

- a) Degradación de la clorofila y síntesis de pigmentos (carotinoides, antocianinas).
- b) Disminución de la astringencias por reducción de compuestos fenólicos
- c) Aumento de los compuestos responsables del aroma.

Esto significa que solo los frutos que alcanzan la plena madurez llegan a su punto óptimo de calidad y que todos los procesos subsecuentes solo contribuyen a conservarla. Las cerezas muy maduras de color rojo vino (sobre maduras) producen una bebida afrutada e incluso con sabor a levadura o vinoso. Las cerezas negras secadas en el cafeto producen una bebida con sabor a madera (Banegas, 2009).

El proceso del cultivo de café termina con la recolección de la cereza madura, en forma manual realizando 3 o 4 recolecciones en las cuales únicamente se cortan cerezas maduras, ya que esto mejora los rendimientos y la calidad de la bebida (Cecafe, 2009). Es recomendable que el corte de los frutos se realice cuando estos hayan alcanzado un color cereza uniforme (Villas, 1990).

Las mezclas de frutos maduros con contenidos mayores a 2.5% de frutos verdes producen un deterioro de la calidad de bebida y rendimiento del café. Las cerezas inmaduras (verdes o pintonas) producen un grano descolorido y una bebida con sabor y olor a fermentos (Puerta, 2000).

Sin embargo se menciona que la composición química del café verde depende principalmente de la variedad, aunque ligeras variaciones son posibles debido a las condiciones agroclimáticas, prácticas agrícolas, procesamiento y almacenamiento, su composición promedio se presenta en el Cuadro 4 (George *et al.*, 2008)

Cuadro 4. Composición química promedio del café en verde.

Componente	Composición (%)
Azúcares reductores	1
Sacarosa	7
Pectina	3
Almidón	10
Pentosan	5
Hemicelulosa	15
Holocelulosa (fibra)	18
Lignina	2
Aceites	13
Proteína	13
Cenizas	4
Ácido clorogénico	7
Otros ácidos	1
Trigonelina	1
Cafeína	1

4.1. Manejo post cosecha

El tipo de beneficiado es un proceso que transforma el fruto en el factor que en mayor grado determina la calidad del café en los procesos de beneficiado húmedo y beneficiado seco (Norma técnica de competencia laboral).

4.1.2. Beneficio húmedo

En el beneficio húmedo se caracteriza por el alto uso del agua en el que se obtiene un café de mayor calidad en comparación con el procesamiento por la vía seca (Banegas, 2009). El beneficio húmedo comprende 5 operaciones; recolección, despulpado, desmucilaginado, lavado y secado ya que influyen directamente en la calidad de café (Pineda et al., 2001).

- **Despulpado.** Consiste en remover el epicarpio y parte del mesocarpio (pulpa) del fruto, con el fin propiciar una aceleración del proceso de descomposición del mucílago y evitar el manchado del café pergamino por dispersión de los pigmentos antocianicos presentes en el epicarpio del fruto, se debe realizar cuando el café esta maduro y debe hacerse durante las primeras 8 horas posterior a la cosecha (Wintgens, 1992).
- **Desmucilaginado.** Consiste en eliminar el resto del mucilago que quedo adherido al pergamino. El propósito de la eliminación del mucilago es para facilitar el secamiento del grano, sin que deteriore la calidad por efectos de fermentos o sobrefermentos. La separación del mucilago puede realizarse de tres: fermentación natural, química y desmucilaginado mecánico (Pineda et al., 2001).
- **Lavado.** Tiene el propósito de eliminar todas las sustancias residuales del mucilago que todavía se encuentra adherido al pergamino del café. En caso del que el café quede mal lavado pueden presentarse fermentaciones

secundarias, lo que ocasionara que el café pergamino quede manchado y adquiera un mal olor. Se debe evitar almacenar el pergamino húmedo o retardar el paso al proceso de secado. Este tipo de retraso produce efectos negativos sobre la calidad de la bebida: sabor a tierra y fermento, cuerpo sucio, amargo intenso y poca acidez de la bebida (Banegas, 2009).

- **Secado.** Se diferencian básicamente dos tipos de secado: el natural o al sol y al secado artificial; sin embargo la mejor calidad se obtiene con el sacado natural (Banegas, 2009).

4.1.3. Beneficio seco

En este proceso se seca la cereza entera inmediatamente después de la recolección hasta que el grano alcance el contenido de humedad deseada (menos del 13%). La cantidad de este café se ve afectada por diferentes practicas tales como; la recolección no selectiva, la mezcla de café sobremaduro, el manejo inapropiado del secado del café extendiéndolo directamente sobre la tierra y amontonándolo en capas tan gruesas que fermenta y se enmohece (Banegas, 2009).

Es la fase complementaria de los cafés lavados donde se transforman de café pergamino a café verde u oro. El beneficio seco se usa también para obtener cafés no lavados (café bola o capulín o natural). Estos cafés pasan directamente del corte al beneficio seco. El proceso del beneficiado seco consiste en quitarle la cáscara o pergamino al café mediante el mortero para obtener el café verde, después se clasifican y por último se seleccionan los mejores granos (anónimo, 2008).

V. CONSIDERACIONES

De acuerdo a los autores citados en esta investigación, sobre el cultivo de café y su control biológico para combatir a la broca de café una de las plagas más importantes para este cultivo ya que provoca pérdida en la producción y calidad del producto. Este pequeño gorgojo se ha combatido mediante la aplicación de agroquímicos dicho producto han hecho resistente a este insecto, ocasionando problemas de contaminación ambiental, afectando la biodiversidad del ecosistema. Por lo tanto, es necesario buscar alternativas, como el uso del hongo entomopatógeno *B. bassiana* como control biológico para esta plaga.

El uso de hongos entomopatógenos como el caso de *B. bassiana* no causa alteración en el ambiente. Este se ha caracterizado por controlar broca a nivel mundial por sus excelentes características patogénicas. La eficacia de este hongo en el control depende de variables como aislamientos específicos, humedad y temperaturas adecuadas necesarias para la germinación y esporulación en el insecto. Las características principales para que este hongo entomopatógeno sea eficaz en el control de broca, son su formulación y aplicación apropiada, así como la elevada virulencia del aislamiento. Es importante considerar las prácticas culturales como una medida fitosanitaria que ayuda a disminuir las poblaciones de las plagas.

Dado que el cultivo de café es una actividad estratégica fundamental en el país, debido a que permite la integración de cadenas productivas, la generación de empleos y el modo de subsistencia de muchos pequeños productores y grupos indígenas se ha convertido en un aspecto de vida social, económico y cultural. Lo que permite que se pueda pensar en un programa de manejo integrado para el combate de la broca, donde se utilice el hongo entomopatógeno *B. bassiana*.

VI. CONCLUSIÓN

Debido a la crisis económica que a sufrido la producción de café por los bajos precios en el mercado internacional, además de las distintas enfermedades y plagas que acechan a los cultivos, principalmente su principal enemigo siendo la broca, causando graves pérdidas en el cultivo en cantidad y calidad de la producción, teniendo la capacidad de reducir la cosecha un 50%, ocasionando mermas en la producción. Las pérdidas que ocasiona este insecto lo han elevado a la categoría de plaga número uno de los cafecultivos mundial. Lo que ha llevado buscar estrategias de manejo de control biológico mediante los hongos entomopatógeno teniendo un estrecho rango de hospedante, por lo que su uso no afecta a insectos benéficos y no se produce contaminación ambiental.

En el cultivo de café se debe llevar un buen manejo para evitar que baje su producción, considerando la agricultura orgánica en pequeña escala como un valor agregado en su producción. Para que este sistema funcione, se requiere de obras de conservación de suelos, podas, café bajo sombra y la utilización de control biológico, minimizando controles químicos que afecten el medio ambiente.

Se ha encontrado que *B. bassiana* de manera natural parasitando a la broca, en el que se observa la mortalidad que causa este hongo. Desde una perspectiva agroecológica, los hongos entomopatógeno es una alternativa viable para el control de la broca, sin embargo es importante evaluar la efectividad de las cepas de *B. bassiana* en condiciones de laboratorio antes de seleccionar la más adecuada que se utilizara como control biológico y para cada Agroecosistema productor de café.

VII. REFERENCIAS

- Alatorre, R.R. 1998. Microorganismos entomopatógeno como agentes de control biológico. Memoria Métodos Alternativos para el Control de Plagas: 91-107.
- Alatorre, R.R. 1999. Consideración en el manejo de los hongos entomopatógeno como bioinsecticidas. Memoria del II Foro Regional de Control Biológico: 15-19.
- Acevedo, M.J., and L.J. Núñez. 2003. Supervivencia y parasitismo de nematodos entomopatógeno para el control de *Hypothenemus hampei* Ferrari (Coleoptera: Scolytidae) en frutos de café. Bol. San. Veg. Plagas 29:523-533.
- Arboleda, J.W., B.F. Delgado, and J.A. Valencia. 2004. Detección de Beauvericina en el hongo entomopatógeno *Beauveria bassiana* mediante el uso de anticuerpos policlonales. Revista Colombiana de Entomología 30:125-130.
- Alexopoulos C. J. and Mism C. W. 1979. Introductory mycology. Third edition. Printed in the United States of America.
- Alean, C. I. 2003. Evaluación de la patogenicidad de diferentes hongos entomopatógeno. Tesis. 166
- Anacafe. 1988. Manual de cafecultura. Guatemala.
- Anónimo, 2009. Descripción del proceso productivo y del beneficio del café. Guía ambiental para el sector cafetalero. p. 30.
- Anta, F. 2006. El café de sombra: un ejemplo de pago de servicios ambientales para proteger la biodiversidad. Gaceta Ecológica 80:19-31.
- Arya, M., and L.J. Rao. 2007. An impression of coffee carbohydrates. Crit Rev Food Sci Nutr 47:51-67.
- Banegas, R.K. 2009. Identificación de las fuentes de variación que tienen efecto sobre la calidad del café (*coffea arabica*) en los municipios del Paraíso y Alauca, Honduras. Tesis: 74.
- Barrera, J.F., J. Herrera, A. villacorta, H. García, and C. Leopoldo. 2006. Trampas de metanol - etanol para detección, monitoreo y control de la broca del café *Hypothenemus hampei*. Simposio: 71-83.
- Barrientos, M. E. 1990. Manejo de los suelos cafetaleros.125-135.
- Benito, S., J. 2009. Paquete Tecnológico de Manejo Integrado del Café. INIA.
- Bidochka, M.J., and G.G. Khachatourians. 1990. Identification of *Beauveria bassiana* extracellular protease as a virulence factor in pathogenicity toward the migratory grasshopper *Melanoplus sanguinipes*. J. Invertebr. Pathol 59:165-163.
- Blanco, M., J. Haggar, P. Moraga, J.C. Carmen, and G. Pavon. 2003. Morfología del café (*Coffea arabica* L.), en lotes comerciales. Nicaragua. Agron. Mesoamer. 14:97-103.
- Camilo, J.E., O.F. Félix, and J.H. Antonio. 2003. Fenología y reproducción de la broca del café (*Hypothenemus hampei* Ferrari) durante el desarrollo del fruto. Agronomía Mesoamericana 14:59-63.
- Cadena Agroalimentaria del café. 2003. Caracterización de la cadena de I café e identificación, de las demandas tecnológicas.

- Cárdenas, S.I. 2007. Caracterización morfológica y agronómica de la colección núcleo de café (*coffea arabica* L.) del CATIE. Tesis: 117.
- Carcache, V. M. 2002. Microorganismos no patógenos predominantes en rizosfera de café y su relación sobre la incidencia de enfermedades foliares y población de nematodos fitopatógenos en los sistemas convencional y orgánico. Tesis: 111.
- Cardoso, I., C. Boddington, B. Janssen, O. Oenema, and T. Kuyper. 2003. Distribution of mycorrhizal fungal spores in soils under agroforestry and monocultural coffee systems in Brazil. *Agroforestry Systems* 58:33-43.
- Carvajal, J.F. 1984. Cafeto. Cultivo y Fertilización.
- Castillo, A., J. Gómez, F. Infante, and F.E. Vega. 2009. Susceptibility of the Parasitoid *Phymastichus coffea* LaSalle (Hymenoptera: Eulophidae) to *Beauveria bassiana* under laboratory conditions. *Neotrop Entomol* 38:665-70.
- Castillo, V.A. 1995. Evaluación de nematodos entomogenos (Rabbitida: Steinematidae y Heterorhabditidae) para el control biológico de broca de café *Hypothenemus hampei* Ferr. en Chiapas, México. Tesis:87.
- Cecafe. 2009. Paquete tecnológico para el cultivo de café orgánico en el estado de Colima:58.
- Chiu-Magaña, M., A. Castillo, and J. Rojas. 2009. Estímulos usados en el reconocimiento del hospedero por *phymastichus coffea*, un parasitoide de la broca de café. *Agrociencia* 43:393-401.
- Cho, E.M., L. Liu, W. Farmerie, and N.O. Keyhani. 2006. EST analysis of cDNA libraries from the entomopathogenic fungus *Beauveria* (*Cordyceps*) *bassiana*. I. Evidence for stage-specific gene expression in aerial conidia, in vitro blastospores and submerged conidia. *Microbiology* 152:2843-54.
- Damon, A. 2000. A review of the biology and control of the coffee berry borer, *Hypothenemus hampei* (Coleoptera: Scolytidae). *Bulletin of Entomological Research* 90:453-465.
- De La Rosa, W., H.R. Segura, J.F. Barrera, and T. Williams. 2000. Laboratory Evaluation of the Impact of Entomopathogenic Fungi on *Prorops nasuta* (Hymenoptera: Bethyilidae), a Parasitoid of the Coffee Berry Borer. *Biological Control* 29:126 - 131.
- Escamilla, E., R. Ruiz, P. Díaz, S. Landeros, R. Platas, C. Zamarripa, and H. González. 2005. El agroecosistema café orgánico en México. *Manejo integrado de plagas y agroecología* 76:5-16.
- Fan, Y., W. Fang, S. Guo, X. Pei, Y. Zhang, Y. Xiao, D. Li, K. Jin, M.J. Bidochka, and Y. Pei. 2007. Increased insect virulence in *Beauveria bassiana* strains overexpressing an engineered chitinase. *Appl Environ Microbiol* 73:295-302.
- Fang, W., B. Leng, Y. Xiao, K. Jin, J. Ma, Y. Fan, J. Feng, X. Yang, Y. Zhang, and Y. Pei. 2005. Cloning of *Beauveria bassiana* chitinase gene *Bbchit1* and its application to improve fungal strain virulence. *Appl Environ Microbiol* 71:363-70.
- Féliz, M.D. 2003. Incidencia de la broca (*hypothenemus hampei* Ferr. 1867) y sus controladores naturales en plantas de café bajo diferentes tipos de sombra en San Marcos, Nicaragua. Tesis: 90.

- Fernández, S., and J. Cordero. 2007. Biología de la Broca del Café *Hypothenemus hampei* (Ferrari) (Coleoptera: Curculionidae: Scolytinae) en condiciones de laboratorio Bioagro 19:35-40.
- Gallegos, M.G., S.M. Cepeda, and P.R. Olago. 2003. Entomopatígeno. Editorial. Trillas, México. p.59-68.
- Gama Fde, C., C.A. Teixeira, A. García, J.N. Costa, and D.K. Lima. 2006. [Diversity of filamentous fungi associated with *Hypothenemus hampei* (Ferrari) (Coleoptera: Scolytidae) and its galleries in berries of *Coffea canephora* (Pierre)]. Neotrop Entomol 35:573-8.
- George, S.E., K. Ramalakshmi, and L.J. Mohan Rao. 2008. A perception on health benefits of coffee. Crit Rev Food Sci Nutr 48:464-86.
- Geromel, C., L.P. Ferreira, S.M. Guerreiro, A.A. Cavalari, D. Pot, L.F. Pereira, T. Leroy, L.G. Vieira, P. Mazzafera, and P. Marraccini. 2006. Biochemical and genomic analysis of sucrose metabolism during coffee (*Coffea arabica*) fruit development. J Exp Bot 57:3243-58.
- Gladstone, S., and A. Hruska. 2003. Una Guía para Promover el Manejo de Plagas más Seguro y más Eficaz con los Pequeños Agricultores.
- Godoy, J.C., R.E. Valera, C. Guédez, L.M. Cañizales, and C. Castillo. 2007. Determinación de temperatura y humedad óptima para la germinación y esporulación de cinco aislamientos de *Beauveria bassiana*. Rev. Fac. Agron. 24:415-425.
- González, G., J. Valencia, and P.A. Bustillo. 2001. Incremento de la patogenicidad de *Beauveria bassiana* sobre *Hypothenemus hampei*, utilizando integumento del insecto en el medio de cultivo. Manejo Integrado de Plagas 60:31-35.
- Gumier-Costa, F. 2009. First record of the coffee berry borer, *Hypothenemus hampei* (Ferrari) (Coleoptera: Scolytidae), in Para nut, *Bertholletia excelsa* (Lecythidaceae). Neotrop Entomol 38:430-1.
- González, S.J. 1978. Notas sobre clasificación de clima y ecología de zonas cafetaleras Inmecafe: 29.
- Góngora, B. C. 2005. Avances en conocimiento y mejoramiento del hongo entomopatígeno *B. bassiana* para el control de la broca de café. p. 9
- Gómez, 2002. El café orgánico y el comercio justo. p. 24.
- Holder, D.J., and N.O. Keyhani. 2005. Adhesion of the entomopathogenic fungus *Beauveria* (Cordyceps) *bassiana* to substrata. Appl Environ Microbiol 71:5260-6.
- Holder, D.J., B.H. Kirkland, M.W. Lewis, and N.O. Keyhani. 2007. Surface characteristics of the entomopathogenic fungus *Beauveria* (Cordyceps) *bassiana*. Microbiology 153:3448-57.
- Jin, K., Y. Zhang, W. Fang, Z. Luo, Y. Zhou, and Y. Pei. 2009. A carboxylate transporter gene BbJEN1 from the entomopathogenic fungus *Beauveria bassiana* is involved in the conidiation and virulence. Appl Environ Microbiol.
- Lazo, A.R. 1990. Susceptibilidad de la broca del fruto del cafeto (*Hypothenemus hampei*) al hongo entomopatígeno *B. bassiana*, y su tolerancia al oxiclورو de cobre Tesis: 71.

- Leblanc, H.A., M.E. Cerrato, A. Miranda, and G. Valle. 2007. Determinación de la calidad de abonos orgánicos a través de bioensayos. *Tierra Tropical* 3 (1):97-107.
- León, J. 2000. Botánica de los cultivos tropicales. Tercera Edición. p. 350-364
- López, M. 1990. Control de maleza en el cultivo de café. *Inmecafe*: 149-157.
- Mathieu, F., L. Gaudichon, and B. Frérot. 2001. Effect of physiological status on olfactory and visual responses of female *Hypothenemus hampei* during host plant colonization. *Physiological Entomology* 26:189-193.
- Méndez, L.I. 1990. Control microbiano de la broca del fruto del cafeto (*Hypothenemus hampei*) Ferr. Coleóptera: Scolytidae; con el hongo *Beauveria bassiana* (Bals) Vuill. (Deuteromycetes) en el Soconusco, Chis. Tesis: 135.
- Monzón, C., A. 2004. Control Biológico de la broca (*Hypothenemus hampei*) en el cultivo de café. *Guía Técnica N°.* 6:1-16.
- Najera, O. 2002. El café orgánico en México. *Cuaderno de Desarrollo Rural* 48:59-75.
- Neelapu, N.R., A. Reineke, U.M. Chanchala, and U.D. Koduru. 2009. Molecular phylogeny of asexual entomopathogenic fungi with special reference to *Beauveria bassiana* and *Nomuraea rileyi*. *Rev Iberoam Micol* 26:129-45.
- Pérez, A.H. 2007. Manejo de la broca del café en la República de Panamá. Simposio: 33-36.
- Pineda, C., C. Reyes, and F. Oseguera. 2001. Beneficiado y calidad del café. *Manual de cafecultura*: 211.
- Pohlan, A.J. 2005. Manejo de la cenosis en cafetales y sus impactos sobre insectos, con especial énfasis en la broca de café. Simposio 22-30.
- Porras, V.C. 2006. Comparación de sistemas de manejo en fincas de café orgánico y convencional dentro del Corredor Biológico Turrialba- Jiménez, Costa Rica. Tesis 150.
- Puerta, G. 2000. Calidad en taza de algunas mezclas de variedades de café de la especie *coffea arabica* L. *Cenicafe* 51:5-19.
- Rivera, F.A. 1990. Programa de colaboración técnica e investigación aplicada para el fomento a la cafecultura. *Inmecafe*: 36-37.
- Rubio, G.J., P.A. Bustillo, E.L. Vallejo, Z.J. Acuna, and M.P. Benavides. 2008. Alimentary canal and reproductive tract of *Hypothenemus hampei* (Ferrari) (Coleoptera: Curculionidae, Scolytinae). *Neotrop Entomol* 37:143-51.
- Safavi, S.A., F.A. Shah, A.K. Pakdel, G. Reza Rasouljan, A.R. Bandani, and T.M. Butt. 2007. Effect of nutrition on growth and virulence of the entomopathogenic fungus *Beauveria bassiana*. *FEMS Microbiol Lett* 270:116-23.
- Sagarpa. 2008. Mercado internacional del café.
- Samuels, R.I., R.C. Pereira, and C.A.T. Gava. 2002. Infection of the Coffee Berry Borer *Hypothenemus hampei* (Coleoptera: Scolytidae) by Brazilian Isolates of the Entomopathogenic Fungi *Beauveria bassiana* and *Metarhizium anisopliae* (Deuteromycotina: Hyphomycetes). *Biocontrol Science and Technology* 12:631-635.
- Shah, P.H., and J.K. Pell. 2003. Entomopathogenic fungi as biological control agents. *Microbiol Biotechnol* 61:413-423.

- Storey, G.K., and W. Gardner. 1986. Sensitivity of the Entomogenous Fungus *Beauveria bassiana* to Selected Plant Growth Regulators and Spray Additives. *Applied and Environmental Microbiology* 52:1-3.
- Tórrez, A.L., and M.J. Castillo. 2005. Evaluación de la incidencia natural de *Beauveria bassiana* (Bals) Vuill sobre *Hyphothenemus hampei* (ferreri) y *Leucoptera coffeella* (Guerin - Meneville) en el cultivo de café en dos zonas cafetaleras de Nicaragua. Tesis:61.
- Tucker, D.L., C.H. Beresford, L. Sigler, and K. Rogers. 2004. Disseminated *Beauveria bassiana* infection in a patient with acute lymphoblastic leukemia. *J Clin Microbiol* 42:5412-4.
- Vargas, V. 2007. Mujeres cafetaleras y producción de café orgánico en Chiapas. *E I cotidiano* 22:74-83.
- Villanueva, M., D. Aranda, and O. Regalado. 1990. Plagas del Cafeto: 165-167.
- Wagner, B.L., and L.C. Lewis. 2000. Colonization of corn, *Zea mays*, by the entomopathogenic fungus *Beauveria bassiana*. *Appl Environ Microbiol* 66:3468-73.
- Wang, C., M. Fan, Z. Li, and T.M. Butt. 2004. Molecular monitoring and evaluation of the application of the insect-pathogenic fungus *Beauveria bassiana* in southeast China. *J Appl Microbiol* 96:861-70.
- Westwood, G.S., S.W. Huang, and N.O. Keyhani. 2005. Allergens of the entomopathogenic fungus *Beauveria bassiana*. *Clin Mol Allergy* 3:1.
- Westwood, G.S., S.W. Huang, and N.O. Keyhani. 2006. Molecular and immunological characterization of allergens from the entomopathogenic fungus *Beauveria bassiana*. *Clin Mol Allergy* 4:12.
- Wikipedia. 2009. *Beauveria bassiana*. Fecha de Consulta. Dic/10/2009. disponible en: http://es.wikipedia.org/wiki/Beauveria_bassiana
- Wintgens, J. 1992. Factores que influncian la calidad del café. Simposio Latinoamericano de cafecultura Xalapa Veracruz México: 33.
- Wood, S.L. 1982. The bark and ambrosia beetles of North and Central America (Coleoptera: Scolytidae), a taxonomy monograph great basin naturalists. Memoria No. 6:875 -911.
- Westwood, G.S., S.W. Huang, and N.O. Keyhani. 2005. Allergens of the entomopathogenic fungus *Beauveria bassiana*. *Clin Mol Allergy* 3:1.
- Westwood, G.S., S.W. Huang, and N.O. Keyhani. 2006. Molecular and immunological characterization of allergens from the entomopathogenic fungus *Beauveria bassiana*. *Clin Mol Allergy* 4:12.
- Ying, S.H., and M.G. Feng. 2006. Medium components and culture conditions affect the thermotolerance of aerial conidia of fungal biocontrol agent *Beauveria bassiana*. *Lett Appl Microbiol* 43:331-5.
- Zamorano, R.F. 1999. Ficha técnica de café.