



República de Cuba

Universidad de Cienfuegos
“Carlos Rafael Rodríguez”

Facultad de Ciencias Agrarias.

Tesis en opción al título de ingeniero agrónomo.

TÍTULO: Manejo integrado de la broca (*Hypothenemus hampei*)
(Ferrari) en la finca de Leoncio Américo Pérez Chávez.

AUTOR: Ania Mavel Cardoso Villafaña.

TUTOR: Ing. Tamara García Arcia.

Cumanayagua, 2010
“Año 52 de la Revolución”

PENSAMIENTO

“La Agricultura es la única fuente constante, cierta y eternamente pura de riqueza”

José Martí

DEDICATORIA

A mis hijos.

AGRADECIMIENTOS

A mis padres y hermano por haberme guiado en los buenos y malos momentos que tiene la vida y por siempre contar con su apoyo tanto moral como espiritual de una u otra forma. A Fidel y la Revolución por haberme dado la oportunidad de realizar mis sueños. A aquellos que de una u otra forma han contribuido a la realización de este trabajo. En general a todos muchas gracias.

SINTESIS

El presente trabajo se realizó en la finca de Leoncio Américo Pérez Chávez, en la zona de Crucecitas, municipio Cumanayagua, provincia Cienfuegos, con el objetivo de evaluar el comportamiento del manejo integrado de la broca del café, basado en el conocimiento de las poblaciones de (*Hypothenemus hampei*), de la efectividad de *Beauveria bassiana* y en un sistema de trampeo bajo las condiciones agroecológicas de Crucecitas. Las evaluaciones realizadas con el hongo entomopatógeno demostraron su efectividad obteniéndose un 40% de infestación en la broca (Con aplicaciones cada 30 días en la fase post-cosecha al suelo y en la intercosecha al suelo y a la planta), con respecto al sistema de trampeo se logró un alto volumen de captura. El conjunto de medidas evaluadas demostraron su efectividad, logrando reducir el índice de infestación de un 10 % al 2 %.

Palabras clave: finca, comportamiento, café, hongo entomopatógeno, suelo

1. INTRODUCCIÓN	1
1.1 Antecedentes	1
1.2 Justificación del estudio	2
1.3 Problema	2
1.4 Objetivo General.....	2
1.4.1 Objetivos específicos.....	2
1.5 Hipótesis	3
1.6 Materiales y Métodos.....	3
1.6.1 Evaluación de los índices de infestación de la plaga.	4
1.6.2 Evaluación de la incidencia del hongo <i>B. bassiana</i> en las diferentes etapas de los ciclos productivo del cafeto.	4
1.6.3 Evaluación de las trampas de capturas con atrayente.	4
1.6.4 Saneamiento post cosecha e intercosecha.....	5
1.6.5 Otras Medidas fitotécnicas.	5
1.6.6 Fluctuación de la plaga (<i>Hipotenemus Hampei</i>) del 2002-2009...	5
1.6.7 Métodos.....	5
1.7 Beneficios Esperados	6
1.8 Límites de alcance de la investigación	6
2. DESARROLLO:	7
2.1 Marco Teórico de la Investigación	7
2.1.1. Valoración del contexto local, nacional y mundial	7
2.1.2 Estado actual del conocimiento de la broca (<i>Hypothenemus hampei</i>).	8
2.1.3 Carencia	21
2.2 Resultados y Discusión	22
2.2.1 Evaluación de la incidencia del hongo <i>B. bassiana</i> en las diferentes etapas de los ciclos productivo del cafeto.	22
2.2.2 Evaluación de las trampas de capturas con atrayente.	24
2.2.3 Saneamiento post- cosecha e intercosecha	25
2.2.4 Otras Medidas fitotécnicas	25
2.2.5 Fluctuación de la plaga (<i>Hipotenemus Hampei</i>) del 2002-2009.	26
3. CONCLUSIONES	29
4. RECOMENDACIONES	30
5. BIBLIOGRAFÍA	31

1. INTRODUCCIÓN

1.1 Antecedentes

Dentro de los agroecosistemas de importancia económica, el cafetalero es uno de los más importantes. Teniendo en cuenta que en la actualidad el café es uno de los productos agrícolas de exportación y por lo tanto fuente captadora de divisas para más de 50 países del Tercer Mundo que lo cultivan, entre los que se encuentran Cuba. La importancia del cafeto y su horizonte de aplicación de consumo se amplía por momentos. (Sánchez, 2000).

El cafeto (*Coffea spp.*) de la familia *Rubiaceae* es una planta de gran importancia económica en Cuba, que se cultiva tradicionalmente en los cuatro sistemas montañosos: Sierra Maestra, Sagua - Nipe - Baracoa, Escambray y Guaniguanico, que abarcan ocho provincias y 40 municipios. Básicamente se siembran las variedades pertenecientes a *C. arabica*, tales como Típica, Caturra, Catuay, Villalobos, así como los Catimores y en los últimos años se ha introducido de *C. canephora* la variedad Robusta. Existe una estrategia en cuanto a composición varietal y se conocen las mejores para cada región del país (Vázquez, 2003).

La atención a los cultivos requiere conocimientos, tanto teóricos como prácticos, que permitan el diseño de estrategias fitosanitarias actualizadas y de reducción de impacto sobre el medio ambiente, que puedan insertarse en lo que se conoce como manejo integrado de los cultivos. (Libro de protección fitosanitaria 2008)

Entre los factores que afectan las producciones agrícolas están las plagas y enfermedades y por ello la detección temprana de las mismas y la aplicación de medidas de control racionales y efectivas por tareas priorizadas para quienes tienen la responsabilidad de la protección fitosanitaria. (Libro de protección fitosanitaria 2008)

Con la aparición en Cuba de la Broca del Café *Hypothenemus hampei* Ferrari. En el año 1995, los rendimientos del cafeto se han afectado gradualmente, detectándose inicialmente en los municipios de Guamá y Buey Arriba en la provincia de Granma. Aunque fueron tomadas todas las medidas pertinentes y una serie de directivas para que este insecto plaga no se extendiera por el resto del territorio nacional, atendiendo a su resistencia y a los daños que este podía ocasionar, en la actualidad se encuentra

reportada en todo el país y según Grillo *et al.* (2004), los primeros reportes para regiones cafetaleras del macizo de Guamuhaya son del año 2002, registrándose niveles de infestación de hasta el 65%. Históricamente diversos autores (Le Pelley, 1973; Borbón, 1994; Bustillo, 2002; Camilo, 2003; Posadas *et al.*, 2003; Barrera *et al.*, 2006; Mejía *et al.*, 2007; Canet y García, 2008) han planteado que el daño causado por la broca obliga a que se tomen medidas de control eficientes y en el momento oportuno, que comprende el conocimiento a fondo de todos los factores que componen el ecosistema cafetero y sus múltiples interacciones.

Según Pierre (2008), el control de la broca del Café debe enmarcarse dentro de una estrategia general de manejo integrado de plagas que comprende varias tácticas y opciones de control como el control cultural, el biológico y el etológico o trampeo.

1.2 Justificación del estudio

A partir de 2001 apareció la broca (*Hypothenemus hampei*) (Ferrari) en el municipio de Cumanayagua, en la Empresa cafetalera del macizo, donde después de un período de rastreo se comenzó las aplicaciones de productos químicos (theodan) y biológicos (*Bauberia Bassiana*), así como saneamientos, en la actualidad se ha incorporado las trampas de capturas, pero los niveles de infestación de la plaga se mantiene.

1.3 Problema

La falta de un análisis sistémico que permita evaluar las alternativas que conformen el Manejo Integrado de la Broca bajo las condiciones agroecológicas de Crucesitas

1.4 Objetivo General

Evaluar el comportamiento del manejo integrado de la broca (*Hypothenemus hampei*) (Ferrari) en la finca de Leoncio Américo Pérez Chávez.

1.4.1 Objetivos específicos

1. Evaluar el proceso de manejo integrado de la broca (*Hypothenemus hampei*) (Ferrari) en la finca de Leoncio Américo Pérez Chávez, a partir de la recopilación de datos.

1.5 Hipótesis

Con la evaluación del Manejo integrado de la Broca (*Hypothenemus hampei*) (Ferrari) aplicado en la finca de Leoncio Américo Pérez Chávez, podemos delimitar la calidad de las actividades, así disminuir la incidencia y lograr cosechas con más calidad en los granos de Café cereza.

1.6 Materiales y Métodos.

La investigación se realizó sobre el manejo integrado de la broca en la finca de Leoncio Américo Pérez Chávez, de la Empresa Agroindustrial Eladio Machín, en el Hoyo de Macagual, perteneciente a la C.C.S.F Jorge Reyes Cruz, en la zona de crucecita a una altura de 240 MSNM colindando por el norte con la empresa Don Quijote, por el sur con la CPA Mario Castillo, por el este con Francisca Ramiro y por el oeste con la CPA Mario Castillo, con un suelo ferralítico rojo típico de montaña, la misma cuenta con un área de 20.13 ha, de esta 2.01 ha dedicadas al cultivo de café, variedad catimor. En sus alrededores colinda con cuatro productores donde en algunos casos realizan algunas actividades de manejo integrado de la broca y otros no realizan nada aunque en general realizan pocas o casi ninguna actividad

Las condiciones climáticas de la zona están caracterizadas por una temperatura media de 23.2° C, 2141 mm de lluvia anual y 1342 mm de humedad relativa. Figura 1.

Año	T.Media	Precipitación	H.Relativa
2004	23.1	2342	1340
2005	23.4	2250	1338
2006	23.3	2050	1343
2007	23	2150	1344
2008	23.5	2310	1340
2009	23.2	2140	1341
Media	23.2	2141	1342

1.6.1 Evaluación de los índices de infestación de la plaga.

Se recopilaron los datos de los muestreos de índices de infestación de la plaga por meses, realizados según lo establece la metodología propuesta en el programa de Manejo integrado de la Broca del Café, MINAGRI (2005,2008), donde se tomaban 36 plantas por ha, siendo en este caso 72 plantas y se realizaban mensualmente, a partir de estos se determinó un índice medio de la finca por año.

Formula para el cálculo índice de infestación:

$$\frac{\text{Granos infestados}}{\text{Total de granos}} * 100 = \text{Índice de infestación}$$

1.6.2 Evaluación de la incidencia del hongo *B. bassiana* en las diferentes etapas de los ciclos productivo del cafeto.

En la evaluación del hongo *B. bassiana* se utilizaron los datos de las aplicaciones realizadas por años al cultivo, realizados según la metodología propuesta en el programa de Manejo integrado de la Broca del Café, MINAGRI (2005, 2008), en las fases de inter cosecha (octubre- diciembre) y post-cosecha (febrero- abril). Se utilizó la cepa de *B. bassiana* autóctona del lugar, que en un momento la produjo el productor con buenos resultados, ya expuestos en trabajos realizados por el, y después con cepas producidas por el Centro de Reproducción de Entomófagos y Entomopatogenos (CREE) Cítrico Arimao y el CREE de la Sierrita.

1.6.3 Evaluación de las trampas de capturas con atrayente.

Se tomaron los datos de la cantidad de trampas instaladas en el área y su capacidad de captura por meses, donde se determinó el promedio de insectos por trampas en el área. Las mismas se encuentran instaladas según indica el programa de Manejo de la Broca del Café (MINAGRI, 2005, 2008). Las trampas utilizadas fueron confeccionadas con frascos desechables de refresco (1500 ó 2000 ml) a los que se le realizó una abertura rectangular o dos opuestas según indican los tratamientos, en cuyo interior colgando de su tapa se situó un frasco pequeño (difusor) de 30 ml al que se le practicó un orificio, en los cuales se introdujo el atrayente (café maduro más etanol) y también en el fondo del frasco trampa se añadió agua como medio de captura de los insectos. El atrayente que

se empleó en este caso fue una mezcla de etanol al 50% más café maduro, realizado con no menos de 7 días. Con una frecuencia semanal se contó el número de individuos capturados para cada trampa, para determinar el nivel de capturas de adultos de la broca.

1.6.4 Saneamiento post cosecha e intercosecha.

Se tuvieron en cuenta los datos de los dos saneamientos que se le realizaron al cultivo, el post- cosecha y dos intercosecha, los que se ejecutaron según el programa de Manejo integrado de la Broca del Café, MINAGRI (2005, 2008). En el caso del pos-cosecha se realizó (concluida la cosecha) la eliminación de granos quedados al 100 % de las plantas, así como los caídos al suelo y para el intercosecha se realizaron después de los 120 días de la floración la recogida de los granos afectados por plantas, teniéndose en cuenta la toma de un índice de infestación antes de comenzar y otro después para saber la efectividad del mismo.

1.6.5 Otras Medidas fitotécnicas.

Se tuvieron en cuenta las medidas fitotécnicas que regulan las poblaciones de plagas de insectos como colindancia y hospedantes que existe en los alrededores de la finca, utilizando las descritas para el cultivo del cafeto en el Programa de Defensa de la Broca (MINAG, 2005, 2008). Además estudios sobre hospedantes de plagas del cafeto (Johanneson y Mansingh, 1984; Urbina, 1986; citados por Feliz, 2002). También la utilización de cobertura viva en los suelos en el área de café. (MINAGRI, 2005,2008).

1.6.6 Fluctuación de la plaga (*Hipotenemus Hampei*) del 2002-2009.

Para conocer las fluctuaciones de las poblaciones del insecto y su incidencia en el grano de café, se tuvieron en cuenta los datos registrados en la entidad 01 que se recopilan a nivel de empresa. Donde se obtuvo los índices de infestación realizados por año, aplicaciones de *bauberia bassiana*, cantidad de trampas de captura con atrayente y saneamiento post- cosecha e intercosecha y su efectividad. Todo esto a través de la metodología propuesta por el MINAGRI (2005,2008).

1.6.7 Métodos

Para la realización de este trabajo se utilizaron diferentes métodos como:

Métodos teóricos:

Teniendo en cuenta el objetivo trazado se empleó el método histórico y lógico para determinar las características, particularidades del cultivo de café y la broca (*Hypothenemus hampei*), situación actual y precedente, tendencias y comportamiento del mismo en nuestras condiciones, en el país y el mundo.

Análisis documental:

Se evaluaron los documentos emitidos por el Ministerio de la Agricultura, el Ministerio de Economía y Planificación, el Ministerio de Finanzas y Precios, y otras instituciones y órganos de la Administración Central del Estado referidos a la broca (*Hypothenemus hampei*) y programas de desarrollo del cultivo de café.

Análisis Estadísticos

Para el análisis estadístico a los resultados obtenidos, de acuerdo con el diseño experimental empleado, se realizó mediante el paquete estadístico SPSS y la comparación de las medias se realizaron mediante la prueba de Duncan con una probabilidad $p < 0,05$.

1.7 Beneficios Esperados:

Conocer la efectividad del Manejo integrado de la broca (*Hypothenemus hampei*) (Ferrari) sin la utilización de productos químicos (Endosulfán).

1. Conocer la efectividad de la *Bauberia bassiana* en el manejo Integrado de la broca (*Hypothenemus hampei*) (Ferrari).
2. Conocer la efectividad de las trampas con atrayente en el manejo integrado de la broca (*Hypothenemus hampei*) (Ferrari).
3. Conocer la efectividad del saneamiento post- cosecha e Inter- cosecha en el manejo integrado de la broca (*Hypothenemus hampei*) (Ferrari).
4. Conocer la incidencia de las medidas fitotecnicas en el nivel de afectación de la plaga.

1.8 Límites de alcance de la investigación:

La investigación abarca una Finca de la CCS Jorge Reyes perteneciente al productor Leoncio Pérez Chavez, de la Empresa Agroindustrial Eladio Machín, lo que nos permite evaluar el Manejo Integrado de la Broca (*Hypothenemus hampei*) (Ferrari) para luego generalizarlo en otras áreas.

2. DESARROLLO:

2.1 Marco Teórico de la Investigación

El cafeto (*Coffea spp.*) de la familia *Rubiaceae* es una planta de gran importancia económica en Cuba, que se cultiva tradicionalmente en los cuatro sistemas montañosos: Sierra Maestra, Sagua - Nipe - Baracoa, Escambray y Guaniguanico, que abarcan ocho provincias y 40 municipios. Básicamente se siembran las variedades pertenecientes a *C. arabica*, tales como Típica, Caturra, Catuay, Villalobos y en los últimos años se ha introducido de *C. canephora* la variedad Robusta, así como los Catimores. Existe una estrategia en cuanto a composición varietal y se conocen las mejores para cada región del país (Vázquez, 2003). Los problemas fitosanitarios tienen una incidencia significativa en la producción y los rendimientos de este cultivo y son característicos para las distintas regiones del país. Las enfermedades causadas por hongos, insectos, nematodos y las malezas constituyen los grupos de organismos nocivos que mayores pérdidas ocasionan (Vázquez, 1993).

2.1.1. Valoración del contexto local, nacional y mundial

Antecedentes de *H. hampei* y su distribución actual

Este pequeño escarabajo, la plaga más notoria en algunas de las más importantes áreas de producción de café en el mundo, ha causado enormes pérdidas en varios países centroafricanos, donde es endémico, y en países en los que ha sido introducido, principalmente Indonesia y Malasia. En Brasil, con sus grandes producciones de café, ha causado pérdidas incalculables. Y sigue siendo una de las plagas primarias más graves de dicho cultivo (Le Pelley, 1973).

El insecto fue descrito originariamente por Ferrari en 1867, a partir de especímenes recibidos con un café elaborado, pero no hay testimonios, aparentemente de su presencia en el campo hasta 1901, año en el que fue citado en Gabón. Poco después, de 1902 a 1904, fue reportado en Oubangi-Charin y Tchad, territorios franceses por aquel entonces, en el Congo en 1903. En Uganda se describieron algunos ataques importantes en 1908 y 1909. Después de lo cual las referencias empiezan a ser numerosas, se introdujo en Java en 1909, por primera vez en Sao Paulo 1924, y se afirma que había sido importado de las Indias Orientales. Aparece por primera vez en

Tahití en 1963, sin reportarse en las restantes Islas de la Polinesia francesa (Le Pelley, 1973). En 1913 llega a América manifestándose en Brasil, en Jamaica 1978 y en Haití, República Dominicana y Cuba en 1995 (INISAV, 2005).

El 18 de abril del 2001 fue detectado el primer foco de infestación en el municipio, en la zona de El Nicho, cerca de la presa Hanabanilla. Ya existían reportes en la región en las provincias de Villa Clara y Santi Spiritus. Rápidamente se propagó por todos los cafetales del municipio, proveniente de ambos territorios.

Actualmente la estrategia de manejo integrado de la broca va dirigida a su control y no a su erradicación, debido al alto costo en recursos y en afectación al medio ambiente que esta implicaría. Aprender a convivir con la plaga.

2.1.2 Estado actual del conocimiento de la broca (*Hypothenemus hampei*).

Biología y hábitos del insecto

La broca del café es un coleóptero muy pequeño, de aproximadamente 1,8 mm de largo y 0,8 mm de ancho, de color negro y apariencia similar a los gorgojos, con metamorfosis completa (huevo, larva, pupa, adulto). **Posición taxonómica** Clase: Insecta Orden: Coleoptera Suborden: *Polyphaga* Superfamilia: *Scolytoidea* Familia: *Scolytidae* Género: *Hypothenemus* Especie: *Hypothenemus hampei* Ferrari Las hembras de la broca del café penetran en el interior de la cereza por un punto de la cicatriz floral, conocida por ombligo o disco, haciendo una galería a través del mucílago, pergamino y semilla, en cuyo interior pone sus huevecillos cuando los granos han alcanzado suficiente desarrollo, aproximadamente 120 días después de ocurrir la floración. Al cabo de 5 a 9 días emergen las larvas blanco-amarillentas, que empupan de 15 a 19 días más tarde en el interior de la cereza. Después de 5 a 9 días salen los adultos jóvenes. El número de mudas larvarias es de una para los machos y dos para las hembras. Las larvas destruyen los frutos con su actividad masticadora (MINAGRI, 2005).

Los huevos de 0,5 a 0,8 mm de largo y 0,2 mm de ancho son globosos, de color blanco al principio y después amarillento, las larvas son apodas, de color blanco, de 0,7 a 2,2 mm de largo y de 0,2 a 0,6 mm de ancho, provistas de mandíbulas y cubiertas de setas blancas, las pupas de 0,5 a 1,9 mm de largo y 0,6 mm de Ancho. La vida media de un adulto hembra es de 156 días y la del macho es de 103 días. Los machos son de menor

tamaño 1,1 mm aproximadamente, tienen alas atrofiadas, no pueden volar y raramente se encuentran fuera del grano. Las hembras quedan fecundadas aún sin melanizarse y ponen 30 huevecillos como promedio, pero se han contado 60 y más de una sola hembra (CNRFM, 2007). Camilo (2003) expresó que el número de larvas aumenta significativamente después de los 175 días post-floración primaria (DPFP) alcanzando valores promedios de 4,1 larvas por fruto hasta los 203 DPFP, indicando una etapa de alto riesgo de daño físico causado por las larvas presentes en el fruto. El número de pupas varió desde 0 hasta 1 por fruto durante el desarrollo del fruto, observándose el mayor número de pupas entre los 182 y 203 DPFP. Cada hembra puede atacar varios frutos tiernos en busca del idóneo para establecerse. Los machos, fecundan a las hembras antes que éstas abandonen las mismas, en condiciones favorables pueden desarrollarse hasta siete generaciones a partir de la misma hembra. En dependencia del estado de madurez estas abandonan la cereza donde se han desarrollado y de ahí emprenden el vuelo, que ordinariamente hacen en horas avanzadas de la tarde, próximo al oscurecer. La distancia más larga volada, conocida experimentalmente, fue de 346 metros, por lo que su diseminación a distancias mayores está relacionada con factores antropogénicos (MINAGRI, 2008). Giordanengo *et al.* (1993), en experimentos realizados en laboratorio reportan que las hembras de *H. hampei* fueron capaces de infestar cerezas de diferente grado de maduración, prefiriendo en forma altamente significativa cerezas rojas y frescas.

Salazar *et al.* (1993) consideraron que a medida que el fruto se encuentra más desarrollado la broca tiene mayor capacidad de incrementarse en número, y es posible que si no encuentra condiciones externas favorables, su progenie permanezca dentro del fruto por varias generaciones. Es por esto que en los granos sobremaduros y secos se encuentra el mayor número de broca. También afirman que para el desarrollo del fruto, desde la floración hasta la maduración transcurrieron 32 semanas como promedio en sus condiciones. La broca del café ha sido clasificada como plaga monófaga, cuyos únicos hospedantes pertenecen al género *Coffea*. Sin embargo, también se mencionan algunos hospedantes complementarios de los géneros *Tephrosia*, *Crotolaria* sp, *Centrosema plumieri*, *Caesalpinia* sp, *Leucaena glauca*, *Hibiscus* sp, *Rubus* sp, *Cajanus cajan*, *Phaseolus lunatus*, *Arachis hipogea*, *Ricinus* sp, *Gossipium hirsutum* e *Inga* sp, cuyos frutos son atacados por brocas adultas, no obstante en estos frutos *H. hampei* no

se reproduce. La broca no tiene hospedero alternativo para completar su ciclo de vida (Urbina, 1986; Johanneson y Mansingh, 1984; citados por Feliz, 2002). La broca del café, por ser precisamente un insecto específico del fruto del cafeto, tiene una alta correlación entre las fenofases de la cereza (desarrollo) y la susceptibilidad a esta plaga pasando desde el cuajado hasta la maduración, por diferentes etapas en las que varía notablemente su tamaño y contenido de materia seca, y pueden oscilar en el tiempo según las zonas geográficas y variaciones del clima (Vázquez *et al.*, 2005). Salazar *et al.* (1993) expresan que el momento apto en el cual la broca puede instalarse en el fruto ocurre a los 119 días pos-floración para la variedad Colombia en Chinchina, Caldas, a 1.400 m.s.n.m. Según Bustillo *et al.* (1998), los frutos de café empiezan a ser susceptibles al ataque de la broca, cuando su peso seco es igual o mayor al 20%, lo cual se logra cuando los frutos alcanza entre 100 y 150 días de desarrollo después de la floración dependiendo de la latitud. Las condiciones ambientales son un factor que determina la fluctuación de las poblaciones de *H. hampei*, Barrera (1992), al estudiar el efecto de los árboles de sombra sobre la infestación y la distribución espacial del insecto, estableció que el número de frutos perforados es más elevado en las plantaciones de sombra densa.

La etapa de post-cosecha, es en la que las poblaciones de *H. hampei* sobreviven dentro de las cerezas que cayeron al suelo durante la cosecha, así se convierten en fuente de infestación para la recolección siguiente (Vázquez *et al.*, 2005). Pierre (2008) afirma que al finalizar la cosecha, cuando el número de frutos escasea, pueden encontrarse más de 50 individuos en un solo fruto, fundamentalmente en los maduros y secos. También cuando son elevados los índices de infestación de la plaga pueden encontrarse dos o más perforaciones por fruto. Los granos más infestados por *H. hampei* al concluir la cosecha fueron los que se encontraban en las categorías de bolos, cotiledones y pergamino. Ello refuerza la hipótesis de que la hembra adulta busca granos con mayor posibilidad de sobrevivencia, ya que tienen mayor consistencia y están menos afectados por microorganismos. Estos datos indican la importancia de realizar una cosecha de calidad con el mínimo de granos caídos, así como las ventajas de las medidas de lucha en la etapa intercosecha. Por otra parte, permiten recomendar que se estudie la posibilidad de que el momento cercano a la fructificación sea el idóneo para el uso de cualquier método de control (supresión) sobre las poblaciones de

H. hampei de los granos en el suelo debido a que hay mayores posibilidades de éxito (menos granos y más concentración de poblaciones de la plaga) (Vázquez *et al.*, 2005). El propio autor plantea que las poblaciones del insecto en los granos que están en el suelo desarrollan habilidades de sobrevivencia, lo que les permiten mantenerse en los granos que mejor se conservan. Así, existen migraciones desde granos en fase de descomposición hasta aquellos con mejores características de mantenerse óptimos hasta que se inicie la fructificación.

Descripción de los daños ocasionados por el insecto al fruto

Las cerezas de café muestran generalmente una sola perforación. Al abrir la cerezas, en las galerías que realiza el insecto, se pueden encontrar todas las fases del mismo en diferentes estadios de desarrollo y cantidades variables, que dependen en gran medida, de la intensidad de la plaga y el número de frutos aptos existentes (CNRFM, 2007). El fruto atacado comienza a ennegrecerse con la aparición de una mancha circular alrededor de la zona de penetración, la que se extiende hasta ocuparlo por entero, a la par que va perdiendo turgencia y llega a convertirse en un cuerpo negro, seco y rugoso. La semilla infestada presenta generalmente una perforación y en ocasiones hasta dos o más, en dependencia del nivel de la plaga. Estas perforaciones dan acceso a las galerías. En la época de escasez de frutos, los daños son tan intensos que la semilla puede desaparecer totalmente convertida en deyecciones pulverulentas y negruzcas (MINAGRI, 2008). Los daños directos se manifiestan en la calidad y destrucción de los frutos, siendo más afectados los de la primera floración, las perforaciones favorecen la entrada de patógenos. El café pergamino y oro pueden ser también atacados si la humedad del grano almacenado es superior al 14% (PROMECAFE, 1990).

Afectaciones económicas

Según Bustillo (2005), *H. hampei* es considerada la plaga de mayor importancia económica por los daños que ocasiona directamente al fruto y el costo de las medidas de control que es necesario aplicar para evitar pérdidas severas, ya que daña frutos jóvenes y viejos, aunque prefiere las cerezas de aproximadamente 120 días de edad en adelante, hasta los maduros. Por otra parte Cintrón y Grillo (2006), expresan que aunque el insecto no se reproduce en los frutos tiernos, si puede causar daños considerables en éstos, reportándose en algunos países pérdidas significativas, ya que provoca la caída de los frutos al suelo antes de madurar y es capaz de multiplicarse en

la semilla cuando el endospermo comienza a endurecerse hasta que el fruto está maduro, en los sobremaduros; manteniéndose en éstos, en los secos que permanecen en la planta y los que caen al suelo.

Los granos carcomidos constituyen una pérdida directa, puesto que no pasan la inspección que se hace a la plantación y si lo hacen, son eliminados en la prueba final, en la cual se escoge y clasifica el café o van a parar a las clases peores (MINAGRI, 2005). Borbón (2001) reporta como principales daños por el ataque de broca, los siguientes: □ Caída de frutos: los frutos jóvenes que sufren el ataque de la broca caen al suelo, lo cual puede constituir entre 5 a 23% de pérdidas. Baja calidad del grano: el grano se considera de inferior calidad y por lo general es rechazado en los países clientes. Pérdida de rendimiento: debido al ataque de la broca el grano pierde peso lo cual disminuye el rendimiento en el beneficiado, esta pérdida puede ser de 1 a 10 Kg por fanega. Pérdidas del mercado internacional: debido a que si no se cuenta con un estricto control de la calidad en los beneficios y granos brocados se exportan, esto podría representar pérdidas de prestigio (con lo que pierde valor) y de algunos mercados. Aumento en los costos de beneficiado: debido a que se debe invertir más en la selección de los granos dañados por la broca. Aumento en los costos de producción: por las labores que deberá realizar el productor en su cafetal, como granea, juntas (o pepena) y la aplicación de métodos de control.

Dicho autor considera que si se analizan además las pérdidas por las restricciones que se deriven en relación con la comercialización del producto y las relativas a la calidad, éstas pueden ser incalculables por lo que resulta necesario establecer métodos de manejo y control efectivo en las áreas cafetaleras. Atendiendo a estos elementos y considerando los gastos en que incurren las empresas y el país para la erradicación del insecto se propone la utilización de métodos integrados para el manejo de la plaga.

Integración de métodos de control

El control de la broca del café según Bustillo *et al.* (1998), 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, para esto es imprescindible, 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. Por otro lado, Camilo (2003) considera que es necesario conocer la biología y hábitos de reproducción de la broca, para poder determinar los momentos de mayor susceptibilidad de la plaga con respecto a las prácticas o herramientas de control existentes, manteniéndola en un nivel de daño, que no afecte el rendimiento de la producción y en equilibrio con el ambiente. Según Villalba *et al.* (2006), cuando la broca inicia ataques a frutos no muy desarrollados (< 150 días) el tiempo de exposición en el canal de penetración es muy prolongado ya que espera a que la consistencia de las almendras sea la adecuada para iniciar su oviposición; este comportamiento hace vulnerable al insecto al tratamiento con insecticidas químicos y biológicos durante este tiempo. Con relación a su dispersión en una zona, Borbón (1994) plantea que al tratarse de un insecto tan pequeño puede trasladarse de una zona a otra con mucha facilidad, por lo cual los medios a través de los que se disemina son variados señalando entre otros a: □ Granos que se utilizan como semilla (en este sentido será trascendental el control que pueda ejercer el ICAFE, mediante su programa de certificación de semilla). Café en fruta y pergamino: los cuales pueden ser portadores de larvas, huevos o adultos. Implementos de cultivo y cosecha En la ropa e instrumentos domésticos de los trabajadores.

En las aguas del beneficiado el viento es muy eficiente para diseminar la broca a cortas distancias.

El control de la broca del Café detalla Schuller (2005), que debe enmarcarse dentro de una estrategia general de manejo integrado de plagas: sobre la base de un manejo agronómico del cultivo, donde se integren las medidas del **control manual, etológico, biológico y químico** que estén disponibles en una realidad determinada. El control de la broca se realiza mediante un programa de manejo integrado (MIB) que comprende varias tácticas y opciones de control, según Pierre (2008):

. **El control cultural:** incluye la cosecha sanitaria, el registro de floraciones, el corte de frutos prematuros y el manejo agronómico.

. **El control biológico:** se basado en la liberación en los cafetales, de diferentes especies de parasitoides y la aplicación de hongos entomopatógenos.

. **El control etológico o trampeo:** se realiza utilizando trampas cebadas con atrayentes (Kairomonas) para capturar las hembras colonizadoras.

El control químico: realizando aplicaciones de insecticida pero como último recurso, cuando los otros métodos no han dado resultados adecuados.

Control Genético: Schuller (2005) considera esta como otra vía para el control efectivo de esta plaga cuando expresa, que existen características genéticas de cultivares de café que pueden ser aprovechadas en el marco de una estrategia de Manejo Integrado de Plagas como son: plantas con mayor uniformidad de floración que permitirían concentrar la cosecha e introducir un período más largo de descanso, lo que desfavorece el desarrollo de la broca. Otra es la utilización de algunos cultivares de *Coffea canephora* los cuales han mostrado mayor susceptibilidad en pruebas de brocamiento en condiciones de laboratorios, y podrían ser utilizadas como plantas trampa.

Control cultural

El control cultural constituye una vía efectiva para el manejo de la broca, por ser importante su utilización en la búsqueda de una lucha ecológica y económicamente factible. Los estudios realizados por Salazar *et al.* (1993) en Colombia, indican que el registro de las floraciones en las fincas es muy importante porque permite hacer predicciones sobre el tiempo de ocurrencia de la cosecha, sus picos y los momentos críticos de posibles ataques, estos parámetros deben establecerse para cada región en función de la variedad, las condiciones climáticas y la altura. Borbón (2005) expresa que la poda de plantaciones en ciclos de tres años posee menor cantidad de broca en comparación con aquellos de cuatro años, planteando que esto pudiera deberse a que esta medida favorece la penetración de la luz y la aireación en el interior de las plantaciones. Este mismo autor plantea que en las plantaciones de café se han implementado los controles fitosanitarios necesarios para prevenir y controlar la broca, se realizan las buenas cosechas, la cosecha sanitaria y la recogida de café del suelo, así como la erradicación de los cafetales abandonados, con el propósito de disminuir los riesgos de diseminación y reproducción de la broca.

Control Biológico

El control biológico es un componente importante en la mayoría de las estrategias de manejo integrado, consistiendo en la utilización de insectos o hongos que puedan controlar y disminuir el ataque o efecto negativo de las poblaciones de una plaga en los

rendimientos de la cosecha. Borbón (1991) plantea que dentro de las especies que pueden utilizarse en el control de la broca se encuentran:

Parasitoides

Heterospilus coffeicola Schmiedeknecht. Hymenoptera: *Braconidae*. *Cephalonomia stephanoderis* Betrem. Hymenoptera: *Bethylidae*.

Prorops nasuta Waterston. Hymenoptera: *Bethylidae*. *Phymasthichus coffea* La Salle. Hymenoptera: *Eulophidae*.

Hongos entomopatógenos *Beauveria bassiana* (Balsamo) Vuillemin. Deuteromycotina: Hyphomycetes.

Vergara (2004) plantea que los entomopatógenos constituyen una tecnología de amplias posibilidades en la agricultura sostenible y los microorganismos causantes de enfermedades en insectos más utilizados son bacterias, hongos, rickettsias y protozoarios, virus y nemátodos. El interés por los hongos entomopatógenos como una alternativa para manejar insectos plagas en los cultivos viene en ascenso no sólo en Colombia sino en todo el mundo; esto ha sido propiciado por los problemas de resistencia de los insectos a los insecticidas, al interés de producir alimentos libres de residuos de productos químicos, de conservar el medio ambiente libre de contaminantes y de preservar la diversidad de especies que sufren el impacto negativo de los insecticidas (Posada, 2001). Bustillo (2005) considera los hongos entomopatógenos en el control de la broca del café, como un arma fundamental en el desarrollo de un programa de manejo integrado, que tenga por finalidad la preservación del medio ambiente y la racionalidad en el uso de insecticidas químicos, planteando que *Beauveria bassiana* (Balsamo) Vuillemin puede jugar un papel muy importante en el control de *Hypothenemus hampei* bajo las condiciones de los ecosistemas cafeteros. Schuller (2005) expresa, que la forma más generalizada de aplicación del hongo *Beauveria bassiana* es en suspensión acuosa mediante la pulverización a las ramas fruteras de las plantas. Sin embargo, plantea de que existe una posibilidad de que una aplicación vía granulado al suelo en grandes cantidades podría llevar el establecimiento definitivo del entomopatógeno en campo. También recomienda realizar aislamientos de *B. bassiana* de acuerdo a su eficiencia bajo determinadas condiciones medioambientales.

El ataque de *B. bassiana* se inicia al producir la infección mediante la adhesión de las esporas sobre su integumento; éstas germinan y penetran al cuerpo del insecto mediante un proceso físico y químico que involucra la producción de enzimas, posteriormente, el hongo invade la cavidad hemocélica del insecto y ocasiona su muerte debido a que la conidia germina en la superficie del cuerpo del insecto y de modo mecánico penetra el integumento a través del tubo germinativo, interviniendo durante este proceso deficiencias nutricionales, destrucción de los tejidos y la liberación de toxinas (Bustillo, 2002a y Vergara, 2004). En estudios realizados por González *et al.* (1993), se observó que la germinación de los conidios de *B. bassiana* ocurre en un período de 12 horas después de la inoculación. El hongo penetra a través del tegumento por acción mecánica y efecto enzimáticos, lo cual toma otras 12 horas, después de 72 horas de la inoculación el insecto está totalmente colonizado. Los síntomas de la enfermedad en el insecto son las pérdidas de sensibilidad, incoordinación de los movimientos y cuando la muerte ocurre este queda momificado. Bustillo (2005) refiere que el ciclo de vida de *B. bassiana* sobre la broca bajo condiciones de laboratorio, se completa en 8,2 días como promedio desde la inoculación del insecto con el hongo hasta el desprendimiento de las esporas. Estos resultados pueden variar de acuerdo con el aislamiento que se use y las condiciones de temperatura del laboratorio. Por su parte Guharay (2001) plantea que la broca contaminada con el hongo, muere después de 3 a 6 días en condiciones de humedad saturada, durando hasta 9 días si las condiciones de humedad relativa son de 70 a 80 %, si la humedad es excesiva la viabilidad de las esporas del hongo es baja. En Ecuador este hongo controló la broca, hasta un 40%.

El ciclo de vida de *B. bassiana* sobre el insecto en el campo depende de las condiciones ambientales, desarrollándose entre 15 y 30 días aproximadamente. Se ha demostrado también la importancia de pasar el hongo a través de insectos para reactivar su virulencia. Cuando se cultiva el hongo en medios artificiales por tres o más generaciones su virulencia se reduce considerablemente, y el tiempo promedio para causar mortalidad en la mitad de la población se incrementa, en comparación con el hongo activado sobre broca (González *et al.*, 1993). Vélez y Montoya (1993) destacan el efecto de la radiación solar sobre *B. bassiana* en estudios realizados, señalando que las esporas son muy sensibles a la luz solar, por lo que recomiendan que las

formulaciones deben contener protectores solares para una mayor permanencia en el ecosistema. Rivera *et al.* (1994), en relación con la compatibilidad con fungicidas e insecticidas, recomiendan que no se deben hacer mezclas ya que con la mayoría de los insecticidas se reduce la viabilidad del hongo, y los fungicidas comúnmente utilizados para el control de la roya, afectan el hongo *B. bassiana*. En estudios realizados por Arcila *et al.* (2006), sobre la eficacia de *B. bassiana* en el control de la broca, relacionada con la posición de la rama en el árbol donde el insecto ataca los frutos, reportan variabilidad demostrando que hubo una mortalidad mayor en las ramas bajas, debido probablemente a una mayor condición de humedad y de menor radiación solar. También expresan que mediciones previas de la radiación fotosintética activa (RFA), mostraron que los dos tercios superiores reciben significativamente más RFA que el inferior. Baker (1999) expresa que un gran porcentaje del total de los frutos de café atacados por la broca fueron abandonados antes de que ésta llegara a hacer daño al cotiledón. Camilo (2003) reporta que en muchos casos, el abandono es simplemente otra manifestación de mortalidad de la broca, observando que un porcentaje de los frutos brocados fueron infestados naturalmente por *B. bassiana* y además plantearon que todas las brocas encontradas infestadas, estaban en las posiciones A ó B, ambas sin daño en el cotiledón del fruto. Bustillo (2005) refleja que *B. bassiana* se encuentra de forma natural infectando la broca en casi todas las regiones cafetaleras de Colombia. Planteando que hasta ese momento se contaba con un cepario de más de 100 aislamientos de este hongo provenientes de diferentes localidades y condiciones agroecológicas.

Arcila *et al.* (2006) señalan que en un cafetal en el cual evaluaron cuatro dosis comprendidas entre 1 x [10.8] y 5 x [10.9] ufc (unidades formadoras de colonia)/árbol de Bb9205 se demostró que a medida que se incrementaron las dosis la mortalidad de la broca fue mayor. Concluyendo que el efecto del hongo podría ser mayor a medida que se desarrollen formulaciones que confieran una mayor duración en el ambiente. En Colombia a través de los laboratorios de Cenicafé, particulares, y los creados en Cooperativas cafeteras, pudieron producir suficiente inóculo de *B. bassiana* para extender su uso en toda las zonas cafeteras infestada por la broca logrando así el establecimiento del hongo, en todas las áreas en donde se asperjó convirtiéndose en el factor de mortalidad natural más importante de la broca, estimando que el 49% de la

población total de la plaga en un cafetal murió a causa de este hongo (Ruiz *et al.*, 1996). Bustillo (2005), evaluó el efecto de las aspersiones de *B. bassiana* y *Metarhizium anisopliae* al suelo sobre la broca que emergía de frutos caídos y observó que a medida que transcurrió el tiempo después de depositado el hongo, los niveles de infección por los hongos sobre la broca en las ramas de los árboles se incrementaron ocurriendo en los cinco primeros días después de la infestación en el suelo con valores cercanos al 30% para *B. bassiana* y del 11% para *M. anisopliae*, la infección disminuyó posteriormente para ambos hongos, alcanzando nuevamente un pico hacia los 25 días con 24,3% de infestación para *B. bassiana* y de 7,7% para *M. anisopliae*. Este mismo autor señala que los resultados expuestos anteriormente pueden estar dados por la reproducción de los hongos en el suelo y la acumulación de esporas infectivas sobre insectos atacados que contaminan nuevos insectos para asegurar la perpetuación del microorganismo destacando así las bondades de *B. bassiana* en la regulación de la población de la broca que emergen del suelo siendo su efecto superior al de *M. anisopliae*.

Los hongos *B. bassiana* y *M. anisopliae* en condiciones de campo cuando se expusieron a adultos de *C. stephanoderis* y *P. nasuta* causaron mortalidades muy bajas. Los entomopatógenos y los parasitoides se pueden emplear en un programa de manejo integrado de la broca del café, donde el intervalo de tiempo entre aplicación de los hongos y liberación de los parasitoides sea de ocho días para disminuir los riesgos de infección en el parasitoide los cuales de acuerdo con este estudio fueron inferiores al 7%. El riesgo de la infección en los parasitoides se reduce si éstos se liberan antes de asperjar los hongos (Bustillo *et al.*, 1995; Benavides *et al.*, 2000). Con relación a los insecticidas usados para el control de la broca se demostró por varios autores que todos los productos, causan mortalidades a los parasitoides introducidos en los cafetales, por lo que recomiendan (Guzmán, 1996 y Bustillo *et al.*, 1998) la aspersión cuando han transcurrido como mínimo 30 días después de la liberación de los parasitoides y si los insecticidas se asperjan primero, se deben esperar 21 días antes, para liberar los parasitoides.

Control Etológico

La utilización de trampas ha sido un método de lucha usado con el objetivo de reducir las poblaciones de *H. hampei*, constituyendo una vía efectiva dentro del manejo

integrado de la broca. Históricamente se han diseñado una diversidad de trampas desde que Mendoza (1991) evaluó varios modelos que se estaban utilizando en Brasil, surgiendo así las trampas artesanales con una o varias ventanas. Barrera *et al.* (2006) plantean que se han desarrollado varios tipos de trampas en América Latina, pero las trampas artesanales han tenido mayor demanda por su bajo costo y eficiencia de captura. Ortiz *et al.* (2004) expresan que en los análisis de emisiones volátiles en los diferentes estados de madurez fisiológicos de los frutos de café, se encontraron fundamentalmente alcoholes en niveles muy altos, principalmente etanol en todas las fases de madurez, resaltando que en frutos sobre maduros se registraron las emisiones volátiles más altas, las cuales estaban representadas principalmente por esteroides, seguido por los alcoholes, ketones y aldehídos. También plantea que el 2-metilo se encontró en las varias fases de madurez y que este compuesto no había sido previamente reportado en frutos de café.

Al respecto, Esquinca (1986) señala que en un experimento de olfatometría se demostró que las cerezas de café emiten sustancias químicas volátiles que incitan el movimiento de las hembras. La presencia de etanol y otros alcoholes en la composición volátil de los frutos de café, pueden explicar la efectividad de trampas cebadas con alcoholes para la detección y captura de la broca (Mendoza, 1991). Los resultados más antiguos con respecto a la atracción de la broca hacia los frutos y otras partes de la planta de cafeto son reportados por Prates (1969) en Brasil, utilizando frutos verdes y maduros, en los cuales utilizó extractos acuosos de diferentes concentraciones, "puro", al 50% y 25 %. Obteniendo una mayor susceptibilidad de la broca estadísticamente al utilizar los extractos "puros" y 50 % con respecto al testigo (agua) y extractos al 25 %. Posada *et al.* (2003), con el fin de contar con un sistema alternativo de monitoreo de la broca del café, utilizaron trampas de alcohol para relacionar los vuelos o emergencias de la broca en el cafetal de acuerdo con las variables climáticas, concluyendo que las trampas cebadas con alcoholes permitieron establecer los periodos de mayor actividad de la broca y en ciertos casos utilizando masivamente podrían constituir una herramienta útil para reducir poblaciones del insecto. El atrayente es fundamental en un sistema de trapeo. Barrera *et al.* (2006) consideran para ciertos casos, que si el atrayente es lo suficientemente poderoso y específico, el diseño de la trampa puede llegar a ser un aspecto secundario en los niveles de captura. Otras investigaciones

relacionadas con la atracción de la broca hacia emisiones volátiles provenientes de sus desechos alimenticios y fecales en un olfatómetro, no tuvieron aplicación práctica, sin embargo, años después desencadenaron el interés por evaluar sustancias semioquímicas, principalmente extractos a partir de frutos maduros de café (Giordanengo *et al.*, 1993; Gutiérrez *et al.*, 1993 y Velasco *et al.*, 1997, 1999).

Investigaciones en Cuba

Según Vázquez (2003) en las áreas donde está presente la broca del café, el mayor énfasis está en las siguientes tácticas de manejo:

- 1- Capacitación a técnicos y agricultores
- 2- Medidas legales para evitar la dispersión de la plaga (programa de cuarentena)
- 3- Composición varietal según alturas y fenología
- 4- Saneamiento pre. y post-cosecha (en la planta y el suelo)
- 5- Seguimiento de la plaga (distribución e intensidad)
- 6- Estimulación (social y material) a productores libres de broca en la cosecha
- 7- Utilización de insecticidas según sistema de diagnóstico (certificación de campos)
- 8- Medidas especiales para el procesamiento de la cosecha
- 9- Utilización de *Beauveria bassiana* de producción local (en fase de introducción)
- 10- Pronóstico fenológico local (en fase de generalización)

Moreno *et al.* (2005), en un estudio realizado expresaron que el Manejo Integrado de la Plaga (MIP) es la opción más recomendada en las regiones afectadas, obteniendo que dentro de sus alternativas, el trampeo es el método más práctico, sencillo, económico y ecológico, resaltando que los recipientes de color verdes fueron 48.5 % más eficaces que los transparentes en la colecta del insecto. En estudios realizados al evaluar efectividad de *B. bassiana*, Fernández *et al.* (2005) demostraron su efectividad en el control de esta plaga, resaltando que existe una estrecha relación entre los niveles de control del hongo y las condiciones agroecológicas dentro del cafetal.

Con el objetivo de determinar el comportamiento poblacional de la plaga y el control natural de *B. bassiana* en diferentes condiciones agroecológicas Durand *et al.* (2005) determinaron que las poblaciones de la broca se localizó en el nivel superior de la planta estando asociado con el inicio del proceso de maduración de los frutos, en zonas con intensidad luminosa de 40-50% el desarrollo de la plaga se comportó superior debido a la posibilidad que tiene el insecto de desplazarse en horario diurno dado su

comportamiento El nivel de parasitismo del hongo entomopatógeno se comportó a niveles muy bajos. Estudios realizados por Fernández *et al.* (2008) obtuvieron que en la medida en que las aplicaciones se realizaron al follaje de manera consecutiva con intervalos inferiores a los 40 días, a partir de los 60 días después la floración masiva, hasta los 180 días, se observó una tendencia a aumentar y estabilizar la efectividad técnica de las aspersiones, hasta alcanzar valores aproximados al 40%. De igual manera, un comportamiento promisorio se pudo apreciar en las aplicaciones al follaje, cuando se mantienen los intervalos de aplicaciones de 30 hasta 180 días, con una efectividad muy similar al anterior, pero en este caso, su efecto tuvo una tendencia a una efectividad técnica mayor y a incrementar la reducción de los porcentajes de infestación en campo. Abreu *et al.* (2005) realizaron un estudio con el objetivo de conocer el grado de resistencia de *Coffea canephora* y *Coffea arabica* con respecto al índice de infestación de la broca, y observaron que el grado de infestación varió entre 1 y 6 % en plantaciones de *Coffea canephora* y que fue 6 % mayor que en *Coffea arabica*.

2.1.3 Carencias que se quieren llenar con la investigación.

La falta de un análisis sistémico que le impide a la Empresa evaluar las alternativas que conformen el Manejo Integrado de la Broca, para trazarse estrategias y orientar las acciones a este fin.

La utilización de métodos integrados para el manejo de la plaga reviste una importancia capital, considerando las pérdidas y gastos en que incurren las empresas y el país

.Estas pueden ser:

- Pérdida de rendimiento: debido al ataque de la broca el grano pierde peso lo cual disminuye el rendimiento en el beneficiado, esta pérdida puede ser de 1 a 10 Kg.
- Pérdidas del mercado internacional: debido a que si no se cuenta con un estricto control de la calidad en los beneficios y granos brocados se exportan, esto podría representar pérdidas de prestigio (con lo que pierde valor) y de algunos mercados.

- Aumento en los costos de beneficiado: debido a que se debe invertir más en la selección de los granos dañados por la broca.
- Aumento en los costos de producción: por las labores que deberá realizar el productor en su cafetal
- las pérdidas por las restricciones que se deriven en relación con la comercialización del producto y las relativas a la calidad, éstas pueden ser incalculables.

Teniendo estos elementos en consideración se hace necesario evaluar la efectividad de los métodos de manejo y control en las áreas cafetaleras.

2.2 Resultados y Discusión

En la finca se ha venido trabajando desde el año 2002 con las primeras incidencias de la broca y a partir de las recomendaciones de los especialistas de sanidad vegetal, lo primero que se realizó fue muestreos al área y luego en el 2003 se comenzó a realizar los saneamientos a el área total según las recomendaciones, en post- cosecha, intercosecha y cosecha, en el 2004 se introduce las trampas de capturas con atrayentes y se continua con los saneamientos y en el 2005 ya se incluye la aplicación de la *bauberia bassiana*, manteniendo el saneamiento y las trampas de capturas en la finca.

2.2.1 Evaluación de la incidencia del hongo *B. bassiana* en las diferentes etapas de los ciclos productivo del cafeto.

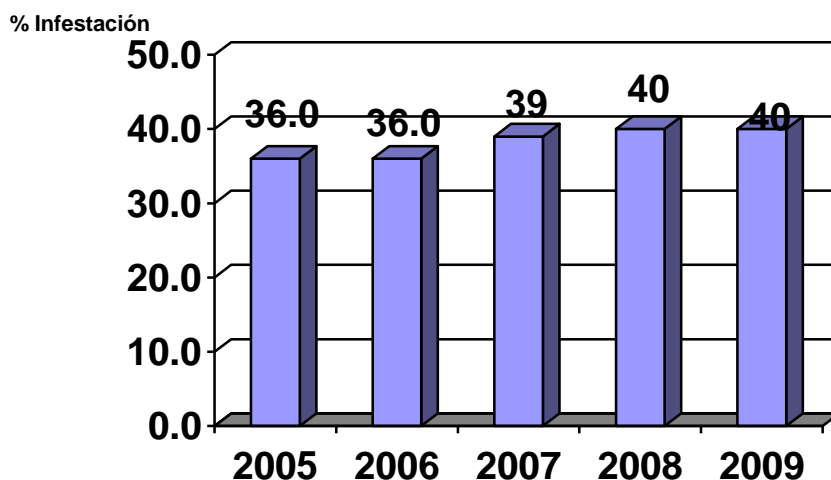
En la tabla # 2 se hace referencia al % de granos infestados por *Bauberia Bassiana* en diferentes periodos de tiempo, apreciándose un crecimiento del 50 % del primer muestreo (20 días) con respecto al último muestreo (41 días).

El comportamiento de los años con respecto al % de infestación es similar debido a que las aplicaciones se realizaron en el momento idóneo para el establecimiento del hongo con la misma dosis de producto por área y la calidad del producto.

Días a los que	Granos	% granos con <i>Beauveria bassiana</i>
----------------	--------	--

se realizó el muestreo	brocados	2005	2006	2007	2008	2009
20	100	18	18	20	21	21,0
35	100	27	29	30	30	32,0
41	100	36	36	39	40	40,0

Comparación de % Infestación



En el año 2005 se comenzó con el tratamiento de la *Bauberia bassiana* que se realizó mensualmente al total del área, tanto a la planta como al suelo, el cual posee cobertura viva que ayuda a mantener la humedad, lo que propicia la supervivencia y mantenimiento del hongo. Aunque el índice de infestación de ese año con respecto al siguiente año (tabla 1) aumentó, la infestación a los frutos brocados por el hongo fue de un 36 % manteniendo un similar comportamiento en los restantes años, con una ligera tendencia al aumento ,por lo que se demuestra la importancia de realizar aplicaciones de este hongo entomopatógeno *B. bassiana* en las áreas cafetaleras, principalmente al 100% de las plantas y al suelo con la intención de contaminarlas, de tal manera que las brocas al trasladarse de un lugar a otro, o de una planta a otra se contaminen y producir de este modo un incremento de la mortalidad.

Estos resultados coinciden con lo planteado por Bustillo (2002a), cuando refiere que *B. bassiana* es el principal factor de mortalidad de *H. hampei* en muchos cafetales, al

alcanzar niveles promedios de 47% de infección del total de frutos brocados en experimentos realizados en Colombia y coinciden con resultados obtenidos por Alejo (2007) en México cuando logró una efectividad de hasta 40% de control de *B. bassiana* sobre la broca del café. Por su parte Simón (2005), Sánchez y Rodríguez (2008) en Cuba, reportan mortalidades *B. bassiana* comercial hasta 10% de efectividad sobre las poblaciones de *H. hampei* en las provincias orientales y en el centro según trabajo de forum Ariel año reporta índice de infestación de hasta 70 %.

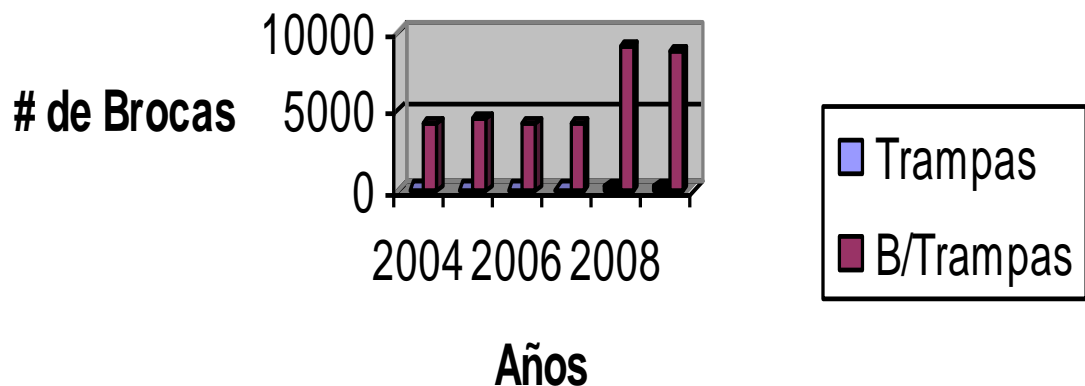
2.2.2 Evaluación de las trampas de capturas con atrayente.

Tabla # 3

Indicadores	Años					
	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Cant / tram	30	30	30	30	60	60
B / trampa	145	150	146	142	153	147
B / Area	4350	4500	4380	4260	9180	8820

Al observarse la tabla # 3 podemos apreciar que en los 6 años de evaluado se colocan 30 trampas en los primeros cuatro años, a razón de 15 trampas por ha y en los dos últimos 60 trampas utilizándose 30/ ha, manteniéndose un nivel da captura de insectos por trampa similar por año.

Relación e/ el # de trampas y el nivel de capturas.



La grafica muestra la tendencia al crecimiento en el nivel de captura en los dos últimos años lo que está dado por el aumento del número de trampas, donde se llega a capturar un 200 % por encima del primer año.

2.2.3 Saneamiento post- cosecha e intercosecha

El saneamiento se realizó al área total, en el post- cosecha se eliminó el total de granos en plantas y el intercosecha se realizaron dos saneamientos, reduciendo los índices hasta un 3 %. Manteniéndose este manejo anualmente.

2.2.4 Otras Medidas fitotécnicas

Otras Medidas fitotécnicas: Se le realizaron todas las labores de agrotécnia previstas en el plan técnico económico. Atendiendo a estas características en el programa de manejo hay que tener en consideración el efecto negativo de plantaciones abandonadas colindantes, que constituyen una fuente de alimento seguro para poblaciones del insecto de una etapa a otra de cosecha.

Se realizaron los registros de las floraciones para programar los saneamientos según lo establecido en el Programa de Manejo (MINAGRI, 2008). Esto permitió hacer predicciones sobre el tiempo de ocurrencia de la cosecha, sus picos y los momentos críticos de posibles ataques, estos parámetros se establecieron de acuerdo a la región y en función de la variedad, las condiciones climáticas y la altura ,lo que concuerda con los estudios realizados por Salazar *et al.* (1993) en Colombia.

Otra de las actividades realizada fue la poda sistemática , lográndose disminuir el número de insectos, concordando con lo planteado por Borbón (2005) expresando que la poda de plantaciones en ciclos de tres años posee menor cantidad de broca en comparación con aquellos de cuatro años, esto pudiera deberse a que esta medida favorece la penetración de la luz y la aireación en el interior de las plantaciones

2.2.5 Fluctuación de la plaga (*Hipotenemus Hampei*) del 2002-2009.

En la finca se trabajó desde el año 2002 con las primeras incidencias de la broca y a partir de las recomendaciones de los especialistas de sanidad vegetal, lo primero que se realizó fue muestreos al área y luego en el 2003 se empezó a realizar los saneamientos a el área total según las recomendaciones post- cosecha, intercosecha y en cosecha, en el 2004 se introduce las trampas de capturas con atrayentes y se continua con los saneamientos y en el 2005 ya se incluye la aplicación de la *bauberia bassiana*, manteniendo el saneamiento y las trampas de capturas en la finca.

Comportamiento de los índices de infestación:

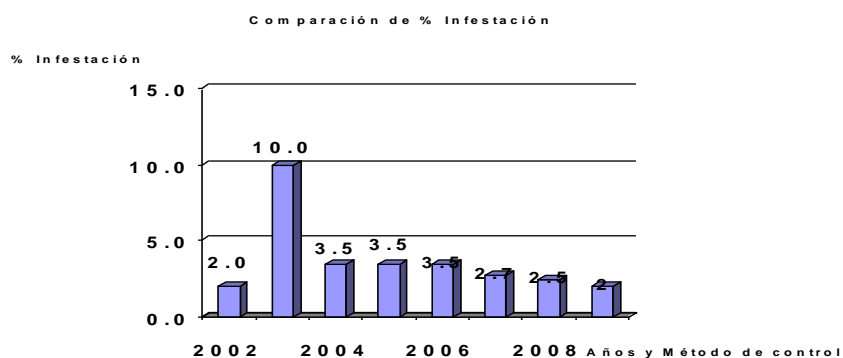
Desde el inicio de la aparición de la plaga, comenzaron los índices de infestación desde un 2% hasta un 10% de incidencia donde se comenzó a realizar trabajos en el área y dio la posibilidad de bajarlos hasta un 3.5 % de infestación, luego se mantuvo estos niveles ya que no se realizaba las actividades del manejo de la plaga con la misma intensidad en las fincas colindantes que en la finca evaluada, existiendo una tendencia a disminuir los índices en los últimos años.

Índice de infestación promedio por año:

Tabla # 1

Año	Índice de infestación promedio.
-----	---------------------------------

2002	2 %
2003	10%
2004	3..5 %
2005	3.5 %
2006	3.5%
2007	2.7 %
2008	2.5 %
2009	2.0 %



En el grafico se muestran los resultados de la fluctuación de la plaga en los años 2006, 2007 y 2008, observándose que en la medida que se suceden los años disminuyen los niveles de la plaga. Los índices de infestación oscilaron entre 2.5 y 2.0 %, niveles bajos. Las fluctuaciones pueden estar determinadas por las condiciones climáticas, en el grafico 1 se muestran características favorables para el desarrollo del insecto en las el área de estudio, ya que presenta un comportamiento similar al referido por autores como Montoya y Cárdenas (1994); Vélez *et al.*, (1993); Bustillo (2002b); Fernández y Cordero (2007); García y Riera (2007), quienes plantean que el insecto necesita temperaturas entre 18 a 25°C y una humedad relativa superior a 75%.

Por su parte Baker y Barrera (1993) informan, que la humedad afecta la mortalidad y el potencial reproductivo de la broca. A bajas humedades ocurre alta mortalidad y la

máxima fecundidad se encontró entre 90% y 93% de humedad relativa. La emergencia de la broca de frutos infestados se incrementa a humedades relativas altas y es muy baja a temperaturas inferiores a 200 C y se incrementa considerablemente entre 20 -25° C. Estos resultados demuestran la buena efectividad de las medidas implementadas en las áreas para el manejo de la plaga e imponen la necesidad de investigar otras alternativas que permitan seguir disminuyendo la infestación por *H. hampei* en el café.

En el 2009 se apreció una disminución considerable de los índices de infestación a consecuencia de la aplicación de las medidas de control que fueron detalladas anteriormente. Esta reducción de un 10 a un 2% del índice de infestación define la necesidad de un manejo local y la aplicación de las medidas en los momentos que el cultivo las requiere, acciones y medidas que fueron seguidas por Quesada (2005), pues después de elaborar un plan de acción basado fundamentalmente en las atenciones culturales que se efectuaron al cultivo en los momentos en que el mismo lo requería, logró disminuir los índices de infestación.

El comportamiento del índice de infestación obtenido corrobora lo planteado por García (2001), que en momentos críticos de ataque de la broca *H. hampei* a los granos deben ser determinados para cada región, de acuerdo a la altura, variedad y condiciones específicas. Otros autores (Bustillo *et al.*, 1998; Baker, 1999; Guharay *et al.*, 2000; Jarquín *et al.*, 2002 y Barrera *et al.*, 2006) refieren que cada vez se torna más evidente que el Manejo Integrado de la Broca (MIB) es la estrategia más promisoría para reducir las pérdidas ocasionadas por esta plaga. También la evidencia se acumula para apoyar la tesis que la broca puede ser manejada sin incluir al control con insecticidas químicos y que ninguna de las tácticas empleadas por sí sola es suficiente para mantener de manera determinante un control satisfactorio.

3. CONCLUSIONES

1. Se demostró que la aplicación del MIB en la finca de Leoncio Pérez disminuyó los índices de infestación por Broca de un 10 % hasta un 2 %.
2. El tratamiento con *Bauberia Bassiana* es uno de los principales factores de mortalidad de *H. hampei* en el área, alcanzando niveles promedios de 40% de infección del total de frutos brocados.
3. La utilización de las trampas es una alternativa viable y económica para el control de *H. hampei* .En la medida que se aumente el número de trampas por área, aumentara el nivel de captura y por ende disminuirá el % de infestación.
4. Los saneamientos, poda sistemática, control de la floración así como la erradicación de los cafetales abandonados, son alternativas para disminuir los índices, riesgos de diseminación y reproducción de la broca.

4. RECOMENDACIONES

1. El manejo integrado debe ejecutarse por igual en todas las áreas, sino sería imposible lograr disminuir los índices de infestación.
2. Aumentar el número de trampas por área.
3. incorporar otras alternativas de control.
4. Extender la validación del manejo integrado a otras áreas.

5. BIBLIOGRAFÍA

- Abreu, N.; I. Urgellés; M. Abreu; A. Díaz; A. Abreu y E. Fajardo. 2005. Incidencia de la broca del cafeto *Hypothenemus hampei* Ferr. En la EMA El Salvador. III Simposio Internacional de Café y Cacao. Programa, Conferencias y Resúmenes. CUBACAFÉ 05. 16 al 18 de noviembre, Santiago de Cuba. Cuba. 140 p.
- Alejo L. 2007. Control de la broca del café en San Luis Potosí, México: situación actual, problemática y soluciones. La broca del Café en América Tropical: Hallazgos y Enfoques. J. F. Barrera, A. García, V. Domínguez y C. Luna (eds.). Sociedad mexicana de Entomología y El Colegio de la Frontera Sur. México, ISBN Libro: 978-970-9712-43-8; ISBN CD-ROM: 978-970-9712-44-5. p. 7-16.
- Arcila, A.; Bustillo, A. E. y Chávez, B. 2006. Estudio de la cepa Bb9205 de *Beauveria bassiana* en el control de la broca del café. CENICAFÉ en prensa. 20 p.
- Baker, P.S. 1984. Some aspects of the behavior of the coffee berry borer in relation to its control in southern Mexico (Coleoptera, *Scolytidae*). Folia Entomol. Mex., 61: 9-24.
- Baker, P., Barrera, J., Rivas, A. 1992. Life- history studies of the coffee berry borer (*Hypothenemus hampei*, *Scolytidae*) on coffee trees in southern Mexico. Journal of Applied Ecology 29: 656-662.
- Baker, P. S. 1999. La broca del café en Colombia. Informe final del proyecto MIP para café DFID- CENICAFÉ- CABI Bioscience (CNTR 93/1536A). Chinchiná, Colombia, 148 p.
- Barrera, J. F. 1992. Los agentes de control biológico de la broca del café en México. In: W. de la Rosa (ed.), Memoria del VI Curso Nacional de Control Biológico. SMCB. 6-8 de noviembre. Tapachula, Chiapas, México. p. 172-183.
- Barrera, J.F., A. Villacorta y J. Herrera. 2004. Fluctuación estacional de las capturas de “La broca del café” (*Hypothenemus hampei*) con trampas de etanol- metanol e implicaciones sobre el número de trampas. Entomología Mexicana 3: 540-544.
- Barrera, J. F.; Montoya, P. y J. Rojas. 2006a. Bases para la aplicación de sistemas de trampas y atrayentes en manejo integrado de plagas. Simposio sobre Trampas

- y atrayentes en detección, monitoreo y control de plagas de importancia económica. Sociedad mexicana de Entomología y El Colegio de la Frontera Sur., México, p. 1-16. ISBN 970-9712-28-4.
- Barrera, J.; J. Herrera; A. Villacorta; H. García y L. Cruz. 2006. Trampas de metanol-etanol para detección, monitoreo y control de la broca del café *Hypothenemus hampei*. Simposio sobre Trampas y atrayentes en detección, monitoreo y control de plagas de importancia económica. J. F Barrera y P. Monoya (eds.). Sociedad mexicana de Entomología y El Colegio de la Frontera Sur, México, p. 71-83. ISBN 970-9712-28-4.
- Benavides, P.; Bustillo, A; Montaya, E; Cárdenas, R. y Mejías, C. 2000. Participación del control cultural, químico y biológico en el manejo de la broca del café. Revista colombiana de Entomología.
- Bernal U., M. G.; Benavides M., P.; Arcila M., A. y Bustillo P., A. E. 1997. Congreso de la Sociedad Colombiana de Entomología. Efecto de la aplicación al suelo de los hongos *Beauveria bassiana* y *Metarhizium anisopliae* sobre la broca, en cafetales zoqueados.-- Pereira (Colombia), -- p. 14-15.
- Bernal, M. G.; Bustillo, A. E.; Chaves, B; Benavides, P. 1999. Efecto de *Beauveria bassiana* y *Metarhizium anisopliae* sobre poblaciones de *Hypothenemus hampei* (Coleoptera: Scolytidae) que emergen de frutos en el suelo. Revista Colombiana de Entomología, 25 (1-2): 11-16.
- Borbón, O. 1991. La broca del fruto del cafeto: programa cooperativo ICAFE-MAG.1ra ed. ICAFE. San José, Costa Rica. 50 p.
- Borbón, O. 1994. Manejo Integrado de la broca del fruto del cafeto, acciones a desarrollar. I Café San José Costa Rica. Universidad Costa Rica.
- Borbón O.; O. Mora A., A.C. Oehlschlager y L.M. González. 2000. Proyecto trampas, atrayentes y repelentes para el control de la broca del fruto de cafeto, *Hypothenemus hampei* F. (Coleoptera: Scolytidae). En: XIX Simposio Latinoamericano de Caficultura. 2 al 6 de octubre de 2000, San José, Costa Rica, p. 331-348.
- Borbón, O. 2001. Situación actual de la broca del fruto del cafeto en Costa Rica (*Hypothenemus hampei* Ferr.) Julio. 20 p.

- Borbón, O. 2005. Experiencias sobre el Manejo de la Broca del Café en Costa Rica. Resúmenes del Simposio: "Situación actual y perspectivas de la Investigación y Manejo de la Broca del Café, en Costa Rica, Cuba, Guatemala y México", realizado Tapachula, México. Red Peruana de broca del café. Boletín electrónico informativo No. 3: 8-9, Perú. Disponible en http://www.cepes.org.pe/apc-aa/archivosaa/a63dd06f4e361a24b1d84936bd45fdb6/broca_boletin_informativo_03.pdf (Fecha de consulta: Marzo, 2006).
- Bustillo, A. E.; Villalba, D.; Orozco J.; Benavides, P.; Reyes, I. C.; Cháves, B. 1995. Integrated pest management to control the coffee berry borer, *Hypothenemus hampei*, in Colombia. ASIC, 16e. Colloque, Kyoto, Japan, p. 671-680.
- Bustillo, A. E.; M. R. Cárdenas; D. A. Villalba, P. Benavides, J. Orozco, F. J. Posada. 1998. Manejo integrado de la broca del café *Hypothenemus hampei* (Ferrari) en Colombia. Chinchiná, CENICAFÉ, 134p.
- Bustillo, A. E.; Bernal, M. G.; Chaves, B.; Benavides, P. 1999. Dynamics of *Beauveria bassiana* and *Metarhizium anisopliae* infecting *Hypothenemus hampei* (Coleoptera: Scolytidae) populations emerging from fallen coffee berries. Florida Entomologist 82 (4): 491-498.
22. Bustillo, A. E. 2002a. Los hongos entomopatógenos en el control de insectos plagas. In: Curso Internacional Teórico – Práctico sobre Entomopatógenos, Parasitoides y otros Enemigos de la Broca del Café. Sección I. Marzo 11-15 de 2002. Chinchiná, CENICAFÉ, P. 15-23.
- Bustillo, A. E. 2002. El manejo de cafetales y su relación con el control de la broca del Café en Colombia. Boletín Técnico CENICAFÉ N0 24: 1 – 40.
- Bustillo, A. E. 2004. ¿Cómo participa el hongo *Beauveria bassiana* en el manejo integrado de la broca del café? CENICAFÉ Brocarta No. 37. Enero de 4 p.
- Bustillo, A. 2005. El papel del control biológico en el manejo integrado de la broca del café *Hypothenemus hampei* (Ferrari) (Coleoptera: Scolytidae). Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, 29 (110): 55-69, Santafé de Bogotá, Colombia.

- Camilo, J. E. 2003. Fenología y reproducción de la broca del café (*Hypothenemus hampei* Ferrari) durante el desarrollo del fruto. *Agronomía mesoamericana* 14(1): 59-63.
- Campos, Almengor O.G. 2007. 35 años de experiencias sobre la broca del café en Guatemala. *La boca del Café en América Tropical: Hallazgos y Enfoques*. J. F. Barrera, A. García, V. Domínguez y C. Luna (eds.). Sociedad Mexicana de Entomología y El Colegio de la Frontera Sur. México, ISBN Libro: 978-970-9712-43-8; ISBN CD-ROM: 978-970-9712-44-5. p. 7-16.
- Canet, G. y A., García. 2008. El papel de promecafe en investigación, capacitación y control de la Broca del Café en la región. *Boletín PROMECAFE* (114): 7-10.
- Cárdenas, M. R. 2000. Trampas y atrayentes para monitoreo de poblaciones de broca del café *Hypothenemus hampei* (Ferrari) (Col., *Scolytidae*). En: XIX Simposio Latinoamericano de Caficultura, Costa Rica, p. 369-379.
- Castaño S., A; Benavides M., P.; Baker, S. P. 2005. Dispersión de *Hypothenemus hampei* en cafetales zoqueados. *CENICAFÉ* 56 (2): 142-150.
- Castellanos, L.; T. Rivero; A. Pérez; E. Gómez y R. Jiménez. 2009. El Manejo integrado de plagas en la provincia de Cienfuegos 1996 a 2006. Editorial Universo Sur. 89p.
- CENICAFÉ Centro Nacional de Investigaciones de Café. 1994. Recomendaciones para el manejo integrado de la broca del café. Colombia BRO CARTA No. 18: 1-4.
- CNRFM Centro Nacional de Referencia Fitosanitaria de la Montaña. 2007. Orientaciones Metodológicas para CREE de Montaña. Broca del cafeto. *Hypothenemus hampei*. MINAGRI. Buey Arriba, Granma.
- Cintrón Beatriz y H. Grillo. 2006. Caracterización de la dinámica poblacional de la broca del café *Hypothenemus hampei* (Ferrari) (*Curculionidae: Scolytinae*) durante el desarrollo de los frutos. *Centro Agrícola*, año 33, no.3, jul.-sept., 55-60.
- Dufour, B. 2002. Validación de la trampa Brocap ® para el control de la broca del café. *PROMECAFE* 93: 14-20.
- Dufour, B. 2004. Condiciones de uso de las trampas en el control de la broca del café. En: Workshop Internacional sobre o Manejo da Broca-do-Café, Londrina, Paraná, Brasil, p. 7.

- Durand, J. I.; A. Fernández; F. Simón; Y. Rivera y R. Díaz. 2005. Dinámica poblacional de *Hypothenemus hampei* Ferr., en tres condiciones agroecológicas de la localidad de Limonar de Monte Rous. III Simposio Internacional de Café y Cacao. Programa, Conferencias y Resúmenes. CUBACAFÉ 05. 16 al 18 de noviembre, Santiago de Cuba. Cuba. 140 p.
- Esquinca, A. H. 1986. Búsqueda de semioquímicos en la interacción cafeto *Coffea spp.* broca del café *Hypothenemus hampei* (Ferr.) mediante bioensayos olfatométricos. Tesis de licenciatura. Universidad Nacional Autónoma de Chiapas. Ciencias Químicas. Campus IV. Tapachula, Chiapas.
- Feliz, M. D. 2002. Incidencia de *Hypothenemus hampei* Ferr. y sus controladores naturales en plantas de café bajo diferentes tipos de sombra en San Marcos, Nicaragua. Tesis públicamente defendida en CATIE. Área de Agroforestería, 7170, CATIE. Turrialba, Costa Rica. Disponible en: <http://orton.catie.ac.cr/repdoc/A0307e/A0307e.pdf>. Consultado [13-05-09]
- Fernández, A.; J. I. Durán y F. Simón. 2005. Evaluación de diferentes métodos de manejo de la broca del cafeto *Hypothenemus hampei* Ferr. en condiciones de campo y laboratorio (Coleoptera: Scolytidae). III Simposio Internacional de Café y Cacao. Programa, Conferencias y Resúmenes. CUBACAFÉ 05. 16 al 18 de noviembre, Santiago de Cuba. Cuba. 140 p.
- Fernández, A.; F. Ricardo; Belkis, P.; A. Cabrera y Juana Iris, D. 2008. Efecto de la intensidad luminosa y la aplicación de *Beauveria bassiana* sobre las poblaciones de *Hypothenemus hampei* (Ferr.) (Coleoptera: Scolytidae). Rev. Protección Vegetal. Vol. 23 No. 3: 160-167.
- García Hernández, M. 2001. Estudio de cepas autóctonas de *Beauveria bassiana* (Bals) Bullí aisladas de *Hypothenemus hampei* (Ferrari). Centro de Referencia para la montaña, Buey Arriba.
- GEAM Grupo Empresarial de Agricultura de Montaña 2009. Informe resumen sobre el programa del café y las acciones que se acometen. Ministerio de la Agricultura. Julio. Cuba.
- Giordanengo, P., O. Brun and B. Frerot. 1993. Evidence for allelochemical attraction of the coffee berry borer, *Hypothenemus hampei* by coffee berries. J. Chem. Ecol. 19: 763-769.

- González, M. T.; A. Posada, A.M. Bustillo. 1993. Desarrollo de un bioensayo para evaluar la patogenicidad de *B. bassiana* sobre *Hypothenemus hampei*. CENICAFÉ (Colombia) 44 (3): 92-102.
- Grillo, H.; Beatriz Cintrón y Neyvis González. 2004. Estudio del impacto de la Broca del Café *Hypothenemus hampei* Ferrari (Coleoptera: Scolytidae) en Topes de Collantes. Libro de Resúmenes: Congreso Internacional de Agricultura en Ecosistemas Frágiles y Degradados, Granma, Cuba.
- Guharay, F., J. Monterrey, D. Monterroso y C. Staver. 2000. Manejo integrado de plagas en el cultivo del café. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. Managua. Serie Técnica. Manual Técnico No. 44. 272 p.
- Guharay, F. 2001. Manual de la broca en los cafetos. CATIE. Turrialba, Costa Rica. 27 p
- Gutiérrez, A., S. Hernández R. y A. Virgen S. 1993. Atracción química de la broca de café *Hypothenemus hampei* Ferrari (Coleoptera: Scolytidae) por las diferentes variedades de café en el Soconusco, Chiapas, México. En: Resúmenes del XVI Simposio de Caficultura Latinoamericana. Managua, Nicaragua, p. 55-56.
- Guzmán, D. B. 1996. Efecto de varios insecticidas sobre el parasitoide de la broca del café *Cephalonomia stephanoderis* Betrem. (Hymenoptera: Bethyilidae). Universidad de Caldas. Facultad de Ciencias Agropecuarias, Tesis: Ingeniero Agrónomo. Manizales, Colombia. 131 p.
- <http://www.ugcarmen.edu.co/Memorias/Memorias.html>
- IICA/PROMECAFE. 1990. El manejo integrado de la broca del fruto del cafeto (*Hypothenemus hampei*). Manual técnico. Decazy, B. y Castro, M. T. (Eds.) Guatemala C. A. 20 p.
- INISAV Instituto Nacional de Sanidad Vegetal. 2005. Broca del café CIDISAV. 35 p.
- Jarquín, R., J. F. Barrera, F. Guharay, L. Jiménez, L. García, M. Figueroa y R. Montes. 2002. Manejo Integrado de la Broca del Café bajo dos modelos de transferencia de tecnología. En: J. F. Barrera (ed.), Tres plagas del café en Chiapas. El Colegio de la Frontera Sur, México, p. 21-31.
- Jarquín R.; M. Figueroa y J. F. Barrera. 2004. ECOSUR. Manejo Integrado de la Broca del Café, con participación de productores. Folleto Técnico #- 4. Segunda edición. 7p. Disponible en : <http://www.ecosur.mx>

- Le Pelley, R. H. 1973. Las Plagas del Café. La Habana, Ed. Ciencia y Técnica, Instituto Cubano del Libro. p 140-170.
- Martínez, E.; G. Barrios; L. Revisti y R. Santos. 2007. Manual práctico, Manejo Integrado de Plagas. España: Grup Bou. 526 p.
- Mejía M., C. G.; Bustillo P., A. E; Duque O., E. C.; Benavides M., P. 2007. Análisis biológico y económico del manejo integrado de la broca en la renovación de cafetales. CENICAFÉ 58(2):99-110.
- Mendoza-Mora, J. R. 1991. Resposta da Broca-do-Café, *Hypothenemus hampei*, a Estímulos Visuais e Semioquímicos; Tese Magíster Scientiae, Universidade Federal de Vicüosa: Brazil. 44 pp.
- MINAGRI. 1987. Instrucciones técnicas para el cultivo del café y el cacao. Dirección Nacional de Café y Cacao. La Habana, Cuba. p 208.
- MINAGRI. 2005. Programa de Defensa de la Broca del Café. Centro Nacional de Sanidad Vegetal y Dirección de Café y Cacao. La Habana, Cuba. p 13.
- MINAGRI. 2008. Programa de Defensa de la Broca del Café. Emitido por Centro Nacional de Sanidad Vegetal y Dirección de Café y Cacao. La Habana, Cuba. p 10.
- Moreno, D.; H. González; E. Botta; A. Martínez y J. Ovies. 2005. Evaluación de la efectividad de trampas rústicas para la captura de hembras adultas de la broca del café *Hypothenemus hampei* (Coleoptera: Scolytidae). III Simposio Internacional de Café y Cacao. Programa, Conferencias y Resúmenes. CUBACAFÉ 05. 16 al 18 de noviembre, Santiago de Cuba. Cuba. 140 p.
- Ortiz, A.; A. Ortiz; F. Vega y F. Posada. 2004. Volatile Composition of Coffee Berries at Different Stages of Ripeness and Their Possible Attraction to the Coffee Berry Borer *Hypothenemus hampei* (Coleoptera: Curculionidae), Journal of Agricultural and Food Chemistry, Vol. 52: No. 19, p. 5914-5918.
- Pierre, B. 2008. Manejo Integrado de la Broca del Café diseñado con tres componentes. Boletín PROMECAFE (114): 11- 14.
- Posada, F. J. 2001. Colección de hongos entomopatógenos: conocimiento de la biodiversidad y recurso biológico para el manejo de plagas. CENICAFÉ Colombia. Disponible en:
<http://www.ugcarmen.edu.co/Memorias/Memorias.htm>

- Posada, F. J.; Bustillo, A. E. y Jiménez, M. 2003. Seguimiento de adultos de broca *Hypothenemus hampei* (Ferrari) en cafetales, monitoreado con trampas de alcohol. Libro de resúmenes del Congreso de la Sociedad Colombiana de Entomología. Cali, Colombia.
- Prates, H. S. 1969. Preliminares da atração da broca do café, *Hypothenemus hampei* (Ferrari), a extractos de frutos do cafeeiro (cereja e verde). (Brasil) 61: 13-14.
- Quesada, O. S. 2009. Generalización del manejo integrado en el cultivo del cafeto, para el mejor control de la broca. III Simposio Internacional de Café y Cacao. Programa, Conferencias y Resúmenes. CUBACAFÉ 05. 16 al 18 de noviembre, Santiago de Cuba. Cuba. 140 p.
- Rivera, A.; Bustillo, A. E.; Marín, P. 1994. Compatibilidad de dos aislamientos de *Beauveria bassiana* (Balsamo) Vuill., en mezcla con insecticidas usados en el control de la broca del café *Hypothenemus hampei* (Ferrari). Revista Colombiana de Entomología 20 (4): 209-214.
- Ruiz, L.; Bustillo, A. E.; Posada, F. J.; González M. T. 1996. Ciclo de vida de *Hypothenemus hampei* en dos dietas merídicas. CENICAFÉ 47 (2): 77-84.
- Salazar, M. R.; P. Arcila, H. Riaño, P. Bustillo. 1993. Crecimiento y desarrollo del fruto del café y su relación con la broca. Avances Técnicos. CENICAFÉ. No. 194:1-4.
- Schuller, S. 2005. Informe sobre el Workshop Internacional “Manejo da Broca-do-Café”, en Londrina, Brasil. Boletín Electrónico Informativo (1).
- Souza, J.C. y Reis, P.R. 1993. Broca do café: histórico, reconhecimento, biología, prejuizos, Monitoramento e controle. Belo Horizonte. Brasil. EPAMIG, Boletín Técnico, Nº 40. 28p.
- Vázquez, L. L. 1993. Manejo Integrado de Plagas en cafeto. Informe Técnico. INISAV. Ciudad de La Habana. 3 p.
- Vázquez, L. L. 2003. Principales estrategias y componentes del programa de manejo integrado de plagas del cafeto en Cuba. PROMECAFE (97) marzo – junio: 7-11.
- Vázquez, L.; García, R. y Peña, E. 2005. Observaciones sobre la presencia de broca del café (*Hypothenemus hampei*) en los frutos que caen al suelo. Fitosanidad vol. 9, no. 2, junio.

- Vázquez, M. L.; Alfonso, S. J. y A. Martínez. 2006. Efecto de diferentes prácticas de manejo del suelo sobre la descomposición de los frutos caídos y la infestación residual por la broca del café (*Hypothenemus hampei*). Memorias IV Congreso Internacional de Control Biológico. Control biológico de plagas, patógenos y arvenses en la agricultura. 31 mayo al 2 de junio. Palmira Colombia.
- Velasco P., H., J. M. Llaven G. y A. F. Velázquez V. 1997. Respuesta a extractos de cerezas de café utilizados como atrayente para hembras inter cosecha de la broca del fruto *Hypothenemus hampei* Ferr. En: Memorias del XVIII Simposio Latinoamericano de Caficultura, San José, Costa Rica, p. 349-352.
- Velasco P., H., B. Beristain R. y S. Díaz Cárdenas. 1999. Integración de métodos para el control de la broca *Hypothenemus hampei* Ferr. del fruto del cafeto en la zona Córdoba-Huatusco, Veracruz, México (Informe final). Universidad Autónoma Chapingo, Centro Regional Universitario Oriente. Huatusco, Veracruz, México. 98 p.
- Vélez, P. E.; Montoya E. C. 1993. Supervivencia del hongo *Beauveria bassiana* bajo radiación solar en condiciones de laboratorio y campo. CENICAFÉ 44 (3): 111-122.
- Vergara, R. R. 2004. Conferencia dictada en el Octavo Seminario de Agroecología Agromedicina y Medio Ambiente. Tunja 22 y 23 de Noviembre.
- Villacorta, A., A. F. Possagnolo, R.Z. Silva y P. S. Rodrigues. 2001. Un modelo de armadilha com semioquímicos para o manejo integrado da broca do café *Hypothenemus hampei* (Ferrari) no Paraná. En: II Simpósio de Pesquisa dos Cafés do Brasil. Vitória, ES, p. 2093- 2098.
- Villalba, D. A.; E. Bustillo, B. Chávez. 2006. Evaluación de insecticidas para el control de la broca del café en Colombia. CENICAFÉ (Colombia) 46(3):152-163.
- Warthen, J. D., C. J. Lee, E. B. Jang, D. R. Lance y D. O. McInnis. 1997. Volatile, potential attractants from ripe coffee fruit for female Mediterranean fruit fly. J. Chem. Ecol. 23: 1891-1900.