

MINISTERIO DE EDUCACION SUPERIOR

**UNIVERSIDAD DE ORIENTE
Facultad de Ingeniería Química
Departamento Agropecuario**

**UNIVERSIDAD DE GUANTANAMO
Facultad Agroforestal de Montaña**

Contribución de diferentes prácticas agronómicas y de aplicaciones del hongo *Beauveria bassiana* (Balsamo) Vuillemin en el manejo de la broca del café (*Hypothenemus hampei* Ferrari).

**Tesis presentada
en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Agrícolas.**

ALBERTO FERNÁNDEZ TURRO

Santiago de Cuba

2010

MINISTERIO DE EDUCACION SUPERIOR

**UNIVERSIDAD DE ORIENTE
Facultad de Ingeniería Química
Departamento Agropecuario**

**UNIVERSIDAD DE GUANTANAMO
Facultad Agroforestal de Montaña**

Contribución de diferentes prácticas agronómicas y de aplicaciones del hongo *Beauveria bassiana* (Balsamo) Vuillemin en el manejo de la broca del café (*Hypothenemus hampei* Ferrari).

Tesis presentada

en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Agrícolas.

Autor

Ing. Alberto Fernández Turro, MsC.

Tutores

**Dr. C. Francisco A. Simón Ricardo
Dr. C. Pedro A. Rodríguez Fernández**

Santiago de Cuba

2010

Agradecimientos

- ❖ En primera instancia deseo agradecer al Departamento Agropecuario de la Universidad de Oriente por su esmerada contribución en mi formación profesional.
- ❖ En segunda instancia y no menos importante al Centro Nacional de Sanidad Agropecuaria, en el cual he desarrollado varias investigaciones, además por su ayuda en la realización de mi Maestría en Ciencias Agrícolas.
- ❖ Al Centro Nacional de Referencia Fitosanitaria de la Montaña y al Centro de Desarrollo de la Montaña por su apoyo en las diferentes etapas de investigación.
- ❖ A los Laboratorios de Sanidad Vegetal de las provincias de Granma, Santiago de Cuba y Guantánamo.
- ❖ A mis Tutores el Dr. C. Francisco A. Simón Ricardo y Dr. C. Pedro Rodríguez Fernández.
- ❖ Al Dr. Luis Vázquez Moreno del Instituto Nacional de Investigaciones de Sanidad Vegetal por su incondicional ayuda en este trabajo y otros no menos importantes.

En general a todas aquellas personas, amigos, familiares y otros profesionales, que de una forma u otra me apoyaron durante todo este tiempo.

CON TODO AGRADECIMIENTO Y AMOR

MUCHAS GRACIAS

DEDICATORIA

A mis familiares
A mis familiares

SÍNTESIS

La investigación se realizó en áreas cafetaleras de la UBPC Gabriel Lamot perteneciente a la Empresa Cafetalera Yateras, provincia Guantánamo en el periodo 2003 – 2005. Se estudió en *Coffea arabica* L. vr ISLA 6-14 el efecto de diferentes prácticas agronómicas como: regulación de la sombra, cobertura del suelo y la rehabilitación de las plantaciones sobre las poblaciones de la broca del café *Hypothenemus hampei* Ferrari (Coleoptera: Curculionidae) principal problemática del cafeto en Cuba, además, se evaluó la influencia de condiciones agroecológicas del cafetal en la introducción y transferencia de nuevas variantes de aplicación del hongo *Beauveria bassiana* (Balsamo) Vuillemin sobre la disminución de las poblaciones de la broca del café a razón de $1\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$. Los resultados mostraron, que el daño de la plaga es más bajo en cafetales bajo sistema de caficultura sostenible con restablecimiento de la densidad poblacional del cafeto, la realización de podas sistemáticas y fitosanitarias, la higienización del bosque, el manejo de la sombra a doble techo con intensidad de luz del 60-70% y regulación de la cobertura viva del suelo espontánea o con el acomodo de *Tradescantia zebrina* Bosse; se comprobó, que bajo este nivel de intensidad luminosa la efectividad técnica de las aplicaciones del hongo *B. bassiana* fue superior con indicadores económicos positivos, cuando se asperjó cuatro veces al follaje con una frecuencia de 40 días a partir de los 60 días posteriores al pico de floración. Se recomendó incorporar al Programa de Defensa contra la Broca del Café estos resultados de la implementación de prácticas agronómicas y de aspersiones de *B. bassiana*.

ÍNDICE

	Pag
I. INTRODUCCIÓN	1
II. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	5
2.1. Características y manejo de un agroecosistema cafetalero de montaña con fines fitosanitarios.	5
2.2. Características generales y comportamiento de la broca del café (<i>Hypothenemus hampei</i> , Ferr) en Cuba y en el mundo.	7
2.2.1. Distribución y origen.	7
2.2.2. Características morfológicas y ciclo de vida.	7
2.2.3. Sobrevivencia y multiplicación de la broca del café.	8
2.2.4. Algunas condiciones que afectan el desarrollo de la broca del café.	9
2.3. Prácticas de manejo contra la broca del café.	13
III. MATERIALES Y MÉTODOS	25
3.0. Generalidades del desarrollo de la investigación.	25
3.1. Modalidades de manejo agroecológico de la broca del café.	27
3.2. Manejo de la intensidad de luz en el cafetal y de las aplicaciones del hongo <i>Beauveria bassiana</i> .	30
3.2.1. Evaluación del comportamiento poblacional de la broca del café en las posiciones en el fruto (A y B).	31
3.2.2. Determinación de daños en los frutos por <i>Hypothenemus hampei</i> al inicio de la cosecha.	32
3.2.3. Modo de aplicación y evaluación de la efectividad técnica de <i>Beauveria bassiana</i> .	32
3.2.4. Determinación del peso promedio de los frutos y el rendimiento del café cereza.	34
3.2.5. Valoración económica de las variantes de manejo del cafetal y del hongo <i>Beauveria bassiana</i> sobre la broca del café.	36
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	37
4.1. Manejo agroecológico de la broca del café.	37
4.2. Contribución del manejo de la intensidad de luz y de las aplicaciones del hongo <i>Beauveria bassiana</i> en el control de la broca del café.	48
4.2.1. Influencia del manejo de la intensidad de luz y de <i>B. bassiana</i> sobre la broca del café en las posiciones de tránsito (A y B).	48
4.2.2. Comportamiento del índice de infestación de la broca del café <i>H. hampei</i> al inicio de la cosecha IC(%).	61
4.2.3. Evaluación de la efectividad técnica de <i>B. bassiana</i> sobre la broca del café.	67
4.2.4. Comportamiento del peso promedio de 150 frutos y el rendimiento del cultivo.	82
4.2.5. Valoración económica de las diferentes variantes de manejo agroecológico de la broca del café.	90
4.3. Propuesta de estrategias de manejo del cafetal y de <i>B. bassiana</i> como control biológico de la broca del café.	93
V. CONCLUSIONES	95
VI. RECOMENDACIONES	96
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	-
VIII. ANEXOS	-

I. INTRODUCCION

La broca del café *Hypothenemus hampei* Ferrari (Coleoptera: Curculionidae) se considera la plaga que mayor daño ocasiona al cultivo del cafeto en el mundo y han sido cuantiosos los recursos y esfuerzos para combatirla en los países donde se ha detectado (Vélez *et al.*, 2000; Protección de Plantas, 2003; Burgos *et al.*, 2008).

Dentro del complejo biológico nocivo que afecta al cafeto en Cuba, hoy constituye su principal problemática la broca del café, la cual fue registrada en el año 1995. Esta plaga en la actualidad, está distribuida en todo el territorio nacional, con altos índices de daños en determinadas zonas, regiones y condiciones edafoclimáticas de los agroecosistemas cafetaleros cubanos (MINAG, 2008).

En un principio, su control se centró en la lucha química con empleo de diferentes formulaciones de Thiodan (endosulfan), como parte del programa de manejo para plagas cuarentenadas, estrategia muy similar a la que han usado la mayoría de los países donde se ha registrado la broca del café; no obstante, existen registros que evidencian los riesgos y consecuencias del uso inadecuado de este insecticida (Muñoz, 2002; Arango, 2004; PROTECNET, 2005; WIKILEARNING, 2007); aunque, es muy importante resaltar, que este programa se perfecciona con la introducción de nuevos lineamientos y estrategias (Protección de Plantas, 2003; MINAG, 2008).

A nivel mundial, se enfatiza en disminuir los costos y los riesgos ecológicos a causa del uso indiscriminado de plaguicidas en el control de plagas, tema que ha sido tratado por Simón (1989) y Vázquez *et al.* (2006), respecto al efecto del manejo agro y fitotécnico del cultivo sobre las principales plagas presentes en el cafeto hasta entonces, referidas al minador de la hoja (*Leucoptera coffeella* Guerin-Meneville) y la roya del cafeto (*Hemileia vastatrix*,

Introducción

Berkeley-Broome) entre otras; pero acerca de la broca del café de más reciente aparición, aún no se disponen de los elementos suficientes que contemplen nuevas estrategias de lucha, las cuales requieren un mejor conocimiento de la ecología de esta plaga.

Un adecuado sistema de rehabilitación y renovación de los cafetales, facilita en gran medida realizar el manejo de la broca del café (*H. hampei*) y de la roya del cafeto (*H. vastratrix*), ya que posibilita la ejecución de medidas fitosanitarias básicas (Díaz, 1990; García, 2002; IICASANINET, 2006).

Sin embargo, las potencialidades que puedan tener estas prácticas de manejo agroecológico del cafetal en particular de la sombra, para la creación de condiciones sustentables que limiten el desarrollo de las poblaciones de la broca del café, no han sido estudiadas a profundidad; elemento de vital importancia para las condiciones específicas de producción del cafeto en Cuba, donde existe una gran variabilidad en las características de los agroecosistemas cafetaleros (Vázquez, 2003; Simón, 2004).

Las referencias acerca de la contribución del manejo agronómico sobre esta plaga y en especial la sombra son muy contradictorias, ya que varían en correspondencia con la localidad, aspectos que son abordados por Fonseca (2003) y BACKTOTHEGRIND (2007); todos estos registros no especifican el nivel de sombreado ni su estructura arbustiva del cafetal.

Por otra parte, el hongo *Beauveria bassiana* (Balsamo) Vuillemin es ampliamente usado como controlador biológico de la broca del cafeto, a pesar de ello, los estudios realizados han originado de manera frecuente resultados inconsistentes, como los obtenidos en Colombia informados por Rodríguez y Góngora (2005); con una tendencia a explicar las causas de la baja efectividad a la formulación y al equipo de aspersión, lo cual pudo observarse también en estas áreas cafetaleras antes del inicio de esta investigación.

Introducción

Por el contrario en otras ocasiones, con similar o diferente tecnología de aplicación y en su desempeño natural; se alcanzan niveles importantes de epizootias (Bustillo *et al.*, 2001; Carrión y Bonet, 2004; Carmenza y Góngora, 2004; Aristizabel *et al.*, 2006; García y Riera, 2006; Vázquez *et al.*, 2008).

Así mismo, los resultados de las aspersiones de este entomopatógeno en condiciones de campo en Cuba, al igual que los registrados en el mundo, no permiten aclarar las contribuciones del manejo agro y fitotécnico, para un uso más sostenido de este formulado. En tal sentido, aún se desconoce a profundidad el posible efecto del manejo agronómico del cultivo en específico la sombra, sobre la efectividad del hongo *B. bassiana* cepa autóctona como control biológico de la broca del café.

Sobre la base de los antecedentes expuestos se formuló la siguiente **Hipótesis:**

*Con la ejecución de prácticas agronómicas que permitan establecer condiciones agroecológicas no proclives al desarrollo de las poblaciones de *H. hampei* se podría lograr un efecto más eficiente de las aplicaciones del hongo *B. bassiana* como alternativa de control biológico de esta plaga.*

Para dar respuesta a dicha hipótesis, se desarrollaron varios experimentos de campo encaminados a alcanzar los objetivos que se relacionan a continuación:

Objetivo general: Contribuir a perfeccionar las estrategias de manejo de la broca del café y de las aspersiones del hongo *B. bassiana* como parte del actual Programa de Defensa Contra la Broca del Café.

Objetivos específicos

1. Valorar la contribución de diferentes prácticas agronómicas como la regulación de la sombra, la cobertura del suelo y la rehabilitación de las plantaciones sobre la broca del café.
2. Evaluar la efectividad técnica de diferentes variantes de aplicaciones de *B. bassiana* cepa autóctona como control biológico de la broca del café *H. hampei* en correspondencia con el manejo de la sombra del cafetal.
3. Establecer estrategias de manejo para la aplicación de *B. bassiana* cepa autóctona en virtud de la respuesta al manejo agronómico de la broca del café.

Novedad científica

Se determinan mediante la implementación de labores de agronómicas, que condiciones agroecológicas sustentables conducen a la disminución de las poblaciones de *H. hampei* a niveles tolerantes en el que se precisa por primera vez en Cuba los elementos básicos para el manejo de la sombra mediante la estratificación del cafetal en techos arbustivos e intensidad luminosa difusa no directa dentro del mismo, que posibilitan incrementar la efectividad técnica de las aspersiones en campo del hongo *B. bassiana* como alternativa del control biológico de la broca del café.

II. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1. Características y manejo de un agroecosistema cafetalero de montaña con fines fitosanitarios.

El café en Cuba es un cultivo de gran importancia económica, que se establece de manera tradicional agrupado de forma mayoritaria en cuatro sistemas montañosos, con predominio en la región oriental, en la Sierra Maestra, el Macizo Nipe-Sagua-Baracoa y los otros dos en la zona del Escambray y Guaniguanico (Vázquez, 2003).

En Cuba se cultiva en un sistema agroforestal de montaña muy diverso y de múltiples estratos, dividido en tres componentes fundamentales; el primero referente al café y otros cultivos asociados temporales o permanentes, como plátanos o bananos, cítricos, aguacateros entre otros, que pueden constituir parte del sombrío o techo del cultivo; el segundo es arbóreo con especies como *Gliricidia sepium* (Jacq). Steud, *Eritrina poeppigiana* Valp, *Samanea saman* (Jacq). Merrill entre otros, que constituyen el principal sistema de sombra del café y por último el denominado piso verde o herbáceo, que lo constituye de manera general las arvenses o coberturas que se plantan; además de existir de forma aledaña bosques naturales o artificiales y maniguas (Simón, 2000; Vázquez, 2003).

Estas variaciones dentro del agroecosistema cafetalero, pueden influir en la manifestación del máximo potencial biótico del cultivo, ya que si alguno de los factores del medio ambiente no es el requerido, pueden afectar el crecimiento y la productividad del cultivo (Beer *et al.*, 1998; Muschler, 1999, 2001; Rodríguez *et al.*, 2000; López *et al.*, 2002; Rodríguez, 2003; CENICAFÉ, 2004; Gorsline, 2007).

Se considera, que la propia diversidad de los agroecosistemas cafetaleros cubano y sus diferencias en determinadas formas de explotación del cultivo de acuerdo a la localidad, contribuyen a explicar muchas de las contradicciones en los resultados acerca del manejo de las principales plagas y agentes de control biológico, que dependen de las condiciones edafoclimáticas y de otras como la altitud, tema que ha sido abordado por Simón (1984) y Vázquez (2008).

La base técnica para lograr un buen manejo fitosanitario de plagas en los cultivos agrícolas está precisamente en la aplicación de una buena agro y fitotecnia, como la poda del cafeto, la repoblación, la regulación de la cobertura viva y de la sombra en los momentos adecuados, lo cual posibilita el desarrollo de plantas vigorosas.

Por otra parte, estas labores causan modificaciones en las condiciones agroecológicas que pueden crear un ambiente desfavorable para el desarrollo de plagas (Carracedo *et al.*, 1991; Carracedo *et al.*, 1996; Machado *et al.*, 1996; Protección de Plantas 2003; COFFEEBOARD, 2008).

Así mismo, para mantener una estable producción en las áreas cafetaleras del país, que en su mayoría se consideran zonas marginales, es necesario establecer un programa continuo y sistemático de manejo cultural del cultivo Rodríguez, 1987, Rodríguez *et al.*, 1998, Cortés *et al.*, 2006; Soto, 2006).

Sin embargo, aún no se cuentan con elementos suficientes, acerca de los efectos beneficiosos de la aplicación de la agro y fitotecnia del cultivo como alternativa de manejo contra la broca del café.

2.2. Características generales y comportamiento de la broca del café *Hypothenemus hampei Ferrari* (Coleoptera: Curculionidae) en Cuba y en el mundo.

2.2.1. Distribución y origen.

La broca del café *H. hampei* es la principal plaga de los cafetales, tanto en el mundo como en Centroamérica; su importancia radica en que ataca de forma directa los granos de café en su estado inicial de desarrollo lo que provoca la caída de los frutos en estado acuoso, pérdida de peso del grano, afecta la calidad de la bebida y en ocasiones lo hace inservible; con incremento de los gastos por concepto de manejo, unido a la reducción del precio de venta del producto (PROCAFÉ, 1995; Benavides *et al.*, 2002; IICASANINET, 2003; Castaño y Quintero, 2004; Aguirre, 2005).

2.2.2. Características morfológicas y ciclo de vida.

De acuerdo a los registros de PROTECNET (2005) y IICASANINET (2006), la broca del café presenta una metamorfosis completa y su ciclo de vida de huevo a adulto, puede durar entre 24 y 45 días, en correspondencia con las características ambientales. Los huevos son puestos por la hembra en las galerías que perfora en los granos, las larvas son similares en color y aspecto, que más tarde pasan al estado de pupa, donde se presentan diferenciaciones morfológicas: indicio de alas, patas, y la cabeza.

En su estado adulto, existen claras diferencias morfológicas entre el macho y la hembra, esta es más grande que el macho y llega a medir entre 1,8 mm de longitud y 0,8 mm de ancho; mientras que los machos miden entre 1,0 y 1,25 mm de largo por 0,6 mm de ancho y presentan alas atrofiadas que limitan su capacidad de vuelo,

mientras que las hembras poseen alas membranosas y bien desarrolladas que les permiten desplazarse (Manejo Integrado de Plagas, 2007).

2.2.3. Sobrevivencia y multiplicación de la broca del café.

A nivel mundial, los criterios científicos coinciden en que la broca del café se reproduce y multiplica dentro de los frutos de diferentes especies de cafetos, como *C. arabica* L, *C. liberica* y *C. canephora* Pierre. De ahí, que la abundancia de las poblaciones está determinada en gran medida, por la disponibilidad de los frutos de café aptos para la alimentación y desarrollo de esta plaga, que son colonizados por hembras adultas capaces de realizar el vuelo dentro o hacia otras plantaciones. Con la llegada de las primeras lluvias fuertes del año (mayo-junio), las hembras salen de los frutos remanentes hacia los nuevos en formación de las primeras floraciones secundarias o esporádicas en respuesta al aumento de la humedad relativa del ambiente (Baker, 1984; 1999a; 1999b).

Este barrenador de la cereza, coloniza esos primeros granos en los cuales la población sobreviviente se multiplica durante los próximos meses y ya multiplicada pasa a afectar los frutos provenientes de la floración principal, que es donde alcanza su máximo crecimiento poblacional (Quintero y Morales, 1996).

Se ha comprobado por Sequeira y Barrios (1990) que las poblaciones de la broca del café aumentan significativamente desde 90-140 días después de la floración principal o sea el período en que los frutos se sazonan y maduran dependiendo de la altitud.

Medios de diseminación y hospedantes.

Por poseer las hembras adultas de *H. hampei*, una capacidad de vuelo limitada, es el hombre el principal diseminador de la plaga a largas distancias mediante el transporte de granos infestados, en vehículos, canastos, sus vestimentas, así como otros implementos de trabajo (PROTECNET, 2005).

Plantas en las que se refugia la broca del café.

En opinión de la mayoría de los investigadores, la única planta hospedante que permite la alimentación, desarrollo y reproducción de la broca son las cerezas de diferentes especies del género *Coffea*. No obstante, se comunica que en las cerezas de *Oxyanthus* sp, en los granos y vainas de *Dalium* sp., *Cajanus cajan* Millsp. este insecto logra alimentarse y desarrollar su ciclo de vida (Quezada y Urbina, 1987).

Guharay *et al.* (1994) informan que esta plaga puede refugiarse temporalmente sin poder alimentarse o desarrollarse en cápsulas, vainas, granos o frutos de plantas de *Phaseolus lunatus* Lin., *Rubus* sp, *Crotolaria* sp, *Centrosema plumierii* Benth., *Cesalpineia* sp, *Leucaena glauca* (L). Benth, *Eriobothrya japónica* Lindl., *Ricinus* sp. y en diferentes especies de *Hibicus*.

En Cuba desde la aparición de este escolítido, sólo se informa la presencia este perforador del grano en las diferentes especies que se cultivan del género *Coffea* Programa de Defensa Contra la Broca del Café (2004).

2.2.4. Algunas condiciones que afectan el desarrollo de la broca del café.

Secuencia de las floraciones y disponibilidad de los frutos.

La secuencia de las floraciones y disponibilidad de los frutos en el tiempo es el factor

fundamental para determinar el éxito del desarrollo de la broca del café en una zona. Baker (1984) y Muñoz (1988) han observado, que los frutos provenientes de las floraciones tempranas, se afectan de manera notable por las hembras sobrevivientes de la cosecha anterior y sobre estas desarrollan las primeras generaciones, que afectan los frutos de las siguientes floraciones, lo que hace evidente, que en las zonas donde hay poca disponibilidad de frutos de estas floraciones (menos de 5 % de la cosecha total), el desarrollo de las poblaciones de la plaga en los frutos de la floración principal, es más lento y con una baja tasa de incremento.

De modo distinto sucede en las zonas donde ocurren varias floraciones tempranas, que producen una cantidad sustancial de frutos (más de 20 % de la cosecha total) aún antes de la cosecha principal, sobre las cuales las poblaciones sobrevivientes de esta plaga, logran multiplicarse y colonizar más temprano la cosecha principal y con una mayor tasa de crecimiento (Morales y Guharay, 1995; Quintero y Morales, 1996; Programa de Defensa Contra la Broca del Café, 2004).

Se supone, que la broca se originó sobre la especie *C. canephora* y no en *C. arabica*, no obstante en pruebas de laboratorio, se ha observado mayor preferencia en las hembras hacia las variedades de la especie *arabica*, que las variedades de la especie *C. canephora* o *C. liberica*, que presentan floraciones múltiples durante el año, cuyos frutos son colonizadas con mayor facilidad por este escolítido que pasa de los frutos de una floración a otra (Baker, 1984).

Sin embargo Álvarez *et al.* (2001) encontraron diferencias significativas en el número de estados biológicos de este insecto, cuando se alimentaron con café pergamino de diferentes especies de cafetos.

Por otro lado, algunas variedades de la especie *C. arabica* como el Borbón que por lo general florece antes que las especies de Caturra, son más susceptibles a poblaciones sobrevivientes de *H. hampei* y acumulan mayor daño en la cosecha. Cuando existe mezcla de variedades o especies en las mismas plantaciones, la broca del café se beneficia de las sucesiones de floraciones para sobrevivir y desarrollarse con mayor facilidad (Guharay *et al.*, 1994).

En Cuba, en los inicios del programa de defensa contra esta plaga, se determinó eliminar las plantaciones que pudieran posibilitar el tránsito de las poblaciones sobrevivientes a la nueva cosecha; tal es caso, de las áreas abandonadas y las existentes con café de la variedad Cubita; pero con la reciente introducción de entomófagos foráneos y la necesidad de su establecimiento en las áreas productivas para garantizar la supervivencia en el periodo poscosecha y sólo se dispondrán de las áreas de café Cubita con este fin.

De forma general, a excepción de algunas variedades de *C. robusta* no se registran aún elementos suficientes de la resistencia o tolerancia significativa varietal contra la broca del café (IICASANINET, 2003; Romero y Cortina, 2004).

Altitud y sombra.

En cuanto al efecto de la altitud, se informa, que el rango óptimo para el desarrollo de la broca del café está entre 800 a 1 000 metros de altitud, pero a partir de 1 500 metros esta plaga no representa un problema económico (Quezada y Urbina, 1987).

Mientras que en muchas zonas cafetaleras en Nicaragua de alturas menores de 800 y 1 000 metros de altitud, la broca se ha adaptado muy bien y constituye un grave

problema entomológico. En Cuba, aunque los rangos de altitudes son bajos, además de la amplia variabilidad de los agroecosistemas cafetaleros y su manejo, en los cuales esta plaga se ha logrado establecer en la totalidad de las áreas cafetaleras con diferentes niveles poblacionales y no se registran en la actualidad estudios que permitan sacar conclusiones al respecto.

En lo referente a la influencia de la sombra, estas son muy contradictorias y varían con la localidad BACKTOTHEGRIND (2006). En este sentido Monterrey (1984) citado por Quezada y Urbina (1987) informan, que las poblaciones de broca son mayores en cafetales con sombra densa, en relación a los cafetales al sol en el cual la incidencia de la plaga es bastante baja.

Enemigos naturales.

La broca del café no cuenta con mucha diversidad de enemigos naturales, tal vez, por su origen fuera del Continente Americano Gaitán *et al.* (2002); aunque existen informes de la presencia de especies de hormigas depredadoras de diferentes estados de desarrollo de este escolítido Vélez *et al.* (2006). Así mismo, se comunica la presencia de epizootias locales de hongos entomopatógenos nativos, como *Metarhizium anisopliae* y *Beauveria bassiana*, este último es más eficaz y difundido (Damon, 2000; Jiménez, 2002; BIOPRODUTS, 2007; Environmental Protection Agency, 2007).

En el continente Americano, se han introducido algunas especies de insectos exóticos de la familia Bethyridae (*Cephalonomia stephanoderis*, *Prorops nasuta*), Braconidae (*Phymasticus coffea*) Vera *et al.* (2007), al que se le suma el uso de hongos entomopatógenos nativos como *Beauveria bassiana* y *Metarhizium anisopliae* (Gaitán *et al.*, 2002).

La eficacia de las acciones de estos enemigos naturales parece depender de muchos factores, entre ellos las condiciones microclimáticas de las plantaciones, el uso de los plaguicidas sintéticos y el establecimiento de las condiciones apropiadas de los nichos, que favorecen la sobrevivencia y desarrollo de ellos, así como la disponibilidad de flores para alimentación de las avispas, el manejo del suelo que permita su permanencia y la viabilidad de los hongos entomopatógenos (Infante *et al.*, 1994; Infante *et al.*, 2003; Borbon, 2004; García y Becco, 2004).

Variación en el clima.

El patrón de lluvia en una zona, influye sobre la secuencia de las floraciones y por consiguiente en el desarrollo de las poblaciones de broca. También se ha observado, que en los años donde las precipitaciones han sido menores durante el período de sazónamiento y maduración de los frutos, la tasa de incremento de las poblaciones de la broca del café fue menor, en comparación con los años con mayores niveles de precipitaciones. Esto se atribuye, a que las lluvias abundantes pueden causar una alta mortalidad de hembras fecundadas durante su desplazamiento en los cafetales y en las que se encuentran en las posiciones de tránsito en el fruto cuando lo perfora (Guharay *et al.*, 1994).

La humedad en el suelo, induce la germinación de las cerezas remanentes de la cosecha anterior, lo que causa una supresión natural del alimento, que limita el desarrollo de las poblaciones de esta plaga (Vázquez, 2005a; Simón, 2005).

2.3. Prácticas de manejo contra la broca del café.

Los registros internacionales y nacionales acerca del manejo de esta plaga se basan en el ensayo y/o utilización de diferentes prácticas dentro de las cuales se encuentran:

Medidas preventivas.

La principal acción a desarrollar, es mantener libres de la plaga aquellas zonas en las que no se ha detectado la misma, mediante la restricción de traslado de material infestado, así como las herramientas y los equipos de trabajo (PROTECNET, 2004).

Medidas Cuarentenarias.

Guharay y Monterrey (1997) y el Programa de Defensa Contra la Broca del Café (2004, 2008), informan que estas medidas dependen de la reglamentación o disposiciones de los Servicios de Sanidad Agropecuaria de cada país y se deben poner en vigencia decretos, resoluciones y acuerdos ministeriales adicionales, con el objeto de impedir la introducción y diseminación al resto del país de material vegetal de propagación, principalmente de café afectado por la broca.

En estas referencias se comunica además, que dichas medidas deben reforzarse con adecuadas campañas de divulgación, la edición de folletos, de afiches, informaciones de radio y prensa, además de la organización de programas de capacitación para caficultores y personal técnico vinculado a esta actividad; en el cual, los puestos de cuarentena son fundamentales, no solo por su acción restrictiva, sino también por su función sensibilizadora entre la población.

Control cultural.

La eliminación de todos los granos existentes en las plantas infestados por la plaga, constituye el principal mecanismo para cortar el ciclo de la plaga. De igual forma se debe recoger la totalidad de granos que quedan de la cosecha, para

evitar que persistan poblaciones del insecto y disminuir la reinfestación en la nueva cosecha. Este método es conocido como repase y en Cuba se le denomina saneamiento, es laborioso y no exento de dificultades prácticas, pues significa, recoger los frutos que quedan, ya sea en la planta o en el suelo después de la última cosecha (Programa de Defensa contra la Broca del Café, 2004; IICASANINET, 2008; PROMABROCU, 2006; Mejia *et al.*, 2007).

En Cuba, el principio de esta práctica es el mismo y se recomiendan realizar seis saneamientos, uno postcosecha, tres intercosecha y dos en cosecha; aunque, el número de pases en campo depende en gran medida de la calidad de esta labor y del momento preciso para realizarlo (Programa de Defensa Contra la Broca del Café, 2004).

Es importante señalar, que los criterios sobre el efecto en la sobrevivencia de la broca del café (*H. hampei*) en los frutos remanentes de la cosecha en el suelo, no es influenciada por la ausencia o presencia de malezas o coberturas muertas durante el período de postcosecha (Monterrey, 1994). Sin embargo, de acuerdo con las características típicas de los agroecosistemas cafetaleros cubanos y las comunicaciones más recientes acerca del tema (Pérez, 2004; Simón 2005; Vázquez, 2005b).

Otra de las medidas complementarias, es el tratamiento de los frutos que se recogen del saneamiento, que pueden quemarse en el terreno, tratarse con agua hirviendo o ser enterrarlos a una profundidad no menor de 50 cm. Del mismo modo, secar el café para semilla o para el consumo y es un método muy efectivo para prevenir la multiplicación de esta plaga y su distribución a zonas aún libres de la plaga; además de posibilitar que al final del proceso cuando la humedad del grano llega a 12,5%, una mortalidad del 100% de la población de la plaga, sin

distinción del estado de desarrollo presente en el grano (IICASANINET, 2008).

En Cuba, se enfatiza en secar el café con tratamiento térmico artificial (guardiolas) con excelentes resultados; pero existe además otra experiencia local con mucha perspectiva dentro del proceso de beneficio del café que se denomina desnatador artificial, que logra eliminar durante el proceso de despulpe del café gran parte de los granos con perforaciones de la plaga (Taller Nacional del Programa de Café y Cacao, 2006).

Trampeo.

El uso de trampas con atrayentes, constituye en la actualidad una valiosa herramienta en la disminución de las infestaciones en las cerezas en campo Villacorta *et al.* (2001), García y Contreras, 2004 y Da Silva *et al.* (2006), las cuales, se consideran muy apropiadas para pequeños productores con limitaciones de recursos (Lotter, 2003).

En tal sentido Pierre (2002) informa una disminución de las poblaciones de la broca del café, mediante la captura de adultos con el uso de 12 trampas.ha⁻¹ en las tres principales regiones cafetaleras de El Salvador cultivadas bajo sombra, lográndose hasta 76 000 brocas por trampa en 20 días, con una eficacia del trampeo del 12 al 84%, respecto a las áreas donde no se aplicó ningún sistema de manejo contra la broca; con los picos superiores de captura en los meses de marzo a mayo, aunque se observó diferencias entre las localidades de estudio.

En otras investigaciones con cafetos bajo sombra en la República Dominicana Contreras y Guzman (2004) informan capturas superiores de hasta 130 000 brocas adultas a razón de 15 trampas.ha⁻¹, pero sólo en los meses de marzo y abril;

además estos autores no recomiendan el uso de estas trampas en el periodo del año de mayo a diciembre, debido a que los niveles de capturas alcanzados no son lo suficientes que justifiquen el uso de trampas como BROCAP®.

En Cuba se recomienda el uso trampas rústicas con extractos etanólicos o metanólicos de los frutos maduros a una proporción de 0,46 kg de frutos.L⁻¹ de alcohol y se pueden utilizar 30 trampas.ha⁻¹ (Manejo Integrado de Plagas, 2007).

Respecto a la variabilidad de la contribución del trampeo en la disminución de las infestaciones de esta plaga en los diferentes informes descritos con anterioridad, sería interesante evaluar los posibles efectos de los aspectos agroecológicos del cafetal.

Control Biológico.

Se informa, que la broca del café no cuenta con muchos enemigos naturales nativos en el continente americano; pero a pesar de ello, se han identificado varios enemigos naturales de esta plaga e introducido algunos en los países productores de café en América, como los parasitoides *Prorops nasuta* Waterson, *Cephalonomia stephanoderis* Betrem, *Phymastichus coffea* entre otros (Vergara *et al.*, 2001; Vera *et al.*, 2007).

Una de las especies más importante que se utiliza para regular las poblaciones de la plaga es ***Prorops nasuta*** (Hymenoptera: Bethylidae), esta se ha adaptado en varios países, pero su contribución en la disminución de poblaciones de broca es muy discutido (Infante *et al.*, 2003).

Por su doble condición de parásito y depredador de *H. hampei*, esta especie podría jugar un papel importante en el control biológico de la broca, en zonas donde hay producción

continua de café y por lo tanto una presencia permanente de la plaga; de modo contrario ocurre, en las regiones con producción estacional, que sería necesario mantener el parásito artificialmente después de la última cosecha (Guharay *et al.*, 1999).

***Cephalonomia stephanoderis* (Hymenoptera: Bethyidae).**

Es el parasitoide más importante de la broca del café en Costa de Marfil (África) y el que tiene más perspectivas para utilizarse con éxito como agente de control biológico (Barrios *et al.*, 1994; PROMECAFÉ, 1999; PROMECAFÉ, 2000).

Asimismo se informa por IICASANINET (2003), que la mayor población de este parasitoide en el campo, se observa cuando el ataque de esta plaga es más intenso y que no puede sobrevivir con éxito, en plantaciones demasiado húmedas o con exceso de sombra; aspecto muy importante a tener en consideración, para el sistema de producción cafetalero cubano, donde el manejo del sombrío constituye una práctica cultural de vital importancia.

Sobre la efectividad de *C. stephanoderis* Vega y González (1996) comunican que al liberar de 900-1 800 parasitoides ha⁻¹ se parasitan entre 4,0 y 8,4 % de los frutos infestados.

Dufoor *et al.* (1996), reportan niveles de eficacia de hasta un 53% y porcentajes de infestación de broca por debajo del 2,5% cuando se integra este método a otras prácticas culturales como el saneamiento y la regulación de la sombra del café.

En Cuba en las indicaciones previstas por el actual Programa de Defensa contra la Broca del Café (2008), se recomienda liberar como mínimo un adulto de *C. stephanoderis* por grano afectado por la broca o un adulto por cada dos frutos perforados, por lo que es necesario determinar con antelación el número

aproximado de granos afectados para conocer el total de parasitoides a emplear (Manejo Integrado de Plagas, 2007).

***Phymasticus coffea* (Hymenoptera: Eulophidae).**

Es un endoparásito de los adultos de *H. hampei* y se coloca en una posición muy importante, como complemento a la acción de *C. stephanoderis*, *P. nasuta* y *P. coffea* Orozco y Rodríguez (1997), ya que se puede liberar cuando la broca comienza a perforar el fruto (Vergara *et al.*, 2001).

Todos estos entomófagos, se reproducen de forma masiva en la actualidad a escala muy variable en la mayoría de los países donde se han introducido y sus técnicas de reproducción se perfeccionan en especial la crianza de *H. hampei* como base de la dieta de estos himenópteros, que constituye una de las problemáticas actuales acerca del tema (Portilla y Street, 2006).

***Heterorhabditis bacteriophora* Poinar y *Beauveria bassiana* (Balsamo) Vuillemin.**

El uso de estos entomopatógenos en el control de esta plaga ofrecen grandes perspectivas por ser un método efectivo y viable, varios son los registros internacionales y nacionales acerca de la utilización del nematodo *H. bacteriophora* y el hongo *B. bassiana* este último el más difundido (Bustillo y Posada, 1996).

De ahí que los informes de cepas autóctonas de *H. bacteriophora*, como es el caso de la cepa HC1 (Sánchez y Rodríguez, 2008). Este nematodo ofrece mucha perspectiva para el futuro desarrollo del control biológico en Cuba, ya que este organismo se ha experimentado con resultados importantes en el control de poblaciones de *H. hampei* en el suelo por Sánchez y Rodríguez (2008). Por otra

parte, la aplicación de este nematodo es favorecido por la poca complejidad del proceso tecnológico de obtención de este biopreparado, además de su transportación y aplicación (García *et al.*, 2007).

El hongo *B. bassiana* se registra como enemigo natural de la broca del café y de otras plagas que afectan a este cultivo, mostrándose susceptibles a el ataque de este hongo (Valdés y Vélez, 2000; Vélez *et al.*, 2000; Gaitán *et al.*, 2002; Vázquez, 2008).

La infección natural de *B. bassiana* sobre la broca del café comprende dos fases, una patogénica y la otra saprofítica Bustillo y Posada (1996), Monzón *et al.* (2004) y Vázquez *et al.* (2008). Tras la muerte del insecto y bajo condiciones de humedad relativa alta, las conidiosporas pueden extenderse a través del cuerpo sobre el que se desarrolla el material fungoso característico (Diener, 2002; Bustillo, 2004; Vicentini *et al.*, 2008; WIKIPEDIA, 2008).

Esta infección puede ocurrir a través de dos formas fundamentales: el hongo se disemina a medida que la broca del café coloniza nuevas áreas geográficas o puede ser transferido a la broca por otros insectos locales (Moore y Prior, 1993; Valdés y Vélez, 2000).

Varios registros científicos actuales demuestran, que existe en muchas regiones del mundo una variabilidad genética importante de este entomopatógeno, sujeta de manera especial al factor localidad y no al tipo de hospedante; además de presentar en muchos casos diferencias en su patogenicidad sobre la broca del café y otras plagas (Uribe y Khachatourians, 2004; Devi *et al.*, 2006; Rehner *et al.*, 2006).

En ensayos recientes, bajo condiciones de laboratorio con mezclas de cepas de *B. bassiana*, se logran altos porcentajes de mortalidad de adultos de *H. hampei* Cruz *et al.* (2006) y Cárdenas *et al.* (2007). Por otra parte, se realizan estudios transgénicos con este hongo afín de elevar la capacidad de resistencia a la luz ultravioleta (Carmenza y Góngora, 2004).

En Cuba se realiza un gran esfuerzo en potenciar el uso de este entomopatógeno, sobre la base de la utilización de cepas autóctonas, que brinden un nivel de control aceptable en campo, integradas con diferentes prácticas agronómicas y otros organismos de reciente introducción en el país con resultados muy alentadores.

Al igual que la mayoría de los entomopatógenos formulados para el control de insectos plagas en el campo; en las aplicaciones de *B. bassiana*, se deben de tener en consideración determinados aspectos que definen el éxito de su implementación en los programas de manejo tales como: la actividad biológica de la formulación, el momento oportuno de la aspersión en relación con el desarrollo del insecto y su planta hospedante, el cubrimiento de la planta con la formulación utilizada y la estabilidad de la formulación cuando se expone a condiciones ambientales limitantes por temperatura, humedad relativa y luz solar, resultando este último, el factor que más afecta la persistencia del entomopatógeno en el campo (Hajek y Leger, 1994; Flórez *et al.*, 1997; Jiménez, 2002).

Control Químico.

Esta es la última alternativa a que se debe recurrir en el control de la broca del café, debido a que incorrectas o sucesivas aspersiones de plaguicidas, pueden inducir daños ecológicos al eliminar organismos benéficos, contaminar fuentes de agua y causar intoxicación al productor.

El plaguicida que más se usa en el control de la broca del cafeto en el mundo es el Thiodan o (endosulfan), pero se han informado en varios estudios la persistencia de este producto en el suelo, el agua e inclusive en el aire en regiones donde se ha utilizado por largos periodos BRO CARTA (1994) y Muñoz (2002). Se informa también por este autor, que en suelos de agroecosistemas cafetaleros, se han acumulado hasta $0,03 \text{ mg.Kg}^{-1}$ en los primeros 10 cm, y a profundidades de 20-40 cm se incrementaron a $0,06 \text{ mg.Kg}^{-1}$, lo que indica que el plaguicida se está acumulando en el suelo. De igual forma Dierksmeier *et al.* (1984) comunican también la presencia de residuos de este plaguicida en el suelo.

En este sentido, WIKILEARNING (2007) informa la presencia de residuos de endosulfan en alimentos, aguas subterráneas, en el aire y en suelos de uso agrícola; el cual ocupa hoy uno de los primeros lugares en residualidad encontrado, en muchos de los casos comparable con el DDT y sus metabolitos.

Otro elemento que justifica la disminución del uso del endosulfan en el control de la broca, es el descubrimiento de poblaciones resistentes a este plaguicida y a todos los del grupo de los ciclodienos PROMECAFÉ (1996) y Orstom (1996). Ante esta situación de amenaza de contaminación a causa de este plaguicida, existen acciones concretas.

Arango (2004) comunica que el Consejo de Estado de Colombia, emitió el fallo (23.04.01) suspendiendo el uso de este plaguicida en todos los cultivos, en el que se incluye el cafeto, lo que constituye un notable paso de avance para este país, que pudiera posibilitar la extensión de tecnologías regionales como las desarrolladas por Cenicafé. Este autor resalta además la notable fuerza de apelación llevada a cabo por productores, incitados por las empresas productoras del plaguicida, que no se responsabilizan aún por los daños ambientales.

En Costa Rica, en la actualidad no se recomienda la aplicación de productos químicos sintéticos para el control de esta plaga, y su uso en el futuro requerirá la supervisión técnica apropiada, para evitar los perjuicios medioambientales (PROTECNET, 2005).

La amenaza de daños irreversibles, la resistencia a los insecticidas y el deseo de implementar tecnologías sostenibles de producción masiva, aplicación de controladores biológicos o el desarrollo natural exitoso de estos agentes de control, han motivado a las autoridades de países productores de café como la Federación de Café Nacional de Colombia y el Ministerio de la Agricultura de Cuba, entre otros a apoyar investigaciones relacionadas con estas temáticas y así contribuir a disminuir la contaminación medioambiental y desarrollar nuevos sistemas tecnológicos más renovadores y asequibles para el productor (Smith y Bellotti, 2004; PROMABROCU, 2006; MINAG, 2008).

Manejo integrado de plagas MIP como tecnología.

El manejo integrado de plagas (MIP) como tecnología, ha demostrado tener un efecto significativo en la reducción de las poblaciones plagas y las pérdidas en los rendimientos de los cultivos, respecto al uso individual y reiterado de un solo método.

La percepción actual en Cuba para lograr un manejo sostenido de plagas, medita la necesidad de cambios estructurales y tecnológicos, dentro de los diferentes sistemas de producción; estos demandan generar un sistema que permita evaluar el efecto de prácticas agronómicas (suelo y cultivo) entre otros, que disminuyan la ocurrencia de plagas y favorezcan los enemigos naturales y los agentes de control biológico; en tal sentido, la proyección actual del manejo integrado de plagas en Cuba, en especial para los agroecosistemas cafetaleros, se centra en el elemento Agroecología, que ha contribuido a establecer programas exitosos de manejo

sobre el minador de la hoja y la roya del cafeto entre otros (Vázquez, 2008).

La lucha fitosanitaria para el cultivo del cafeto en Cuba ha transitado por diferentes etapas de acuerdo a las principales tácticas de lucha que se han implementado y es en su cuarta etapa (1998-2004) cuando se aplicó como estrategia principal el Programa de Defensa contra la Broca del Café, que enfatizó en las aplicaciones de insecticida endosulfan según índice de la plaga; sin embargo, ya en su V etapa pasa a un primer nivel el Manejo Agroecológico de plagas (incremento del uso de prácticas agronómicas), donde el cafecultor ya puede tomar opciones de manejo y establecer sus propias tácticas (Vázquez, 2001, 2005c, 2006; Vázquez *et al.*, 2008; Programa de Defensa contra la Broca del Café, 2008).

El Ministerio de la Agricultura en Cuba, en colaboración con otras prestigiosas instituciones del país, han elaborado el Programa de Defensa contra la Broca del Café, sobre la base fundamental de objeto de cuarentena que demanda una mayor integración de estas prácticas agronómicas a este paquete tecnológico, lo cual constituyó la base fundamental de esta investigación.

III MATERIALES Y MÉTODOS

3.0. Generalidades del desarrollo de la investigación.

Esquema general de trabajo.

El trabajo de investigación se realizó en dos experimentos, en el primero se valoró el efecto de la variación de las condiciones agroecológicas del cafetal, producto a la realización de labores agronómicas sobre las poblaciones de la broca del café (*Hypothenemus hampei* Ferrari) como la regulación de la intensidad luminosa, la estratificación de la sombra, la cobertura viva sobre el suelo, la poda, el restablecimiento de la densidad poblacional y la higienización del sistema agroforestal.

Posterior a esto se seleccionó para formar parte del segundo experimento, la variante de manejo agroecológico de este escolítido que más contribuyó a la disminución de las afectaciones de esta plaga, en el que se incluyó además, otra modalidad de regulación de la intensidad luminosa y así evaluar la contribución benéfica de las labores agronómicas empleadas en la efectividad técnica del hongo *Beauveria bassiana* (Balsamo) Vuillemin sobre la broca del café, para así finalmente realizar una nueva propuesta de acciones estratégicas de manejo de esta plaga y de las aspersiones de este entomopatógeno para ser incluida en el actual Programa de Defensa contra la Broca del Café.

En los primeros meses de ejecución de la investigación, se trabajó en adaptar en cada módulo, las condiciones agroecológicas previstas a estudiar de cada variante y dotar a las parcelas de las características que exigió el proyecto, donde se aprovecharon en todos los casos las propias condiciones naturales coincidentes con la proyección de los experimentos.

Medición de la intensidad luminosa difusa no directa.

La medición de la intensidad luminosa IL en porciento, se realizó a las 09:00, 11:00 y 17:00 hallando la integral diaria, sobre la base de la estratificación de los cafetales según Simón (2000) cuatro veces al año (enero, abril, junio y septiembre) con la utilización de Piranómetros; para ello, los muestreos y evaluaciones de la fragmentación o subdivisión del cafetal se efectuó en su componente vertical en cinco estratos:

Estrato [I]: vegetación superficial del suelo ($X < 0,5$ m) = piso verde o cobertura viva.

Estrato [II]: ($0,5 > X < 1,5$ m) = porte inferior del cafeto.

Estrato [III]: ($1,5 > X < 3$ m) = porte superior del cafeto.

Estrato [IV]: ($3 > X < 5$ m) = segundo techo arbustivo del cafetal.

Estrato [V]: espacio por encima de 5 m ($X > 5$ m) = primer techo arbustivo del cafetal.

Monitoreo de la plaga (*H. hampei*).

El monitoreo de daños de la plaga sobre los frutos en el follaje, se efectuó de acuerdo a las indicaciones previstas en la metodología de recuento integral de plagas para el cultivo del cafeto según CATIE (1997) y Monterroso *et al.* (2001). Para esto se seleccionaron cinco puntos bien distribuidos en las plantaciones, en cada uno de ellos se escogieron dos hileras de cinco plantas por fila; en cada planta se revisó una rama entera, contando el número el total de frutos y de ellos los que estuvieron infestados o con la presencia de síntomas de broca. En la primera planta se revisó una rama en la parte media a superior y en la próxima en la parte media a inferior, así en toda la plantación se muestrearon 50 ramas.

Posterior a esto, se calculó el índice de infestación de la broca del café, mediante la relación porcentual del conteo de los granos con presencia de perforaciones (granos infestados) y el total de granos muestreados según lo establecido por esta metodología y por Programa de Defensa contra la Broca del Café (2004). En este

caso se evaluaron dos variables, el número de granos infestados e índice de infestación general de la plaga hasta el final de la cosecha.

3.1. Modalidades de manejo agroecológico de la broca del café.

Experimento 1. Contribución de la variación de las condiciones agroecológicas del cafetal mediante la implementación de diferentes prácticas agronómicas como la regulación de la sombra, la cobertura del suelo y la rehabilitación de las plantaciones sobre la broca del café.

Caracterización del área experimental.

El experimento se desarrolló en áreas cafetaleras de la Unidad Básica de Producción Cooperativa (UBPC) “Gabriel Lamot” perteneciente a la Empresa Cafetalera Yateras, provincia Guantánamo, en un periodo de un año desde enero de 2003 hasta diciembre de 2003. El área donde se realizó la investigación se hizo coincidir con plantaciones, donde se tuvo un seguimiento por parte de personal técnico del territorio afín con la temática de estudio; así como, por la facilidad de acceso a las plantaciones. A estas áreas, se les realizó la caracterización de acuerdo a las recomendaciones y procedimientos establecidos por (McNeeley, 1994; Stewart *et al.*, 1998) ver Anexo 1.

Los elementos básicos agroecológicos de manejo que se tuvieron en consideración en el diseño de la investigación fueron:

Manejo y regulación de la intensidad luminosa difusa no directa que se proyecta sobre el cafeto medida con el empleo de Piranómetros.

Composición de la estratificación de los árboles de sombra dentro del cafetal (sistema agroforestal cafetalero con doble o techo único).

Riqueza florística del cafetal (especies asociadas e intercaladas al cafeto)

Materiales y Métodos

Manejo de la cobertura del suelo espontánea o con el establecimiento de *Tradescantia zebrina* Bosse.

La realización de podas sistemática (PS), fitosanitaria (PF) e higienización del bosque asociado dentro del cafetal.

La implementación de las prácticas agronómicas con fines fitosanitarias y otras realizadas al cultivo, se ejecutaron en correspondencia con las indicaciones previstas en las cartas tecnológicas para el cultivo del café MINAG (2009) ver en anexos (Anexo 1)

Montaje experimental

Para el montaje del experimento, se seleccionaron parcelas de estudio de 0,5 hectáreas dentro del cafetal de la especie *C. arabica* var. ISLA 6-14 por ser una de las variedades que más porcentaje ocupa en la provincia (>24 % del área total) y por su resistencia a la roya del cafeto, con un marco de plantación de 0,8 x 2,5 m similares en homogeneidad en su segundo ciclo productivo y una altura de 1,95 m como promedio.

El sistema de sombra fue de tipo pre-establecido, con dos tipos de techos (único y doble) de acuerdo con la descripción de Simón (2000), donde el término de techo único, se refiere al sombrío permanente de árboles de alto porte, en ese caso por *Erythrina poeppigiana* Valp que ocupa el 60,7 % del área del territorio, con distancias entre plantas de 12 y 18 m como promedio y como doble techo, a la práctica de intercalar además de *E. poeppigiana* a otras especies como bananos y otros frutales como zapote, aguacateros, cítricos y guayaba con un índice de infestación inicial promedio de la plaga de 1,03.

El diseño experimental fue de parcelas divididas Lerch (1977) Bifactorial con tres repeticiones para un área total experimental de 18 hectáreas.

Materiales y Métodos

Conformación y descripción de los tratamientos del experimento:

FACTOR L: Características agroecológicas del cafetal (Parcelas grandes).

Descripción de variantes experimentales por parcelas:

L1: TU+SC+IL(40-50 %)

L2: DT+SC+IL(40-50 %)

L3: TU+SC+IL(60-70 %)

L4: DT+SC+IL(60-70 %)

L5: TU+PV+IL(60-70 %)

L6: DT+PV+IL(60-70 %)

Leyenda

TU: Techo único

DT: Doble techo

SC: Sin cobertura (Presencia de la vegetación espontánea sobre el suelo)

PV: Piso verde: Establecimiento de cobertura viva con *T. zebrina*.

IL: Intensidad luminosa difusa no directa dentro del cafetal (%)

Factor C: Compuesto por dos sistema de manejo Co y C1 (Subparcelas), en el que se tuvo en consideración para su denominación las características tecnológicas del tipo de caficultura aplicada según el modificado de (López de León, 1997).

Co: Tecnología Tradicional del cafeto de montaña: Este se conformó bajo un sistema, que se caracterizó por la presencia de vegetación espontánea regulada a una altura de 2,0 cm, sin arroje ni la rehabilitación de la plantación y el sistema agroforestal asociado (Anexo 2).

C1: Tecnología sostenible que se basó, en aplicar los principios del manejo agroecológico de plaga, correspondientes a la implementación de diferentes labores culturales del cafeto con fines fitosanitario como: la poda sistemática (PS) del 25 % del área por año y la poda fitosanitaria (PF) de acuerdo a las exigencias en cada caso, el restablecimiento de la densidad poblacional superior al 95% y la regulación de la higiene del área agroforestal

(HA); además del manejo de arvenses (MA), con la selección de especies arbustivas de hoja ancha (Dicotiledóneas), la chapea de las especies de hoja estrecha (Monocotiledóneas) y de la cobertura viva con *T. zebrina* a una altura de 6,0 cm y el arrope en virtud de las exigencias para el MAP (Anexo 3).

El momento de la realización y el número de las diferentes labores agronómicas al cultivo con fines fitosanitarias se relejan en el anexo 1.

En ambos sistemas (C1 y Co) se trabajó afín de realizar una cosecha con calidad de acuerdo a las instrucciones técnicas para el cultivo y así reducir la presencia en postcosecha de granos, tanto en el suelo como en el follaje.

Como variante control de las 12 combinaciones dadas de tratamientos, se seleccionó el sistema de doble techo, sin cobertura, intensidad de luz difusa del 40-50 %, bajo el sistema de manejo tradicional (L2Co).

Análisis estadístico.

Para el análisis estadístico se utilizó el paquete estadístico STATGRAPHICS plus versión 5.1; con análisis de ANOVA y de comparaciones múltiples de medias con significación de 0,05 según Duncan.

3.2. Manejo de la intensidad de luz en el cafetal y de las aplicaciones del hongo *Beauveria bassiana*.

Experimento 2. Efecto de la intensidad luminosa y de *B. bassiana* sobre las poblaciones de la broca del café *H. hampei*.

Diseño experimental

El experimento se desarrolló sobre la base de los aspectos agroecológicos y de manejo que más contribución tuvieron en la reducción de las afectaciones de la plaga que se analizaron en el experimento anterior, en el que sólo varió la intensidad luminosa (parcelas grandes). El diseño que se utilizó fue de parcelas divididas Trifactorial con tres repeticiones, para un total de área experimental de 18 hectáreas acorde a la siguiente descripción.

Factor A: El año (2004 y 2005).

Factor B: Características agroecológicas del cafetal.

Descripciones de las variantes experimentales por parcelas grandes:

Variante (S1): Doble techo con IL=60-70% + (C1+ Piso verde)

Variante (S2): Doble techo con IL=40-50% + (C1 + Piso verde)

Las subparcelas Factor C: Variantes de aplicaciones del hongo *B. bassiana* (Cuadro 1).

En este experimento se realizó un saneamiento en el mes de enero a todas las parcelas en cada año, con un índice de infestación promedio de la plaga de 1,62 %.

3.2.1. Evaluación del comportamiento poblacional de la broca del café en las posiciones en el fruto A y B (granos infestados e índice de infestación desde los 60 hasta los 190 dpfm).

En este caso se realizaron los muestreos de manera decenal, a partir de 60 días posteriores a la segunda floración masiva (dpfm), hasta 10 días después de la última aspersion (190 días), aplicando las indicaciones previstas en la metodología de recuento integral de plagas para el cultivo del cafeto, que se implementó en el primer experimento de acuerdo a las posiciones que ocupa esta plaga en el fruto durante el tránsito hacia el endospermo; que son, las fases más vulnerables a este

Materiales y Métodos

Cuadro 1. Variantes de manejo de la intensidad luminosa difusa no directa dentro del cafetal y de las aplicaciones de *B. bassiana*

Intensidad Luminosa (%)	Tratamientos	Aplicaciones de las formulaciones de <i>B. bassiana</i>											
		Foliar									Suelo		
		30	50	60	90	100	120	140	150	180	60	180	
60-70+ C1+ Piso verde (S1)	1	X	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X
	2	-	-	X	X	-	-	-	-	-	-	-	X
	3	-	-	-	X	-	X	-	X	-	X	X	X
	4	-	-	X	-	X	-	X	-	X	-	-	-
	5	-	X	X	X	-	X	-	X	X	X	-	-
	6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X	X
40-50+ C1+ Piso verde (S2)	1	X	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X
	2	-	-	X	X	-	-	-	-	-	-	-	X
	3	-	-	-	X	-	X	-	X	-	X	X	X
	4	-	-	X	-	X	-	X	-	X	-	-	-
	5	-	X	X	X	-	X	-	X	X	X	-	-
	6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X	X
	Año 2004	17/05	6/06	16/06	16/07	26/07	15/08	4/09	14/09	14/10			
	Año 2005	28/05	17/06	27/06	27/07	6/08	26/08	18/09	28/09	28/10			

Fecha de las floraciones.

1. 7/01/04 Floraciones esporádicas
2. 5/04/04 Primera floración masiva
3. 17/04/04 Segunda floración masiva
1. 17/01/05 Floraciones locas
2. 20/04/05 Primera floración masiva
3. 28/04/05 Segunda floración masiva

biopreparado: posición A inicio de la penetración y la B presencia del insecto en la canal del fruto (Romero y Cortina, 2004).

3.2.2. Determinación de daños en los frutos por *Hypothenemus hampei* al inicio de la cosecha.

Al inicio de la cosecha de una muestra de 150 frutos por parcela se determinó el índice de infestación en esta etapa IC(%) y se evaluó el total de las posiciones de penetración de la broca en el fruto (posiciones AB y CD) de la siguiente manera: granos infestados en las posiciones A y B al inicio de la cosecha; granos infestados en las posiciones C y D al inicio de la cosecha; total de granos brocados al inicio de la cosecha. Donde la posición C: es la presencia del insecto en la almendra y la posición D: corresponde a la ubicación del insecto y su descendencia en la almendra.

3.2.3. Modo de aplicación y evaluación de la efectividad técnica del hongo *Beauveria bassiana*.

Para ejecutar los tratamientos del entomopatógeno *B. bassiana* cepa autóctona (Cod. 3067 del Centro de Estudio de Biotecnología Industrial de la Universidad de Oriente) en el control de la broca del café. Para ello se diseñó un esquema de tratamientos foliares (F) y al suelo (S) con diversas cadencias; donde se tuvo en cuenta los dos niveles de intensidad de luz descritos en las dos parcelas grandes, además de la fenología del cafeto (floraciones) descritos en el Cuadro 1 y la variante control se conformó a partir de las indicaciones del Programa de Defensa contra la Broca del café (2004) y las Cartas Tecnológicas del cultivo, mediante un sistema inicial de dos aspersiones foliares cada 30 días desde los 60 dpfm y una última al suelo a los 180 dpfm bajo una intensidad de luz del 40-50% (S2T2) ya que

el exceso de penumbra es uno de los problemas que más afecta a las principales regiones cafetaleras del país (Cortés et al., 2006).

El producto del biopreparado a base de *B. bassiana* para todas las aplicaciones en campo, fueron enviados desde el Centro de Reproducción de Entomófagos y Entomopatógenos del municipio Niceto Pérez, provincia Guantánamo; con concentraciones de 10^9 esporas g^{-1} de producto comercial según Fernández (2001) y como sustancia tensoactivo el Lauril sulfato de sodio, a razón de dos gramos por litro en premezcla (30 litros de agua) a una dosis de $1kg.ha^{-1}$ y concentraciones de esporas en caldo no menores de $10^7 mL^{-1}$ (Cuadro 2). Las aspersiones se iniciaron a partir de la segunda floración masiva (pico de floración), todas en horario del atardecer después de las 15:00 horas, con una Motomochila *Still-400* que se calibró en la posición 1 con un gasto entre $160-180 L.ha^{-1}$ como promedio.

La cuantificación de la efectividad técnica ET en campo, se realizó a partir de las indicaciones de la NC 72-02: 1993 mediante la fórmula siguiente.

$$V = \frac{(VAT - VDT)}{VAT} \times 100$$

V(ET): Efectividad técnica

VAT : Vivos antes de tratar (estado adulto)

VDT : Vivos después de tratar (estado adulto)

Evaluación de la efectividad técnica de las aspersiones sobre el suelo.

Para determinar la efectividad técnica de las aplicaciones al suelo, se identificaron cinco puntos con una buena distribución en el cafetal según las instrucciones de Guharay y Monterrey (1997) y Castaño *et al.* (2005). En cada punto se escogieron dos hileras, en cada hilera se seleccionaron dos plantas y se realiza un muestreo con la ubicación de un marco de $0,5 m^2$ en la primera planta al lado derecho, otra al lado izquierdo y se tomó al azar un fruto, para un total en cada parcela de 20 frutos que se

Material*es y *Métodos

Cuadro 2. Concentraciones de la solución final del caldo en los diferentes momentos de las aplicaciones de *B. bassiana* en los años 2004 y 2005

Frecuencias de aplicaciones de las formulaciones de <i>B. bassiana</i>	2004		2005	
	Foliar esporas / ml	Suelo esporas / ml	Foliar esporas / ml	Suelo esporas / ml
30	$6,7 \times 10^7$	-	7×10^7	-
50	$6,6 \times 10^7$	-	$6,8 \times 10^7$	-
60	7×10^7	$6,9 \times 10^7$	$7,8 \times 10^7$	8×10^7
90	8×10^7	-	$6,3 \times 10^7$	-
100	$6,7 \times 10^7$	-	$7,2 \times 10^7$	-
120	$7,2 \times 10^7$	-	7×10^7	-
140	$7,2 \times 10^7$	-	$6,8 \times 10^7$	-
150	7×10^7	-	$7,1 \times 10^7$	-
180	$7,7 \times 10^7$	$7,1 \times 10^7$	7×10^7	$7,7 \times 10^7$

enviaron al laboratorio en viales independientes para su posterior análisis. Este procedimiento sólo se realizó 10 días después de cada aplicación para determinar la efectividad técnica de las aplicaciones de *B. bassiana* con el mismo procedimiento de laboratorio y fórmula; se valoró además, la contribución de las aplicaciones al suelo en la dinámica del porcentaje de infestación de la plaga en follaje (1%).

Evaluación de la efectividad técnica de las aspersiones en el follaje.

La metodología de muestreo que se tuvo en consideración en este caso, fue con el mismo procedimiento descrito para determinar la efectividad técnica en el suelo, pero de las plantas que se seleccionaron en cada hilera, en la primera planta se ubicó una rama del estrato medio inferior y se tomó un grano con presencia de daños a causa de *H. hampei* y en la segunda se muestreó en el estrato medio superior de planta, así para el resto de los puntos de muestreo de las parcelas, para un total de 20 granos por parcela. Las muestras de frutos, fueron puestas de igual forma en viales individuales que se llevaron al laboratorio para su análisis.

Tanto para las aplicaciones al suelo como en el follaje, se evaluó la efectividad técnica promedio general desde el inicio hasta la última aplicación y su dinámica en los diferentes momentos de aspersión en los diferentes tratamientos.

3.2.4. Determinación del peso promedio de los frutos y el rendimiento de café cereza.

Peso promedio de los frutos: De la colecta de 150 frutos por parcela al inicio de la cosecha, se determinó en el laboratorio en cada cosecha el peso promedio en gramos (g) con el empleo de una balanza digital.

Rendimiento Agrícola (RA) en t.ha⁻¹: Se evaluaron dos cosechas, cuantificando los rendimientos mediante la recolección directa parcela a parcela; posterior a esto, se

Materiales y Métodos

calcularon los rendimientos agrícolas por unidad de superficie de café cereza ($t \cdot ha^{-1}$) según las instrucciones de Blanco (2004).

Análisis estadístico.

Para este experimento (2) se utilizó el paquete estadístico STATGRAPHICS plus versión 5.1 (1997); con análisis de ANOVA y de comparaciones múltiples de medias con significación de 0,05 según Duncan. Para el caso de la variable efectividad técnica, se realizó la transformación de datos según Lerch (1977) para valores porcentuales mediante la siguiente ecuación $2 \arccos \sqrt{\%}$.

Para determinar la influencia integral se realizó el análisis discriminante canónico, que se efectuó utilizando nueve variables evaluadas en el segundo experimento, (1): índice de infestación general en las posiciones A y B, (2): granos infestados por *H. hampei* en las posiciones A y B, (3): efectividad técnica de las aspersiones de *B. bassiana*, (4): índice de infestación al inicio de la cosecha IC(%), (5): granos infestados en las posiciones A y B al inicio de la cosecha, (6): granos infestados en las posiciones C y D al inicio de la cosecha, (7): total de granos brocados al inicio de la cosecha, estas tres últimas variables sólo se consideraron para este análisis, (8) peso promedio de 150 frutos, (9): rendimiento promedio de café cereza (2004-2005) y como individuos se tomaron las medias anuales de cada uno de las variantes experimentales, conformado por los diferentes modos de aplicación del biopreparado en virtud del manejo de la sombra del cultivo.

3.2.5. Valoración económica de las variantes de manejo del cafetal y del hongo *Beauveria bassiana* sobre la broca del café.

La valoración económica se realizó, con vista a establecer la relación beneficio costo, mediante la consideración de indicadores previstos por la FAO (1980) y Riera (2003) de acuerdo a los siguientes indicadores:

IDC (%): Índice infestación en cada momento de la cosecha de la cosecha.

Los gastos en el manejo agro y fitosanitario se consideraron de acuerdo las instrucciones de las Cartas Tecnológicas del Cultivo del Café (MINAG, 2009)

Σ GAB: Sumatoria de gastos operacionales (aplicaciones del biopreparado de *B. bassiana*).

Σ GMP: Sumatoria de gastos operacionales (manejo y rehabilitación de las plantaciones).

Σ GT: Sumatoria de gastos totales operacionales.

VP: Valor de la producción de café cereza de acuerdo a la Resolución No. 14-2010 del Ministerio de Finanzas y Precios, aplicada por el Grupo Empresarial de Montaña Guantánamo en correspondencia con el índice de infestación en el momento de la cosecha.

RBC: Relación beneficio costo.

Para este análisis se tuvo en cuenta el efecto de los tratamientos sobre la variación del rendimiento, con énfasis en el impacto económico del uso de las mejores variantes de manejo, a partir del mejoramiento de la calidad del café cereza mediante la disminución de los daños en campo y los ingresos por el valor de la producción (Anexo 4).

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Manejo agroecológico de la broca del café.

Experimento 1. Contribución de la variación de las condiciones agroecológicas del cafetal mediante la implementación de diferentes prácticas agronómicas como la regulación de la sombra, la cobertura del suelo y la rehabilitación de las plantaciones sobre la broca del café.

De acuerdo a los informes de Morales y Guharay (1995), Guharay *et al.* (1999), Guzman *et al.* (1999), Muñoz (2002) y Castaño *et al.* (2005), los indicadores fundamentales de daños en campo, a causa de la broca del café *H. hampei* son los granos infestados (brocados) y el índice de infestación.

El análisis de varianza reveló diferencias significativas para los factores en estudio (L: Características agroecológicas del cafetal; C: Sistema tecnológico) y su interacción.

Interacción características agroecológicas del cafetal y Sistema tecnológico

Los resultados mostraron que la contribución más notable del establecimiento de este sistema (C1), se observó en la interacción de estos sistemas, con las diferentes variantes de manejo de las condiciones agroecológicas de estratificación, intensidad luminosa y de la cobertura del piso del cafetal (Figura 1 y 2), en el cual existe por lo general una respuesta diferente de la plaga en el cafetal respecto a la implementación de ambos sistemas tecnológicos.

En la variable granos infestados (Figura 1), se observó en la mayoría de los tratamientos un efecto significativo positivo del sistema sostenible sobre el tradicional, excepto en cuatro de los tratamientos de doble estratificación con la presencia de la cobertura del suelo espontánea (L2Co; L2C1; L4Co y L4C1)

Resultados y Discusión

aunque estos dos últimos el número de granos fueron inferiores, probablemente a consecuencia del establecimiento de la intensidad luminosa del 60-70%.

Así mismo, la presencia de daños en los granos fue mayor cuando el cafetal está bajo la incidencia de un único techo, la flora espontanea del suelo, a menor intensidad de luz (40-50%) y como sistema de manejo el tradicional (L1Co).

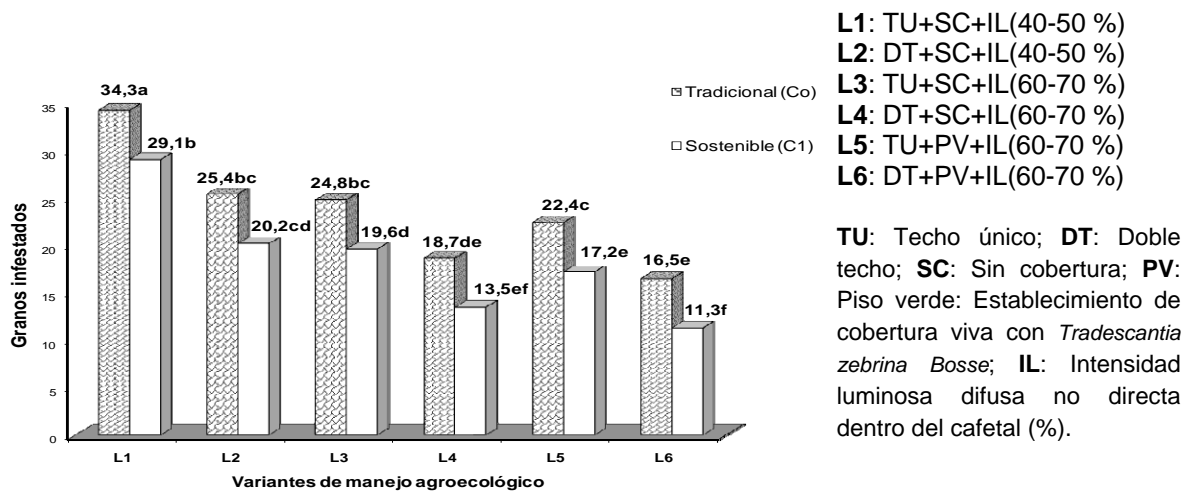


Figura 1. Contribución de los diferentes sistemas de manejo de la broca del café sobre el número de granos infestados en campo. Medias con letras diferentes indican diferencias significativas según dócima de Duncan para $p \leq 0,05$ ES: $\pm 2,21$.

Vale señalar, que el más bajo número de granos infestados se encontró en la medida en que se aumentó la riqueza florística, mediante la doble estratificación a una intensidad luminosa difusa del 60-70% y se le proporciona al cultivo el manejo sostenible, donde no existió una respuesta diferente en relación a esta variable de la presencia de *T. zebrina* o la flora espontanea de arvenses (L6C1 y L4C1) superiores al control L2Co.

En la variable índice de infestación (Figura 2), se apreció que los índices de infestación fueron inferiores en los cafetos donde se implementó el sistema de caficultura sostenible, independientemente del tipo de condición agroecológica que se estableció.

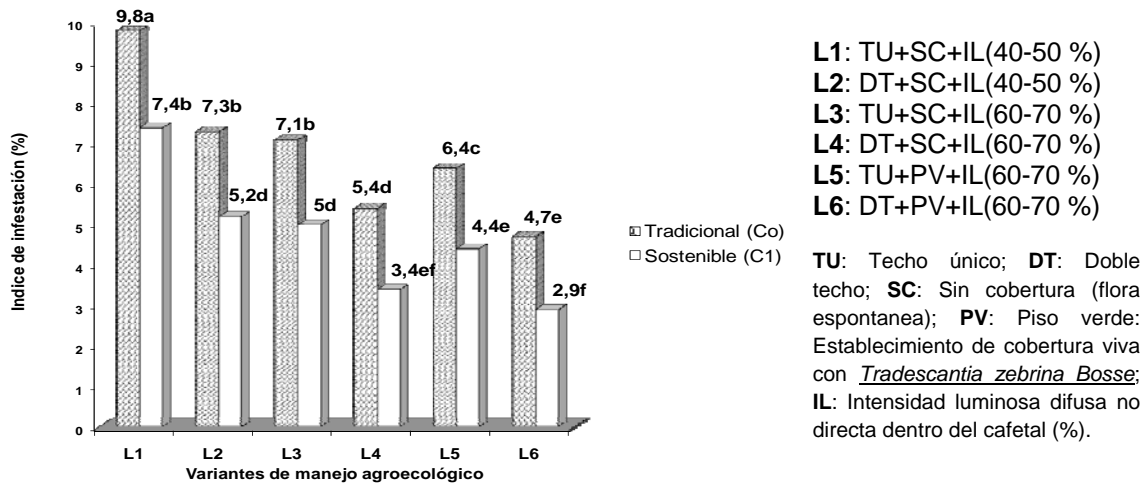


Figura 2. Comportamiento del índice de infestación en campo de *H. hampei* bajo los diferentes sistemas de manejo de la broca del café. Medias con letras diferentes indican diferencias significativas según dócima de Duncan para $p \leq 0,05$ ES: $\pm 0,86$.

Se observó además, que el índice de infestación en las cerezas fue menor en las plantaciones de doble estratificación, que se regularon a una intensidad de luz de un 60-70% y como piso verde *T. zebrina* bajo el sistema de manejo sostenible L6C1, que no difiere de los cafetos que poseen la flora espontanea del cafetal como cubrimiento del suelo con igual estratificación, intensidad de luminosa y sistema tecnológico (L4C1), en las cuales el índice de infestación fue un 57 % menos como promedio respecto a el control (L2Co) ; aunque; la variante L4C1 no tiene diferencia significativa respecto a cuando se manejó la sombra en un estrato e intensidad de luz del 60-70% y como cobertura con *T. zebrina* en su interacción con el sistema sostenible (L5C1).

Es importante puntualizar, que el manejo de las arvenses en el sistema C1 se basa en forma general en establecer en el piso del cafetal la flora espontanea a un nivel que no afecte el desarrollo del cultivo.

Bajo estas condiciones, se crea un ambiente favorable que pudo facilitar la descomposición o germinación de los granos, que se asemeja al establecimiento y manejo de la cobertura viva con *T. zebrina*, lo cual puede ser causa fundamental de este comportamiento no diferenciado en estos dos tratamientos (L6C1 y L4C1); bajo los cuales, se establecieron condiciones no proclives al desarrollo de la broca del café, que pudieran ser aprovechadas como parte de las estrategias de manejo de esta plaga.

Este resultado es distinto a lo informado por Monterrey (1994) quien plantea, que la sobrevivencia de la broca del café en los frutos caídos, no es influenciada por la presencia o ausencia de arvenses o de coberturas muertas entre las hileras de cafetos.

Por el contrario, Vázquez (2005b) refiere que un manejo de la cobertura del suelo, puede crear condiciones favorables para la germinación o descomposición de los frutos que caen al suelo y limitar las colonizaciones de los granos y el desarrollo de esta plaga en el suelo y por consiguiente una infestación más baja en la próxima cosecha.

Por su parte, Vázquez *et al.* (2005a) informan de la importancia de otras labores fitosanitarias como una cosecha con calidad y la recolección de los frutos que caen al suelo, con el objetivo de disminuir los daños de la broca en campo, ya que esta plaga puede colonizar el 100 % de los granos disponibles y sobrevivir en ellos.

Por otro lado Restrepo (1994), Pérez y Vázquez (2001), Pérez (2004) y Vázquez *et al.* (2008) comunican que un buen manejo de plagas, se logra mediante el uso orgánico del suelo y un conjunto de prácticas que le proporcionan a la planta condiciones propicias para un desarrollo sano, además de crear un ambiente desfavorable para el desarrollo de plagas. Este primer autor añade, que una de las

causas fundamentales de fallas en la disminución de las afectaciones de la broca del café es el monocultivo, el mal manejo de las plantaciones para el macroclima y microclima entre otras; señala además, que la luminosidad dentro del cultivo podría ejercer una influencia positiva sobre el estado fitosanitario de las plantas.

De hecho Altieri (2007, 2008) sobre basamentos similares informa, que es posible establecer un equilibrio de la fauna del cultivo, a partir de la organización de la diversidad de la vegetación dentro y alrededor de los cultivos específicos, lo cual facilita que los hábitat y los recursos de alimentos estén de manera continua disponibles para los organismos benéficos y menos favorables para las plagas.

En síntesis se evidenció que, tanto para el número de granos infestados como el índice de infestación de la plaga, manifestaron una respuesta de variación de los daños ante a la acción combinada del cambio en las condiciones agroecológicas del cafetal en cuanto a estratificación, intensidad de luz y el tipo de cubrimiento con el sistema tecnológico aplicado; los que pueden producirse de forma significativa con solo modificar uno de estos elementos.

Características agroecológicas generales del cafetal

En este sentido se observó, que el nivel de las afectaciones en los frutos manifestó una variación significativa, en correspondencia con las modificaciones de las condiciones agroecológicas del cafetal previstas en esta investigación (Figura 3 y 4), donde se implementan modificaciones del sombrío en sus diferentes estratos (doble techo y techo único), nivel de intensidad luminosa difusa no directa dentro del cafetal (IL) y la presencia o no de cobertura verde.

Resultados y Discusión

En la Figura 3 se apreció que el número de granos infestados fue significativamente superior en los cafetos expuestos a valores extremos de luz (40-50%), en el que se estableció un sólo componente arbustivo sombreador, sin la presencia de *T. zebrina* (L1).

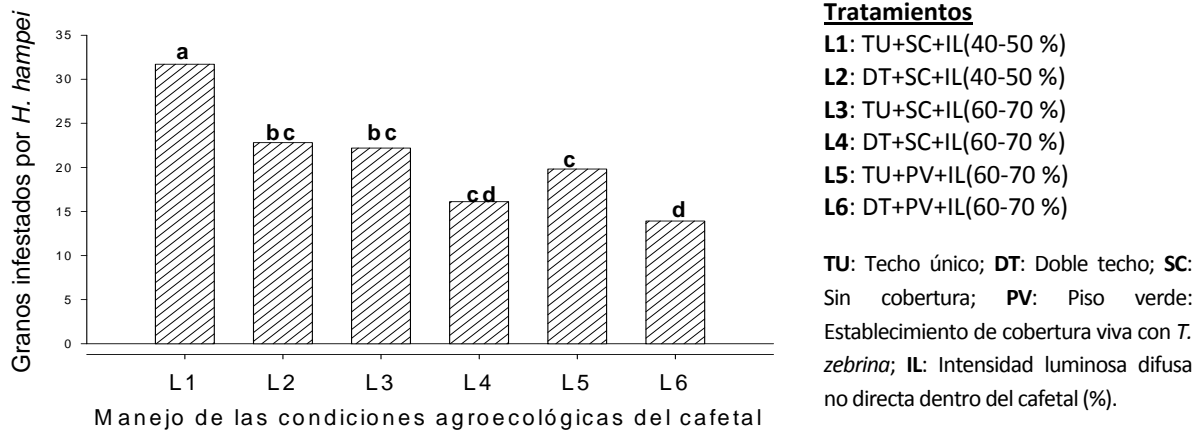


Figura 3. Efecto del manejo de las condiciones agroecológicas dentro del cafetal sobre el número de granos infestados por *H. hampei*. Letras diferentes en la parte superior de las barras indican diferencias significativas según dócima de Duncan para $p \leq 0,05$ ES: $\pm 0,45$.

Pero al establecer la doble estratificación de sombra en las plantaciones con baja intensidad de luz (L2), se encontró una disminución favorable respecto a la anterior variante, que no difiere del resto, excepto a cuando se mantienen niveles de iluminación del 60-70% a doble techo y como cobertura la especie *T. zebrina* en esta misma estructura de sombra y luminosidad (L6), donde se evidencia que la presencia o no de *T. zebrina* no ejerció un efecto importante (L4).

En la relación porcentual de granos infestados respecto a los sanos (índice de infestación) se encontró un comportamiento similar, aunque se distingue una mayor diferenciación entre las variantes (Figura 4), en el que las de doble techo y piso verde con IL= 60-70% y doble techo y sin cobertura con IL= 60-70%, muestran los valores más bajos de afectación y no existe diferencia entre la cobertura autóctona y el cubrimiento con *T. zebrina*.

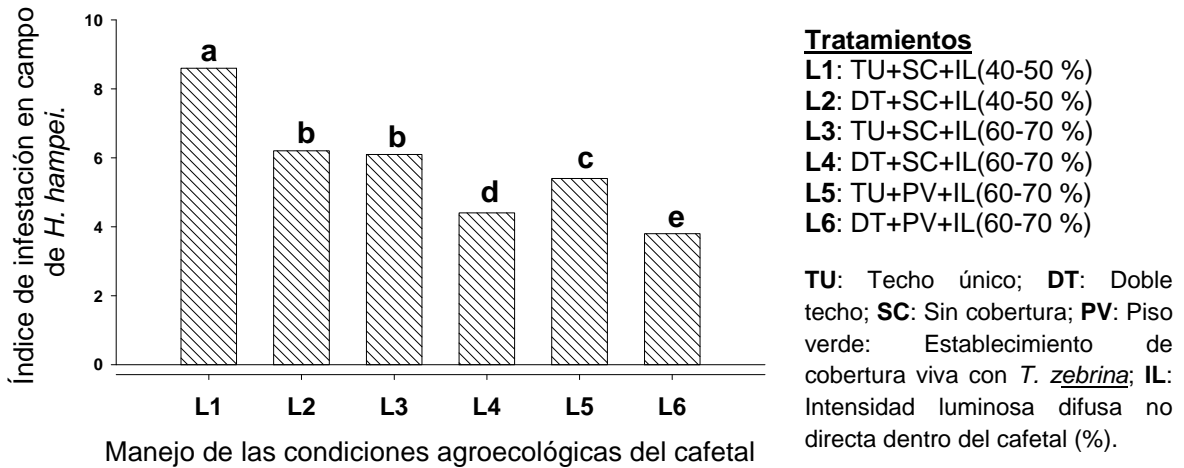


Figura 4. Influencia del manejo de las condiciones agroecológicas dentro del cafetal sobre el índice de infestación en campo de *H. hampei*. Letras diferentes en la parte superior de las barras indican diferencias significativas según d²cima de Duncan para $p \leq 0,05$ ES: $\pm 0,03$.

Estratificación del cafetal

Se observó que los daños en los frutos fueron diferentes de acuerdo a la composición en estratos del sombrío (Figura 5 y 6), en las cuales se apreció, que en las plantaciones que se establecieron bajo el sistema de doble techo, las afectaciones por *H. hampei* fueron un 28% más bajas respecto a la alternativa de techo único.

La estructura general del sistema de sombrío a dos estratos (doble techo), aumenta la riqueza florística dentro del agroecosistema cafetalero, que puede actuar como un factor de interferencia a la plaga y así disminuir la capacidad de colonización de las cerezas; elemento que puede justificar la variación poblacional de la broca del café respecto a este tipo de estratificación de la sombra del cafetal. Se conoce que el ciclo de vida de *H. hampei* puede variar en correspondencia con la temperatura, cuando aumenta la temperatura este es más corto; por lo que la existencia de más de un estrato, podría haber causado una disminución de la temperatura dentro del

cafetal y afectar el desarrollo de esta plaga.

Un efecto similar del incremento de la riqueza del ecosistema en la disminución del desarrollo de las plagas, como mariposas, escarabajos y pulgones en los cultivos del frijol, col y tomate se informan por (Altieri,1997).

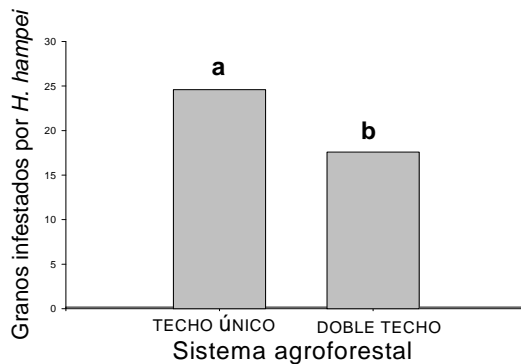


Figura 5. Contribución del manejo de la estratificación del sombrío en el cafetal sobre el número de granos infestados por *H. hampei*. Letras diferentes en la parte superior de las barras indican diferencias significativas según dócima de Duncan para $p \leq 0,05$ ES: $\pm 1,27$.

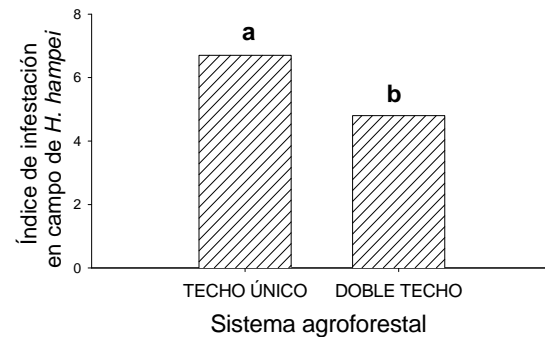


Figura 6. Impacto del manejo de la estratificación del sombrío en el cafetal sobre el índice de infestación de *H. hampei*. Letras diferentes en la parte superior de las barras indican diferencias significativas según dócima de Duncan para $p \leq 0,05$ ES: $\pm 0,78$.

Intensidad luminosa

Se observó, que las afectaciones en los granos a causa de la broca del café y el índice de infestación, tuvieron respuestas significativas a la modificación de la intensidad luminosa difusa no directa en sus dos modalidades (Figura 7 y 8); en las cuales los daños en las cerezas fueron significativamente más bajos cuando se estableció una intensidad luminosa del 60-70%, respecto a los cafetos de menor iluminación (40-50 %), con una reducción del número de granos infestados en un 33,4% y un 34% para el índice de infestación.

Este resultado pueden estar sujeto a la hipótesis de al parecer este insecto es capaz de detectar estos cambios de intensidad de luz en el cafetal estudiados en

esta investigación. De acuerdo a las referencias científicas acerca del desplazamiento y colonización dentro del cafetal de la broca del café, se plantea que es un escolítido que tiene un comportamiento habitual nocturno y crepuscular, por lo que el insecto, pudo realizar un mayor desplazamiento en horarios diurnos en las plantaciones de menos iluminación colonizando más cantidad de granos y como consecuencia se incrementó el índice de afectación.

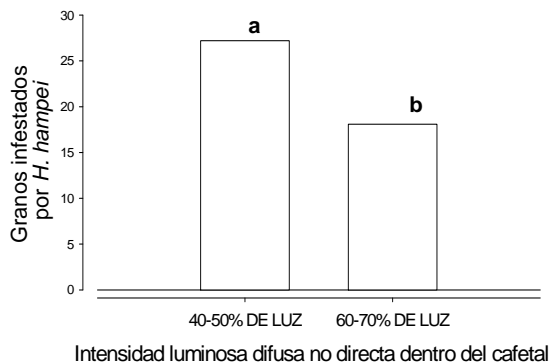


Figura 7. Efecto de la intensidad luminosa difusa no directa dentro del cafetal sobre el número de granos infestados por *H. hampei*

Letras diferentes en la parte superior de las barras indican diferencias significativas según dócima de Duncan para $p \leq 0,05$ ES: $\pm 0,66$.

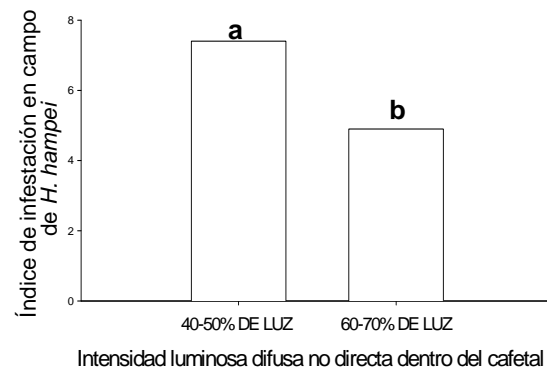


Figura 8. Influencia de la intensidad luminosa difusa no directa dentro del cafetal sobre el índice de infestación en campo de *H. hampei*

Letras diferentes en la parte superior de las barras indican diferencias significativas según dócima de Duncan para $p \leq 0,05$ ES: $\pm 0,50$.

En relación al efecto de la luz sobre los insectos Mendoza y Gómez (2006) refieren, que estos han desarrollado para su mejor aprovechamiento células fotosensitivas u órganos fotosensitivos, en los cuales se producen reacciones fotoquímicas que se han adaptados a determinadas intensidades de luz. Estos autores informan además, que los cambios bruscos artificiales, les pueden provocar la interrupción de los ciclos vitales o afectar procesos como la ingestión de alimentos.

En tal sentido Altieri y Letourneau (1982) y Castillo y González (2008) atribuyen los

bajos niveles poblacionales de cicadélidos, al predominio de una baja intensidad luminosa que pudo causar una inhibición de la alimentación de estas plagas.

Otro aspecto importante a tener en consideración, son los efectos nocivos que causan sobre las plantas la presencia de plagas, cuando están bajo circunstancias ambientales desfavorables, en las que se desencadenan una serie de mecanismos bioquímicos que favorecen el incremento de las plagas, esta respuesta de la planta se sustenta en la teoría de la trofobiosis; lo cual se ha informado por Chaboussou (1972) y abordado por (Restrepo, 1994; Altieri, 1997; Pérez, 2004).

Hasta el momento, los informes referidos al efecto de la intensidad luminosa sobre la broca del cafeto, no han permitido crear pautas precisas (Quezada y Urbina, 1987; Steiman, 2005; Griffin, 2007). Según estos autores, las poblaciones de esta plaga son mayores en cafetales con sombra densa en comparación con las plantaciones a plena exposición solar.

Por otra parte, Monterrey (1994) no encontró diferencias entre las infestaciones de esta plaga en plantaciones al sol, respecto a las que se establecen bajo sombra. Sin embargo Guharay *et al.* (1999) informan que este escolítido es más abundante en cafetos a media sombra, en comparación con las plantaciones de sombra densa o las expuestas a plena exposición solar.

Sobre esta misma problemática Muñoz (2002) comunica que la broca del cafeto se desarrolla mejor en los cafetales donde predomine una abundante sombra, pero refiere además, que existen modificaciones en las variaciones poblacionales en algunas zonas específicas, como es el caso de las fincas aledañas al Lago Yojoa,

que tiene una precipitación promedio de 2 764 mm anuales y temperatura de 24,7 °C; en la cual esta plaga manifestó una preferencia por los cafetales con regulación de sombra, seguido por las plantaciones que se cultivan a plena exposición solar y por último la de sombra abundante.

En todos estos informes citados, no se especifican valores cuantitativos del manejo de la intensidad luminosa, ni la estructura arbustiva del cafetal o la densidad específica del sombrío, que permitan una mejor comprensión de estos elementos agroecológicos, tan importantes para la producción de café en Cuba.

Ortiz *et al.* (2009), evaluaron el comportamiento espacial dentro las plantas de las infestaciones de la broca del café en la localidad de Topes de Collantes, provincia Sancti Spíritus, Cuba, respecto al tipo de sombra y su densidad; encontraron que, en el estrato inferior de las plantas el daño sobre los frutos fue más bajo en todas las formas de manejo de sombra, y que el manejo del tipo de sombra y su densidad provocó cambios significativos de las afectaciones de este barrenador a nivel de estratos de las plantas.

Vale resaltar, que este comportamiento de la broca del café en virtud de las variantes de manejo agronómico del cultivo con fines fitosanitarios, que se realizaron en esta investigación, contribuye a explicar en gran medida la variabilidad de las afectaciones en campo de la broca del café en Cuba y la incongruencia en los diferentes registros nacionales, además de aprovechar sus beneficios en la reducción de los daños de esta plaga en campo; elementos que son muy importantes a tener en consideración en la implementación del actual programa de manejo para plagas en cuarentena; los cuales, están acorde a las características más generales de los agroecosistemas

cafetaleros cubanos (Plan Turquino Manatí, 2000).

Aunque en el experimento 2 de la investigación se profundizó, en la importancia de estas labores en la introducción y transferencia de tecnologías para la aplicación de métodos de lucha biológica con el empleo del entomopatógeno *B. bassiana*.

4.2. Contribución del manejo de la intensidad de luz y de las aplicaciones del hongo *Beauveria bassiana* en el control de la broca del café.

Experimento 2. Efecto de la intensidad luminosa y de *B. bassiana* sobre las poblaciones de la broca del café *H. hampei*.

Para facilitar la interpretación de los resultados se discutirá cada variable evaluada de acuerdo a su significación y las interacciones más importantes entre los factores de análisis (A: año, B: sombra dada por la intensidad luminosa y C: el modo de aplicación del biopreparado).

4.2.1. Influencia del manejo de la intensidad de luz y de *B. bassiana* sobre la broca del café en las posiciones de tránsito (A y B).

Interacción factor año y modo de aplicación (Granos infestados en las posiciones de tránsito A y B).

En relación al número de granos con la presencia de daños a causa de la broca del café (infestados), se observaron dos tipos de interacciones, la primera entre los factores año y modo de aplicación del biopreparado (Figura 9), y la segunda entre el manejo de la sombra y modo de aplicación de las aspersiones de *B. bassiana* (Figura 10).

En la Figura 9 se muestra el comportamiento del número de granos infestados por *H. hampei* en campo en las fases de penetración A y B en correspondencia con la interacción de los periodos de evaluación (2004-2005) y el modo de aplicación de las

aspersiones del biopreparado; donde se observó un incremento significativo de esta variable en el año 2004 en comparación con el año 2005, en los tratamientos donde se realizó una aplicación foliar temprana a los 30 días después de la floración masiva, seguido de una segunda y última aspersion al suelo a los 180 días (A1T1, A2T1).

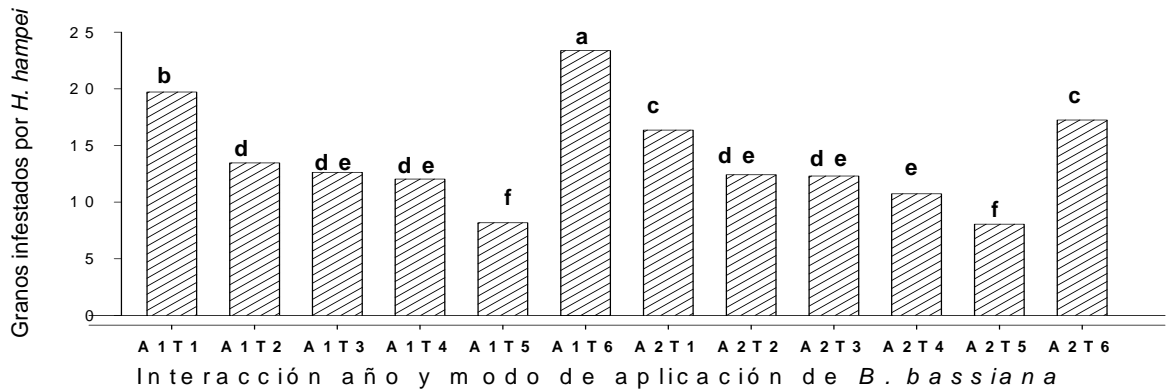


Figura 9. Comportamiento general del número de granos infestados en campo en las fases de penetración A y B por *H. hampei* acorde al año y el modo de aplicación del biopreparado. Letras diferentes en la parte superior de las barras indican diferencias significativas según d^ocima de Duncan para $p \leq 0,05$. ES: $\pm 0,7$. T1: F(30) S(180); T2: F(60) F(90) S(180); T3: S(60) F(90) F(120) F(150) S(180); T4: F(60) F(100) F(140) F(180); T5: F(50) F(60) F(90) F(120) F(150) F(180); T6: S(60) S(180); F(Foliar); S(Suelo); (#) Días posterior a la segunda floración. A1:2004; A2:2005;

Algo similar ocurrió al dirigir las dos aplicaciones de *B. bassiana* al suelo, con inicio a los 60 días posterior a la floración y finalizar a los 180 días (A1T6, A2T6) y es este primer tratamiento el que más número de granos infestados mostró, es importante señalar, que en estas formas de tratamiento predominan los espacios prolongados entre una aplicación y otra tanto en el follaje como para el suelo.

Este similar patrón de comportamiento en estos tratamientos, puede ser consecuencia de la acción combinada de la baja pluviometría del año 2004 que potenció las colonizaciones y a el posible efecto de decadencia de la acción del hongo *B. bassiana* por la incidencia de la poca humedad.

En lo que se refiere a este aspecto Guahray *et al.* (1999) comunican que en periodos más lluviosos el daño de la broca del café es menor, producto a la acción de regulación natural sobre los adultos que migran constantemente en las plantaciones o por la inducción de la germinación de los frutos que impide el establecimiento de la plaga.

Sin embargo, en el resto de los tratamientos no existe variación significativa en cuanto al número de granos infestados, entre un mismo modo de aspersión de un periodo a otro (A1T2, A1T3, A1T4, A2T2, A2T3 y A2T4), a diferencia de este último que si denota significación respecto AIT2.

Se apreció también, que los tratamientos A1T5 y A2T5 fueron los que manifestaron la menor afectación en cuanto a granos con presencia de daños en estas fases de penetración; asimismo se observó en todas estas variantes, que cuando existen dos o más aplicaciones a al follaje, el efecto de las características del año no incidieron de forma significativa sobre el número de granos infestados.

Interacción factor sombra y modo de aplicación (Granos infestados en las posiciones de tránsito A y B).

Respecto a la contribución del manejo de la sombra y el modo de aplicación de las aspersiones, en la disminución del número de granos infestados (Figura 10), se observó un descenso favorable en las variantes donde se reguló la intensidad luminosa a IL=60-70%, en el cual la realización de seis aspersiones al follaje con inicio a las 50 días posteriores a la floración masiva(dpfm), una segunda a los diez siguientes y continuar con cuatro aplicaciones cada 30 días hasta los 180 dpfm (S1T5), ejerció la mayor incidencia en la reducción de las colonizaciones de las cerezas por *H. hampei* en estas fases.

De igual manera, se apreció bajo esta misma intensidad luminosa no existe diferencia en

la cantidad de granos brocados al realizar dos aplicaciones foliares, una primera en los 60 días posteriores a la floración masiva, la siguiente a los 90 días, con cierre de ciclo al suelo (S1T2), en relación a tratar con frecuencia de 30 días al suelo en los primeros 60 días, seguido de tres aspersiones foliares y concluir en una aplicación al suelo a los 180 dpfm (S1T3) o con frecuencia de 40 días al follaje desde los 60 dpfm (S1T4).

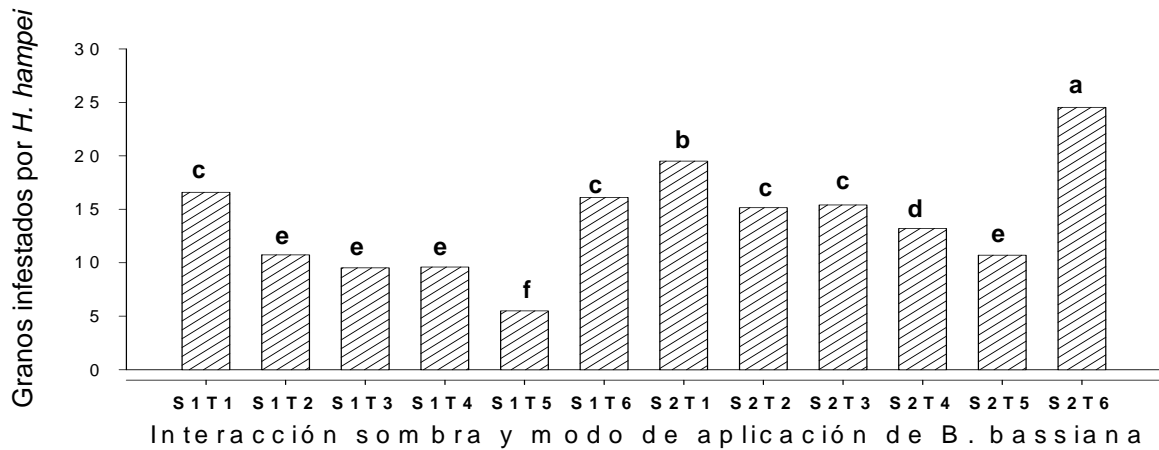


Figura 10. Efecto general sobre el número de granos infestados en campo en las fases de penetración A y B de *H. hampei* acorde al manejo del nivel de intensidad luminosa (IL) y el modo de aplicación del biopreparado. Letras diferentes en la parte superior de las barras indican diferencias significativas según dócima de Duncan para $p \leq 0,05$ ES: $\pm 0,66$. T1: F(30) S(180); T2: F(60) F(90) S(180); T3: S(60) F(90) F(120) F(150) S(180); T4: F(60) F(100) F(140) F(180); T5: F(50) F(60) F(90) F(120) F(150) F(180); T6: S(60) S(180). F(Foliar); S(Suelo); (#) Días posterior a la segunda floración; S1: IL =60-70%; S2: IL =40-50%.

Aunque existe un efecto positivo importante del aumento de la frecuencia de las aspersiones en los cafetos con baja luminosidad (40-50%), al combinar los intervalos de 10 y 30 días a partir de los 50 días posteriores a la floración masiva dpfm (S2T5), superior a la variante control (S2T2).

Índice de infestación en las posiciones de tránsito A y B

Factor año:

En cuanto a la contribución del factor año sobre el índice de infestación en

campo a causa de *H. hampei*, no se obtuvo diferencias significativas entre el periodo 2004 y el 2005 (tabla 1); lo que indica que la variación de las características del año bajo estas condiciones experimentales, no afectó el comportamiento general del índice de infestación %I acorde a las variantes de manejo agroecológico del cafetal previstas en este experimento.

Tabla 1. Comportamiento general del índice de infestación en las posiciones de penetración A y B en los diferentes años evaluados

Año	Índice de infestación
2004	3,87
2005	3,76
Es	0.068 ns.

Interacción factor sombra y modo de aplicación (índice de infestación en las posiciones de tránsito A y B).

La contribución del manejo del sombrío del cafetal en su interacción con el factor modo de aplicación de *B. bassiana*, sobre el índice de infestación resultó ser más favorable (Figura 11); con un aumento significativo de la efectividad de las diferentes modalidades de aplicación de este entomopatógeno al regular la sombra a intensidades de luz del 60-70 %; en especial, donde predominan intervalos de aspersiones al follaje entre 30-40 días como promedio.

Por su parte, el asperjar seis veces de manera única al follaje con espacios de 10 y 30 días desde los 60 hasta los 180 dpfm (S1T5), mostró diferencia significativa en relación a los demás tratamientos, con los niveles más bajos de infestación, al que le siguen los tratamientos de menor número de frecuencias (S1T3, S1T4 y S1T2) que no difieren entre sí.

Diferente comportamiento, se reveló en los modos de aplicación de *B. bassiana* que se establecieron dentro de los cafetales expuestos a rangos de iluminación

del 40-50 %, en el cual los modelos de tratamientos no lograron disminuir los índices de infestación a valores aceptables, todos superiores al tres por ciento, en el que se incluye el aplicar dos veces al follaje (60 y 90 dpfm) y prolongar una aspersion final a los 180 dpfm (S2T2 *control*); no obstante, es importante destacar, que a pesar de que los índices que se alcanzaron en estas variantes fueron altos, existe nuevamente un efecto favorable al incrementar entre cuatro y seis el número de aspersiones foliares (S2T4 y S2T5).

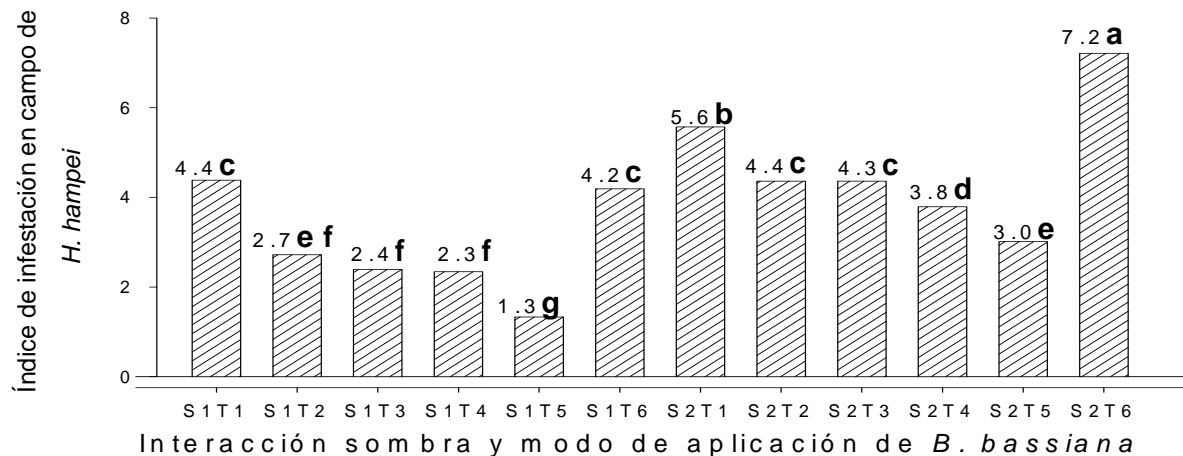


Figura 11. Efecto de la sombra y modo de aplicación del biopreparado con *B. bassiana* sobre el índice de infestación (%). Medias con letras diferentes indican diferencias significativas según d^ocima de Duncan para $p \leq 0,05$ ES: $\pm 0,17$. T1: F(30) S(180); T2: F(60) F(90) S(180); T3: S(60) F(90) F(120) F(150) S(180); T4: F(60) F(100) F(140) F(180); T5: F(50) F(60) F(90) F(120) F(150) F(180); T6: S(60) S(180). F(Foliar); S(Suelo); (#) Días posterior a la segunda floración; S1 : IL =60-70%; S2: IL =40-50%.

Factor intensidad luminosa:

El efecto independiente del manejo de la intensidad luminosa (IL) del cafetal, sobre el índice de infestación (%I) en las fases A y B, mostró nuevamente en este experimento una disminución de los valores porcentuales de esta variable (Figura 12). En el cual el menor porcentaje de afectación en campo, se observó en el establecimiento del sistema de sombra del 60-70 % de luz con un 2,89 % de infestación un 38,6 por ciento

menos que los cafetales con intensidad de luz entre el 40-50 %.

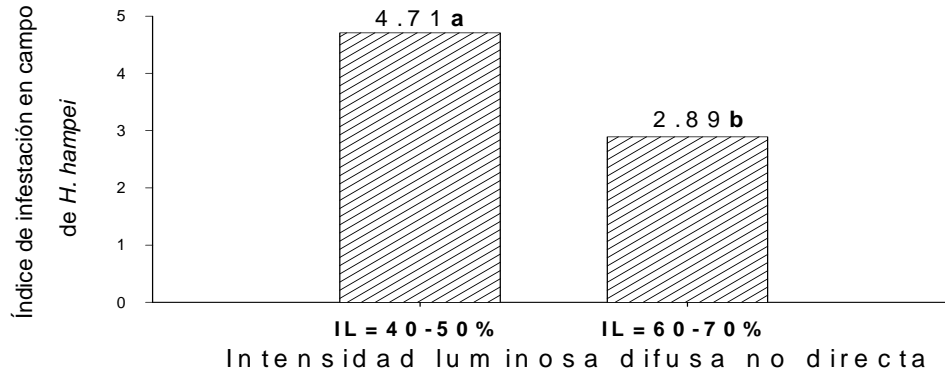


Figura 12. Variación del índice de infestación en las fases de penetración A y B de *H. hampei* en correspondencia con el manejo de la intensidad luminosa difusa no directa dentro del cafetal. Medias con letras diferentes indican diferencias significativas según dócima de Duncan para $p \leq 0,05$ ES: $\pm 0,67$.

Modo de aspersión de *B. bassiana*:

La comprensión de la importancia de la relación existente, entre el manejo de la intensidad luminosa dentro del cafetal y los diferentes modos de aplicación de *B. bassiana*, se denota en la fluctuación del índice de infestación (%I), sólo en correspondencia con los diferentes modos o ciclos de aspersiones con *B. bassiana* en el comportamiento promedio de ambos periodos bajo estas condiciones (Figura 13).

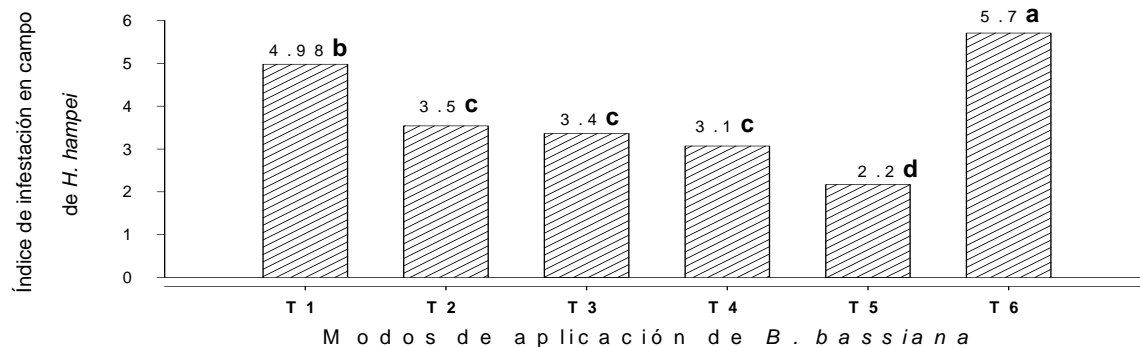


Figura 13. Comportamiento del índice de infestación general de las variantes de ciclos de tratamientos con *B. bassiana* en el control de la broca del café. Medias con letras diferentes indican diferencias significativas según dócima de Duncan para $p \leq 0,05$ ES: $\pm 0,12$.

Resultados y Discusión

T1: F(30) S(180); **T2:** F(60) F(90) S(180); **T3:** S(60) F(90) F(120) F(150) S(180); **T4:** F(60) F(100) F(140) F(180); **T5:** F(50) F(60) F(90) F(120) F(150) F(180); **T6:** S(60) S(180). **F**(Foliar); **S**(Suelo); (#) Días posterior a la segunda floración.

Se observó, que el mayor descenso del nivel de infestación de la plaga ocurrió en las plantaciones que se asperjaron seis veces, con intervalos aplicación de 10 y 30 días (T5) la cual promedió un 2,2%, valor que difiere del resto de los tratamientos, en los cuales las infestaciones superan el 3%.

Otro elemento no menos importante, es que no existen diferencias significativas entre las variantes de ciclos de tratamientos de dos aspersiones foliares, que se inician desde los 60 dpfm cada 30 días y después finalizar al suelo a los 180 dpfm (T2 ciclo aspersión en la variante control); las que se inician y culminan con aplicaciones al suelo, con tres intermedias en el follaje con frecuencia de 30 días (T3) y por último los cafetos que fueron tratados cuatro veces al follaje, con repeticiones cada 40 días (T4). Aunque, estos difieren del las plantaciones en las que se inicia con una aplicación precoz al follaje en los primeros 30 dpfm y se concluye el ciclo al suelo (T1), e incluso de las que tratan dos veces de forma única al suelo, en los 60 dpfm y otra al final del periodo de aspersiones a los 180 dpfm (T6) variantes que mostraron los mayores niveles de infestación.

Estos resultados demuestran, que para lograr un nivel de infestación de la broca del café favorable, sólo con el empleo de las aspersiones de este biopreparado, sin tener en consideración el efecto de la intensidad luminosa difusa no directa, es necesario aplicar seis veces al follaje de las plantaciones; la primera a los 50 dpfm, otra 10 días después, con un seguimiento de cuatro repeticiones más cada 30 días, elemento que no es

favorable por las características propias de estos agroecosistemas, concerniente a la transportación, accesibilidad y disponibilidad de fuentes de abasto de agua que dificultan las actividades fitosanitarias al cultivo.

En síntesis se observo que para las variables número de granos infestados e índice de infestación en las posiciones del fruto A y B se producen las más bajas afectaciones de la plaga cuando se asperja seis veces al follaje según el modelo S1T5 independientemente de las características del año y del nivel de intensidad luminosa que se establece.

Sobre las ventajas de la utilización de árboles sombreadores en el cultivo del cafeto y su impacto positivo sobre la diversidad de artrópodos biorreguladores Armbrrecht y Gallego (2007a) y Armbrrecht y Gallego (2007b) en estudios de la variabilidad de especies de hormigas depredadoras de la broca del café en el Departamento de Risaralda, Colombia; informan, que en las plantaciones bajo sombra la cantidad de especies de este tipo fue de 16 versus a 12 en los cafetos a plena exposición solar; además de incrementarse la capacidad de biocontrol de estos Himenópteros a un 30,5% de depredación en relación con un 15,5% en las plantaciones que se cultivan al sol.

Por otro lado Cárdenas y Posada (2001), destacan que el efecto de los árboles sombreadores en la conservación y estabilidad de la biodiversidad de artrópodos y otras especies en el cafeto, en las que se incluyen las aves, se favorece con el aumento de la riqueza florística práctica que la denominan policultivos, aspectos que han sido objeto de estudio también por (Smith, 2004).

Vázquez *et al.* (2009) en estudios de relaciones de la diversidad de hormigas respecto al índice de infestación en Bahía Honda provincia de Pinar del Río, en cafetales de diferentes manejo de suelo y sombra, encontraron cinco especies de hormigas: *Wasmannia auropunctata* Roger, *Solenopsis geminata* Fabricius, *Tetramorium bicarinatum* Nylander, *Monomorium floricola* Jerdon y *Pheidole megacephala* Fabricius; de las cuales la especie más abundante fue *W. auropunctata*, con una distribución vertical preferencial de las especies suelo> tallo> cojinete; se observó que los cafetos de manejo tradicional a base de árboles forestales, arroje de poda y hojarasca de cacaotero, se produjo la mayor diversidad en los tres estratos; además de una estrecha relación entre la disminución de los índices de *H. hampei* donde predominaron las especies *T. bicarinatum* y *S. geminata*, más diversidad menor índice de infestación de la broca del café.

Dinámica poblacional de *H. hampei* en las posiciones en el fruto A y B por intensidad de luz:

Los informes de consulta sobre la dinámica poblacional de la broca del café *H. hampei* en el tiempo, muestran diferentes variaciones poblacionales en relación con el sistema de manejo.

Estudios realizados en Dominicana por Guzman *et al.* (1999), en dos localidades de especial importancia en la producción de café (El Guineo San Cristóbal y La Piñita); en la zona de La Piñita, el periodo de máximo potencial poblacional estuvo en los meses de mayo-junio y muy bajas en la etapa final de desarrollo del fruto; por otra parte, en la localidad El Guineo, el desarrollo de la plaga fue diferente en todo el transcurso de las evaluaciones, sin experimentar periodos picos de desarrollo poblacional, comportamiento que se atribuye a diferencias entre los sistemas de manejo y al efecto

de los factores ambientales. Sin embargo, bajo las condiciones de manejo local del cultivo en el que se desarrolló este experimento el comportamiento fue diferente.

La figura 14 muestra la fluctuación de las infestaciones en campo de *H. hampei* en correspondencia con las diferentes formas de aspersión, en los cafetos que se les reguló la intensidad luminosa entre el 60-70 %, correspondientes a los valores promedios de dos años (2004 y 2005) a partir de los 60 días posteriores a la floración masiva (dpfm) hasta diez días posteriores a la última aspersión (190 dpfm).

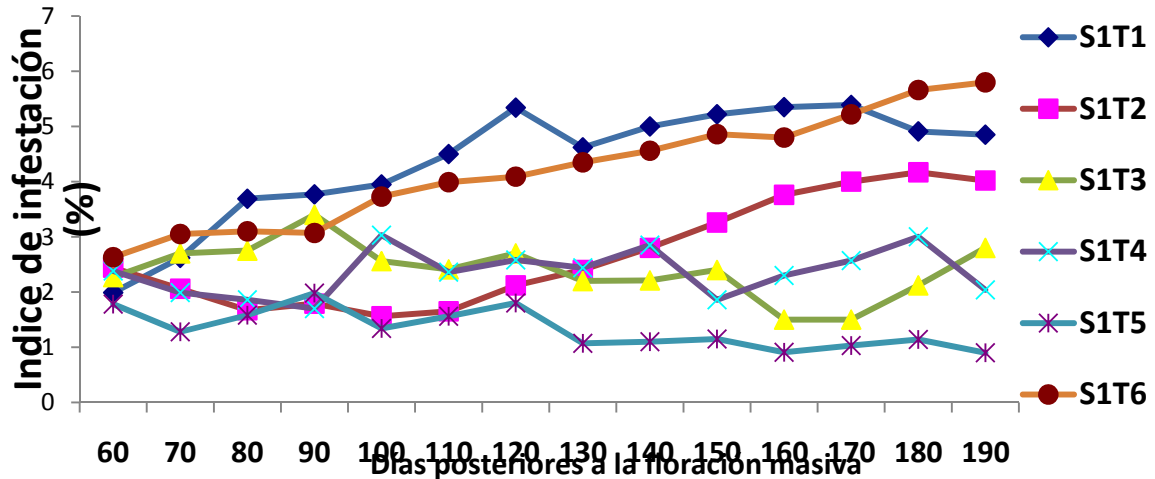


Figura 14. Fluctuación del índice de infestación (%) de *H. hampei* en los diferentes tratamientos con *B. bassiana* en correspondencia con el sistema de manejo del sombrío (S1). T1: F(30) S(180); T2: F(60) F(90) S(180); T3: S(60) F(90) F(120) F(150) S(180); T4: F(60) F(100) F(140) F(180); T5: F(50) F(60) F(90) F(120) F(150) F(180); T6: S(60) S(180). F(Foliar); S(Suelo); (#) Días posterior a la segunda floración; S1: IL =60-70%.

En esta figura, se observó por lo general una dinámica del índice de infestación con tendencias diferentes en las variantes de manejo, donde los niveles más altos de infestación durante todo el periodo, se encuentran en los tratamientos (S1T1 y S1T6), con un aumento casi lineal en el tiempo del índice de infestación, que se acentúa a partir de los 90 días, con porcentajes superiores al 4,8% a los 190 pasada la floración.

De acuerdo con la fluctuaciones en el tiempo de las infestaciones de esta

plaga, es importante señalar que, iniciar con aspersiones al suelo a los 60 dpfm y después al follaje (S1T3), para controlar las poblaciones de *H. hampei* existentes en el suelo, no registró un efecto notable en la disminución de las infestaciones en follaje antes de los 90 días; de igual manera ocurrió, al suspender el ciclo de aspersión foliar a los 150 días durante 30 días, momento en el que se realizó la aplicación final al suelo.

En lo que concierne al predominio de las aspersiones foliares, los valores de infestación fueron menores desde el inicio del desarrollo del fruto; aunque, cuando se interrumpió más temprano las aplicaciones al follaje, en los 90 días posterior al pico de floración (S1T2), también se reveló un aumento desfavorable del índice de infestación. Se evidenció de igual forma, que el mayor aporte en la disminución del porcentaje de infestación en campo desde los 60 hasta los 190 dpfm, se obtuvo, cuando se utilizó cuatro o más aspersiones al follaje (S1T4 y S1T5).

Así mismo se apreció una tendencia al aumento del porcentaje de infestación (%I), previo a la siguiente aplicación de *B. bassiana* al follaje, cuando se asperjó el cafetal con una frecuencia de 40 días (S1T4); aunque, después de una nueva aspersión, los niveles de infestación (I%) en las cerezas alcanzan valores aceptables cercanos al 2 por ciento, elemento que denota que frecuencias más prolongadas que estas, causarían un aumento desfavorable de las poblaciones de la plaga.

Un comportamiento diferente, se observó en la figura 15 respecto a la fluctuación del índice de infestación en las variantes de aspersiones de *B. bassiana* en los cafetos de menos iluminación (IL=40-50%), donde los porcentajes se mostraron altos de forma general,

respecto a los tratamientos que se establecieron con mayor intensidad de luz (IL=60-70%).

Se observó que con el manejo inicial de las aspersiones al follaje a los 30 días posterior a la floración (S2T1) y al suelo al final del ciclo o a las que se realizaron de forma específica al suelo (S2T6), manifestaron una tendencia al aumento progresivo de las infestaciones en campo. Asimismo se apreció una etapa pico de aumento general de las infestaciones entre los 80-100 días; igualmente en la variante control (S2T2), la dinámica descrita se inclinó a hacia un incremento lineal a partir de 110 días, que se acentúa después de los 150 días de ocurrencia de la floración. Vale señalar, que los niveles de infestación en campo en este caso son superiores de lo que se establece en las indicaciones previstas por MINAG (2008).

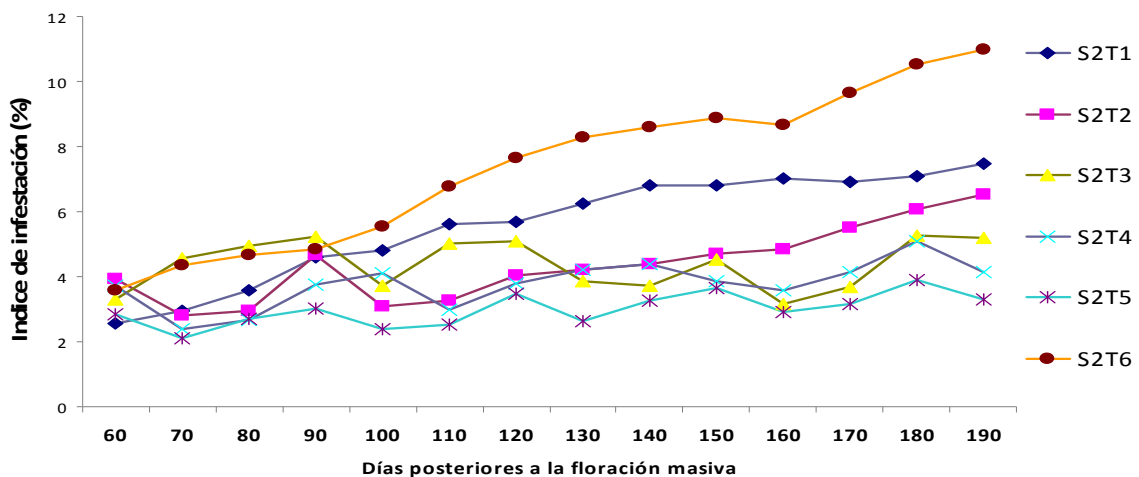


Figura 15. Variación del índice de infestación (%) de *H. hampei* en los diferentes tratamientos con *B. bassiana* en correspondencia con el sistema de manejo del sombrío (S2). T1: F(30) S(180); T2: F(60) F(90) S(180); T3: S(60) F(90) F(120) F(150) S(180); T4: F(60) F(100) F(140) F(180); T5: F(50) F(60) F(90) F(120) F(150) F(180); T6: S(60) S(180). F(Foliar); S(Suelo); (#) Días posterior a la segunda floración; S2 : IL =40-50%.

Otro elemento no menos importante, es el efecto favorable del aumento de las aspersiones en las plantaciones con esta iluminación sobre la disminución del índice de infestación (%), que se expresó

en las variantes de aplicaciones únicas al follaje de cuatro y seis aspersiones (S2T4 y S2T5).

Soto *et al.* (2002) comunican, que no encontraron diferencias significativas en la variación poblacional de la broca del cafeto y la acción de enemigos naturales, en correspondencia a la incidencia de factores como la luz solar y el tipo de árbol sombreador del cafeto; aunque, en este caso se reguló la luz en el cafetal a un amplio gradiente entre un 23-70 %, en el cual estos factores no tuvieron un efecto significativo, sobre los porcentajes de granos afectados por la broca del café; lo cual, se atribuye a la abundancia de enemigos naturales presentes en estos tipos de plantaciones rústicas.

4.2.2. Comportamiento del índice de infestación de la broca del café *H. hampei* al inicio de la cosecha IC(%).

En lo correspondiente a la variación del índice de infestación al inicio de la cosecha IC(%), en el que se incluyen todas las posiciones de penetración en el fruto de la broca del café *H. hampei* (A y B) y (C y D); se produjo interacción sólo entre los factores intensidad luminosa y el modo de aplicación del biopreparado.

Factor año:

El efecto del factor año (Tabla 2), al igual que el índice de infestación en las posiciones de penetración de la broca del cafeto más vulnerables (%I) no ejerció un efecto significativo sobre esta variable.

Guharay *et al.* (1999), en lo que se refiere a la variación general de las poblaciones de la broca del café de un periodo de cosecha a otro, notifican un comportamiento semejante de las infestaciones de este barrenador entre años, en plantaciones en las que se mantienen un sistema de manejo cultural constante; aunque, informan además que este

puede variar de una zona a otra en dependencia de los cambios climáticos severos.

Tabla 2. Variación del índice de infestación de *H. hampei* en los granos al inicio de la cosecha IC(%) en los años 2004 y 2005

Año	Índice de infestación IC(%)
2004	6,65
2005	6,44
ES	±0,51 ns.

Este último criterio se corrobora con el informe de Cilas *et al.* (2003), que encontraron un patrón diferente de las afectaciones en este periodo para los diferentes años en plantaciones de *Coffea canephora* Pierre a plena exposición solar. Efecto que puede ser a consecuencia, de que bajo estas condiciones, las poblaciones de esta plaga fueron más susceptibles al efecto de la variación en el comportamiento de los factores climáticos experimentados en la localidad.

Sobre estas pautas, Muschler (2001) comunica que dentro de los agroecosistemas cafetaleros se crean condiciones subóptimas por la participación de árboles y otras especies que proporcionan cambios microclimáticos moderados; en el cual, los niveles bajos del componente arbustivo del cafetal tienen una tendencia a una mayor estabilidad, por el efecto atenuante de la riqueza y diversidad florística que los caracteriza.

Simón (2004) y WISARD (2007), apoyan el criterio de que bajo las condiciones de un buen manejo cultural de la sombra, que puede ser única o a doble techo por el sombrío temporal o permanente que se establece dentro de los cafetales, con la siembra ordenada de ciertas especies de plantas de diferentes portes, atenúan el efecto adverso de los cambios bruscos en el clima, como las lluvias, la humedad relativa y de la temperatura entre otros,

aspectos que deben ser considerados en el manejo integrado de esta plaga.

De acuerdo con las características locales de manejo del cultivo, donde se realizó la investigación y los criterios de estos dos últimos autores, se podría justificar la similitud en las infestaciones de *H. hampei* de un año a otro.

Interacción factor sombra y modo de aplicación (índice de infestación al inicio de la cosecha).

La más preponderante disminución del índice de infestación en esta etapa de cosecha se observó de igual manera, en la interacción del factor intensidad luminosa y el modo de aplicación del biopreparado (Figura 16); en la cual, se destacaron dos de las variantes de aspersiones dirigidas al follaje en los cafetos con más iluminación (IL=60-70%), las que tuvieron combinaciones de frecuencias de 10 y 30 días (S1T5), que no difiere en significación respecto a cuando se utiliza una frecuencia cada 40 días (S1T4) con valores inferiores al 2,5% de infestación un 82% más bajo como promedio en ambos tratamientos vs al control (S2T2).

Medita puntualizar, que, aunque en esta variable se consideró todas las posiciones en que se ubica este coleóptero en grano y se conoce que al establecerse los adultos en el endospermo, disminuye la posibilidad de contacto de las estructuras infectivas del hongo *B. bassiana*; sin embargo, este comportamiento puede atribuirse a la supresión temprana y continua de las migraciones en follaje de las hembras listas para depositar los huevos, que pasan al endospermo a desarrollar las siguientes generaciones, mediante los ciclos de aspersiones que se experimentaron en estos dos tratamientos, aspectos en el que se profundizará el próximo acápite, referente a la efectividad técnica de las aspersiones con *B. bassiana*.

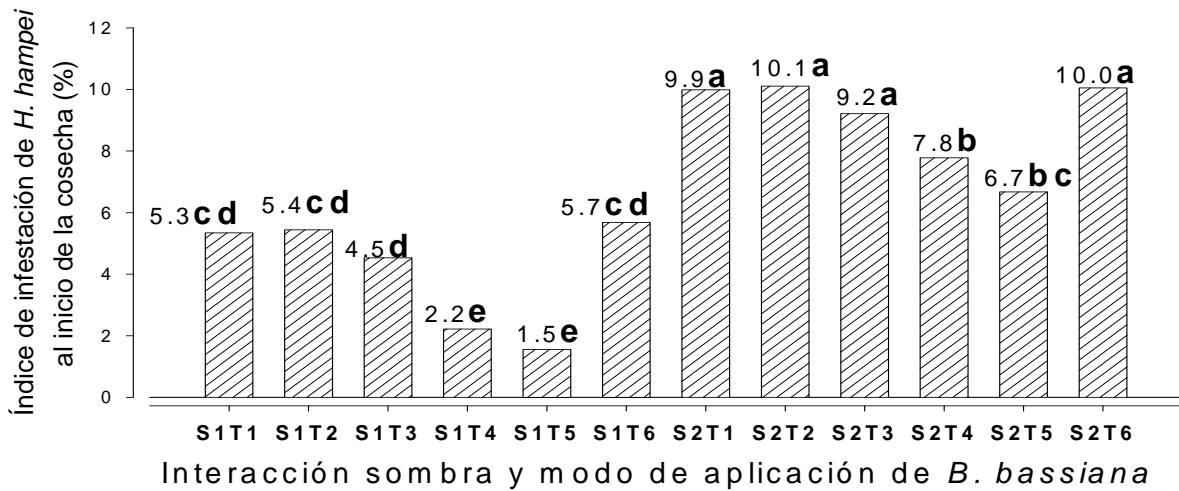


Figura 16. Efecto del manejo del sombrío en el cafetal (IL) y el modo de aspersión de *B. bassiana* sobre el índice de infestación al inicio de la cosecha. Medias con letras diferentes indican diferencias significativas según *d*ócima de Duncan para $p \leq 0,05$ ES: $\pm 0,47$. T1: F(30) S(180); T2: F(60) F(90) S(180); T3: S(60) F(90) F(120) F(150) S(180); T4: F(60) F(100) F(140) F(180); T5: F(50) F(60) F(90) F(120) F(150) F(180); T6: S(60) S(180). F(Foliar); S(Suelo); (#) Días posterior a la segunda floración; S1: IL=60-70%; S2: IL=40-50%.

Una contribución no menos importante, de estos dos mismos modos de ciclo de aspersiones, se produjo también en los cafetales pocos iluminados (IL=40-50 %), en el que se evidenció un significativo descenso de los valores porcentuales de las afectaciones en esta etapa, manteniéndose con valores de infestación desfavorables fuera de los parámetros que se establecen al respecto, en el resto de las formas de aspersión (S2T1, S2T2 control, S2T3, S2T6), no se detectó en esta variable un efecto significativo.

Este bajo efecto de la mayoría de las variantes de aspersión en las plantaciones con menos iluminación, sobre la disminución de las infestaciones al inicio de la cosecha IC(%) pueden deberse, a que se produjo una baja coincidencia entre la rápida y continua migración dentro de follaje, la ubicación en el interior de los frutos respecto a la frecuencia de aspersión. Por lo que para lograr un descenso significativo del porcentaje infestación, en

los cafetales de baja iluminación al llegar al periodo de cosecha, es necesario aplicar cuatro o más veces al follaje no mayor a 40 días entre aplicaciones (S2T4 y S2T5).

Asimismo se evidencia que los modos de aspersión de aplicar cuatro y seis veces al follaje (T4 y T5), fueron los que manifestaron los índices de daños al inicio de la cosecha más bajos en los dos niveles de iluminación.

En lo que respecta a la dinámica de las poblaciones de este escolítido y su relación con el proceso de desarrollo del fruto hasta el periodo de cosecha, las referencias consultadas, describen una conducta preferencial por los granos que se encuentran en las etapas finales de su desarrollo, aspectos que fueron objeto de estudio en Cuba por Cintrón y Grillo (2004), quienes encontraron un aumento potencial de los estados biológicos por frutos de la broca del café en un 24,6%, respecto a las primeras hembras que emigraron desde los frutos remanentes de la cosecha anterior.

Por otro lado, para muchos productores los pases de cosecha contribuyen a disminuir los niveles de infestación en campo; sin embargo, en estudios locales realizados en seis centros de beneficio de despulpe Chivás (2006a) y Chivás (2007b) informa, que los productores que llegan a este periodo con índices superiores al 3,2 %, estos después realizar tres o más pases de cosecha y un saneamiento, los porcentajes de granos afectados alcanzaron niveles cercanos al 2,5%, lo cual afectó de forma considerable los ingresos de estos productores en más de un 26.3%.

Factor sombra:

Por otra parte, la contribución del manejo de la sombra como factor independiente, manifestó un efecto significativo en la disminución de las infestaciones al inicio de

la cosecha IC(%) en un 54 por ciento en los cafetos que se establecieron a una intensidad de luz del 60-70% respecto regular entre un 40-50 % la luz (Figura 17).

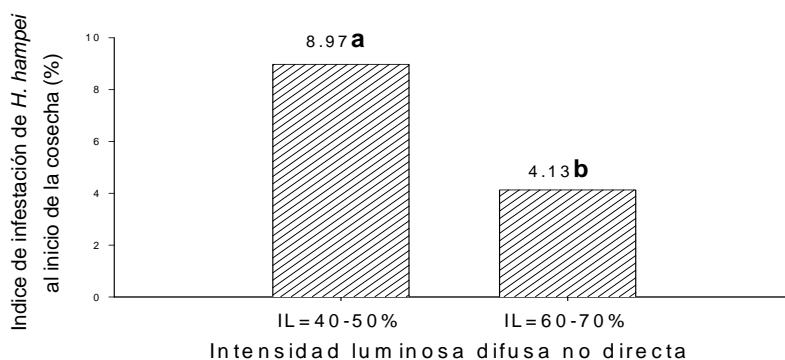


Figura 17. Efecto del manejo del sombreado del cafetal (IL) sobre el índice de infestación al inicio de la cosecha. Medias con letras diferentes indican diferencias significativas según d^ocima de Duncan para $p \leq 0,05$ ES: $\pm 0,07$.

Este incremento del índice de infestación al inicio de la cosecha, en todas las posiciones de la plaga en el fruto en los cafetos pocos iluminados, pudo deberse, a que esta amplitud de variación de la intensidad de luz contribuyó a crear un ambiente más favorable para esta plaga a lo largo de todo este periodo de desarrollo del fruto, que produjo un mayor desplazamiento hacia el interior del endospermo, elemento ya conocido que favorece el aumento de los estados biológicos dentro de los frutos.

Estos resultados obtenidos producto del manejo de la iluminación dentro del cafetal y la implementación de variantes más efectivas de aplicación del biopreparado *B. bassiana*, que incidieron en la disminución a niveles favorables de las infestaciones de la broca del café al llegar al periodo de cosecha; poseen un gran valor práctico, ya que el sistema actual de pago del café cereza al productor, incluye dentro de los parámetros claves, el porcentaje total de granos con presencia de daños a causa de

la broca del café, sin considerar la posición del insecto dentro del fruto; argumento que resalta la importancia de la contribución de estos dos elementos tecnológicos de mejor desempeño en esta etapa (S1T5 y S1T4).

4.2.3. Evaluación de la efectividad técnica de *B. bassiana* sobre la broca del café.

En lo que respecta a las interacciones ocurridas entre los diferentes factores de análisis, sólo se encontró interacción entre el factor intensidad luminosa y modo de aplicación del biopreparado, dado por el promedio de la efectividad técnica de los diferentes momentos de aplicación para cada tratamiento (Figura 18), aunque se halló diferencias significativas entre los años de estudio (Tabla 3).

Factor año:

Tabla 3. Efectividad técnica de las aspersiones con el hongo *B. bassiana*.

Año		Efectividad técnica (%)	
Año 2004		20,3b	
Año 2005		25,6a	
ES: ±0,02			
Año 2004		Año 2005	
Tratamientos	Efectividad técnica (%)	Tratamientos	Efectividad técnica (%)
6	6,75c	6	10,0d
1	13,17bc	1	18,7c
3	18,1b	2	24,5bc
2	20,94b	3	27,37bc
4	29,58a	4	31,80b
5	33,47a	5	41,44a
ES: ±0.034		ES: ±0.029	

Medias con letras diferentes en columnas indican diferencias significativas según dócima de Duncan para $p \leq 0,05$ ES: ±0,47. **T1:** F(30) S(180); **T2:** F(60) F(90) S(180); **T3:** S(60) F(90) F(120) F(150) S(180); **T4:** F(60) F(100) F(140) F(180); **T5:** F(50) F(60) F(90) F(120) F(150) F(180); **T6:** S(60) S(180). **F**(Foliar); **S**(Suelo); **(#)** Días posterior a la segunda floración.

A diferencia de las variables índice de infestación en las fases de penetración de la broca del café en los granos las posiciones (A y B) y al inicio de la cosecha

(IC%), el año tuvo una influencia significativa en el incremento de la efectividad técnica de las aplicaciones de *B. bassiana*, sobre los adultos de *H. hampei* en el año 2005 respecto al primer periodo.

Aunque, este aumento no causó un efecto importante respecto al índice de infestación en las posiciones A y B, ni sobre índice de infestación al inicio de la cosecha el cual agrupa la totalidad de las posiciones en el fruto.

En el año 2004 la efectividad técnica fue superior en los modos de aplicación foliares de cuatro y seis aspersiones (T4 y T5), pero al dirigir de forma única al suelo los valores porcentuales se comportaron muy bajos (T6), aunque este no difiere de cuando se realiza una aspersión al follaje a los 30 y otra a los 180 dpfm al suelo. Algo similar ocurrió en el año 2005, sin embargo, cuando se incrementó el número de aplicaciones foliares de cuatro (T4) a seis (T5) se produjo un efecto positivo superior en un 23,3%, esto pudo ser consecuencia de que se originó un efecto de contacto superior sobre los adultos que se desplazan en determinados momentos producto del aumento de las aspersiones y de la humedad en este año.

El primer periodo (2004), se caracterizó por ser menos lluvioso y sólo acumuló 932,2 mm, de igual manera la humedad relativa fue menor del 85 % en casi todo el año (Anexo 1), elemento que pudo estar relacionado con la disminución del porcentaje de efectividad general de las aspersiones de este entomopatógeno respecto al año 2005.

La humedad, es un factor muy importante para el desenvolvimiento de *B. bassiana* como organismo entomopatógeno, ya que constituye un factor fundamental en la viabilidad de las esporas y demás órganos vegetativos, los cuales están vinculados con la formación de la micosis.

De la relación existente entre los factores ambientales y la efectividad de este hongo sobre la broca del café Haraprasad *et al.* (2001), informan un aumento significativo en la mortalidad de adultos de esta plaga hasta un máximo de 75,6%, al variar la temperatura promedio de 27 a 29 °C; la humedad relativa desde 82 hasta un 91% y las precipitaciones de 240 a 360 mm.

De igual manera, varias son las referencias científicas que relacionan el factor humedad con el desempeño del hongo *B. bassiana*, como controlador biológico y natural de diferentes plagas (BROCARTA, 1995; Hallsworth y Magan, 1999; Samuels *et al.*, 2002; Da Silva *et al.*, 2003; Soto, 2006; AGRI-NOVA, 2006; Iskandarov *et al.*, 2006; ENTOMOLOGY, 2008; González *et al.*, 2007; Tarocco *et al.*, 2007); aunque persiste el criterio, de que este comportamiento puede variar en correspondencia con las características locales y el tipo de hospedante (Meyling y Eilenberg, 2007).

En lo que respecta a los efectos de los factores ambientales, sobre el desarrollo de las plagas y sus enemigos naturales, estos son considerados elementos de vital importancia en el diagnóstico de problemas fitosanitarios y la implementación de las estrategias de manejo integral de las plagas (Harris y McDonald, 2001; Bustillo *et al.*, 2002; Bustamante y Rivas, 2004; García y Riera, 2006; Trudel *et al.*, 2007; WIKIPEDIA, 2008).

Interacción factor sombra y modo de aplicación de *B. bassiana*

En la figura 18, se observó, que en los cafetales de intensidad luminosa del 60-70%, que las variantes de aspersiones únicas al follaje de cuatro y seis aplicaciones (S1T4 y S1T5), mostraron los valores porcentuales generales más elevados; además, estas no difieren entre sí y alcanzaron valores superiores al 42% de efectividad técnica como

Resultados y Discusión

promedio y superiores al control (S2T2) en un 59,4%; sin embargo, el resto de las variantes no logró superar el 28% de efectividad técnica.

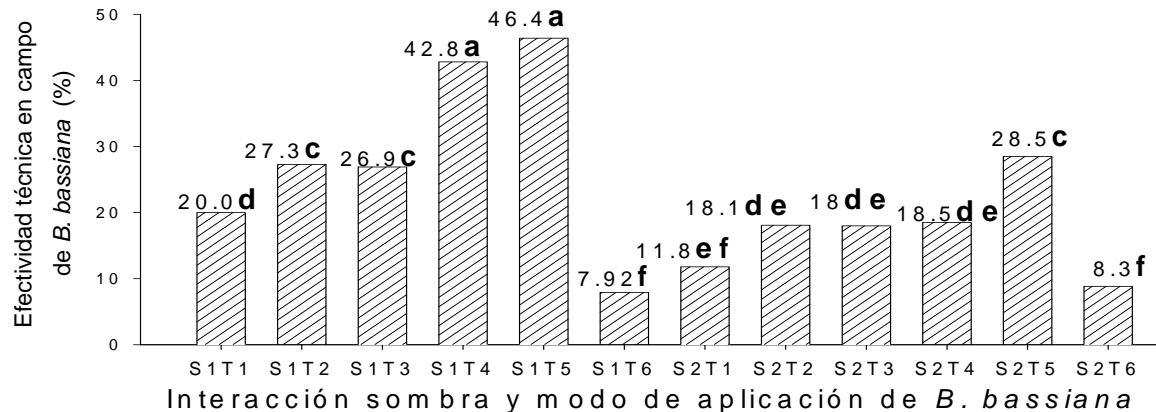


Figura 18. Comportamiento de los porcentajes de efectividad técnica de las aspersiones con *B. bassiana* de acuerdo a la interacción sombra y modo de aplicación del biopreparado. Medias con letras diferentes indican diferencias significativas según d^ocima de Duncan para $p \leq 0,05$. ES: $\pm 0,02$. T1: F(30) S(180); T2: F(60) F(90) S(180); T3: S(60) F(90) F(120) F(150) S(180); T4: F(60) F(100) F(140) F(180); T5: F(50) F(60) F(90) F(120) F(150) F(180); T6: S(60) S(180). F(Foliar); S(Suelo); (#) Días posterior a la segunda floración; S1: IL=60-70%; S2: IL=40-50%.

Se evidenció además, un similar patrón de comportamiento en dos de los modelos en los que se combinaron las aspersiones al suelo y el follaje, cuando se realizaron dos aplicaciones sucesivas al follaje cada 30 días desde los 60dpfm y una última al finalizar al suelo a los 180 dpfm (S1T2) y el otro con frecuencia de 30 días, que inició dirigiendo al suelo la aplicación a los 60 dpfm con tres más al follaje y cierre de ciclo a los 180 dpfm enfocado al suelo (S1T3).

Al parecer esta respuesta pudo deberse, a que después de los 90 dpfm existe una tendencia al incremento de la colonización de los frutos en el follaje por esta plaga y es posible, que el potencial de persistencia del inóculo existente en ese momento no logró mantener una transmisión estable cuando se deja de aplicar al follaje por largos periodos,

lo cual se reflejó de manera evidente en la dinámica de las infestaciones de esta plaga.

Otro elemento a precisar, es que bajo la incidencia de la poca iluminación todos los modelos de aspersiones, no mostraron valores de la efectividad técnica superiores al 20% a excepción del tratamiento de seis aplicaciones únicas al follaje, en el que se alternaron frecuencias de 10 y 30 días desde 50 hasta 180 dpfm (S2T5); lo que evidencia, que para superar este valor promedio general, es necesario establecer este sistema de aspersión en las plantaciones de baja iluminación. Asimismo, no se apreció diferencias significativas entre cuatro de los tratamientos (S2T1, S2T2 *control*, S2T3 y S2T4).

Esta caída de la efectividad técnica de las aspersiones, en las plantaciones con bajos niveles de intensidad de luz, al parecer se produjo por el predominio del efecto por contacto directo de los conidios asperjados con la plaga.

Factor sombra:

Ésta la variación de las infestaciones en las cerezas de acuerdo con estas variantes de manejo, es aún más comprensible, al considerar el efecto significativo de la sombra como factor independiente, en el incremento de la efectividad técnica general al regular en las plantaciones la intensidad luminosa entre 60-70% (Figura 19), superior en un 40 % en comparación con los cafetos menos iluminados (40-50%).

Esta potenciación de la efectividad técnica, pudo ser a consecuencia de la posible acción estimulante de la luz amarilla y negra sobre la formación de conidios, en el desarrollo de las micosis que se producen sobre los adultos de

esta plaga, lo cual podría haber permitido aumentar la sobrevivencia y transmisión del inóculo de este entomopatógeno.

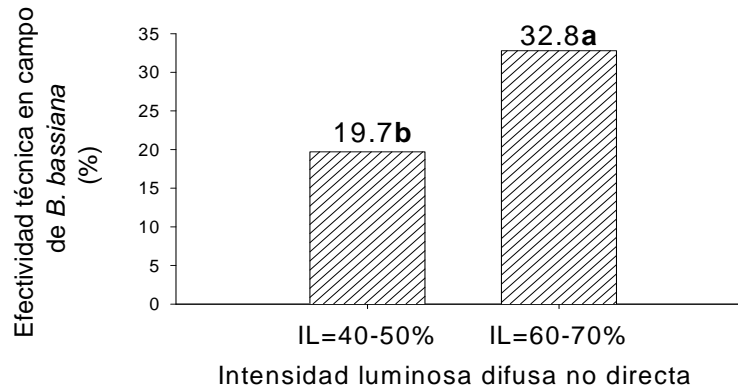


Figura 19. Efectividad técnica de las aspersiones con *B. bassiana* por nivel de intensidad de luz. Medias con letras diferentes indican diferencias significativas según d \acute{o} cima de Duncan para $p \leq 0,05$. ES: $\pm 0,02$.

En tal sentido Edgington *et al.* (2000) consideran el factor luz, en especial la alta radiación ultravioleta, como el principal factor ambiental limitante de los bioinsecticidas que más se usan en la actualidad; de ahí, que es necesario enfatizar que la baja intensidad de luz difusa dentro de los agroecosistemas cafetaleros también afecta la efectividad de las aspersiones con el hongo *B. bassiana*.

Los efectos beneficiosos del manejo de la sombra también se ha evidenciado en otras plagas de interés, Beer *et al.* (1998) encontraron variaciones en el comportamiento de las poblaciones de *Coccus viridis* en los cafetos expuestos bajo sombra respecto a los de plena exposición solar. En este caso, los niveles de esta plaga fueron bajos con la existencia de árboles sombreadores, sin encontrar diferencias entre el tipo especie sombreadora que se utilizó; además la mortalidad a causa de los tratamientos con el hongo entomopatógeno *Cephalosporium lecanii* Zimm fue superior en las plantaciones con sombra.

Dinámica de la efectividad técnica de las aplicaciones por nivel intensidad luminosa:

En la Figura 20, 21 y 22 se muestran los porcentajes de efectividad técnica de los diferentes momentos de aplicación de tres de las variantes de aspersiones, en correspondencia con el nivel de intensidad luminosa (S1: 60-70%; S2:40-50%), dos de ellas de forma única al follaje; en la primera se realizaron cuatro aplicaciones al follaje cada 40 días (T4), desde los 60 hasta los 180 dpfm (Figura 20), la segunda (T5) con una frecuencia inicial de 10 días y un posterior seguimiento de forma uniforme cada 30 días hasta 180 dpfm (Figura 21) y por último, el manejo sólo de las aspersiones al suelo(T6), una inicial a los 60 dpfm y la otra al cierre de ciclo a los 180 dpfm (Figura 22).

Se observó en la figura 20 un efecto superior de la efectividad técnica en las plantaciones en que se manejó la intensidad de luz del 60-70 % en todos los momentos en que se aplicó el biopreparado, en comparación con establecer los cafetos a menos luminosidad (40-50 %). Se detectó además en los cafetos de mayor iluminación un aumento significativo de la efectividad en la segunda aplicación a los 100 dpfm en comparación con la primera (60dpfm), pero a los 180 días posteriores al pico de floración, se produjo un descenso pero se mantuvo más superior que en la primera aplicación.

Algo semejante se reflejó en los cafetales de intensidad luminosa del 60-70%, donde en la segunda aplicación al follaje los porcentajes se elevaron, aunque se observa, que al acortar la frecuencia de aspersión a diez días la efectividad supera el 55 %; ya a los 90 hasta los 180 dpfm existe un equilibrio en el comportamiento de esta variable (Figura 21).

Este incremento de la efectividad técnica al comienzo de los ciclos de aspersiones, podría ser producido por el aumento en esta etapa de las migraciones de los adultos

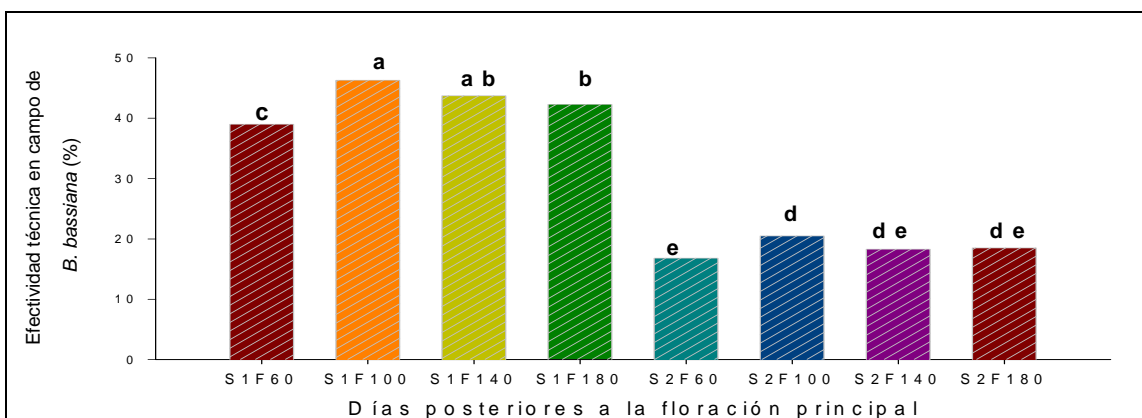


Figura 20. Dinámica de la efectividad técnica del hongo *B. bassiana* en el modo de aplicación por nivel de intensidad de luz (T4). Letras diferentes en la parte superior de las barras indican diferencias significativas según *d*ócima de Duncan para $p \leq 0,05$. ES: $\pm 0,04$. T4: F(60) F(100) F(140) F(180).

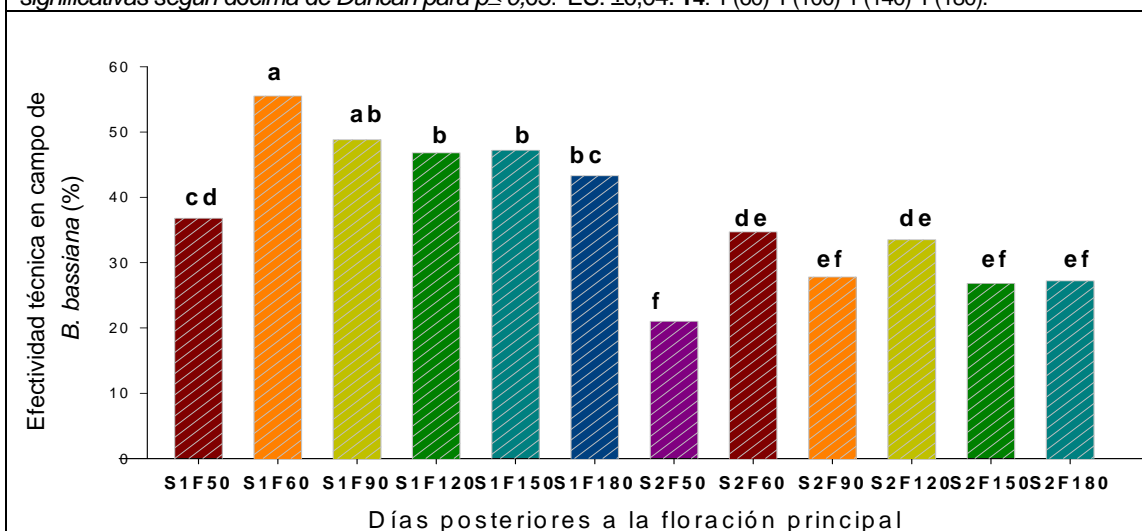


Figura 21. Variación de la efectividad técnica del hongo *B. bassiana* en el modo de aplicación por nivel de intensidad de luz (T5). Letras diferentes en la parte superior de las barras indican diferencias significativas según *d*ócima de Duncan para $p \leq 0,05$. ES: $\pm 0,03$. T5: F(50) F(60) F(90) F(120) F(150) F(180).

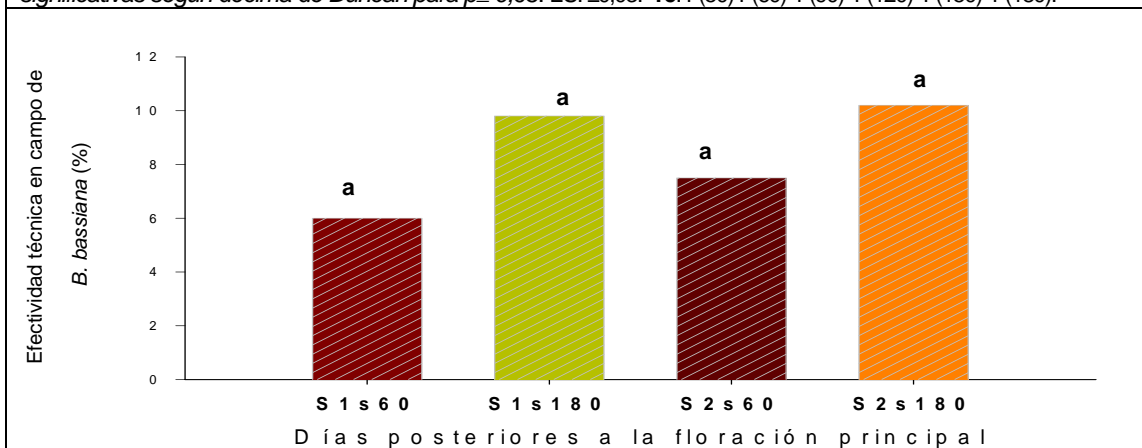


Figura 22. Efectividad técnica del hongo *B. bassiana* en el modo de aplicación T6 según momento de aplicación por nivel de intensidad de luz (T6). Letras diferentes en la parte superior de las barras indican diferencias significativas según *d*ócima de Duncan para $p \leq 0,05$. ES: $\pm 0,04$. T6: S(60) S(180).

Legenda general: F(Foliar); S(Suelo); (#) Días posterior a la segunda floración; S1: IL =60-70%; S2: IL =40-50%.

hacia los frutos en formación en los estratos superiores (patrón agregado), que en su gran mayoría se encuentran en las primeras posiciones de penetración en las cerezas, aspectos que fueron abordados por (Montoya, 1997; Montoya *et al.*, 2005). Del mismo modo la implementación de las prácticas agronómicas y el saneamiento pudo inducir estas migraciones a etapas más tempranas, que unido al patrón de agregación de la plaga descrito por este autor facilitó la acción del entomopatógeno.

Esta tendencia a la agregación de la plaga, se sustenta sobre la base de la acción suscitada por efecto aleloquímico, que induce una afinidad por aquellos granos ya infestados; comportamiento que se acentúa al inicio del desarrollo del fruto que por lo general ocurre alrededor de los 60 días después de la floración (Muñoz, 2002).

A partir de estos argumentos, se infiere que la mayoría de los adultos estén ubicados en posiciones vulnerables a la acción del biopreparado en un espacio reducido, que facilite el aumento de la formación de micosis del hongo suscitadas por el efecto de la luz (60-70%); elemento que puede justificar el incremento positivo de la efectividad de las aspersiones en el follaje al inicio de los ciclos de tratamientos.

Otro aspecto no menos importante, es que en los cafetales de más baja intensidad de luz (40-50%), se produce de similar forma un efecto positivo en la segunda aplicación respecto a la primera, a lo que le continúa un equilibrio de la efectividad de esta variable hasta los 180dpfm, que no difiere del momento inicial de aspersión en los cafetos de intensidad luminosa del 60-70%.

Vale señalar, que las aspersiones que se dirigen al suelo no mostraron diferencias significativas en sus diferentes momentos de aplicación, ni tampoco

se apreció efecto alguno de la intensidad de luz todos con valores de efectividad técnica por debajo del 10,5% (Figura 22).

Se conoce que el hongo *B. bassiana* tiene la capacidad de desarrollarse de forma saprófita en el suelo y persistir por periodos prolongados, aspectos que han sido comunicados por Fernández (2001), Simón (2005), Vázquez (2005b) y Posada y Vega (2006). Por otra parte, los agroecosistemas cafetaleros se caracterizan por tener niveles de material orgánico considerables en la superficie, que llegan al suelo desde la foresta, cultivos asociados, la propia cobertura existente del suelo y el cultivo Alvarado *et al.* (1999), esto debería facilitar en gran medida el establecimiento del hongo en el suelo, elemento de mucha importancia para disminuir las afectaciones de plagas a este nivel.

Sin embargo, para que se produzca una buena y estable esporulación, este hongo al igual que otros hongos necesitan condiciones favorables, en el cual, el factor luz tiene una considerable importancia (Chase *et al.* 1986; Herrera y Mayea, 1994; Fernández, 2001; Luz *et al.*; 2004; Stanghellini y El-Hamalawi, 2004; Krueger y Stanghellini, 2007).

El sistema de manejo de doble techo, es el que distingue de forma general los agroecosistemas cafetaleros de la región Grupo Empresarial de Agricultura de Montaña (2003). Dentro de este tipo de agroecosistema, se puede interceptar hasta el 80% de la radiación solar en su follaje y reflejar hasta un 15%, de la cual llega a la superficie del suelo alrededor del 5%, lo que provoca que se incrementen los niveles de penumbra a este nivel aspectos abordados por (Jaramillo, 1989; SALVACAFÉ. 2006; Cortés *et al.*, 2006; Soto, 2006).

Esto puede ser la causa fundamental que afecte la esporulación estable y suficiente de este hongo y así poder parasitar los adultos de broca que se mueven en el suelo para colonizar

Resultados y Discusión

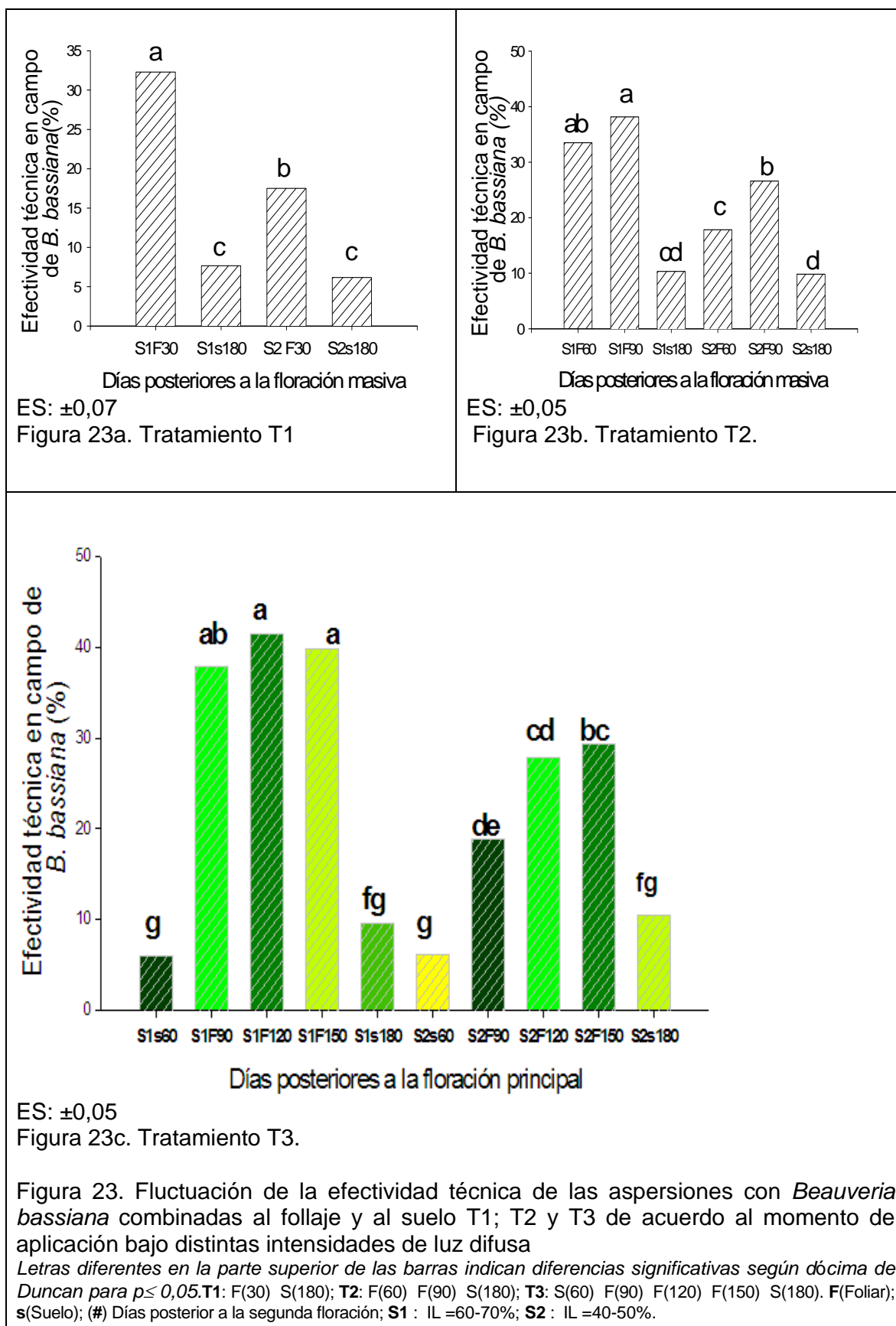
las cerezas caídas, elemento de especial importancia para que se produzca el parasitismo Zimmermann (2007); además del posible efecto protector que le ofrece el grano a esta plaga, hipótesis que pueden justificar la baja efectividad de las aspersiones al suelo.

En lo que concierne a la baja efectividad de este entomopatógeno, sobre la mortalidad de *H. hampei* dentro de los granos en suelo en condiciones de campo Sánchez y Rodríguez (2008), encontraron sólo un 10% de mortalidad dentro de los frutos, porcentaje que se mejoró con la mixtura de *B. bassiana* y *H. bacteriophora* cepa nacional.

Se observó de igual forma que las combinaciones de aspersiones foliares y al suelo también fueron más efectivas sobre el dosel del cultivo en los cafetales con intensidad de luz del 60-70% en todos los momentos de aplicación, independiente de la modalidad de tratamiento (Figura 23a, 23b, 23c). Se pudo apreciar además en la figura 23c, que las aplicaciones sucesivas al follaje cada 30 días, no logran contribuir a incrementar los porcentajes de efectividad técnica en el suelo al final de su ciclo de aspersiones en ningunas de las intensidades de luz, lo cual no permitió cumplir una hipótesis inicial al conformar estas modalidades de tratamientos, de que los granos que cayeran al suelo con inóculos del hongo *B. bassiana* incrementarían la efectividad de una última aplicación al suelo; lo mismo ocurre cuando se aplican con menos frecuencia (Figura 23a y Figura 23b control).

Uno de los temas que en la actualidad es muy debatido y contradictorio, es lo referente a la efectividad de este hongo entomopatógeno sobre la broca del café, en especial, en los cafetales donde es necesario establecer foresta u otros cultivos asociados como

Resultados y Discusión



componente de la sombra, además de la variabilidad en cuanto al manejo cultural, principalmente en regiones en el que se establece el cafeto a niveles de altitud inferiores a los 600 metros donde la broca se ha adaptado muy bien.

En los registros que se consultaron, respecto a la colonización de las cerezas por la broca del café, se informa la existencia de variación en las afectaciones en relación con el estado de desarrollo del fruto después de la floración, el peso seco y la localidad como son los de (Guharay *et al.*, 1994; Guharay *et al.*, 1999; Mathieu *et al.*, 2001; Muñoz, 2002).

En algunos casos se inclinan por el criterio, de que el periodo más oportuno para iniciar las aspersiones de tipo química o con *B. bassiana*, se encuentra a partir de 100 a 120 días posteriores a la floración Bustillo y Posada (1996) y en otras ocasiones se recomienda entre los 120 a 150 días posteriores a esta (KISSANKERALA, 2007).

Sin embargo, ya en este periodo gran parte de las poblaciones de esta plaga se encuentran en el endospermo (fases de penetración C y D), lo cual podría disminuir de forma considerable, la posibilidad de que los inóculos que se asperjen se pongan en contacto con los adultos de esta plaga, elemento que fue abordado con anterioridad; de ahí, la importancia de iniciar las aspersiones en etapas más temprana entre los 50 a 60 dpfm y así controlar las migraciones de los adultos provenientes de los frutos de floraciones anteriores al pico de florecimiento y las que se mueven desde el suelo en este periodo.

Sobre estas pautas Posada *et al.* (2004) informan, que las aplicaciones en serie del hongo *B. bassiana* al follaje para el control de adultos de broca del café en plantaciones a plena exposición solar, demostró ser también un método muy efectivo con niveles de control del 45 al 74%.

Resultados y Discusión

Por su parte Cruz *et al.* (2006) comunican, que la no homogeneidad existente en el manejo de las plantaciones, en especial la densidad de plantas o el uso de más o menos árboles sombreadores, pueden ser unas de las causas que hayan afectado la consistencia de actuación de los agentes de control biológico sobre la broca del café que se utilizan en Colombia.

En Colombia en trabajos de Carmenza y Góngora (2004) con la utilización de este hongo en el control de *H. hampei* a dosis de 1×10^{12} esporas.árbol en condiciones de plena exposición solar, causaron una mortalidad de un 80-90 % en los adultos de esta plaga; aunque refieren, que producir formulaciones a estas concentraciones resultan ser muy costosas. Estos autores coinciden también en el criterio, de que el desempeño de *B. bassiana* como agente de control biológico de la broca del café varía en cuanto a efectividad y en ocasiones se tornan inconsistentes.

Así mismo, con el mejoramiento de cepas por métodos biotecnológicos Rodríguez y Góngora (2005) en experimentos en Colombia con el empleo de formulaciones de 1×10^{10} y 1×10^{12} esporas.árbol en cafetos a plena luz, causaron mortalidades entre 70-90 % en las poblaciones adultas de *H. hampei*.

Distinto de los experimentos de campo que informan Flórez *et al.* (1997) con una dosis de 1×10^{10} esporas.árbol, similar en dosis a las comunicaciones anteriores, registran valores promedios de adultos de broca parasitados por *B. bassiana* de un 52%.

De modo semejante Muñoz (2002), Rodríguez y Góngora, (2005) y Gaitán *et al.* (2002), comunican que aún con el mejoramiento de las formulaciones en muchas regiones del mundo los resultados son poco consistentes; tal es caso, de las investigaciones hechas por De la Rosa *et al.* (1997), De la Rosa *et al.* (2000), Sarmiento *et al.* (2001), Peña *et*

al. (2001) y Posada *et al.* (2004), en los cuales los valores de mortalidad de adultos a causa de los tratamientos con el hongo *B. bassiana* que estuvieron entre un 13,4 a 66,32 % en correspondencia con la localidad.

De igual forma en el manejo de otra plaga Lewis *et al.* (2002) informan una variabilidad de la efectividad de este entomopatógeno sobre *Ostrinia nubilalis* (Lepidoptera: Crambidae) a razón de $8,8 \times 10^8$ conidias.planta; con una reducción de los porcentajes de infestación en un rango del 20-53 %, comportamiento que se imputó al estado de desarrollo del cultivo y su relación con la dinámica poblacional de este lepidóptero.

Sobre la importancia que reviste la utilización de árboles sombreadores, sobre la entomofauna y otros organismos en estos agroecosistemas Johnson (2000, 2008), comunican que una de las alternativas más eficientes para la preservación del hábitat en los ecosistemas cafetaleros, es el establecimiento de árboles de sombra, para así atraer y facilitar la acción de enemigos naturales; criterio de mucha importancia, para tener una mejor comprensión del comportamiento de esta plaga y la variación de la efectividad de las aspersiones con *B. bassiana* expuestas en esta investigación.

Del mismo modo Pierre (2002), con la implementación de un sistema de trapeo para la validación de la Trampa BROCAP[®] en 15 fincas en El Salvador; comunica, que los cambios en el manejo agronómico del cafeto de una región a otra causaron diferencias significativas en el desarrollo del trapeo.

En este sentido, Vázquez *et al.* (2008) en observaciones puntuales realizadas en Bahía Honda en la provincia de Pinar del Río, respecto a las características del porte de los árboles sombreadores en este cultivo, donde existía sombra de árboles

Resultados y Discusión

de mayor porte y mixta como el cacao (*Theobroma cacao*), *Citrus spp.*, *Mangifera indica* y otros, los que emplean como sombra temporal el plátano (*Musa spp.*). Se detectó que la micosis del hongo *B. bassiana* sobre la broca del café en su forma natural se mostró más intensa desde mediados hasta el final de la cosecha, mientras que en los campos donde la sombra fue de menor porte y de una especie, la epizootia fue menos intensa, pero cuando se mantuvieron enyerbados esta se manifestó desde el principio hasta el final de la cosecha.

En lo concerniente a los efectos de las condiciones agroecológicas proclives o no al desarrollo de las principales plagas que afectan a este cultivo, que por lo general es denominado en Cuba complejo nocivo del cafeto, han sido temas tratados por Simón (1989) y Vázquez *et al.* (2006); donde se evidencian el efecto beneficioso de una serie de prácticas agronómicas, sobre el manejo de la roya del cafeto *Hemileia vastatrix* Berk et Br, el minador de la hoja *Leucoptera coffeella* Guerin-Meneville y el establecimiento de enemigos naturales, prácticas que se han generalizado en todo el país mediante programas específicos.

En estos trabajos se enfatizó, que la incidencia del minador de la hoja fue menor en plantaciones de cafeto de más riqueza y diversidad florística e intensidad luminosa difusa del 30-40% evitando condiciones extremas de alta iluminación, así como la poda (norma técnica) y el fomento de cobertura viva con *T. zebrina* o *Conmelina diffusa*, en el cual el desempeño de la acción de los enemigos naturales (parasitoides) fue de vital importancia bajo estas condiciones.

Por otra parte, Machado *et al.* (1996) demostraron que los índices más elevados del minador de la hoja, se observaron bajo un sistema de sombra permanente y

densidad de plantación de 2x1 m según normas técnicas establecidas.

Sin embargo, las afectaciones de la roya del cafeto estuvieron más relacionadas con el factor luz; a menos intensidad de luz dentro del cafetal (30-50%) mayor desarrollo de la enfermedad. En este caso, se crean condiciones favorables para el desarrollo este basidiomiceto que afectaron la acción de regulación natural de *Verticillium hemileiae* (Simón, 2005).

Algo semejante ocurre, en la incidencia de chinches harinosas sobre este cultivo en Cuba, como *Planococcus sp.* y *Pseudococcus sp.*, informado por Martínez (1996); Díaz *et al.* (1999) y Vázquez *et al.* (2006). En estos estudios, para reducir la abundancia de estas dos plagas en las plantaciones de cafeto, se empleó el hongo entomopatógeno *Verticillium lecanii* y el nematodo *Heterorhabditis bacteriophora*, además de la creación de reservorios de enemigos naturales mediante la implementación de algunas prácticas agronómicas como la regulación de la iluminación dentro del cafetal a un 70 % y el empleo de cobertura vivas *T. zebrina* y *C. diffusa*.

Se señala además por este último autor, que aun cuando estas prácticas agronómicas se incluyen dentro del manejo del cultivo, las mismas tuvieron un impacto negativo sobre las poblaciones de esta plaga, ya que se ha demostrado, que una iluminación superior al 70% incrementa sus afectaciones; además, las coberturas vivas que se recomiendan, no constituyen hospederas de plagas y crean reservorios favorables para la conservación de los enemigos naturales, además de contribuir a la disminución de las afectaciones de arvenses; aspectos que son abordados en esta investigación, en lo referente a la broca del café y su

importancia para mejorar la efectividad de las aspersiones con *B. bassiana*.

El efecto de la realización de esta labores agronómica de regulación de la intensidad luminosa dentro del cafetal y su contribución sobre el incremento de la efectividad técnica de las aspersiones a base de *B. bassiana*, posee un gran valor practico, ya que, contribuyen en gran medida a dar respuesta a muchas de las contradicciones actuales sobre el tema; en la que se destacan, el definir cuando iniciar y culminar las aspersiones, que frecuencia establecer y bajo que condiciones de manejo de la sombra del cultivo se puede favorecer la acción de este hongo, sin la necesidad de aplicar una dosis superior a un1kg.ha o altas concentraciones de conidios, tecnología que hasta el momento se torna costosa.

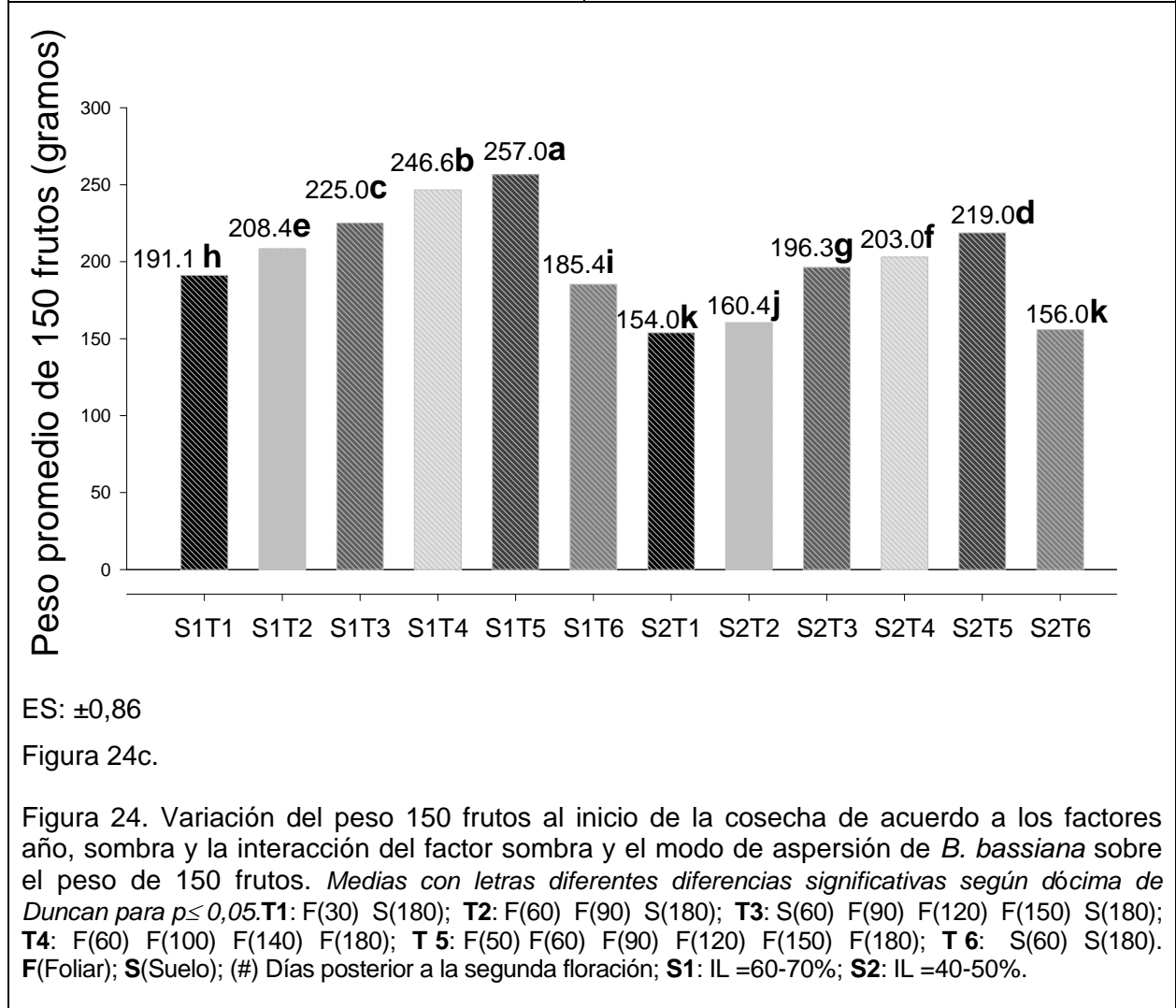
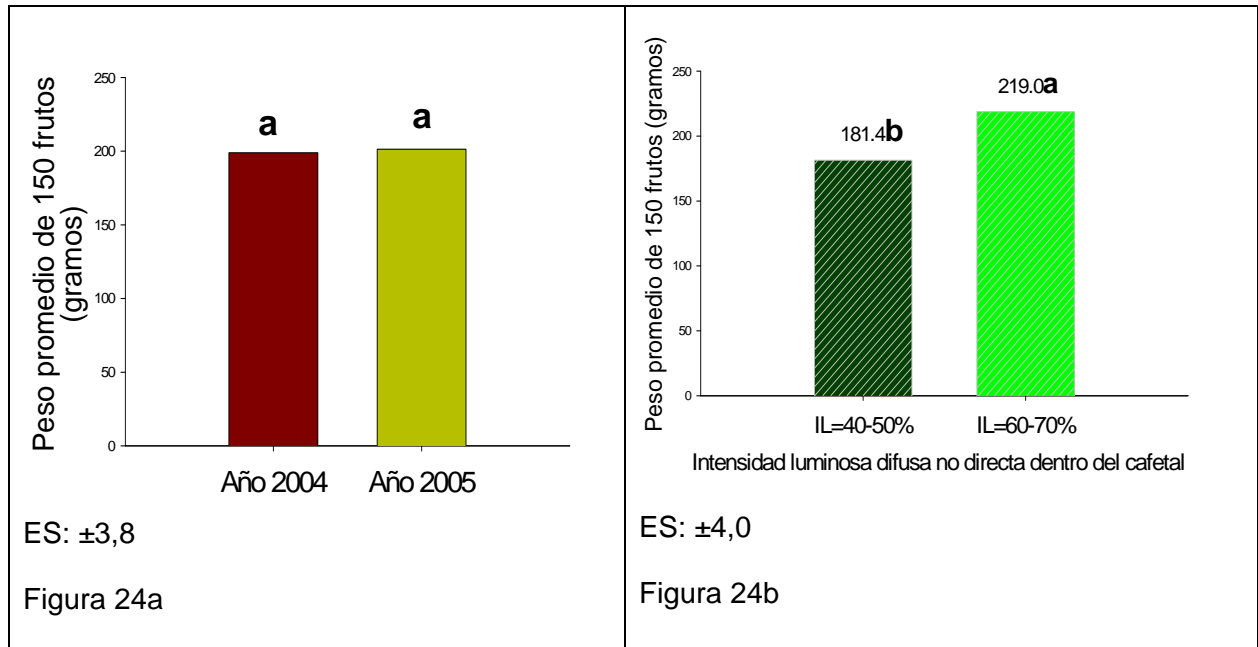
4.2.4. Comportamiento del peso promedio de 150 frutos y el rendimiento del cultivo.

Peso promedio de 150 frutos:

La contribución del factor año sobre la variabilidad del peso promedio no tuvo un efecto significativo sobre esta variable (Figura 24a), al manifestar un patrón similar en los dos periodos evaluación (2004 y 2005), además de diferencia entre el nivel de iluminación (Figura24b) y sólo se observó interacción entre el factor manejo de la sombra y el modo de aplicación del biopreparado (Figura24c),

Interacción factor sombra y modo de aplicación (peso promedio).

Se encontró en la interacción entre factor sombra y el modo de aplicación del biopreparado, que el peso promedio de los 150 frutos, varió de manera



Resultados y Discusión

significativa en diferentes tratamientos (Figura 24c), y de igual forma, los valores más favorables se vuelven a observar en los cafetos que se establecieron bajo el sistema de regulación de la sombra a IL=60-70%.

En esta Figura se resaltó también, que en los tratamientos de mayor número de aspersiones (S1T5, S1T4 y S1T3), revelaron diferencias entre si y del resto de los tratamientos. A pesar de ello, el aplicar seis veces al follaje alternando frecuencias de 10 y 30 días, desde los 50 días posteriores a la floración masiva (S1T5), fue la que menos pérdida en el peso tuvo un 37,6% menos que el control (S2T2).

En síntesis, se observó una disminución drástica del peso de los 150 frutos en los tratamientos de menor frecuencia de aplicación (S1T6, S2T1, S2T2 *control* y S2T6), más notorio en las plantaciones que se establecen a más baja intensidad de luz; en este caso, los que menos peso alcanzaron fueron los tratamientos, donde se realizó una aplicación temprana al follaje y una última al suelo a los 180 dpfm (S2T1) y los que se dirigen de forma única al suelo (S2T6), en los cuales se pierde alrededor del 40 % del peso de los granos en comparación con el tratamiento S1T5.

Factor sombra:

Se observó que los cafetales mostraron diferencias significativas en el peso de 150 frutos respecto al manejo de la sombra (Figura 24b), donde al regular la intensidad de luz del 60-70% fue superior el peso de las cerezas en un 17%, respecto a la segunda variante de manejo de la sombra (IL=40-50%).

Otro elemento a resaltar, son los efectos nocivos del incremento de los índices de infestación a causa de *H. hampei*, sobre el crecimiento y desarrollo del grano, más notable en lo que se refiriere a la pérdida de peso de los granos, que repercute en la merma de los

Resultados y Discusión

rendimientos del cultivo; que se acentúa, cuando las afectaciones se realizan en el endospermo del grano y que afectan la obtención de un café de alta calidad aspectos que fueron informados por Castaño *et al.* (2004) y IICASANINET (2006).

El fruto del cafeto durante su formación transita por diferentes y complejas etapas, que describen una curva de crecimiento en forma de sigmoidea doble, en la cual, existen fuertes variaciones en su crecimiento y desarrollo, que se caracterizan por una primera etapa de crecimiento lento en los primeros 30-40 días (Segura, 1992; Ramírez *et al.*, 2002).

En su segunda etapa, ocurre un fuerte incremento en su formación en general, hasta que el fruto verde alcanza su tamaño máximo entre los 60 a 100 días, lo cual reviste especial importancia, para obtener un fruto de buena calidad y es en este periodo que por lo general se inician las afectaciones de esta plaga.

También, es característico encontrar en la misma planta frutos procedentes de diferentes floraciones, que difieren en cuanto a su desarrollo producto a la propia fisiología del cafeto (fruto). Del mismo modo, el grano puede ser afectado en diferentes magnitudes por esta plaga y podría provocar cambios perjudiciales en el peso del fruto, a consecuencia al aumento continuo de las poblaciones ya evidentes en estos tratamientos.

Los criterios presentes en los informes que vinculan el daño a causa de la perforación y la posición en que ubica esta plaga en fruto, sobre el peso de los frutos se torna muy compleja, debido a que no sólo depende principalmente del porcentaje de infestación y del número de individuos que se encuentren en el interior del grano, sino que además, las perforaciones producidas por esta plaga facilitan y crean condiciones favorables, para que otros organismos oportunistas como hongos y bacterias, causen daños en el fruto como la pudrición del endospermo, la pérdida de peso y que el

grano adquiriera un color negro, lo que provoca que el daño sea mucho mayor (Guharay *et al.*, 1999; Manejo Integrado de Plagas, 2007).

De ahí que, la acción de estos organismos que causan estos tipos daños, pudiera favorecerse por la acción combinada del aumento de las infestaciones a causa de la incidencia de un ambiente de menos iluminación (IL=40-50%), el cual es más propenso al desarrollo de estos organismos. Otro elemento clave, que resalta la importancia de manejar desde los inicios de las colonizaciones esta plaga y durante el posterior periodo de formación de los frutos, más aun cuando el cafeto se estable bajo el sistema de sombrío.

Vale puntualizar, que hasta el momento las referencias consultadas sobre el tema del manejo de la luz dentro del cafetal y su efecto sobre el peso de los granos, no registran las consecuencia nocivas que causa la presencia de esta plaga, en virtud del ambiente de luminosidad y los modos de aspersion de *B. bassiana*; aspecto de mucha importancia por el papel que desempeña la luz en la formación de los frutos y a su vez por las características del daño de forma directa al grano por esta plaga.

Rendimiento de café cereza t.ha⁻¹:

En la variable rendimiento del cultivo en café cereza, sólo se observó interacción entre el factor intensidad luminosa y el modo de aplicación del biopreparado (Figura 25) y significación en cuanto al nivel de iluminación (Figura 26); además no diferencias entre el rendimiento entre los años (Tabla 4).

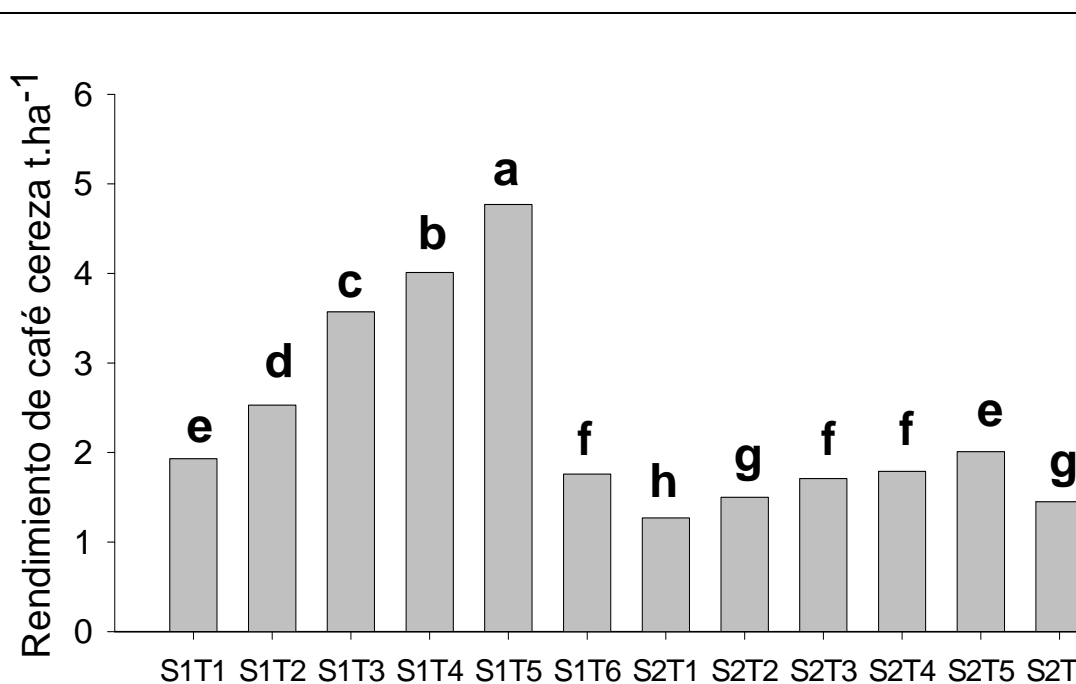


Figura 25. Comportamiento del rendimiento acumulado de café cereza en t.ha⁻¹ de acuerdo a la interacción entre la sombra y el modo de aplicación del biopreparado. Letras diferentes en la parte superior de las barras indican diferencias significativas según dócima de Duncan para $p \leq 0,05$. ES: $\pm 0,04$. T1: F(30) S(180); T2: F(60) F(90) S(180); T3: S(60) F(90) F(120) F(150) S(180); T4: F(60) F(100) F(140) F(180); T5: F(50) F(60) F(90) F(120) F(150) F(180); T6: S(60) S(180). F(Foliar); S(Suelo); (#) Días posterior a la segunda floración; S1 : IL =60-70%; S2 : IL =40-50%.

Tabla 4. Rendimiento de café cereza en los años 2004 y 2005.

Año	Rendimiento de café cereza t.ha ⁻¹
2004	1,13
2005	1,23
ES	$\pm 0,092$ ns.

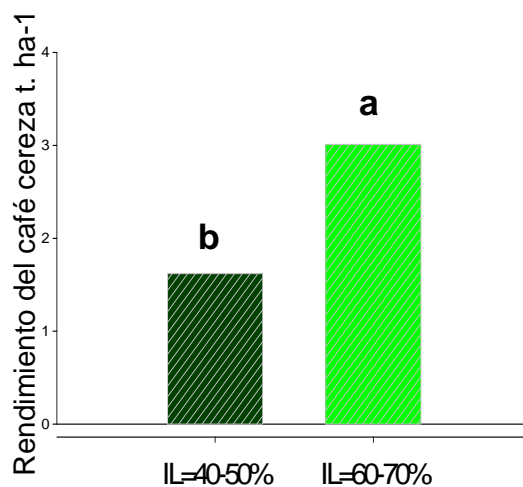


Figura 26. Rendimiento acumulado de café cereza por nivel de intensidad luminosa. Letras diferentes en la parte superior de las barras indican diferencias significativas según dócima de Duncan para $p \leq 0,05$. ES: $\pm 0,056$.

Interacción sombra y modo de aplicación (rendimiento café cereza.t.ha⁻¹).

Del mismo modo, se observó de forma general diferencias significativas entre las mermas de los rendimientos en las combinaciones de tratamientos, dada por la interacción existente entre el manejo de la sombra y el modo de aplicación del biopreparado (Figura 25). Se produjo una disminución continua del rendimiento en las variantes de aplicación de *B. bassiana* que se efectuaron en los cafetales de mayor intensidad de luz (IL=60-70%); que se originó en la medida en que se disminuye el número de aplicaciones. Puesto que, cuando se aplicó cuatro o más veces al follaje los rendimientos fueron superiores en el cultivo (S1T5 y S1T4), menos afectados respecto al control (S2T2) en un 65,8%, seguidos por los tratamientos (S1T3, S1T2, S1T1 y S1T6) en este mismo orden.

Es importante señalar, que el rendimiento en las cafetales más sombreados (IL=40-50%), donde se implementaron los sistemas de aspersiones del biopreparado de cuatro o más veces al follaje (S2T4 y S2T5), este se afectó hasta el punto de no tener diferencias significativas respecto a variantes de más bajo desempeño, que interactuaron en el sistema de manejo de la sombra IL=60-70% (S1T1 y S1T6); algo muy similar se evidenció en el comportamiento de los rendimientos de la variante control (S2T2).

Un aspecto clave, es que se considera que la condición de sombrero más adecuada desde el punto de vista fisiológico, agrotécnico y fitosanitario para el complejo nocivo existente hasta 1995 en relación a la especie *C. arabica*, es la sombra que se regula con un 50 a 70% de iluminación difusa, que puede variar en

correspondencia con la localidad Protección de Plantas (2003); en este sentido, se comunica que una intensidad de un 30 a 50% de intensidad permite al cafeto una buena acción fotosintética (Cortés *et al.*, 2006).

Rendimiento café cereza.t.ha⁻¹ (Factores independientes año y sombra)

El factor año no tuvo un efecto significativo en la variación de los rendimientos (Tabla 4), a diferencia de la intensidad luminosa que si mostró diferenciación, ya que en los cafetos que se cultivaron a más baja iluminación los rendimientos que se alcanzaron fueron inferiores en un 47,6%, en comparación a los que se establecieron a IL=60-70% (Figura 26); que es comprensible al considerar la importante contribución que tiene el peso de los granos sobre el rendimiento del cultivo, además del comportamiento del índices de infestación de la plaga que se analizó con anterioridad.

A modo de resumen, en primer lugar se evidenció que los cafetos con intensidad de luz del 60-70% que se asperjaron seis veces de forma única al follaje, con frecuencias de 10 y 30 días desde los 50 días posteriores al pico de floración y fin del ciclo a los 180 días (S1T5) y los de cuatro aplicaciones con frecuencia de 40 días desde los 60 dpfm hasta los 180 fueron más productivos en un 65,8 % vs a los de menor iluminación con tres aplicaciones, dos al follaje cada 30 días desde los 60 y una última al suelo a los 180 dpfm (S2T2 *control*).

En segundo lugar, que en dependencia de la variación del modo de aplicación del hongo *B. bassiana* los cafetos experimentaron por general cambios significativos en los rendimientos independientemente a las intensidades de luz que se establecieron.

Para determinar la influencia integral, se realizó un análisis discriminante canónico con los resultados de todas las variables respuestas que se utilizaron en el

Resultados y Discusión

desarrollo del experimento 2, en correspondencia con las diferentes variantes de manejo de la intensidad de luminosa del cafetal, los modos de aplicación de las aspersiones con *B. bassiana* para cada periodo de evaluación (Figura 27).

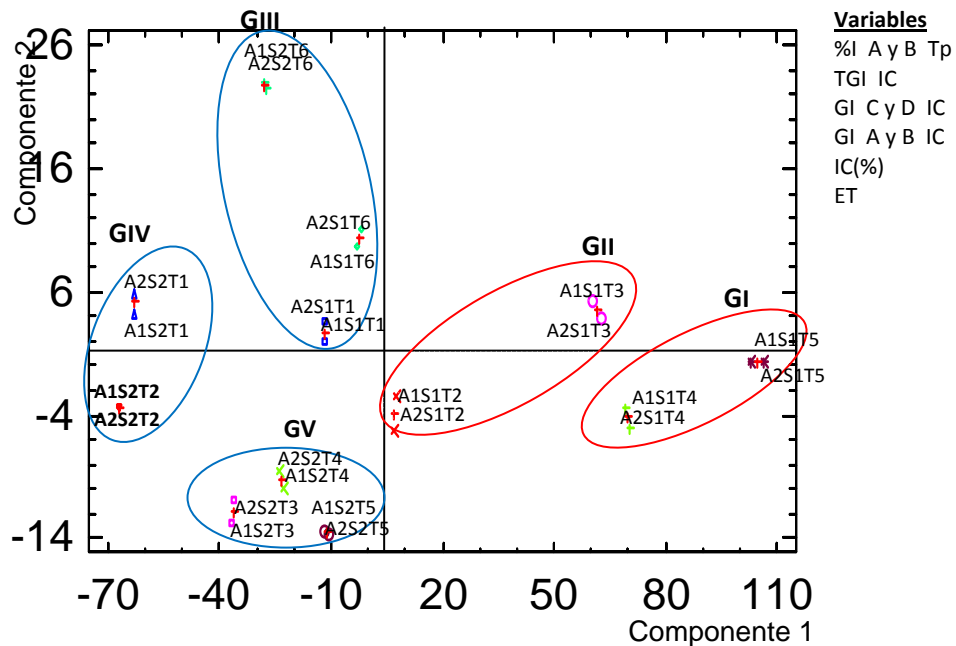


Figura 27. Distribución de las diferentes variantes de manejo sobre la base de un análisis discriminante canónico. T1: F(30) S(180); T2: F(60) F(90) S(180); T3: S(60) F(90) F(120) F(150) S(180); T4: F(60) F(100) F(140) F(180); T5: F(50) F(60) F(90) F(120) F(150) F(180); T6: S(60) S(180). F(Foliar); S(Suelo); (#) Días posterior a la segunda floración; A1:2004; A2: 2005; S1: IL =60-70%; S2: IL =40-50%.

Se encontró que la primera componente C1 acumuló el 98,51% de la variabilidad total entre los grupos, lo que permitió discriminar las variables de mayor contribución a su formación (C1) y que se relacionan a continuación: índice de infestación en las posiciones de penetración A y B de *H. hampei* en todo el periodo experimental (%I A y B Tp), total de granos infestados al inicio de la cosecha (TGI IC), granos infestados en las

Resultados y Discusión

posiciones C y D al inicio de la cosecha (GI C y D IC), granos infestados en las posiciones A y B al inicio de la cosecha (GI A y B IC), índice de infestación al inicio de la cosecha IC(%) y la efectividad técnica de las aspersiones de *B. bassiana* (ET).

De igual forma se observa, que los tratamientos que mayor número de frecuencia de aspersiones foliares tienen dentro del sistema de regulación de la sombra S1, se conglomeraron en dos grupos (GI y GII) y se ubican al extremo derecho del gráfico, donde es mayor el efecto a la formación de la Componente 1.

En el primer grupo se situaron los individuos de mayor número de aspersiones S1T5 (combinación de seis frecuencias de aspersiones foliares de 10 y 30 días) y S1T4 (aspersiones foliares cada 40 días) y en una posición intermedia se agrupan los individuos (GII), en los que se combinan aspersiones foliares y al suelo (S1T2 Y SIT3) lo que corrobora, que bajo estas condiciones de manejo del cafetal, la implementación de un sistema de cuatro aplicaciones con frecuencias de 40 días (SIT4), podría facilitar prescindir de dos aplicaciones más en comparación con el tratamiento S1T5, elemento de vital importancia para el desempeño económico de estas entidades.

Por otra parte, la componente C2 no tuvo una contribución importante en la discriminación, ya que sólo acumuló el 1,49% de la variabilidad entre los grupos, donde se formaron tres grupos, en los que se encuentran todos los individuos, en los que se combinaron, los diferentes modos de aspersiones dentro del sistema de sombra S2. Uno en la parte superior (GIII), conformado por los tratamientos de menor número de aspersiones de ambos sistemas de manejo del sombrío (únicas al suelo S1T6 y S2T6) y los que se les combinó una aplicación precoz al follaje y finalizan asperjando al suelo (S1T1). Por

último, los grupos **IV** (S2T1 y S2T2 *control*) y **V** (S2T3, S2T4 y S2T5), que se conformó por el resto de los individuos (tratamientos) de mayor frecuencia aspersiones foliares dentro del sistema de manejo de la sombra a IL=40-50 %.

De acuerdo con los resultados que se obtuvieron en esta investigación y la variabilidad en el agrupamiento de los individuos dentro de cada componente, se puede tener un mejor entendimiento, acerca de los factores que se vinculan con la baja efectividad técnica de este entomopatógeno sobre *H. hampei* y la variabilidad poblacional de esta plaga, que se informa en Cuba y en el mundo tema que ha sido muy bien abordado por (Jaramillo *et al.*, 2006).

4.2.5. Valoración económica de las diferentes variantes de manejo agroecológico de la broca del cafeto.

La tabla 5 representa la valoración económica, a partir de la determinación de parámetros de relación beneficio costo (RBC) de las variantes de manejo que más contribuyeron a la disminución de los daños a causa de la broca del café respecto al tratamiento control.

Se observó que la relación de valores más asequibles de este indicador, se evidenciaron en las variantes de aspersiones al follaje de cuatro aplicaciones cada 40 días con inicio a los 60 y terminación a los 180 dpfm (S1T4) con un valor de 4,12 y 4,53 de RBC para cuando se asperja seis veces al follaje con inicio a los 50 dpfm, una segunda a los 10 días seguido de cuatro aplicaciones más con frecuencia de 30 días (S1T5), las cuales tuvieron valores positivos en los beneficios en relación a la variante control, en las que se realizó dos aplicaciones al follaje con un intervalo de 30 días desde los 60 dpfm y una última al suelo a los 180 días posteriores a esta floración (S2T2).

Resultados y Discusión

Tabla 5. Valoración económica del efecto del manejo de *H. hampei* a partir de la relación beneficio costo en virtud de parámetros indicadores recomendados por FAO (1980)

Variantes	RACC t.ha ⁻¹	∑ GAB \$.ha ⁻¹	∑ GMP \$.ha ⁻¹	OG \$.ha ⁻¹	∑ GT \$.ha ⁻¹	VP \$.ha ⁻¹	Beneficios \$.ha ⁻¹	RBC
S1T4	4,01	611,52	2186,84	238,80	3037,16	15542,64	12505,48	4,12
S1T5	4,77	917,28	2186,84	238,80	3342,92	18488,38	15145,46	4,53
S2T2	1,5	458,64	1976,22	238,80	2673,66	2441,86	-231,80	-

T2: F(60) F(90) S(180); **T4:** F(60) F(100) F(140) F(180); **T5:** F(50) F(60) F(90) F(120) F(150) F(180). **F**(Foliar); **S**(Suelo); (#) Días posterior a la segunda floración; **S1** : IL =60-70%; **S2** : IL =40-50%. **RACC:** Rendimiento acumulado de café cereza. ∑ **GAB:** Sumatoria de gastos operacionales (aplicaciones del biopreparado *B. bassiana*); ∑ **GMP:** Sumatoria de gastos operacionales (manejo y rehabilitación de las plantaciones); ∑ **GT:** Sumatoria de gastos totales operacionales; **VP:** valor de la producción del café cereza de acuerdo con el precio de café cereza a la Resolución No. 14-2010 del Ministerio de Finanzas y Precios; **RBC:** relación beneficio costo.

Esta primera variante (S1T4) no sólo se favorece por tener un resultado favorable en cuanto a este indicador, sino que además necesita de menos cantidad de aplicaciones, elemento muy importante a tener en consideración debido a las condiciones bajo las cuales se cultiva el cafeto en Cuba.

En lo que se refiere a los informes nacionales e internacionales sobre el desempeño económico de diferentes regiones y formas de producción, donde se implementan estrategias para el manejo de la broca del café, se inclinan a la ejecución de una inversión importante por hectárea y por año.

Sobre esta temática, Duque (2000), Duque *et al.* (2002) y Mejía *et al.*, (2007) informan en estudios de caso sobre los costos de manejo de esta plaga, que este aumento en los costos a consecuencia del manejo de la broca del café, no perjudican de forma sustancial el desempeño económico de las fincas donde se realizaron sus estudios, elemento que se sustenta en la disminución de las pérdidas en los rendimientos y el aumento de los ingresos por una mejor calidad del café.

Resultados y Discusión

Por su parte Benavides *et al.* (2003) en un estudio acerca de indicadores de carácter biológico y económico de las liberaciones de *Cephalonomia. stephanoderis* como parte del manejo integrado de la broca del café en Colombia, encontraron que la implementación de estas prácticas fitosanitarias disminuyeron la infestación en campo con una mayor inversión económica pero los ingresos netos fueron superiores.

Sin embargo las tecnologías actuales para el manejo integrado de esta plaga, no siempre son asequibles a gran parte de los productores, debido al relativo alto costo de manejo de la broca, al que se le añade el efecto de las caídas constantes de los precios del café en el mercado, lo que provoca que muchos de ellos, no puedan implementar el manejo integrado de esta plaga con la aplicación de las nuevas tecnologías con sus propios recursos, problemáticas que han sido abordadas de manera profunda por Jarquin y Figueroa (2002) y Coffee and Growing (2008).

En Cuba la situación de los productores es diferente en la actualidad, ya que el país destina cuantiosas sumas de dinero del presupuesto estatal para plagas cuarentenadas para apoyar a los productores, además de poseer una sólida infraestructura, que permite llevar al productor nuevas tecnologías y prestar un mejor servicio de capacitación.

Según las orientaciones dadas por la Dirección Nacional de Café y Cacao en las conclusiones del Taller Nacional del Programa de Café y Cacao (2006), se resaltó en la necesidad de que todas las empresas y productores que se vinculan a esta actividad productiva elaboraren su plan de ahorro, donde se enfatizó en el presupuesto estatal que se destina a la broca del café como plaga en cuarentena; acción que permitirá contribuir de manera sustancial a la reanimación de la producción cafetalera en el país.

Estas variantes de manejo de la broca del café que se proponen donde se

aprovechan las potencialidades de los componentes del agroecosistema con fines fitosanitarios y de control biológico con el hongo *B. bassiana*, tema que ha sido tratado por Simón (2005) y Vázquez (2005c, 2008) para otras plagas de importancia en el cultivo del cafeto, son asequibles y viables desde el punto de vista económico, elemento que no es sólo de vital importancia para elevar los ingresos de las unidades productoras, sino, que tiene un impacto positivo en la protección del ambiente en general, ya que posibilitan la sustitución de agrotóxicos por métodos más sostenibles que permitan una mejor comprensión de la ecología de esta plaga y de los costos de manejo.

4.3. Propuesta de estrategias de manejo del cafetal y de *B. bassiana* como control biológico de la broca del café.

Teniendo en consideración todos los resultados obtenidos en esta investigación, es posible establecer una serie de estrategias de manejo de las condiciones agroecológicas del cafetal, que se basan, en el empleo de diferentes prácticas de carácter agronómico con fines fitosanitarios, que se proponen a integrar al actual Programa de Defensa contra la Broca del Café, en las que definen que condiciones agroecológicas creadas a partir del manejo agronómico del cultivo, como la regulación de la sombra, manejo de la cobertura del suelo y la rehabilitación de las plantaciones experimentadas en esta investigación que limitan el desarrollo de esta plaga y facilitan el desempeño de *B. bassiana* como agente de control biológico (Figura 28).

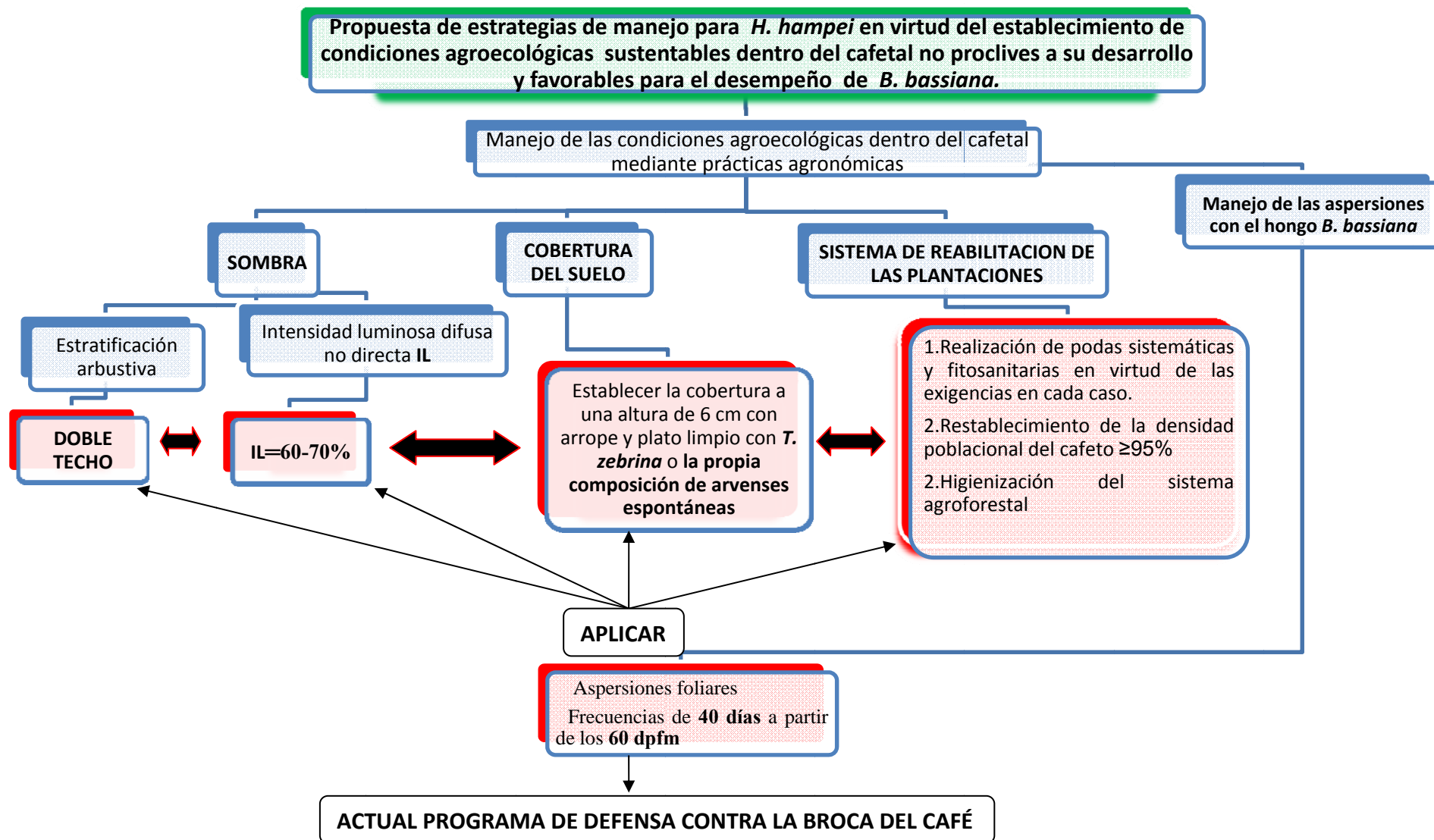


Figura. 28. Propuesta de estrategias de manejo de las condiciones agroecológicas dentro del cafetal y de las aplicaciones de *B. bassiana* para integrar a el programa de defensa contra la broca del café

Esta se concreta de la siguiente manera: regular la sombra a doble techo e intensidad luminosa difusa no directa del 60-70%, manejar la cobertura del suelo con la flora autóctona o el empleo de *T. zebrina* a una altura promedio de 6,0 cm, además de rehabilitar las plantaciones según las exigencias para cada caso y establecer un sistema de aspersiones foliares con el entomopatógeno *B. bassiana* de cuatro aplicaciones cada 40 días, desde los 60 hasta los 180 posteriores a la floración masiva dpfm.

En síntesis, se observó en los resultados de esta investigación, que el efecto positivo de las variantes tecnológicas de mejor desempeño, no sólo estuvo en la disminución de las poblaciones de esta plaga y en el incremento de la efectividad técnica de las aspersiones, vinculado a la realización de prácticas culturales muy necesarias para la explotación cafetalera en Cuba, sino que además su repercusión fue notable en el incremento favorable del indicador relación beneficio costo; elemento que lo caracteriza, como una estrategia efectiva más para ser integrada a el Programa de Defensa contra la Broca del Café

V. CONCLUSIONES

1. Las menores afectaciones de la broca del café se producen al establecer los cafetales a una intensidad luminosa del 60-70% a doble estratificación, con la aplicación de un sistema con las características tecnológicas de una caficultura de tipo sostenible (C1), mediante la rehabilitación de las plantaciones y la regulación de la cobertura del suelo autóctona o con *T. zebrina* a una altura de 6,0 cm.
2. Las aplicaciones al suelo no aportan valores de efectividad técnica superiores al 10%, ni contribuyen de manera eficaz a disminuir los índices de infestación de la broca en las primeras etapas de desarrollo del fruto.
3. Los intervalos de aplicaciones al follaje del hongo *B. bassiana* cuando se utilice como estrategia principal de control biológico, no pueden ser mayores de 40 días debido a que se produce un incremento desfavorable de los daños de *H. hampei*.
4. Los mayores niveles de efectividad técnica de las aspersiones y de regulación de las poblaciones de *H. hampei*, se producen en los cafetos que se asperjan al follaje cuatro veces cada 40 días desde los 60 dpfm (S1T4) o seis veces con frecuencia inicial de 10 días y después cada 30 días a partir de los 50 dpfm (S1T5) bajo una intensidad de luz 60-70%.
5. El asperjar cuatro veces al follaje cada 40 días desde los 60 dpfm con intensidad de luz del 60-70% (S1T4) tiene la relación beneficio/costo más favorable.

VI. RECOMENDACIONES

1. Incorporar esta propuesta de estrategia al Programa de Defensa contra la Broca del Café.
2. Realizar evaluaciones con esquemas diferentes en el que incluyan otros organismos de control biológico de la broca del café.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. AGRI-NOVA. 2006. [Consultado 12/2/2006]. Disponible en: <http://www.agri-nova.com/productos/beauveria-bassiana.html>.
2. Aguirre, S. M. 2005. El café en México. [Consultado 4/3/2005]. Disponible en: <http://www.laneta.apc.org/tosepan/producto/cafemex.htm>.
3. Altieri, M. L. 1997. Bases científicas para una agricultura sostenible CLADES. Consorcio Latino Americano sobre Agroecología. Grupo Gestor. Asociación Cubana de Agricultura Orgánica ACAO. La Habana, Cuba. 229p.
4. Altieri, M. L. 2007. El manejo de plagas a través de la diversificación de las plantas. En: Agricultura Sostenible: Ideas básicas y experiencias. Fundamentación ILEIA/Asociación ETC Andes, p.24.
5. Altieri, M. L. 2008. Applying Agroecological Concepts to Development of Ecologically Based Pest Management Strategies. Thy National Academies [Consultado 4/3/2005]. Disponible en: http://books.nap.edu/openbook.php?record_id=9888&page=14.
6. Altieri, M. L.; Letourneau, K. V. 1982. Management and biological control in agroecosystems. *Crop Protection*. (1):405-430.
7. Alvarado, J.; López de León, E.; Medina, B. 1999. Cuantificación estimada del dióxido de carbono fijado por el agrosistema café en Guatemala. *Promecafé*. (81):7-14.
8. Álvarez, J. H.; Cortina, G. H. A.; Villegas, M. J. F. 2001. Métodos para evaluar la antibiosis a *Hypothenemus hampei* en café bajo condiciones controladas. *Cenicafé*. 52(3):205-214.
9. Arango, G. O. 2004. La broca y el Endosulfán. La institucionalidad cafetera: incierto futuro. [Consultado 5/12/2004]. Disponible en: <http://www.utp.edu.co/~chumanas/revistas/revistas/rev30/arango.htm>.
10. Aristizabel, L. F.; Jiménez, Q. M.; Bustillo, E. A. 2006. Evaluación de *Beauveria bassiana* para el control de *Hypothenemus hampei* (Coleoptera: Curculionidae: Scolytidae) en fincas de caficultores experimentadores de Colombia. En: memorias del IV Congreso Internacional de Control Biológico, Palmira, Colombia, p. 21.
11. Armbrrecht, I.; Gallego, C. M. 2007a. Ants eat more coffee borers on shade farms. [Consultado 4/12/2005]. Disponible en: <http://www.coffehabitat.com>.
12. Armbrrecht, I.; Gallego, C. M. 2007b. Testing ant predation on the coffee berry borer in shaded and sun coffee plantations in Colombia. *Entomologia Experimentalis et Applicata*. 124:261-267.
13. BACKTOTHEGRIND. 2006. The coffee berry borer. [Consultado 17/4/2007]. Disponible en: <http://www.backtothegrind.htm>.
14. BACKTOTHEGRIND. 2007. Coffee pests: The coffee berry borer. [Consultado 23/2/2007]. Disponible en: <http://www.backtothegrind.htm>.
15. Baker, P. S. 1984. Some aspects of the behaviour of the coffee berry borer in relation to its control in southern México (Coleoptera, Scolytidae). *Folia Entomologica Mexicana*. 61:9-24.

Referencias Bibliográficas

16. Baker, P. S. 1999a. La broca del café en Colombia. Informe final de proyecto MIP para el café DFID-Cenicafé-CARSI Bioscience. Ascot.UK: 36-40.
17. Baker, P. S. 1999b. Coffee berry borer in Colombia. Final report of the DFID_CENICAFE_CABI Bioscience IPM for coffee project CCNTR 93/1536A, 144pp.
18. Barrios, M.; Jiménez, C.; Guharay, F. 1994. Ecología de la interacción de *Beauveria bassiana* con la broca del café. *En: Resúmenes. V Congreso Internacional de Manejo Integrado de Plagas. San José, Costa Rica, p.54.*
19. Beer, J.; Muschler, R.; Kass, D.; Somarriba, E. 1998. Shade Management in Coffee and Cacao Plantations. *Agroforestry Systems*. 38: 139-164.
20. Benavides, M. P.; Bustillo, P. A. E.; Cárdenas, M. R.; Montoya, R. E. C. 2003. Análisis biológico y económico del manejo integrado de la broca del café en Colombia. *Cenicafé*. 54(1):5-23.
21. Benavides, M., P.; Bustillo, P. A. E.; Orozco, J. 2002. Classical biological control of coffee berry borer *Hypothenemus hampei* (Coleoptera: Scolytidae) in Colombia with African parasitoids. In: First International Symposium on Biological control of Arthropods: 430-434.
22. BIOPRODUTS. 2007. *Beauveria bassiana*, Pest control, Bug killing naturally, Bio-pesticides, bioinsecticide, manufacturer, India. [Consultado 12/1/2007]. Disponible en: <http://www.bioproducts/bionil/bioinsecticide.html>.
23. Blanco, P. A. 2004. Manejo de la Sombra en la regeneración de la Variedad Robusta (*Coffea canephora* Pierre ex Froehner). Su influencia en el desarrollo vegetativo y la producción de café oro. Tesis (en opción al grado de Doctor en Ciencias Agrícolas), INICA. La Habana, Cuba. 96 pp.
24. Borbon, O. 2004. Liberaciones, comportamiento y dispersión de los parasitoides de la broca *Hypothenemus hampei* Ferrari, 1867. *Prorops nasuta* y *Phymastichus coffea*. CICAFAE-ICAFAE. Costa Rica. Informe Final, p.13.
25. BRO CARTA. 1994. Peligros del uso indebido de insecticidas para el control de la broca del café. *Brocarta*. 19:1-2.
26. BRO CARTA. 1995. ¿Cuándo asperjar el hongo Boveria en cafetales con broca?. *Brocarta*. 30, p.2.
27. Burgos, S. A.; López, M. V.; Tejacal, I. A. 2008. Primer registro de la broca del café *Hypothenemus hampei* Ferrari (Coleoptera: Scolytidae) en Morelos, México. *Dugesiana*. 15(2):77-78.
28. Bustamante, R. E.; Rivas, P. G. 2004. Elementos e importancia del diagnóstico de problemas fitosanitarios. [Consultado 4/3/2005]. Disponible en: <http://www.catie.ac.cr/informacion/RMIP/rmip52/nbusta-1.htm>.
29. Bustillo, A. E. 2004. ¿Cómo participa el hongo *Beauveria bassiana* en el manejo integrado de la broca del café ?. *Brocarta*. 37:1-4.
30. Bustillo, A. E.; Cárdenas, M. R.; Posada, F. F. J. 2002. Natural enemies and competitors of *Hypothenemus hampei* Ferrari (Coleoptera: Scolytidae) in Colombia. *Neotropical Entomology*. 31(4):635-639.
31. Bustillo, A. E.; Orozco, H. J.; Posada, F. J. 2001. El papel del control biológico en un programa de manejo integrado de la broca del Café. Producción y uso de

Referencias Bibliográficas

- microorganismos en el control de plagas. *En: Resúmenes. IV Seminario Científico Internacional de Sanidad Vegetal, Cuba, p.128.*
32. Bustillo, A. E.; Posada, F. J. 1996. El uso de entomopatógenos en el control de la broca del café en Colombia. Manejo integrado de plagas en Costa Rica. *Cenicafé. 42(2):1-13.*
33. Cárdenas, M. R.; Posada, F. F. J. 2001. Los insectos y otros habitantes de cafetales y platanales. *En: Informe. Armenia, Comité Departamental de cafetaleros del Quindío. Cenicafé. 52(3):250.*
34. Cárdenas, M. R.; Villalba, G. D. A.; Bustillo, P.; Montoya, R.E.; Góngora, B. C.E. 2007. Eficacia de mezclas de cepas del hongo *Beauveria bassiana*. *Cenicafé. 58(3):196-171.*
35. Carmenza, E.; Góngora, B. 2004. Transformación de *Beauveria bassiana* cepa Bb9112 con los genes de la proteína verde fluorescente y la proteasa pr1A de *Metarhizium anisopliae*. *Revista Colombiana de Entomología. 30(1):15-21.*
36. Carracedo, C; Arano, L; González, R. L. 1996. Influencia de labores y métodos agrotécnicos sobre el comportamiento de los principales organismos nocivos. *En: Informe Final del Proyecto: Manejo Integrado de Plagas en Cafeto. Programa Científico 004 Desarrollo Integral de la Montaña. Ciudad de la Habana, Cuba.*
37. Carracedo, C; Zorrilla, M; Oliva, A. 1991. Influencia de algunos factores ecológicos en las fluctuaciones poblacionales del minador de la hoja del cafeto en el Tercer Frente, Santiago de Cuba. *Revista Baracoa. 21(1):7-19.*
38. Carrión, G., Bonet, A. 2004. Mycobiota Associated with the Coffee Berry Borer (Coleoptera: Scolytidae) and Its Galleries in Fruit. *Annals of the Entomological Society of America. 97(3):492-499.*
39. Castaño, C. J. J.; Quintero, G. P. 2004. Calidad de estratos de café perforado por broca obtenida por crioconcentración. *Cenicafé. 55(3):183-201.*
40. Castaño, S. A.; Benavides, M. P.; Baker, S. P. 2005. Dispersión de *Hypothenemus hampei* en cafetales zoqueados. *Cenicafé. 56(2):142-150.*
41. Castillo, N.; González, C. 2008. Comportamiento poblacional de insectos fitófagos en el monocultivo de frijol (*Phaseolus vulgaris* L) y en la asociación con maíz. *Revista de Protección Vegetal. 23(8):154-159.*
42. CATIE.1997. Guías y Herramientas para la implementación de manejo integrado de plagas con caficultores. Proyecto CATIE-INTA/MIP (NORAD), Managua, Nicaragua.
43. CENICAFÉ. 2004. Anuario Meteorológico Cafetalero, p.2.
44. Chaboussou, F. 1972. La trophobie ou les rapport nutritifs entre la plante-hôte et ses parasites. *Ann. Soc. Ent. Fr. 3(3):797-809.*
45. Chase, A. R.; Osborne, L. S.; Ferguson, V. M. 1986. Selective Isolation of the Entomopathogenic Fungi *Beauveria bassiana* and *Metarhizium anisopliae* from an Artificial Potting Medium. *The Florida Entomologist. 69(2):285-292.*
46. Chivás, M. P. 2006a. Taller Nacional del Programa de Café y Cacao. Comisión 3. Manejo Integrado de la broca del café. 21-22 de Febrero. Guantánamo, Cuba.

Referencias Bibliográficas

47. Chivás, M. P. 2007b. Manejo de la cosecha: Dinámica poblacional de *Hypothenemus hampei*. En: Taller Provincial sobre Situación de Programa de Defensa Contra la Broca del Café. Guantánamo, Cuba.
48. Cilas, C.; Bouharmont, P.; Bar-Hen, A. 2003. Yield stability in *Coffea canephora* from dilled mating designs monitored for 14 years. *Heredity*,91: 528–532.
49. Cintrón, B; Grillo, O. 2004. Caracterización de la dinámica poblacional de la broca del café (*Hypothenemus hampei*, Ferrari. (Coleoptera: Curculionidae: Scolytidae) durante el desarrollo de los frutos. En: XV Congreso Científico. Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas, La Habana, Cuba, p.84.
50. Coffee and Coffee Growing. 2008. [Consultado 4/4/2008]. Disponible en: <<http://www.coffeeandcoffeegrowing.htm>>.
51. COFFEEBOARD. 2008. [Consultado 4/2/2008]. Disponible en: <http://www.coffeeboardofIndia-handbook-planters.htm.shademanagement>.
52. Contreras, T.; Guzman, R. 2004. Evaluación de la captura de broca *Hypothenemus hampei* en el curso del año, Banao, República Dominicana. *Promecafé*. 99:14-15.
53. Cortés, H. L. S.; Soto, C. F.; Díaz, H. W. 2006. Establecimiento y manejo de plantaciones de cafeto en Cuba. Agrotécnia de su cultivo. Sombra para el cafeto. La Habana, Cuba:139-194.
54. Cruz P. L.; Gaitan, L. A.; Góngora, C. 2006. Exploiting the genetic diversity of *Beauveria bassiana* for improving the biological control of the coffee berry borer through the use of strain mixtures. *Applied Microbiol Biotechnol*. 71(6):918-926.
55. Da Silva, C. F.; Ventura, U. M.; Morales, L. 2006. Captura da broca-do-café, *Hypothenemus hampei* (Coleoptera, Scolytidae), em resposta a características de armadilhas. *Scientia Agrícola*. 63(6):9.
56. Da Silva, Z. R.; Neves, P. M. J. O.; Yamashita, F.; Santoro, H. P. 2003. Water sorption isotherms of *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill. Conidia. *Neotropical Entomology*. 32(2) 1-6.
57. 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.
58. De La Rosa, W.; Alatorre, R.; Barrera, F. J.; Toriello, C. 2000. Effect of *Beauveria bassiana* and *Metarhizium anisopliae* (Deuteromycetes) upon the Coffee Berry Borer (Coleoptera: Scolytidae) Under Field Conditions. *Journal of Economic Entomology*. 93(5):1409–1414.
59. De la Rosa, W.; Alatorre, R.; Trujillo, J.; Barrera, J. F. 1997. Virulence of *Beauveria bassiana* (Deuteromycetes) strains against the coffee berry borer. *Journal of Economic Entomology*. 90:1534-1538.
60. Devi, K. U.; Reineke, A.; Reddy, N. N. R.; Rao, C. U. M.; Padmavathi, J.; Civetta, A. 2006. Genetic diversity, reproductive biology, and speciation in the entomopathogenic fungus *Beauveria bassiana* (Balsamo) Vuillemin. *Genome*. 49(5):495-504.
61. Díaz, W. 1990. Manejo de plantaciones de *Coffea arabica* L. variedad Caturra en especial la poda y la sombra. Tesis (en opción al grado de Doctor en Ciencias Agrícolas). Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas. La Habana, Cuba, p.100.

Referencias Bibliográficas

62. Diener, A. 2002. Products. Disponible en: <http://www.laverlam.com.co/espanol/Agricola/productos/brocaril.htm>. [Consultado 23/2/2006].
63. Dierksmeier, G.; Pérez, L.; B. Suarez. 1984. Residuos de Disulfotm en café. Ciencia y Técnica en la Agricultura. *Protección de Plantas*. 7(2):7-13.
64. Dufoor, B.; Calderón, S.; Aragón, F. 1996. Control biológico de la broca del cafeto con *Cephalonomia stephanoderis* Betrem: Eficacia en el periodo de post-cosecha en función de la cantidad relativa liberada. *Cenicafé*. 77:17-18.
65. Duque, O. H. 2000. Economics of coffee berry bores. In: Coffee berry borer: New Approaches to integrated Pest Management, May 1-5 Mississippi State University. 14pp.
66. Duque, O. H.; Márquez, Q. A.; Hernández, S. M. 2002. Estudios de caso sobre costos de manejo integrado de la broca del café en el Departamento del Risaralda. *Cenicafé*. 53(2):106-118.
67. Edgington, S.; Segura, H.; De la Rosa, W.; Williams, T. 2000. Photoprotection of *Beauveria bassiana*: testing simple formulations for control of the coffee berry borer. *International Journal of pest Management*. 46(3):169-176.
68. ENTOMOLOGY. 2008. The Entomopathogen *Beauveria bassiana*. [Consultado 12/3/2008]. Disponible en: <http://www.entomology.wisc.edu/mbcn/kyf410.html>
69. Environmental Protection Agency. 2007. *Beauveria bassiana* (Naturalis-L strain). [Consultado 12/3/2007]. Disponible en: <http://www.wais.access.gpo.gov>.
70. FAO. 1980. Los fertilizantes y su empleo. Guía de bolsillo para extensionistas. Roma.
71. Fernández, L. V. O. 2001. Temas interesantes a cerca del control biológico de plagas. Instituto de Investigaciones de Sanidad Vegetal. INISAV. ed. CIDISAV, Ciudad Habana, Cuba, 138pp.
72. Flórez, M. E.; Bustillo, P. A. E.; Montoya, R. E. C. 1997. Evaluación de los equipos de aspersión para el control de *Hypothenemus hampei* con el hongo *Beauveria bassiana*. *Cenicafé*. 48(2):92-98.
73. Fonseca J. P. A. 2003. A broca e o sombreamiento dos cafezias. *Control Biológico*. 5:133-136.
74. Gaitán, A.; Valderrama, M. A.; Saldarriaga, G.; Vélez, P.; Bustillo, A. 2002. Genetic variability of *Beauveria bassiana* associated with the coffee berry borer *Hypothenemus hampei* and other insects. *Mycology Research*. 106(11):1307-1314.
75. García, A. 2002. Programa Nacional de Broca del Café. República Dominicana. CODOCAFE/IDIAF:10-15.
76. García, A.; Contreras, T. 2004. Trampa artesanal para la captura de broca del café. Diseño y evaluación. *Promecafé*. 101:12.
77. García, E.; Becco, D. 2004. Evaluación de la evolución de la liberación inoculativa del parasitoide *Phymastichus coffea* en su establecimiento, dispersión y control de la broca del café *Hypothenemus hampei* Ferrari en tres periodos cafetaleros del Bajo Mayo San Martín. Perú. URKU. Estudios Amazónicos. Perú. Informe Final. No.016, 27pp.

Referencias Bibliográficas

78. García, M.; Rodríguez, M.; Cabrera, O.; Gómez, L.; Rodríguez, M. G. 2007. Producción de nematodos entomopatógenos en el Centro Nacional de Referencia Fitosanitaria para la Montaña en Cuba. *Protección Vegetal*. 22(2):131-133.
79. García, R.; Riera, R. 2006. Desarrollo de epizootias de *Beauveria bassiana* sobre la broca del café *Hypothenemus hampei* en Mérida, Venezuela. En: Resúmenes. IV Congreso Internacional de Control biológico, Palmira, Colombia, p.20.
80. González, G. M.; France, A.; Sepulveda, E. M.; Campos J. 2007. Use of chitin to improve a *Beauveria bassiana* alginate-pellet formulation. *Biocontrol Science and Technology*. 17(1): 105-110.
81. Gorsline, L. D. 2007. Shade-grown coffee. <http://www.americanbirding.org>. (consulta: marzo, 4, 2007).
82. Griffin, W. 2007. Sun Coffee A Threat To Migrating And Local Wildlife. [Consultado 19/4/2007]. Disponible en: <http://www.anapsid.org/suncoffee.html>.
83. Grupo Empresarial de Agricultura de Montaña. 2003. Diagnóstico de la caracterización de las plantaciones de café de la provincia Guantánamo. 30pp.
84. Guharay, F.; Monterrey, J. 1997. Manejo ecológico de la broca del cafeto (*Hypothenemus hampei*) en América Central (Costa Rica). *Manejo Integrado de Plagas*. 22:12-18.
85. Guharay, F.; Monterrey, J.; Barrios, M. 1994. Apuntes sobre el manejo integrado de la broca del café. Cómo implementar MIP en café con productores y técnicos: Publicaciones diversas. PROYECTO CATIE-INTAMIP (NORAD). Managua, Nicaragua, 87pp.
86. Guharay, F.; Monterrey, J.; Jiménez, C. M.; Barrios, M. 1999. Manejo ecológico de la broca del café en Nicaragua. *Promecafé*. 82-83:14-21.
87. Guzman, R.; Castillo, M.; López, L. 1999. Fluctuación poblacional de la broca del café en dos zonas cafetaleras de la República Dominicana. *Promecafé*. 81:10-18.
88. Hajek, a. E.; Leger, R. J. 1994. Interactions between fungal pathogens and insect hosts. *Annual Review of Entomology*. 39:293-322.
89. Hallsworth, J. E.; Magan, N. 1999. Water and temperature relations of growth of the entomogenous fungi *Beauveria bassiana*, *Metarhizium anisopliae*, and *Paecilomyces farinosus*. *Invertebracy Pathology*. 74(3):261-263.
90. Haraprasad, N. S. R.; Niranjana, H. S.; Prakash, H. S.; Shetty, H. S.; Wahab, S. 2001. *Beauveria bassiana* a potential mycopesticide for the efficient control of coffee berry borer *Hypothenemus hampei* (Ferrari) in India. *Biocontrol Science and Technology*. 11:251-260.
91. Harris, C. D.; McDonald, D. F. 2001. Requirements for the use of biological control as an adjunct to the integrated management strategy for coffee berry borer in Jamaica. In. Workshop on Emergent Pests. IV International Scientific Seminar of plant Health. Cuba, p.231.
92. Herrera, H. L.; Mayea, S. S. 1994. Los hongos fitopatógenos. Fitopatología General. ed. Félix Varela. La Habana, Cuba, p.201.
93. IICASANINET. 2003. La broca del café *Hypothenemus hampei*. [Consultado 14/5/2004]. Disponible en: <http://www.iicasaninet.net/pub/sanveg/html/broca/index.html>.

Referencias Bibliográficas

94. IICASANINET. 2006. La broca del café *Hypothenemus hampei*. [Consultado 8/10/2006]. Disponible en: <http://www.iicasaninet.net/pub/sanveg/html/broca/index.html>.
95. IICASANINET. 2008. La broca del café *Hypothenemus hampei*. [Consultado 20/10/2008]. Disponible en: <http://www.iicasaninet.net/pub/sanveg/html/broca/index.html>.
96. Infante, F., Mumford J., García, B. A. 2003. Predation by native arthropods on the african parasitoid *Prorops nasuta* (Hymenoptera: Bethyridae) in coffee plantations of Mexico. *Florida Entomologist*. 86(1):86-88.
97. Infante, F.; Seant, M.; Barrera, J.; Gomez, J.; De la Rosa, W.; Daman, A. 1994. Cría de *Phymastichus coffea* parasitoide de la broca del café y algunas notas sobre su historia de vida. *Southwestern Entomologist Scientific Note*. 19(3):3-5.
98. Iskandarov, U.; Guzalova, A.; Davranov, K. 2006. Effects of nutrient medium composition and temperature on the germination of conidia and the entomopathogenic activity of the fungi *Beauveria bassiana* and *Metarhizium anisopliae*. *Applied Biochemistry & Microbiology*. 42(1):72-76.
99. Jaramillo, A. 1989. Variaciones del Clima por la deforestación Colombia. *Agronomía*. 3(1):7-10.
100. Jaramillo, J.; Borgemeister, C.; Baker, P. 2006. Coffee berry borer *Hypothenemus hampei* (Coleoptera: Curculionidae): searching for sustainable control strategies. *Bulletin of Entomological Research*. 96:223-233.
101. Jarquin, G. R.; Figueroa, Y. M. 2002. Investigación participativa con el manejo integrado de la broca (MIB) en Soconusco y Sierra de Chiapas, México. *Café y Cacao*. 3(1):48-50.
102. Jiménez, L. C. 2002. Una alternativa para la producción a nivel de fincas del hongo *Beauveria bassiana* (Balsamo) Vuillemin para el control de la broca del café. MINAG: 83-84.
103. Johnson, D. M. 2000. Effects of shade-tree species and crop structure on the winter arthropod and bird communities in a Jamaican shade coffee plantation. *Biotropica*. 32(1):133-145.
104. Johnson, D. M. 2008. Stories from the Field. www.eco-index.org/new/stories/index.cfm - 14k. (Consulta: Enero, 4, 2008).
105. KISSANKERALA. 2007. Crop information. Pest Management. [Consultado 4/3/2007]. Disponible en: <http://www.kissankerala.com/pestmanagement.htm>.
106. Krueguer, R.; Stanghellini, M. E. 2007. ARS. Project: Biology and control of soil-borne pathogens in greenhouse production. <http://www.research/projects/projects.html>. (Consulta: Enero, 12, 2007).
107. Lerch, G. 1977. La experimentación en las ciencias biológicas y agrícolas. ed. Editorial Científico Técnico, La Habana, Cuba, 452 pp.
108. Lewis, L. C.; Bruck, D. J.; Gunnarson, R. D. 2002. On-farm evaluation of *Beauveria bassiana* for control of *Ostrinia nubilalis* in Iowa, USA. *BioControl*. 47(2):167-176.
109. López de León, E.E. 1997. La sostenibilidad en el café, un enfoque tecnológico amigable con el medio ambiente. En: XVIII Simposio latinoamericano de Caficultura. Memorias: 67-83. San José, Costa Rica.

Referencias Bibliográficas

110. López, D. M.; Somarraba, E.; Ramires, O. 2002. Turnos óptimos de renovación de cafetales con sombra de Poró (*Erythrina poeppigiana*) y pleno sol. *Revista Agroforestería en las Américas*. 25:23:25.
111. Lotter, D. 2003. The price, processing and production challenges of growing coffee profitably & sustainably in Guatemala. for New Farm. www.newfarm.org/international/guatemala/coffee.shtml - 51k. (Consulta: septiembre, 15, 2003).
112. Luz, C.; Rocha, F. N. L.; Nery, V. G.; Magalhães, P. B.; Tigano, S. M. 2004. Activity of oil-formulated *Beauveria bassiana* against *Triatoma sordida* in peridomestic areas in central Brazil. *En: Memorias do Instituto Oswaldo Cruz*. 99 (2):9.
113. Machado, J.; Fonseca, M.; Tome, C. 1996. Comportamiento de la principales plagas y enfermedades en altas densidades de cafeto bajo diferentes niveles de iluminación. *En: Informe Final de Proyecto. Manejo Integrado de Plagas en Cafeto. Programa Científico 004. Desarrollo Integral de la Montaña. Ciudad de la Habana, Cuba, p.25.*
114. Manejo Integrado de Plagas. 2007. Manual Práctico. Broca del cafeto (*Hypothenemus hampei*). ed. Grupo Bou, Tarragona, España, p.92.
115. Martínez, M. 1996. Biología, Ecología y Manejo integrado de chinches harinosas del cafeto (Homoptera: Pseudococcidae). Tesis en opción al Grado Científico de Doctor en Ciencias Agrícolas ISCAH-CENSA, La Habana, Cuba. 96 pp.
116. Mathieu, F.; Gaudichon, V.; Brun, I. O.; Frerot, V. 2001. Effect of physiological status of olfactory and visual responses of females *Hypothenemus hampei* during host plant colonization. *Physiological Entomology*. 26:189-193.
117. McNeeley, J. A. 1994. Lessons from the past: forests and biodiversity. *Biodiversity and Conservation*, p. 3-20.
118. Mejía, G.C.; Bustillo, E.A.; Duque, O. H.; Montoya, C. E.; Benavides, M. P. 2007. Análisis biológico y económico del manejo integrado de la broca en la renovación de cafetales. *Cenicafé*. 55(2):99-100.
119. Mendoza, H. F.; Gómez, S. J. 2006. La luz como factor ecológico. Ecología de los insectos. *Entomología General*. ed. Félix Varela. La Habana, Cuba:177-180.
120. Meyling, N V. y Eilenberg, J. 2007. Ecology of the entomopathogenic fungi *Beauveria bassiana* and *Metarhizium anisopliae* in temperate agroecosystems: potential for conservation biological control. *Biological Control*, 43:145-155.
121. MINAG. 2008. Situación del programa de defensa contra la broca del café al cierre del año 2007 y lineamientos para el 2008, Cuba, p.4.
122. MINAG. 2009. Cartas Tecnológicas del Cultivo del Café. Ministerio de la Agricultura. Grupo Empresarial de Agricultura de montaña. Estación Central de Investigaciones de café y Cacao:1-2.
123. MINAGRI. 1999. Nueva Versión de Clasificación Genética de los Suelos de Cuba. Hernández y Col. La Habana, Cuba. AGROINFOR, p.63.
124. Monterrey, J. 1994. Avances de los estudios bioecológicos de la broca del café *Hypothenemus hampei* en Nicaragua. *En: resúmenes. V Congreso Internacional de Manejo Integrado de Plagas. San José, Costa Rica, p.161.*

Referencias Bibliográficas

125. Monterroso, D. S.; Mendosa, R. G.; Monterrey, J. M. 2001. Recuento integral de plagas en el sistema Café. Simposio de Agroecología y Manejo integrado de Plagas. IV Seminario Científico Internacional de Sanidad Vegetal. Cuba, p.297.
126. Montoya, R. C. E. 1997. Estudio de muestreo estadístico para estimar la infestación causada por la broca del café. *Cenicafé*. 48(3):156-172.
127. Montoya, R. C. E. 2005. Evaluación de un método de muestreo para estimar la infestación de *Hypothenemus hampei*. *Cenicafé*. 56(3):237-249.
128. Monzón, C. A.; Talavera, S. T.; Sediles, J.A.; Alemán, F.; Blandino, O.R. 2004. Guía Técnica para el Control Biológico de la Broca del Café (*Hypothenemus hampei*). *Serie Técnica*.6:1-14.
129. Moore, D.; Prior, C. 1993. The potential of micoinsecticides. *Biocontrol News and Information*. 62(1):31-40.
130. Morales, R.; Guharay, F. 1995. Manejo Integrado de broca del café en la zona cafetalera norte de Nicaragua. *En: resúmenes. XVI Simposio de Caficultora Latinoamericana. PROMECAFE. San Salvador, El Salvador, p.23.*
131. Muñoz, H. R. 1988. Infestación de broca provenientes de las diferentes floraciones ocurridas en los cultivares *Caturra* y *Catimor*. *En: Memorias. III Taller Internacional Sobre la Broca del Fruto del Cafeto Hypothenemus hampei*, Ferr. IICA-PROMECAFÉ. Guatemala, p.36.
132. Muñoz, H. R. 2002. La broca del fruto del cafeto *Hypothenemus hampei* en Honduras. *Promecafé*. 93:21-24.
133. Muschler, R. G. 1999. Sombra o sol para un cafetal sostenible: Un nuevo enfoque de una vieja discusión. *Promecafé*. 81:14-16.
134. Muschler, R. G. 2001. Shade improves coffee quality in a sub-optimal coffee-zone of Costa Rica. *Agroforestry Systems*. 51(2):131-139.
135. NC72-02. 1993. Biotecnología Agrícola. Biopreparados de Entomopatógenos. Métodos de Ensayo. Normas Cubanas vigentes al cierre de mayo 2009:5-7. Disponible en: www.nconline.cubaindustria.cu.
136. Orozco, H. J.; Rodríguez A. D. S. 1997. Capacidad de oviposición del parasitoide *Phymastichus coffea* (Hymenoptera: Eulophidae). IN: Congreso Sociedad Colombia de Entomología, Pereira, Colombia. p, 24.
137. Orstom. 1996. Panorama Internacional. La broca del café insensible a los plaguicidas. *Orstom-Francia*. 1, p.6.
138. Ortiz, P. Y.; Valdés, Z. D.; Torres, G. S.; Brito, P. Y. 2009. Comportamiento de la plaga *Hypothenemus hampei* Ferr. bajo árboles sombreadores en la localidad de Topes de Collantes. *En: Seventh LACCEI Latin American and Caribbean Conference for Engineering and Technology (LACCEI'2009). "Energy and Technology for the Americas: Education, Innovation, Technology and Practice"*, San Cristóbal, Venezuela.
139. Peña, E.; García, R.; Vázquez, L.; Padrón, B. N.; Avila, J.; Alvarez, M. 2001. Efectividad de insecticidas químicos y hongos entomopatógenos como alternativas de lucha sobre la broca del Café *Hypothenemus hampei* Ferrari. (Coleoptera: Scolytidae) en Cuba. *En: Resúmenes. Taller de Plagas Emergentes. IV Seminario Científico Internacional de Sanidad Vegetal, Cuba, p. 231-232.*

Referencias Bibliográficas

140. Pérez, C.N. 2004. Manejo Ecológico de Plagas. Centro de estudios de Desarrollo Agrario y Rural CEDAR.ed. Unidad de Producciones Gráficas del MINREX. 296pp.
141. Pérez, N. Vázquez, L. 2001. Manejo Agroecológico de Plagas. *En: Funes et al.* (Eds) Transformando el campo cubano: Avances de la agricultura sostenible. ACTAF, La Habana, Cuba:121-223.
142. Pierre, D. B. 2002. Validación de la trampa BROCAP® para el control de la broca del café. *Promecafé*. 93:14-20.
143. Plan Turquino Manatí. 2000. Órgano de Montaña Provincia de Guantánamo. Cultivo del cafeto, 98pp.
144. Portilla, M.; Street, D. 2006. Nuevas técnicas de producción masiva automatizada de *Hypothenemus hampei* sobre la dieta artificial CENIBROCA modificada. *Cenicafé*. 57(1):37-50.
145. Posada, F. J.; Villaba, G. D. A; Bustillo, P. A. E. 2004. Los insecticidas y el hongo *Beauveria bassiana* en el control de la broca del café. *Cenicafé*. 55(2):136-149.
146. Posada, F.; Vega, E F. 2006. Inoculation and colonization of coffee seedlings (*Coffea arabica* L.) with the fungal entomopathogen *Beauveria bassiana* (Ascomycota: Hypocreales). *Mycoscience*. 47(5):284-289.
147. PROCAFÉ. 1995. Manejo integrado de la broca del fruto del cafeto *Hypothenemus hampei* Ferrari en El Salvador. *Procafé*. 5:5-6.
148. Programa de Defensa Contra la Broca del Café. 2004. Centro Nacional de Sanidad Vegetal. CNSV, MINAG, Cuba, 21pp.
149. Programa de Defensa Contra la Broca del Café. 2008. Centro Nacional de Sanidad Vegetal. CNSV, MINAG, Cuba, 17pp.
150. PROMABROCU. 2006. Taller Nacional de Capacitación sobre Manejo Agroecológico de la Broca del Café. INSAV, Yateras, Guantánamo, Cuba.
151. PROMECAFÉ. 1996. Resistencia confirmada de la broca al endosulfan. *Promecafé*. 72:4-5.
152. PROMECAFÉ. 1999. Jamaica inicia Programa de Control Biológico de la Broca con apoyo de PROMECAFE. *Promecafé*. 82-83:2.
153. PROMECAFÉ. 2000. Proyecto Regional de Manejo Integrado de la Broca del Café. *Promecafé*. 87-88:3-4.
154. Protección de Plantas 2003. Manual técnico para las actividades agropecuarias y forestales en las montañas. Comisión Nacional Plan Turquino-Manatí.ed. *Agroinform*. 54-56.
155. PROTECNET. 2004. Comunidad Internet para la protección Fito y Zoosanitaria Costarricense. [Consultado 5/5/2004]. Disponible en: <http://www.protecnet.go.cr/broca3.htm>.
156. PROTECNET. 2005. Comunidad Internet para la protección Fito y Zoosanitaria Costarricense. [Consultado 4/3/2005]. Disponible en: <http://www.protecnet.go.cr/broca3.htm>

Referencias Bibliográficas

157. Quezada, J. R.; Urbina, N. E. 1987. La broca del fruto del cafeto *Hypothenemus hampei* y su control. Turrialba, Costa Rica. *Informe Técnico. CATIE*. 110, p.26.
158. Quintero, N.; Morales, S. 1996. Manejo de la broca del café *Hypothenemus hampei* Ferr. 1864 durante el año agrícola 1994 en San Dionisio, San Marcos, Carazo. *En: Tesis de Licenciatura en Ecología y Recursos Naturales. Universidad Centroamericana, Managua, Nicaragua*, p.68.
159. Ramírez, F.; Bestsch, F.; Mora, L. 2002. Absorción de nutrimentos por los frutos y bandolas de café Caturra durante un ciclo de desarrollo y maduración de frutos en Aquiares, Turrialba, Costa Rica. *Promecafé*. 95:6-11.
160. Rehner, A. S.; Posada, F.; Buckley, P. E.; Infante, F.; Castillo, A.; Vega, E. F. 2006. Phylogenetic origins of African and Neotropical *Beauveria bassiana* pathogens of the coffee berry borer *Hypothenemus hampei*. *Journal of Invertebrate Pathology*. 93(1):11-21.
161. Restrepo, R. J. 1994. Teoría de la trofobiosis. Plantas enfermas por el uso de agrotóxicos. *En: conferencia. Calis, Colombia*, 39p.
162. Riera, N. M. 2003. Manejo de la biofertilización con hongos micorrízicos arbusculares y rizobacterias en secuencias de cultivos sobre suelos ferralíticos rojos. Tesis (en opción al grado de Doctor en Ciencias Agrícolas), INICA. 110 pp.
163. Rodríguez, C. L. M.; Góngora, B. E. C. 2005. Transformación de *Beauveria bassiana* Bb9205 con genes de *pr 1J* y *ste1* de *Metarhizium anisopliae* y evaluación de su patogenicidad sobre la broca del café. *Revista Colombiana de Entomología*. 31(1):51-58.
164. Rodríguez, L. 2003. Efecto eco-fisiológico de diferentes niveles de irradiancia en la productividad biológica y agrícola del cafeto *Coffea arabica* L. en ecosistemas típicos de la Sierra Maestra. Tesis (en opción al grado de Doctor en Ciencias Agrícolas). Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas. La Habana, 87 pp.
165. Rodríguez, L.; Moreno, J.; Medina, R.; Velasco, E.; Fonseca, I. 2000. Variaciones diarias de la masa foliar específica en cafetos *Coffea arabica* L. cultivados al sol y bajo sombra en la zona oriental de Cuba. *Investigación Agrícola*. 20(1-2):12.
166. Rodríguez, M.; Grave de Peralta, G.; Fernández, I.; Castillo, S. 1998. Influencia de la poda y regulación de sombra sobre el crecimiento y los rendimientos de *Coffea arabica*. *Café y Cacao*. 1(2):26-29.
167. Rodríguez, V. 1987. Modalidades de sombreo y densidades de posturas de cafeto *Coffea sp* en viveros móviles. Crecimiento y la productividad del cafeto. Tesis (en Opción al grado científico de Doctor en Ciencias Agrícolas). Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas. La Habana, 94pp.
168. Romero, V. J.; Cortina, G. H. 2004. Evaluación de germoplasma de café por antixenosis a *Hypothenemus hampei* (Ferrari) en condiciones controladas. *Cenicafé*. 55(4):341-346.
169. SALVACAFÉ. 2006. Talleres municipales sobre manejo integrado de la broca del café a partir de experiencias locales. El Salvador, Guantánamo, Cuba.
170. Samuels, R. I.; Pereira, R. C.; Gava, C. A. T. 2002. Infection of the Coffee berry borer *Hypothenemus hampei* (Coleoptera: Scolytidae) by brazilian Isolates of the

Referencias Bibliográficas

- entomopathogenic fungi *Beauveria bassiana* and *Metarhizium anisopliae* (Deuteromycotina: Hyphomycetes). *Biocontrol Science and Technology*. 12(5):631- 635.
171. Sánchez, L.; Rodríguez, M. 2008. Potencialidades de *Heterorhabditis bacteriophora* Poinar cepa HC1 para el manejo de *Hypothenemus hampei* Ferr.II. Compatibilidad con *Beauveria bassiana* (Balsamo) Vuillemin y endosulfan. *Protección Vegetal*. 23(2):104-111.
172. Sarmiento, B. A.; Contreras, E.; Morales, N.; Romero, C. 2001. Aplicación y evaluación del hongo *Beauveria bassiana* para el control de la broca del café *Hypothenemus hampei* Ferr. a nivel de campo. *En: Resúmenes. Agroecología y Manejo Integrado de Plagas. IV Seminario Científico de Sanidad Vegetal, Cuba*, p,156.
173. Segura, A. 1992. Estudio del crecimiento del fruto del café. *En: Informe Anual de labores 1991-1992. Convenio ICAFE-MAG Heredia, Costa Rica*, 363pp.
174. Sequeira, A.; Barrios, M. 1990. Dinámica poblacional de la broca del fruto del cafeto *Hypothenemus hampei* Ferr. (Coleoptera, Scolytidae) en tres localidades de la VI región, Nicaragua. *En: Memorias. III Congreso Internacional de Manejo Integrado de Plagas MIP, Managua, Nicaragua*:15-16.
175. Simón, F. A. 1984. Programa integral de defensa fitosanitaria para el cultivo del café. MINAGRI. Plan Turquino Manatí Subsistema de Capacitación.p.3.
176. Simón, F. A. 1989. Programa de defensa integral contra el minador de hoja del cafeto. Hoja informativa # 4. Instituto de Investigaciones de Sanidad Vegetal. Ciudad de La Habana, Cuba. 13pp.
177. Simón, F. A. 2000. Contribución de la biotecnología en la protección fitosanitaria sostenible del cafeto y su hábitat en ecosistemas montañosos. Biotecnología agrícola en el desarrollo sostenible de la montaña. Centro Provincial de Sanidad Vegetal, Santiago de Cuba. Informe parcial de proyecto, 35pp.
178. Simón, F. A. 2004. Contribución de la biotecnología en la protección fitosanitaria sostenible del cafeto y su hábitat en ecosistemas montañosos. Biotecnología agrícola en el desarrollo sostenible de la montaña. Centro Provincial de Sanidad Vegetal, Santiago de Cuba. Informe final de proyecto, 75pp.
179. Simón, F. A. 2005. Principios y fundamentos básicos para el establecimiento de programas de manejo integrado de plagas. Conferencia Magistral. Taller Nacional de Capacitación PROMABROCU, Santiago de Cuba, Cuba. Conferencia Magistral. Taller Nacional de Capacitación PROMABROCU, Santiago de Cuba, Cuba.
180. Smith, J. 2004. Agricultura Urbana y biodiversidad, Red de Agricultura Urbana. (TUAN):43-51.
181. Smith, L.; Bellotti, C. A. 2004. Successful biocontrol projects with emphasis on the Neotropics. [Consultado 15/1/2005]. Disponible en: <http://www.nysaes.cornell.edu/ent/bcconf/talks/bellotti.html>.
182. Soto, A. 2006. Toxicidad de blastosporas de *Beauveria bassiana* (Vuill) contra la palomilla del manzano *Cydia pomonella* L. (Lepidoptera:Tortricidae). México. *Folia Entomológica*. 45(2):195-200.
183. Soto, C. F. 2006. Ecofisiología del cafeto. El cultivo del cafeto en Cuba. Investigaciones y resultados. La Habana, Cuba:82-137.

Referencias Bibliográficas

184. Soto, P. L.; Perfecto, I.; Caballero, N. J. 2002. Shade over coffee: its effects on berry borer, leaf rust and spontaneous herbs in Chiapas, Mexico. *Agroforestry Systems*. 55:37-45.
185. Stanghellini, M. E.; El-Hamalawi, Z. A. 2004. Efficacy of *Beauveria bassiana* on colonized millet seed as a biopesticide for the control of shore flies in greenhouses. *Phytopathology*. 94: 98-99.
186. Statgraphics Plus Copyright version 5.1 1997.
187. Steiman, S. 2005. Shade vs. Sun Coffee: A review. [Consultado 12/12/2005]. Disponible en: <http://www.grayskies.net/honeybear/shade.htm>.
188. Stewart, M.; Méndez, J.; Davies, J. 1998. Manual para el manejo de bloques pequeños de bosques húmedo tropical. CODEFORSA. Comisión de Desarrollo Forestal de San Carlos/tr.Ligia Gravalos y H. Jimenez. ed. Lara Segura y Asociado. Costa Rica, p.456.
189. Taller Nacional del Programa de Café y Cacao, 2006. Comisión 3. Manejo Integrado de la Broca del Café. 21 -22 de Febrero. Guantánamo.
190. Tarocco, F.; Lecuona, E. R.; Couto, S. A.; Arcas, A. J. 2007. Optimization of erythritol and glycerol accumulation in conidia of *Beauveria bassiana* by solid state fermentation, using response surface methodology. *Biotechnological Products and Process Engineering*. [Consultado 15/4/2007]. Disponible en: <http://www.springer.com>.
191. Trudel, R.; Lavalley, R.; Guertin, C.; Todorova, C. S. I.; Kope, R. H. A. 2007. Potential of *Beauveria bassiana* (Hyphomycetes: Moniliales) for controlling the white pine weevil, *Pissodes strobi* (Coleoptera: Curculionidae). *Journal of Applied Entomology*. 131 (2):90-97.
192. Uribe, D.; Khachatourians, G. G. 2004. Restriction fragment length polymorphism of mitochondrial genome of the entomopathogenic fungus *Beauveria bassiana* reveals high intraspecific variation. *Mycological Research*. 108(9):1070-1078.
193. Valdés, D. E. B.; Vélez, A. E. P. 2000. Procedimiento para la evaluación enzimática cualitativa de los hongos *Beauveria bassiana* y *Metarhizium anisopliae*. *Cenicafé*. 51(2):151-168.
194. Vázquez, M. L. 2001. Principales estrategias y componentes del programa de Manejo Integrado de Plagas del Cafeto en Cuba. *En: XVII Congreso Venezolano de Entomología Maturín, Venezuela*:55-62.
195. Vázquez, M. L. 2003. Principales estrategias y componentes del programa de manejo integrado de plagas del cafeto en Cuba. *Promecafé*. 97:7-11.
196. Vázquez, M. L. 2005a. Observaciones sobre la presencia de la broca del café *Hypothenemus hampei* en los frutos que caen al suelo. *Fitosanidad*. 9(2):47-48.
197. Vázquez, M. L. 2005b. Taller Nacional de Capacitación PROMABROCU. Santiago de Cuba, Cuba.
198. Vázquez, M. L. 2005c. Experiencia cubana en el manejo agroecológico de plagas en cafeto y avances en la broca del café. *En: Memorias. Simposio sobre Situación Actual y Perspectivas de la Investigación y Manejo de la Broca del Café en Costa Rica, Cuba, Guatemala y México*. J. F. Barrera (ed.). Sociedad Mexicana de Entomología y El Colegio de la Frontera Sur Tapachula Chiapas, México:46-57. ISBN 970-9712-17-9.

Referencias Bibliográficas

199. Vázquez, M. L. 2008. Tendencias y percepciones acerca del manejo de plagas en el tránsito hacia la producción agraria sostenible. Curso de Manejo de Plagas Agrarias. Programa Doctoral en Sanidad Vegetal. Centro Nacional de Sanidad Agropecuaria. La Habana, Cuba.
200. Vázquez, M. L.; Elósegui, O.; Alfonso, J.; Álvarez, A. 2008. Regulación natural de broca del café. *Agricultura Orgánica*. 14(3):32-34.
201. Vázquez, M. L.; Elósegui, O.; Leyva, L.; Polanco, A.; Becerra, M.; Monzón, S.; Rodríguez, A.; Tamayo, E.; Toledo, C. 2008. Ocurrencia de epizootias causadas por *Beauveria bassiana* en poblaciones de la broca del café (*Hypothenemus hampei*) en las zonas cafetaleras de Cuba. *En: Memorias. VI Seminario Científico Internacional de Sanidad Vegetal. Taller Internacional de Manejo de Plagas*. Ciudad Habana, Cuba.
202. Vázquez, M. L.; Fernández, E.; Prieto, D. Martínez, M. A. Álvarez, P. J. R. 2006. Principales problemas fitosanitarios. El cultivo del cafeto en Cuba. *Investigaciones y resultados*:257-360.
203. Vázquez, M. L.; García, M.; Cervantes, C.; Simón, F.; Muñoz, A.; Tamayo, J.; Arias, R.; Delgado, R.; Prado, R.; Chivás, P.; Cruz, M.; Navarro, A. 2008. Sistematización de experiencias de técnicos y caficultores en prácticas agroecológicas de manejo de la broca del café (*Hypothenemus hampei*) en Cuba. *Boletín Informativo SOCLA*. 1, p.1.
204. Vázquez, M. L.; Matienzo, B. Y.; Simonetti, A. J.; Moreno, R. D.; Álvarez, N. A. 2009. Diversidad de especies de hormigas (Hymenoptera:Formicidae) en cafetales afectados por *Hypothenemus hampei* (Coleoptera: Curculionidae: Scolytidae). *Fitosanidad*. 13(3):163-168.
205. Vázquez, M. L.; Matienzo, B. Y.; Veitía, R. M. M.; Simonetti, A. J. 2008. Conservación y manejo de enemigos naturales de insectos fitófagos en los sistemas agrícolas de Cuba. Instituto de Investigaciones de Sanidad Vegetal INISAV. ed.CIDISAV, Ciudad de la Habana, Cuba. 202pp.
206. Vega, R. I. M.; González, O. M. 1996. Evaluación de *Cephalonomia stephanoderis* Betrem sobre la broca del café. *Promecafé*. 72:5-6.
207. Vélez, A. P. E.; González, G. M. T.; Valderrama, F. A. M.; Estrada, V. M. N.; Bustillo, P. A. E.; Montoya, R. E. C. 2000. Caracterización morfológica y molecular de aislamientos de *Beauveria bassiana*. *Cenicafé*. 51(3):196-206.
208. Vélez, M.; Bustillo, P. A. E.; Posada, F. J. 2006. Depredación de *Hypothenemus hampei* por hormigas durante el secado del café. *Cenicafé*. 57(3):198-207.
209. Vera, M. L. Y.; Gil, P. Z. N.; Benavides, M. P. Identificación de enemigos naturales de *Hypothenemus hampei* en la zona cafetalera central de Colombia. *Cenicafé*. 58(3):185-195.
210. Vergara, O. J. D.; Orozco, H. J.; Bustillo, P. A. E.; Chávez, C. B. 2001. Dispersión de *Phymastichus coffea* en un lote de café infestado de *Hypothenemus hampei*. *Cenicafé*. 52(2):104-110.
211. Vicentini, S.; Faria, M.; Oliveira, R. V. M. 2008. Screening of *Beauveria bassiana* (Deuteromycotina: Hyphomycetes) isolates against nymphs of *Bemisia tabaci* (Genn.) biotype B

Referencias Bibliográficas

- (Hemiptera: Aleyrodidae) with description of a new bioassay method. [Consultado 9/1/2008]. Disponible en: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1519-566X2001000100015.
212. Villacorta, A.; Possagnolo, A. F.; Silva, R. Z.; Rodrigues, P. S. 2001. Um modelo de armadilha com semioquímicos para o manejo integrado da broca do café *Hypothenemus hampei* (Ferrari) no Paraná. In: Simposio Brasileiro de Pesquisa dos Cafés do Brasil, 2, Vitória. Proceedings Brasília: Embrapa Café:2093-2098.
213. WIKILEARNING. 2007. El endosulfán en España. [Consultado 4/3/2007]. Disponible en: <http://www.wikilearning.com>.
214. WIKIPEDIA. 2008. Sympodial spore production in *Beauveria bassiana*. [Consultado 9/1/2008]. Disponible en: http://www.wikipedia.org/wiki/Beauveria_bassiana.
215. WISARD. 2007. Integrated management of the coffee berry borer. *Wisard Project Information*. [Consultado 4/3/2007]. Disponible en: <http://www.wisard.org/wisard/shared/asp/projectssummary.asp?Kennummer=4082-18k>.
216. Zimmermann, G. 2007. Review on safety of the entomopathogenic fungi *Beauveria bassiana* and *Beauveria brongniartii*. *Biocontrol Science and Technology*. 17(5-6):553-596.

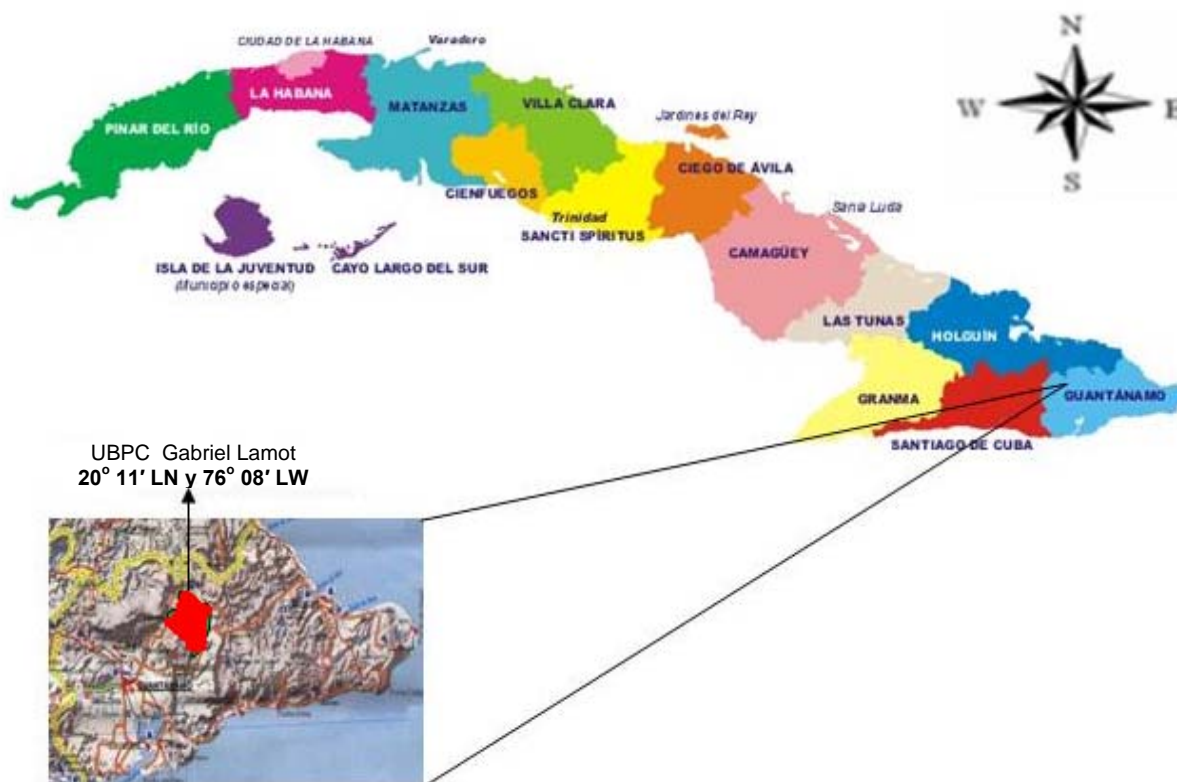
VIII. ANEXOS

Anexo 1.

Caracterización agroecológica del área experimental, de acuerdo a las recomendaciones y procedimientos del grupo de experto de CODEFORSA según McNeeley (1994).

Caracterización del área experimental.

Ubicación geográfica de la UBPC Gabriel Lamot



SITIO EXPERIMENTAL

- Macizo: Sierra Maestra
- Provincia: Guantánamo
- Municipio: Yateras
- Localidad: Palenque
- Altura: 490 m.s.n.m.
- Tipo de suelo: Pardo sialítico
- Sombra principal: Búcaro (*Erythrina poeppigiana*)

Anexos

- Especie de cafeto: *C. arabica var. ISLA 6-14*
- Distancia de siembra: 0.8 x 2.5 m (5000 plantas.ha⁻¹)
- Edad: 8 años
- Segundo ciclo productivo: 2003- 2005
- Fecha de las floraciones

Año 2004

7/01/04 Floraciones locas

5/04/04 Primera floración masiva.

17/04/04 Segunda floración masiva (pico de floración).

Año 2005

17/01/05 Floraciones locas

20/04/05 Primera floración masiva

28/04/05 Segunda floración masiva (pico de floración)

Edáfica:

El tipo de suelo donde se realizó el experimento es Pardo sialítico según la base de la Nueva Versión de la Clasificación Genética de los Suelos de Cuba. MINAGRI (1999). El suelo presenta una profundidad efectiva de 63cm, y se evalúa como medianamente profundo. Por el análisis químico, el pH en (KCL) es entre ligeramente ácido en superficie a neutro en profundidad. Los cationes intercambiables Ca y Mg se comportan altos en todo el perfil, mientras que los cationes de K y Na se evalúan de muy bajos, con una capacidad de intercambio catiónico (T) muy alto en todo el perfil.

Por el contenido de materia orgánica, es un suelo muy humificado en el segundo horizonte y su contenido disminuye con la profundidad, la reserva nutricional del suelo (contenido de P₂O₃ y K₂O) son muy bajas a lo largo de todo el perfil.

Anexos

Comportamiento de las precipitaciones (mm) en la localidad experimental (Palenque de Yateras) durante el periodo 2003-2005 disponible en los registros de la Estación Meteorológica Municipal de Yateras

Datos de precipitación. Estación de Yateras													
Años	Meses												Año
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	
2003	105,8	60,2	87,7	145,1	53,3	68,6	68,0	139,2	38,8	341,0	93,7	117,9	1319,3
2004	41,1	17,5	46,2	76,4	167,8	66,5	67,9	58,4	98,5	124,4	71,0	96,5	932,2
2005	41,8	2,1	10,3	209,3	373,5	99,5	51,2	241,1	159,4	254,0	118,9	8,1	1569,2

Datos de humedad relativa promedio (%) en la localidad experimental (Palenque de Yateras) durante el periodo 2003-2005 disponible en los registros de la Estación Meteorológica Municipal de Yateras

Datos de humedad relativa. Estación de Yateras													
Años	Meses												Año
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	
2003	89	84	83	83	83	83	83	85	87	90	87	87	85
2004	86	81	80	81	84	83	84	84	85	88	85	89	84
2005	85	80	79	83	88	86	80	85	87	92	86	84	85

Temperaturas promedio ($^{\circ}$ C) en la localidad experimental (Palenque de Yateras) durante el periodo 2003-2005 disponible en los registros de la Estación Meteorológica Municipal de Yateras

Datos de temperatura media. Estación de Yateras													
Años	Meses												Año
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	
2003	19,2	19,1	21,2	21,0	22,7	24,2	24,7	24,7	24,0	23,0	21,4	20,3	22,9
2004	19,5	20,5	21,1	21,3	22,9	24,0	24,2	24,3	24,1	22,9	21,1	20,6	22,2
2005	19,4	18,5	22,1	22,1	23,3	24,4	25,1	24,3	23,9	23,2	22,2	20,8	22,4

Días con lluvias en la localidad experimental (Palenque de Yateras) durante el periodo 2003-2005 disponible en los registros de la Estación Meteorológica Municipal de Yateras

Precipitaciones (cantidad de días con lluvias). Estación de Yateras													
Años	Meses												Año
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	
2003	8	10	7	9	16	8	11	15	19	17	18	10	12,33
2004	10	8	14	15	18	12	14	14	18	23	17	22	15,42
2005	19	7	6	12	20	17	13	19	21	25	13	7	14,92

Anexos

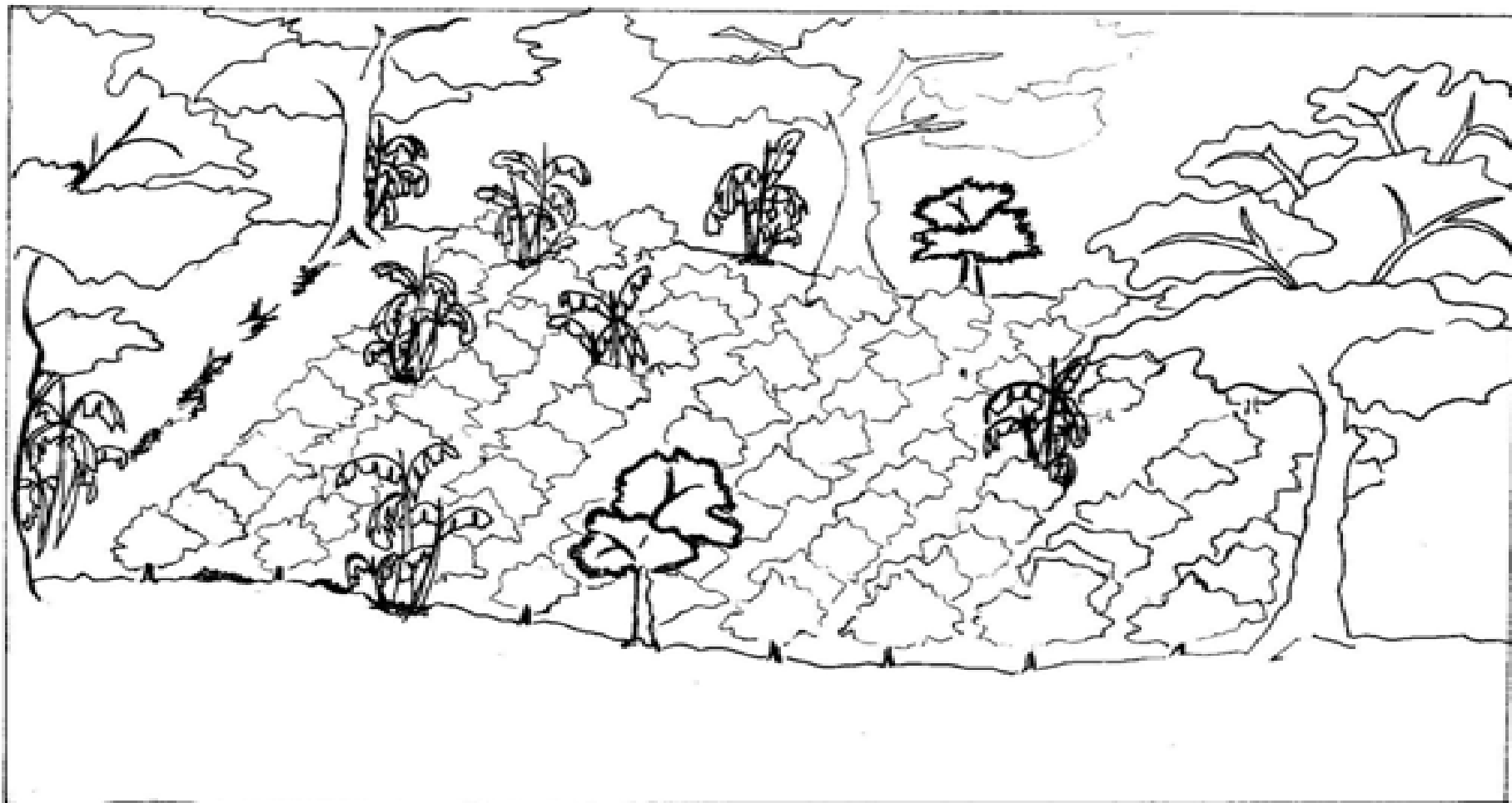
Atenciones culturales realizadas según cartas tecnológicas del cultivo del café año MINAG (2009).

No	Actividades	Meses											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	Deshierbe manual e higienización agroforestal.	X		X		X			X				
2	Regulación de sombra y acordonamiento	X											
3	Poda sistemática	X											
4	Poda fitosanitaria	X											
5	Resiembra de café					X							
6	Deshije				X								
7	<u>Control fitosanitario</u> Saneamiento (postcosecha 2003-2004)	X											

Nota: no se le realizó ningún tipo de fertilización al cultivo durante todo el periodo investigativo.

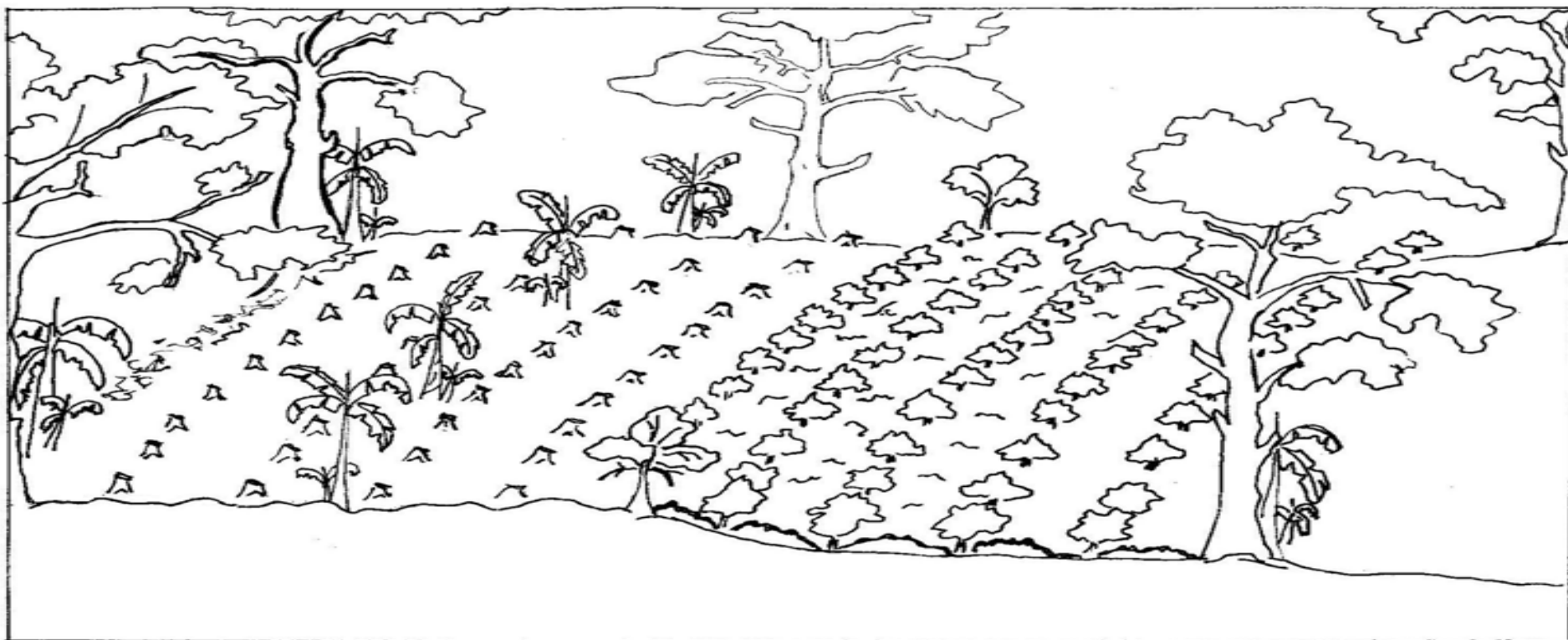
Anexo 2.

Esquema general de manejo cultural tradicional del cafeto que se caracterizó por la presencia de vegetación espontánea sin manejo adecuado de arvenses (sólo con el establecimiento de las arvenses a una altura 2 cm), sin la rehabilitación de la plantación y el sistema agroforestal asociado.



Anexo 3.

Esquema general de manejo cultural del cafeto con fines fitosanitario (C1) como: la poda sistemática (PS) y fitosanitaria (PF) de acuerdo a las exigencias en cada caso, el restablecimiento de la densidad poblacional \geq al 95% y la regulación de la higiene del área agroforestal (HA); además del manejo de arvenses (MA), con la selección de especies arbustivas de hoja ancha (Dicotiledóneas), la regulación de porte de las especies de hoja estrecha (Monocotiledóneas) y cobertura viva con *T. zebrina* a una altura de 6,0 cm en virtud de las exigencias para el (MAP).



Anexos

Anexo 4

Precio de café cereza de acuerdo a la Resolución No. 14-2010 del Ministerio de Finanzas y Precios aplicada por el Grupo Empresarial de Montaña Guantánamo.

Código	Descripción	Índice de infestación (%)	Precio lata de 12,9 kg
0101010001	Café Cereza Arábico Calidad Primera	0 - 3	50,00
0101010002	Café Cereza Arábico Calidad Segunda	>3 = 6	40,00
0101010003	Café Cereza Arábico Fuera de Norma	>6	21,00
101010004	Café Cereza Robusta Calidad Primera	0 - 3	40,00
0101010005	Café Cereza Robusta Calidad Segunda	>3 = 6	35,00
0101010006	Café Cereza Robusta Fuera de Norma	>6	20,00
0101010007	Café Cereza Arábico Calidad Primera(Alta calidad a la Taza)	0	65,00