

**USO DE PRODUCTOS QUÍMICOS Y BIOLÓGICOS PARA LA DEGRADACIÓN
DE FRUTOS DE CAFÉ EN EL SUELO Y SU EFECTO EN EL DESARROLLO DE
LA BROCA DEL CAFÉ (*Hypothenemus hampei*) (Ferrari)**



**ASTRID ALEXANDRA GÁLVEZ DUQUE
BACTERIÓLOGA**



**UNIVERSIDAD CATÓLICA DE MANIZALES
CENTRO DE INVESTIGACIÓN, PROYECCIÓN Y DESARROLLO
INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN EN MICROBIOLOGÍA Y BIOTECNOLOGÍA
AGROINDUSTRIAL
ESPECIALIZACIÓN EN MICROBIOLOGÍA INDUSTRIAL
MANIZALES, 2014**

**USO DE PRODUCTOS QUÍMICOS Y BIOLÓGICOS PARA LA DEGRADACIÓN
DE FRUTOS DE CAFÉ EN EL SUELO Y SU EFECTO EN EL DESARROLLO DE
LA BROCADEL CAFÉ (*Hypothenemus hampei*) (Ferrari)**

**ASTRID ALEXANDRA GÁLVEZ DUQUE
Bacterióloga**

**Trabajo de grado presentado como requisito para optar al título de:
Especialista en Microbiología Industrial**

**Director:
Esp. JUAN CARLOS LOPEZ NUÑEZ
Microbiólogo**

**UNIVERSIDAD CATÓLICA DE MANIZALES
INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN EN MICROBIOLÓGIA Y BIOTECNOLOGÍA
AGROINDUSTRIAL
ESPECIALIZACIÓN EN MICROBIOLÓGIA INDUSTRIAL
MANIZALES, 2014**

Nota de Aceptación

**Firma Director
Trabajo de Grado**

**Firma Presidente
Comité del Programa**

**Firma Integrante
Comité del Programa**

Manizales, 10 diciembre de 2014

A mí querida madre por su apoyo incondicional;
A mi familia y amigos.

AGRADECIMIENTOS

Gratifico a la Universidad Católica de Manizales y a la Federación Nacional de Cafeteros de Colombia por la oportunidad de pertenecer a un grupo investigativo en el Centro Nacional de Investigaciones del Café – Cenicafé. A Nelson Rodríguez jefe de la disciplina de Recursos Naturales y Conservación; a Juan Carlos López Núñez coordinador del proyecto; a Jaime Reinoso, Benjamín Sánchez y Daniela Guzmán por el gran apoyo y amistad brindada durante la ejecución de mi pasantía.

CONTENDO

INTRODUCCIÓN.....	1
1. OBJETIVOS.....	2
1.1 Objetivo General.....	2
1.2 Objetivos Específicos.....	2
2. MARCO TEÓRICO.....	3
2.1 Biología de la broca del café.....	3
2.2 Efecto de la humedad y temperatura sobre la broca.....	5
2.3 Emergencia de la broca de frutos del árbol y del suelo.....	6
2.4 Manejo Integrado de la Broca del café.....	6
2.4.1 Control cultural.....	7
2.4.2 Control químico.....	7
2.4.3 Control biológico.....	8
2.5 Daño e impacto económico.....	8
3. MATERIALES Y MÉTODOS	9
3.1 Generalidades.....	9
3.2 Material Biológico.....	9
3.3 Productos comerciales.....	10
3.4 Unidades Experimentales.....	12
3.5 Metodología.....	13
3.5.1 Fase I. Frutos sanos.....	13
3.5.2 Etapa I. Evaluación con frutos maduros y sobremaduros.....	13
3.5.3 Etapa II. Evaluación con frutos verdes y pintones.....	14
3.5.4 Liberación de brocas.....	15
3.5.5 Capturas y disección de frutos brocados (Fase I).....	16
3.5.6 Fase II. Frutos infestados.....	17
3.6 Determinación de la posición de la broca.....	18
3.7 Análisis Estadístico.....	20
3.7.1 Variables Evaluadas.....	21
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	21
CONCLUSIONES.....	29
RECOMENDACIONES.....	29
BIBLIOGRAFÍA.....	30

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Productos y dosis seleccionadas.....	11
Tabla 2. Distribución de Unidades experimentales (Grupo de maduración 1 y 2).	14
Tabla 3. Distribución de Unidades experimentales (Frutos infestados).....	17
Tabla 4. Promedio de capturas de adultos de <i>H. hampei</i> (Ferrari) en los diferentes tiempos de aplicación, sobre fruto maduro.....	22
Tabla 5. Porcentaje de infestación en frutos de café maduros y sobre maduros en los diferentes tiempos de aplicación.....	23
Tabla 6. Estados de <i>H. hampei</i> en frutos de café maduros y sobre maduros en diferentes tiempos de aplicación.....	24
Tabla 7. Promedio de capturas de adultos de <i>H. hampei</i> (Ferrari) en los diferentes tiempos de aplicación sobre fruto verde.....	25
Tabla 8. Porcentaje de infestación en frutos de café verdes en los diferentes tiempos de aplicación.....	26
Tabla 9. Estados de <i>H. hampei</i> en frutos de café verdes en diferentes tiempos de aplicación.....	27
Tabla 10. Promedio de variables evaluadas sobre el efecto de tratamientos en el desarrollo de la broca del café, una vez se ha establecido en el fruto (16 dde)....	28

LISTA DE FIGURAS

Fig. 1. Adultos de broca del café (<i>Hypothenemus hampei</i>).....	4
Fig. 2. Ciclo biológico de la broca del café <i>Hypothenemus hampei</i> (Ferra.....	5
Fig. 3. Frutos en diferentes estados de maduración.....	9
Fig. 4. Tara y suministro de brocas adultas recién emergidas.....	10
Fig. 5. Frutos Infestados.....	10
Fig. 6. Unidad experimental y adición de agua en bandejas.....	13
Fig. 7. Distribución de frutos maduros y sobremaduros en unidades experimentales de cada tratamiento para cuatro tiempos.....	13
Fig. 8. Distribución de frutos verdes y pintones en unidades experimentales de cada tratamiento para cuatro tiempos.....	14
Fig. 9. Distribución aleatoria de unidades experimentales en el cuarto aislado....	15
Fig. 10. Termohigrógrafo y hoja de registro de temperatura y humedad relativa...15	
Fig. 11. Aspecto de frutos maduros y sobremaduros después de la adición de tratamientos en los cuatro tiempos.....	16
Fig. 12. Aspecto de frutos verdes y pintones después de la adición de tratamientos en los cuatro tiempos.....	16
Fig. 13. Distribución de frutos infestados por tratamiento en las unidades experimentales.....	18
Fig. 14. Determinación de posición de la broca en el fruto de café.....	19
Fig. 15. Observación de frutos brocados con diferentes estados.....	20

LISTA DE ANEXOS

Anexo 1. Resultado análisis de suelo y características fisicoquímicas.

RESUMEN

Palabras clave: *Hypothenemus hampei*, degradación de frutos, temperatura, humedad, productos químicos y biológicos.

Los frutos perforados por la broca del café (*Hypothenemus hampei*) (Ferrari) que caen al suelo después de las cosechas, son la principal fuente de infestación para otros árboles y para las cosechas siguientes. Por esta razón, es necesaria la investigación de nuevas alternativas que reduzcan la sobrevivencia de los estados de la broca y su emergencia. El uso de productos de tipo químico y biológico puede tener un efecto mortífero en frutos del suelo perforados y con estados del insecto en desarrollo, o en los que pueden ser utilizados como refugio. Por esta razón, se evaluó la efectividad de cuatro productos comerciales para la degradación de estos frutos considerando dos fases; la primera con frutos sanos y de diferente estado de maduración (grupo 1: verde y pintón grupo 2: maduro y sobre maduro), a los cuales se les adicionó un aproximado de 66 brocas adultas recién emergidas con una periodicidad de 1, 5, 15 y 30 días posteriores a la adición de los tratamientos y la segunda fase se realizó con frutos infestados 16 días previamente a la adición de los tratamientos; de igual manera, se evaluó la efectividad de los tratamientos en las emergencias y los estados de la broca presente en los frutos evaluados.

En relación con el efecto de los productos descomponedores en sus dosis seleccionadas, sobre la broca del café previo a su establecimiento en fruto maduro-sobremaduro, se observó reducción de la variable porcentaje de frutos brocados (prom \pm IC) para uno y cinco días después de aplicación, para los productos Viscozyme® (1dda: 30,5 \pm 6,4; 5dda: 51 \pm 10,1) y *Trichoderma viridae* (1dda: 36 \pm 6,7; 5dda: 52 \pm 13,7), en relación con el testigo (1dda: 41 \pm 8,2; 5dda: 70 \pm 19.7). Los resultados sobre fruto verde, a diferencia del maduro, no presentaron tendencias de reducción del porcentaje de frutos brocados para ninguno de los días después de la aplicación y en términos generales los porcentajes de infestación fueron menores corroborando lo que se menciona en la literatura, en relación con que la broca prefiere los estados maduros a los verdes. En cuanto al número promedio de estados de broca en frutos infestados, aunque el análisis de varianza no mostró diferencias significativas, los mayores promedios cercanos a lo mostrado por el testigo (4,13 estados/fruto), son VZ y MM con

valores de 4,75 y 3,65 estados/fruto, respectivamente. Los menores valores se presentaron para PO con 2,8 estados/fruto y TV con 2,6 estados/fruto.

INTRODUCCIÓN

La broca del café *Hypothenemus hampei* (Coleoptera: Curculionidae: Scolytinae) es la plaga de mayor importancia en todos los países donde se cultiva el café y causa las mayores pérdidas a los países donde se produce, debido a que afecta directamente el grano causando pérdida de la cosecha y mala calidad de la taza. Por otro lado, las condiciones climáticas en la zona cafetera favorecen las diferentes floraciones de la planta del café haciendo que hayan frutos disponibles durante todo el año, lo que trae beneficio para la plaga y su progenie (Bustillo, 2006).

Actualmente la broca se encuentra en todos los departamentos cafeteros, afectando más de 750.000 hectáreas de café, aquejando el patrimonio de más de medio millón de familias cafeteras distribuyéndose en Antioquia, Boyacá, Caldas, Caquetá, Cauca, Cundinamarca, Huila, Magdalena, Nariño, Norte de Santander, Quindío, Risaralda, Santander, Tolima y Valle (Bustillo 2006).

En el negocio cafetero, se manejan diferentes factores como la siembra, la fertilización, el riego y hasta el sombrero de los árboles de café. Sin embargo, hay un factor muy importante que no depende de la mano del hombre, como la variabilidad del clima; una disminución en las lluvias y un aumento de la temperatura hace las condiciones favorables para el desarrollo de la broca del café (*H. hampei*) y en Colombia se pueden obtener hasta dos cosechas por año, lo que significa alimento para este insecto durante todo el año (Bustillo, 2006).

Este insecto, muestra una mayor afinidad por los frutos maduros y secos, lo que supone una mayor capacidad de reproducirse y conservar su progenie dentro del fruto por largo tiempo. Conjuntamente existen dos factores que se involucran directamente en el desarrollo de la plaga como lo son la temperatura y la humedad. Estos factores al combinarse, generan un mosaico de condiciones que favorecen el desarrollo de las poblaciones del insecto al interior del fruto, y son determinantes a la hora de la emergencia de los estados adultos (Salazar *et al.* 1993).

Los frutos perforados por el insecto y que caen al suelo máxime después de las cosechas, son la principal fuente de infestación para otros árboles y para las cosechas siguientes. Por esta razón, una investigación donde se evalúe el potencial de productos descomponedores de materia orgánica de carácter

celulolítico y/o ligninolítico, cobra relevancia en su desarrollo, con el fin de obtener alternativas que reduzcan la sobrevivencia de los estados de la broca que se refugian al interior de los frutos de café que han caído al suelo y su posterior emergencia.

1. OBJETIVOS

1.1 OBJETIVO GENERAL

Evaluar cuatro productos químicos y biológicos con acción descomponedora de frutos de café, sobre el desarrollo de la broca (*Hypothenemus hampei*) (Ferrari), en condiciones de laboratorio.

1.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Determinar el efecto de los productos descomponedores en el desarrollo de la broca al interior del fruto de café, previo a su establecimiento en los frutos.
- Determinar el efecto de los productos descomponedores en el desarrollo de la broca al interior del fruto de café, una vez el insecto se ha establecido en los frutos.
- Seleccionar el producto que afecte el desarrollo de la broca, para posteriores trabajos en condiciones de campo.

2. MARCO TEÓRICO

La broca del café, *Hypothenemus hampei* (Ferrari) (Coleoptera: Curculionidae: Scolytinae) fue identificada en 1988, en Colombia se detectó en marzo de 1990 en una zona cercana la eje cafetero (Asermanuevo, Valle del cauca). Este coleóptero es originario de África ecuatorial, fue introducido al continente americano a principios del siglo XX, específicamente por Brasil y tiene la propiedad de adaptarse a las condiciones climáticas de la región cafetera, por lo cual, su estadía parece ser permanente (Bustillo, 1991).

Se ha catalogado como una de las plagas más limitantes en todos los países donde se produce café, sin embargo, a través de su conocimiento sobre la biología y comportamiento de la misma en las diferentes regiones condensado en programas como el de Manejo Integrado de la Broca (MIB), se ha mantenido un control logrando una reducción notable de la plaga sin que genere perjuicios tanto económicos como ambientales (Gómez *et al.*, 2004).

Cárdenas *et al.*, (2007), inscriben que en algunos cafetales se ha demostrado que después de la recolecta de las cosechas, en el árbol y suelo queda una gran parte de frutos, lo que significa nuevas infestaciones y nuevas generaciones; no obstante, cuando no hay suficientes frutos maduros, la broca ataca a los frutos verdes causando daño y la prematura caída de los mismos.

Aunque el ecosistema cafetero colombiano por ser uno de los países que usa pocos insecticidas, es muy estable y posee una buena y duradera biodiversidad, lo que favorece el desarrollo de fauna benéfica manteniendo un relativo equilibrio de las plagas residentes (Bustillo, 1991), el uso indiscriminado de químicos contaminaría las cuencas y reservas ecológicas que maneja el paisaje cafetero, afectando también la salud de las familias campesinas de las zonas (Bustillo *et al.*, 1998). Por lo anterior, es de vital importancia que el control de la broca del café se enfoque a través de los programas de manejo integrado conociendo a fondo todos los factores que componen el ecosistema cafetero y las múltiples interacciones que este contenga con la población y el daño que genera la broca.

2.1 Biología de la Broca del café (*Hypothenemus hampei*)

La broca del café (Figura 1), es en la actualidad la plaga más severa para el café ya que se encuentra presente en casi todas las regiones productoras del mundo.

Este insecto daña la cereza internándose y reproduciéndose en el endospermo, pero solo es apropiado para el desarrollo de la descendencia si éste es sólido, es decir con un peso seco del 20% aproximadamente. Este coleóptero, demuestra una gran preferencia por los frutos sobre- maduros que demoran unas 16 semanas en llegar a tal estado después de una floración dependiendo de la temperatura de la zona. Si la hembra perfora un fruto con endospermo joven, ésta sólo penetra un pequeño tramo (mesodermo) y puede esperar varias semanas en un corto túnel hasta que el fruto madure lo necesario para seguir su perforación (Baker, 1999). Una vez la broca perfora el endospermo endurecido, comienza a cavar túneles y galerías en donde oviposita grupos de huevos dañando por completo el grano y en la mayoría de las veces causa la caída prematura de los frutos del árbol (Bustillo *et al.* 1998).

La reproducción de la broca es endogámica, donde la broca colonizadora pone una descendencia mayor de hembras que de machos. Estos no vuelan debido a que sus alas están atrofiadas, son de menor tamaño que la hembra y se mantienen dentro del fruto copulando con sus hermanas antes de que éstas salgan a colonizar nuevos frutos sanos. Tanto las hembras como los machos son diploides, pero el macho no transmite ni expresa los cromosomas paternos; la proporción que se mantiene entre hembras y machos es de 1:10 respectivamente (Bustillo, 2006).



Figura 1. Adultos de broca del café (*Hypothenemus hampei*)

Una vez la broca emerge, la hembra adulta se encuentra lista para procrear e infestar nuevos frutos de café (las hembras al salir del fruto ya se encuentran fecundadas). Generalmente, la hembra ataca los frutos en desarrollo 8 semanas después de la floración hasta la época de cosecha, unas 32 semanas aproximadamente; en promedio la broca puede poner de 2 a 3 huevos por día en un período de 15 a 20 días de ovoposición, y puede llegar a poner hasta 74 huevos durante toda su vida (Baker, 1999).

La incubación de los huevos dura aproximadamente 7 días donde luego pasa a la siguiente etapa de larva que demora unos 15 días para machos y 19 para hembras; alcanza el estado de pre-pupa que dura alrededor de unos 2 días y luego de unos 6 a 7 días posteriores, se despliega a pupa donde comienza su desarrollo de broca joven color café claro (carmelita) a broca adulta de color negro. El ciclo completo de la broca (Figura 2) en Colombia es de unos 27,5 días a una temperatura óptima entre los 23°C y 24,5°C, sin embargo una nueva progenie de brocas demora unos 45 días con una temperatura promedio entre los 20°C y 22°C (Bustillo, 2006).

Los frutos de café son susceptibles al ataque de las hembras cuando su peso seco es del 27% o mayor, lo que significa que el fruto ha alcanzado un desarrollo aproximado entre 100 y 150 días después de la floración (Bustillo *et al.* 1998).

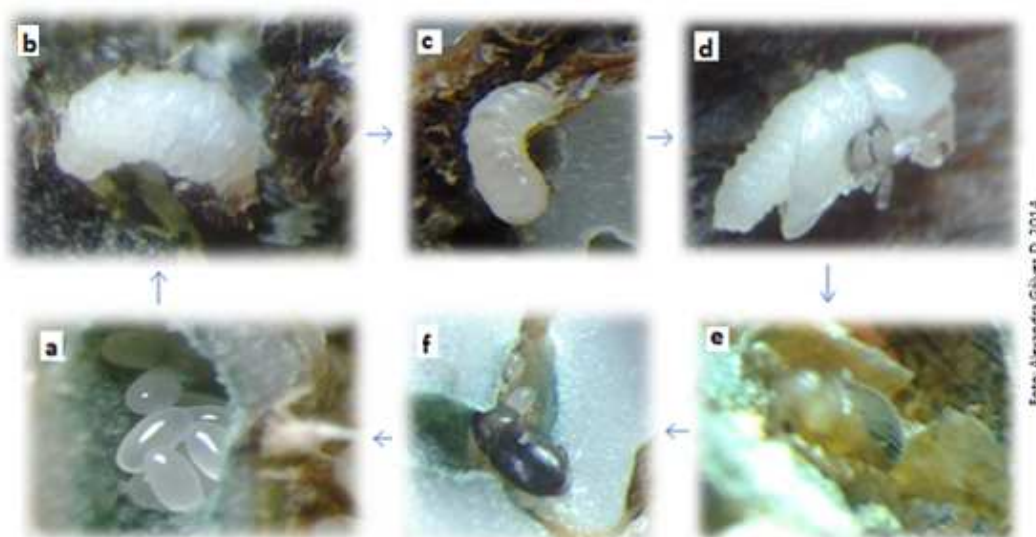


Figura 2. Diferentes estados en el ciclo biológico de *Hypothenemus hampei*. **a.** Huevos, **b.** Larva, **c.** Prepupa, **d.** Pupa, **e.** Broca joven (carmelita), **f.** Broca adulta con descendencia.

2.2 Efecto de la humedad y la temperatura sobre la broca

Según Bustillo (2006), los frutos secos que caen al suelo pueden llegar a ser albergue de gran cantidad de adultos, los cuales emergen con una alta humedad (>90% H.R.) ocurrida después de la lluvia. La mortalidad y el ciclo de vida de la broca dependen inevitablemente de la humedad, por ejemplo, a una baja humedad ocurre alta mortalidad, mientras que en una alta humedad entre 90% y 93,5% H.R. se da una máxima fecundidad de la broca. No obstante, en frutos

infestados la emergencia es mayor cuando se incrementa la humedad en un 90% y 100% H.R. y también cuando la temperatura aumenta (20-25°C), sin embargo cuando la temperatura es de 20°C o menor, la emergencia de la broca es baja.

Pese a, las diferentes condiciones ambientales y las variaciones de la temperatura, hay notables conmutaciones en cuanto a la información de la duración de los estados.

En investigaciones previas, es muy poco lo que se ha podido controlar o mantener firme este factor para obtener datos confiables en la relación grados-días que la broca necesita para completar el desarrollo pleno de sus estados (Bustillo *et al.* 1998).

Baker *et al.* (1994), demostraron en condiciones de laboratorio, que la broca es demasiado sensible en humedades bajas, por lo que suponen, que espera un tiempo para emerger después de la lluvia teniendo más probabilidades de evitar una desecación antes de encontrar un fruto sano nuevo.

Bustillo (2006), asegura que en períodos prolongados de sequía caen más frutos de los árboles, lo cual acelera la maduración y afecta la calidad del fruto. Sin embargo, si estos frutos se encuentran infestados el desarrollo de la broca es más rápido, lo que sugiere un tiempo generacional más corto y una reproducción mayor debido a la poca humedad.

Baker (1984), también demostró en el laboratorio que la broca alza vuelo lentamente y en forma casi vertical logrando volar hasta una hora y media y más de tres horas en vuelos sucesivos.

2.3 Emergencia de la broca de frutos del árbol y del suelo

En trabajos realizados por Trojer y Gómez (1965) encontraron que los frutos que no son recolectados y son dejados en las ramas del árbol de café son la mayor “fábrica y bodega” que provee de brocas a los frutos verdes, ya que van alcanzando el estado apropiado para su reproducción. Los frutos secos también se vuelven potentes refugios, de los cuales van emergiendo a medida que crece la competencia por alimento y espacio.

Montoya *et al.* (1994), aseguran que la reproducción de la broca la interior del fruto, solo se puede llevar a cabo, cuando el fruto tiene un estado de

semiconsistencia, lo que quiere decir que el contenido de agua es inferior al 75%, con una acumulación de materia seca mayor del 20%.

2.4 Manejo Integrado de la Broca del Café

Según [Benavides et al. \(2003\)](#), debido al comportamiento y a la biología de la broca, ha sido muy difícil tener un íntegro control ya que este coleóptero se reproduce rápidamente y se encuentra protegido al interior de los frutos de café. Por otro lado, el uso de insecticidas ha mostrado muy poca eficacia y además puede alterar el ecosistema cafetero, es por lo anterior que se han instaurado estrategias de manejo integrado resaltando las prácticas de control cultural y biológico.

Investigaciones realizadas en Cenicafé indicaron que después de la recolecta, tanto en los árboles como en el suelo, queda aproximadamente un 10% de la cosecha. [Bustillo et al. \(1998\)](#), afirmaron que las prácticas de control cultural constituyen un 80% del éxito en el control global de la broca, minimiza el refugio y el alimento de la plaga modificando así también su reproducción.

Estudios realizados en diferentes países donde se cultiva café, demostraron que la mejor técnica para controlar la broca es disminuir el sombrero de los cafetales y recolectar los frutos restantes del árbol y del suelo (Re-Re). En Colombia, se demostró que la recolecta de los frutos maduros dejados en el árbol reduce hasta un 6% los niveles de infestación durante un ciclo de cosecha ([Bustillo et al. 1998](#)).

[Salazar et al. \(1993\)](#), aseguraron que la broca tiene una mayor afinidad por los frutos que se encuentran en avanzado desarrollo (sobre maduros y secos), lo cual asegura la alimentación por mayor tiempo de las larvas. Por consiguiente, la broca ataca frutos entre 10 y 15 semanas de desarrollo, lo que significa que el fruto tiene un 80% o menos de humedad.

2.4.1 Control cultural

Esta práctica, radica en cosechar oportunamente los granos maduros y a descartar del mismo cultivo los granos secos. Para los granos caídos e infestados se deben tratar sumergiéndolos en un recipiente de vidrio con alcohol o dependiendo de la cantidad de estos frutos, se pueden tratar en un tanque con agua hirviendo o insecticidas ([Bustillo, 1991](#)). A esta práctica, también se le deben sumar otras recomendaciones como fumigaciones en centros de acopio,

tratamiento térmico a los costales, descomposición de la pulpa en un mismo sitio y en lo posible hacer un buen secado mecánico del café.

Los resultados obtenidos para este tipo de control, muestra que este tipo de control es fácil, práctico, realizable y altamente eficiente en una reducción en las poblaciones de la broca en focos atacados oportunamente (Bustillo, 1991).

2.4.2 Control químico

Aunque en otros países se usan ampliamente los químicos como controladores de plagas, en Colombia esta práctica no se usa casi, debido a las múltiples floraciones que hay en el año, lo cual incrementaría el número de aspersiones, causando una gran contaminación ambiental y desequilibrio ecológico en las zonas cafeteras, sin mencionar los daños de salud que genera en la población campesina y fauna silvestre de las zonas (Bustillo, 1991).

Cabe resaltar, que el abuso de los químicos también genera una alteración en la mortalidad de parásitos de la broca. Estudios realizados en Cenicafé, aseguran que el endosulfan es un mortal químico para la avispa *Cephalonomia stephanoderis* Betrem, causando hasta un 100% de mortalidad en la población de este insecto. Es por esto, que se hace muy difícil incluir el uso de químicos en el plan de manejo integrado de la broca (MIB). Sin embargo, a esta práctica solo se acude en casos extremos bajo supervisión técnica (Bustillo, 1991).

2.4.3 Control biológico

Como parte del control biológico también se han llevado a cabo varios estudios con hongos entomopatógenos y parásitos propios de la broca; el hongo *Beauveria bassiana*, hasta ahora es el que mayor éxito ha tenido en el control de la broca. Algunos estudios, indican que este hongo se puede presentar en todos los sitios a los que la broca llega, e incluso se pueden presentar epidemias causadas por *B. bassiana* en poblaciones de brocas.

Bustillo (2006), inscribe que también se realizaron evaluaciones con aspersiones de *B. bassiana* y *Metarhizium anisopliae* sobre la broca en frutos caídos al suelo, las cuales arrojaron datos estadísticos de niveles más altos de infección en la broca por estos hongos en las ramas del árbol después de cinco días de la infestación en el suelo.

Por otro lado, hay otro tipo de parásitos que se pueden criar en condiciones de laboratorio como lo son las especies de la familia Bethyilidae: *Prorops nasuta*

Waterston y *Cephalonomia stephanoderis* Betrem, pero otras especies como *Heterospilus coffeicola* Schmiedeknecht (Braconidae) y *Phymastuchus coffea* La Salle (Eulophidae) no se pueden cultivar en condiciones de laboratorio (Bustillo, 1991).

Otro control que recomienda la Federación Nacional de Cafeteros de Colombia es el zoqueo que consiste en cortar el árbol unos 30 cm por encima del suelo; aunque muchas veces esto ocasiona la dispersión de algunos adultos de broca. El zoqueo se debe realizar después de que la planta ha dado alrededor de unas 4 o 5 cosechas. Esta práctica renueva los cafetales y facilita el control de la broca, aunque si no es bien realizada puede causar infestaciones altas en lotes aledaños (Mejía *et al.* 2007).

2.5 Daño e Impacto económico

Según Benavides *et al.*, (2003) a lo largo de varios años en Cenicafé, se han llevado a cabo varias investigaciones sobre el manejo integrado de la broca conociendo mejor su biología y el comportamiento de ataque en Colombia, desarrollando nuevas estrategias de control. Sin embargo, un aspecto fundamental para el control de esta plaga es la práctica cultural, que consiste en hacer un uso adecuado de los frutos que quedan en el árbol y en el suelo, es decir, cosecharlos de manera eficiente y oportuna para evitar la presencia de frutos sobremaduros y secos en el cafetal.

Estudios realizados por Benavides *et al.*, (1998), presentaron valoraciones económicas de la importancia de la implementación del programa de Manejo Integrado de la Broca (MIB) en Colombia, ya que disminuyen los niveles de la plaga en campo, si se hace una mayor inversión monetaria, obteniendo un mayores ingresos.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Generalidades

La presente investigación fue desarrollada en el Laboratorio de Nematodos ubicado en La Granja – Cenicafé, en el municipio de Chinchiná (Caldas), realizado entre los meses de julio y noviembre de 2014, bajo las siguientes características meteorológicas: 05° 00' latitud Norte, 75° 36' longitud Oeste, a una altura de 1.310 m.s.n.m., con una temperatura media de 28°C y una humedad relativa entre 70-80%.

Para cumplir con los objetivos propuestos y evaluar la efectividad de los productos seleccionados en condiciones de laboratorio, el experimento se llevó a cabo en dos fases: la primera fase se realizó con frutos con maduración entre maduros y sobremaduros y frutos con maduración entre verdes y pintones; y la segunda fase, se realizó con frutos de 16 días de infestación.

3.2 Material biológico

Frutos de café sanos (Fase I):

Se usaron frutos de café sanos con diferente grado de maduración: verdes y pintones; y maduros y sobremaduros (Figura 3), los cuales fueron suministrados de la Estación Experimental El Naranjal y de algunos lotes de Cenicafé.

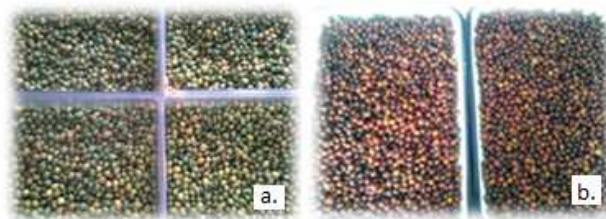


Figura 3 . Frutos con diferentes estados de maduración, a. Grupo 1 (maduración entre verde y pintón), b. Grupo 2 (maduración entre maduro y sobremaduro).

Brocas adultas de Café (*Hypothenemus hampei*) (Ferrari):

Las brocas adultas fueron suministradas por el Laboratorio de cría de Parasitoides BIOCAFÉ® de acuerdo con metodologías estandarizadas, cultivadas bajo óptimas

condiciones de temperatura entre 30-35°C y una humedad relativa del 75% H.R con un tiempo de emergencia entre 2 y 5 horas. (Figura 4).



Figura 4. Tara y suministro de brocas adultas recién emergidas

Frutos de café infestados (Fase II):

En la segunda fase se usaron frutos de café cerezo con un tiempo de infestación de 16 días, bajo condiciones controladas de temperatura ($24^{\circ}\text{C}\pm$) y con una humedad relativa del 80% H.R suministrados por el Laboratorio de Cría de Parasitoides BIOCAFÉ® localizado en La Granja – Cenicafé. (Figura 5)



Figura 5. Frutos Infestados

Suelo:

La tierra usada en el ensayo fue recolectada en cercanías al municipio de Chinchiná. Subsiguientemente en el laboratorio Multilab Agroanalítica ubicado en Planalto - Cenicafé, se realizó un análisis de suelo para saber las características fisicoquímicas del mismo (Anexo 1). Una vez realizado el análisis, éste se esterilizó en autoclave para que no hubiera algún tipo de interferencia con la biota propia del suelo y los productos aplicados.

3.3 Productos comerciales

Se usaron cuatro productos químicos y biológicos, todos en concentraciones diferentes, C1– la recomendada, C2– 10 veces la recomendada y C3– 100 veces la recomendada para evaluar la eficacia de degradación de los frutos de café del suelo en dos estados de maduración del fruto, entre verde y pintón y entre maduro y sobre maduro.

A continuación se procedió a la preparación de los productos seleccionados. (Tabla 1):

Tabla 1. Productos y dosis seleccionadas			
Producto Comercial	Dosis recomendadas por casa comercial	[]	Dosis aplicadas + 340 ml H ₂ O destilada estéril
VISCOZYME L	0,3 ml/kg	C2	1,35 ml
TRIBIOL	10 g /kg	C1	4,5 g
DEGRADADOR DE COMPOSTAJE (Trichobiol, Subtilin, Pseudobiol)	0,26 ml/kg	C3	11,1 ml
PERÓXIDO DE HIDRÓGENO 30% p/v	N.A	C3	4,5 ml
TESTIGO HÚMEDO (H ₂ O desti. estéril)	N.A	N.A	N.A
TESTIGO SECO	N.A	N.A	N.A

VISCOZYME L: Enzima declarada: Beta-glucanasa (endo-1,3(4)-). Activiad declarada: 100 FBG/g. Este producto contiene actividad de Xilanasas, Celulasas, Hemicelulasas.

Cantidad usada: 1,35 ml de la enzima y se adicionó en 340 ml de agua destilada estéril.



TRIBIOL: Agente microbial en gránulos dispersables de uso agrícola. Ingrediente activo: 30% *Trichoderma harzianum* (5×10^9) esporas/gr. Cantidad usada 4.5 gr. Se pesó el producto granulado sobre un retaso de tela muselina, a continuación se cerró la tela en forma de bolsa y se sumergió en 340 ml de agua destilada estéril con el fin de que el producto se liberara totalmente hasta quedar el granulado blanco.



DEGRADADOR DE COMPOSTAJE: Este producto se compone de tres bioelementos:

1. TRICHOBIOLOG WP, Agente microbial en polvo de uso agrícola. Ingrediente activo: *Trichoderma lignorum* (1×10^8) conidias viables por gramo. Cantidad usada 1, 89 g.
2. SUBTILIN, Agente microbial concentrado líquido de uso agrícola. Ingrediente activo: *Bacillus subtilis* (1×10^{10}) ufc/ml. Cantidad usada 6 ml.
3. PSEUDOBIOLOG, Inoculante biológico solubilizador de fosforo concentrado líquido de uso agrícola. Ingrediente activo: *Pseudomonas fluorescens* (1×10^8) ufc/ml. Cantidad usada 6 ml.

Una vez lista la mezcla se dispense 11,1 ml en 340 ml de agua destilada estéril y se agitó activamente para homogenizar bien la preparación.



PEROXIDO DE HIDROGENO: PANREAC PRS 30% p/v (100 vol.) estabilizado de uso industrial. Cantidad Usada: 4.5 ml en 340 ml de agua destilada estéril.



3.4 Unidades Experimentales

Como unidades experimentales (U.E.) se usaron contenedores de plástico rígido traslúcido de 16 onzas a los cuales se les adicionó 200 gr de suelo estéril y se cubrió cada recipiente con un trozo de tela muselina (19cm x 19cm) sujeta con una banda elástica de caucho. Para que el suelo de cada U.E. conservara una humedad relativa entre el 40 y 60% durante los 5 meses que duró el montaje en condiciones de laboratorio, fue necesario crear previamente a cada recipiente un agujero en la base para que absorbiera el agua aplicada en las bandejas por capilaridad (Figura 6), esto con el fin de no adicionar agua por encima ya que podría remover el producto aplicado sobre los frutos.

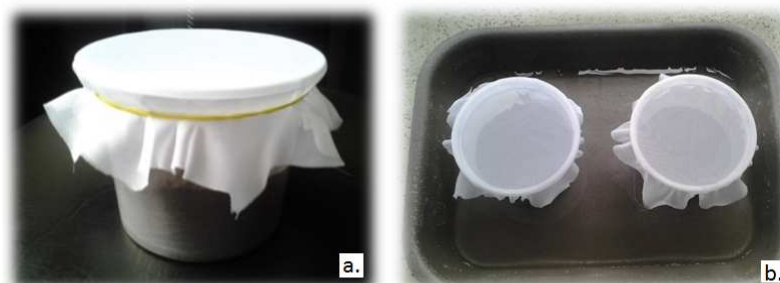


Figura 6. a. Unidad Experimental, b. Adición de agua en las bandejas

3.5 Metodología

3.5.1 Fase I. Frutos sanos

Como se menciona anteriormente, esta fase se compone de dos etapas:

3.5.2 Etapa I. Evaluación con frutos maduros y sobremaduros (grupo 2)

Primeramente, se pesaron 450 gramos de frutos maduros y sobremaduros por tratamiento y para los cuatro tiempos de adición de brocas (Tabla 2). Pasados 5 minutos, se procedió a sacar de cada preparación 20 frutos al azar para cada unidad experimental (Figura 7). Para el testigo húmedo se utilizó la misma cantidad de frutos aplicando agua destilada y lo mismo para el testigo seco pero sin ningún tipo de producto.

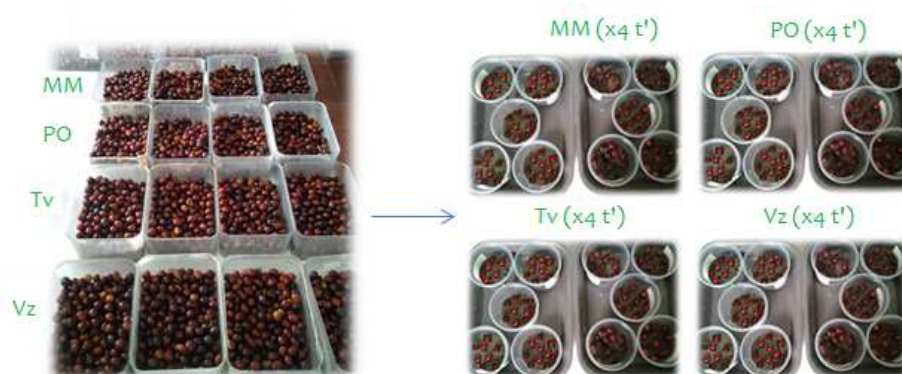


Figura 7 . Distribución de frutos maduros y sobre maduros en las unidades experimentales de cada tratamiento para los cuatro tiempos.

Seguidamente, se cubrió cada U.E. con la tela y se llevó a un cuarto aparte donde se ubicaron en estantes bajo condiciones controladas de temperatura ($28^{\circ}\text{C}\pm$) y humedad (60-70% H.R.), allí se posicionaron aleatoriamente de a cinco U.E. por bandeja metálica y posteriormente en estantes de metal rotulados con su respectivo número, nivel y posición (a-b) para garantizar que las condiciones de temperatura y humedad sean iguales para todas las unidades experimentales (Figura 9).

3.5.3 Etapa II. Evaluación con Frutos verdes y pintones (grupo 1)

Esta segunda etapa se realizó el mismo procedimiento anterior. Se pesaron 450 gr de frutos entre verde y pintón por tratamiento y para cada tiempo de adición de

brocas (Tabla 2) Para el testigo húmedo se utilizó la misma cantidad de frutos aplicando agua destilada y lo mismo para el testigo seco pero sin ningún tipo de producto (Figura 8).

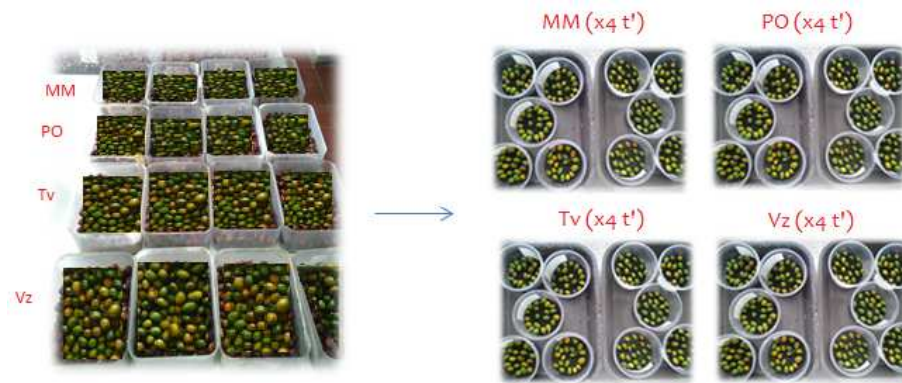


Figura 8 . Distribución de frutos verdes y pintones en las unidades experimentales de cada tratamiento para los cuatro tiempos

Seguidamente, se cubrió cada U.E. con la tela y se llevó al cuarto para ubicar las bandejas en los estantes bajo las mismas condiciones de temperatura ($28^{\circ}\text{C}\pm$) y humedad (60-70% H.R.) y distribuidos de la misma manera que la etapa 1 (Figura 9).

Tratamientos	Repeticiones x Tratamiento	Tiempos liberación Brocas (días)	Unidades Experimentales x Tratamiento	Total Unidades Experimentales
Testigo H ₂ O	10	1, 5, 15 y 30	40	280
Testigo Seco				
MM				
PO				
Tv				
Vz				



Figura 9. Distribución aleatoria de Unidades experimentales en el cuarto aislado

Para el registro de temperatura y humedad, se contó con un Termohigrógrafo suministrado por la disciplina de climatología en Planalto (Figura 10).

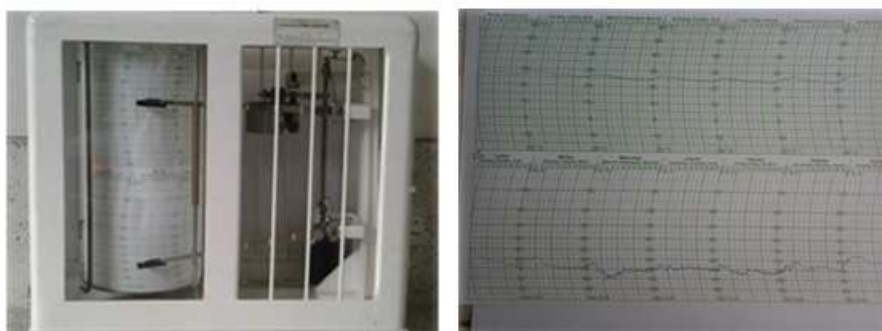


Figura 10. Termohigrógrafo y hoja de registro de temperatura y % de humedad.

3.5.4 Liberación de Brocas

Una vez ubicados los tratamientos y para determinar el efecto de los productos en cada grupo de maduración, se liberaron un promedio de 66 brocas adultas recién suministradas por el Laboratorio de cría de parasitoides BIOCAFÉ[®], con una periodicidad de 1, 5, 15 y 30 días posteriores a la aplicación de los productos. Obsérvese en las figuras 11 y 12 la descomposición de los frutos en los diferentes estados de maduración para la liberación de las brocas adultas.

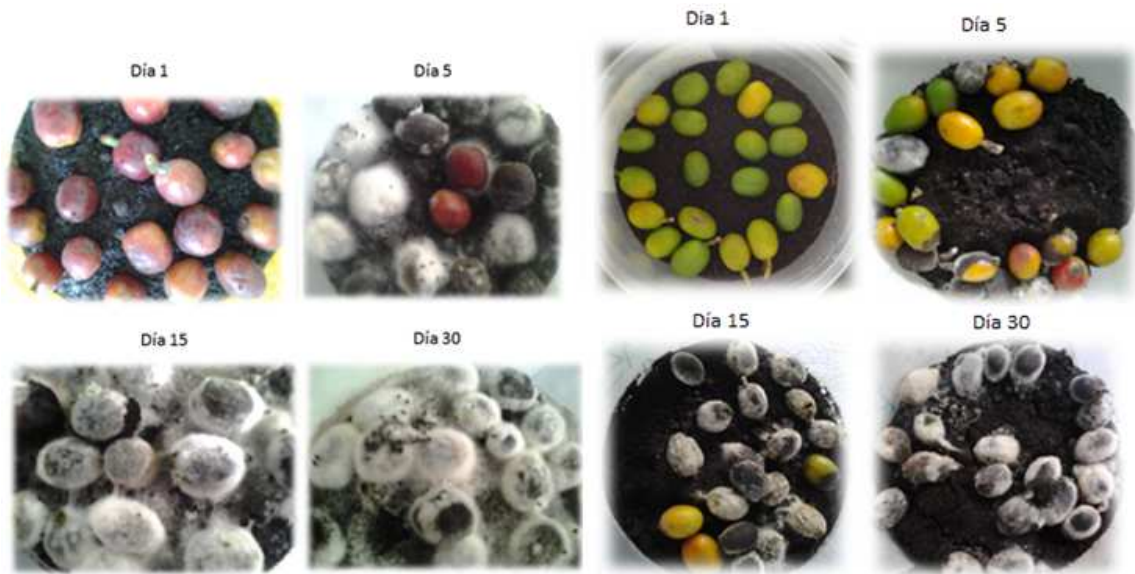


Figura 11 Aspecto de frutos maduros y sobremaduros después de la adición de los tratamientos en los cuatro tiempos.

Figura 12 Aspecto de frutos verdes y pintones después de la adición de los tratamientos en los cuatro tiempos.

Una vez liberadas las brocas adultas en cada U.E. para cada tiempo específico y para cada grupo de maduración, se procedió nuevamente a cubrir el recipiente con la tela muselina y con la ayuda de una brocha se aplicó sobre la tela pegante Biotrapa® para las posteriores capturas. A continuación, se ubicaron los tratamientos nuevamente y en la misma posición inicial en los estantes.



3.5.5 Capturas y disección de frutos brocados (Fase I)

Pasados 10 días de cada liberación se procedió a hacer conteo de las brocas atrapadas en la tela impregnada con el pegante, posteriormente se limpiaron los granos para retirar el exceso de descomposición y seguidamente se disectaron bajo el estereoscopio sólo los frutos brocados, con el fin de determinar la posición de la broca y la cantidad de estados presentes en cada grano. Los frutos que no se encontraban brocados fueron recolectados y rotulados respectivamente para ser enviados al laboratorio de química para análisis bromatológicos.

En los datos obtenidos de las disecciones y para cada tratamiento, se evaluó la proporción de frutos con estados, la proporción total de estados vivos por fruto y el promedio por fruto para cada estado.



Captura de Brocas y Limpieza de frutos



Disección de frutos

3.5.6 Fase II (Fruto infestado)

En esta segunda fase se utilizó el mismo sistema de bioensayo descrito en la primera fase, a diferencia que de que se usaron frutos con 16 días de infestación previa. Cabe anotar, que antes de la adición de los productos se escogieron frutos que tuvieran entre 1 y 2 orificios con el fin de garantizar la presencia de la broca en estos frutos. Una vez estos escogidos, se procede a la adición de los productos con las mismas cantidades y concentraciones descritas inicialmente en la tabla 1. Luego, se pesó 450 gr de frutos infestados por tratamiento; pasados 5 minutos con los productos aplicados se decanta el exceso de la solución y a continuación se procede a la distribución de 20 frutos en las unidades experimentales (Figura 13). Previo a esto, se tuvo listas las 60 unidades experimentales con 200 gr de suelo estéril (Tabla 3).

Tabla 3. Distribución de Unidades experimentales (Frutos infestados)			
Tratamientos	Repeticiones x Tratamiento	Tiempos de Infestación de frutos (días)	Total Unidades Experimentales
Testigo H ₂ O	10	16	60
Testigo Seco			
MM			
PO			
Tv			
Vz			

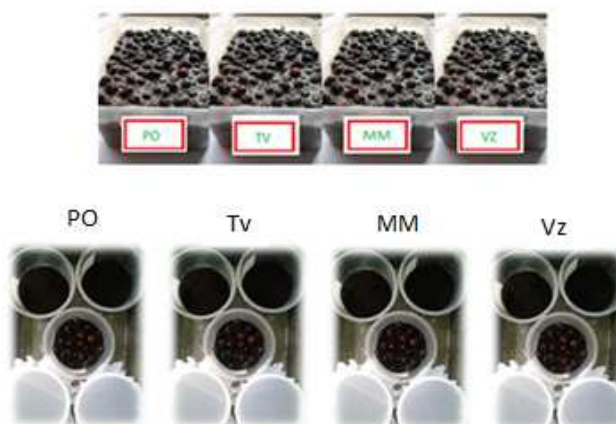


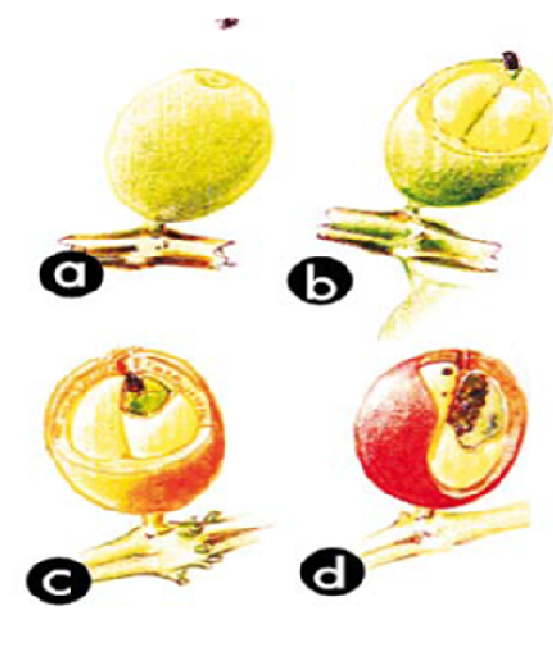
Figura 13 Distribución de frutos infestados por tratamientos en las unidades experimentales

A continuación, se cubrió cada U.E. con la tela y se impregno cada una con pegante Biotrapa[®] y se llevó al mismo cuarto para ubicar las bandejas en los estantes bajo las mismas condiciones de temperatura ($28^{\circ}\text{C}\pm$) y humedad (60-70% H.R.) y distribuidos de forma aleatoria.



3.6 Determinación de la posición de la Broca

Para determinar la posición de la broca en el fruto se deben disecar los frutos para contar el número de brocas vivas y muertas junto a los estados para estimar el porcentaje de cada uno (figura 14). Al realizar esta evaluación, también se hacen las observaciones sobre la posición de la broca dentro de cada fruto (Bustillo, 2002).



a. Se refiere a una broca posándose en el fruto o que inicia la perforación del fruto

b. Se refiere a una broca en el canal de perforación (ombbligo)

c. Se muestra la broca perforando la almendra

d. Se refiere a la broca dentro de la almendra con descendencia (huevos, larvas y pupas)

Fuente: El manejo de los cafetales y su relación con el control de la broca del café en Colombia. (Bustillo, A. 2002).Cenicafé.

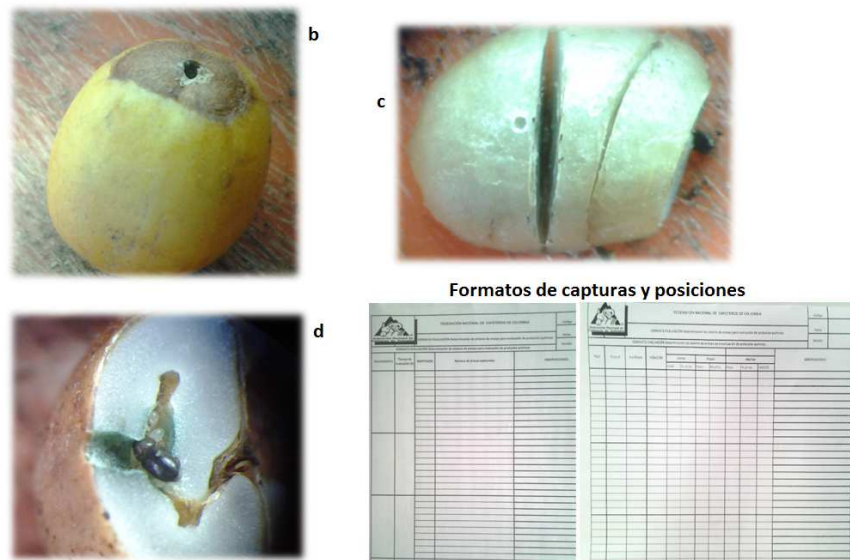


Figura 14. Determinación de posición de la broca en el fruto de café



Figura 15. Observación de frutos brocados con diferentes estados

3.7 Análisis estadístico

El experimento se realizó bajo un diseño completamente aleatorio, conformado por seis tratamientos (incluidos los testigos): tres productos evaluados, un testigo absoluto (sin aplicación de agua), un testigo relativo (aplicación de agua), y un testigo (peróxido de hidrógeno) con acción degradadora comprobada. Cada tratamiento contó con 10 (UE) por tratamiento (Tabla 2 y 3).

Este mismo diseño se utilizó tanto para los dos grupos de frutos durante la primera etapa con el fin de determinar el efecto de los tratamientos sobre la broca del café previo a su establecimiento, y en la segunda etapa para determinar el efecto de los tratamientos sobre la broca del café posterior a su establecimiento.

Todas las U.E. para todos los tratamientos se dispusieron aleatoriamente en bandejas que estaban localizadas en estantes metálicos debidamente marcados para indicar la posición de cada UE.

3.7.1 Variables evaluadas

Las variables evaluadas fueron, número de adultos capturados, el porcentaje de infestación, número de estados de broca al interior de frutos. Para cada variable y por tratamiento se realizó un análisis descriptivo; promedios e intervalos de confianza. Para determinar las diferencias estadísticas entre tratamientos, se realizó un Análisis de Varianza bajo el modelo de análisis del diseño experimental completamente aleatorio al 5% y para determinar estadísticamente diferencias de las mayores respuestas de cada variable por tratamiento, se realizó una prueba de comparación de medias Duncan al 5%. Para el análisis de los datos, se empleó el programa estadístico SAS versión 9,0 (SAS, 2008)

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

FASE I

Los valores promedio para las variables evaluadas tanto para fruto maduro-sobremaduro y verde se presentan en las tablas 6 y 9 respectivamente.

En relación con el efecto de los productos descomponedores en sus dosis seleccionadas, sobre la broca del café previo a su establecimiento en fruto maduro-sobremaduro, se observó reducción de la variable porcentaje de frutos brocados (prom \pm IC) para uno y cinco días después de aplicación, para los productos Viscozyme® (1dda: 30,5 \pm 6,4; 5dda: 51 \pm 10,1) y *Trichoderma viridae* (1dda: 36 \pm 6,7; 5dda: 52 \pm 13,7), en relación con el testigo (1dda: 41 \pm 8,2; 5dda: 70 \pm 19.7) (Tabla 5). Como consecuencia del efecto de reducción en el porcentaje de frutos brocados, se pudo observar el aumento de las capturas de brocas adultas particularmente para las liberaciones uno y cinco días después de aplicación de los tratamientos (Tabla 4). Estas tendencias, se igualan a los valores encontrados en el testigo, durante las liberaciones de brocas adultas a los 15 y 30 días después de aplicación. Para la variable número promedio de estados en fruto, ninguno de los productos evaluados presentó diferencias con el testigo.

Tabla 4. Promedio de capturas de adultos de *H. hampei* (Ferrari) en los diferentes tiempos de aplicación, sobre fruto maduro

Liberación brocas dda (días)	Tratamiento	Promedio	LI	LS
1	Testigo	10,50	5,22	15,78
	MM	19,20	13,57	24,83
	PO	22,67	15,45	29,89
	TV	24,90	21,51	28,29
	VZ	23,70	18,37	29,03
5	Testigo	18,00	14,32	21,68
	MM	15,70	10,81	20,59
	PO	22,20	18,21	26,19
	TV	21,40	14,21	28,59
	VZ	16,30	10,63	21,97
15	Testigo	12,80	8,85	16,75
	MM	11,80	8,54	15,06
	PO	12,70	9,67	15,73
	TV	13,20	9,59	16,81
	VZ	10,30	6,61	13,99
30	Testigo	18,80	13,09	24,51
	MM	28,60	18,75	38,45
	PO	22,10	15,54	28,66
	TV	20,10	13,95	26,25
	VZ	29,10	20,97	37,23

dda: días después de aplicación

LI: Límite inferior

LS: límite superior

Nivel de Confianza: 95%

Tabla 5. Porcentaje de infestación en frutos de café maduros y sobre maduros en los diferentes tiempos de aplicación

Liberación					
brocas	dda	Tratamiento	Promedio	LI	LS
		(días)			
1		Testigo	41	32,8	49,2
		MM	37	27,7	46,27
		PO	27,5	20,3	34,7
		TV	36	29,3	42,7
		VZ	30,5	24,1	36,9
5		Testigo	70	50,3	89,7
		MM	88,5	82,6	94,3
		PO	65	43,2	86,7
		TV	52	38,3	65,7
		VZ	51	40,9	61,1
15		Testigo	50,5	45	56
		MM	64,5	60,2	68,7
		PO	61	51,95	70
		TV	78,5	70,8	86,2
		VZ	56,5	45,8	67,2
30		Testigo	58	47	69
		MM	50,5	34,8	66,2
		PO	38	33,4	42,1
		TV	45	36,9	53,1
		VZ	47,8	36,4	59,2

dda: días después de aplicación

LI: Límite inferior

LS: límite superior

Nivel de Confianza: 95%

Tabla 6. Estados de *H. hampei* en frutos de café maduros y sobre maduros en diferentes tiempos de aplicación

Liberación brocas dda (días)	Tratamiento	Promedio	LI	LS
1	Testigo	3,00	2,01	3,99
	MM	2,95	1,68	4,21
	PO	4,17	3,00	5,34
	TV	3,08	2,02	4,15
	VZ	3,85	2,62	5,09
5	Testigo	1,61	1,14	2,09
	MM	1,93	1,49	2,36
	PO	2,58	1,91	3,26
	TV	3,88	2,96	4,80
	VZ	5,36	3,88	6,85
15	Testigo	2,43	1,73	3,12
	MM	2,92	2,15	3,69
	PO	7,30	5,59	9,02
	TV	4,07	2,87	5,27
	VZ	2,41	1,79	3,02
30	Testigo	1,91	1,35	2,46
	MM	4,85	3,34	6,36
	PO	3,13	2,03	4,23
	TV	1,29	1,08	1,50
	VZ	4,82	2,86	6,38

dda: días después de aplicación

LI: Límite inferior

LS: límite superior

Nivel de Confianza: 95%

Los resultados sobre fruto verde, a diferencia del maduro, no presentaron tendencias de reducción del porcentaje de frutos brocados para ninguno de los días después de la aplicación (Tabla 8) y en términos generales los porcentajes de infestación fueron menores corroborando lo que se menciona en la literatura, en relación con que la broca prefiere los estados maduros a los verdes. Por lo tanto al evaluar la variable número de capturas promedio por tratamiento, los valores

fueron similares para todos los tratamientos evaluados y si se compara con las capturas (Tabla 7), estos valores para fruto verde en general son mayores.

Tabla 7. Promedio de capturas de adultos de *H. hampei* (Ferrari) en los diferentes tiempos de aplicación sobre fruto verde.

Liberación			
brocas	dda	Tratamiento	Promedio ± LI / LS
(días)			
1		Testigo	22,80 7,2
		MM	25,20 10,3
		PO	27,32 9,4
		TV	22,43 12,5
		VZ	30,70 16,3
5		Testigo	26,00 12,3
		MM	29,15 9,8
		PO	35,33 7,2
		TV	27,45 11,2
		VZ	23,23 8,8
15		Testigo	20,70 12,3
		MM	19,45 7,4
		PO	22,37 6,6
		TV	23,43 10,9
		VZ	34,30 6,2
30		Testigo	28,78 13,1
		MM	26,30 8,2
		PO	32,10 10,5
		TV	20,54 11,1
		VZ	25,28 10,9

dda: días después de aplicación

LI: Límite inferior

LS: Límite superior

Nivel de Confianza: 95%

Tabla 8. Porcentaje de infestación en frutos de café verdes en los diferentes tiempos de aplicación

Liberación brocas dda (días)	Tratamiento	% Promedio	± LI / LS
1	Testigo	32	9,6
	MM	35	12,7
	PO	26	13,3
	TV	28	19,3
	VZ	37	11,1
5	Testigo	65	10,1
	MM	70	15,6
	PO	63	9,2
	TV	65	18,3
	VZ	60	13,3
15	Testigo	68	11,2
	MM	75	6,4
	PO	62	9,3
	TV	73	13,2
	VZ	70	10,1
30	Testigo	50	17,1
	MM	54	14,3
	PO	42	13,1
	TV	60	16,8
	VZ	48	11,1

dda: días después de aplicación

LI: Límite inferior

LS: límite superior

Nivel de Confianza: 95%

Como consecuencia de lo mencionado anteriormente, se puede observar el poco desarrollo de estados de broca al interior de los frutos verdes (Tabla 9).

Tabla 9. Estados de *H. hampei* en frutos de café verdes en diferentes tiempos de aplicación

Liberación			
brocas	dda	Tratamiento	Promedio ± LI / LS
(días)			
1		Testigo	1,3 1
		MM	1,8 0,8
		PO	2,5 1,2
		TV	2,2 0,7
		VZ	1,7 1,3
5		Testigo	2,1 1,7
		MM	2,9 0,7
		PO	1,8 0,6
		TV	2,2 1,7
		VZ	1,6 0,2
15		Testigo	3,1 1
		MM	2,2 1,5
		PO	2,5 2
		TV	3,5 1,3
		VZ	1,8 0,4
30		Testigo	1,1 1
		MM	2,3 1,2
		PO	1,3 0,7
		TV	2,0 1,1
		VZ	1,8 0,8

dda: días después de aplicación

LI: Límite inferior

LS: límite superior

Nivel de Confianza: 95%

FASE II

Los valores promedio para determinar las variables evaluadas y el efecto de los productos una vez se ha establecido la broca se presentan en la tabla 10.

Tabla 10. Promedios de las variables evaluadas sobre el efecto de tratamientos en el desarrollo de la broca del café, una vez se ha establecido en el fruto (16 dde)						
Trat	Variables					
	Promedio de brocas capturadas por U.E		Número de brocas capturadas por día		Número promedio de estados en fruto	
Testigo	43,90	cb	1,40	bc	4,13	ab
MM	52,70	cb	1,60	bc	3,65	ab
PO	63,20	ab	2,00	ab	2,80	b
TV	41,90	c	1,31	c	2,60	b
VZ	77,60	a	2,40	a	4,75	a
ANAVA	0,0017		0,0170		0,0852	
Anava: Análisis de varianza						
dde: días de establecimiento						
Trat: Tratamiento						
* promedios seguidos de la misma letra no son estadísticamente diferentes (Duncan 5%)						

Las variables promedio de capturas de brocas por U.E contemplada como la sumatoria de todas las brocas capturadas durante todo el tiempo de evaluación, guarda relación directa con la variable número de brocas capturadas por día, que se obtuvo a partir del total de brocas dividido por el número de días del experimento, lo que corresponde a la tasa diaria de emergencia por tratamiento. Para estas dos variables, el análisis de varianza mostró diferencias entre tratamientos y la prueba de comparación de medias (Duncan), muestra tres grupos diferentes. El primero conformado por el Testigo (fruto seco), MM y PO, los cuales tienen una tasa de emergencia estadísticamente diferente al grupo 2 (TV) con la menor tasa (1,31 brocas/día), y al grupo 3 (VZ) con la mayor tasa de emergencia (2,4 brocas/día).

En cuanto al número promedio de estados de broca en fruto, aunque el análisis de varianza no mostró diferencias significativas, los mayores promedios cercanos a lo mostrado por el testigo (4,13 estados/fruto), son VZ y MM con valores de 4,75 y 3,65 estados/fruto, respectivamente. Los menores valores se presentaron para PO con 2,8 estados/fruto y TV con 2,6 estados/fruto.

CONCLUSIONES

Los anteriores resultados muestran que el efecto de productos descomponedores (PO y TV principalmente), inducen a la broca en su estado adulto a salir del fruto una vez se ha establecido dentro del fruto. En el testigo, al presentarse una tasa de desarrollo de las brocas más lenta, al final de la evaluación presenta mayor número de estados dentro del fruto y una menor tasa diaria de emergencia.

La implicación de lo anterior está relacionada con que en tiempos de no cosecha o cuando los frutos en el campo son escasos, la aplicación de un producto que ocasione la salida prematura de la broca adulta y en un tiempo no propicio para infestar nuevos frutos, puede tener un efecto en la reducción de poblaciones del insecto en el campo.

Adicionalmente, si se piensa en medidas como la aplicación de mezclas con algún agente biológico como el hongo *Beauveria bassiana*, o un insecticida de categoría toxicológica baja, la viabilidad del patógeno y/o la eficacia del insecticida se podrían ver beneficiadas, afectando drásticamente las poblaciones del insecto.

RECOMENDACIONES

Evaluar el efecto de estos descomponedores sobre frutos infestados con tiempos inferiores a los acá evaluados, con el fin de conocer si con menos tiempos de establecimiento el efecto se mantiene.

Evaluar el efecto de mezclas con otros agroquímicos de baja toxicidad.



BIBLIOGRAFÍA


- Baker, P. S. (1984). Some aspects of the behavior of the coffee berry borer in relation to it's control in Southern Mexico (Col: Scolytidae). IN: Folia Entomológica Mexicana. Vol.6: 9-24.
- Baker, P. S. (1999). La broca del café en Colombia; Informe final del proyecto MIP para el café DFID – Cenicafé – CABI Bioscience (CNTR 93/1536A). Chinchiná (Colombia). Ejemplar 2: 154p.
- Benavides, M. P.; Bustillo, A. E.; Cárdenas, M. R.; Montoya, E. C.; Duque, H. (1998). Experiencias del manejo integrado de la broca del café *Hypothenemus hampei* (Col: Scolytidae) y evaluación biológica y económica de su implementación en Colombia. En: resúmenes XXV Congreso de la Sociedad Colombiana de Entomología. Socolen. Cali. 158 p.
- Benavides, M. P.; Bustillo, A. E.; Cárdenas, M. R.; Montoya, E. C. (2003). Análisis biológico y económico del manejo integrado de la broca del café en Colombia. Cenicafé 54 (1): 5-23.
- Bustillo, A. E. (1991). Perspectivas de un manejo integrado de la broca del café, *Hypothenemus hampei*, en Colombia. Agricultura Tropical, Cenicafé, vol. 28: 83-9.
- Bustillo, A. E.; Cárdenas M. R.; Villalba, D. A.; Benavides, M. P.; Orozco, H. J.; Posada, F. J. (1998). Desarrollo de un programa de Manejo Integrado de la Broca del café *Hypothenemus hampei* (Ferrari) en Colombia. Cenicafé, N° 1: 11-125.
- Bustillo, A. E. (2002). El manejo de cafetales y su relación con el control de la broca del café en Colombia. Boletín Técnico, Cenicafé (Colombia) N° 24: 1-34.
- Bustillo, A. E. (2006). Una revisión sobre la broca del café *Hypothenemus hampei* (Coleoptera: Curculionidae: Scolytinae), en Colombia. Revista Colombiana de Entomología. 32(2):101-116.

- Cárdenas, M. C.; Marcano, N.; Giraldo, H.; Aquino, A. (2007). Biología de la broca del café, *Hypothenemus hampei* Ferrari (Coleoptera: Curculionidae) bajo condiciones de campo, en el estado de Táchira, Venezuela. Revista Entomotrópica 22 (2): 49-55.
- Gómez, H. M.; Gaviria-Patiño, M. T. & Jurado, Z. O. (2004). Avances en el manejo integrado de la broca del café *Hypothenemus hampei* (Ferrari), en Colombia. Estudio de caso fases I-II-III-IV-V 1998 – 2002. Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. Instituto Colombiano Agropecuario ICA. Convenio ICA- Federacafé. 38 pp.
- Mejía M., C. G.; Bustillo P., A. E.; Duque O., H.; Montoya R., E. C. & Benavides M., P. (2007). Análisis biológico y económico del manejo integrado de la broca en la renovación de cafetales. Cenicafé 58 (2): 99-110.
- Montoya, S.; Cárdenas, R. (1994). Biología de *Hypothenemus hampei* (Ferrari) en frutos de café de diferentes edades. Cenicafé 45: 5-13.
- Salazar, M. R.; Arcila P., J.; Riaño, H. N. M.; Bustillo, A. E. (1993). Crecimiento y desarrollo del fruto del café y su relación con la broca. Avances Técnicos, Cenicafé No. 194:1-4.
- SAS, SAS/STAT. (2008) User's Guide 9,0 version. New York: SAS Institute.
- Trojer, H.; Gómez, L. (1965). Zonas cafeteras Colombianas susceptibles por sus condiciones climáticas a un ataque de la broca del café. Cenicafé 16 (1-4): 12-29.

ANEXO 1

Resultados análisis de suelo y características fisicoquímicas.

		MULTILAB AGROANALITICA Reporte suelos Fertilidad									
SOLICITANTE :	JUAN CARLOS LOPEZ	ORDEN :	3849								
PROPIETARIO :	JUAN CARLOS LOPEZ	No. MUESTRAS :	1								
FINCA :	EXPERIMENTO	FECHA RECIBO :	14/07/2014 14:30:59								
PROYECTO :	EXPERIMENTO FIDUCIA QUIMICOS	FECHA DE REPORTE :	26/07/2014 13:59:42								
MUNICIPIO :	CHINCHINA, Caldas										
VEREDA :											
Nlab	Referencia	pH	N	MO	P	K	Ca	Mg	Al	Textura	
			%		mg Kg ⁻¹						
4819	EXPIREMT FIDUK	5,0	0,23	5,1	30	0,26	3,02	0,41	0,1	F.A.	



HÉCTOR FERNANDO FRANCO A.
MULTILAB AGROANALÍTICA
Fernando.Franco@mlabsuelos.com
Multilab@cafedeocolombia.com.co

Método de Análisis :
pH: Potenciométrico-suelo; Agua 1:1; N: Calculado; MO: Walkley-Black - Colorimetría; K, Ca, Mg Na: Acetato de amonio 1N pH 7.0-EAA; Al:KCl IM-EAA; Fe, Mn, Zn, Cu: EDTA 0.01M-Acetato de amonio 1N pH 7.0- EAA; CIC: Acetato de Amonio 1N pH 7.0. colorimetría Nessler; P:Bray II-colorimetría Bray Kurtz; Textura : Bouyoucos con pirofosfato de sodio-clasificación diagrama triangular de USDA- F (franco), Ar (arcilloso), L (limoso), A (arenoso).