

UNIVERSIDAD NACIONAL DE AGRICULTURA

**INCIDENCIA DE CONTROLADORES BIOLÓGICOS EXÓTICOS DE LA BROCA
(*Hypothenemus hampei*) LIBERADOS EN LA ZONA CAFETALERA DEL LAGO
DE YOJOA**

PRESENTADO POR:

JOSUÉ ALEJANDRO MATUTE LOBO

DIAGNÓSTICO

**PRESENTADO A LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE AGRICULTURA COMO
REQUISITO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO
AGRÓNOMO**



CATACAMAS, OLANCHO

HONDURAS, C. A.

DICIEMBRE, 2013

**INCIDENCIA DE CONTROLADORES BIOLÓGICOS EXÓTICOS DE LA BROCA
(*Hypothenemus hampei*) LIBERADOS EN CAFETALES DEL LAGO DE YOJOA**

POR

JOSUÉ ALEJANDRO MATUTE LOBO

**CARLOS PINEDA M. Sc.
Asesor principal IHCAFE**

**RAUL MUÑOZ M. Sc.
Asesor principal UNA**

DIAGNÓSTICO

**PRESENTADO A LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE AGRICULTURA COMO
REQUISITO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE**

INGENIERO AGRÓNOMO

CATACAMAS, OLANCHO

HONDURAS, C.A.

DICIEMBRE, 2013

ACTA DE SUSTENTACION

DEDICATORIA

A las personas que siempre me han apoyado con todo su amor, paciencia y sabiduría, mis padres **Edye Mariano Matute Verde y Vilma Esperanza Lobo Romero** por inculcarme esos principios y forjarme un gran carácter, por ese sacrificio que solo ellos han sabido dar por nosotros sus hijos, hoy y siempre agradezco a Dios por lo afortunado que he sido por haber llegado a tener unos padres excelentes, me siento muy orgulloso de ellos, los amo y gracias por todo aunque esto no basta, siempre los honrare y admirare.

A mis queridísimos hermanos **Edye Leonardo, Ligia María, Marció David** por haberme brindado ese amor y esa hermandad que siempre fue mi impulso, mi fuente de aliento y de Perseverancia. Con ese carácter de superación que nos caracteriza a los cuatro, hoy quiero que sepan que los amo y admiro mucho de su hermanito el más chiquitito, especialmente al que llego a cambiarnos la vida a los cinco, **Edye Leonardo** te dedico este título y etapa de mi vida te amo chito.

A esa persona que me han enseñado a ser mejor cada día, a mi novia y amiga **Maritza Isabel Mejía Calderón** te amo y gracias por estar siempre a mi lado “**timbon**”.

AGRADECIMIENTO

A Dios todo poderoso que es el que nunca me ha dejado solo en este camino de mi vida, por esas personas que puso en mi camino, infinitas gracias Dios mío.

A mis padres **Edye Mariano Matute Verde y Vilma Esperanza Lobo Romero** por su apoyo incondicional y esas palabras de apoyo moral y económico. Y logra de mi ser una persona que siempre logro su sueño de ser un día un profesional útil a la sociedad y obediente a Dios y a sus padres.

A mis queridos hermanos **Edye Leonardo, Ligia Maria, Marcio David**, les agradezco por ese amor y ese apoyo que me brindaron durante estos largos cuatro años que estuve aquí internado y por a ver cuidado de la familia en especial a **Leonardo**.

A la Universidad Nacional de Agricultura por ser mi alma mater y acogerme en su seno para formarme como un profesional de las ciencias agrícolas.

Al Instituto Hondureño del Café (IHCAFE) por permitirme realizar mis estudios en tan prestigiosa institución al igual, al personal que allí labora en especial a Mirian, Lourdes, Fanny y Miguelito, agradeciendo a mis asesores por su tiempo, dedicación y orientación en mi trabajo.

CONTENIDO

ACTA DE SUSTENTACION	i
DEDICATORIA.....	ii
AGRADECIMIENTO	iii
LISTA DE TABLAS	vi
LISTA DE FIGURAS	vii
LISTA DE ANEXOS.....	viii
RESUMEN.....	ix
I INTRODUCCION.....	1
II OBJETIVOS.....	3
2.1. Objetivo general	3
2.2. Objetivos específicos.....	3
III REVISIÓN DE LITERATURA.....	4
3.1. Historia del café en Honduras	4
3.2. Detección de la broca en Honduras	5
3.3. Importancia económica y daños que causa la broca del café	6
3.4. Taxonomía de la broca	7
3.5. Distribución geográfica de la broca.....	7
3.6. Biología y ecología.....	8
3.7. Enemigos naturales	14
3.9. <i>Cephalonomia stephanoderis</i> Betrem	17
3.9.1. Clasificación taxonómica	17
3.9.2. Importancia de <i>Cephalonomia stephanoderis</i>	18
3.9.3. Descripción.....	19
3.9.4. Ciclo de vida.....	19
3.10. <i>Prorops nasuta</i> Waterston.....	20
3.10.1. Clasificación taxonómica	20
3.10.2. Importancia de <i>Prorops nasuta</i>	20
3.11.3. Descripción.....	21
3.11.4. Ciclo de vida.....	21
3.12. <i>Phymastichus coffea</i> La Salle.....	22
3.12.1. La clasificación taxonómica.....	22

3.12.2.	Oviposición	23
3.12.3.	Huevos.....	23
3.12.4.	Larvas	24
3.12.5.	Pupas	24
3.12.6.	Adultos	24
IV	MATERIALES Y METODOS	24
4.1.	Descripción y localización del lugar	24
4.2.	Materiales y equipo	24
4.3.	Recolección de frutos brocados.....	25
4.4.	Recolección de parasitoides de granos brocados colectados del campo	26
4.5.	Identificación de parasitoides	27
V	RESULTADOS Y DISCUSION.....	28
VI	CONCLUSIONES.....	39
VII	RECOMENDACIONES	42
VII	BIBLIOGRAFIA.....	42
ANEXOS		49

LISTA DE TABLAS

	Pag
Tabla 1. Descripción de las tres especies de parasitoides de la broca introducidos a México por ECOSUR.....	16
Tabla 2. Descripción de las fincas donde se encontraron enemigos naturales.....	29
Tabla 3 Descripción de las fincas donde no se encontraron enemigos naturales.....	38

LISTA DE FIGURAS

	Pag.
Figura 1. Finca con presencia de enemigos naturales.....	31
Figura 2. Promedio de adultos de la broca presentes por grano por muestreo.....	32
Figura 3. Presencia de adultos de <i>Cephalonomia stephanoderis</i> en estados fisiológicos del fruto del café.....	33
Figura 4. Brocas adultas encontradas en estados fisiológicos del fruto.....	35
Figura 5. Fincas parasitadas que utilizan insecticida.....	36

LISTA DE ANEXOS

	Pag.
Anexo 1. Encuesta sobre parasitoides de la broca del café.....	50
Anexo 2. Identificación de muestras de café brocado extraído de las fincas....	52
Anexo 3. Incidencia de <i>Phymastichus coffea</i> en granos brocados.....	52
Anexo 4. Emergencia de parasitoides y broca adulta a partir de frutos existentes en frascos.....	53
Anexo 5. Estado de desarrollo de parasitoides <i>C. stephanoderis</i> y <i>P. nasuta</i> encontrados en las muestras extraídas de las fincas.....	54

Matute Lobo, J.A. 2013. Incidencia de controladores biológicos exóticos de la broca del café (*Hypothenemus hampei*) liberados en la zona cafetalera del lago de Yojoa. Tesis Ing. Agr. Universidad Nacional de Agricultura. Catacamas, Honduras. 63p.

RESUMEN

El presente trabajo se realizó en la zona cafetalera del El Lago de Yojoa con el fin de diagnosticar la presencia y el control ejercido por los parasitoides exóticos de la broca del café (*Cephalonomia stephanoderis*, *Prorops nasuta* y *Phymastichus coffea*). Se evaluaron 30 fincas cafetaleras en las que previamente se habían liberado los controladores exóticos, las que poseen diferentes formas de manejo y control contra la broca del café (*Hypothenemus hampei*), las fincas ubicadas entre los 600 a los 1230 msnm de cada una se colectó 125 frutos perforados de cada estado fisiológico encontrado (Verde Sazon, Maduro, Seco de la Planta, Seco del suelo). Se procedió a observarlos diariamente durante 45 días y disectarlos al final de ese periodo, para contabilizar los controladores biológicos, los que fueron encontrados en el 23% de las fincas muestreadas, ubicadas en los lugares de: Rocanrol (IHCAFE), El Descombro (Fabiola Castejón), El Palomar (Martín Trochez), Pocas Cachas lote #9 (Francis Gómez), El Tigre (Ricardo Zelaya) y finca Cafetales del Lago (Manuel Marinaqui). Los parasitoides se encontraron en un 72% en los granos seco de la planta y maduro, ya que en estos frutos se encuentra alimento apropiado para la broca y al existir la plaga en ellos son los preferidos por los parasitoides, el 28% restante se encontró en granos seco del suelo y sazón, indicándonos que en el momento de realizar el muestreo, en los frutos por su estado fisiológico, solo se encontró adultos de *Cephalonomia stephanoderis*, porque en los granos únicamente existía adultos de la broca y por ello no hubo acción parasítica solo depredadora del enemigo natural. De acuerdo a la acción de *Phymastichus coffea*, en los granos recolectados debería existir brocas adultas parasitadas, sin embargo, ello no fue posible, debido, posiblemente a que el insecto no está establecido en la zona.

Palabras claves: Manejo Integrado de la Broca (MIB), Liberaciones, Enemigos Naturales.

I INTRODUCCION

La caficultura en Honduras es de gran importancia económica por su gran producción y comercialización nacional e internacional, llegando a constituirse el café en el primer lugar de exportación en 1994, este rubro ha logrado el desarrollo del sector rural del país debido a los grandes ingresos que este produce y sus bajos costos de producción (INCAE, 1999).

La producción de café sea visto afectada por diferentes plagas y hongos que han llegado a preocupar el sector cafetalero hondureño por su impacto que estas han causado como el minador de la hoja, roya del café entre otras. La broca del café ha sido una de las plagas que mayor pérdida provoca en este rubro ya que afecta especialmente la parte más importante del cultivo de café como lo es el fruto, al que utiliza para alimentar y reproducirse en su interior causando reducción de calidad y producción.

Para evitar pérdidas los caficultores han optado por diferentes métodos de control como son los químicos, etológico y culturales resultando algunos en altos costos de producción y manteniendo niveles perjudiciales de broca en la finca. La aplicación de agroquímicos en exceso modifican las características organolépticas del café a su vez perjudicando la salud del consumidor. Por ello el control biológico con parasitoides ha demostrado que es la práctica más rentable y accesible para el buen manejo de la broca del café.

El manejo integrado de la broca del café (MIB) ha demostrado gran efectividad en su aplicación, logrando una reducción considerable de la población. La broca del café tiene cincuenta enemigos naturales aproximadamente de los cuales han destacado dentro del país desde 1990 a *Cephalonomia stephanoderis*, *Prorops nasuta* y *Phymastichus coffea*. Estas

especies fueron liberadas sin la obtención de algún registro de incidencia o permanecía en la zona.

El propósito del presente trabajo fue determinar el impacto ejercido por los controladores biológicos después de su introducción, reproducción y liberación en las zonas cafetaleras de Honduras, especialmente en la zona del lago de Yojoa. Por ello en esta investigación se observó la distribución, de las tres especies liberadas (*Cephalonomia stephanoderis*, *Prorops nasuta* y *Phymastichus coffea*) para su diagnóstico y existencia en la zona examinada.

II OBJETIVOS

2.1. Objetivo general

Verificar bajo condiciones de campo, el establecimiento de *Cephalonomia stephanoderis*, *Prorops nasuta* y *Phymastichus coffea* en la zona cafetalera de lago de Yojoa.

2.2. Objetivos específicos

Determinar el estrato altitudinal preferido por los controladores biológicos liberados.

Identificar en que fincas de la zona se encuentran establecidos los tres enemigos naturales de la broca del café, para relacionar las poblaciones existentes con las condiciones climáticas imperantes y el número de especímenes liberados.

Establecer en base a población encontrada de los parasitoides, el grado de control que están ejerciendo sobre la plaga.

Relacionar el sistema de manejo de las fincas sobre la presencia de los organismos benéficos.

Determinar sí en las fincas muestreadas existen controladores biológicos nativos.

III REVISIÓN DE LITERATURA

3.1. Historia del café en Honduras

El café es el producto de exportación más importante para Honduras, sólo dejado atrás por el plátano entre los años 1987-1989 (Jasen, 1993). Su aporte en el valor de las exportaciones llegó, en el período 2012-2013, a 15 % más de la cosecha 2011-2012 (Palencia, 2012). El grano de café ha adquirido este rango por una fuerte expansión en las últimas décadas, causada tanto por una extensión de la superficie como un crecimiento de la cantidad de productores y un incremento en la productividad (Palencia, 2012).

El café se cultiva con importancia económica en 15 de los 18 departamentos del país, involucrando más de 100,000 productores (IHCAFE, 2010). Las principales áreas de producción se encuentran en los departamentos de El Paraíso, Santa Bárbara, Olancho, Copán, Comayagua, La Paz y Lempira. Continúan en importancia, los departamentos de Cortés, Ocotepeque, Yoro, Francisco Morazán e Intibucá. Por último están Choluteca y Atlántida (INCAE, 1999)

El 95.2% de los productores son pequeños propietarios con volúmenes de producción menores de 200 quintales, el 4.5% son medianos productores con producciones entre 200 y 1000 quintales; tan solo el 0.3% (170 productores) es considerado gran productor con sumas mayores de 1,000 quintales. La superficie de producción es de 313,697 manzanas y tiene una distribución de 77% en pequeños productores, 13% en medianos y 10% en grandes (INCAE, 1999).

El café a partir de 1994, representa el primer producto de exportación de Honduras. En la cosecha 2012-2013 la producción sumó 6.1 millones de sacos de 60 kg (Palencia 2012), la producción nacional ha mantenido una tendencia creciente desde 1980 a la fecha con altibajos propios de la actividad y sus ingresos se han visto afectados por las condiciones de un mercado sumamente fluctuante y sensible a variaciones en la producción y a acciones de comercialización de los países productores y consumidores de café (INCAE, 1999).

3.2. Detección de la broca en Honduras

En Honduras la broca del café fue detectada el 2 de junio de 1977 en el municipio de Choloma, departamento de Cortes, en la finca del señor Filiberto Díaz Zelaya, en un área de 310 manzanas, cultivadas de café catura, típica y bourbon, la finca se encuentra localizada a alturas entre 230 y 320 msnm, (Alonzo, 1983).

La broca del café *Hypothenemus hampei* Ferrari es por mucho la plaga más importante del cultivo del café. Debido a la carencia de enemigos naturales y al desconocimiento de su biología y comportamiento, por parte de los productores y técnicos, se diseminó e incrementó, casi en todas las zonas cafetaleras del país. A esto se sumó, como agravante, la caída de los precios del café, (Alonzo, 1983).

La poca ejecución de prácticas culturales (limpia, podas, manejo de sombra y fertilización) han contribuido para el establecimiento de fincas susceptibles al ataque de broca, reduciéndose con ello los rendimientos por manzana, afectando de manera directa el ingreso de las familias cafetaleras, puesto que se necesitan una mayor cantidad de libras uva para la obtención de un quintal oro (Barrera, 2011).

3.3. Importancia económica y daños que causa la broca del café

La broca del café es considerada como el insecto más dañino del café a nivel mundial (Le Pelley, 1973; Waterhouse & Norris, 1989; Damon, 2000; Jaramillo *et al*, 2006).

Es una plaga directa, pues perjudica el producto que se desea cosechar, es decir, el grano, disminuyendo el rendimiento y mermando su calidad. Se ha estimado que la broca causa pérdidas por US \$500 millones al año en el mundo (Jaramillo *et al*, 2010).

El rendimiento es afectado de varias formas: por la pudrición de los granos perforados en formación que provocan microorganismos saprofitos; por la caída de frutos jóvenes perforados; por la pérdida de peso que sufre el grano consumido por el insecto. Además, la broca puede contaminar al grano con hongos que producen ocratoxinas como *Aspergillus ochraceus* Wilh. (Vega y Mercadier, 1998; Gama *et al*, 2006). Las estimaciones más antiguas de pérdidas ocasionadas por la broca se basan principalmente en el porcentaje de frutos perforados y granos dañados (Reid y Mansingh, 1985).

Estudios en Guatemala señalan que la pérdida de rendimiento es proporcional al porcentaje de frutos perforados y que la calidad del café disminuye proporcionalmente con el porcentaje de granos perforados, es decir, que a mayor infestación corresponden porcentajes más altos de defectos o manchas en el grano (de Toledo, 1947; Ochoa-Milian *et al*, 1989).

La broca del café es un insecto muy pequeño de color negro con una cabeza del tamaño de la cabeza de un alfiler, perteneciente a la orden coleóptera, causa daño al fruto del café, teniendo generalmente como punto de inicio el ombligo del fruto, esta plaga tiene la capacidad de perforar frutos que presenten cualquier tipo de estado de maduración ya sea verde, maduro y seco, estos granos son utilizados para la reproducción de la larva, así también para su alimentación (Barrera *et al*, 2006).

Los frutos verdes, maduros y secos atacados por la broca presentan generalmente un agujero en su parte apical. Este agujero coincide con el centro o anillo del ostiolo del fruto. La perforación es hecha por la broca hembra a fin de entrar a la semilla o grano e iniciar la postura de huevos. A través del agujero se puede observar la emisión de un aserrín o polvo de tonalidad clara u oscura, el cual es más notorio cuando la broca está perforando frutos de café robusta. El corte de un fruto perforado por la plaga puede mostrar uno o ambos granos dañados. La broca prefiere los frutos maduros (Barrera *et al*, 2006).

Su ataque reduce el rendimiento y merma la calidad del grano. Los daños más comunes son, pudrición de granos en formación por microorganismos saprófitos que entran por la perforación; caída de frutos jóvenes por efecto del ataque; disminución de peso del grano por la alimentación de larvas y adultos; contaminación potencial del grano con Ocratoxina producida por hongos (*Aspergillus ochraceus*) que pueden vivir en las galerías (Barrera *et al*, 2006)

3.4. Taxonomía de la broca

Clase: Insecta

Orden: Coleóptera

Familia: Curculionidae

Subfamilia: Scolytinae

Género: *Hypothenemus*

Especie: *hampei*

3.5. Distribución geográfica de la broca

La broca del café es originaria de África, posiblemente del este y centro del continente. El primer caso como plaga del café fue reportado en Gabón en 1901, aunque J.A. Ferrari la

había identificado desde 1867 a partir de especímenes en una muestra de granos de café (Le Pelley, 1973 citado por Barrera 2011).

Según Borbón (1991), el ataque de este insecto se detectó por primera vez en granos de café de exportación de África hacia Europa en 1867. En América se ha reportado en todos los países: Brasil en 1913, Perú en 1962, Guatemala en 1961, Honduras en 1977, México y Jamaica en 1978, El Salvador 1981, Nicaragua y Colombia en 1988, República Dominicana en 1995 y en Venezuela en 1997.

3.6. Biología y ecología

La broca del café posee una extraña y compleja biología. Con excepción del breve periodo de vuelo que emplea para dispersarse y buscar al hospedero, la broca pasa el resto de su vida guarnecida en un fruto de café; en éste, encuentra el alimento necesario para sobrevivir y procrear, así como un refugio ideal para resistir las condiciones adversas del clima, escapar a sus enemigos naturales y a las aplicaciones de insecticidas (Barrera, 1994).

Los hábitos crípticos del insecto han favorecido la endogamia en un sistema de reproducción donde predominan las hembras, al cual se le conoce como spanandria (Kirkendall, 1983, 1993). Este sistema se asocia con la haplodiploidia, modo de reproducción donde los machos haploides se desarrollan partenogenéticamente a partir de huevos infértiles. Sin embargo, con la excepción del reporte de Muñoz (1989) quién trabajó con poblaciones de broca en Honduras, en la literatura no hay evidencia de haplodiploidía en este insecto (Barrera *et al*, 1995; Brun *et al*, 1995).

Generalmente un fruto de café es infestado por una sola hembra de *H. hampei*. Las excepciones suelen ocurrir en los frutos. La colonización de un fruto depende de la consistencia del grano (Barrera, 1994); si éste es acuoso o lechoso, el insecto tiende a

abandonarlo y como consecuencia tiende a podrirse por efecto de la herida y la acción de organismos saprofitos, mientras que cuando la consistencia es suficientemente dura, 20% de peso seco o más, la hembra fundadora construye sin dificultad una galería o cámara de oviposición (Barrera, 2011).

Los huevos son puestos de uno en uno formando grupos pequeños. La hembra oviposita de uno a tres huevos por día durante los primeros 15 o 20 días; después la oviposición disminuye gradualmente (Bergamin, 1943 citado por Barrera, 2011). Tanto la hembra fundadora como las larvas construyen túneles en el grano al alimentarse. Al final de su desarrollo, la larva pasa por un estado al que se le denomina “prepupa” antes de convertirse en la pupa propiamente dicha. La pupación ocurre dentro del grano donde nació la larva. La duración del ciclo biológico, de huevo a adulto, varía con la temperatura: 21 días a 27 °C, 32 días a 22 °C y 63 días a 19.2 °C (Bergamin, 1943 citado por Barrera, 2011). El ciclo biológico requiere 386.86 días-grado y el umbral mínimo de temperatura es de 11.25 °C (Costa y Villacorta, 1989 citado por Barrera, 2011).

Hacia la aparición de los primeros adultos de la descendencia de la primera generación, la población de la broca está constituida por 25-30 individuos en todos los estados de desarrollo, de los cuales hay 10 hembras por cada macho aproximadamente (Bergamin, 1943 citado por Barrera, 2011; Baker y Barrera, 1993). Diversas observaciones reportan una diferencia aún mayor en la relación de sexos, lo cual puede ocurrir en frutos que hospedan a varias generaciones del insecto y generalmente en frutos residuales. Se ha observado que los adultos maduran sexualmente entre dos y cuatro días después de haber dejado el estado de pupa (Barrera, 2011).

El apareamiento se efectúa entre hermanos y hermanas en el interior del fruto. Las hembras apareadas abandonan el fruto donde se desarrollaron para buscar otro fruto donde establecerán una familia nueva. Los machos son incapaces de volar porque tienen las alas atrofiadas, por ello su participación en la dispersión de la población es limitada. Al contrario

de lo que suele pensarse, la broca es un insecto con gran habilidad para volar, como lo demuestran estudios de laboratorio conducidos por (Baker, 1984).

Las hembras pueden sostener vuelos continuos por más de 100 minutos y fue (Ticheler, 1961) quien descubrió que las hembras adultas recién emergidas estaban provistas de músculos alares en perfectas condiciones para el vuelo; pero que una vez establecidas en un grano, la energía proveniente de la grasa de dichos músculos se conducía a la producción de huevos, con lo cual su capacidad de vuelo disminuía considerablemente.

Tras la oviposición, y a diferencia de otros miembros de Scolytinae, este mismo autor observó que la broca era incapaz de regenerar los músculos alares. A través de estudios microscópicos sobre la estructura de los músculos alares, las observaciones de Ticheler fueron recientemente confirmadas por (López-Guillén *et al*, 2011). Estos resultados y observaciones sobre ciclo de vida en campo realizado por (Baker *et al*, 1992), indican que la broca fundadora no abandona el fruto que coloniza.

Observaciones sobre el comportamiento de la broca dentro del fruto señalan que la broca desempeña ciertas actividades de cuidado maternal como limpiar las galerías (echando fuera del nido los desechos alimenticios y fecales) y eventualmente obstruir la entrada para evitar el paso de parasitoides y depredadores.

Varias generaciones de *H. hampei* se presentan al año en la cosecha, la broca continua su reproducción en los frutos no cosechados o residuales que se encuentran en la planta y en el suelo (Baker, 1948; Baker y Barrera, 1993). En esta etapa se supone que ocurren apareamientos entre brocas de diferente familia, y con ello la puesta en marcha de un mecanismo anti-endogámico (Barrera, 2011).

La broca ya que habita todo su ciclo de vida en el grano desarrolla óptimas condiciones para las generaciones futuras, observaciones sobre el comportamiento de la broca dentro del fruto señalan que la broca desempeña ciertas actividades de cuidado maternal como limpiar las galerías (echado fuera del nido los desechos alimenticios y fecales) y eventualmente obstruir la entrada para evitar el paso de parasitoides y depredadores (Barrera, 2011).

Una de las causas principales para qué la broca prevalezca en gran incidencia aun en las fechas donde no hay cosecha de café, la broca continúa su reproducción en los frutos no cosechados o residuales que se encuentran en la planta y en el suelo logrando así varias generaciones por año (Baker, 1984; Baker y Barrera, 1993). En esta etapa se supone que ocurren apareamientos entre brocas de diferentes familias, y con ello, la puesta en marcha de un mecanismo anti-endogámico (Barrera, 2011).

En los lugares donde se presenta un periodo intercosecha bien definido con baja precipitación, los adultos de la plaga se refugian en los frutos negros y secos (Baker *et al*, 1989, 1992), donde se piensa que pasan a un estado fisiológico de resistencia a condiciones adversas (sequía y escasez de alimento) conocido como “diapausa reproductiva” (Mansingh, 1991). Tal estado diapáusico finaliza con las primeras lluvias del año (Barrera *et al*, 2006). En efecto, la lluvia actúa como un “disparador” de la emergencia de las brocas adultas, las cuales emergen masivamente de los frutos viejos (Baker, 1984; Baker *et al*, 1992, 1994).

Con el vuelo de dispersión, denominado “broca en tránsito”, inicia la infestación de los frutos de las floraciones más tempranas de la nueva cosecha de café, dando origen a la primera generación del año (Baker y Barrera, 1993; Barrera, 1994).

Ciclo de vida

El ciclo de vida de la broca del café incluye al estado de huevo, varios estadios larvales, un estadio de pupa y adulto. El ciclo puede oscilar entre 24 y 45 días, dependiendo de las

condiciones climáticas principalmente (Guharay 2001). Este insecto se alimenta permanentemente de los frutos del café, en ellos cumple todo su ciclo de vida, por lo que se considera una plaga monófaga (Ruiz *et al*, 1996). Sin embargo puede tener otras plantas huésped.

La hembra perfora los frutos de café en el extremo distal y se introduce en el fruto donde pone los huevos; cada hembra puede poner entre 50 y 70 huevos en varios frutos. Los frutos pueden ser afectados desde edades muy tempranas, se observa daño hasta que han superado entre un 20 y 25 % de la materia seca de los mismos (Borbon *et al*, 2000). Los granos son perforados únicamente por la hembra, todo el ciclo posterior ocurre dentro del grano donde las larvas y adultos consumen cerca del 5 al 29 % del fruto (Solórzano, 2004).

La preferencia de las hembras de entrar por el extremo distal se debe a estímulos físicos más que químicos (Costa y Faria, 2001 citado por Solórzano, 2004), debido a que el grano exhibe una rugosidad en el extremo distal que le permite el anclaje al insecto.

Huevo: Es de forma ligeramente elíptica, blanquecino recién ovipositado y a medida que avanza la embriogénesis se torna hialino y túrgido, luego de color amarillo y de aspecto rugoso. Mide aproximadamente 0,83 mm o más de largo por 0,45 mm de ancho. El periodo de incubación es de 7 días (Borbón, 1991).

Larva: Tiene el aspecto y color de un grano de arroz blanco. Es más o menos recta, ligeramente deprimida en su parte ventral y conforme crece esta depresión se acentúa y se va encorvando de grado en grado hasta tomar la forma de “C”. Tiene consistencia suave y la cabeza es bien notoria (Guharay, 2001).

En el tórax se distinguen con facilidad sus tres segmentos y el cuerpo este cubierto por setas largas. Miden de 1.17 a 1.75 mm de largo por 0.37 a 0.58 mm de ancho. Las larvas hembras

sufren dos mudas en tanto que los machos solamente una. El periodo larval es de 12 días (Guharay, 2001).

Prepupa: Es muy parecida a la larva de último instar con la cual se diferencia por su escasa movilidad y la aparición de los tres segmentos bien definidos, esto es cabeza, tórax y abdomen. El período prepupal dura de 2 a 3 días (Guharay, 2001).

Pupa: Es de color blanco lechoso se torna amarillenta y oscura a medida que avanza su desarrollo. Son bien notorios la cabeza, ojos, antenas, aparato bucal, alas y patas. La ninfosis dura de 6 a 8 días (Guharay, 2001).

Adulto: Es un gorgojo del tamaño de la cabeza de un alfiler que mide de 1,5 a 1,7 mm de largo, de color negro, alas anteriores o élitros con estrías cubiertas de pelos o setas muy finos y cortos que crecen hacia atrás. Los machos son más pequeños que las hembras, de color más claro y con alas membranosas rudimentarias (no vuelan), en tanto que en las hembras el par de alas metatorácicas son tan desarrolladas que le permiten volar ciertas distancias (Guharay, 2001).

Tanto el macho como la hembra tienen la cabeza globular, bastante escondida dentro del protórax que es semiesférico. Las antenas son pequeñas, con cinco segmentos del tipo geniculado con setas en el extremo macizo. La longevidad de los machos es de 75 días y la de las hembras de 105 a 156 días, de los cuales 136 son activos para la reproducción (Guharay, 2001).

3.7. Enemigos naturales

La broca es atacada por diversos parasitoides, depredadores y patógenos. Una revisión actual (Barrera *et al*, 2008 citado por Barrera, 2011). Indica al menos 50 especies de enemigos naturales reportadas en el mundo.

Los enemigos de mayor importancia parasítica de la broca son tres, utilizados en gran medida para aminorar el daño económico en las fincas de café. El control biológico de la broca mediante parasitoides es una alternativa que podría mantener las poblaciones de broca por debajo del nivel del daño económico. Con las liberaciones de estos parasitoides *Phymastichus coffea*, *Cephalonomia stephanoderis* y *Prorops nasuta*.

Cuando la broca del café se introdujo a Honduras en 1977, llegó sin enemigos, pues sus enemigos naturales se quedaron en África. Según (DeBach, 1968), el hecho de que un insecto llegue a alcanzar la condición de plaga, significa que las condiciones climáticas y otros factores le han sido razonablemente favorables. Por ello, uno de los mejores medios para modificar las condiciones ambientales y bajar permanentemente la población de una plaga, descansa en el uso de enemigos naturales. La regulación de la abundancia de un organismo plaga debajo del nivel que causa daño económico, es la meta del control biológico aplicado.

Honduras produce tres parasitoides *Cephalonomia stephanoderis* Betrem, *Prorops nasuta* Waterston y *Phymastichus coffea* La Salle, traídos desde África, cuarentenados inicialmente en Francia y luego en México, antes de ser introducidos a Honduras *C. stephanoderis* y *P. nasuta* en 1990 y 1993 respectivamente, en tanto que *P. coffea* se introdujo de Colombia en dos envíos en 1999. A la fecha no se ha perdido ninguno de los pies de cría, (Fúnez y Trejo, 2004, Muñoz, 2013).

En el 2006 el laboratorio de cría del IHCAFÉ ubicado en La Fe, Ilima, Santa Barbara, se entregó a los productores 11'600,000 parasitoides para su liberación, de los cuales 65% fueron *C. stephanoderis*, 25% *P. nasuta* y 10% *P. coffea*. Para 2007 se programó producir entre 20 a 25 millones de parasitoides (Fúnez y Trejo, 2004).

Las actividades de control biológico de la broca del café, en la región Centroamericana México, Jamaica y Rep. Dominicana fueron dirigidos por el IICA-PROMECAFE (Programa Cooperativo Regional para el Desarrollo Tecnológico de la Caficultura de México, Centroamérica, Panamá, Jamaica y Republica Dominicana) y financiado por la organización internacional del café (OIC) a través de los proyectos de: “control biológico de la broca del café” y “manejo integrado de la broca del café” ejecutados entre los años 1990 y 2002, por ello en todos los países miembros del PROMECAFE se establecieron crías de parasitoides exóticos, los que han sido liberados en las zonas cafetaleras de los países (Muñoz, 2013).

Tabla 1. Descripción de las tres especies de parasitoides de la broca introducidos a México por ECOSUR.

Nombre científico Orden: Familia	Origen	Huésped	Fecha de introducción y disponibilidad	Resultado de la introducción
<i>Cephalonomia stephanoderis</i> Betrem, Hymenoptera: Bethyridae	Togo, Costa de Marfil, Camerún	Depreda todas las etapas de desarrollo de broca y es ectoparásito de larvas desarrolladas, prepupas y pupas	1988, 1989, 1991 ECOSUR	Establecido, bajas poblaciones de manera natural (<5%); hasta 30% de parasitismo natural en la intercosecha; hasta 80% de parasitismo después de la liberación (Barrera, 1994)
<i>Prorops nasuta</i> Waterston, Hymenoptera: Bethyridae	Togo, Kenia, Brasil	Depreda todas las etapas de desarrollo de broca y es ectoparásito de larvas desarrolladas, prepupas y pupas	1988, 1989, 1992 ECOSUR	No establecido; no se le recupera después de la cosecha (Infante, 1998)
<i>Phymastichus coffea</i> LaSalle, Hymenoptera: Eulophidae	Togo vía Colombia y Guatemala	Endoparásito de adultos	1992, 2000 ECOSUR	En evaluación; hasta 55% de parasitismo después de la liberación; no se le ha recuperado después de la cosecha (Castillo, 2005 citado por Barrera, 2005)
<i>Cephalonomia hyalinipennis</i>	HymenopteraBethyridae	Parasita estados inmaduros de la broca	2000 ECOSUR	En laboratorio; presento hiperparasitismo (Castillo, 2005 citado por Barrera, 2005)

Según (Barrera, 2005).

3.8. *Cephalonomia hyalinipennis*

Este ectoparasitoide betílido es gregario y ha sido reportado atacando a coleópteros en Europa, América del Sur, Canadá y Estados Unidos. Inicialmente fue considerado como un prospecto en el control biológico de *H. hampei*, sin embargo, éste actúa como parásito secundario de *C. stephanoderis* y *P. nasuta* (Pérez-Lachaud *et al*, 2004)

Cephalonomia hyalinipennis, es un parasitoide nativo de la broca del café, que fue descubierto en 1997 en muestras de café de la Finca el Encanto en Tuxtla Chico, Chiapas (Pérez- Lachaud 1998). Esta especie, a pesar de haberse criado bajo condiciones de laboratorio, no ha sido liberado en los cafetales, ya que se demostró que además de actuar como parasitoide, también es un hiperparásito de larvas de *C. stephanoderis*. (Pérez-Lachaud *et al*, 2004).

3.9. *Cephalonomia stephanoderis* Betrem

3.9.1. Clasificación taxonómica

Clase: Insecta

Orden: Hymenoptera

Sud-orden: Apocrita

Super-familia: Bethyloidea

Familia: Bethylidae

Género: *Cephalonomia*

Especie: *stephanoderis* Betrem

(Rivera, 1998).

3.9.2. Importancia de *Cephalonomia stephanoderis*

Cephalonomia stephanoderis Betrem también llamada avispa de costa de marfil es uno de los enemigos más promisorios para el control biológico de la broca del café, debido a su comprobada adaptabilidad en varios agro ecosistemas cafetaleros del África y América, a lo específico de su dieta y a la existencia de metodologías apropiadas para su cría (Cano *et al*, 2004)

Se demostró que el parasitoide se establece en todos los lugares donde se libera. El parasitismo ocasionado por *C. stephanoderis* es dependiente de las densidades de *H. hampei* y aumenta cuando la altura sobre el nivel del mar es menor (mayor temperatura). Es así como a 1,630 msnm y una temperatura media de 19,9°C, se encontraron niveles máximos de parasitismo del 29% y a 1,080 m con 23,4°C, éstos alcanzaron hasta un 65%. Lo anterior es explicable porque en sitios más cálidos el desarrollo de la broca es más rápido y alcanza mayores poblaciones que quedan, como en este caso, a disposición del parasitoide para su reproducción (Benavides *et al*, 1994 citado por Bustillo, 2005).

Se observó que además de su acción parasítica la avispa ejerce una acción depredadora bastante eficiente sobre los adultos de broca (93,8%) que permanecían en el interior de los frutos, sugiriendo así una acción total sobre la población de todos los estados de la broca, en la cual se estimó una mortalidad del 94,8%. En ningún caso en los frutos infestados por broca y parasitados se encontraron huevos y larvas de primer instar que, de acuerdo con lo que se conoce de su comportamiento, son consumidas por el adulto de la avispa. (Aristizábal *et al*, 1998; Benavides *et al*, 1994 citados por Bustillo, 2005).

3.9.3. Descripción

La avispa mide de 1.6 a 2 mm de largo, es de color pardo negruzco brillante, patas más pálidas, cabeza cuadrada, venación muy reducida; los últimos cuatro tergitos con setas blancas largas, (Cano *et al*, 2004)

3.9.4. Ciclo de vida

La hembra entra al fruto de café afectado por la broca y allí, se alimenta de todos los estados biológicos de la broca. Después de varios días, dependiendo de la temperatura, la avispa coloca un huevo sobre el cuerpo de las larvas, prepupas o pupas de la broca. En larvas del hospedero, deposita el huevo en la superficie ventral mientras que, en las pupas, el huevo es depositado en la superficie dorsal del abdomen. Una hembra puede depositar hasta 70 huevos. (Cano *et al*, 2004)

Antes de ovipositar, la hembra paraliza el hospedero con un veneno inyectado por su aguijón. Luego de la eclosión, las larvas del parasitoide succionan el contenido interno del hospedante dejando la capsula cefálica e integumento del cadáver. Una vez terminado este proceso, se individualizan y tejen un capullo dentro del cual empupan. Aproximadamente después de 30 días de parasitado el grano, emergen las primeras avispas adultas las cuales abandonan el grano en busca de alimento. La duración del ciclo de vida es de 26 días a 25 C°, siendo para el huevo de 4 días, la larva de 3 días y la pupa de 19 días (Cano *et al*, 2004).

3.10. *Prorops nasuta* Waterston

3.10.1. Clasificación taxonómica

Clase: Hexapoda

Orden: Hymenoptera

Suborden: Apocrita

Superfamilia: Chrysidoidea

Familia: Bethylidae

Subfamilia: Epyrinae

Tribu: Sclerodermini

Género: *Prorops*

Especie: *nasuta*

Fuente (Waichert C. y Azevedo C. O. 2012)

3.10.2. Importancia de *Prorops nasuta*

Este parasitoide fue descubierto por Waterston en 1923 y registrado por primera vez por Hargraves en 1926, en Uganda. Los primeros insectos de introducción y uso de este enemigo natural en Sudamérica, se llevaron a cabo en Brasil en 1929. Después de un año, unos 30,000 adultos fueron distribuidos y establecidos en varias plantaciones de café y en 1940, se consideró posible la cría y liberación de este parasitoide (Cano *et al*, 2004).

Sin embargo, el uso intensivo de insecticidas químicos después de los años 40, afectó el interés por el uso de enemigos naturales para el control de la broca de café en el Brasil. Años más tarde, se estableció en Sao Paulo a pesar de la aplicación continua de los productos químicos y de las condiciones climáticas adversas, lo que demuestra la gran capacidad de adaptación por parte del parasitoide (Cano *et al*, 2004).

Entre 1990 y 1993 se introdujeron a Colombia, directamente de Kenya, Ecuador y Brasil colonias de este insecto. La mayor parte de la descendencia de los insectos liberados en Colombia pertenece a la colonia de Brasil, con excepción del material liberado en Nariño que correspondió a las crías del Ecuador (Bustillo, 2005).

La cría de este parasitoide ha mostrado ser más difícil ya que es más exigente en la selección del estado apropiado de la broca para su parasitación. Sin embargo, es posible obtener una producción masiva para realizar introducciones en cafetales. Hasta la fecha se han liberado cerca de 500 millones de *P. nasuta* en cafetales colombianos (Bustillo, 2005).

P. nasuta posee una alta capacidad de predación, lo que complementa su acción parasítica (Bacca, 1999). La reducción de estados biológicos de broca con respecto al testigo fue de 75,9; 63,9 y 79,5 % a los 5, 10 y 15 días respectivamente, después de la liberación de *P. nasuta*. El porcentaje de parasitismo fue estadísticamente igual para los tres tiempos de evaluación con valores de 60,2; 67,0 y 46,4%, respectivamente (Bustillo, 2005).

3.11.3. Descripción

El adulto es negruzco - marrón con antenas y patas pálidas marrón y la hembra alcanza aproximadamente 2.3mm (Cano *et al*, 2004).

3.11.4. Ciclo de vida

La hembra entra en una cereza infestada por la broca en donde se alimenta preferiblemente de los huevos y larvas de la plaga. La avispa prefiere cerezas infestadas en el árbol pero, puede entrar también en aquellas que están en el suelo. Una vez en la cereza, depositan uno o dos huevos por día y permanecen en la cereza siempre y cuando haya alimento suficiente para ella y tenga que proteger su descendencia (Cano *et al*, 2004).

El hospedante es punzado y paralizado antes de la oviposición y los huevos, normalmente, son depositados sobre la superficie ventral de una larva de la broca o sobre la región dorso abdominal de la pupa. Generalmente, deposita un solo huevo por hospedante pero, en ocasiones, depositan dos o ambos pueden desarrollarse exitosamente y producir adultos del parasitoide. Los huevos eclosionan de 2 a 7 días y las larvas se alimentan externamente. Cuando maduran, cada una teje un capullo y entra al estado prepupal (Cano *et al*, 2004).

La duración de los estados de la larva prepupa y pupa a 24 °C es de 8, 3 y 9 días respectivamente. Después de abrir los capullos para su emergencia, los adultos permanecen dentro hasta tres días. Una vez emergidos del capullo, los adultos permanecen en los capullos por unos pocos días y posiblemente copulan. La relación de sexos de la progenie es de 3:1, (Cano *et al*, 2004).

3.12. *Phymastichus coffea* La Salle

3.12.1. La clasificación taxonómica

Reino: Animal

Phylum: Artropoda

Clase: Insecta

Orden: Himenóptera

Superfamilia: Aprocrita

Familia: Eulophidae

Sub-familia: Tetrastichinae

Género: *Phymastichus*

Especie: *coffea*

Según (Patiño y Alcívar, 2000).

El parasitoide fue descubierto por el costarricense Olger Borbón durante su doctorado realizado en Togo y su distribución es enteramente africana, yendo desde el Occidente africano (Benin, Camerún, Costa de Marfil y Togo) hasta el este de África (Burundi y Kenia citado por Patiño y Alcívar, 2000).

3.12.2. Oviposición

En condiciones de laboratorio la avispa localiza al hospedero y oviposita casi inmediatamente después de su liberación en el recipiente; la introducción del ovipositor la realiza por el tórax o el abdomen, si la broca aún no ha perforado el grano. En condiciones de campo, se observó una mayor frecuencia de oviposición luego de 24 horas de liberadas las avispas dentro de las mangas, y únicamente por el abdomen (Patiño y Alcívar, 2000).

Este proceso de localización del hospedero e inyección del ovipositor, le tomo a la avispa entre 28 segundos y 16 minutos. Se presume que en condiciones de campo, la avispa no puede parasitar si la broca no ha iniciado la perforación de la cereza (Patiño y Alcívar, 2000).

3.12.3. Huevos

En ambos casos, laboratorio y campo, se observó que los huevos tienen forma ovalada alargada y translúcida. En laboratorio, noto que el estado de huevo de la avispa, dura en promedio 4 días y en campo 5 días. También se observó que la avispa puede ovipositar más de dos huevos en el interior del hospedero, pero al final solo se desarrollan dos (Patiño y Alcívar, 2000).

3.12.4. Larvas

Para el estado larval se registran tres fases tanto en laboratorio como en campo que, en conjunto, duran 26 y 21 días promedios respectivamente. El primer estadio larval (L1) es translúcido y puede observarse una forma embrional dentro de la larva; la L1 dura, en promedio, 4 días para laboratorio y 6 días en campo; el segundo estadio larval (L2), muestra una coloración blanco cremoso y tiene forma alargada; dura 10 días en laboratorio y 4 días en campo; el tercer estadio larval (L3) tiene una coloración cremosa y su duración fue de 12 días en laboratorio y de 11 días en campo según (Patiño y Alcívar, 2000).

3.12.5. Pupas

Al inicio del estadio tiene una coloración blanquecina y se notó que durante los primeros 3 días es fácil distinguir los ocelos pues adquieren una tonalidad roja. Hacia el final del período pupal, éstas se tornan color café oscuro (Patiño y Alcivar, 2000).

3.12.6. Adultos

Una vez completado el ciclo biológico; la hembra, que estaba ubicada en el abdomen, abre un orificio distal y procede a emerger; el macho también emerge por este mismo orificio. La avispa adulta es de color negro y con un marcado dimorfismo sexual las mediciones indicaron un tamaño de entre 0.85 mm a 1.1 mm para la hembra y de entre 0.50 mm a 0.55 mm para el macho (Patiño y Alcivar, 2000).

IV MATERIALES Y METODOS

4.1. Descripción y localización del lugar

El diagnóstico se realizó en la zona cafetalera del lago de Yojoa, esta región se encuentra asistida por el Centro de Investigación y Capacitación Dr. Jesús Aguilar Paz (CIC-JAP) del IHCAFE ubicado en La Fe, Ilama, Santa Bárbara, la zona se encuentra en un rango altitudinal entre 700-1000 msnm, el centro cuenta con un laboratorio apto para cría de parasitoides de la broca del café, el cual será utilizado para el desarrollo del trabajo.

Las fincas muestreadas presentan características similares de las cuales la temperatura oscila en rangos de 22 a 27 C° y una precipitación de 1000-1128 mm. año⁻¹ con una humedad relativa entre 73 a 85% y un rango altitudinal que va desde 602 hasta 1230

4.2. Materiales y equipo

Lápiz y libreta, bolsas de muestreo, encuesta de diagnóstico, cámara fotográfica, estereoscopio, lámpara fluorescente, zaranda para mantenimiento de granos, cubos para su almacenamiento de granos, tablero, estantes, hules, frascos plásticos, frascos de vidrio o plástico de 1 litro de capacidad, tela organza, hules, pinceles, bisturíes, lupa placa Petri, vehículo, GPS y refrigeradora.

4.3. Recolección de frutos brocados

Para la recolección de los frutos brocados se determinaron tres diferentes rangos altitudinales (fincas ≤ 800 msnm, fincas entre 801 y 1000 msnm y fincas >1001 msnm).

Por cada uno de los rangos altitudinales se muestrearon por lo menos 10 fincas y en cada una de ellas se aplicó la encuesta (Anexo 1).

Después de realizada la encuesta se recolectaron 100 granos brocados por cada uno de los estados de desarrollo del fruto (verde (V), sazón (S), maduro (M), seco de la planta (SP), seco del suelo (SS)), extrayéndolos de diferentes partes de la finca, la cual fue recorrida en zig-zag, muestreando 10 sitios, obteniendo por finca un total de quinientos (500) granos brocados (100 granos por cada estado fisiológico) los que se utilizaron para acondicionarlos en el laboratorio, con el fin de observar emergencia diaria de adultos.

Además por cada uno de estos estados de desarrollo del grano se colectaron 25 frutos con perforaciones en la cicatriz floral, los que fueron colocados en bolsas plásticas debidamente rotuladas, para su disección inmediata en el laboratorio. Los 100 frutos de cada estado fisiológico del grano, fueron transportados al laboratorio en frascos de plástico o de vidrio con capacidad de 1 litro debidamente sellados su tapa con tela organza sostenida con hules de los cuales se determinó la emergencia de los parasitoides de cada finca.

Los 100 frutos brocados traídos del campo distribuidos en frascos (máximo cinco frascos/finca o sea un frasco por cada estado fisiológico), se dividió en dos frascos con 50 granos $\frac{c}{u}$, para evitar la proliferación de hongos. Estos frascos se identificaron como frascos 1 y 2 con la clave traída del campo y la fecha de recolección.

Los 25 frutos traídos de cada finca, en forma separada fueron inmediatamente disectados en el laboratorio y se procedió a tomar datos de la presencia de broca y parasitoides tanto en

estados inmaduros y adultos, anotando, la información recolectada en la hoja de disección (Anexo 5), esta información fue relacionada con los datos obtenidos de emergencia de adultos de parasitoides durante 45 días de observación en los frascos que se obtuvieron en el laboratorio, posteriormente, se disectaron al azar, 25 frutos de los 100 existentes de cada estado fisiológico del grano, para determinar presencia de broca y de los parasitoides, anotando la información en el formato existente en el (Anexo 5).

En el laboratorio cada frasco será identificado con el número de finca, numero de frutos brocados, estado morfológico de los frutos y la fecha de recolección (Ejemplo: 1-50-V // 20/06/2013), significa finca 1, frasco con 50 frutos verdes introducidos el 20/06/2013.

Al momento de colocar las muestras dentro de los frascos se realizó una inspección sanitaria para evitar que las muestras se contaminaran para no perjudicar el óptimo desarrollo de los diferentes estados del ciclo de vida de la broca y parasitoides, y para evitar la presencia de organismos dañinos, tales como: Hongos, ácaros y otros insectos. Los frascos colocados en forma horizontal (acostados) y en cada uno se colocó en el fondo papel toalla para absorber la humedad de los granos, así como también semanalmente a los granos se les realizó una adecuada limpieza interior y exterior con cepillos dentales, para evitar la proliferación de organismos indeseables.

4.4. Recolección de parasitoides de granos brocados colectados del campo

Los frascos fueron observados cada dos días durante 45 días a partir de su recolección de los frutos del campo, realizando veinte observaciones con el fin de extraer e identificar los parasitoides adultos emergidos, los que fueron atraídos con luz natural o artificial, retirándolos de los frascos y para evitar su escape se colocaron durante cinco minutos en el congelador de una refrigeradora, logrando que las bajas temperaturas inactiven al insecto con el fin de identificar las especies; estas observaciones se realizaron a través de una placa petri debiendo preservar la muestra de forma intacta.

4.5. Identificación de parasitoides

Teniendo en cuenta la taxonomía de cada parasitoide y su comportamiento de parasitismo, estos se identificaron de manera cuidadosa a través de lupas y se utilizó un estereoscopio, diferenciando a *C. stephanoderis* de *P. nasuta* por la forma de la cabeza en donde *C. stephanoderis* en vista superior, tiene una cabeza más o menos rectangular y *P. nasuta* por presentar una especie de nariz prolongada en forma de trompa de donde proviene el nombre de la especie “nasuta” que significa en forma de nariz (Muñoz 2013).

La especie *Phymastichus coffea*, fue identificada primeramente por el tamaño de su cuerpo, el cual tiene más o menos la mitad del tamaño de las especies anteriores; sin embargo para confirmar su existencia a través del estereoscopio, se realizaron observaciones morfológicas, especialmente venación alar y forma general del cuerpo (Muñoz, 2013).

Para esta diferenciación se contó con la ayuda de dibujos y fotografías de las tres especies; además, según Muñoz, 2013, es posible encontrar especies nativas parasitando a la broca del café, especialmente a dos especies de la familia Eulophidae encontradas por él en la misma zona en los años 90; por ello, se tuvo el cuidado en determinar si existían especies nativas, pero estos no fueron encontrados.

Después de permanecer cada muestra durante 45 días en el laboratorio, todos los frutos existentes en cada frasco, fueron disectados y se contabilizaron los estados de desarrollo de parasitoides presentes dentro del fruto, anotando la información según los formatos de toma de datos existente en los anexo 3 y 5.

V RESULTADOS Y DISCUSION

En el presente trabajo se describen y discuten los resultados obtenidos en el diagnóstico realizado en la evaluación de parasitoides exóticos de la broca del café, *Cephalonomia stephanoderis*, *Prorops nasuta* y *Phymastichus coffea* liberados en la zona cafetalera del lago de Yojoa.

Presencia de parasitoides de la broca del café

Se realizó el muestreo en 30 fincas de las cuales 7 tienen presencia de parasitoides exóticos de la broca del café, en los lugares como La Fe Finca Rocanrol (IHCAFE), En El Descombro (Fabiola Castejón), en El Palomar (Martin Troches), en Pocas Cachas lote 9 (Francis Gómez), en El Tigre (Ricardo Zelaya), finca Cafetales Del Lago (Manuel Marinaqui). Estas fincas están ubicadas en zonas de alturas con rango de 678-1130 msnm.

Tabla 2. Descripción de las fincas donde se encontraron enemigos naturales

N°	lugar	Propietario de la finca	Altura msnm	Parasitoides Liberados	Numero de parasitoides liberados	Fecha de liberación	Uso de insecticida	Especies encontradas en frutos	Especies encontradas
1	La Fe	IHCAFE rocanrol	778	C. stephanoderis P. nasuta	10,000 80,000	1990-2011	no	SS, y S	C.s.
2	El Descombro	Fabiola Castejon	889	C. stephanoderis P. nasuta	20,000 15,000	1990-2008	si	M	C.s
3	El Palomar	Martin Troches	1130	C. stephanoderis	5,000	2,000	no	M	C.s
4	Pocas Cachas	Francisco Gómez	678	C. stephanoderis P. nasuta	10,000 5,000	2003-2006	si	S	C.s
5	Peña Blanca	Issac Avastida	650	C. stephanoderis P. nasuta	5,000 5,000	1991-2008	no	S	C.s
6	El Tigre	Ricardo Zelaya	759	C. stephanoderis P. nasuta	15,000 10,000	2003-2008	no	SS	C.s
7	El Tigre	Manuel Marinaqui	912	C. stephanoderis P. nasuta	5,000 5,000	1998-2005	si	M	C.s

V= Verde, S= Sazón , M = Maduro, SP=Seco de la planta, SS= Seco del suelo

En las fincas antes mencionadas se registraron liberaciones de *Prorops nasuta* y *Cephalonomia stephanoderis* realizadas en cada una con excepción de la finca del Palomar, dentro de las cuales el parasitoide establecido fue *Cephalonomia stephanoderis* (tabla 2).

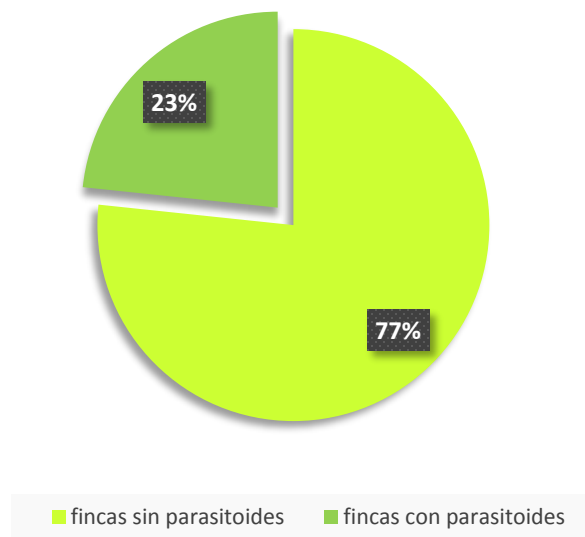


Figura 1. Fincas con presencia de enemigos naturales.

En las fincas muestreadas no se presentó ningún estado inmaduro de parasitoides los cuales no tienen ninguna presencia en el 77% del total de la fincas muestreadas que representa 23 y las fincas con presencia de parasitoides, conforman un total de 23% de las fincas, equivalente a siete fincas muestreadas de las 30 (figura 1)

Al analizar únicamente las siete fincas en donde se encontraron los enemigos naturales, el 51% de las fincas tienen los cinco estados fisiológicos del fruto, el 39% de las fincas muestreadas solo tiene la cantidad de cuatro estadios de fruto, los cuales son seco de la plata, maduro, sazón y verde en cuanto al 10% de las fincas se colecto tres tipos de estados fisiológicos, siendo sazón, verde, y seco de la planta.

La presencia de broca en el grano del café depende del estado fisiológico de este y en el presente estudio durante los muestreos efectuados en el día del muestreo (muestreo 1) y a los 45 después de haber recolectado los granos (muestreo 2), se puede observar que en el grano verde es donde hay menor cantidad de broca adulta (promedio 0,25/grano) continuando le en

orden ascendente: grano sazón (0,51), maduro (0,58), seco de la planta (2,16) y seco del suelo (1), (Figura 2).

Esta misma tendencia se observó en el muestreo realizado a los 45 días después de la recolección, en donde se encontró mayor cantidad de broca por grano en comparación al primer muestreo, debido a que durante ese tiempo el insecto se reprodujo. Concordando con los parasitoides encontrados en el interior del grano, los que se presentaron mayormente en aquellos granos que tenían más broca (seco de la planta y maduro).

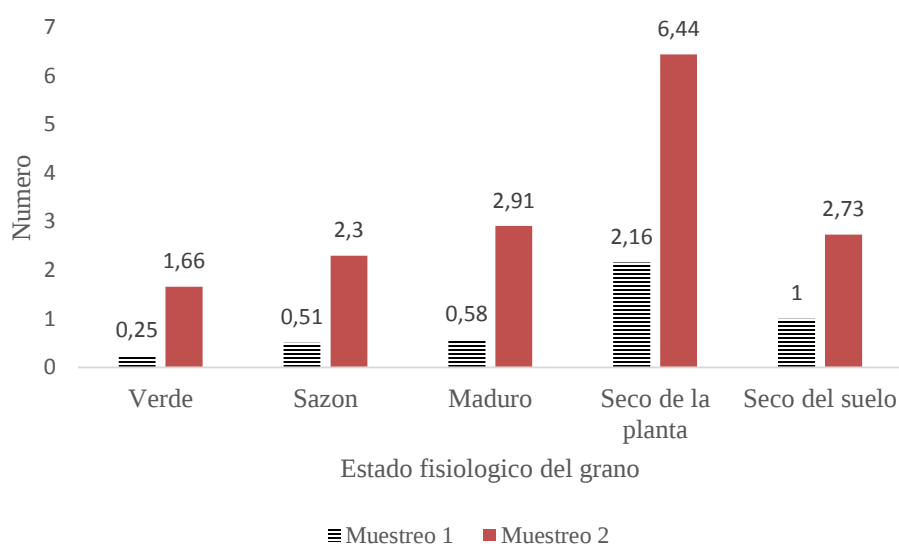


Figura 2. Promedio de adultos de la broca presentes por grano por muestreo.

En las muestras recolectadas no se logró encontrar ninguna de las especies de *P. nasuta* y *P. coffea* que estuvieran en actividad de control contra la broca. Esto puede ser característica de estas especies ya que no cuentan con una adaptación medio y al manejo de las fincas para prevalecer en la zona.

Según los datos obtenidos por las muestras observadas y recolectadas, los estados fisiológicos que prefiere *C. stephanoderis* y se destacan en la , es el maduro (M) y seco de la planta (SP) dentro de los cuales se observaron mayor cantidad de adultos, esta respuesta es

atribuida según (Muñoz 1997 citado por Gómez 2008), ya que la broca presenta en estos estados (secos y maduro) mayor cantidad de estados inmaduros, donde el insecto puede alimentarse y reproducirse teniendo estados para ovopositar (Figura 2).

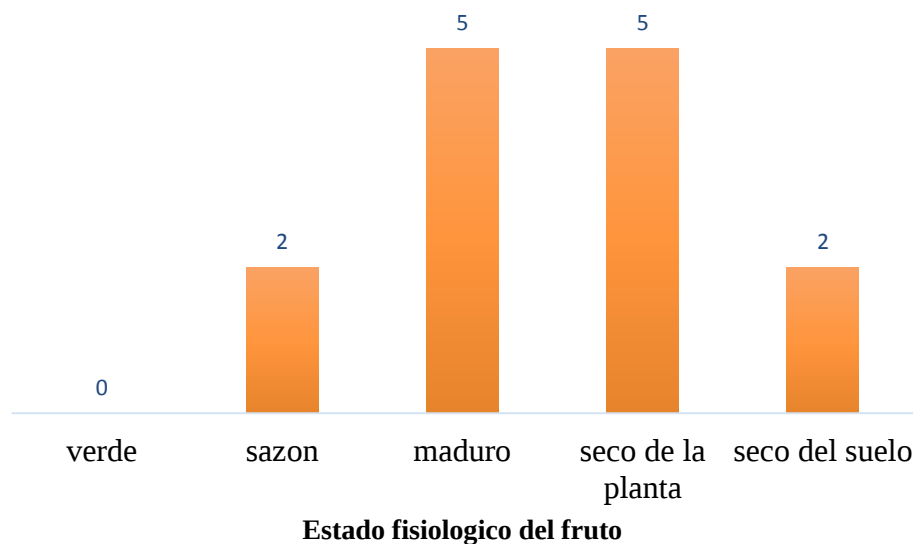


Figura 3. Presencia de adultos de *Cephalonomia stephanoderis* en estados fisiológicos del fruto del café.

Según Trejo, 2003; quien dice que en estos frutos secos es muy poco probable que los controladores biológicos bajen al suelo a realizar su control de la broca, esto es comprobado en la figura (Figura 2). Se encontraron la cantidad de dos parasitoides en el estado fisiológico del suelo, ya que el controlador prefiere los frutos en el árbol porque tiene las condiciones ideales en la parte aérea para completar su ciclo de vida, por lo que la emergencia de adultos de frutos del suelo podría deberse a frutos que cayeron de la planta que traían en su interior larvas y pupas de broca parasitada por los adultos de la avispa.

En cuanto al estado fisiológico verde según Castillo 2002 citado por Gómez, (2008) afirma que la broca generalmente solo perfora y abandona el fruto, en estado sazón permanece en el canal de perforación, en maduro permanece un tiempo en el canal de perforación, para luego establecerse en el interior del grano para preparar sus galerías de ovoposición, mientras que en el fruto seco se observan un gran número de todos los estados de desarrollo de la plaga,

mayormente en los frutos que están adheridos a la planta, lo cual coincide con las observaciones realizadas con este trabajo, en donde se encontró 8311 brocas en estados secos de la planta y solamente 1347 en frutos secos del suelo (figura 3). La cantidad de mayor incidencia de broca es en el estado madura es aquí donde comienza la perforación y la construcción de galerías.

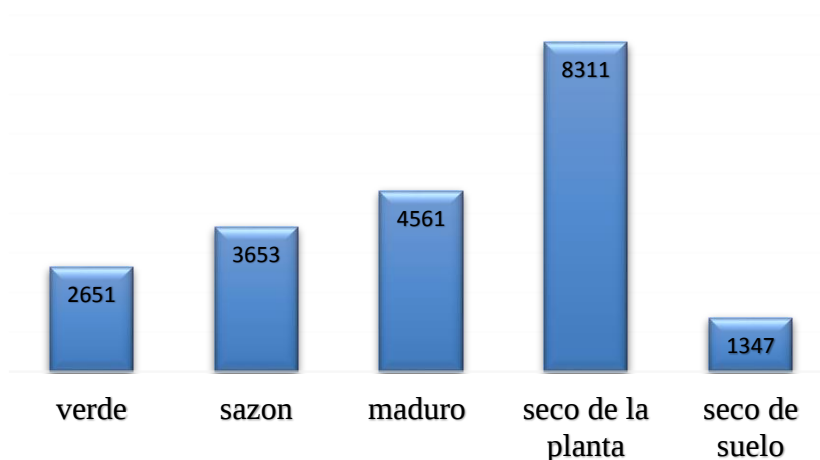


Figura 4. Brocas adultas encontradas en estados fisiológicos del fruto.

Las 30 fincas muestreadas presentaron diferentes tipos de café, así también diferente manejo dentro de las fincas, la incidencia de broca dentro de ellas varia y esto puede ser atribuido a los metros sobre el nivel del mar que se encuentran ubicada la finca. Debido a estos factores se reflejó la presencia de enemigos naturales de la broca del café en diferentes extractos altitudinales.

Las siete fincas donde se encontraron los controladores biológicos de la broca del café se encuentran en diferentes estratos altitudinales bajo, medio y alto, de las cuales la cantidad de parasitoides oscila entre el estrato de altitud, que se encuentra cada uno (figura 5).

La cantidad de parasitoides encontrada es uno para el rango de estrato “alto” así también la finca con presencia de parasitoides, la cual se encuentra en una altura de 1130 msnm

contribuyendo a la baja incidencia de broca, ya que se encuentra con temperaturas frescas la mayor parte del año, esto la lleva a que su ciclo sea más lento, reduciendo así la población de parasitoides debido a que estos no tienen alimento ni estados de broca que parasitar para su reproducción.

En el rango de altura “Medio” presenta una incidencia de broca alta aumentándose el doble al igual que las fincas parasitadas, estas fincas se encuentran en las alturas de 878 msnm y 912 msnm estas fincas demostraron tener un manejo similar en la aplicación de insecticidas, demostrando que el parasitoide presenta un alto nivel de adaptabilidad en la zona ya que a mayor temperatura aumenta la cantidad de broca, esto ayuda que el parasitoide se mantenga y reproduzca.

Según Bustillo, 2005 en su documento hace referencia al alto porcentaje de persistencia que tiene *Cephalonomia stephanoderis* ya que su población depende de la cantidad de *H. hampei* que se encuentra en la zona.

Los niveles de broca son los más altos de las fincas con parasitoides ya estas condiciones contribuyen al aumento de parasitoides por lo tanto sus niveles de reproducción y supervivencia son favorables para que sus porcentajes dentro de la finca se mantenga o aumente de manera proporcional tomando en cuenta el parasitismo ejercido en la finca, en el rango altitudinal más bajo de los cuales se presenta fincas entre las altitudes de 754 a 662 msnm.

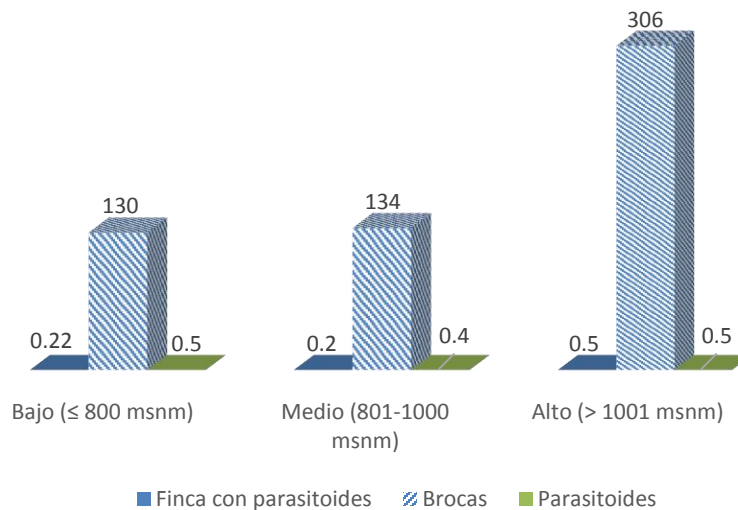


Figura 5. Promedio de parasitoides y brocas adultas por finca por estrato altitudinal.

El número de fincas evaluadas por estrato altitudinal fueron bajo (18), medio (10) y alto (2). De estos se encontraron parasitoides únicamente en 18 fincas de estrato bajo cuatro, fincas de estrato medio dos, una finca del estrato alto.

En las fincas muestreadas en los estratos altitudinales bajo y alto la incidencia de parasitoides es igual por finca ya que presenta el mismo promedio de parasitoides por fincas muestreadas, el estrato altitudinal medio presenta menor relación en cuanto las fincas muestreadas y el número de parasitoides encontrados. En los estratos bajo y medio presentaron igual número de parasitoides y la diferencia es baja en cuanto el número de fincas muestreadas

Fincas con aplicaciones de insecticidas

Para reducir el daño de la broca los caficultores optan por el apoyo de cualquier control ya sea cultural etológico, biológico y químico. La aplicación de insecticidas es para el campesino una de las más efectivas para solventar el problema de esta plaga sin importar el aumento de costos de producción, el campesino ignorando el sistema de alimentación que

utiliza la broca del café, a su vez el ciclo de vida de esta plaga permanece la mayor parte en el interior del grano de café. Este tipo de control resulta poco efectivo para la broca y de gran daño para los controladores biológicos de la broca ya sean nativos o exóticos.

La aplicación de productos químicos en los cafetales producen modificaciones en la calidad del café, esto se debe a la persistencia de los productos químicos. El más utilizado en estas fincas es el Endosulfan producto con alta persistencia en los suelos y frutos de la fincas.

En cuanto a la aplicación de insecticidas en la fincas podemos destacar que la especie de *Cephalonomia stephanoderis* persiste en granos nuevos ya que es en estos donde se encuentran las brocas adultas depositando los huevos de la futuras generaciones, esto hace que el insecticida aplicado no hace contacto con el controlador. Las fincas que cuentan con la presencia de parasitoides y utilizan insecticidas conforman un 43%, mientras que las que no utilizan insecticida conforman el 57% (figura 5).

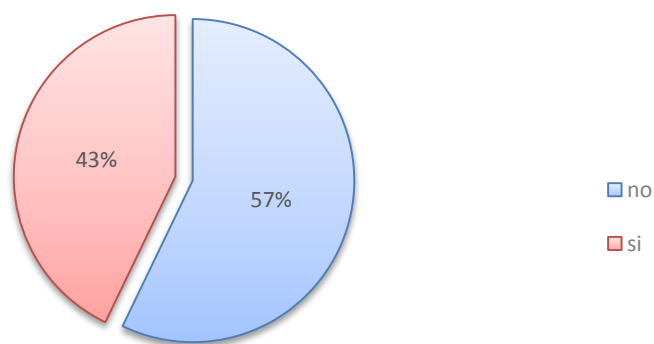


Figura 2. Fincas parasitadas que utilizan insecticida.

Entre las 30 fincas muestreadas en la mayoría, utilizan control químico para la broca, encontrando en algunas fincas hasta dos aplicaciones al año. Hay una diferencia bien marcada en aquellas fincas en donde no aplican insecticidas, ya que las poblaciones de broca se ven afectadas significativamente. De las siete fincas solo cuatro no aplican ningún tipo de químico de las cuales se recolectaron nueve parasitoides, en las tres fincas se encontraron

cinco parasitoides de la especie *C. stephanoderis* demostrando su resistencia en las fincas donde se aplican químicos.

Fincas sin presencia de enemigos naturales

El 77% de las fincas muestreadas resultaron negativas para la presencia de controladores biológicos naturales, encontrado una gran cantidad de factores en contra del establecimiento de parasitoides en las fincas, influyentes en sus ciclos de vida. Tomando en cuenta las condiciones de manejo por parte del productor serían las causas más probables de no encontrar estos betilidos en estas fincas; dentro del manejo uno de los factores más importantes; que en la mayoría de estas fincas se hace uso de aplicaciones de productos químicos.

Uno de los factores que determino la población de parasitoides es la cantidad de granos verdes encontrados en la zona, según catillo citado poro Gomes 2008 estos tipos de frutos es poco probable encontrar boca, o estados inmaduros; por ello no se descarta de que en aquellas fincas en donde únicamente se extrajo frutos verdes o maduros, se puedan encontrar a futuro especímenes de los enemigos naturales liberados; también no podemos.

Tabla 3. Descripción de las fincas donde no se encontraron enemigos naturales

Nº	Lugar	Propietario de la finca	Altura msnm	Parasitoides Liberados	Numero de parasitoides liberados	Fecha de liberación	Usa de insecticida	Frutos encontrados
1	El plan	José Ángel Sabillon	755	C. stephanoderis P. nasuta	5,000 5,000	2010	SI	SS,M,S,SP,V
2	El descombro	IHCAFE	889	C. stephanoderis P. nasuta	10,000 10,000	2010	NO	V,M,S
3	EL Guayabo	Arnulfo Milla	602	C. stephanoderis P. nasuta	5,000 5,000	2008	SI	S,SP,V,M
4	La fortuna	Jorge Rápalo	641	C. stephanoderis P. nasuta	8,000 8,000	2007	SI	S,SP,V
5	La fe	José Castillo	683	C. stephanoderis P. nasuta	5,000 5,000	2011	SI	SP,SS,V,M,S
6	Cerro el palomo	Pompilio Troches	754	C. stephanoderis	20,000	2000	NO	SP,SS,S,V,M
7	El palomo	Luis Troches	945	C. stephanoderis	10,000	2000	NO	S,M,SP,V
8	Pocas cachas	Francisco Gómez	678	C. stephanoderis P. nasuta	10,000 5,000	2003-2006	SI	SP,S,V,M
9	Natalie	Oscar Portillo	667	C. stephanoderis P. nasuta	10,000 10,000	2007	NO	V,SP,S,M
10	Lasima	Leslie Díaz	894	C. stephanoderis P. nasuta	10,000 5,000	2005	NO	SP,V
11	El coyote	Don Alberto	892	C. stephanoderis P. nasuta	500,000 500,000	2007	SI	V,M,S
12	El coyote	Don Alberto	886	C. stephanoderis P. nasuta	500,000 500,000	2007	SI	V,M,S
13	Babilonia	José Saavedra	898	C. stephanoderis P. coffea	10,000 10,000	2010	SI	S,V,M
14	El tigre	Carlos Barahona	788	C. stephanoderis P. nasuta	10,000 5,000	2006	SI	S,M,V
15	Paradise	Juan Bendek	776	C. stephanoderis P. nasuta	10,000 10,000	2003	SI	S,M,V
16	Montañuela	Porfirio Azorto	841	C. stephanoderis	2,087	1994	SI	S,M,V
17	Las Glorias	Gaspar Castellanos	744	C. stephanoderis	10,000	2001	SI	SP,M
18	Nido del águila	Efraín Sánchez	1230	C. stephanoderis	5,000	2005	NO	SP,V
19	El aguaje	Enrique Duron	956	C. stephanoderis	10,000	2003	SI	V, S, M, SP
20	El tigre	Don Beto	745	C. stephanoderis	5,000	2004	SI	S,M,V
21	El tigre	Carlos Barahona (hijo)	748	C. stephanoderis	5,000	2004	SI	S,M,V
22	El tigre	Francisco López	787	C. stephanoderis	5,000	2004	SI	S,M,V
23	La cueva	IHCAFE	763	C. stephanoderis P. nasuta	0	NSRL	SI	S,M,V

V= verde, S= sazón , M = maduro, SP=seco de la planta, SS= seco del suelo

VI CONCLUSIONES

En condiciones de campo el parasitoide que está establecido en la zona es *Cephalonomia stephanoderis*, ya que fue el único encontrado en siete de las 30 fincas evaluadas.

Cephalonomia stephanoderis tiene un amplio rango de adaptabilidad en la zona ya que se encontró mayor número tanto como estrato bajo (< 800) y en el estrato alto (> 1001) por lo que se puede decir que las condiciones climáticas en dichos estratos no limitaron el establecimiento en la zona.

Los tipos de frutos preferidos por los parasitoides son aquellos donde se encuentran la mayor cantidad de estados inmaduros de la broca del café, estos frutos son seco de la planta y maduro, los cuales presentan estados de desarrollo de la broca altos en el fruto de café.

La mayor cantidad de estados de desarrollo de la broca se presenta en maduro (2.91 brocas adultos/grano) y seco de la planta (6.44 brocas adultas/grano), sin embargo no fue posible encontrar parasitismo en ellos.

La presencia de controladores biológicos en las fincas muestreadas no tiene un impacto considerable sobre la reducción de la plaga, por lo menos en el periodo evaluado (24 junio al 20 septiembre)

Los pocos adultos de *Cephalonomia stephanoderis* fueron obtenidos mayormente en los estados seco de la planta y maduro

No se encontró ningún espécimen en las fincas evaluadas de los controladores biológicos ***Prorops nasuta*** y ***Phymastichus coffea*** lo que podría estar relacionado con los estados de desarrollo de broca que habían en el grano al momento de efectuar el muestreo.

Bajo las condiciones de estudio la única especie encontrada (*Cephalonomia stephanoderis*) no está ocasionando una reducción apreciable de la plaga porque los especímenes encontrados fueron muy bajos.

La baja incidencia de parasitoide en las fincas muestreadas entre otros factores se debe al continuo uso de productos químicos especialmente insecticidas, el que es utilizado en la mayoría de ellas, lo que influye en la reducción y posible desaparición de estas especies en los cafetales.

De las siete fincas en donde se encontró presencia de *Cephalonomia* en tres de ellas, realizan una aplicación de insecticida por año, ello nos indica que el parasitoide fue capaz de sobrevivir aun con la presencia de los agroquímicos, lo que tal vez no lograron las demás especies

En ninguno de los dos muestreos realizados se encontró controladores biológicos.

VII RECOMENDACIONES

Concientizar a los caficultores en la acción que ejercen los controladores biológicos y las medidas que se deben de implementar para su protección.

A las instituciones que fomentan la reproducción y liberación de los controladores biológicos mejorar los datos y registros de liberación en fincas, actualizando las fecha y el número de parasitoide liberado por finca.

Aumentar la producción de *Cephalonomia stephanoderis*, ya que este es un parasitoide adaptado a la zona

Que se continúe la realización de muestreos durante todo el año, para poder constatar si los parasitoides que no se encontraron es este estudio están realmente presentes en la zona.

Hacer muestreos más exhaustivos con el fin de coleccionar del campo a *Prorops nasuta* y *Phymastichus coffea* con el fin de hacer observación de adaptabilidad en la zona.

En próximos estudios determinar presencia de los parasitoides comparando fincas en donde no aplican insecticidas.

VII BIBLIOGRAFIA

Alonzo, FR. 1983. La broca y su control (en línea). Compañía Nacional contra la broca del fruto de café en Honduras. IICA. Consultado 2 de marzo disponible (<http://www.promecafe.org>).

Baker, PS. 1984. Some aspects of the behavior of the coffee berry borer in relation to its control in southern Mexico (Coleoptera: Scolytidae). Folia Entomol. Mex. 61: 9-24.

Baker, PS; Barrera, JF. y Valenzuela JE. 1989. The distribution of the coffee berry borer (*Hypothenemus hampei*) in southern Mexico: A survey for a biocontrol project. Tropical Pest Management 35: 163-168.

Baker, PS; Barrera JF. y Rivas A. 1992. Life history studies of the coffee berry borer (*Hypothenemus hampei*, Scolytidae) on coffee trees in southern Mexico. J. Appl. Ecol. 29: 656-662.

Baker, PS. y Barrera, JF. 1993. A field study of a population of coffee berry borer, *Hypothenemus hampei* (Coleoptera: Scolytidae), in Chiapas, Mexico. Trop. Agric. 70: 351-355.

Baker, PS; Rivas A; Balbuena, R; Ley, C. y Barrera JF. 1994. Abiotic mortality factors of the coffee berry borer (*Hypothenemus hampei*). Entomol. Exp. Appl. 71: 201- 209.

Barrera, JF. 1994. Dynamique des populations du scolyte des fruits du caféier, *Hypothenemus hampei* (Coleoptera: Scolytidae), et lutte biologique avec le parasitoïde *Cephalonomia stephanoderis* (Hymenoptera: Bethyridae), au Chiapas, Mexique. Tesis de doctorado. Université Paul-Sabatier, Francia, 301 p.

Barrera, JF; Gomez J. y Alauzet C. 1995. Can the coffee berry borer (*Hypothenemus hampei*) reproduce by parthenogenesis? Entomologia Experimentalis et Applicata 77: 351-354.

Barrera, JF. 2005. Investigación sobre la broca del café en México: logros, retos y perspectivas. Sociedad mexicana de Entomología y el colegio de la frontera sur. ISBN 970-9712-17-9. Pag. 1-13.

Barrera, FJ; Herrera, J; Villalobos, J; García, H; Gómez; López, E. 2006. La broca de café. ECOSUR. Edición 11. Tapachula, Chiapas, México. Pag. 1-8.

Barrera, FJ; García, A; Domínguez, V; Luna, C. 2007. La broca de café en América tropical de entomología. AC. Primera edición. Colegio de la frontera sur. Pag. 25-33

Barrera, JF. 2011. Ficha técnica broca del café *Hypothenemus hampei* (en línea). Servicio Nacional de Sanidad Inocuidad y Calidad agroalimentaria. Consultado el 10 de marzo. Disponible: www.senasica.gob.mx

Borbón, O. 1991. La broca del fruto del cafeto: programa cooperativo ICAFE-MAG. ICAFE-MAG. San José, CR. 50 p.

Borbon, O; Mora, O; Oehlschlager, C; Gonzalez, L. 2000. Proyecto de trampas, atrayentes y repelentes para el control de la broca del fruto de cafeto, *Hypothenemus hampei*. (Coleoptera:

>Scoltytidae) 331-338. En: XIX Simposio Latinoamericano de Caficultura, 2-6 octubre ICAFE:IICA /PROMECAFE, San Jose, Costa Rica 530 p.+

Brun, LO; Stuart, J; Gaudichon, V; Aronstein K y Ffrench-Constant R.H. 1995. Functional haplodiploidy: A mechanism for the spread of insecticide resistance in an important international insect pest. Proc. Natl. Acad. Sci. 92: 9861- 9865.

Bustillo, AE. 2005. El papel del control biológico en el manejo integrado de la broca de café *Hypotenehmus hampei* (ferrari) Coleóptera: Curculionidae; Scolytinae. Revista academica de Colombia Ciencia. 29(110). Pag. 55-70.

Bustamante, JA; Anariba WM. 2010. Informe anual. IHCAFE. Honduras. Pag. 8.

Cano, E; Carballo, M; Chaput, P; Fernández, O; Gonzales, L; Grubber, A; Guharay, F; Hidalgo, E; Narváez, C; López, JA; Rizo, C; Rodríguez, A; Rodríguez, C; Salazar, D. 2004. Control Biológico de Plagas Agrícolas (en línea). Managua, CATIE. Consultado 4 marzo del 2013. Disponible en books.google.hn.

Castillo, A. 2005b. Análisis posintrodutorio de *Phymastichus coffea* LaSalle (Hymenoptera: Eulophidae), a México.

CENICAFE (Centro Nacional de Investigaciones de Café). 1990. Manual de capacitación en control biológico. Ed. H. F. Ospina, Cenicafe - CAB - ODA, Chinchiná, Colombia, 174 p.

De Ingunza A. 1996. La broca del café (*Hypothenemus hampei* Ferrari): Impotancia, distribución geográfica, forma de ataque y especies de cafeto que ataca e influencia de altitud sobre el nivel del mar en el grado de ataque. Revista Peruana de Entomología. Volumen 9(1). Pag. 82-93.

DeBach, P. 1968. Control biológico de las plagas de insectos y malas hierbas. CECSA, México. 949 p.

García, M; Toledo, C; Rodríguez, Y; Barrero, Y; Cabrera, D; Campo, Y. 2008. Reproducción, ciclo biológico y relación sexual de *Cephalonomia stephanoderis* Betrem en condiciones de laboratorio en Cuba. Fitosanidad. Volumen 2 (4). Pag 227-232.

Gama, F. de C; Teixeira C; García, A; Costa, J. y Lima, D. 2006. Diversidade de fungos filamentosos associados a *Hypothenemus hampei* (Ferrari) (Coleoptera: Scolytidae) e suas galerias em frutos de *Coffea canephora* (Pierre). Neotropical Entomology 35: 573-578.

Gómez, J; Santos, A; Valle, J; Montoya, P. 2010. Entomología tropical. Determinación del establecimiento de parasitoides de la broca del café *Hypotehnmus hampei* (Coleoptera, Curculionidae; Scolytinaee) en cafetales del Soconuco, Chiapas, México. Volumen 25(1). Pag. 25-33.

Gomez Gomez, HA. 2008. Sobrevivencia de dos parasitoides exóticos de (*Hypothenemus hampei*) liberados en la zona cafetalera del lago de Yojoa, Honduras. Tesis Ing. Agr. Univeridad Nacional de Agricultura. Catacamas, Honduras. 54p.

González Ch; M. O. 2001. Plagas del cafeto. Combate Integrado de plagas, enfermedades, nematodos y malezas del cafeto. Fundación Salvadoreña para Investigaciones del Café, Nueva San Salvador, El Salvador, p. 1-39.

Guharay, F.2001. Manejo ecológico de la broca de café bajo condiciones de Centroamérica: experiencias de Nicaragua. En: Memoria I Seminario Latinoamericano sobre La Broca. San José, Costa Rica. Pag.33-43

INCAE (Centro latinoamericano para la competitividad y el desarrollo sostenible). HN. 1999. CEN 536 (en line). Honduras. Consultado el 3 de marzo del 2013. Disponible en <http://www.incae.edu>

Infante, F. 1998. Biological control of *Hypothenemus hampei* (Coleoptera: Scolytidae) in Mexico, using the parasitoid *Porops nasuta* (Hymenoptera: Bethyridae). Tesis de doctorado. Imperial College, Inglaterra, 173p.

Jaramillo, J; Chapman, F. E. Vega y Harwood J. D. 2010. Molecular diagnosis of a previously unreported predator-prey association in coffee: Karnyothrips flavipes Jones (Thysanoptera: Phlaeothripidae) predation on the coffee berry borer. Naturwissenschaften 97:291-298.

Jasen, K. 1993. Café y forma de producción en Honduras. Revista Centroamericana de Economía. Volumen (14). Pag. 58-96.

Kirkendall, LR. 1983. The evolution of mating systems in bark and ambrosia beetles (Coleoptera: Scolytidae and Platypodidae). Zool. J. Linn. Soc. 77: 293-352.

Kirkendall, LR. 1993. Ecology and evolution of biased sex ratios in bark and ambrosia beetles, pp. 233-345. In: D.L. Wrensch & M.A. Ebbert (eds.), Evolution and diversity of sex ratio in insects and mites. Chapman and Hall, New York, USA.

López-Guillen, G; J. Valdes Carrasco, L; Cruz-López; Barrera, JF; Malo E; y Rojas J. C. 2011. Morphology and structural changes in flight muscles of *Hypothenemus hampei* females. Environmental Entomology. 40. En prensa.

Mansingh, A. 1991. Limitations of insecticides in the management of the coffee berry borer *Hypothenemus hampei* Ferrari. J. Coffee Res. 21: 67-98.

Muñoz, R. 1989. Ciclo biológico y reproducción partenogenética de la broca del fruto del cafeto *Hypothenemus hampei* (Ferr.). Turrialba 39: 415–421.

Muñoz, R. 2013. Parasitoides de la broca de café (entrevista). Catacamas, Olancho, Hn, Universidad Nacional de Agricultura (UNA).

Palencia, G. 2012. Honduras exportara 15 pct más cosecha 2012-2013 (en línea). Tegucigalpa. Consultado 12 junio del 2013. Disponible en: articles.chicagotribune.com

Patiño, M y Alcívar, R. 2000. Ciclo biológico de la avispa de togo *Phymastichus coffea* La Salle (Hymenoptera: Eulophilae), en laboratorio y en campo en la zona de Santo Domingo, Ecuador. Proyecto Manejo Integrado de la Broca de Café ANAFE-CFC-CABI-OIC de Ecuador. Volumen 1. Pag. 3-11.

Pérez-Lachaud, G. 1998. A new bethylid attacking the coffee berry borer in Chiapas (Mexico) and some notes on its biology. Southern Entomol. 23: 287-288.

Pérez-Lachaud G, Batchelor IP, Hardy ICW. 2004. Wasp eat wasp: facultative hyperparasitism and intraguild predation by bethylid wasps. Biological Control 30: 149-155.

Reid, J.C. y Mansingh A. 1985. Economic losses due to *Hypothenemus hampei* Ferr. during processing of coffee berries in Jamaica. Tropical Pest Management 31: 55-59.

Rivera, P.A, Montoya, EC; Benavide, M. 2010. Biología del parasitoide de *Prorops nasuta* (Hymenoptera, Bethyridae) en el campo y su tolerancia a insecticidas. CENICAFE 61 (2); 99-107.

Rivera, NA. 1998. Estudio sobre el parasitismo de *Cephalonomia stephanoderis* Betrem en la broca de café (*Hypothenemus hampei* Ferrari), en plantaciones de café con manejo orgánico, finca bella vista, San miguel Tucuru, Alta Veraraz. Ingeniero agrónomo. Guatemala. Universidad de san Carlos de Guatemala. Pag. 7-29.

Ruiz, L; Bustillo, A; Posada, F; Gonzalez, M. 1996. Ciclo de vida de *Hypothenemus hampei* en dos dietas meridias. *Cenicafe*(2): 77-84

Solórzano, JA. 2004. Color, tipo de trampa y tipo de señuelo para la captura de la broca del café ((*Hypothenemus hampei*) Ferrari (Coleóptera; Cuculionidae: Scolytinae) en Costa Rica. Grado de maestria tecnológica en medidas sanitarias y fitosanitarias montecillo, Texcoco, EDO, México. Colegio de Post Graduados Instituto de Enseñanza e Investigación en Ciencias Agrícolas. Pag. 9-17

Trejo A. R. 2003. Contribuyendo a un ambiente sano a través del uso de parasitoides y depredadores en el control de la broca (*Hypothenemus hampei*) en Honduras.

TICHELER, J. 1961, "Estudio Analítico de la Epidemiología del Escoliado de los Granos de Café, *Stephanoderes hampei* Ferr., en Costa de Marfil", Mededelingen van de Landbouwhogeschool, Wageningen 61 (11) :1-49, traducido por G. Quinceno H. y publicado en español en "Cenicafé" 14(4) :223-294, Centro Nacional de Investigaciones de Café, Chinchiná, Colombia, 1963.

Vega, F.E. y Mercadier, G. 1998. Insects, coffee and ochra-toxin A. *Fla. Entomología*. 81: 543- 544

Waichert C. & Azevedo C.O. 2012. The genus *Prorops* Waterson, 1923 (Hymenoptera, Bethyridae) from Madagascar. *European Journal of Taxonomy* 16: 1-11.
<http://dx.doi.org/10.5852/ejt.2012.16>

ANEXOS

Anexo 1. Encuesta sobre parasitoides de la broca del café.

Datos generales:

Número encuesta: _____ Departamento: _____

Municipio: _____ Aldea o

Nombre de propietario: _____

Nombre de Finca: _____

Área (Mz): _____

Edad del cultivo: _____ Fecha muestreo: _____

Altura sobre el nivel mar: _____ mts.

1. ¿Variedades de café tiene sembradas?

2. ¿Qué actividades de control efectúa contra la broca de café?

3. Uso de plaguicidas:

- 3.1. ¿Realiza alguna aplicación de plaguicidas? Si: _____ No _____

En caso de si:

3.1 ¿Cuáles?:

¿Contra qué?:

Dosis: _____

- 3.2. fecha de aplicación: _____

4. Uso de parasitoides:

- 4.1. ¿Ha realizado liberaciones de parasitoides en su finca?

Si: _____ No: _____

En caso de SI:

4.2. ¿Cuáles especies?

4.3. ¿En qué fecha se realizaron las liberaciones?

4.4. ¿En qué cantidades se liberaron por fecha?

4.5. ¿Cómo obtuvo los parasitoides?

4.6. ¿Qué comentarios tiene sobre la presencia de la avispa o controladores biológicos de la broca del café?

4.7. ¿Conoce los parasitoides? Sí _____ No _____

En caso de si como son:

Anexo 2. Identificación de muestras de café brocado extraído de las fincas.

Numero de muestra: _____ Fecha: _____
Municipio: _____
Departamento: _____
Nombre de propietario: _____
Nombre de finca: _____ N° de finca muestreada: _____
Altura sobre nivel del mar: _____ mts.

Anexo 3. Incidencia de *Phymastichus coffea* en granos brocados.

Un día después de muestreo _____ 45 días después de muestreo _____

Especie: _____ N° Muestra: _____ Clave _____

Fecha / /

Nº de granos	N de granos disectados	Estado del grano	Brocas adultas			Nº adultos <i>Phymastichus coffea</i>
			vivas	muertas		
				Con orificio	Sin orifico	
		Verde				
		Sazón				
		Maduro				
		Seco de planta				
		Seco del suelo				

Anexo 4. Emergencia de parasitoides y broca adulta a partir de frutos existentes en frascos.

Nº de clave	Parasitoides y broca adulta emergida por fechas																												total				
	28/06/13				30/06/13				2/07/13				4/07/2013				6/07/13				08/07/13				10/07/13					12/07/13			
	Cs	Pn	Pc	B	Cs	Pn	Pc	B	Cs	Pn	Pc	B	Cs	Pn	Pc	B	Cs	Pn	Pc	B	Cs	Pn	Pc	B	Cs	Pn	Pc	B					
4.1-50-V	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
4.2-50-V	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-		
4.1-50-S	-	-	-	3	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-		
4.2-50-S	-	-	-	6	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
4.1-50-M				7				2				2				1				1				2				-			1		
4.2-50-M				1				3				1				2				2				-				-			-		
4.1-50-SS		-	-	14	-	-	-	7	-	-	-	4	-	-	-	3	-	-	-	5	-	-	-	3	-	-	-	2	-	-	-	4	
4.2-50-SS		-	-	22	-	-	-	8	-	-	-	10	-	-	-	5	-	-	-	7	-	-	-	2	-	-	-	9	-	-	-	6	
4.1-50-SP		-	-	8	-	-	-	4	-	-	-	6	-	-	-	2	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-		
4.2-50-SP		-	-	11	-	-	-	4	-	-	-	7	-	-	-	8	-	-	-	3	-	-	-	7	-	-	-	3	-	-	-	4	
3.1-50-V	-	-	-	5	-	-	-	2	-	-	-	3	.	.	.	1	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	2		
3.2-50-V	-	-	-	6	-	-	-	3	-	-	-	5	-	-	-	2	-	-	-	2	-	-	-	1	-	-	-	4	-	-	-	3	
3.1-50-M	-	-	-	7	-	-	-	8	-	-	-	4	-	-	-	3	-	-	-	5	-	-	-	3	-	-	-	2	-	-	-	4	
3.2-50-M	-	-	-	3	-	-	-	2	-	-	-	6	-	-	-	1	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	2	
3.1-50-S		-	-	4	-	-	-	3	-	-	-	6	-	-	-	8	-	-	-	7	-	-	-	4	-	-	-	3	-	-	-	2	
3.2-50-S		-	-	5	-	-	-	7	-	-	-	4	-	-	-	6	-	-	-	3	-	-	-	2	-	-	-	1	-	-	-	4	

Cs = *Cephalonomia stephanoderis*, Pn = *Prorops nasuta*, Pc = *Phymastichus coffea*

Anexo 5. Estado de desarrollo de parasitoides *C. stephanoderis* y *P. nasuta* encontrados en las muestras extraídas de las fincas.

Nº de finca_____

Fecha de recolección: / /

Fecha de disección: / /

Un día después de muestreo_____

45 días después de sombra_____

Especies de parasitoides	Nº de muestra.	Nº de granos disectados	Estado fisiológico del grano	Estados de la broca sin parasitar				Estados fisiológicos de parasitoides encontrados en granos brocados <i>Cephalonomia stephanoderis</i> + <i>Prorops nasuta</i>							
				Huevo	Larva	Pupa	adulto	Huevos		Larvas*			Capullos**		Adultos
								Sobre larva	Sobre pupa	En larva	En pupa	larva	Llenos	Vacíos	
<i>Cephalonomia stephanoderis</i>			Verde												
			Sazón												
			Maduro												
			Seco de la planta												
			Seco del suelo												
<i>Prorops nasuta</i>			Verde												
			Sazón												
			Maduro												
			Seco de la planta												
			Seco del suelo												

*Las larvas de los parasitoides se pueden encontrar sobre larvas o pupas de la broca.

**Los capullos llenos corresponden a pupas vivas y los vacíos a pupas eclosionada

