

UNIVERSIDAD NACIONAL DE AGRICULTURA

**INCIDENCIA DE LA BROCA DEL CAFÉ (*Hypothenemus hampei*) EN FINCAS
ORGÁNICAS Y CONVENCIONALES EN LA REGIÓN DEL SOCONUSCO,
CHIAPAS, MÉXICO**

POR:

WALTER IGNACIO PEREIRA ARGUETA

TESIS

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



CATACAMAS, OLANCHO

HONDURAS C.A.

DICIEMBRE, 2011

**INCIDENCIA DE LA BROCA DEL CAFÉ (*Hypothenemus hampei*) EN FINCAS
ORGÁNICAS Y CONVENCIONALES EN LA REGIÓN DEL SOCONUSCO,
CHIAPAS, MÉXICO**

POR:

WALTER IGNACIO PEREIRA ARGUETA

JUAN FRANCISCO BARRERA GAYTÁN, Ph. D.
Asesor principal (México)

RAUL ISAIAS MUÑOZ HERNÁNDEZ, M. Sc.
Asesor principal (Honduras)

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

INGENIERO AGRÓNOMO

CATACAMAS, OLANCHO

HONDURAS C.A.

DICIEMBRE, 2011

DEDICATORIA

AL DIOS TODO PODEROSO, por haberme iluminado durante todo este tiempo por haberme dado la oportunidad, el conocimiento, la fuerza, la sabiduría para llevar a cabo todas mis actividades y así poder culminar con mi carrera universitaria.

A MIS PADRES: Ignacio Pereira y María Elena Argueta por brindarme su confianza, cariño y apoyo incondicional en todo momento durante mi formación

A MIS HERMANOS: Melba Carolina Pereira Argueta, Alex Eduardo Pereira, y mi sobrina, Osiris Carolina Zelaya Pereira.

A TODA MI FAMILIA Y AMIGOS: que me brindaron su apoyo

AGRADECIMIENTOS

A mi Dios todo poderoso por estar siempre conmigo, y por iluminarme siempre en la vida.

A mis padres: **Ignacio Pereira y María Elena Argueta** por su apoyo incondicional en cada uno de los momentos difíciles y por los consejos que me dio día con día para poder cumplir esta meta, de igual forma **A mis hermanos** Melba Carolina Pereira Argueta y Alex Eduardo Pereira Argueta por apoyarme siempre gracias.

A mis compañeros de la **clase Armagedón**, por haber compartido momentos de tristeza y alegría durante estos cuatro años de mi vida

A **El Colegio de la Frontera Sur (ECOSUR)**, por permitir realizar mi trabajo de tesis, y especialmente al M.C. Javier Valle Mora, por su asesoría en los análisis estadísticos a Don Joel Herrera, Giber González y Enrique López Pascacio por su apoyo en los muestreos, de igual forma a los productores que me apoyaron con esta investigación gracias.

AL Ph. D. **Juan Francisco Barrera Gaytán**, por asesorarme en mi trabajo de tesis en México, infinitas Gracias.

A la **Universidad Nacional de Agricultura** por haberme dado el privilegio de formar parte de su gran familia.

A mis asesores: **M. Sc. Raúl Muñoz, M. Sc. Héctor Fernández y al M. Sc. Jorge Salgado**, por brindarme sus conocimientos en la elaboración del presente trabajo.

CONTENIDO

ACTA DE SUSTENTACIÓN	i
DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTOS	iii
CONTENIDO	iv
LISTA DE CUADROS	viii
LISTA DE FIGURAS	ix
LISTA DE ANEXOS	x
RESUMEN	xii
I. INTRODUCCIÓN	1
II. OBJETIVOS	3
2.1 General.....	3
2.2 Específicos.....	3
III. REVISION DE LITERATURA	4
3.1 Historia del café.....	4
3.2 Importancia económica del café	4
3.3 Agricultura orgánica	6
3.4 Agricultura convencional	7
3.5 Problemas fitosanitarios del café.....	7
3.6 La broca del café.....	9
3.6.1 Clasificación taxonómica	9
3.6.2 Descripción	10

3.6.3 Distribución y dispersión.....	11
3.6.4 Ciclo biológico	12
a) Huevo.....	12
b) Larva.....	12
c) Prepupa	13
d) Pupa	13
e) Adulto.	13
3.6.5 Ecología	13
3.6.6 Daños	14
3.6.7 Hospederos	16
3.6.8 Métodos de control.....	16
a) Control cultural.	16
b) Control biológico.	16
c) Control químico.	17
d) Control etológico.	17
3.6.9 Muestreo	18
a) Muestreo utilizado en Honduras	18
b) Muestreo utilizado en República Dominicana.	19
c) Muestreo utilizado en México.	19
3.6.10 Nivel de daño económico	19
IV. MATERIALES Y MÉTODOS	20
4.1 Ubicación geográfica del área de estudio	20
4.2 Materiales y equipo	20
4.3 Fincas estudiadas	20
4.3.1 Selección	20

4.3.2 Caracterización.....	21
4.3.3 Muestreo	21
4.3.4 Precio del café.....	22
4.4 Cosecha de café	22
4.4.1 Categorías de producción de los cafetos	23
4.4.2 Cálculo de la estimación de cosecha.....	23
a) Kilogramos de café cereza por rama	23
b) Kilogramos y quintales de café pergamino seco por rama	23
c) Kilogramos de café verde (oro) por rama	23
d) Cálculo de la ganancia por rama en dólares para productores de café convencional	23
e) Cálculo de la ganancia por rama en dólares para productores de café orgánico	24
4.5 Infestación de la broca.....	24
4.5.1 Población y posición de la broca por fruto.....	24
4.5.2 Análisis económico de las pérdidas ocasionadas por la broca	25
a) Pérdidas en kilogramos y quintales de café pergamino seco por rama	25
b) Pérdidas en kilogramos de café verde (oro) por rama	25
c) Pérdidas en dólares por rama.....	25
4.6 Análisis de datos.....	25
4.7 Variables evaluadas	26
4.7.1 Árboles de sombra presentes en el cafetal	27
4.7.2 Kilogramos de café verde (oro) por rama	27
4.7.3 Ganancia en dólares por el café producido por rama	27
4.7.4 Pérdidas por broca en kilogramos de café verde (oro) por rama	28
4.7.5 Pérdidas en dólares de café por rama ocasionadas por la broca	28

4.7.6 Número total de frutos.....	28
4.7.7 Porcentaje de infestación	29
4.7.8 Número de ramas productoras	29
4.7.9 Población de la broca por fruto.....	29
4.7.10 Posición de la broca en el fruto.....	29
V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	30
5.1 Caracterización de las fincas	30
5.2. Producción de café.....	34
5.2.1 Kilogramos de café verde (oro) por rama	34
5.2.2 Ganancia en dólares por el café producido por rama	36
5.2.3 Pérdidas por broca en kilogramos de café verde (oro) por rama	37
5.2.4 Pérdidas de café por rama en dólares ocasionadas por la broca	40
5.2.5. Número total de frutos.....	43
5.2.6 Porcentaje de frutos infestados	45
5.2.7 Número de ramas productoras	49
5.2.8. Población y posición de la broca en el fruto	50
VI. CONCLUSIONES.....	51
VII. RECOMENDACIONES	53
VIII. BIBLIOGRAFIA.....	55
ANEXOS	62

LISTA DE CUADROS

Cuadro 1. Año en que se reporta la presencia de la broca del café <i>H. hampei</i> en diferentes países	11
Cuadro 2. Hábito de penetración de la broca de acuerdo a la consistencia del grano de café.	15
Cuadro 3. Características de la ubicación de las fincas de café estudiadas.	30
Cuadro 4. Información sobre los cafetos y los árboles de sombra en las fincas estudiadas.	31
Cuadro 5. Principales enfermedades y plagas existentes y control de broca implementado en las fincas estudiadas.....	34

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Producción promedio de café verde (oro) por rama (primer muestreo).	35
Figura 2. Promedio de la ganancia esperada en dólares por la venta de café verde (oro) producido por rama (primer muestreo).....	37
Figura 3. Promedio de pérdidas de café verde (oro) en kilogramos por rama ocasionada por la broca (primer muestreo).	40
Figura 4. Promedio de pérdidas de café verde (oro) en dólares por rama ocasionada por la broca (primer muestreo).	42
Figura 5. Numero promedio de frutos totales (NFT) por rama (primer muestreo)	43
Figura 6. Numero promedio de frutos totales (NFT) por rama (segundo muestreo).	44
Figura 7. Porcentaje de frutos perforados por la broca por rama (primer muestreo).	45
Figura 8. Porcentaje de frutos perforados por la broca por rama (segundo muestreo).	46
Figura 9. Promedio del número de ramas productoras (NRP) por cafeto (segundo muestreo)	49

LISTA DE ANEXOS

Anexo 1. Formato de encuesta para caracterizar las fincas de acuerdo a su manejo.	63
Anexo 2. Formato para muestreo de broca y estimación de cosecha.	65
Anexo 3. Formato para registrar la población de broca en frutos de café.....	66
Anexo 4. Análisis de varianza para la producción estimada en kilogramos de café verde (oro) por rama, sin considerar las pérdidas por broca, del primer muestreo.	67
Anexo 5. Prueba de Tukey al 5% de significancia para los datos del Anexo 4	67
Anexo 6. Análisis de varianza para la ganancia en dólares por el café producido por rama, del primer muestreo	68
Anexo 7. Prueba de Tukey al 5% de significancia para los datos del Anexo 6.	68
Anexo 8. Análisis de varianza para las pérdidas por broca en kilogramos de café verde (oro) producido por rama del primer muestreo.	69
Anexo 9. Prueba de Tukey al 5% de significancia para los datos del Anexo 8	69
Anexo 10. Análisis de varianza para las pérdidas de café por rama en dólares ocasionadas por la broca, del primer muestreo.	70
Anexo 11. Prueba de Tukey al 5% de significancia para los datos del Anexo 10.	70
Anexo 12. Análisis de varianza para el número total de frutos por rama (NFT), del primer muestreo.	71
Anexo 13. Prueba de Tukey al 5% de significancia para los datos del Anexo 12.	71
Anexo 14. Análisis de varianza para el número frutos totales por rama (NFT), del segundo muestreo.	72
Anexo 15. Prueba de Tukey al 5% de significancia para los datos del Cuadro 14.	72
Anexo 16. Análisis de varianza para el porcentaje de frutos perforados por rama por la broca del café (% FP) del primer muestreo	73
Anexo 17. Prueba de Tukey al 5% de significancia para los datos del Anexo16.	73
Anexo 18. Análisis de varianza para el % de frutos perforados por rama por la broca del café (%FP), del segundo muestreo.	74

Anexo 19. Prueba de Tukey al 5% de significancia para los datos del Anexo18.	74
Anexo 20. Análisis de varianza para el número de ramas productoras por cafeto para el segundo muestreo (NRP).....	75
Anexo 21. Prueba de Tukey al 5% de significancia para los datos del Anexo 20.	75

Pereira Argueta, WI. 2011. Incidencia de la broca del café (*Hypothenemus hampei*) en fincas orgánicas y convencionales en la región del Soconusco, Chiapas, México. Tesis de Ing. Agr. Universidad Nacional de Agricultura, Catacamas, Olancho, Honduras. 75 p.

RESUMEN

En agosto de 2011 se realizó muestreos en ocho fincas (cuatro orgánicas y cuatro convencionales) ubicadas en el Soconusco, Chiapas, México para comparar la incidencia y las pérdidas ocasionadas por la broca del café, *Hypothenemus hampei* (Ferrari). Las fincas se caracterizaron mediante la información recabada por medio de una encuesta aplicada a los productores. Se efectuó dos muestreos para determinar la incidencia, seleccionando al azar 50 plantas/finca, contabilizando el número de frutos perforados y no perforados por la broca existentes por rama (bandola) seleccionada al azar. A partir de estos datos se calculó, el porcentaje de infestación y la producción de café existentes en cada finca. Asimismo, se estimó las pérdidas ocasionadas por la broca en rendimiento y dinero. Se encontró que las fincas estudiadas se clasificaron en los sistemas de producción de policultivo tradicional y policultivo comercial. De acuerdo con los productores, la broca del café fue la plaga más importante. Todas las fincas estudiadas controlan la broca con trampas artesanales cebadas con metanol-etanol. No se registraron diferencias significativas ($P>0.05$) en el número de ramas productoras por cafeto entre fincas orgánicas y convencionales. Sin embargo, las fincas orgánicas produjeron significativamente ($P\leq 0.05$) más café por rama. La diferencia en producción y en precio hace que los productores de las fincas orgánicas tengan significativamente ($P\leq 0.05$) más ganancias por la venta de su café que los productores de las fincas convencionales. La población de broca y la posición de ella en el fruto fueron estadísticamente similares ($P>0.05$) en ambos tipos de fincas. La infestación de broca y las pérdidas correspondientes, tanto en rendimiento como en dinero, estuvieron condicionadas por la interacción significativa ($P\leq 0.05$) entre el tipo de finca (convencional u orgánica) y el tipo de parejas evaluadas (comparación de dos fincas con diferente manejo que están en el mismo estrato altitudinal). En la mayoría de las cuatro parejas de fincas estudiadas, la infestación y las pérdidas de la broca fueron significativamente ($P\leq 0.05$) menores en las fincas orgánicas que en las convencionales.

Palabras claves: policultivo tradicional, policultivo comercial, broca del café, infestación, control etológico, finca orgánica, finca convencional.

I. INTRODUCCIÓN

La broca del fruto del cafeto *Hypothenemus hampei* (Ferrari 1867), originaria del continente africano, es un insecto de distribución cosmopolita que a nivel mundial es el principal problema entomológico de la caficultura (Barrera *et al.* 2008 (a)).

Las características biológicas y su naturaleza de plaga exótica, le ha permitido una rápida adaptación y un incremento acelerado de su población ocasionando pérdidas considerables a los caficultores, lo que ha obligado a los productores y autoridades del sector a tomar medidas inmediatas basadas, en el Manejo Integrado de Plagas (MIP) para poder reducir los daños ocasionados (Urbina 1986). Ello significa que se debe implementar varios métodos de control de la plaga para ser eficientes en su manejo.

Esta plaga ejerce un impacto directo sobre la economía del productor ya que al perforar los frutos reduce el rendimiento y merma la calidad del grano cosechado. La producción es afectada de varias maneras: por la pudrición de granos perforados en formación, los que provocan el desarrollo de microorganismos saprofitos, por la pérdida de peso que sufre el grano consumido por el insecto, y por la caída de frutos jóvenes perforados (Barrera 2002).

El manejo convencional de las fincas cafetaleras favorece el monocultivo, promueve el uso intensivo de insumos y energía y permite el uso de diferentes prácticas agronómicas, como el uso de agroquímicos con fines de nutrición y control fitosanitario; esto trae como consecuencia la pérdida de suelo y biodiversidad (Granados y López 1996).

Como resultado se obtiene un producto de mala calidad por la presencia de residuos tóxicos. Además, el uso indiscriminado de plaguicidas trae como consecuencias el

surgimiento de nuevas plagas por la eliminación de sus enemigos naturales; el desarrollo de resistencia en las poblaciones de insectos tratados; enfermedades de diferentes índole en las personas que entran en contacto con esos agroquímicos. Por si fuera poco, hay fuga de divisas por la compra de esos productos que en la Mayoría de los casos no son de fabricación nacional (AEET 2004).

Por los problemas antes señalados, varios países importadores de materias primas, especialmente los desarrollados, están exigiendo productos más saludables (que estén libres de residuos tóxicos), amigables con el ambiente y producidos bajo principios de responsabilidad social, para lo cual están dispuestos a pagar un precio más alto en comparación a los productos convencionales.

A diferencia de la caficultura convencional, la caficultura orgánica es considerada como la mejor alternativa para cumplir con esa demanda, ya que proporciona productos de mejor calidad, sin olvidar que la misma conserva el ambiente y la biodiversidad y asume un compromiso con el desarrollo de las comunidades, según los especialistas, las fincas que tienen mayor diversidad biológica y donde no existe selección de organismos tolerantes o resistentes por la aplicación de plaguicidas, presentan daños menores por los organismos fitófagos en comparación con aquellas que utilizan plaguicidas y cuya biodiversidad está compuesta por pocas especies vegetales y animales.

Por lo antes expuesto, es de esperar que el daño que ocasiona la broca del café sea menor en fincas orgánicas en comparación al daño que ocasiona en fincas convencionales; precisamente por ello, el objetivo del presente trabajo fue determinar si hay diferencias en el grado de infestación y pérdidas que ocasiona este insecto en fincas orgánicas comparadas con fincas convencionales, y de acuerdo los resultados encontrados, poder diseñar mejores estrategias para su control.

II. OBJETIVOS

2.1 General

Determinar las diferencias sobre el daño de la broca del café (*Hypothenemus hampei*) y los factores que se le asocian en fincas orgánicas y convencionales.

2.2 Específicos

Determinar el grado de daño que provoca la broca en fincas orgánicas y convencionales.

Estimar la cosecha de café verde (oro) y las ganancias económicas por rama, en fincas orgánicas y convencionales.

Estimar las pérdidas de café verde (oro) y dinero por rama, ocasionadas por la broca del café en fincas orgánicas y convencionales.

III. REVISION DE LITERATURA

3.1 Historia del café

El café es originario de la región que conforman Etiopía y Sudán, África, situadas a más de 1000 msnm, cerca del lago Tana. En esa región el café crece en estado silvestre y sub-silvestre y presenta una amplia variedad de variedades que han sido trasladadas a numerosos países, constituyendo un acervo invaluable y una fuente incalculable y poco explotada de variabilidad genética, que puede ser aprovechada en las variedades cultivadas. El café se extendió de Etiopía a Yemen por el puerto de Moka entre 575 y 890 DC; los persas y los árabes lo llevaron a Arabia, pero fueron los árabes quienes exportaron el café primero a Siria, Persia (hoy Irak) y Turquía, y luego a Europa (Santacreo 2001).

3.2 Importancia económica del café

El café (*Coffea* spp.) es el género más importante de la familia de las rubiáceas y está conformado por numerosas especies. Solo dos son las especies de importancia económica: *C. arabica* L., conocida como café arábica (65% de la producción mundial), y *C. canephora* Pierre, llamada café robusta (33% de la producción mundial). Solo 2 % de la producción mundial corresponde a las otras especies de café (COFENAC 2010).

El café, que se produce en más de 50 países en desarrollo, es uno de los productos básicos de exportación más importantes del mundo. Hace una importante contribución al desarrollo socioeconómico y al alivio de la pobreza y es de importancia económica excepcional para los países exportadores, algunos de los cuales se basan en el café para la obtención de más de la mitad de sus ingresos de exportación.

Dado que alrededor del 70% del café mundial lo producen 25 millones de pequeños agricultores y sus familias, éste representa una importante fuente, de ingreso para la mayoría de los países productores de café. El área ocupada por el cultivo del café en todo el planeta es de 13.2 millones de km² (OIC 2007).

Se estima que más de 125 millones de personas en el mundo son directa o indirectamente dependientes del café para su sustento. Hoy en día la bebida del café es consumida por más de la tercera parte de la población mundial; desde la década pasada hay una tendencia de aumento en el consumo de cafés finos de alta calidad (OIC 2007).

En el caso de México, desde el inicio de su cultivo en el siglo XIX, el café ha jugado un papel importante en la generación de empleos para un número considerable de mexicanos, además de convertirse en uno de los principales generadores de ingresos y divisas. Recientemente, además, se les conoce a los lugares en donde se cultiva el grano como refugio para la biodiversidad, en especial para de especies animales y vegetales en peligro de extinción. Por todo lo anterior, la importancia económica, social, cultural y ambiental hacen de la producción de café un sector clave de la economía de este país (PRODUCE 2003).

Los tres estados más importantes para la producción de café en México son: Chiapas, Oaxaca y Veracruz. Entre las contribuciones ambientales o servicios ecosistémicos más importantes del café están: protección de cuencas hidrológicas, conservación de suelos, protección y conservación de, la biodiversidad, retención de carbono, producción de oxígeno, y baja o nula contaminación (PRODUCE 2003).

De acuerdo a la Organización del café (OIC 2011), se calcula que la producción total en México para el año de cosecha 2010-2011, será de 133 millones de sacos de 60 Kg, lo que representa un aumento del 8.1% con respecto a la producción del año anterior.

En el ámbito nacional, Chiapas es el primer productor de café con una participación de 34.8%; Veracruz contribuye con 25.3%, y Oaxaca y Puebla con 28%. Los cuatro estados aportan 88% de la producción del nacional. Para la cosecha 1999-2000, México ocupó el quinto lugar de la producción mundial de café con el 5.7% (CEPF 2001).

En los últimos 30 años el cultivo del café ha contribuido en la economía de Honduras entre el 13% y 27% del PIB agropecuario (20% en promedio), y entre el 3% y 7% del PIB nacional (5% en promedio). Honduras es el segundo productor de café en Centroamérica, 98% del café es cultivado bajo sombra, y el 95% de la caficultura está en manos de pequeños productores, así mismo la caficultura genera más de 1 millón de empleos directos e indirectos lo que significa más de 8% de la creación de empleos del país y 22% en el área rural, generando más de 400 millones de dólares en divisas. La Producción de café correspondiente para la cosecha 2008/2009 fue de 4, 182,821.35 qq (Paz 2010).

A pesar de la crisis económica, Honduras ha logrado mantenerse en el comercio mundial. Lo anterior se atribuye al esfuerzo que hacen los agricultores para mantener activa la economía; particularmente el sector café aportó 4.4% al Producto Interno Bruto Nacional (PIB) en el 2008, al generar 463.95 millones de dólares en divisas, correspondiente al 36.1% PIB agrícola. Por otra parte, ese mismo año las exportaciones de café apoyaron el dinamismo comercial del sector con 23.6% de los ingresos por exportaciones de los principales productos (Flores 2008).

3.3 Agricultura orgánica

La agricultura orgánica es un sistema de producción que actualmente tiene un gran desarrollo a nivel internacional. Este sistema de producción trata de reducir el consumo de recursos no renovables así como el uso de plaguicidas y fertilizantes sintéticos. Con esta forma de producción se obtiene un producto de mayor calidad, mayor protección al ambiente y a la salud humana (Escamilla 2005).

Además, la agricultura orgánica conserva y mejora la biodiversidad y la fertilidad del suelo y fomenta el uso de insumos locales. Sus productos generan mayor valor agregado comercial y una cadena de comercialización más justa (Soto 2003).

3.4 Agricultura convencional

La agricultura en su afán de suplir de alimento a la creciente población mundial, ha incrementado sus rendimientos gracias a los avances científicos y tecnológicos como el uso de nuevas variedades, fertilizantes, riego y plaguicidas. Esta agricultura se basa en labranza intensiva del suelo (Gliessman 2002).

A partir de la Segunda Guerra Mundial, este tipo de agricultura cambió la forma de producción de café de un sistema agroforestal a un sistema basado en variedades mejoradas, sembradas a altas densidades, con mayor demanda de agroquímicos y con menor uso o la eliminación total de árboles de sombra (Gliessman 2002).

3.5 Problemas fitosanitarios del café

Hoy en día, en América Latina el cultivo del café se ve afectado por varios factores como son las plagas y enfermedades y el estrés abiótico, como la sequía, acidez ó salinidad de los suelos entre otros. *Hemileia vastatrix* Berk & Broome, agente causal de la roya anaranjada, es una de las enfermedades más serias. *Mycena citricolor* Berk & Curt, que provoca la enfermedad conocida como ojo de gallo, de igual manera causa serios problemas, sobre todo en los últimos años, con profundos efectos negativos para la producción (Ortiz 2007).

Los daños causados por las malezas son más importantes de lo que se piensa, pues de acuerdo con la FAO, son responsables de 15% de pérdidas en la producción total de los cultivos a nivel mundial. Otras estimaciones indican que las pérdidas por malezas en los países en vías de desarrollo ascienden entre 25 a 30% (Sosa *et al.* 2001).

La naturaleza del café favorece al ataque de una serie de insectos y ácaros; al igual que la mayoría de los cultivos, todas las partes de la planta son atacadas y el daño puede aparecer en la cama de siembra, vivero, plantación, o en el almacén. Algunas plagas afectan a la planta del café solo temporalmente, mientras que otras viven durante varias generaciones en la planta. En algunos casos el ataque puede causar la muerte, pero en la mayoría de los casos las plagas solo debilitan la planta, reduciendo el rendimiento (Barrera 2008).

Según una encuesta realizada en cafetales orgánicos en Costa Rica, las principales plagas y enfermedades presentes en cafetales orgánicos, según los productores entrevistados, fueron los nematodos (*Meloidogyne* spp., *Pratylenchus coffeae* y *Radopholus similis*) con 33% de los casos, la arañita roja (*Olygonychus yotherisy* Gregor), con 16%, la cochinilla harinosa (*Planococcus citri* Risso) con 8.3%, los gusanos cortadores (*Spodoptera* sp.) con 16%, y los jobotos o gallina ciega (*Phyllophaga* sp.) con 6.7%. Entre las enfermedades citaron a la roya (*H. vastatrix*) con 83.3% y al ojo de gallo (*M. citricolor*) con 58% (Porrás 2006).

El mismo estudio indicó que los problemas más importantes de plagas y enfermedades de cafetales no orgánicos o convencionales, según los productores entrevistados, fueron la broca del café (*H. hampei*) con 60% de los casos, la roya con 90%, el ojo de gallo con un 33%, y en menor escala, mencionaron que fueron afectados por nematodos (*Meloidogyne* sp., *P. coffeae*, *R. similis*) con 20% de los casos reportados (Porrás 2006).

Los insectos constituyen el grupo más numeroso de plagas del café; más de 850 especies de este grupo se alimentan del café en el mundo, de las cuales aproximadamente 200 (23.5%) han sido reportados en la zona tropical y área subtropicales de América. Sin embargo, apenas una treintena de especies, en su mayoría nativas, ocasionan pérdidas que se consideran importantes. Las plagas y la gravedad de los problemas que causan varían de un lugar a otro (Barrera 2008).

Actualmente la mayoría de los países productores tienen serios problemas con la broca del café, (*H. hampei*) plaga insectil considerada como una de las más devastadoras. A menudo

es una plaga severa del café robusta (*C. canephora*) y arábica (*C. arabica*), sobre todo en altitudes bajas, pero afecta a todas las especies del género *Coffea*, siendo la robusta la más preferida (Cárdenas 2007).

Según Cárdenas (2007), los materiales genéticos conservados en la colección del núcleo de café del Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE), constituyen la fuente más importante y de fácil acceso para la búsqueda de resistencia vegetal a problemas fitosanitarios.

Debido a los problemas que tienen los productores con las plagas, se han propuesto estrategias como el Manejo Integrado de Plagas (MIP), el cual pretende, en el caso de la broca, reducir el daño y las pérdidas económicas mediante la integración de manera armoniosa de diversos métodos culturales, etológicos y biológicos (Barrera *et al.* 2004).

3.6 La broca del café

3.6.1 Clasificación taxonómica

Según Triplehorn y Johnson (2005), la broca del café se clasifica de la siguiente manera:

Reino: Animalia

Phylum: Arthropoda

Clase: Hexapoda (Insecta)

Subclase: Pterygota

Orden: Coleoptera

Suborden: Polyphaga

Superfamilia: Curculionoidea

Familia: Curculionidae

Subfamilia: Scolytinae

Tribu: Scolytini

Género: *Hypothenemus*

Especie: *hampei* (Ferrari)

3.6.2 Descripción

La broca de la cereza del café es una de las plagas más severas para el café y se encuentra presente en la mayoría de las regiones del mundo. Este insecto ataca específicamente a los frutos del cafeto del cual es un parásito obligado, ya que aunque puede vivir y alimentarse en otras plantas, solamente se reproduce cuando se alimenta del grano del café (Benavides *et al.* 1996).

Como su planta hospedera el café, la broca también es originaria de África. Se creó que el insecto se desarrolló originalmente en café robusta (*C. canephora*) en África central y no en *C. arabica*); esta última especie se originó en Etiopía en altitudes superiores a 1,500 msnm donde aún se encuentra en forma silvestre, mientras que *C. canephora*) se encuentra en partes más bajas en el centro y oeste de África (Baker 1986).

Los problemas que causa este insecto exigen medidas de control eficientes, en el momento oportuno, y cuando amenaza con causar pérdidas económicas. Por tanto, un requisito importante para su control es un programa MIP, el cual requiere como punto de partida cuantificar la población (o infestación) en el campo en un momento dado y relacionarla con el daño que se obtiene cuando el caficultor vende su cosecha (Benavides *et al.* 1996).

La humedad relativa influye sobre la mortalidad y el potencial reproductivo de la broca. A bajas humedades ocurre alta mortalidad y la máxima fecundidad se encuentra entre 90% y 93.5% de H.R. (Baker *et al.* 1994).

3.6.3 Distribución y dispersión

Actualmente, la broca se encuentra en todas las regiones del mundo donde se cultiva el cafeto. Esta plaga se ha distribuido de un país a otro generalmente mediante semillas infestadas, en sacos y sobre todo en contenedores transportados en barcos. En América, este insecto se localiza en todos los países cafetaleros (Cuadro 1).

Cuadro 1. Año en que se reporta la presencia de la broca del café *H. hampei* en diferentes países (Barrera 2002).

País	Año de Introducción
Brasil	1913
Perú	1962
Guatemala	1971
Honduras	1977
Jamaica	1978
México	1978
Ecuador	1981
El Salvador	1981
Colombia	1988
Nicaragua	1988
Cuba	1990
República Dominicana	1995
Venezuela	1995
Costa Rica	2000

Según Baker *et al.* (1994) se considera que la broca tiene mucha capacidad de vuelo y que su método principal de dispersión es a través de los granos infestados y en las herramientas y otros utensilios de los campesinos.

3.6.4 Ciclo biológico

La duración del ciclo biológico de cualquier organismo vivo está altamente influenciada por las condiciones climáticas donde se encuentre, siendo la temperatura el factor más importante para determinar la duración de cada uno de los estados o etapas de desarrollo del individuo. En general a mayor temperatura, el ciclo biológico del organismo disminuye; en el caso de la broca del café, pasa por cuatro estados de desarrollo desde huevo hasta adulto (Barrera 2002).

a) Huevo: Para poner los huevos la hembra penetra el grano en cualquier estado de desarrollo. Los huevos son puestos a razón de 8 a 10 por cámara. El periodo de oviposición se extiende durante 3 a 7 semanas, donde cada hembra puede producir entre 30 y 70 huevos (Waterhouse 1998).

El huevo es de color blanco hialino de forma oblonga y con superficie lisa; mide hasta 0.7 mm de largo y 0.3 mm de ancho (Cárdenas y Posada 2001). El período de incubación dura de 3 a 9 días, dependiendo de la temperatura y condiciones ambientales (Rosa y Medina 2003).

b) Larva: La larva es apoda, de color blanco, la cabeza de color marrón, en forma de “C” y con la parte torácica más ancha. La cabeza es de color café claro con las mandíbulas visibles y extendidas hacia adelante. La larva del macho completa sus dos fases larvales en un promedio de 15 días, mientras que la larva de la hembra completa sus tres fases larvales en alrededor de 19 días. El largo período de oviposición da como resultado la presencia de larvas en todas las etapas de desarrollo en el mismo grano. Las larvas miden entre 1.17 y 1.75 mm de largo por 0.37 a 0.38 mm de ancho (Rosa y Medina 2003).

c) Prepupa: Es el último estadio larval, el cual no se alimenta. Durante esta fase de desarrollo inician los cambios fisiológicos que darán origen a la pupa. La prepupa es de color blanco lechoso y su cuerpo es menos curvado que la larva (Barrera *et al.* 2006). Por lo general, la duración de este estadio se incluye como parte del estado larval.

d) Pupa: La pupa no forma capullo y se encuentra en las galerías excavadas por la larva en el grano de café. La etapa pupal dura entre 4 y 9 días (Rosa y Medina 2003).

e) Adulto: Es de cuerpo negro brillante alargado, cilíndrico y ligeramente arqueado hacia la región ventral con una longitud de 1.50 a 1.78 mm. La cabeza se sitúa ventralmente y es protegida por el pronoto. Las antenas son acodadas y terminan con forma de un mazo. El aparato bucal es masticador y los élitros son convexos y presentan estrías longitudinales alternadas con series longitudinales de cerdas. Las hembras poseen alas bien desarrolladas que le permiten volar con habilidad, mientras que las alas de los machos están atrofiadas. Las hembras se diferencian fácilmente de los machos porque son más grandes (Barrera 2002).

Mientras alcanzan la madurez sexual y se aparean, las hembras permanecen en el grano por tres o cuatro días. Generalmente abandonan los granos donde nacieron a través de la perforación de entrada. El período de pre-oviposición es de 4 a 20 días. La longevidad de los machos es de 75 días y de las hembras de 156 con máximo de 286 días (Rosa y Medina 2003).

3.6.5 Ecología

Para planificar una estrategia de control de la plaga, es importante comprender el comportamiento del insecto en las condiciones bióticas y abióticas del ambiente del cafetal, de muchos estudios realizados se sabe que la broca tiene una distribución agregada o de contagio dentro del cafetal, esto es, no se le encuentra infestando uniformemente todo el predio, sino que lo hace en focos. Dentro de cada planta también pueden observarse

algunas ramas o bandolas más infestadas que otras, siendo por lo común las del tercio medio la más infestadas (Urbina 1986).

Según Urbina (1986) se reporta que el rango óptimo para el desarrollo de la broca está por lo común entre 800 y 1000 msnm. A altitudes mayores de 1500 msnm, debido a las bajas temperaturas, la broca generalmente no representa un problema económico.

Se ha determinado que la plaga prefiere volar entre las 13 y 18 h. Ciertas observaciones sugieren que la mayor distancia de vuelo alcanzada por la broca fue de 350 m. Los cafetales húmedos y sombreados favorecen la reproducción de la broca más que aquellos más secos y abiertos. Aparentemente, la influencia de las precipitaciones sobre el desarrollo de la broca es poco significativa, aparte de que no vuela durante la lluvia (Klein Koch 1989).

La humedad del aire influye sobre la infestación de los granos negros que quedan en el árbol después de la cosecha, o que caen al suelo. La humedad excesiva acelera el proceso de pudrición de los frutos infestados caídos al suelo, mientras que la baja humedad provoca el desecamiento de los frutos, reduciendo a veces drásticamente la población del escolitido (Klein Koch 1989).

El efecto de los árboles de sombra sobre el microclima del cafetal es muy complejo. Observaciones realizadas en cafetos con y sin sombra indican una notable ausencia de enemigos naturales como parasitoides de la broca en el primer sistema (sin sombra), y por lo tanto mayores niveles de infestación. Una sombra densa favorece el desarrollo del hongo entomopatógeno *Beauveria bassiana* (Balsamo Vuillemin) (Klein Koch 1988).

3.6.6 Daños

La broca es una plaga directa pues daña el fruto, es decir, el producto que se desea cosechar. Su ataque reduce el rendimiento y la calidad del grano. Los daños más comunes

son: pudrición de granos en formación por microorganismos saprofitos que entran por la perforación; caída de frutos jóvenes por efecto del ataque; disminución del peso del grano por la alimentación de las larvas y adultos; contaminación potencial del grano con ocratoxinas producida por los hongos (*Aspergillus ochraceus* Wilhelm) que pueden vivir en las galerías (Barrera 2002).

De acuerdo con Ochoa-Milian *et al.* (1989) con el 100% de los frutos perforados al momento de la cosecha se tienen pérdidas de 30 a 35%; si la cosecha se efectúa tardíamente, éstas pueden ser mayores.

La broca puede dañar el fruto en diferentes estados de desarrollo, pero solo puede alimentarse y reproducirse cuando el grano esta desde semi- consistente hasta duro seco, según lo reportado por Castillo (1982), (Cuadro 2).

Cuadro 2. Hábito de penetración de la broca de acuerdo a la consistencia del grano de café (Castillo 1982).

No.	Consistencia del grano	Hábitos de perforación de una broca hembra
1	Acuoso o semi-lechoso	Perfora y abandona el grano.
2	Lechoso	Permanece en el canal de perforación.
3	Semi-consistente	Penetra al grano y preparar las galerías de oviposición.
4	Duro maduro	Se observan individuos de la progenie en todos los estados de desarrollo y los endospermos destruidos.
5	Duro seco	Se observan individuos de la progenie en todos los estados de desarrollo y los endospermos destruidos.

Según Muñoz (1986) la broca del fruto empieza a ovipositar cuando el grano está en estado de “semi-consistencia”. El tiempo para alcanzar la semi-consistencia varía con la altitud. En cafetales de “bajío” se presenta aproximadamente a los 120 días después de la floración. La semi-consistencia ocurre cuando el grano tiene un 20% de materia seca.

El conocimiento del tiempo que transcurre para que el grano alcance la semi-consistencia es importante para el control de la broca, pues permite determinar el momento oportuno para controlar este insecto, así como seleccionar el método de control más apropiado.

3.6.7 Hospederos

Muñoz (1986) determinó que el alimento es un factor limitante para el desarrollo de la broca. Todas las especies y variedades comerciales de café son atacadas por este insecto. Como hospederos ocasionales (el insecto no completa su desarrollo) se citan los frutos de plantas de los géneros *Tephrosia* (L.), *Crotalaria* (L.), *Centrosema* (L.) *Cesalpinia* y de la especie *Leucaena glauca* (Benth); también se señalan las semillas de *Hibiscus*. Otros reportes indican que los adultos de broca pueden sobrevivir sobre frijol, gandul *Cajanus cajan* (L.), maíz, ricino, semillas de mamey, caimito o en hojarascas de los cafetales.

3.6.8 Métodos de control

a) **Control cultural:** Este tipo de control consiste en recolectar los frutos dejados en la planta y el suelo (pepena y repela) después de la cosecha y antes de la fructificación, y hervirlos durante cinco minutos para eliminar la broca que en éstos se encuentre; esta práctica también es denominada “control manual”. Otras actividades de control cultural son controlar las malezas, regular la sombra, podar los cafetos, incrementar la distancia entre los cafetos, fertilizar los cafetos para que tengan floraciones más uniformes, y utilizar variedades con el mismo patrón de fructificación. También se menciona utilizar variedades o especies de café como “cultivos trampa” y realizar la cosecha conforme maduran los frutos (Barrera 2002).

b) **Control biológico:** El control biológico de la broca del café se lleva a cabo con diferentes especies de enemigos naturales. Los enemigos naturales usados contra la broca en América han sido los parasitoides betílidos *Cephalonomia stephanoderis* Betrem y *Prorops nasuta* Waterston y el eulófido *Phymastichus coffea* LaSalle; entre los hongos

entomopatógenos se encuentran *B. bassiana* y *Metarhizium anisoplae* (Metschnikoff Sorokin). De éstos, por su facilidad de manejo y resultados de campo, *C. stephanoderis* y *B. bassiana* han sido los más utilizados (Barrera 2000).

El parasitoide de adultos *P. coffea* ha sido el de más reciente introducción. Los betúlidos se pueden criar bajo dos modalidades las cuales no son excluyentes sino complementarias. Una es la “cría rural” o “cría artesanal” la cual se caracteriza porque es realizada por los propios caficultores en sus fincas o comunidades. Esta cría se realiza utilizando frutos de café infestados por la broca en campo. La otra es la “cría centralizada”, un sistema de cría que es efectuado por un grupo de técnicos bajo condiciones más controladas de laboratorio. En ésta se crían los parasitoides utilizando frutos infestados en campo y/o café pergamino infestado por la broca en el laboratorio (Barrera 2002).

Los hongos entomopatógenos para el control de la broca del café son un medio fundamental en el desarrollo de un programa MIP que tenga como finalidad la preservación del medio ambiente y la racionalidad en el uso de insecticidas químicos. *B. bassiana* puede jugar un papel muy importante en el control de *H. hampei* (Bustillo 2006).

c) Control químico: Existen varios insecticidas químicos para el control de la broca entre los que se destaca el endosulfan por su eficiencia. Sin embargo, este producto organoclorado está siendo seriamente cuestionado por efectos colaterales y otros efectos indeseables. Recientemente se propuso la eliminación del endosulfán en el Convenio de Estocolmo (RAPAM 2011).

d) Control etológico: El control etológico o uso de trampas es un método para el control de adultos de broca. El sistema se basa en capturar las brocas que abandonan los frutos que quedan en el suelo y en la planta cuando la cosecha termina. Este es el momento oportuno para colocar las trampas y se pueden retirar cuatro meses después. Por lo común se instala una trampa por tarea (16 por ha) a una altura de 1.20 metros del suelo. En el caso de que la

trampa sea artesanal, se recomienda revisarla cuando mucho cada 15 días para limpiarla y retirar las brocas capturadas (CODOCAFE 2006).

3.6.9 Muestreo

El muestreo es una actividad para conocer la infestación y distribución de la broca en el cafetal. Sus resultados orientan para poder decidir el momento y control a implementar. En zonas medias se realiza el muestreo tres meses después de la floración principal, mientras que en zonas altas se debe muestrear cuatro meses después de la floración (CODOCAFE 2006).

A continuación se presentan algunos de los métodos de muestreo usados en diferentes países.

a) Muestreo utilizado en Honduras: Consiste en calcular en una área no mayor de 5 ha, el número de plantas que tiene el cafetal y dividirla entre “14” (sitios de muestreo); el cociente resultante será el número de plantas a dejar entre cada sitio de muestreo. El sitio de muestreo está integrado por cinco plantas continuas a lo largo del surco, observando en cada planta 20 frutos al azar en toda la planta, por lo tanto el sitio de muestreo está integrado por 100 frutos (total de 1400 frutos por finca ó lote muestreado) (Muñoz 1986).

Para la elección de los frutos se introduce la mano entre las bandolas y sin ver se toca una cereza, y se observa si esta perforada o no si está perforada, se corta y se echa en un recipiente cerrado, y así sucesivamente se continua observando los 20 frutos/planta, anotando en una hoja de muestreo el número de frutos perforados encontrados por planta, para después por regla de 3 calcular el porcentaje de infestación (Muñoz 1986).

b) Muestreo utilizado en República Dominicana: En cada cafetal de hasta de 3 ha se eligen 30 plantas al azar en toda el área, se toma una rama de la parte media de cada planta y se cuentan todos los frutos de las 30 ramas, y de éstos se cuenta el número de frutos brocados. El porcentaje de infestación se obtiene dividiendo el número total de frutos brocados dentro del total de frutos de las 30 ramas, multiplicadas por 100 (CODOCAFE 2006).

c) Muestreo utilizado en México: En una superficie de 1 a 5 hectáreas se seleccionan 20 sitios distribuidos uniformemente; en cada sitio se escogen cinco cafetos en línea, de cada cafeto se examinan (sin arrancar) 20 frutos y se anotan los frutos que se encuentran perforados y se calcula el porcentaje de infestación (Barrera 2002).

3.6.10 Nivel de daño económico

Según Barrera (2008) el Nivel de Daño Económico (NDE) se refieren a la densidad más baja de la población de una plaga que podría causar daño económico. En otras palabras, el NDE es la densidad de la población a la cual el costo de las actividades realizadas para su manejo y el beneficio obteniendo del cultivo son iguales. Esta medida cuantitativa determina si un individuo puede considerarse como plaga en un tiempo determinado.

Sin una estimación del NDE es muy difícil evitar los daños económicos de las plagas y los tratamientos injustificados con insecticidas. El NDE es flexible y puede cambiar con el tiempo, lugar, variedad de cultivo, mercado al que va dirigido el producto, etc. (Barrera 2008).

IV. MATERIALES Y MÉTODOS

4.1 Ubicación geográfica del área de estudio

El estudio se realizó en cafetales de la región del Soconusco, Chiapas, México y en los laboratorios de El Colegio de la Frontera Sur (ECOSUR), ubicados en Tapachula, Chiapas. La región está ubicada geográficamente en las coordenadas 15°99' N y 92°44' W y la altitud entre la costa del océano pacífico y la cumbre del volcán tacaná ubicado en la frontera México-Guatemala, varía de 0 a 4,060 msnm. La temperatura máxima es de 42 °C y mínima de 14 °C, las precipitaciones pluviales oscilan desde 1,200 hasta más de 4,500 mm anuales (Sánchez *et al.* 2008).

4.2 Materiales y equipo

La infraestructura utilizada en este estudio fueron: fincas en producción de café orgánico y fincas en producción de café convencional y los laboratorios de (ECOSUR). Los materiales utilizados fueron: formatos de toma de datos, lápiz, libretas, recipientes, bisturí, estereoscopio, vernier, contadores, GPS, calculadora y bolsas plásticas. El equipo utilizado fue: cámara digital, computadora, vehículo.

4.3 Fincas estudiadas

4.3.1 Selección

Se seleccionaron cuatro fincas de café con manejo orgánico y cuatro con manejo convencional, las cuales se ubicaron en los ejidos Alpujarras y Agustín de Iturbide de la Región del Soconusco. Las fincas seleccionadas como orgánicas cumplieron con el

requisito de tener un certificado emitido por una empresa certificadora reconocida en el mercado internacional de producción orgánica, que exigen a los productores a tener en las fincas: letrinas, no aplicar agroquímicos, tener basureros; para ello se hacen visitas por la empresa certificadora para monitorear si está cumpliendo con las normas establecidas, algunas de las empresas que cuentan con reconocimiento para certificar productos orgánicos destinados a la Unión Europea, Japón y Estados Unidos son Certimex, Naturland, Oregon y Demeter (IFOAM 2005).

Otros criterios que se consideró para seleccionar las fincas fueron: fácil acceso y que fueran usadas como parcelas demostrativas. Como uno de los objetivos principales de este trabajo fue determinar el nivel de infestación de la broca, se seleccionaron fincas en la zona altitudinal más vulnerable a esta plaga, la cual se encuentra entre los 600 y 1000 msnm. Las fincas de café con que se trabajó, tanto con manejo orgánico como convencional, cultivan café arábica.

4.3.2 Caracterización

De cada finca seleccionada se obtuvo información sobre su ubicación geográfica, altitud, sistema productivo (Moguel y Toledo, 1996), historial de daño y manejo de la broca y las condiciones climáticas imperantes, entre otros. Para ello, se realizó una entrevista a cada propietario en su domicilio usando como guía el cuestionario del (Anexo 1), desarrollado por ECOSUR.

4.3.3 Muestreo

Se realizaron dos muestreos en las fincas estudiadas; el primero realizado entre el 3 y el 8 de agosto de 2011 y el segundo entre el 23 y el 29 de agosto de 2011. Como unidad experimental se seleccionó una rama del tercio medio por cafeto. En total, se muestrearon 50 cafetos distribuidos uniformemente en la parcela experimental de 0.5 ha por cada finca.

En ambos muestreos se registraron los frutos perforados y no perforados por la broca. Además en el segundo muestreo se registró la categoría de producción y el número de ramas productoras por cada cafeto. La información recolectada de cada rama de los 50 cafetos muestreados por finca, permitió estimar a nivel de rama la cosecha esperada, la infestación y las pérdidas ocasionadas por la plaga, tanto en peso (kilogramos) como en dinero (dólares).

Finalmente, el 2 de septiembre de 2011 se muestreó el número total de cafetos y de árboles de sombra en una superficie de 400 m² (20 x 20 m) de cada finca estudiada.

4.3.4 Precio del café

Como precio del café en el mercado convencional se tomó el valor de US \$2.5157 por libra de café verde u oro. Este precio fue tomado del sitio web de la Organización Internacional del Café (OIC 2007) consultado el 20 de noviembre de 2011.

El precio del café orgánico se definió considerando un incremento o “premio” sobre el precio convencional de US \$0.25, es decir, US \$2.7657 por libra de café verde u oro.

4.4 Cosecha de café

La cosecha del café se estimó tomando como base la metodología propuesta por el Instituto Mexicano del Café (INMECAFÉ 1985), modificada por ECOSUR. En el presente trabajo, la cosecha fue estimada a nivel de la producción esperada por rama o bandola en cada finca estudiada a partir de los datos tomados en el primer muestreo. La cosecha por rama fue estimada en peso (kilogramos) y en dinero (dólares) que el productor podría ganar con la venta de su café en el mercado convencional u orgánico.

4.4.1 Categorías de producción de los cafetos

Cada una de las 50 plantas de café seleccionadas se clasificaron en las siguientes categorías de producción: I, Cafetos normales; II, Cafetos que requieren poda; III, Cafetos que deben rejuvenecerse; IV, Cafetos que deben renovarse; V, Cafetos que deben de ser replantados; y VI, Cafetos con fallas físicas. Los cafetos de categorías I a IV fueron los cafetos que se encontraban en producción.

4.4.2 Cálculo de la estimación de cosecha

a) Kilogramos de café cereza por rama: En cada finca se calculó esta variable multiplicando el promedio de número totales de frutos por rama por 0.001432 kg (peso estimado de una cereza madura) (Barrera 1994).

b) Kilogramos y quintales de café pergamino seco por rama: Se calculó multiplicando el número de kilogramos de cereza por rama por 0.2395833 (factor de conversión que se obtiene del hecho de que de 240 kg de cereza se obtienen 57.5 kg de café pergamino seco). Para calcular los quintales de café pergamino seco por rama, solo se dividieron los kilogramos de cereza por rama, entre 240 kg (equivalente a 57.5 kg de café pergamino seco).

c) Kilogramos de café verde (oro) por rama: Se calculó multiplicando los kilogramos de café pergamino seco por rama, por 0.8 (factor de conversión que se obtiene del hecho de que de 57.5 kg de café pergamino se obtienen 46 kg de café verde (oro)), dicha operación se puede calcular de otra forma que es multiplicando los quintales de café pergamino seco por rama, por 46 kg (igual a 240 kg de cereza madura).

d) Cálculo de la ganancia por rama en dólares para productores de café convencional: Se transformaron primeramente los kilogramos de café verde (oro) por rama, a libras

dividiéndolo entre 0.4536, (una libra de café). Resultado que se multiplicó por US \$2.5157 (precio por libra de café oro).

e) Cálculo de la ganancia por rama en dólares para productores de café orgánico:

Se transformaron primeramente los kilogramos de café verde (oro) por rama, a libras dividiéndolo entre 0.4536, (una libra de café). Resultado que se multiplicó por US \$2.7657 (precio por libra de café oro).

4.5 Infestación de la broca

Cada una de las fincas seleccionadas se muestreó para determinar en nivel de infestación de la broca o frutos perforados, de cada uno de los 50 cafetos distribuidos en 0.5 ha se seleccionó al azar una rama del tercio medio a la cual se le contó el número de frutos no perforados (FNP) y perforados (FP) por la broca. Los datos se registraron en el formato del (Anexo 2). A partir de estos datos se calculó el porcentaje de infestación por rama por cafeto y el promedio de infestación para la parcela experimental con la siguiente formula:

$$\% \text{ de infestación} = \frac{\text{frutos perforados}}{\text{frutos muestreados}} * 100$$

4.5.1 Población y posición de la broca por fruto

De cada planta muestreada se tomó un fruto perforado por la broca. Los frutos colectados (N=50) se llevaron al laboratorio, los cuales fueron medidos con un vernier para determinar el tamaño exacto de cada fruto. También se realizó la disección de los frutos, para ello se utilizó un bisturí a fin de abrir los frutos y contar bajo un estereoscópico el número de individuos existentes por cada estado de desarrollo de la broca (huevos, larvas pequeñas, larvas grandes, prepupas, pupas y adultos hembras y machos), posteriormente se calculó el promedio de la población de la broca por fruto (Anexo 3). Además se registró la posición de la broca del café en el fruto.

4.5.2 Análisis económico de las pérdidas ocasionadas por la broca

Una vez estimada la cosecha y la infestación de la broca por rama por cada finca estudiada, y los precios del café, se procedió a estimar las pérdidas que ocasiona la plaga a nivel de rama, considerando las mermas en rendimiento como su equivalente en dólares.

a) Pérdidas en kilogramos y quintales de café pergamino seco por rama: Se obtuvo de la multiplicación de los kilogramos de café pergamino seco por rama, por el promedio de infestación, dividiendo el resultado entre 100, y multiplicándolo por 0.34; de acuerdo con Ochoa *et al.* (1989), con un 100 % de infestación se pierde 34% de la cosecha.

b) Pérdidas en kilogramos de café verde (oro) por rama: Se obtuvo a partir de las pérdidas en kilogramos de café pergamino seco por rama, multiplicándolo por 46 kg (equivalente a un quintal de café oro). Dicho valor también se puede calcular multiplicando las pérdidas en kilogramos de café pergamino seco por 0.8 (factor de conversión obtenido del hecho de que 57.5 kg de café pergamino seco se obtiene, 46. kg de café verde (oro).

c) Pérdidas en dólares por rama: Se transformaron primeramente las pérdidas en kilogramos de café verde (oro) por rama, a libras dividiéndolo entre 0.4536 kg (igual a una libra de café), valor que se multiplica por US \$2.5157 por libra de café para productores de café convencionales y por US \$2.7657 por libra para los productores de café orgánico.

4.6 Análisis de datos

Se utilizó un diseño bifactorial donde el factor 1 fueron los tipos de finca (convencional y orgánica) y el factor 2 las parejas de fincas (I, II, III y IV), con una estructura de anidamiento de las plantas de café (n= 50 por finca) dentro de las parejas de fincas (Underwood, 1997); el anidamiento permite conocer si las unidades experimentales (los cafetos) son homogéneos en cuanto a las variables medidas.

Antes de aplicar el análisis de varianza, los datos del número de frutos totales (NFT) y el número de ramas productoras (NRP) fueron transformados por raíz cuadrada de la siguiente manera: $y = \sqrt{x}$; donde y = dato transformado y x = dato original; posteriormente, los datos transformados se des-transformaron con: $x = (y)^2$. En el caso del porcentaje de infestación, los datos originales (x) se transformaron con: $y = \arcsen(\sqrt{x/100})$; posteriormente se des-transformaron mediante: $x = 100 * ((\sen(y))^2)$ (Zar 2009). En la descripción de los resultados solamente se hace mención de los datos sin transformar.

Después de realizar los análisis de varianza, si se presentó diferencia estadística en el factor 1 (tipos de fincas), y en el factor 2 (parejas de fincas), se aplicó la prueba de Tukey al 5% para determinar las diferencias entre los promedios de los factores o tratamientos. Sin embargo, cuando la interacción factor 1*factor 2 fue significativa, la prueba de Tukey no se aplicó a cada factor por separado, pues la interacción condiciona la respuesta de los factores; en este caso, para analizar la interacción, la prueba de Tukey se aplicó para las comparaciones de los factores.

Para comparar las poblaciones de broca en las fincas estudiadas se utilizó un diseño bifactorial donde el tipo de finca fue el factor 1 y las parejas de fincas el factor 2. En este caso, los datos se analizaron mediante una prueba de aleatorización porque no cumplieron la normalidad y homocedasticidad, y tampoco se corrigieron mediante una transformación.

Para estudiar la posición de la broca en el fruto, se probó si estaba asociado con el tipo de finca de donde se obtuvieron los frutos, también se calcularon los promedios, varianzas y error estándar para elaborar las gráficas.

4.7 Variables evaluadas

4.7.1 Árboles de sombra presentes en el cafetal

Para estimar esta variable se realizó un muestreo de sombra en un área de 400 m². En el cafetal, dicho muestreo consistió en cuantificar el número de árboles de sombra presentes en dicha área.

4.7.2 Kilogramos de café verde (oro) por rama

Se refiere a la cosecha estimada en kilogramos de café verde (oro), presentes por rama de cada finca estudiada, dicha variable se calculó multiplicando los kilogramos de café pergamino seco por rama, por 0.8 (factor de conversión), pudiéndose calcular de otra forma que es multiplicando los quintales de café pergamino seco por rama, por 46 kg (igual a 240 kg de cereza madura).

4.7.3 Ganancia en dólares por el café producido por rama

Se refiere a las ganancias estimadas que tendrían los productores por el café producido por rama., donde primero se transformaron los kilogramos de café verde (oro), por rama a libras dividiéndolo entre 0.4536 kg (igual a una libra de café), dicho valor resultante se multiplico por US \$2.5157 (precio por libra de café oro), para productores de café convencionales, esta ganancia se estimó sin considerar las pérdidas ocasionadas por la broca, en ambos tipos de finca.

Para los productores de las fincas de café orgánico se consideró un incremento de US \$0.25 sobre el precio por libra de café convencional (US \$2.5157), ósea que fue (US \$2.7657), el valor por el cual se multiplicaron las libras de café, que resultaron de convertir los kilos de café verde (oro).

4.7.4 Pérdidas por broca en kilogramos de café verde (oro) por rama

Esta variable se refiere a las pérdidas en kilogramos de café verde (oro), que ocasiono la broca por rama, en las fincas estudiadas. Se obtuvieron las pérdidas multiplicando las perdidas en quintales de café pergamino seco por rama, por 46 kg (equivalente a un quintal pergamino), también pudiéndose calcular las perdidas multiplicando las perdidas en kilogramos de café pergamino seco por 0.8 (factor de conversión).

4.7.5 Pérdidas en dólares de café por rama ocasionadas por la broca

Se refiere a las pérdidas en dólares por rama ocasionadas por la broca en las fincas estudiadas. Para estimar esta variable se utilizó el porcentaje promedio de infestación encontrado en cada una de las fincas.

Primero se trasformaron a libras las perdidas en kilogramos de café verde (oro), dividiéndolo entre 0.4536 kg (equivalente a una libra de café), resultado que se multiplico por US \$2.5157, (precio por libra de café) para productores de las fincas de café convencional. Para los productores de las fincas de café orgánico se calculó de la misma manera, pero incrementando US \$0.25 como premio sobre el precio de la libra de café convencional, ósea (\$2.7657).

4.7.6 Número total de frutos

Esta variable se obtuvo sumando del número de frutos no perforados y perforados por rama.

4.7.7 Porcentaje de infestación

Esta variable (porcentaje de frutos perforados) se calculó considerando como el 100% el número total de frutos (perforados y no perforados por la broca), existentes en cada rama y el total de frutos perforados.

4.7.8 Número de ramas productoras

Se refiere al número de ramas de café en producción que tuvo cada uno de los cafetos en las fincas estudiadas. Se obtuvo contando el número de ramas en cada cafeto con uno o más frutos de café.

4.7.9 Población de la broca por fruto

Esta variable fue tomada en el laboratorio haciendo la disección de la broca en el fruto con el fin de observar el número de los diferentes estados de desarrollo y posición de la broca en el fruto.

4.7.10 Posición de la broca en el fruto

Una vez que se recolectaron los frutos perforados a nivel de campo, se llevaron al laboratorio para realizar el muestreo de población de la broca. Consistió en observar en el estereoscopio, la posición de la broca en el fruto la cual se refiere al grado de penetración de la broca en el fruto perforado y al estado de desarrollo de su población, de acuerdo a las siguientes categorías: “A”, la broca inicia la perforación del fruto; “B”, la broca se encuentra en el canal de perforación; “C”, la broca penetra el grano, pero todavía no oviposita; “D”, la broca se instala en el grano y tiene descendencia; y finalmente la posición “E”, donde la broca emerge masivamente del grano.

V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.1 Caracterización de las fincas

Las características de las fincas estudiadas se presentan en los Cuadros 3, 4, y 5. Como se puede apreciar en el Cuadro 3, las fincas se distribuyeron entre 806 y 1,123 msnm. Las fincas convencionales se ubicaron a una altitud de 938.5 m (± 72.23) y las orgánicas a 980.75 m (± 65.96).

Cuadro 3. Características de la ubicación de las fincas de café estudiadas.

Número	Tipo de finca	Parejas de fincas*	Clave de productor	Localidad (ejido)	Altitud (msnm)	Coordenadas geográficas**
1	Convencional	I	PL	Agustín de Iturbide	829	N 15° 04' 30.8"; W 92° 11' 41.1"
2	Orgánica	I	DR	Agustín de Iturbide	840	N 15° 04' 30.8"; W 92° 11' 46.0"
3	Convencional	II	EA	Agustín de Iturbide	806	N 15° 04' 24.5"; W 92° 11' 32.4"
4	Orgánica	II	GJ	Agustín de Iturbide	902	N 15° 04' 32.6"; W 92° 11' 47.1"
5	Convencional	III	BO	Alpujarras	1103	N 15° 04' 31.1"; W 92° 10' 18.9"
6	Orgánica	III	EA	Alpujarras	1123	N 15° 04' 32.3"; W 92° 10' 17.7"
7	Convencional	IV	LM	Alpujarras	1016	N 15° 04' 17.6"; W 92° 10' 15.6"
8	Orgánica	IV	GR	Alpujarras	1058	N 15° 04' 34.1"; W 92° 10' 22.2"

*Las parejas de fincas se hicieron combinando orgánicas con convencionales, que estuvieran ubicadas a alturas similares sobre el nivel del mar y fueron enumeradas del I al IV.

**Datos obtenidos a través del sistema de posicionamiento global (GPS), con una precisión aproximadamente de 5 m

El Cuadro 4 muestra que las fincas convencionales tuvieron entre 76 y 109 cafetos por 400 m² con promedio de 87 (± 7.58), mientras que en la misma superficie las orgánicas tuvieron entre 61 y 108 cafetos con promedio de 95 (± 11.35). En cuanto a los árboles de sombra, las fincas convencionales tuvieron entre 2 y 9 con promedio de 5 (± 1.47) por 400 m², y las orgánicas entre 6 y 13 con promedio de 8.75 (± 1.55) en la misma superficie (Cuadro 4).

Cuadro 4. Información sobre los cafetos y los árboles de sombra en las fincas estudiadas.

No.	Tipo de finca	Parejas de fincas	Clave de productor	Cafetos/ 400 m ² (20 x 20 m)	Categorías de los cafetos (n=50)*	No. de árboles de sombra/ 400 m ² (20 x 20 m)	Especies de árboles de sombra
1	Convencional	I	PL	85	I= 11; II= 34; III= 5	5	Chalum, tepemixtle, cítricos
2	Orgánica	I	DR	61	I= 1; II= 39; III= 10	13	Chalum, frutales, tepemixtle
3	Convencional	II	EA	78	I= 6; II= 34; III= 10	9	Chalum, maderables, plátano
4	Orgánica	II	GJ	105	I= 13; II= 35; III= 2	9	Chalum, maderables
5	Convencional	III	BO	76	I= 24; II= 23; III= 3	2	Chalum, plátano, tepemixtle
6	Orgánica	III	EA	106	I= 11; II= 28; III= 11	7	Chalum, maderables, frutales
7	Convencional	IV	LM	109	I= 20; II= 21; III= 9	4	Chalum, maderables, cítricos
8	Orgánica	IV	GR	108	I= 4; II= 35; III= 11	6	Chalum, frutales, plátano

*Categoría I: son cafetos Normales; II, cafetos que requieren poda; III, son cafetos que deben rejuvenecerse; IV, Cafetos que deben renovarse; V, Cafetos que deben ser replantados; y VI, Cafetos con fallas físicas. Las categorías de los cafetos de 1 a IV fueron los cafetos que se encontraban en producción.

En relación al número de árboles de sombra para cada tipo de finca, se encontró que las fincas orgánicas poseen en promedio 8.75 árboles de sombra en 400 m², mientras que las fincas convencionales tienen en promedio 5 árboles de sombra.

Por lo tanto (Klein Koch 1989), comenta que al tener mayor número de árboles de sombra el porcentaje de infestación de la broca, se reduce por la presencia de enemigos naturales especialmente del hongo entomopatógeno *B. bassiana*, afirmando su enunciado ya que en este estudio las fincas orgánicas presentaron en promedio menores porcentajes de infestación, que las fincas convencionales.

Según estudios realizados por varios autores, los cafetales que cuentan con mayor número de árboles de sombra, normalmente sus frutos pesan más en comparación a los frutos provenientes de fincas con mayor radiación solar. Debido a ello las fincas orgánicas estudiadas presentaron producciones mayores de café oro (verde) por rama y hectárea, en comparación con las fincas convencionales.

El Cuadro 4 también muestra que las fincas orgánicas tuvieron menos cafetos de la categoría I, es decir, cafetos normales con 29 (suma de todas las fincas orgánicas) en comparación con las fincas convencionales que tuvieron 61 (suma de todas las fincas convencionales); por lo tanto, con respecto a las fincas convencionales, las fincas orgánicas tuvieron más cafetos de la categoría II que requerían poda (137 vs 112) y cafetos de la categoría III que requerían rejuvenecerse (34 vs 27). En ambos tipos de fincas no hubo cafetos muestreados de las otras categorías: IV, V, VI.

Lo anterior indica que las fincas convencionales presentaron ventaja sobre las fincas orgánicas, en relación al número de cafetos de categoría I, por el cual se puede suponer que estas fincas producirán más, que las fincas orgánicas. Sin embargo en este estudio no fue así ya que las fincas orgánicas fueron las que manifestaron mayores rendimientos de café verde (oro) por rama y hectárea, esto se debe, a que al interior de las fincas hay diferencias en las categorías de cafetos existentes, es decir que no solo por ser categoría I, todas van a

producir igual. Las fincas orgánicas manifestaron más producción de café, debido al manejo orgánico que se les da.

Todas las fincas cafetaleras estudiadas tuvieron al “chalum” (*Inga* sp.) como árbol de sombra (Cuadro 4). Entre las especies de árboles de sombra presentes en las fincas convencionales, las más comunes fueron chalum (*Inga* sp.), cítricos (*Citrus* spp.), plátano (*Musa* spp.) y diversas especies maderables como tepemiste ó tepemixtle (*Nectandra* sp.). Para el caso de las fincas orgánicas, los árboles de sombra más comunes fueron Chalum, frutales diversos como plátano y varias especies de maderables como tepemixtle.

De acuerdo a la clasificación de cafetales de Moguel y Toledo (1996), las fincas estudiadas por poseer sombra pueden ser ubicadas en dos sistemas de producción, policultivo tradicional, que es el café que se introduce debajo de los bosques y selvas., y el sistema de policultivo comercial, que es cuando se introducen árboles sombra, que no son nativos de la zona o finca como ser: cítricos, Ingas, leguminosas, obteniendo ingresos mayores por la diversificación de cultivos.

En todas las fincas estudiadas, según opinaron los productores, la plaga que representa mayor problema es la broca del grano (*H. hampei*). Entre las enfermedades, la mayoría de ellos mencionó a la Roya (*H. vastatrix*), y en menor proporción la enfermedad conocida como Mal de Hilachas (*Pellicularia koleroga* Cooke). En todas las fincas estudiadas la broca se controló, según todos los productores, su captura se realiza por medio de trampas cebadas con metanol-etanol (Cuadro 5).

En la Mayoría de los países en donde se han realizado estudios, para determinar los problemas fitosanitarios que presenta el cultivo del café, se ha encontrado a la broca (*H. hampei*), y la roya (*H. vastatrix*). Como los principales problemas fitosanitarios situación idéntica encontrada en la región del soconusco.

Según (Benavides *et al.* 1996) los problemas que causa este insecto exigen medidas de control eficientes. Por lo tanto una alternativa importante para su control es implementar programas de Manejo Integrado, situación adversa a lo que practican los productores estudiados quienes manifestaron que controlan la broca, únicamente con trampas (Control etológico), por ello es necesario implementar en las zonas donde se realizó la investigación, otros métodos de control, como ser culturales y biológicos propuestos por Barrera 2000.

Cuadro 5. Principales enfermedades y plagas existentes y control de broca implementado en las fincas estudiadas.

No.	Tipo de finca	Parejas de fincas	Clave de productor	Enfermedades más comunes	Plagas más comunes	Método de control de la broca
1	Convencional	I	PL	Roya	Broca	Trampas
2	Orgánica	I	DR	No reportó	Broca	Trampas
3	Convencional	II	EA	Roya, ojo de Gallo	Broca	Trampas
4	Orgánica	II	GJ	Roya, mal de hilachas	Broca, minador	Trampas
5	Convencional	III	BO	Mal de hilachas	Broca	Trampas
6	Orgánica	III	EA	No reportó	Broca	Trampas
7	Convencional	IV	LM	Roya, mal de hilachas	Broca	Trampas
8	Orgánica	IV	GR	No reportó	Broca	Trampas

5.2. Producción de café

5.2.1 Kilogramos de café verde (oro) por rama

La producción de café verde (oro) por rama expresada en kilogramos para las fincas estudiadas, se presenta en la (Figura 1). Los resultados del análisis de varianza de los datos

transformados mediante raíz cuadrada, sin considerar las pérdidas por broca, se presentan en el (Anexo 4). En donde se puede observar que se presentan diferencias significativas, ($P=0.012$), entre las fincas orgánicas y convencionales. De acuerdo con la prueba de Tukey (5%), las fincas orgánicas produjeron estadísticamente más café oro por rama (0.00904 kg) que las convencionales (0.00775 kg) (Anexo 5).

El análisis de varianza también manifestó diferencia estadística ($P \leq 0.000$) entre las parejas de finca, (Anexo 4). De acuerdo a la prueba de Tukey (5%), la pareja IV produjo significativamente menos café oro que las otras parejas, las cuales a su vez no fueron estadísticamente diferentes (I: 0.00938 kg, II: 0.00852 kg, III: 0.00960 kg, IV: 0.00608 kg) (Anexo 5). No hubo diferencias significativas ($P=0.256$), en la producción estimada de café verde (oro) ni en la interacción finca*pareja, tampoco hubo diferencia entre cafetos ($P=0.921$).

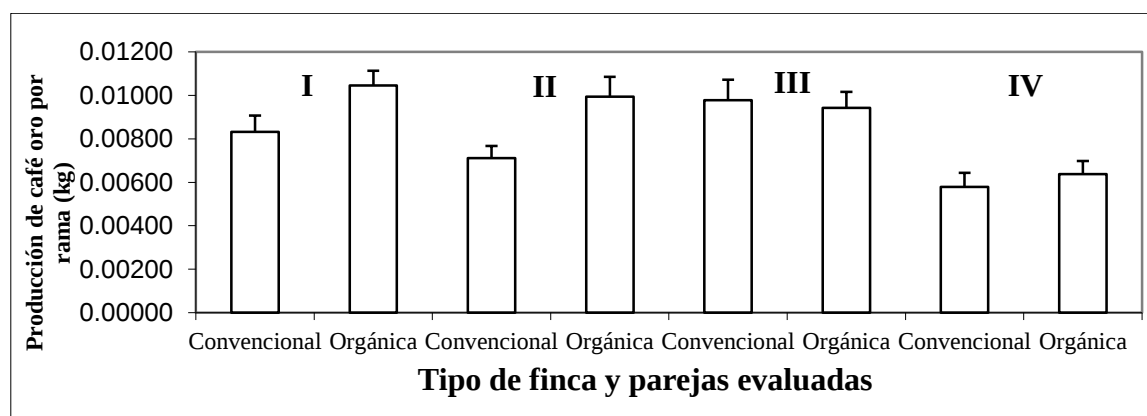


Figura 1. Producción promedio de café verde (oro) por rama (primer muestreo).

Lo anterior indica, que las fincas orgánicas en promedio producen mayor kilogramos de café verde (oro), por rama que las fincas convencionales, encontrando diferencias en la producción por las características inherentes a cada sistema de producción, por ello las fincas orgánicas tuvieron mayor producción en comparación con las convencionales y porque en las orgánicas se encontró mayor número de frutos totales por rama.

Al analizar cada una de las parejas evaluadas encontramos que la pareja IV, produjo menor café verde (oro), que las otras tres parejas, debiéndose esto a que cada productor de cada una de las fincas, ya sean orgánicas y convencionales, le dan un manejo diferente.

Es importante mencionar que la producción promedio en kilogramos de verde (oro) por hectárea, es mayor para las fincas orgánicas (566.1 kg), que las fincas convencionales (495.5 kg), es normal que se encuentren estos resultados ya que las fincas orgánicas produjeron mayores kilogramos de café verde (oro), por rama que las convencionales.

5.2.2 Ganancia en dólares por el café producido por rama

La ganancia en dólares esperada por la venta del café oro producido por rama, se presenta en la (Figura 2). El análisis de varianza de los datos transformados mediante raíz cuadrada de esta ganancia, sin considerar las pérdidas por broca, se presenta en el (Anexo 6). Se puede observar que hubo diferencias significativas ($P \leq 0.000$), entre las fincas orgánicas y convencionales. De acuerdo con la prueba de Tukey (5%), los productores orgánicos obtuvieron más ganancias (\$0.0551), por rama de café que los productores convencionales (\$0.0430) (Anexo 7).

El análisis de varianza también mostró diferencia estadística ($P \leq .000$), en las ganancias entre las parejas de finca (Anexo 6). De acuerdo a la prueba de Tukey (5%), la pareja IV (\$0.0355) ganó significativamente menos por la venta del café producido por rama que las parejas I (\$0.0549), II (\$0.0500) y III (\$0.0558), mientras que no hubo diferencias estadísticas entre éstas (Anexo 7). No hubo diferencia significativa ($P = 0.243$), en cuanto a la ganancia en la interacción finca*pareja, ni entre cafetos ($P = 0.920$) (Anexo 6).

Al analizar los resultados se puede observar que los productores de las fincas orgánicas obtuvieron mayor ganancia que los productores de fincas convencionales, ello justifica la adopción de la tecnología de producción orgánica.

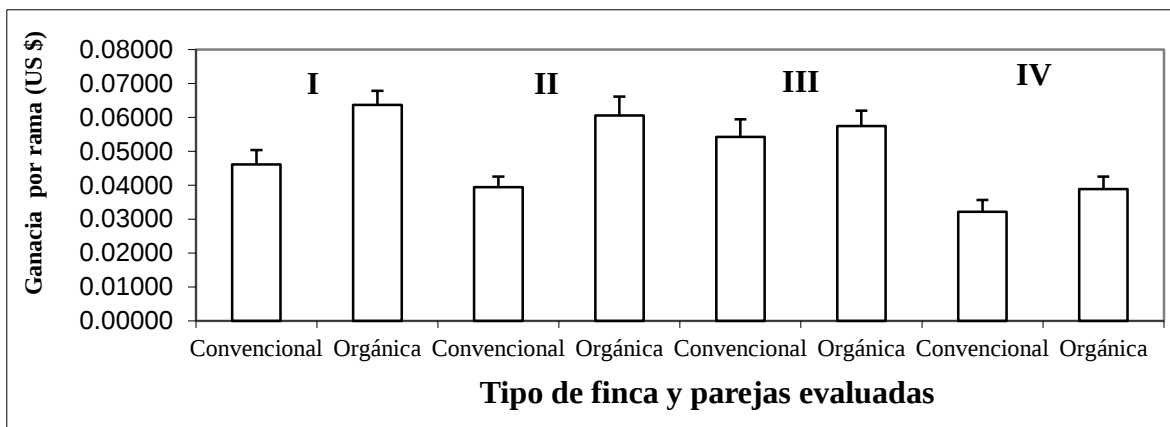


Figura 2. Promedio de la ganancia esperada en dólares por la venta de café verde (oro) producido por rama (primer muestreo).

Congruente con los resultados anteriores, al calcular las ganancias por hectárea, se estima que el ingreso por que proporciona las fincas orgánicas (3452 \$), y las fincas de café convencional (2741 \$), resultando una diferencia en las ganancia adicional para las fincas orgánicas de (700 \$).

Aparte de las ganancias cuantificables, con la agricultura orgánica se conserva el ambiente, y la salud humana, a diferencia de la agricultura convencional que causa efectos sobre la flora, fauna, al usar productos químicos para el manejo de las fincas, sin olvidar el impacto a largo plazo los efectos en las personas, por la manipulación de agroquímicos.

5.2.3 Pérdidas por broca en kilogramos de café verde (oro) por rama

La (Figura 3), muestra la pérdida de café verde (oro) por rama expresada en kilogramos en las fincas estudiadas. Los resultados del análisis de varianza de los datos transformados mediante raíz cuadrada, se presentan en el (Anexo 8). Como se puede observar, hubo diferencia estadística con respecto a esta variable entre las fincas convencionales y orgánicas ($P \leq 0.000$), entre las parejas de fincas ($P \leq 0.000$) y en la interacción tipo de finca*pareja ($P \leq 0.000$) (Anexo 8).

Lo que indica que hubieron diferencias de pérdidas por broca, en relación a las fincas evaluadas, también se encontró diferencia en relación a las pérdidas por broca en cada una de las parejas evaluadas.

Al analizar la interacción entre tipo de finca*pareja (Anexo 9), la prueba de Tukey (5%) mostró diferencias en las pérdidas de café verde (oro) ocasionadas por la broca entre las parejas, tanto en fincas orgánicas como en las convencionales. Para el caso de las fincas convencionales, la pareja I (0.00006 kg) tuvo menos pérdidas de café oro que las otras tres parejas, mientras que las parejas II (0.00028 kg) y IV (0.00047 kg) fueron las que sufrieron significativamente más pérdidas por la broca.

Las parejas II y III (0.00024 kg) tuvieron pérdidas estadísticamente similares. En las fincas orgánicas, la pareja III (0.00009 kg) tuvo menos pérdidas de café oro que las otras tres parejas, mientras que las parejas I (0.00010 kg) y IV (0.00011 kg) fueron las que sufrieron significativamente más pérdidas por la broca; las parejas II (0.00022 kg) y IV tuvieron pérdidas estadísticamente similares.

En los resultados anteriormente descritos, se menciona que las fincas convencionales, especialmente la finca de la pareja I, presentó menor pérdida ocasionada por la broca, lo cual era de esperarse, ya que dicha finca de las cuatro evaluadas fue la que presentó menores niveles de infestación de la broca.

Por lo tanto, las fincas convencionales de las parejas II, y IV las que están ubicadas a 902 y 1016 msnm respectivamente, y a pesar que la altura donde están ubicadas estas fincas no son tan apropiadas para el desarrollo óptimo de la broca, el manejo realizado por los productores está influyendo mucho para su presencia, especialmente en la finca convencional en donde los productores no realiza adecuadamente el control etológico de la plaga.

Para el caso de las fincas orgánicas especialmente la finca de la pareja III, sufrió menores pérdidas ocasionadas por la broca, que las otras tres fincas orgánicas, debido a que fue en ella en donde se presentaron los niveles más bajos de infestación, porque el productor aplica adecuadamente el control etológico, sin embargo, las fincas de las parejas I, IV, presentaron las mayores pérdidas ocasionadas por la broca, en cual nos dice que hay diferencias de infestación entre las mismas fincas orgánicas, debido a las diferencias de manejo que se les está dando, para el caso de la finca orgánica de la pareja I, solamente en forma ocasional fertilizada y es donde se encuentra el mayor número de árboles de sombra por área lo que puede influencias para que ella exista más broca.(Figura 3, Cuadro 2).

Al comparar las pérdidas entre fincas orgánicas y convencionales, la prueba de Tukey mostró que no hubo diferencia estadística entre las parejas I (0.00010 vs 0.00006 kg) y II (0.00022 vs 0.00028 kg) pero sí entre las parejas III (0.00009 vs 0.00024 kg) y IV (0.00011 vs 0.00047 kg) (Anexo 9). No hubo diferencia estadística ($P=0.490$), en las pérdidas ocasionadas por la broca entre cafetos (Anexo 8).

Al considerar las perdidas por parejas de finca, se encontró que las parejas III y IV, fue donde la broca ocasiono mayores pérdidas, como anteriormente se mencionó que en dichas parejas es donde se presentaron los mayores niveles de infestación de la broca en ambos tipos de finca.

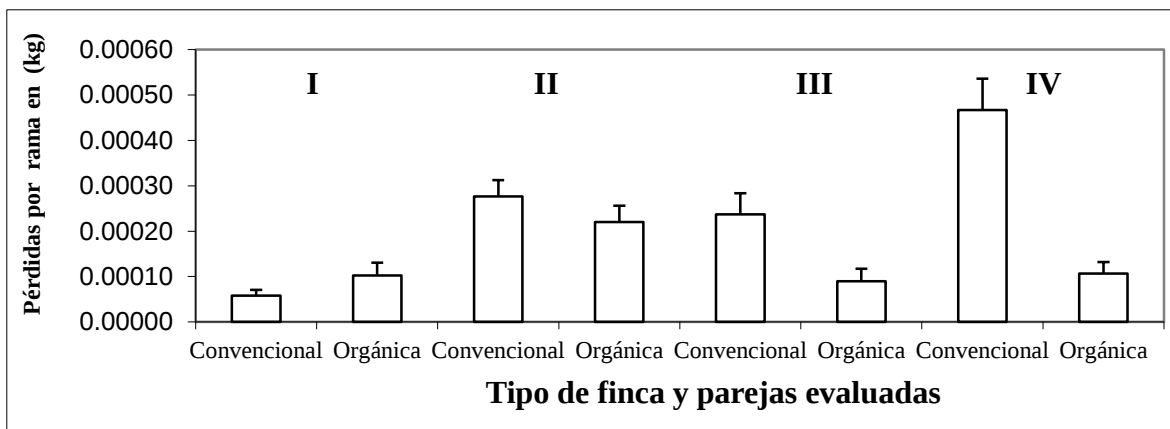


Figura 3. Promedio de pérdidas de café verde (oro) en kilogramos por rama ocasionada por la broca (primer muestreo).

Mientras que las pérdidas en Kilogramos de café verde (oro) por hectárea para las fincas orgánicas es de (8.469 kg), y para las fincas convencionales es de (20.65225 kg), de café verde (oro), claramente se puede observar que hay diferencias entre las pérdidas para los dos sistemas de producción, lo cual era de esperar ya que los porcentajes de infestación de la broca del café, fueron mayores en las fincas convencionales que las orgánicas.

5.2.4 Pérdidas de café por rama en dólares ocasionadas por la broca

Las pérdidas por rama ocasionadas por la broca y expresadas en dólares en las fincas estudiadas, se presenta en la (Figura 4). Los resultados del análisis de varianza de los datos transformados para estos datos, se presenta en el (Anexo 10). Como se puede observar, hubo diferencia estadística ($p \leq 0.000$), para esta variable entre las fincas convencionales y orgánicas, así como también las parejas de fincas ($P \leq 0.000$) y en la interacción tipo de finca*pareja ($P \leq 0.000$).

Al interpretar los resultados anteriormente descritos se puede afirmar, que las pérdidas en dólares ocasionadas por la broca, estuvieron condicionadas por el tipo de finca, mostrando también diferencias en las parejas de fincas evaluadas, debido a que, no todas las parejas tuvieron los mismo niveles de infestación, lo cual conlleva a los resultados anteriormente

encontrados, por otra parte también se manifiesta la interacción existente entre el tipo de finca* pareja, el cual nos dice que al interior de cada pareja hubieron pérdidas diferentes, ya sea para fincas de café convencional u orgánico.

Al analizar la interacción entre tipo de finca*pareja (Anexo 11), la prueba de Tukey (5%) mostró diferencias significativas en las pérdidas por broca expresadas en dólares entre las parejas, tanto en las fincas orgánicas como en las convencionales. Para el caso de las fincas convencionales, la pareja I (\$0.00032) tuvo menos pérdidas de café en dólares que las otras tres parejas, mientras que las parejas II (\$0.00153) y IV (\$0.00259) fueron las que tuvieron significativamente más pérdidas en dólares; las parejas II y III tuvieron pérdidas en dólares estadísticamente similares.

Por lo tanto, las fincas convencionales especialmente la finca de la pareja I, presento menores perdidas en dólares, ya que fue la finca que presento menores perdidas en kilos de café verde (oro), que las otra fincas estudiadas, sin embargo, las fincas de las parejas II, y IV, fueron las que presentaron mayores pérdidas en dólares, lo cual se debe a que, estas fincas tuvieron mayores niveles de infestación de la broca, y por ende mayores pérdidas en kilogramos de café verde (oro).

Con respecto a las fincas orgánicas, las parejas I (\$0.00063), III (\$0.00055) y IV (\$0.00065) tuvieron pérdidas en dólares estadísticamente similares; la pareja II (\$0.00134) tuvo significativamente más pérdidas en dólares, aunque fue estadísticamente similar a la pareja IV.

Con respecto, a las fincas orgánicas las fincas de la pareja I, III, y IV, presentaron pérdidas estadísticamente similares, pero la finca de las parejas II, presento más perdías en Kilogramos de café verde (oro), y por ende más perdidas en dólares.

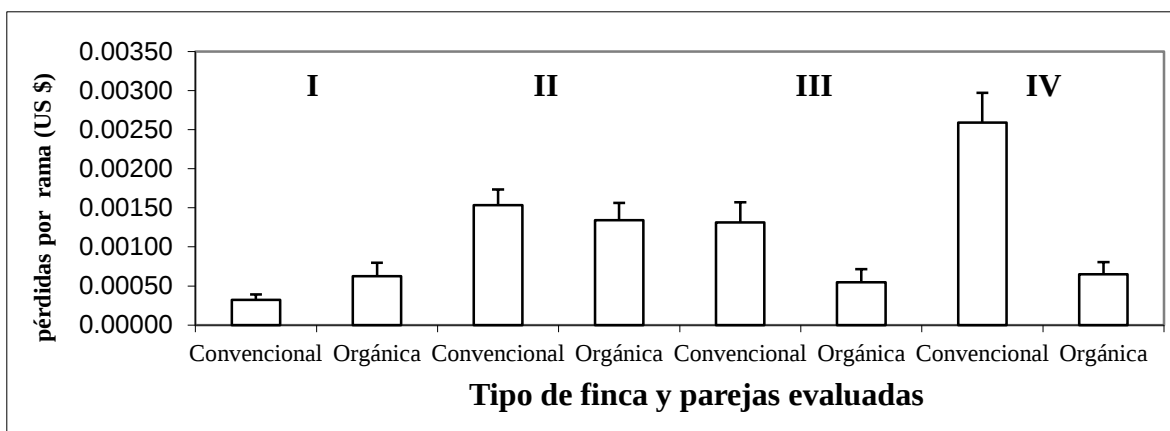


Figura 4. Promedio de pérdidas de café verde (oro) en dólares por rama ocasionada por la broca (primer muestreo).

Al comparar las pérdidas en dólares entre fincas orgánicas y convencionales, la prueba de Tukey mostró que no hubo diferencia estadística entre las parejas I (\$0.00063 vs \$0.00032) y II (\$0.00134 vs \$0.00153) pero sí entre las parejas III (\$0.00055 vs \$0.00131) y IV (\$0.00055 vs \$0.00269) (Anexo 11). No hubo diferencia estadística en las pérdidas en dólares ocasionadas por la broca entre cafetos ($P=0.490$) (Anexo 10).

Al interpretar los resultados anteriormente descritos, las pérdidas en dólares entre fincas*pareja, encontramos que las parejas I, II, no manifestaron diferencias estadísticas, pero sí entre las parejas III, IV, que fueron las parejas estadísticamente hablando que perdieron más dinero, ya que estas parejas de finca, fueron las que perdieron mayores pérdidas en kilogramos de café verde (oro).

Pero al calcular las pérdidas en dólares por hectárea, se encontró que las fincas orgánicas pierden (51.64\$) por hectárea, mientras que para las fincas convencionales se pierden (114.54\$) por hectárea, claramente las fincas convencionales pierden más, ya que estas fincas presentaron mayores niveles de infestación de la broca.

5.2.5. Número total de frutos

El número promedio de frutos totales (NFT) por rama por tipo de finca para el muestreo 1 se presenta en la (Figura. 5). Los resultados del análisis de varianza de los datos transformados del NFT para este muestreo se presenta en el Anexo 12. Como se puede observar, hubo diferencia estadística ($P=0.012$), con respecto a esta variable entre las fincas convencionales y orgánicas, de acuerdo con la prueba de Tukey (5%) (Anexo 13), las fincas orgánicas tuvieron significativamente más frutos por rama (33) que las fincas convencionales (28).

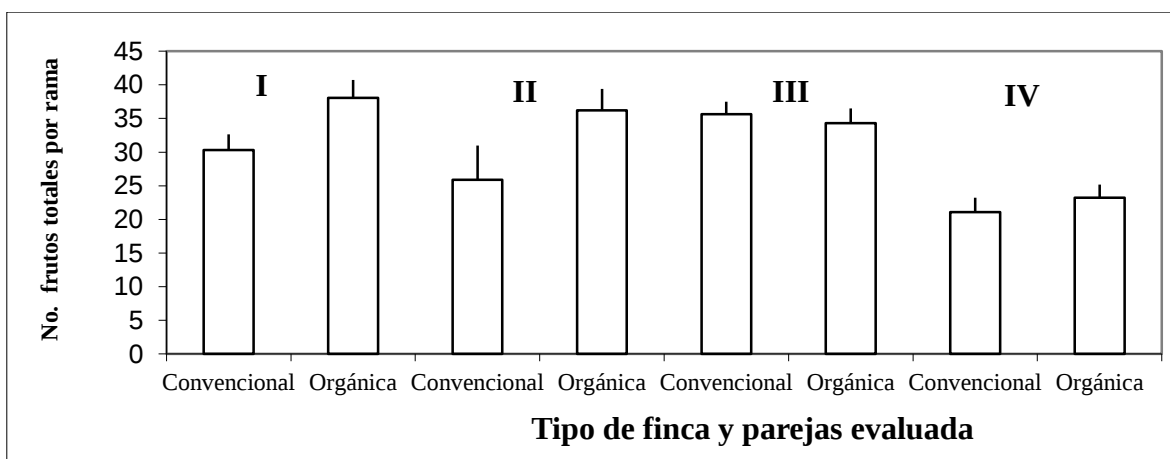


Figura 5. Numero promedio de frutos totales (NFT) por rama (primer muestreo).

Por lo tanto, las diferencias en el número de frutos totales para ambas fincas, estan relacionadas con el manejo que se le da a cada una de las fincas.

El análisis de varianza (Anexo 12) también mostró que hubo diferencia estadística ($P \leq 0.000$), entre las parejas de fincas donde la pareja IV tuvo menos frutos totales por rama (22.2) que las otras tres parejas de fincas muestreadas (I= 34.2, II= 31.1, III= 35.0), no hubo interacción significativa entre el tipo de finca*pareja ($P=0.256$) ni diferencia estadística entre cafetos ($P=0.927$) (Anexo 12). En este último caso, significa que el NFT fue similar entre cafetos.

En análisis de varianza muestra que la pareja IV, fue la que tuvo menor número de frutos totales, que las demás esto depende del manejo que se le da interior de las parejas, a cada una de las fincas, porque según las observaciones realizadas, no todos los productores aunque sean del mismo sistema de producción le dan el mismo manejo a la finca.

El número promedio de frutos totales (NFT) por rama por tipo de finca para el muestreo dos se presenta en la (Figura 6). Los análisis de varianza de los datos transformados del NFT para este muestreo se presenta en el (Anexo 14), como se puede observar, hubo diferencia $P=0.013$). De acuerdo con la prueba de Tukey (5%) (Anexo 15), como en el caso del primer muestreo, las fincas orgánicas tuvieron significativamente más frutos por rama (28.1) que las fincas convencionales (22.6).

El cual tienen que ser igual ya que los intervalos entre los muestreos fueron cortos, también se debe, a que una vez que se forme el fruto, no vuelve a desarrollarse otro, hasta que comience la floración del año siguiente, como se presentó en el primer muestreo las fincas orgánicas presentaron mayor número de frutos totales, con respecto al segundo muestreo esto debido, a que los muestreos se hicieron al azar y por ende no se muestrearon las mismas plantas

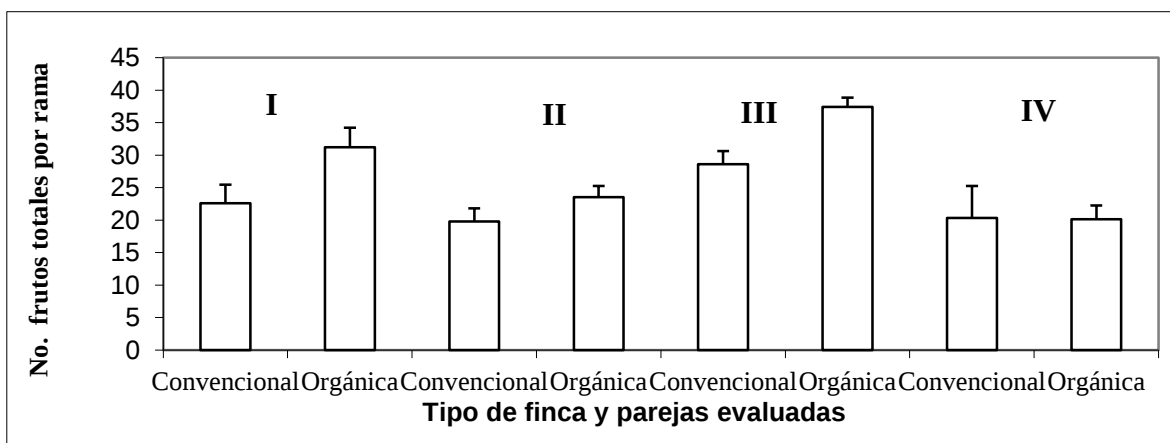


Figura 6. Numero promedio de frutos totales (NFT) por rama (segundo muestreo).

El análisis de varianza (Anexo 14) también mostró que hubo diferencia estadística ($P \leq 0.000$), entre las parejas de fincas, donde la pareja IV tuvo menos frutos totales por rama (20.3) que las parejas I (26.9) y III (33.0), en tanto que fue estadísticamente similar a la pareja II (21.7); esta última no fue diferente significativamente de las parejas I y III (Anexo 15). Igual que lo observado en el primer muestreo, tampoco hubo interacción significativa entre el tipo de finca*pareja ($P=0.011$) ni diferencia estadística entre cafetos ($P = 0.356$) (Anexo 14).

Los resultados encontrados fueron igual a los observados en el primer muestreo, lo cual tiene que ser así, ya que el número de frutos totales de un muestreo a otro no cambia, y si llegase a disminuir por problemas fitosanitarios serían mínimos los efectos.

5.2.6 Porcentaje de frutos infestados

El porcentaje de frutos infestados para el primero y segundo muestreo, se presentan en las (Figura 7 y 8), para el caso del primer muestreo, los resultados del análisis de varianza de los datos fueron transformados mediante arcoseno de $\sqrt{\%}$ cuyos datos se presentan en el Anexo 16. Como se puede observar, hubo diferencia estadística ($P \leq 0.000$) entre tipos de fincas y entre parejas ($P \leq 0.000$).

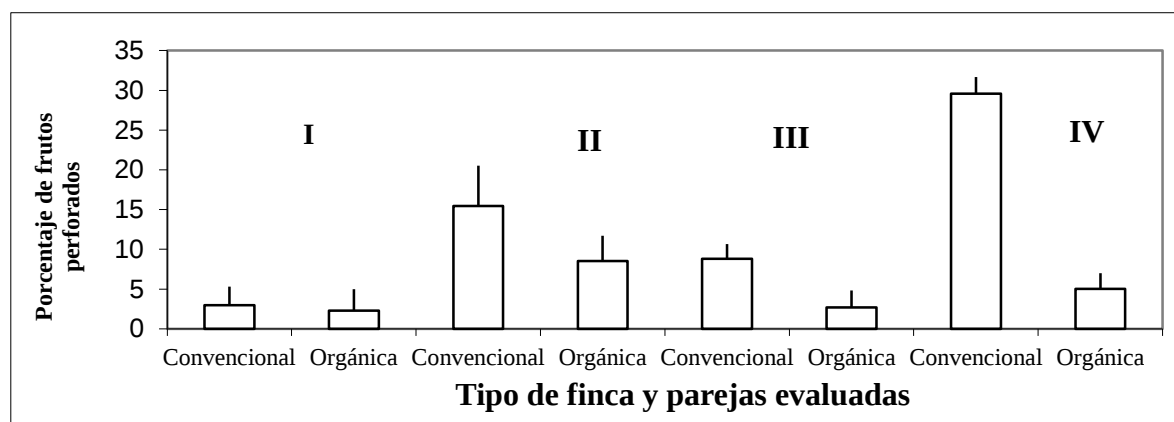


Figura 7. Porcentaje de frutos perforados por la broca por rama (primer muestreo).

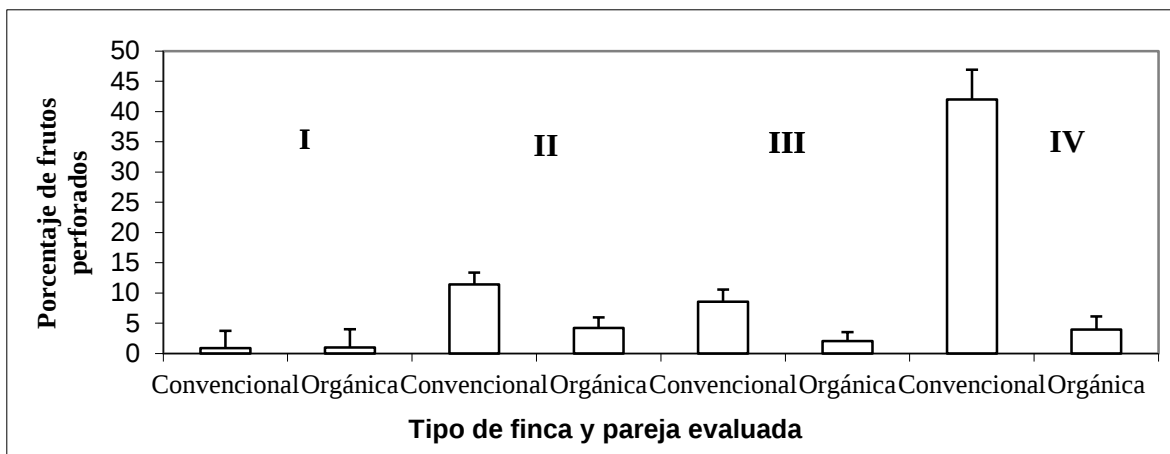


Figura 8. Porcentaje de frutos perforados por la broca por rama (segundo muestreo).

Lo anterior significa que hubo diferencias de infestación, para las fincas estudiadas, orgánicas y convencionales, lo cual se debió, a las condiciones de manejo de cada una de las fincas, también a que las fincas orgánicas presentaron mayor número de árboles de sombra, en comparación con las convencionales, sin olvidar que en ambos sistemas se controlan la broca con trampas (control etológico) , pero según la observación personal realizada, al momento de muestrear, las fincas de los productores de café orgánico les dan un mejor uso a las trampas, poniéndolas en el tiempo adecuado que para la región donde se realizó el estudio, es en los meses de abril- mayo.

Dado que también la interacción entre tipo de finca*pareja fue significativa ($P \leq 0.000$), la prueba de Tukey no se pudo aplicar directamente para determinar diferencias en el % FP entre tipos de fincas ni entre parejas, ya que la respuesta de éstas se encuentra condicionada por la interacción significativa que se ha establecido entre ellas, esto se debe a que las diferencias en la infestación están condicionadas por el tipo de finca en estudio.

Por lo tanto, la prueba de Tukey se aplicó para conocer las interacciones que están ocurriendo entre fincas y entre parejas con respecto al % de FP (Anexo 17). El análisis estadístico permitió conocer que si bien la infestación entre las parejas de las fincas orgánicas fue similar estadísticamente, entre las parejas de las fincas convencionales hubo diferencias significativas; específicamente, las parejas I (2.6) y III (5.8) fueron iguales

estadísticamente entre sí con respecto al % de FP, pero diferentes con respecto a las parejas II (12.0) y IV (17.3), La pareja IV tuvo significativamente mayor infestación de broca que las demás.

Lo anterior se debe a que, las fincas convencionales presentan menor biodiversidad en las fincas por el uso indiscriminado de agroquímicos, lo cual al usar estos productos todos los insectos benéficos se mueren o emigran, hacia otros lugares menos dañinos para ellos, recordando que al tener presencia de enemigos naturales, se nos da un control biológico en las fincas, ayudándonos en gran medida a contrarrestar el daño ocasionado por la broca. del café.

El hecho de que la pareja IV, haya tenido mayores niveles de infestación, es porque en dicha pareja se encuentra la finca convencional que presento los niveles de infestación más altos de las todas las fincas estudiada, esto se debe a que es una finca donde el productor, como se menciona en la caracterización de las fincas, controla la broca con trampas, pero según comentarios del hace dos años no las cambia, además de estar prácticamente abandonada la finca.

La prueba de Tukey mostró que en tres de las cuatro parejas de fincas comparadas, hubo diferencias significativas entre fincas orgánicas y convencionales, con menor infestación en las orgánicas (II: 8.5 vs 15.5%, III: 2.7 vs 8.8%) y IV: 5.0 vs 29.6%) (Anexo 17), como en el primer muestreo, tampoco en éste hubo diferencia estadística en la infestación entre cafetos ($P=0.395$) (Anexo 16).

Lo anterior se ha venido discutiendo, de el porque las fincas orgánicas presentaron los niveles de infestación más bajos, que las fincas convencionales, que básicamente se debe a la diversidad existente en las fincas estudiadas.

Para el caso del segundo muestreo, los resultados del análisis de varianza de los datos transformados mediante arcoseno $\sqrt{\%}$ de frutos perforados por broca por rama, se presenta en el (Anexo 18). Como se puede observar, se encontró un resultado similar al caso del primer muestreo donde hubo diferencia estadística entre las fincas convencionales y orgánicas ($P \leq 0.000$), entre las parejas ($P \leq 0.000$) y en la interacción entre estas dos fuentes de variación ($P \leq 0.000$).

Al igual que el primer muestreo en este se encontraron resultados similares de infestación, esto se debe a que, el intervalo entre muestreo fue corto, y al momento de realizar el muestreo el fruto ya estaba desarrollado, o sea que la broca ya había instalado su galería en el grano, y esto no cambia de un muestreo a otro, más bien en algunos casos cuando los niveles de infestación son altos, tienden a aumentar de un muestreo a otro.

El análisis de la interacción entre tipo de finca*pareja mediante la prueba de Tukey (5%) (Anexo 19), mostró de nuevo que la infestación de broca entre las parejas de las fincas orgánicas fue similar estadísticamente (I: 1.0%, II: 4.2%, III: 2.1%, IV: 4.0%), pero entre las parejas de las fincas convencionales sí hubo diferencias significativas (I: 1.0%, II: 11.4%, III: 8.6%, IV: 42.0%). Como en el caso del primer muestreo, la pareja IV de las fincas convencionales tuvo la mayor infestación; en este segundo muestreo las parejas II y III de las fincas convencionales fueron estadísticamente iguales y diferentes a la pareja I, la cual mostró significativamente el menor porcentaje de frutos perforados.

Encontrando resultados similares en donde las fincas orgánicas para el segundo muestreo, estadísticamente presentaron los mismos niveles de infestación a diferencia de las fincas convencionales, que igual al primer muestreo estas presentaron diferencias en cuanto a la infestación, esto se debe a los factores anteriormente discutidos, como ser: sombra, manejo, etc.

Al comparar la infestación entre fincas orgánicas y convencionales, solo la pareja I fue estadísticamente similar (Anexo19), lo cual coincidió con el resultado del primer muestreo,

en este segundo muestreo de infestación de broca tampoco hubo diferencia estadística entre los cafetos ($P \leq 0.353$) (Anexo 18).

5.2.7 Número de ramas productoras

El número promedio de ramas productoras (NRP) por cafeto se presenta en la (Figura 9). Los resultados del análisis de varianza de los datos transformados a $\sqrt{\%}$ para el segundo muestreo, se presenta en el (Anexo 20). Como se observa, no hubo diferencia estadística ($P \leq 0.169$), con respecto a esta variable entre las fincas orgánicas y convencionales, lo que significa que las diferencias de producción entre ellas es por el número de frutos presentes por rama, y como se indicó anteriormente este valor fue mayor en las fincas orgánicas.

Pero el análisis de varianza (Cuadro 20) mostró diferencia estadística en el NRP entre las parejas de fincas ($P \leq 0.000$), aunque al interior de cada tipo de finca no hubo diferencias entre las parejas (Anexo 21), también no se observó diferencia significativa en el NRP para la interacción pareja*finca ($P = 0.464$), ni entre cafetos ($P = 0.963$) (Anexo 20).

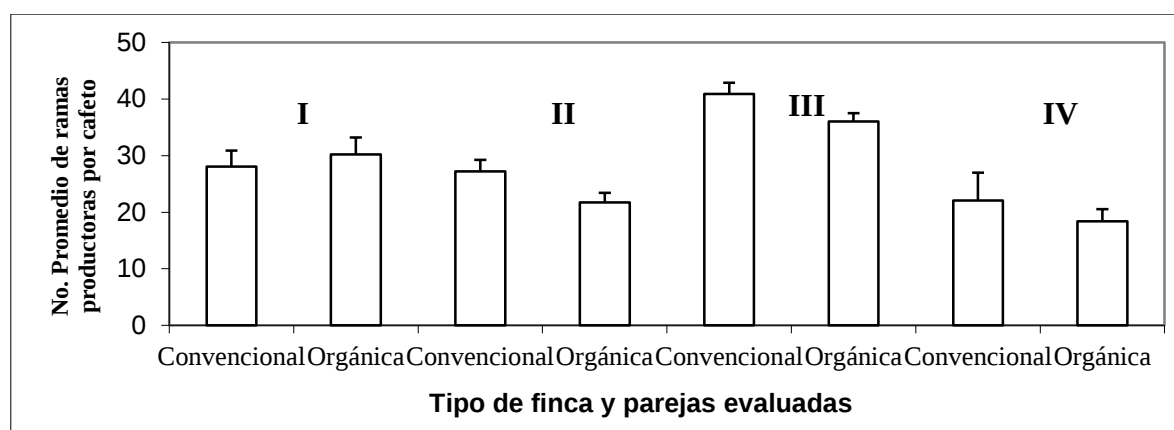


Figura 9. Promedio del número de ramas productoras (NRP) por cafeto (segundo muestreo).

5.2.8. Población y posición de la broca en el fruto

De acuerdo con el análisis de varianza, no hubo diferencia significativa en las poblaciones de broca por fruto entre los tipos de fincas convencional y orgánica ($P=0.1164$) ni entre las parejas de fincas ($P=0.2272$); tampoco se encontró diferencia estadística en la interacción tipo de finca*pareja ($P=0.1218$).

Con respecto a la posición de la broca en el fruto, se encontró que no hubo asociación entre la posición de la broca y el tipo de finca (convencional u orgánica) de donde se colectaron los frutos infestados ($P=0.0841$). Ello significa que esta variable no es influenciada, por ninguna de las prácticas que se realizan en las fincas orgánicas y convencionales.

VI. CONCLUSIONES

Las ocho fincas estudiadas tiene características mixtas porque presentan diferencias entre las interacciones en los sistemas de producción de policultivo tradicional y policultivo comercial.

De acuerdo con los productores, la broca del café (*H. hampei*) es la plaga más importante existentes en sus fincas estudiadas.

En todas las fincas estudiadas controlan la broca utilizando trampas artesanales cebadas con metanol-etanol con una relación 1:1.

No se registraron diferencias significativas ($P > 0.05$) en el número de ramas productoras por cafeto entre fincas orgánicas y convencionales, pero si en el número de frutos existentes en ellas, encontrándose más frutos en las ramas de las fincas orgánicas.

Las fincas orgánicas produjeron significativamente ($P \leq 0.05$) más café verde (oro) por rama, que las fincas convencionales.

La diferencia en producción y el precio hace que los productores de las fincas orgánicas tengan significativamente ($P \leq 0.05$) más ganancias por la venta de su café que los productores de las fincas convencionales.

Las diferencias de manejo en las fincas orgánicas y convencionales no influyen, estadísticamente ($P > 0.05$), sobre la población de la broca en el interior del grano y la posición de la misma en el fruto.

La infestación de la broca y las pérdidas, tanto en rendimiento como en dinero, estuvieron condicionadas por la interacción significativa ($P < 0.05$) entre el tipo de finca (convencional u orgánica) y el tipo de pareja de finca.

En la mayoría de las cuatro parejas de fincas estudiadas la infestación y pérdidas de broca fueron menores en las fincas orgánicas, que en las convencionales.

VII. RECOMENDACIONES

Proseguir con este tipo de estudios a fin de identificar los factores que interfieren con un manejo adecuado de la broca del café, como ser: temperaturas, humedad relativa y precipitaciones en la zona de estudio.

Evaluar diferentes metodologías que permitan estimar de manera más precisa y confiable la producción de café a nivel de campo, para seleccionar el más adecuado.

Determinar, los costos de producción de ambos sistemas con el fin de calcular el nivel de daño económico, de los principales problemas fitosanitarios presentes en las fincas estudiadas.

En próximos estudios, se debe incrementar el número de parejas de fincas orgánicas y convencionales, con el fin de tener una mayor confiabilidad de los datos.

Con fines de control se debe iniciar los muestreos de broca, cuando está inicia la colonización de los frutos que es a partir de mayo en la región del Soconusco.

Con el fin de mejorar el control de la broca del café los productores, no solamente deben utilizar trampas cebadas con metanol-etanol, sino que también deben utilizar prácticas culturales, como el uso de al menos un controlador biológico bajo un programa de manejo integrado de la plaga.

Evaluar experimentalmente los impactos que tienen los métodos de control de broca en fincas orgánicas y convencionales.

Ecosur debe continuar apoyando especialmente a los productores de café orgánico, porque además de ser una actividad rentable, el manejo de estas fincas causa menos daño ambiental en comparación a las convencionales.

VIII. BIBLIOGRAFIA

AEET (Asociación Española de Ecología Terrestre). 2004. Agroquímicos un problema ambiental global, folleto técnico No. 22, Venezuela, 3 p.

Baker, PS; Rivas, A; Balbuena, R; Barrera, JF; ley, C.1994. Abiotic mortality factors of the coffee berry borer (*Hypothenemus hampei*). Entomologia Experimentalis et Applicata, 71: 201- 209.

Baker, P. 1986. Biología, ecología y hábitos de la broca. In Memoria del II Curso Regional sobre Manejo Integrado de Plagas del cafeto con énfasis en broca del fruto (*Hypothenemus hampei* Ferrari). San Pedro Sula, Honduras, IICA-PROMECAFE-IHCAFE. 119 p

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: Bethyilidae), au Chiapas, Mexique. Tesis de doctorado. Université Paul Sabatier, Francia. 301 p.

Barrera, JF. 2000. Los agentes de control biológico de la broca del café en México. En: Memorias del XI Curso Nacional de Control Biológico. El colegio de la frontera sur, (ECOSUR). Del 13 al 15 de noviembre de 2000. Guanajuato, Guanajuato, México, p. 227-236.

Barrera, JF. 2002 La Broca del café: Una plaga que llego para quedarse. En: Tres plagas del café en Chiapas, El Colegio de la Frontera Sur, (ECOSUR), Chiapas, México, p.18-19.

Barrera, JF; Jarquin, R; Figueroa, M. 2004. Manejo Integrado de la Broca del Café, con participación de productores. Folleto técnico No. 4, ECOSUR, Tapachula, Chiapas México, 8 p.

Barrera, JF. 2005. Situación actual y perspectiva de la Investigación y manejo de la broca del café. En: Costa Rica, Cuba, y Guatemala. ECOSUR, Tapachula, Chiapas, México, p. 2-79.

Barrera, JF; Herrera, J; Villalobos, J; García, H; Gómez, J; López, E. 2006. La broca del café. Una plaga que llegó para quedarse. Folleto técnico No. 12. ECOSUR, Tapachula, Chiapas, México. 6 p.

Barrera, JF. 2008. Manejo Integrado de Plagas. Aplicación de la ley del poder Taylor. Primera edición. Tapachula, ECOSUR, Chiapas, México p. 42-79.

Barrera, JF. 2008 (a). Coffee pests and their management, p. 961-998. In Encyclopedia of Entomology. 2nd ed. ECOSUR, Tapachula, Chiapas, México. 110 p.

Barrera, JF; Gómez, A; Castillo, E; López, J; Herrera y González 2008. Broca del café *Hypothenemus hampei*. (Coleóptera: Curculionidae), ECOSUR, Tapachula, Chiapas, México, p. 101-120.

Benavides, MB; Cárdenas, MR; Bustillo, PE. 1996. Biología y comportamiento de la broca en relación con su hospedante. En Manejo Integrado de la Broca del café (*Hypothenemus hampei* Ferrari), Chinchiná, Caldas, Colombia, p.18-22.

Bustillo, A. 2006. Una revisión sobre la broca del café, *Hypothenemus hampei*. Revista Colombiana, Entomológica. N°2. Vol.12. 32 p.

Cárdenas, MR; Posada, FJ. 2001. Los insectos y otros habitantes de cafetales y platanales. Comité Departamental de Cafeteros del Quindío-Cenicafé. Colombia, 250 p.

Cárdenas, SI. 2007. Caracterización morfológica y agronómica de la colección del núcleo del café. (*Coffea arábica*). Tesis de posgrado. CATIE, Turrialba, Costa Rica, 81 p.

Castillo, JL. 1982. La broca del fruto del café, *Hypothenemus hampei* y su control. Revista Cafetalera. ANACAFE, Guatemala, 217: 5- 8.

CEPF (Centro de Estudios de las Finanzas Públicas), 2001. Cámara de diputados del poder legislativo, San Lázaro DF, México, 5 p.

COFENAC (Consejo Cafetalero Nacional). 2010. Influencia de métodos de beneficio sobre la calidad agronómica del café robusta. Informe Técnico. Ecuador, Portoviejo, 4 p.

CODOCAFE (Consejo Dominicano del Café), 2006. Manejo integrado de la broca del café. Revista eliminé La casa y el alimento de esta plaga. Santo Domingo, Rep. Dominicana, N° 58: p. 2-8.

Escamilla, E; González, VA; Platas, DE; Landeros, C. 2005. El agroecosistema café orgánico en México, (FORO). Manejo Integrado de Plagas y Agroecología. San Cristóbal de las casas, México, No. 76. p. 1-5.

Flores, MA. 2008. Instituto Hondureño del café (IHCAFE). Informe anual de la cosecha 2008-2009, Tegucigalpa, Honduras. 6 p.

Gliessman, SR. 2002. Agroecología: procesos ecológicos en la agricultura sostenible. CATIE. Turrialba, Costa Rica. 359 p.

Granados, D; López, G. 1996. Agroecología. Universidad Autónoma Chapingo, México. 15 p.

Guharay, F; Monterey, J; Monterroso, D; Staver, C. 2000. Manejo Integrado de plagas en el cultivo de café 1ª edición. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE). Managua, Nicaragua, p. 77-78.

Paz, EZ. 2010, Informe de cierre sobre la producción de cosecha 2009-2010. IHCAFE, Tegucigalpa, Honduras, 4 p.

INMECAFE, 1985. Apuntes sobre la cafeticultura integrada por diferentes gerencias de la dirección de producción y mejoramiento del café, en la reunión llevada a cabo con los jefes de departamento los días 31 de enero y 1 de febrero. México 34 p.

IICA, PROMECAFE. 2007. Manejo Integrado de la Broca del café. Diseñado con tres componentes. Boletín Técnico No. 12. Tapachula, Chiapas, México.

IFOAM (Federación Internacional de Movimientos de Agricultura orgánica), 2005. Inspección y certificación de productos orgánicos destinados a la exportación. Boonn, Alemania, 4 p.

Kees, J. 1993. Café y formas de producción en Honduras. Revista Centroamericana de Economía. Tegucigalpa, Honduras, N° 14 (41): p. 58-96.

Klein Koch, C. 1989. Factores naturales y regulaciones de la broca del café (*Hypothenemus hampei*). GTZ. Turrialba, Costa Rica, 15 p.

Martínez, JE. 2009. Métodos de control de plagas. Universidad Nacional Agraria, Managua, Nicaragua, 137 p.

Meza, EE. 2007. Determinación del efecto de tres Insecticidas Biológicos y tres Botánicos contra la Broca del café (*Hypothenemus hampei*). Tesis Ing. Agrónomo. Universidad Nacional de Agricultura, Catacamas, Olancho, p. 4-7.

Moguel, P; Toledo, VM. 1996. El café en México, ecología, cultura indígena y sustentabilidad. Ciencias. Tapachula, Chiapas, México, 43: 40- 51.

Muñoz, HR. 1986. Métodos de muestreo y su importancia en el manejo integrado de plagas. In Memoria del II Curso Regional sobre Manejo Integrado de Plagas del café con énfasis en broca del fruto. IICA-PROMECAFE, IHCAFE, San Pedro Sula, p. 24-44.

Ochoa, MH; Campos, O; Vidal, B; Decazy, B. 1989. Determinación de pérdidas en la cosecha por broca del fruto del cafeto *Hypothenemus hampei* Ferr., en función de diferentes porcentajes de infestación. Revista Cafetalera, ANACAFE, Guatemala 303: p. 23-27.

OIC (Organización Internacional del Café). 2007. Importancia del café en el mundo. Londres, Inglaterra. 3 p.

OIC (Organización Internacional del Café). 2011. Estimación sobre la producción para la cosecha 2010-2011, Londres, Inglaterra. 3 p.

Ortiz, NA. 2007. Guía práctica de plagas y enfermedades del café. Servicio de extensión agrícola. Colegio de Ciencias Agrícolas, Recinto Universitario de Mayagüez, Republica Dominicana, p. 42-43.

Pedigo, LP. 1994. Introduction to sampling arthropod populations, of sampling methods for arthropods in agriculture, CRC press, Boca Raton, Florida, USA, p 1-2.

Peralta, R. 2006. Manejo Integrado de la broca del café. Revista eliminé La casa y el alimento de esta plaga. Managua, Nicaragua, N° 58: p. 2-8

Porras, CV. 2006. Efectos de los sistemas agroforestales de café orgánico y convencional sobre las características de suelo en el corredor biológico. Tesis de posgrado. CATIE, Turrialba, Costa Rica, p. 12-48.

PRODUCE (Fundación Produce Chiapas), 2003. Programa estratégico de necesidades de investigación y transferencia de tecnología del estado de Chiapas, Tapachula, México, p. 12-25.

(RAPAM) Red de Acción sobre Plaguicidas y Alternativas en Tabasco, México. 2011.

Rosa, A; Medina, S. 2003. Libro de sanidad vegetal. Identificación de insectos de posible introducción a Puerto Rico, p. 16-38.

Sánchez, JE; Jarquin, R. 2008. Reflexiones sobre el Soconusco, Chiapas y sus problemas ambientales poblacionales y productivos. El Colegio de la frontera sur (ECOSUR), Tapachula, Chiapas, Mexico, p. 18.

Santacreo, R. 2001. Historia del cultivo del café en Honduras. Manual de Caficultura. Instituto Hondureño del Café (IHCAFE), Tegucigalpa, M.D.C. Honduras, p. 1.

Sosa, HM; Ordoñez, MA; Varela, CV. 2001. Manejo de Malezas en Plantaciones de Café. En: IHCAFE, Tegucigalpa, Honduras, 131 p.

Soto, G. 2003. Agricultura orgánica. En: Taller Una herramienta para el desarrollo rural sostenible y reducción de la pobreza. (Memoria), CATIE, Turrialba, Costa Rica, p. 14-56.

Triplehorn, CA; Johnson, NF; Borror and DeLong's. 2005 Introduction to the Study of Insects. Thompson Brooks/Cole, USA. 864 p.

Underwood, AJ. 1997. Experiments in Ecology: Their Logical Design and Interpretation Using Analysis of Variance. Cambridge University Press. Florida, USA, 524 p.

Urbina, NE. 1986. La broca del café (*Hypothenemus hampei*, Ferrari. Coleoptera: Scolytidae). In II curso regional sobre Manejo Integrado de Plagas del café con énfasis en broca del fruto. IICA-PROMECAFE, IHCAFE, San Pedro Sula, Honduras. (Memoria), p. 148-156.

Waterhouse, DF. 1998. Biological Control of Insect Pests; Southeast Asian Prospects. ACIAR. Monograph, Florida, USA, No. 51, 548 p.

Zar, JH. 2009. Biostatistical Analysis. 5th Edition. Prentice Hall. Georgia, USA, 960 p.

ANEXOS

Anexo 1. Formato de encuesta para caracterizar las fincas de acuerdo a su manejo.

1. Datos de identificación

Identificación de la encuesta:		Hora de inicio:	
Identificación del productor (a) (Padrón):		Hora de término:	
Identificación del predio (Padrón):			

2. Datos sobre el productor (a)

Nombre de la propiedad							
Nombre del propietario (a)						Hombre	Mujer
Nombre y cargo de la persona entrevistada:							
Figura jurídica (Tipo de organización)	SSS	SPR	U Ejidos	SCOP	Grupo de trabajo	ARIC	No sabe
	Sociedad						
	Otra: Cooperativa						
Nombre de organización a que pertenece:							
Tamaño de la propiedad	Cuerdas :		Longitud de cuerda (m):		Hectáreas:		Propiedad en partes
Tipo producción	Café convencional		Orgánica (con certificado)		Otra:		
Especie cultivada de café:	Café Arábica		Café Robusta		Café Arábica + café Robusta		
Área con Arábica	Cuerdas		Longitud de cuerda:			Hectáreas:	
Área con Robusta:	Cuerdas		Longitud de cuerda:			Hectáreas:	
Área con Arábica + Robusta:	Cuerdas		Longitud de cuerda:			Hectáreas:	

3. Datos sobre la ubicación de la propiedad

Dirección del predio	Comunidad:		
	Municipio:	Teléfono:	
Coordenadas geográficas	Latitud N:	Longitud W:	
Altitud del predio muestreado	Mínimo (metros):	Máximo (metros):	No sabe

4. Datos sobre la unidad productiva (café Arábica)

Variedades predominantes	Borbón:	Típica (árabe):	Mundo Novo		Caturra		
	Otras:						
Densidad de siembra	Sin marco de plantación		Núm. De cafetos/ha:				No sabe
	Entre cafetos (m):		Entre hileras (m):				Variable
Manejo de cafetos	Cajeteo	Deshijes	Poda	Agobio	Recepa	Reposición de fallas	Ninguna
	Manejo por planta (individual)			Manejo por lotes			
Conservación de suelos	Curvas a nivel	Terrazas	Aboneras	Arboles de sombra	Cercos vivos	Coberteras	Mulch
	Otras:						Ninguna
Fertilización (abono) del suelo	No fertiliza			No ha fertilizado en últimos 3 años			
	Fórmula química (especifique):						
	Abono orgánico (especifique):						

5. Datos sobre lluvias

Precipitación (lluvia)	Mes de inicio:		Mes de término:		
	Meses más lluviosos: E- F- M- A- M- J- J- A- S- O- N- D Ju, S,O				
	Lluvia este año:	Lluvia escasa	Lluvia normal	Lluvia en exceso	No sabe:
Precipitación anual (mm)	1 año antes:	2 años antes:	3 años antes:		

6. firmas y fecha

Entrevistado		
	Nombre	Firma
Entrevistado		
	Nombre	Firma
Fecha		
	Día	Mes Año
Observaciones		

Anexo 2. Formato para muestreo de broca y estimación de cosecha.

El Colegio de la Frontera Sur (ECOSUR) Tapachula, Chiapas México

Nombre del Productor: _____ No. de muestreo: _____

Fecha de muestreo: __/__/____ Nombre del Muestreador: _____

Tipo de finca: Orgánica () Convencional ()

[illegible]

El Colegio de la Frontera Sur (ECOSUR) Tapachula, Chiapas México

Fecha de muestreo:___/___/_____ Nombre del Muestreador_____

Tipo de finca: Orgánica () Convencional ()

Observaciones

Anexo 4. Análisis de varianza para la producción estimada en kilogramos de café verde (oro) por rama, sin considerar las pérdidas por broca, del primer muestreo.

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma secuencial de cuadrados	Suma ajustada de cuadrados	Cuadrado medio ajustado	Valor de la prueba de Fisher (F)	Probabilidad (P)
Tipo de finca	1	0.005408	0.005408	0.005408	6.47	0.012
Parejas	3	0.0263378	0.0263378	0.0087793	10.50	0.000
Tipo de finca*Parejas	3	0.003413	0.003413	0.0011377	1.36	0.256
No Árbol(Parejas)	196	0.1338791	0.1338791	0.0006831	0.82	0.921
Error	196	0.1638092	0.1638092	0.0008361		
Total	399	0.3328471				

S = 0.0289095 R-Sq = 50.79% R-Sq(adj) = 0.00%

Anexo 5. Prueba de Tukey al 5% de significancia para los datos del Anexo 4.

Tipo de Finca	Promedio	Comparaciones
Orgánica	0.09065	A
Convencional	0.0833	B

Pareja de fincas	Promedio	Comparaciones
III	0.09334	A
I	0.09311	A
II	0.08805	A
IV	0.07341	B

* Los promedios con la misma letra no son significativamente diferentes ($P>0.05$).

Anexo 6. Análisis de varianza para la ganancia en dólares por el café producido por rama, del primer muestreo.

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma secuencial de cuadrados	Suma ajustada de cuadrados	Cuadrado medio ajustado	Valor de la prueba de Fisher (F)	Probabilidad (P)
Tipo de finca	1	0.076591	0.076591	0.076591	15.75	0.000
Parejas	3	0.153804	0.153804	0.051268	10.54	0.000
Tipo de finca*Parejas	3	0.020493	0.020493	0.006831	1.40	0.243
No Árbol(Parejas)	196	0.779356	0.779356	0.003976	0.82	0.920
Error	196	0.953404	0.953404	0.004864		
Total	396	1.983647				

$s = 0.0697446$ $R\text{-Sq} = 51.94\%$ $R\text{-Sq(aj)} = 2.16\%$

Anexo 7. Prueba de Tukey al 5% de significancia para los datos del Anexo 6.

Tipo de Finca	Promedio	Comparaciones
Orgánica	0.22384	A
Convencional	0.19617	B

Pareja de fincas	Promedio	Comparaciones
III	0.22513	A
I	0.22496	A
II	0.21276	A
IV	0.17717	B

* Los promedios con la misma letra no son significativamente diferentes ($P > 0.05$).

Anexo 8. Análisis de varianza para las pérdidas por broca en kilogramos de café verde (oro) producido por rama del primer muestreo.

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma secuencial de cuadrados	Suma ajustada de cuadrados	Cuadrado medio ajustado	Valor de la prueba de Fisher (F)	Probabilidad (P)
Tipo de finca	1	0.0023249	0.0023249	0.0023249	26.71	0.000
Parejas	3	0.0037178	0.0037178	0.0012393	14.24	0.000
Tipo de finca*Parejas	3	0.0020231	0.0020231	0.0006744	7.75	0.000
No Árbol(Parejas)	196	0.0171209	0.0171209	0.0000874	1.00	0.490
Error	196	0.0170590	0.0170590	0.000870		
Total	396	0.0422457				

S = 0.00 932928 R-Sq = 59.62% R-Sq(adj) = 17.80

Anexo 9. Prueba de Tukey al 5% de significancia para los datos del Anexo 8.

Tipo de Finca	Parejas	promedio	Comparaciones*
Convencional	IV	0.01783	A
Convencional	II	0.01399	AB
Convencional	III	0.1091	B
Convencional	I	0.00464	C
Orgánica	II	0.01091	A
Orgánica	IV	0.00660	AB
Orgánica	I	0.00576	B
Orgánica	III	0.00482	C
Convencional	I	0.00464	A
Orgánica	I	0.00576	A
Convencional	II	0.01399	A
Orgánica	II	0.01091	A
Convencional	III	0.1091	A
Orgánica	III	0.00482	B
Convencional	IV	0.01783	A
Orgánica	IV	0.00660	B

* Los promedios con la misma letra no son significativamente diferentes ($P>0.05$).

Anexo 10. Análisis de varianza para las pérdidas de café por rama en dólares ocasionadas por la broca, del primer muestreo.

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma secuencial de cuadrados	Suma ajustada de cuadrados	Cuadrado medio ajustado	Valor de la prueba de Fisher (F)	Probabilidad (P)
Tipo de finca	1	0.0111369	0.0111369	0.0111369	22.11	0.000
Parejas	3	0.0211464	0.0211464	0.0070488	13.99	0.000
Tipo de finca*Parejas	3	0.0112914	0.0112914	0.0037638	7.47	0.000
No Árbol(Parejas)	196	0.0990956	0.0990956	0.0005056	1.00	0.490
Error	196	0.0987354	0.0987354	0.0005038		
Total	396	0.2414058				

S = 0.0224444 R-Sq = 59.10% R-Sq(adj) = 16.74

Anexo 11. Prueba de Tukey al 5% de significancia para los datos del Anexo 10.

Tipo de Finca	Parejas	promedio	Comparaciones*	N
Convencional	IV	0.04198	A	50
Convencional	II	0.03295	AB	
Convencional	III	0.02568	B	
Convencional	I	0.01094	C	
Orgánica	I1	0.02693	A	
Orgánica	IV	0.01629	AB	
Orgánica	1	0.01423	B	
Orgánica	III	0.01190	B	
Convencional	I	0.01094	A	
Orgánica	I	0.01423	A	
Convencional	II	0.02693	A	
Orgánica	II	0.01423	A	
Convencional	III	0.01190	A	
Orgánica	III	0.02568	B	
Convencional	IV	0.01629	A	
Orgánica	IV	0.04198	B	

* Los promedios con la misma letra no son significativamente diferentes ($P>0.05$).

Anexo 12. Análisis de varianza para el número total de frutos por rama (NFT), del primer muestreo.

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma secuencial de cuadrados	Suma ajustada de cuadrados	Cuadrado medio ajustado	Valor de la prueba de Fisher (F)	Probabilidad (P)
Tipo de finca	1	19.704	19.704	19.704	6.47	0.012
Parejas	3	95.96	95.96	31.987	10.50	0.000
Tipo de finca*Parejas	3	12.435	12.435	4.145	1.36	0.256
No Árbol(Parejas)	196	487.779	487.779	2.489	0.82	0.921
Error	196	596.827	596.827	3.045		

S = 1.74500 R-Sq = 50.79% R-Sq(adj) = 0.00%

Anexo 13. Prueba de Tukey al 5% de significancia para los datos del Anexo 12.

Tipo de Finca	Promedio	Comparaciones*	n
Orgánica	5.472	B	50
Convencional	5.028	A	

Pareja de fincas	Promedio	Comparaciones
III	5.634	A
I	5.62	A
II	5.315	A
IV	4.431	B

* Los promedios con la misma letra no son significativamente diferentes ($P > 0.05$).

Anexo 14. Análisis de varianza para el número frutos totales por rama (NFT), del segundo muestreo.

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma secuencial de cuadrados	Suma ajustada de cuadrados	Cuadrado medio ajustado	Valor de la prueba de Fisher (F)	Probabilidad (P)
Tipo de finca	1	20.591	20.591	20.591	6.31	0.013
Parejas	3	97.945	97.945	32.648	10.00	0.000
Tipo de finca* pareja	3	19.907	19.907	6.636	2.03	0.111
No Árbol(Parejas)	196	674.414	674.414	3.441	1.05	0.356
Error	196	639.87	639.87	3.264		
Total	399	1452.664				

S = 1.80674 R-Sq =55.96% R-Sq(adj) = 10.34 %

Anexo 15. Prueba de Tukey al 5% de significancia para los datos del Cuadro 14.

Tipo de Finca	Promedio	Comparaciones*	N
Orgánica	5.472	B	50
Convencional	5.028	A	

Pareja de fincas	Promedio	Comparaciones
III	5.634	A
I	5.62	A
II	5.315	AB
IV	4.431	B

* Los promedios con la misma letra no son significativamente diferentes ($P>0.05$).

Anexo 16. Análisis de varianza para el porcentaje de frutos perforados por rama por la broca del café (% FP) del primer muestreo.

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma secuencial de cuadrados	Suma ajustada de cuadrados	Cuadrado medio ajustado	Valor de la prueba de Fisher (F)	Probabilidad (P)
Tipo de finca	1	2.61978	2.61978	2.61968	43.71	0.000
Parejas	3	3.69721	3.69721	1.23240	20.56	0.000
Tipo de finca* pareja	3	1.66619	1.66619	0.55540	9.27	0.000
No Árbol(Parejas)	196	12.20696	12.20696	0.06228	1.04	0.395
Error	196	11.74864	11.74864	0.05994		
Total	399	31.93877				

S = 0.244831 R-Sq = 6327% R-Sq(adj) = 25.12%

Anexo 17. Prueba de Tukey al 5% de significancia para los datos del Anexo16.

Tipo de Finca	Parejas	promedio	Comparaciones*	n
Convencional	IV	0.5214	A	50
Convencional	II	0.3442	B	
Convencional	III	0.2163	C	
Convencional	I	0.1027	C	
Orgánica	II	0.2096	A	
Orgánica	IV	0.1528	A	
Orgánica	I	0.0900	A	
Orgánica	III	0.0848	A	
Convencional	I	0.1027	A	
Orgánica	I	0.0900	A	
Convencional	II	0.3442	A	
Orgánica	II	0.2096	B	
Convencional	III	0.2163	A	
Orgánica	III	0.0848	B	
Convencional	IV	0.5214	A	
Orgánica	IV	0.1528	B	

* Los promedios con la misma letra no son significativamente diferentes ($P>0.05$).

Anexo 18. Análisis de varianza para el % de frutos perforados por rama por la broca del café (%FP), del segundo muestreo.

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma secuencial de cuadrados	Suma ajustada de cuadrados	Cuadrado medio ajustado	Valor de la prueba de Fisher (F)	Probabilidad (P)
Tipo de finca	1	3.84418	3.84418	3.84418	60.95	0.000
Parejas	3	7.04380	7.04380	2.34793	37.23	0.000
Tipo de finca* pareja	3	5.04126	5.04126	1.68042	26.64	0.000
No Árbol(Parejas)	196	13.04679	13.04679	0.06657	1.06	0.353
Error	196	12.36182	12.36182	0.06307		
Total	396	41.33786				

S = 0.251138 R-Sq = 70.10% R-Sq(adj) = 39.12%

Anexo 19. Prueba de Tukey al 5% de significancia para los datos del Anexo18.

Tipo de Finca	Parejas	promedio	Comparaciones*	N
Convencional	IV	0.6855	A	50
Convencional	II	0.2261	B	
Convencional	III	0.1850	B	
Convencional	I	0.0296	C	
Orgánica	IV	0.1111	A	
Orgánica	II	0.1029	A	
Orgánica	III	0.0842	A	
Orgánica	I	0.0438	A	
Convencional	I	0.0296	A	
Orgánica	I	0.0438	A	
Convencional	II	0.2261	A	
Orgánica	II	0.1029	B	
Convencional	III	0.1850	A	
Orgánica	III	0.0842	B	
Convencional	IV	0.6845	A	
Orgánica	IV	0.111	B	

* Los promedios con la misma letra no son significativamente diferentes ($P > 0.05$).

Anexo 20. Análisis de varianza para el número de ramas productoras por cafeto para el segundo muestreo (NRP).

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma secuencial de cuadrados	Suma ajustada de cuadrados	Cuadrado medio ajustado	Valor de la prueba de Fisher (F)	Probabilidad (P)
Tipo de finca	1	6.536	6.536	6.536	1.91	0.169
Parejas	3	138.897	138.897	46.299	13.50	0.000
Tipo de finca* pareja	3	8.821	8.821	2.940	0.86	0.464
No Árbol(Parejas)	196	520.013	520.013	2.653	0.77	0.963
Error	196	672.224	672.224	3.340		
Total	399	1346.491				

S = 1.80674 R-Sq =55.96% R-Sq(adj) = 10.34 %

Anexo 21. Prueba de Tukey al 5% de significancia para los datos del Anexo 20.

Tipo de Finca	Parejas	promedio	Comparaciones*	n
Convencional	I	5.0850	A	50
Convencional	II	4.9770	A	
Convencional	III	5.8810	A	
Convencional	Iv	4.4530	AC	
Orgánica	I	5.2520	A	
Orgánica	II	4.3700	A	
Orgánica	III	5.7480	A	
Orgánica	IV	4.0050	A	

* Los promedios con la misma letra no son significativamente diferentes ($P>0.05$).