

**UNIVERSIDAD NACIONAL
TORIBIO RODRÍGUEZ DE MENDOZA
DE AMAZONAS**



**FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA PROFESIONAL DE
INGENIERÍA AGRÓNOMA**

**EFFECTO DE LA SOMBRA Y VARIEDAD DE CAFÉ EN
LA INCIDENCIA DE LA BROCA *Hypothenemus hampei*
(Ferrari), EN EL DISTRITO DE OMIA, RODRÍGUEZ DE
MENDOZA – AMAZONAS, 2017.**

**TESIS
PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO
AGRÓNOMO**

AUTOR : Br. Diomedes CHINGUEL MINGA

ASESOR : M. Sc. Segundo Manuel OLIVA CRUZ

CO-ASESOR : Ing. Leidy G. BOBADILLA RIVERA

CHACHAPOYAS - PERÚ

2017

**“UNIVERSIDAD NACIONAL
TORIBIO RODRÍGUEZ DE MENDOZA
DE AMAZONAS”**



**FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA PROFESIONAL DE
INGENIERÍA AGRÓNOMA**

**EFECTO DE LA SOMBRA Y VARIEDAD DE CAFÉ EN LA
INCIDENCIA DE LA BROCA *Hypothenemus hampei* (Ferrari),
EN EL DISTRITO DE OMA, RODRÍGUEZ DE MENDOZA-
AMAZONAS, 2017**

**PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO AGRÓNOMO**

AUTOR : Br. Diomedes CHINGUEL MINGA

ASESOR : M. Sc. Segundo Manuel OLIVA CRUZ

CO-ASESOR : Ing. Leidy G. BOBADILLA RIVERA

**CHACHAPOYAS – PERÚ
2017**

DEDICATORIA

A Dios por darme la vida y permitirme llegar a mis sueños, a mis queridos padres María Ysolina Minga Farceque y Cirilo Chinguel Farceque, quienes con su ejemplo esfuerzo y dedicación me enseñaron el verdadero significado de la vida y me muestran día a día que los esfuerzos tienen grandes recompensas.

A mis hermanos Nolberto, Reynerio y Hector, quienes con su apoyo comprensión y paciencia contribuyeron en mi formación profesional.

Diomedes Chinguel Minga

AGRADECIMIENTO

Un sincero agradecimiento al proyecto “Aplicación de nuevos métodos de manejo integrado de control de la broca del café *Hypothenemus hampei* (Ferrari), con uso de nuevas cepas nativas de *Beauveria bassiana*, para el rescate de cafés especiales en la provincia de Rodríguez de Mendoza” BROCAFÉ – Contrato N° 002-2017-INIA-PNIA/UPMSI/IE, por el apoyo financiero.

Al Instituto de Investigación para el Desarrollo Sustentable de Ceja de Selva (INDESCES), medio por el cual se ejecuta el proyecto BROCAFÉ.

A todos los profesores de la UNTRM y en especial al M.Sc. Segundo Manuel Oliva Cruz por su apoyo como asesor y a la Ing. Leidy Gheraldinne Bobadilla Rivera por su apoyo como co-asesor de la presente investigación.

Al coordinador a cargo del proyecto BROCAFÉ Mg. Santos Triunfo Leiva Espinoza, por el apoyo en las diferentes actividades desarrolladas para la ejecución del proyecto, así mismo: Al señor Arcadio Ruiz Muños, Lelis Frías Barboza y Riquelmer López Frías por permitirme un área de sus parcelas de café para la ejecución de la presente investigación.

A la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza y en particular a la Escuela Profesional de Ingeniería Agrónoma por los conocimientos técnicos recibidos en mi formación profesional.

A todas las personas que han formado parte de mi vida profesional quiero darles las gracias por su amistad, consejos, apoyo, ánimo y compañía en los momentos más difíciles de mi vida.

**AUTORIDADES DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL TORIBIO
RODRÍGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS**

Dr. POLICARPIO CHAUCA VALQUI

Rector.

Dr. MIGUEL ANGEL BARRENA GURBILLÓN

Vicerrector Académico.

Dra. FLOR TERESA GARCÍA HUAMÁN

Vicerrectora Investigación.

Ing. MSc. EFRAÍN MANUELITO CASTRO ALAYO

**Decano (e) de la Facultad
de la Ingeniería y Ciencias Agrarias**

VISTO BUENO DEL ASESOR

El docente de la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas, Ing. M. Sc. OLIVA CRUZ, Segundo Manuel, profesor nombrado de la Escuela Profesional de Ingeniería Agrónoma que suscribe, hace constar que ha asesorado la tesis titulada: **EFFECTO DE LA SOMBRA Y VARIEDAD DE CAFÉ EN LA INCIDENCIA DE LA BROCA *Hypothenemus hampei* (Ferrari), EN EL DISTRITO DE OMIA RODRÍGUEZ DE MENDOZA – AMAZONAS, 2017** del tesista Br. CHINGUEL MINGA, Diomedes, egresado de la carrera profesional de Ingeniería Agrónoma de la UNTRM-A.

El docente de la UNTRM-A que suscribe da su Visto Bueno para que la Tesis mencionada sea presentada al Jurado Evaluador, manifestando su voluntad de apoyar al tesista en el levantamiento de observaciones y en el Acto de sustentación de Tesis.

Chachapoyas, marzo del 2018.

Ing. M. Sc Segundo Manuel Oliva Cruz
Asesor

VISTO BUENO DEL CO ASESOR

Ingeniera Leidy Gheraldinne Bobadilla Rivera, Co-Investigadora del Instituto de Investigación para Desarrollo Sustentable de Ceja de Selva (INDES - CES), hace constar que ha asesorado la tesis titulada: **EFFECTO DE LA SOMBRA Y VARIEDAD DE CAFÉ EN LA INCIDENCIA DE LA BROCA *Hypothenemus hampei* (Ferrari), EN EL DISTRITO DE OMIA RODRÍGUEZ DE MENDOZA – AMAZONAS, 2017** del tesista Br. CHINGUEL MINGA, Diomedes, egresado de la carrera profesional de Ingeniería Agronoma de la UNTRM-A.

La Co-Investigadora del Instituto de Investigación para Desarrollo Sustentable de ceja de selva (INDES - CES), que suscribe da su Visto Bueno para que la Tesis mencionada sea presentada al Jurado Evaluador, manifestando su voluntad de apoyar al tesista en el levantamiento de observaciones y en el Acto de sustentación de Tesis.

Chachapoyas, marzo del 2018.

Ing. Leidy G. Bobadilla Rivera
Co-Asesor

JURADO EVALUADOR DE TESIS

Ing. ERICK ALDO AUQUIÑIVÍN SILVA
PRESIDENTE

Ing. LIZETTE DANIANA MÉNDEZ FASABI
SECRETARIA

Ing. GUILLERMO IDROGO VÁSQUEZ
VOCAL

ACTA DE EVALUACIÓN DE SUSTENTACIÓN DE TESIS



UNIVERSIDAD NACIONAL
TORIBIO RODRÍGUEZ DE
MENDOZA DE AMAZONAS

Secretaría General
Oficina de Grados y Títulos

ANEXO 2-N

ACTA DE EVALUACIÓN DE SUSTENTACIÓN DE LA TESIS

En la ciudad de Chachapoyas, el día 20 de Marzo del año 2018, siendo las 12:00 horas, el aspirante: D. Tomedes Chinguel Minga defiende públicamente la tesis titulada: Efecto de la sombra y variedad de café en la incidencia de la Broca Hypothenemus hampei (Ferrari) en el distrito de OMIA, Rodríguez de Mendoza - Amazonas, 2017. para optar el Título Profesional Ingeniero Agrónomo, otorgado por la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas, ante el Jurado, constituido por: Presidente: Ing. MSc. Erick Aldo Aquino Silva
Secretario: Ing. Mg. Lizette Daviana Méndez Fozabi
Vocal: Ing. Guillermo Jairo Vozquez.

Procedió el (los) aspirante (s) a hacer la exposición de los antecedentes, contenido de la tesis y conclusiones obtenidas de la misma, haciendo especial mención de sus aportaciones originales. Terminada la defensa de la tesis presentada, los miembros del jurado pasaron a exponer su opinión sobre la misma, formulando cuantas cuestiones u objeciones consideraran oportunas, las cuales fueron contestadas por el los aspirante (s).

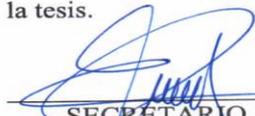
Tras la intervención de los miembros del jurado y las oportunas contestaciones del aspirante, el Presidente abre un turno de intervenciones para los miembros del jurado presentes en el acto, a fin de que formulen las cuestiones u objeciones que consideren pertinentes.

Seguidamente, a puerta cerrada, el jurado determinará la calificación global concedida a la tesis, en términos de:

Notable o sobresaliente () Aprobado () No apto ()

Otorgada la calificación el presidente del Jurado comunica, en sesión pública, la calificación concedida. A continuación se levanta la sesión.

Siendo las 1:10 horas del mismo día, el jurado concluye el acto de sustentación de la tesis.


SECRETARIO


PRESIDENTE


VOCAL

OBSERVACIONES:

DECLARACIÓN JURADA DE NO PLAGIO



UNIVERSIDAD NACIONAL
TORIBIO RODRÍGUEZ DE
MENDOZA DE AMAZONAS

Secretaría General
Oficina de Grados y Títulos

ANEXO 2-0

DECLARACIÓN JURADA DE NO PLAGIO

Yo, Diomedes Chinguel Minga, identificado con DNI 47150009
estudiante de la Escuela Profesional de
Ingeniería Agrónoma de la Facultad de
Ingeniería y Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional
Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas.

Declaro bajo juramento que:

1. Soy autor de la tesis titulada:

Efecto de la sombra y variedad de café en la incidencia de la
broca (Hypothenemus hampei) en el distrito de Omia, Rodríguez de Mendoza -
Amazonas, 2017.
La misma que presento para optar:

Título Profesional de Ingeniero Agrónomo

2. La tesis no ha sido plagiada ni total ni parcialmente, para la cual se han respetado las normas internacionales de citas y referencias para las fuentes consultadas.
3. La tesis presentada no atenta contra derechos de terceros.
4. La tesis no ha sido publicada ni presentada anteriormente para obtener algún grado académico previo o título profesional.
5. Los datos presentados en los resultados son reales, no han sido falsificados, ni duplicados, ni copiados.

Por lo expuesto, mediante la presente asumo toda responsabilidad que pudiera derivarse por la autoría, originalidad y veracidad del contenido de la tesis, así como por los derechos sobre la obra y/o invención presentada. Asimismo, por la presente me comprometo a asumir además todas las cargas pecuniarias que pudieran derivarse para LA UNTRM en favor de terceros por motivo de acciones, reclamaciones o conflictos derivados del incumplimiento de lo declarado o las que encontraren causa en el contenido de la tesis.

De identificarse fraude, piratería, plagio, falsificación o que el trabajo de investigación haya sido publicado anteriormente; asumo las consecuencias y sanciones civiles y penales que de mi acción se deriven.

Chachapoyas, 20 de Marzo de 2018.

ÍNDICE DE CONTENIDO

	Pág.
DEDICATORIA	iii
AGRADECIMIENTO	iv
AUTORIDADES DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL TORIBIO RODRÍGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS	v
VISTO BUENO DEL ASESOR	vi
VISTO BUENO DEL CO ASESOR	vii
JURADO EVALUADOR DE TESIS	viii
ACTA DE EVALUACIÓN DE SUSTENTACIÓN DE TESIS	ix
DECLARACIÓN JURADA DE NO PLAGIO	x
ÍNDICE DE TABLAS	xiv
ÍNDICE DE FOTOGRAFIAS	xviii
RESUMEN	xix
ABSTRACT	xx
I. INTRODUCCIÓN	21
II. OBJETIVOS	22
4.1. 2.1. Objetivo general	22
4.2. 2.2. Objetivos específicos	22
III. MARCO TEÓRICO	23
3.1. Antecedentes de investigación	23
3.2. Generalidades del cultivo del café	25
3.2.1. Origen del café	25
3.2.2. Clasificación taxonómica	26
3.3. Descripción morfológica del café	26
a. Raíz	26
b. Tallo	27
c. Hojas	27

d.	Inflorescencia	27
e.	Fruto	27
3.4.	Condiciones edafoclimáticas del café	28
3.5.	Variedades	29
a.	Variedad catimor	29
b.	Variedad caturra	30
c.	Variedad Gran Colombia	31
3.6.	Ciclo fisiológico del cultivo del café	31
a.	Floración:	31
b.	Desarrollo del fruto o llenado de grano:	31
c.	Cosecha:	32
d.	Descanso:	32
3.7.	Origen y diseminación de la broca del café	32
3.7.1.	Aspectos biológicos de la broca	33
3.7.1.1.	Taxonomía	33
3.7.1.2.	Aspectos ecológicos de la broca	33
3.7.1.3.	Descripción morfológica	34
3.7.1.4.	Ciclo de vida	35
3.7.1.5.	Daños	35
3.7.2.	Comunicación aleloquímica	36
3.8.	Forma de ataque y especies de cafeto que ataca	37
3.9.	Penetración y posiciones de la broca del café dentro del fruto	37
3.10.	Influencia de la sombra	37
IV.	MATERIALES Y MÉTODOS	39
4.1.	Lugar de ejecución	39
4.2.	Fase de campo	40
4.2.1.	Características de área experimental	40

4.2.2.	Preparación de las parcelas experimentales	40
4.2.3.	Tamaño del área experimental	40
4.2.4.	Tamaño de la muestra	43
4.3.	Materiales	43
4.4.	Métodos	44
4.4.1.	Medición del porcentaje de sombra	44
4.4.2.	Evaluación del porcentaje de sombra en el sitio experimental	48
a)	Sombra baja	48
b)	Sombra alta.....	49
4.4.3.	Evaluación de la incidencia de la broca	50
4.4.4.	Determinación de la fluctuación poblacional	51
4.4.5.	Medición de la temperatura (°C)	51
4.4.6.	Medición de la humedad relativa (HR)	51
4.5.	Análisis de datos	52
V.	RESULTADOS	54
4.1.	Porcentaje de Incidencia de la broca del café	54
4.2.	Análisis de varianza conjunta para mediciones repetidas en el tiempo en la incidencia de la broca del café	58
4.3.	Fluctuación poblacional de adultos de broca en diferentes épocas de cosecha	61
4.4.	Análisis de varianza conjunta para mediciones repetidas en el tiempo en la fluctuación poblacional de la broca del café.....	65
VI.	DISCUSIONES	68
VII.	CONCLUSIONES	70
VIII.	RECOMENDACIONES	71
IX.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	72
ANEXOS.	78

ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1 . Ciclo fisiológico del café en zona alta.....	32
Tabla 2. Ciclo fisiológico del café en zona baja.....	32
Tabla 3. Número de árboles en cada bloque y nivel de sombra	49
Tabla 4. Estimación del porcentaje de sombra en cada nivel de sombra, en el bloque I y II.....	49
Tabla 5. Estimación del porcentaje de sombra en cada nivel de sombra, en el bloque III y IV	50
Tabla 6. Cuadro ANOVA	53
Tabla 7. Parámetros evaluados temperatura (°C) y humedad relativa (%).....	79
Tabla 8. Análisis de varianza de incidencia de broca en el mes de mayo según: bloques, tratamientos, sombra, variedad e interacción.	80
Tabla 9. Comparación múltiple de Tukey de grupos homogéneos según bloques, tratamientos, sombra y variedad de incidencia de broca en el mes de mayo.	80
Tabla 10. Análisis de varianza de incidencia de broca en el mes de junio según: bloques, tratamientos, sombra, variedad e interacción.	81
Tabla 11. Comparaciones Múltiples de Tukey de grupos homogéneos según bloques, tratamientos, sombra y variedad de la incidencia de broca en el mes de junio.	81
Tabla 12. Análisis de varianza de incidencia de broca en el mes de julio según: bloques, tratamientos, sombra, variedad e interacción.	82
Tabla 13. Comparaciones Múltiples de Tukey de grupos homogéneos según bloques, tratamientos, sombra y variedad de la incidencia de la broca en mes de julio.	83
Tabla 14. Análisis de varianza de incidencia de broca en el mes de agosto según: bloques, tratamientos, sombra, variedad e interacción.	84
Tabla 15. Comparaciones Múltiples Tukey de grupos homogéneos según bloques, tratamientos, sombra y variedad de incidencia de broca en el mes de agosto.	84
Tabla 16. Análisis de varianza de incidencia de broca en el mes de setiembre según: bloques, tratamientos, sombra, variedad e interacción.	85
Tabla 17. Comparaciones Múltiples Tukey de grupos homogéneos según bloques, tratamientos, sombra y variedad de la incidencia de broca en el mes de setiembre.....	85

Tabla 18. Análisis de varianza conjunta para mediciones repetidas en el tiempo para la variable porcentaje de incidencia de la broca del café	86
Tabla 19. Comparaciones Múltiples Tukey de grupos homogéneos según: sombra, variedad, tiempo y tratamientos en la incidencia de broca.....	86
Tabla 20. Análisis de varianza de adultos de broca en el mes de mayo según: bloques, tratamientos sombra, variedad e interacción.	88
Tabla 21. Comparaciones Múltiples Tukey de grupos homogéneos según bloques, tratamientos, sombra y variedad de la variable adultos en el mes de mayo.	88
Tabla 22. Análisis de varianza de adultos de la broca en el mes de junio según factores: boques, tratamientos, sombra, variedad e interacción	89
Tabla 23. Comparaciones Múltiples Tukey de grupos homogéneos según bloques, tratamientos, sombra y variedad de la variable adultos en el mes de junio.....	89
Tabla 24. Análisis de varianza de adultos de la broca en el mes julio según factores: boques, tratamientos, sombra, variedad e interacción	90
Tabla 25. Comparaciones Múltiples de Tukey de grupos homogéneos según bloques, tratamientos, sombra y variedad de la variable adultos en el mes de julio.....	91
Tabla 26. Análisis de varianza de adultos de la broca en el mes de agosto según factores: bloques, tratamientos, sombra, variedad e interacción.....	92
Tabla 27. Comparaciones Múltiples de Tukey de grupos homogéneos según bloques, tratamientos, sombra y variedad de la variable adultos en el mes de agosto.	92
Tabla 28. Análisis de varianza de adultos de broca en el mes de setiembre según: bloques, tratamientos, sombra, variedad e interacción.	93
Tabla 29. Comparaciones Múltiples de Tukey de grupos homogéneos según bloques, tratamientos, sombra y variedad de la variable adultos en el mes de setiembre.	93
Tabla 30. Análisis de varianza conjunta para adultos de broca del café	94
Tabla 31. Comparaciones Múltiples de Tukey para mediciones repetidas en el tiempo de grupos homogéneos según: sombra, variedad, tratamientos y tiempo para fluctuación de la broca del café.....	95

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Variedad catimor.....	29
Figura 2. Variedad caturra amarillo.....	30
Figura 3. Ubicación geográfica del área de estudio Región Amazonas, Provincia Rodríguez de Mendoza, Distrito Omia y caserío el Líbano.	39
Figura 4. Croquis de distribución de parcelas experimentales	41
Figura 5. Características del campo experimental.....	42
Figura 6. Estimación visual del porcentaje de oclusión de la copa.	45
Figura 7. Estimación del área de copa usando un número variable de ejes de medición para estimar un diámetro promedio de ejes.	48
Figura 8. Incidencia de la broca en mes de mayo según tratamientos, sombra, y variedad.	54
Figura 9. Incidencia de la broca en el mes de junio según tratamientos, sombra y variedad.	55
Figura 10. Incidencia de la broca en el mes de julio según tratamientos, sombra y variedad.	56
Figura 11. Incidencia de la broca en el mes de agosto según tratamientos, sombra y variedad	57
Figura 12. Incidencia de la broca en el mes de setiembre según tratamientos, sombra y variedad	58
Figura 13. Análisis conjunto para el factor sombra en la incidencia de la broca del café.	59
Figura 14. Análisis conjunto para el factor variedad en la incidencia de la broca del café.	59
Figura 15. Análisis conjunto según tratamientos	60
Figura 16. Análisis conjunto según factor tiempo en la incidencia de la broca del café.....	60
Figura 17. Adultos de broca en el mes de mayo según factores: Tratamientos, sombra y variedad.	61
Figura 18. Adultos de broca en el mes de junio según: Tratamientos, sombra y variedad.	62
Figura 19. Adultos de broca en el mes de julio según: Tratamientos, sombra y variedad.	63

Figura 20. Adultos de broca en el mes de agosto según: Tratamientos, sombra y variedad.	64
Figura 21. Adultos de broca en el mes de setiembre según: Bloques, tratamientos, sombra y variedad.	65
Figura 22. Análisis conjunto en el factor sombra en adultos de la broca del café	66
Figura 23. Análisis conjunto para el factor variedad en adultos de la broca del café. ..	66
Figura 24. Análisis conjunto para el factor tratamientos en adultos de la broca del café.	67
Figura 25. Análisis conjunto para el factor tiempo en la fluctuación de la broca del café.	67

ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

	Pág.
Fotografía 1. Medición de diámetro de copa de árbol para estimación del porcentaje de sombra	96
Fotografía 2. Vista de nivel de sombra media de la variedad Caturra	96
Fotografía 3. Evaluación de incidencia de la broca en la variedad de café catimor en el nivel de sombra media.....	97
Fotografía 4. Evaluación de incidencia de la broca en la variedad de café caturra en nivel de sombra baja.....	97
Fotografía 5. Evaluación de temperatura y humedad relativa en tratamiento experimental	98
Fotografía 6. Colección de frutos brocados variedad catimor para determinación de fluctuación poblacional.....	98
Fotografía 7. Colección de frutos brocados variedad caturra para determinación de fluctuación poblacional.....	99
Fotografía 8. Inicio de daño de broca en la variedad de café Caturra.....	99
Fotografía 9. Daños ocasionados de broca en fruto de café variedad Catimor.....	100
Fotografía 10. Disección de frutos para cuantificación de adultos de broca por tratamientos	100

RESUMEN

La presente investigación se realizó en el distrito de Omia Centro Poblado Líbano de la provincia de Rodríguez de Mendoza región Amazonas durante los meses de abril a septiembre del año 2017. Con la finalidad de evaluar el efecto de la sombra y variedad de café en la incidencia de la broca y fluctuación poblacional de adultos en diferentes épocas de cosecha. Para ello se utilizó un diseño factorial en bloques completamente al azar con cuatro repeticiones y seis tratamientos, en la comparación de medias de los resultados obtenidos se empleó la prueba Tukey al 95 % de confianza. Los tratamientos evaluados fueron T1 (sombra baja*var. Catimor), T2 (sombra baja*var. Caturra), T3 (sombra media* var. Catimor), T4 (sombra media* var. Caturra), T5 (Sombra alta* var. Catimor) y T6 (Sombra alta* var. Caturra); Las variables evaluadas fueron porcentaje (%) de incidencia de broca y fluctuación poblacional de adultos dentro del fruto en diferentes épocas de cosecha, los resultados indicaron que hubo diferencias significativas entre tratamientos siendo el T5 y T6 con mayor porcentaje de incidencia de broca con 23.50% y 17.23% y los menores resultados promedios correspondieron a los tratamientos T3 y T2 con valores de 7.89% y 6.44 % respectivamente. La fluctuación poblacional de adultos dentro del fruto se obtuvo en los tratamientos T5 y T6 mayor promedio de adultos con valores de 10.10 y 8.28 individuos; y los menores resultados promedios presentaron en los tratamientos T5 y T6 con valores de 3.68 y 3.52 individuos. La fluctuación poblacional de adultos varió durante todo el periodo de evaluación siendo mayor en las tres primeras evaluaciones, llegando a la conclusión que en menor nivel de sombra en la variedad de café caturra amarillo hay menor incidencia de broca y la presencia de adultos disminuye de acuerdo al pasar la etapa de cosecha.

Palabras claves: Porcentaje (%) de incidencia, Sombra, Variedad, Fluctuación poblacional, Broca del café (*Hypothenemus. hampei*).

ABSTRACT

The present investigation was conducted in the district of Omia Centro Poblado Líbano in the province of Rodríguez de Mendoza in the Amazonas region during the months of April to September of the year 2017. In order to evaluate the effect of shade and variety of coffee on the incidence of the broca and population fluctuation of adults in different harvest seasons. For this, a completely randomized block factorial design with four repetitions and six treatments was used, in the comparison of means of the results obtained, the Tukey test was used at 95% confidence. The treatments evaluated were T1 (low shadow * Catimor var.), T2 (low shadow * Caturra var.), T3 (medium shadow * Catimor var.), T4 (medium shadow * Caturra var.), T5 (High shadow * var. Catimor) and T6 (High shadow * Caturra var.); The evaluated variables were percentage (%) of broca incidence and adult population fluctuation within the fruit at different harvest times, the results indicated that there were significant differences between treatments being T5 and T6 with higher incidence rate of broca with 23.50% and 17.23% and the lowest average results corresponded to treatments T3 and T2 with values of 7.89% and 6.44% respectively. The adult population fluctuation within the fruit was obtained in the treatments T5 and T6 higher average of adults with values of 10.10 and 8.28 individuals; and the lowest average results presented in treatments T5 and T6 with values of 3.68 and 3.52 individuals. The adult population fluctuation varied throughout the evaluation period, being higher in the first three evaluations, reaching the conclusion that at a lower shade level in the yellow caturra variety there is a lower incidence of broca and the presence of adults decreases according to when passing the harvest stage.

Key words: Percentage (%) of incidence, Shade, Variety, Population fluctuation, Coffee broca (*Hypothenemus, hampei*).

I. INTRODUCCIÓN

En muchos países la producción de café está seriamente amenazada por diferentes plagas y enfermedades (Pacheco, Blanco-Metzler y Mora, 2012), entre las principales plagas a nivel nacional está el escolítido *Hypothenemus hampei* (Acacio y Gil, 2013), su importancia radica en su ataque directamente a los granos de café provocando la caída de los frutos en estado acuoso (Choquetarqui *et al.*, 2011).

La broca del café al igual que la gran mayoría de insectos se ve atraída por diversas señales olfativas (Pacheco *et al.*, 2012), uno de los factores que determinan la atracción es la variedad, forma del disco y el tamaño (Trujillo *et al.*, 2006), el insecto encuentra una superficie rugosa que le brinda un punto de apoyo, cosa que no ocurre en el resto de la cereza que es lisa (Pardey, 2006), salvo en el caso de las cerezas caídas a tierra en que la hembra encuentra otros puntos que le sirven como soporte (Constantino *et al.*, 2011).

Los granos de café son atacados a los 40 días del cuajado cuando las hembras perforan el fruto y depositan 12 a 20 huevos/grano, luego abandonan el grano y continúan ovipositando en otros frutos sanos (Acacio y Gil, 2013), Típicamente ocasionan pérdidas importantes en los rendimientos por cosecha que van desde un 5 % hasta un 24 % (Ferrari *et al.*, 2010), pero puede dañar hasta 80 % de la producción y en algunos casos ocasionar pérdidas totales (Gurdián, 2010).

Para el control de la plaga se recomienda el manejo integrado (Pardey, 2007), donde se incluyen las prácticas de control cultural (Fundación para el Desarrollo Socioeconómico y Restauración Ambiental, 2010). La disposición de los árboles de sombra en el cultivo del café es una alternativa muy importante (Chiu-Magana, Castillo, y Rojas, 2009); ya que favorece la sobrevivencia de la fauna benéfica que ataca a la broca del café.

La presente investigación surge a raíz de determinar la incidencia de la broca del café en tres niveles de sombra y dos variedades de café, a fin de corroborar a las familias cafetaleras que se encuentran dentro del ámbito de ejecución del presente estudio logren obtener mejoras en el cultivo de café.

II. OBJETIVOS

2.1. Objetivo general

Evaluar el efecto de la sombra y variedad de café sobre la incidencia de la broca *Hypothenemus hampei* (Ferrari) en el distrito de Omia, Rodríguez de Mendoza – Amazonas.

2.2. Objetivos específicos

- Determinar la incidencia de la broca del café *Hypothenemus hampei* en tres niveles de sombra.
- Evaluar la incidencia de la broca *Hypothenemus hampei* en dos variedades de café.
- Determinar la fluctuación población de adultos de *Hypothenemus hampei*.

III. MARCO TEÓRICO

3.1. Antecedentes de investigación

Un estudio realizado sobre el efecto de sombra y la fertilización en las principales plagas en café, utilizando la variedad Catimor de tres años de edad en la provincia de Villa Rica departamento de Pasco. Seleccionaron dos parcelas de café, con dos sistemas de plantación: una con sombra (Radiación Fotosintéticamente Activa: 119,58 $\mu\text{mol/día}$) y la otra a pleno sol (Radiación Fotosintéticamente Activa: 549,95 $\mu\text{mol/día}$), donde una fue fertilizada y la otra sin fertilizar. En este estudio, el nivel de infestación de la broca del café, fue mayor en el tercio inferior de la planta seguido del tercio medio y superior, con valores de 6.91, 4.19 y 2.57%, respectivamente. En los cuatro tratamientos estudiados, la infestación aumentó de un muestreo a otro; especialmente en las parcelas sin sombra, donde el incremento fue de 8.3 y 6.1 veces en las parcelas SSCF y SSSF (Julca *et al.*, 2010).

Otros estudios realizados en sombra y del manejo del café sobre la dinámica poblacional de (*Hypothenemus hampei*) en frutos nuevos y remanentes en Turrialba- Costa Rica, donde los factores estudiados en el agroecosistema cafetalero fueron, nivel de sombra e intensidad de manejo agronómico. La sombra abarcó tres niveles denominados, sombra densa (SD), sombra media (SM) y sin sombra (SS). La sombra densa estuvo constituida por rangos promedios de sombra de 61 %; la sombra media por 33 % y sin sombra por el agroecosistema café expuesto al sol. El factor manejo agronómico estuvo conformado por, manejo medio convencional más insecticida (MCI), Manejo orgánico intensivo más *Beauveria bassiana* (Bals) (MOB) y el manejo medio convencional sin insecticida (MCS). Como resultados en la fenología de los frutos se observaron que los frutos pintones a pleno sol es 3.6 veces más que bajo sombra, Estos frutos concentraron hasta 29 % de los ataques de broca. Las poblaciones de *H. hampei* fueron 2.8 veces más abundantes en los frutos secos del arbusto y 1.6 veces más en los frutos maduros procedentes de agroecosistemas sombreados, si se compara con pleno sol (Sánchez, 2011).

Sin embargo estudios realizados sobre el efecto de la humedad y temperatura sobre la broca, se obtuvo que la humedad afecta la mortalidad y el potencial reproductivo de la broca, A bajas humedades ocurre alta mortalidad y la máxima fecundidad se encontró entre 90% y 93,5% de humedad relativa (H.R.). Sin embargo la emergencia de la broca de frutos infestados se incrementa con humedades altas entre 90 y 100% H.R. y es muy baja a temperaturas inferiores a 20°C (90-100% H.R.). También se incrementa considerablemente entre 20-25°C (Pardey, 2007).

En el distrito de Alonso de Alvarado, provincia de Lamas, región San Martín un estudio realizado sobre el impacto económico de *Hemileia vastatrix* e *Hypothenemus hampei*, Se Observó que el nivel de incidencia de *Hypothenemus hampei* es mayor a 25 % en las parcelas de café sin sombra, en los cuales se produce la destrucción del grano y reproducción del insecto. Mientras que, en altitudes por debajo de 1,400 m.s.n.m. la incidencia es mayor a 50 %. Sin embargo, a partir de 1,500 m.s.n.m. El nivel de incidencia es menor a 6%, lo que no representa un efecto económico importante (Tirabanti *et al.*, 2013).

Un estudio realizado con el fin de determinar la fluctuación poblacional de las generaciones de broca (*Hypothenemus hampei*), en la zona cafetalera en el área de influencia del Lago Yojoa, Cortés, Honduras, bajo los ambientes de pleno sol, media sombra y sombra total en tres estratos de altura de la planta. Mencionaron que las condiciones de sombra son más propicias para el desarrollo de altas infestaciones de la broca, que aquellas expuestas a pleno sol, tuvo mayor incidencia bajo sombra densa de manzano rosa de 25%, respecto a la sombra media de madero negro y a pleno sol menor a 2 %; El número de individuos de broca por planta de café también fue mayor bajo la sombra que en las parcelas a pleno sol (Guharay y Beer, 2004).

En Colombia, investigaciones sobre la influencia de la sombra en la calidad de café y la presencia de la broca en el grano, demostró que hubo mayor presencia y afectación de *H. hampei* en los cafetales bajo sombra que en las áreas manejadas sin sombra. Sin embargo se encontró mayor incidencia de

broca en las áreas con sombra media, y en las plantaciones con sombra densa y sin sombra fueron menos afectadas (Augstburger, 2000).

En Colombia, investigaciones sobre el “repase” como método de control de la broca del café (*Hypothenemus hampei*), en cafetales bajo sombra y pleno sol determinó que el sombrero proporciona condiciones favorables para el desarrollo de la plaga reportó que en los cafetos sombreados obtuvo 25% de granos infestados, en cambio al sol no sobrepasó el 0.5 % (Bergamín, 1944)

3.2. Generalidades del cultivo del café

Los cafetos son arbustos de las regiones tropicales del género *Coffea*, de la familia de la rubiácea, el 80 % de la producción mundial corresponde a la especie *Coffea* arábica que se cultiva entre 1000 y 2000 m.s.n.m. en regiones ecuatoriales, y entre 400 y 1200 m.s.n.m. en regiones lejanas al Ecuador, con temperaturas entre 18 y 22° C (Augstburger, 2000).

En el Perú el café es uno de los principales productos agrícolas de exportación generando aproximadamente el 30% de las divisas del sector agropecuario y destinando el 95 % de la producción nacional cafetalera a mercados externos (Márquez-Dávila, Arévalo-López, y Gonzales, 2014) contando con alrededor de 425 mil hectáreas sembradas se estima que unas 223 mil familias se dedican a la siembra de café y otras dos millones de personas están incluidas en la cadena de producción de este grano (INEI, 2012).

3.2.1. Origen del café

El lugar de origen del café Arábico es Etiopía, país donde se inició su cultivo (Anthony, Astorga y berhaud, 1999), una evidencia que corrobora esta hipótesis es que en las áreas montañosas de este país y áreas vecinas de Sudán actualmente el café Arábico crece en forma silvestre sobre los 1500 msnm (Castañeda, 2000).

3.2.2. Clasificación taxonómica

El café pertenece al género *coffea* con aproximadamente 100 especies (Augstburger, 2000).

- ✓ **Reino vegetal** : Vegetal
- ✓ **División** : Magnoliophyta
- ✓ **Tipo** : Espermatofitas
- ✓ **Subtipo** : Angiospermas
- ✓ **Clase** : Dicotiledónea
- ✓ **Orden** : Rubiales
- ✓ **Familia** : Rubiaceas
- ✓ **Género** : Coffea
- ✓ **Especie** : Arabica
- ✓ **Nombre científico**: *Coffea. arabica.*

3.3. Descripción morfológica del café

El café es un arbusto que puede alcanzar entre dos a seis metros de altura, es de hoja perenne y comienza a producir flores a partir del primer año (Marin, 2012).

a. Raíz

La raíz central es pivotante, su longitud en una planta adulta es de 50 a 60 cm aproximadamente, las raíces secundarias (de sostén y laterales) se originan a partir de la pivotante; de las secundarias, generalmente se desarrollan los pelos absorbentes que, en un alto porcentaje (80-90%), se encuentran en los primeros 30 cm del suelo, con un radio de 2 a 2.5 m a partir de la base del tronco. Los pelos absorbentes son muy importantes porque le permiten a la planta la absorción de agua y nutrientes del suelo (Marin, 2012).

b. Tallo

El tallo es leñoso, erecto y de longitud diversa de acuerdo a la variedad, presenta la particularidad de producir tres tipos de yemas que originan diferentes partes de la planta: el tallo, las ramas y las hojas (Marin, 2012). En una planta adulta la parte inferior es cilíndrica mientras que la parte superior (ápice) es cuadrangular y verde con esquinas redondas y salidas. Presenta la particularidad de producir tres tipos de yemas que originan diferentes partes de la planta: el tallo, bandolas y hojas (Marin, 2012).

c. Hojas

Las hojas son órganos en los cuales se realizan los tres procesos fisiológicos más importantes que soportan el crecimiento, desarrollo vegetativo y reproductivo de la planta y éstos son: la fotosíntesis, la respiración y la transpiración (Arcila *et al.*, 2007). La lámina de la hoja mide de 12 a 24 cm de largo por 5 a 12 cm de ancho, variando su forma de elíptica a lanceolada (Marin, 2012).

d. Inflorescencia

La inflorescencia del café es una cima de eje muy corto que posee flores pequeñas, de color blanco y de olor fragante en número variado. Las especies *canephora* y *libérica* son especies alógamas y los arábigos son autógamos; en los arábigos el 94% de la polinización es autopolinización y sólo en un 6% puede ocurrir polinización cruzada (Fundesyam, 2010).

e. Fruto

El fruto es de superficie lisa y brillante y de pulpa delgada; está constituido de tres partes diferentes: el epicarpio o epidermis; el mesocarpio o pulpa y el endospermo o semilla, cuando madura puede ser de color rojo o amarillo, dependiendo del cultivar (Corbett, 1933). El fruto es una baya drupácea con dos almendras con sus respectivos embriones, que constituyen la semilla (Marin, 2012).

3.4. Condiciones edafoclimáticas del café

La temperatura óptima oscila entre 19 y 21 °C con extremos de 17 a 23 °C; por encima de la temperatura promedio de 24 °C se acelera el crecimiento vegetativo, limitando tanto la floración como el cuajado de los frutos. Cuando la temperatura promedio es de 26 °C o superior se presenta una fructificación continuada, que se caracteriza por la presencia de frutos maduros o próximos a la madurez junto a frutos verdes de tamaño mediano y/o frutos verdes pequeños y flores en una misma rama (Fischersworing & Robkamp, 2001).

Las precipitaciones en las zonas cafetaleras oscilan entre los 1000 y 3500 mm anuales; según su ubicación en las zonas tropicales o subtropicales se presentan una o dos épocas de lluvia anuales, seguidas por uno o dos períodos secos con lluvias menos fuertes y de menor intensidad, la cantidad requerida por el café para un buen crecimiento y desarrollo es de 1600 a 1800 mm/año (Fischersworing & Robkamp, 2001).

La humedad relativa que prevalece en los cafetales tanto en los meses secos como en los lluviosos, es del 70 al 95 % (Fischersworing & Robkamp, 2001).

La radiación solar que requiere el cultivo del cafeto se encuentra entre 1 500 y 2 500 horas al año, con mínimo de 200 horas/mes en los meses secos y 100 horas/mes en los meses lluviosos (Castañeda, 2000).

Respecto a la topografía el cafeto se cultiva principalmente en terrenos con pendientes que van desde 30 % a más de 80 %, presentando paisajes con colinas que fluctúan entre 500 y 2000 m.s.n.m.; los terrenos planos o con ligera pendiente, ofrecen mejores condiciones agrícolas que los inclinados (Fischersworing & Robkamp, 2001).

El pH del café tiene un rango óptimo de 5.5 a 6.5, valores debajo o arriba de ellos, afectan el desarrollo normal de raíces, el crecimiento y producción (Gómez, 2010).

La profundidad efectiva de un suelo para café es de alrededor de 120 cm, con textura media a arcillosa que no tenga más 15% de piedras y posea una estructura granular a semigranular, la mayor densidad de raíces absorbentes del cafeto cerca del 90% del total, se presentan en los primeros 30 cm, de profundidad del suelo (OIRSA, 2001).

3.5.Variedades

La mayoría de las variedades que se cultivan pertenecen a la especie *C. arabica* que representa el 99 % del café de exportación. La otra especie de importancia comercial es *C. canephora*, con la producción de Robusta como variedad importante. Sin embargo, las variedades comerciales de mayor calidad y aceptación en el mercado mundial son las variedades arábicas (Augstburger, 2000).

a. Variedad catimor

La variedad catimor es un híbrido que se origina del cruzamiento de “caturra roja” y un híbrido de timor”. El café catimor se caracteriza por su porte mediano, su tronco de grosor intermedio tiene relativamente alta productividad en las áreas sujetas a una actividad caficultora intensiva. Se adapta muy bien a regiones bajas y medias, en rangos de 800 y 1600 m.s.n.m. con lluvias superiores a los 3000 mm anuales. En general son muy precoces y productivos con rendimiento superiores a otras variedades comerciales, además de ello muestra un comportamiento favorable con respecto a la enfermedad de la roya amarilla (*Hemileia vastatrix*) que proliferan en la comunidad andina (Sánchez, 1994; Instituto del café Costa Rica (ICAFFE, 2011).



Figura 1. Variedad catimor

b. Variedad caturra

Variedad encontrada en Minas Gerais, Brasil, posiblemente originada como una mutación de un gen dominante del café Bourbon, el caturra se caracteriza por ser de porte bajo, tiene entrenudos cortos, tronco grueso, es poco ramificado, y ramas laterales abundantes, cortas, con ramificación secundaria, lo que da a la planta un aspecto vigoroso y compacto. La variedad caturra presenta hojas grandes, anchas y oscuras, los frutos son también de mayor tamaño que otras variedades, el sistema radical está muy bien desarrollado y es de mayor extensión y densidad, Se puede sembrar a una densidad de 5.000 plantas por hectárea, aunque en condiciones muy favorables para el cultivo, la densidad puede ser un poco mayor (Fernández y Cordero, 2007). Necesita más sol y poda sanitaria (para el cuidado) más intensiva que las variedades del país, y es mucho mejor en su rendimiento. Las plantaciones tienen un ciclo de vida corto, después de aproximadamente 20 años tienen que sustituirse (Augstburger, 2000).



Figura 2. Variedad caturra amarillo

c. Variedad Gran Colombia

La variedad colombiana fue el resultado entre el cruzamiento de dos materiales, de una parte se escogió la variedad caturra, de excelentes características agronómicas y amplia adaptación a la zona cafetera del país pero susceptible a roya. De otro se escogió como progenitor resistente a una introducción conocida como Híbrido Timor. Esta introducción, resultante posiblemente de un cruzamiento natural entre las especies C. Arábica y C. Canéphora fue escogido por que posee varios genes de resistencia a roya.(Castañeda, 2000).

Sus características son muy parecida al Caturra en cuanto a tamaño y forma del árbol, pero tiene resistencia a la roya del cafeto. El cogollo de las plantas es bronceado. La producción es igual o superior a la de Caturra. El tipo de grano y la calidad de la bebida son similares a las otras variedades de café arábigo (Moreno y Alvarado, 2000).

3.6. Ciclo fisiológico del cultivo del café

El ciclo fisiológico del café es el tiempo transcurrido de una campaña a otra; dura doce meses, y tiene cuatro etapas bien marcadas (Marin, 2012).

a. Floración:

Las yemas se transforman en flores o ramas, hay mayor desarrollo vegetativo, gran producción de ramas y hojas, máxima actividad radicular y mayor formación de pelos absorbentes. Esta etapa presenta una duración de tres meses.

b. Desarrollo del fruto o llenado de grano:

Llenado intenso del grano, menor producción de ramas y hojas y menor formación de pelos absorbentes. Esta etapa presenta una duración de cuatro meses.

c. Cosecha:

Crecimiento vegetativo mínimo, se presenta la formación de nuevas yemas, menor actividad radicular y degradación de pelos absorbentes. Esta etapa presenta una duración de tres meses.

d. Descanso:

No hay desarrollo de ramas y hojas, no hay absorción de agua y nutrientes, las yemas se diferencian y crecen, pero no se abren, no existen pelos absorbentes. Esta etapa presenta una duración de dos meses.

En la zona alta, mayor a 1200 m.s.n.m. el ciclo fisiológico se da de la siguiente manera:

Tabla 1 . Ciclo fisiológico del café en zona alta

Eapa	Set.	Oct.	Nov.	Dic.	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.
etapa	floración			Llenado del grano			Cosecha			descanso		

En la zona baja, menor a 1200 m.s.n.m. el ciclo fisiológico se da de la siguiente manera

Tabla 2. Ciclo fisiológico del café en zona baja

Etapa	Ago.	Set.	Oct.	Nov.	Dic.	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.
Etapa	Floración		Llenado de grano			cosecha			descanso			

Fuente: DESCO - Programa Selva Central, 2012.

3.7. Origen y diseminación de la broca del café

Una explicación sobre el origen y diseminación de *H. Hampei* mediante técnicas de biología molecular, encontraron que el insecto tiene un origen etíope y que una población procedente del Oeste de África invadió a Asia y América. Tres líneas genéticas distintas entraron a América, ya sea a través de la introducción independiente de varias líneas o por la introducción única de líneas múltiples. Al menos, dos líneas fueron inicialmente introducidas a Brasil y de allí se dispersaron

por toda América, mientras que la tercera línea fue descubierta solo en Perú y Colombia (Benavides *et al.*, 2005).

3.7.1. Aspectos biológicos de la broca

3.7.1.1. Taxonomía

Se clasifica de la siguiente manera (Doria, 2006)

- ✓ **Reino:** Animalia
- ✓ **Phyllum:** Arthropoda
- ✓ **Clase:** Insecta
- ✓ **Subclase:** Pterigota
- ✓ **Orden:** Coleóptera
- ✓ **Familia:** Curculionidae
- ✓ **Subfamilia:** Scolytinae
- ✓ **Género:** *Hypothenemus*
- ✓ **Especie:** *hampei*

3.7.1.2. Aspectos ecológicos de la broca

La humedad afecta la mortalidad y el potencial reproductivo de la broca, a baja humedad ocurre alta mortalidad y la máxima fecundidad se encuentra a 90 % y 93.5 % de humedad relativa. La emergencia de la broca de frutos infestados se incrementa entre 90% - 100 % de humedad relativa (Pardey y Villalba, 2004). El incremento de la humedad relativa en el interior de los frutos provocada por las fuertes precipitaciones, estimula la emergencia de brocas del interior de los frutos (Baker *et al.*, 1991).

Aunque la broca permanece protegida dentro del fruto, su población se ve influenciada por el comportamiento de las lluvias. Las precipitaciones determinan la cantidad de frutos disponibles para la broca a lo largo del año. Esta condición incide sobre el desarrollo de las poblaciones de este insecto (Ticheler, 1961).

La emergencia de la broca en los frutos es muy baja a temperaturas inferiores a 20 °C, mientras que se incrementa considerablemente entre 20-25 °C. Cabe destacar que el rango óptimo para el desarrollo de la broca se encuentra entre los 800 y 1000 m.s.n.m. (Sibaja *et al.*, 1998).

Un aspecto importante que está relacionado a la broca es la sombra en las plantaciones de café. La acción de los árboles de sombra es compleja, porque incide directamente sobre el microclima del cafetal; por un lado interrumpe la entrada de rayos solares, reduce la temperatura ambiental y aumenta la humedad relativa (Ticheler, 1961). Así mismo el mismo autor menciona que en las plantaciones de café con sombra densa, las poblaciones de *H. hampei* son mayores en comparación con áreas de café a pleno sol.

3.7.1.3. Descripción morfológica

El adulto es un escarabajo en apariencia algo brillante y color marrón oscuro a negro (Corbett, 1933).

El color negro a la madurez fisiológica. “Las antenas y patas son marrones, las hembras, miden 1.58 mm de longitud y 0.77 mm de ancho el macho 0.99 mm de largo y 0.53 mm de ancho. Estas dimensiones están dentro del rango mínimo y máximo establecido por (Ticheler, 1961). El cuerpo es cilíndrico y cubierto por zetas (Fernández y Cordero, 2007).

La cabeza es redondeada y oculta desde arriba por el pronoto. Las antenas miden 0.53 mm, pronoto prominente, los márgenes de los élitros son paralelos, las tibias son dentadas el primer par de patas tiene seis dientes, el segundo par cinco y cuatro el tercero, abdomen con cuatro segmentos visibles en la parte ventral de los cuales el primero es igual en longitud al segundo y tercero” (Corbett, 1933).

“Los huevos son de color blanco lechoso, algo brillantes, alargados, elípticos, redondeados en ambos extremos, ligeramente constreñidos en el centro con 0.59 mm de longitud y 0.28 mm de ancho” (Corbett, 1933).

“La larva al emerger del huevo es de 0.84 mm de longitud y 0.25 mm de ancho por la vista frontal y se reduce en su parte posterior. Es de color blanco, translúcida, con la cabeza marrón pálido, mandíbulas de color marrón y ápodas. Su cuerpo está cubierto por pelos finos. La larva adulta es marcadamente curvada, tiene los pelos más cortos que las larvas jóvenes y mide 2.10 mm de longitud y 0.80 mm de ancho” (Corbett, 1933).

La pupa es blanca, mide alrededor de 1.9 mm de longitud y 0.74 mm de ancho. Su cabeza está completamente oculta bajo el pronoto. El segmento anal tiene dos proyecciones discretas, blanquecinas, transparentes. El ala cubre ampliamente la parte ventral a 0.40 mm de la terminación del abdomen (Corbett ,1933).

3.7.1.4.Ciclo de vida

El ciclo de vida de la broca ocurre en el interior de las cerezas de café. Las hembras adultas emergen de las cerezas infestadas y perforan nuevos granos. La oviposición ocurre durante un periodo de 20 días tiempo durante el cual deposita 2 a 3 huevos diariamente dentro de las almendras (Ticheler, 1961).

En las zonas agroecológicas con temperaturas altas, el ciclo de vida es más corto, esto significa que se pueden presentar un mayor número de generaciones del insecto y por consiguiente, mayores daños a la cosecha (Guharay *et al.*, 2000).

Las mejores condiciones para el desarrollo de *H. hampei* corresponden a temperaturas que oscilan entre los 23°C y 25°C (Dufour *et al.*, 1999).

3.7.1.5. Daños

El daño que ocasiona la broca al fruto de café consiste en perforaciones a los frutos y caída de estos cuando atacan frutos jóvenes. El daño es ocasionado por larvas y adultos, principalmente las hembras donde

perforan los frutos y hacen galerías para depositar sus huevos; éstas tienen la capacidad de volar. La broca es una plaga directa daña el producto que se desea cosechar su ataque reduce el rendimiento y disminuye la calidad del grano (ECOSUR, 2006).

Los daños más comunes son: pudrición de granos en formación por microorganismos saprófitos que entran por la perforación; caída de frutos jóvenes; disminución de peso del grano; contaminación potencial del grano con Ocratoxina A producida por hongos (*Aspergillus ochraceus*) que pueden vivir en las galerías. Cien por ciento de frutos perforados al momento de la cosecha representan pérdidas de 30 a 35%; si la cosecha se efectúa tardíamente, éstas pueden ser mayores. Todas las variedades y especies comerciales de café son atacadas (ECOSUR, 2006).

3.7.2. Comunicación aleloquímica

Uno de los componentes más importantes en el sistema de comunicación química de los insectos son los aleloquímicos, sustancias químicas que intervienen en la relación interespecífica de los insectos. Dependiendo de su función se dividen en alomonas, kairomonas, sinimonas y apneumonas. Las kairomonas son moléculas orgánicas que sirven para la comunicación interespecífica, y son favorables al receptor pero no al emisor; se utilizan en el trampeo de *H hampei* (Villalobos & Blanco-Metzler, 2006).

H. hampei primero es atraída por metabolitos secundarios que produce el fruto en su proceso de crecimiento y desarrollo, las que llegan después, son atraídas por los mismos factores, pero también por los volátiles liberados por la primera *H. hampei*. He aquí una relación ecológica importante que condiciona el hábito de agregamiento del insecto. Es evidente que en los desechos fecales se producen sustancias que atraen a otras hembras, por esto, tienden a concentrarse en ciertas ramas y arbustos de café (Pardey, 2006).

3.8. Forma de ataque y especies de cafeto que ataca

Estudios realizados sobre resistencia y susceptibilidad de las variedades de café respecto a la broca indican que uno de los factores que determinan la atracción es la forma del disco y el tamaño de éste, ya que en él, el insecto encuentra una superficie rugosa que le brinda un punto de apoyo, cosa que no ocurre en el resto de la cereza que es lisa, salvo en el caso de las cerezas caídas a tierra en que la hembra encuentra otros puntos que le sirven como soporte (Ticheler, 1961).

El alto contenido de mucílago en las cerezas maduras, no agrada al insecto. Se realizó pruebas de selección óptica y se encontró que los insectos prefieren el color negro y luego en orden de preferencia se dirigen a los colores: rojo, amarillo y verde. En pruebas de selección olfativa, el olfato desempeña un papel subordinado a la vista si se tiene en cuenta que las hembras se movilizan siempre en pleno día, preferentemente entre las 13 y 17 horas (Ticheler, 1961)

3.9. Penetración y posiciones de la broca del café dentro del fruto

El tiempo que demora una hembra en penetrar un fruto, varía de acuerdo al estado de desarrollo del fruto de la siguiente manera: frutos verdes 5 horas 36 minutos, frutos pintones 5 horas 54 minutos, frutos maduros 4 horas 50 minutos y frutos secos 11 horas 21 minutos. (Bustillo *et al.*, 2002).

La infestación se determina de acuerdo a la posición de la broca dentro del fruto siendo la posición A, una broca en busca de fruto o iniciando su perforación; la posición B, cuando la broca está en el canal de penetración; la posición C, donde la broca está perforando la almendra y la posición D, cuando la broca se establece dentro de la semilla e inicia la reproducción (Bustillo *et al.*, 2002)

3.10. Influencia de la sombra

Los árboles de sombra afectan el microclima del cafetal, la sombra reduce la cantidad de radiación solar que llega al café en porcentajes que varían desde un 20- 80% (Goldberg y Kigel, 1986). La sombra afecta al crecimiento de los cafetos en zonas de mayor calor, niveles de sombra de 40- 60 % permiten mantener la superficie de la

hoja por debajo o cerca de 25 °C de temperatura lo cual es beneficioso para la fisiología de esta especie (Muschler, 1998).

La respuesta de la broca a la sombra es variable y no hay una tendencia clara sobre el efecto de la radiación o la humedad (Guharay, Monterrey, Monterroso y Staver, 2000). La sombra y un mayor nivel de humedad favorecen a *Beauveria bassiana*, porque protege al hongo de los rayos ultravioleta, especialmente en la mañana y en la tarde. Sin embargo para que esporule sobre los cadáveres de la broca el hongo necesita de cierta exposición a la luz; En cafetales con exceso de sombra es posible que haya menos esporulación evitando la dispersión de las conidias y epizootias subsecuentes (Guharay, Monterroso y Staver, 2001). La acción de *beauveria bassiana* sucederá en un ambiente de sombra manejada y no tanto a pleno sol ni sombra excesiva. Los parasitoides de la broca son afectados por sombra excesiva, la sombra regulada puede afectar la broca y favorecer el hongo *B. bassiana* también será un buen ambiente para los parasitoides (Guharay y Monterrey, 1997).

La incidencia de plagas y enfermedades bajo los sistemas sombreados depende mucho del manejo que se haga de todo el sistema. En este sentido un cafetal diversificado o con sombra simple manejado de manera intensiva (podas de sombra, fertilización, manejo de plagas y enfermedades, podas de los cafetos), es decir, manejado con la misma intensidad que un sistema a pleno sol, puede inclusive presentar menos incidencia y severidad de plagas y enfermedades, en comparación con un sistema a pleno sol (Cerdea *et al.*, 2015).

IV. MATERIALES Y MÉTODOS

4.1. Lugar de ejecución

El presente trabajo de investigación se realizó durante los meses de Junio a septiembre del 2017, En cuatro fincas con plantaciones de café variedad Catimor y Caturra amarillo, cuyos productores son socios pertenecientes a la asociación cafetalera “La Primavera” localizándose en el Caserío el Líbano, Distrito de Omia, provincia Rodríguez de Mendoza, Región Amazonas.

El área experimental se encuentra ubicada a una altitud de 1200 m.s.n.m. a 1350 m.s.n.mm. Desde la etapa de maduración del café hasta la finalización de cosecha.

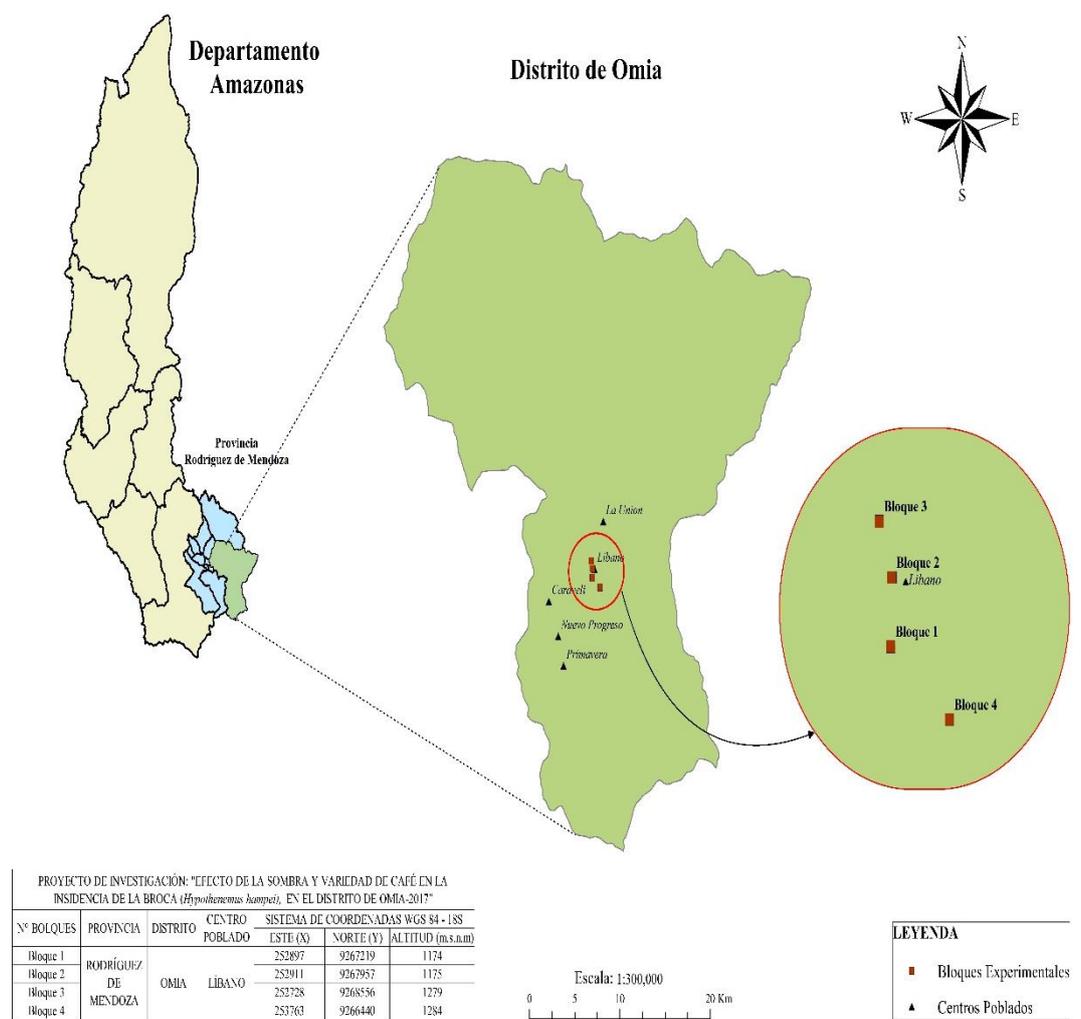


Figura 3. Ubicación geográfica del área de estudio Región Amazonas, Provincia Rodríguez de Mendoza, Distrito Omia y caserío el Líbano.

4.2. Fase de campo

4.2.1. Características de área experimental

En las fincas seleccionadas que representan un bloque o repetición de variedades de café catimor y caturra amarillo representan una densidad de 3.333 plantas/ha (2m entre surco y 1.50 entre planta), bajo sombrío con sistemas de producción orgánica. Es importante subrayar deficiencias del manejo como: falta de renovación de plantas, bajo nivel de fertilización, ineficiente labores de poda en el cafetal y sombra, deshieras inoportunas y deficiencias en el control de plagas y enfermedades.

4.2.2. Preparación de las parcelas experimentales

Se realizó el reconocimiento del terreno, seguidamente estimación del nivel de sombra en las variedades de café catimor y caturra amarillo, luego limpieza de malezas, delimitación, colocación de letreros y trazado con cinta rafia de los cuatro bloques y 24 parcelas experimentales de acuerdo al diseño en bloques completamente al azar (DBCA), establecido en el trabajo de investigación.

4.2.3. Tamaño del área experimental

El área total del ensayo estuvo conformado por una superficie de 3520m² con 864 plantas, cada bloque estuvo constituido con un área de 880 m² asimismo cada tratamiento separado de 10m entre ellos. Cada parcela experimental contó con 36 plantas.

La distribución de bloques se muestra en el croquis de distribución de parcelas respectivamente.

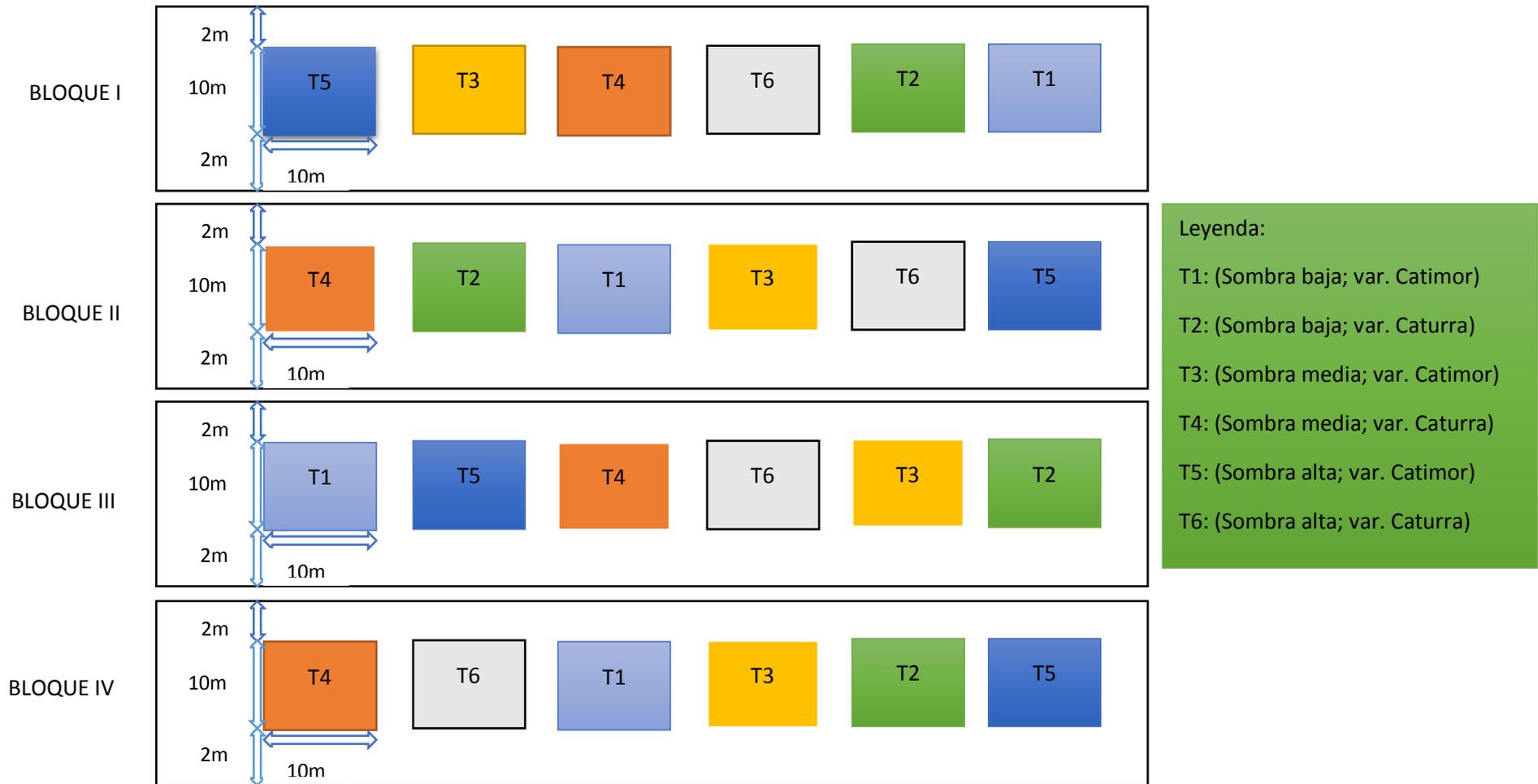


Figura 4. Croquis de distribución de parcelas experimentales

Figura 5. Características del campo experimental

Cultivo de café variedad Catimor y Caturra amarillo	
Diseño experimental	DBCA
Bloques	4
Tratamientos	6
Repeticiones	4
Distancia entre plantas	1.50 m
Distancia entre surcos	2 m
Área de cada unidad experimental	100 m ²
Distanciamiento entre tratamientos	10 m
N° de plantas/unidad experimental	36
Largo de la parcela	10 m
Ancho de la parcela	10 m
Área total de cada bloque	850 m ²
Número de unidades experimentales	24
Número total de plantas del ensayo	864
Número de plantas evaluados por unidad experimental	11
Número total de plantas evaluados en el ensayo	264
	Baja 0 - 20%
Sombra	Media 20 - 40%
	Alta > 40%

4.2.4. Tamaño de la muestra

Para tal caso se utilizó la fórmula para determinar el tamaño muestral con un 95% de confiabilidad. (Fernández, 2001).

$$n = \frac{N * Z^2 * P * Q}{D^2 * (N - 1) + Z^2 * P * Q}$$

Dónde:

- **n** = 864 tamaño de muestra
- **Z0.05** = 1.96, valor puntual con un nivel de confianza del 95%
- **N = 0.5**, nivel de precisión para estimar la muestra
- **p = 0.5**, proporción de éxito con la característica de interés
- **q = 0.5**, proporción de fracaso sin la característica de interés
- **D**= Precisión (error de muestreo).

Después de determinar la muestra de 266 plantas de café de la población total, este dato obtenido se divide entre los números de unidades experimentales 24 para determinar el número de plantas que tocará evaluar por unidad experimental, resultando 11 plantas.

Para fines de investigación de acuerdo con (Rémond, 1996) citado por (Dufour, 2005), el número mínimo de plantas por muestrear depende del número de plantas de la parcela.

4.3. Materiales

Material biológico

- Plantas de café (*coffea arábica*) variedad Catimor.
- Plantas de café (*coffea arábica*) variedad Caturra amarillo.

Materiales de campo

- Cuaderno de registros
- Bolígrafo
- Cinta métrica
- Bolsas plásticas
- Cinta adhesiva

- Cinta rafia
- Machete
- Cordel
- Plancha de tripley
- Cámara fotográfica digital

Materiales de oficina

- Lap top
- Calculadora científica
- Papel bond A-4
- Material bibliográfico

Equipos de campo

- Luxómetro
- GPS
- Termohigrómetro

4.4. Métodos

4.4.1. Medición del porcentaje de sombra

Para la estimación cuan cerrada (ocluida) en una copa del árbol se utilizó el método de la oclusión (Somarriba, 2002) lo cual se detalla de la siguiente manera:

1. Se delinea el perímetro de la copa, caminando varias veces por la periferia, hasta visualizar la figura de la copa (proyección plana de copa sobre el suelo), una vez que se delinea el perímetro, se puede medir los ejes para estimar el diámetro promedio de la copa.
2. Ubicarse en la base del árbol y luego observar la copa en todas direcciones, buscando seleccionar un eje de corte que divida en dos mitades iguales lado (A y B) si la copa puede partirse en mitades iguales tomando diferentes ejes de corte, las mitades se dividen en cuartos (Q_1 y Q_4).
 - Se observa bien las masas del follaje y los orificios abiertos en cada mitad de la copa, habiendo cuantificado el espacio bloqueado y abierto en cada mitad de la copa, así mismo se mueve

Medición del porcentaje de sombra que recibe el cultivo de café

Para la medición de sombra se utilizó el método de “oclusión” propuesto por (Somarriba, 2002) donde propone lo siguiente: Se debe tomar cuatro medidas básicas:

- ✓ Área total de la plantación o parcela de muestreo (**at**).
- ✓ El número total de árboles (**n**) en (**at**)
- ✓ El diámetro de copa promedio (**d**) o los diámetros de copa de cada árbol (**di**); y
- ✓ La oclusión promedio de copas (**o**) ó la oclusión promedio de cada árbol (**oi**)

El logaritmo de cálculo es la siguiente manera:

- ✓ Con el diámetro de copa (**d** o **di**) calculamos el área de proyección vertical de la copa (**a** o **ai**) suponiendo una forma circular

$$a = d^2 (\pi/4)$$

Donde:

a: área de proyección vertical de la copa

d: diámetro de copa promedio

π : 3.14

- ✓ Luego ajustamos el área de proyección de copa con el factor de oclusión de la copa (**o** u **oi**) para estimar el área “tapada” por árbol

$$a * o$$

Donde:

a: área de proyección de la copa

o: oclusión promedio de copa

- ✓ Luego estimamos la superficie tapada en toda la plantación o parcela de muestreo (**b**) expandiendo el área por árbol a toda la población arbórea.

$$b = n * a * o$$

Donde:

b: superficie tapada en la plantación.

n: número total de árboles en la parcela de muestreo.

a: área de proyección vertical de la copa.

o: oclusión promedio de las copa.

- ✓ Dividimos el área tapada “**b**” entre el área total de la plantación o parcela “**at**” y lo expresamos en porcentaje

$$100 * b / at$$

Donde:

b: superficie tapada en la plantación

at: área total de la plantación

Si la copa es perfectamente circular, un solo eje de medición bastará para estimar **d** y reducir a cero el error. Sin embargo entre más irregular de copas, mayor número de ejes hay que medir. Con once ejes de medición reducen el error al 2 % en la copa irregular (Somarriba, 2002).

Para medir el diámetro de copa de 6-12 ejes, igualmente espaciados (60° o 30° de distanciamiento angular entre ejes, respectivamente), para estimar “**d**”.

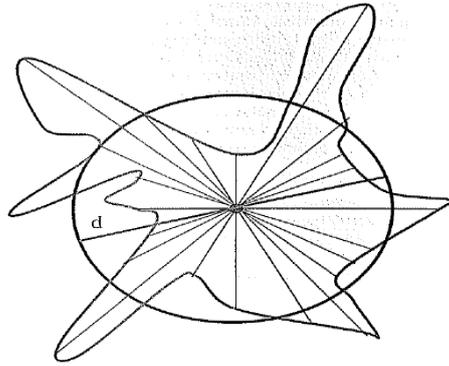


Figura 7. Estimación del área de copa usando un número variable de ejes de medición para estimar un diámetro promedio de ejes.

4.4.2. Evaluación del porcentaje de sombra en el sitio experimental

Para estimación del porcentaje de sombra en cada tratamiento experimental se utilizó el método de la oclusión descrita por (Somarriba, 2002).

Así mismo las especies que predominan en cada tratamiento es la fabácea, guaba (*Inga sp.*), palta (*Persea americana*) y eucalipto torrellana (*Corymbia torrellana*).

a) Sombra baja

Para la estimación del nivel de sombra baja en los cuatro bloques se consiguió parcelas a pleno sol en las variedades de café catimor y caturra por lo tanto no se aplicó el método de Somarriba porque no existió ningún árbol

Sombra media

Para determinar el nivel de sombra en este tratamiento se cuantificó el número total de plantas, área de la parcela, diámetro de copa promedio, oclusión promedio de copas, así mismo el número de árboles varían de acuerdo a los bloques y nivel de sombra.

b) Sombra alta

Para estimación de sombra de este nivel, se registró características similares al nivel de sombra media, donde varían de acuerdo a los bloques y nivel de sombra a continuación se muestran características de población arbórea en cada nivel de sombra y bloques.

Tabla 3. Número de árboles en cada bloque y nivel de sombra

	Sombra baja	Sombra media	Sombra alta
Bloque I	0	3	6
Bloque II	0	4	5
Bloque III	0	2	5
Bloque IV	0	3	6

Tabla 4. Estimación del porcentaje de sombra en cada nivel de sombra, en el bloque I y II

Bloque	símbolo	BLOQUE I			BLOQUE II		
		SB	SM	SA	SB	SM	SA
Características							
Área total de parcela	at(m ²)	400	400	400	400	400	400
N° total de arboles	n	0	3	6	0	4	5
Diámetro de copa promedio	d	0	9.2	10.7	0	10.05	10.7
Oclusión promedio de copas		0	38.9	40.3	0	35.4	37.0
Porcentaje de oclusión promedio	o	0	0.389	0.403	0	0.354	0.370
Área de proyección vertical de copa	$a=d^2(\pi/4)$	0	66.74	89.57	0	101.09	89.6
Área tapada por árbol	$a*o$	0	25.95	36.08	0	35.80	33.2
Superficie tapada en la parcela	$b=n*a*o$		78	216	0	143	165.8
Porcentaje de sombra en la parcela	$100*b/at$	0	19.465	54.11	0	35.80	41.4

Tabla 5. Estimación del porcentaje de sombra en cada nivel de sombra, en el bloque III y IV

Bloque	Símbolo	BLOQUE III			BLOQUE IV		
		SB	SM	SA	SB	SM	SA
Características							
Área total de parcela	at(m²)	400	400	400	400	400	400
Nº total de arboles	n	0	2	5	0	3	6
Diámetro de copa promedio	d	0	10.5	10.1	0	11.38	10.2
Oclusión promedio de copas		0	50.0	45.0	0	47.2	43.1
Porcentaje de oclusión promedio	o	-	0.50	0.45	0	0.47	0.43
Área de proyección vertical de copa	a=d²(π/4)	0	86.10	79.53	0	101.75	82.2
Área tapada por árbol	a*o	0	43.05	35.79	0	48.05	35.4
Superficie tapada en la parcela	b=n*a*o		86	179	0	144	212.4
Porcentaje de sombra en la parcela	100*b/at	0	21.524	44.74	0	36.04	53.1

SB: sombra baja; **SM:** sombra media; **SA:** sombra alta

4.4.3. Evaluación de la incidencia de la broca

Para evaluar el porcentaje de incidencia se utilizó el método de las 30 ramas (Trujillo *et al.* 2006) donde se ha establecido para una hectárea de café de 5.000 árboles se seleccionan al azar 30 sitios distribuidos en forma aleatoria dentro del lote, posteriormente se seleccionan un árbol y en este se selecciona al azar una rama en la zona productiva, asimismo se cuantifica el número total de frutos verdes por rama y el número de frutos infestados por la broca, posteriormente se determina el porcentaje de infestación utilizando la siguiente formula.

$$\% I = \text{NTFB}/\text{NTF} * 100$$

Donde:

% I = porcentaje de infestación

NTFB = Número total de frutos brocados

NTF = Número total de frutos

4.4.4. Determinación de la fluctuación poblacional

Para determinación de la fluctuación de adultos de broca, se utilizó la técnica de la colecta de frutos para la disección (Sánchez, 2011). Se colectaron todos los frutos brocados de las mismas plantas seleccionadas del muestreo los frutos colectados se llevan al laboratorio para ser disectados con ayuda de un bisturí se cuantifican el número de individuos adultos encontrados en cada fruto.

4.4.5. Medición de la temperatura (°C)

Para evaluar este parámetro se utilizó un termohigrómetro, distribuidos según los niveles de sombra, dicho equipo fue colocado a 1.50 cm del nivel del suelo estableciendo dos puntos de registro en cada parcela experimental en forma de zig-zag. Estas evaluaciones de registro se realizaron mensualmente durante todo el periodo del trabajo de investigación.

4.4.6. Medición de la humedad relativa (HR)

Para evaluar la humedad relativa se utilizó el mismo equipo, momento, y altura del nivel del suelo utilizado en registros de la temperatura, donde fue distribuido en forma de zig-zag en dos puntos de registro según el nivel de sombra, estas evaluaciones se realizaron mensualmente durante todo el periodo del trabajo de investigación.

4.5. Análisis de datos

Se trabajó con un Diseño bifactorial (3AX2B) en Bloques Completamente al Azar (DBCA) con estructura lineal de 6 tratamientos cada uno de estos con cuatro repeticiones. Los resultados obtenidos de evaluación del efecto de sombra y variedad de café en la incidencia de broca fueron evaluados a una prueba de comparaciones múltiples Tukey ($\alpha \leq 5\%$).

- **Modelo aditivo lineal**

El modelo aditivo lineal para un diseño Bloques completo al azar (DBCA) es el siguiente:

$$Y_{ijk} = \mu + R_k + \alpha_i + \beta_j + (\alpha\beta)_{ij} + \varepsilon_{ijk}$$

Para $i = 1, \dots, a$, $j = 1, \dots, b$, $k = 1, \dots, n$

$i = 1, 3$ niveles del factor A

$j = 1, 3$ niveles del factor B

$k = 1, 3$ bloques.

Donde:

Y_{ijk} = Porcentaje de incidencia con i -ésima sombra y j -ésima variedad de café experimentado en el k -ésimo bloque.

μ = Media general.

R_k = Efecto del bloque

α_i = Efecto de la i -sombra.

β_j = Efecto de la j -variedad de café.

$(\alpha\beta)_{ij}$ = Efecto de la interacción de la i -ésima altitud y de la j -ésima edad de plantación.

ε_{ijk} = Error experimental

- ✚ **Nivel de significancia** = 5%.
- ✚ **Nivel de confianza** = 95 %
- ✚ **Prueba de comparaciones múltiples:** Para las comparaciones múltiples se utilizó la prueba estadística de distribución Tukey con 95 % de nivel de confianza
- ✚ **Programa estadístico:** Los datos de los resultados obtenidos fueron procesados y analizados con el software SPSS.

Tabla 6. Cuadro ANOVA

Fuente de Variación	Grados de libertad
Bloques	$r-1= 3$
Tratamientos	$t-1=5$
Factor A	$3-1=2$
Factor B	$2-1=1$
Interacción (A X B)	$(a-1) \times (b-1) =2 \times 1=2$
Error	$(r-1) \times (t-1) =15$
Total	$Abr-1= 23$

V. RESULTADOS

El análisis de varianza múltiple reporta que al menos uno de los tratamientos en promedio es significativamente diferente que los demás respecto cada una de las variables respuesta evaluadas, así mismo existiendo diferencia significativa entre variedad y nivel de sombra.

4.1. Porcentaje de Incidencia de la broca del café

Primera evaluación (mes de mayo)

Según la figura 8 se muestra la comparación de medias donde los factores tratamientos, sombra y variedad influyeron significativamente ($p < 0.05$). Los niveles sombra baja y media no difieren entre sí sin embargo al ser comparados con el nivel de sombra alta se encontró diferencia significativa, donde el mayor promedio de incidencia de broca se obtuvo en la sombra alta con 16.3% y menor porcentaje de incidencia presentó la sombra baja con 7.5%. En los tratamientos podemos distinguir cuatro grupos homogéneos el T5 obtuvo mayor incidencia de broca con 20.4% y el T2 menor incidencia con 4.6%. La variedad catimor mostró mayor incidencia de broca con 15.1% y menor incidencia en la variedad caturra con 7.8%.

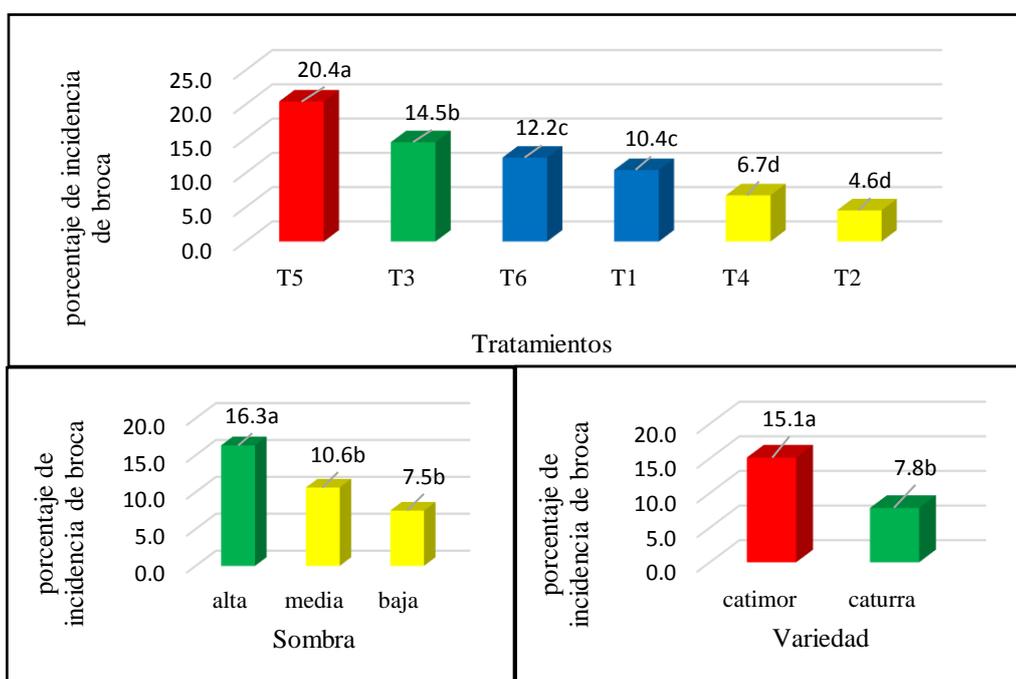


Figura 8. Incidencia de la broca en mes de mayo según tratamientos, sombra, y variedad.

Segunda evaluación (mes junio)

La figura 9 se muestra la comparación de medias donde los factores tratamientos, sombra, variedad influyeron significativamente ($p < 0.05$) en los niveles de sombra los resultados presentan diferencias altamente significativas, donde la sombra media y alta no difieren entre sí; sin embargo al ser comparados con el nivel de sombra alta se encontró diferencia significativa el mayor promedio de incidencia fue alcanzado con el nivel de sombra alta con 24.6% y menor en el nivel de sombra baja con promedio de 16.0%, en los tratamientos podemos observar cuatro grupos homogéneos donde T5 obtuvo mayor incidencia de broca con 33.7% y menor en el T2 con 10.7%; La variedad catimor mostró mayor incidencia de broca con 26.0% y menor incidencia en la variedad caturra con 13.1%.

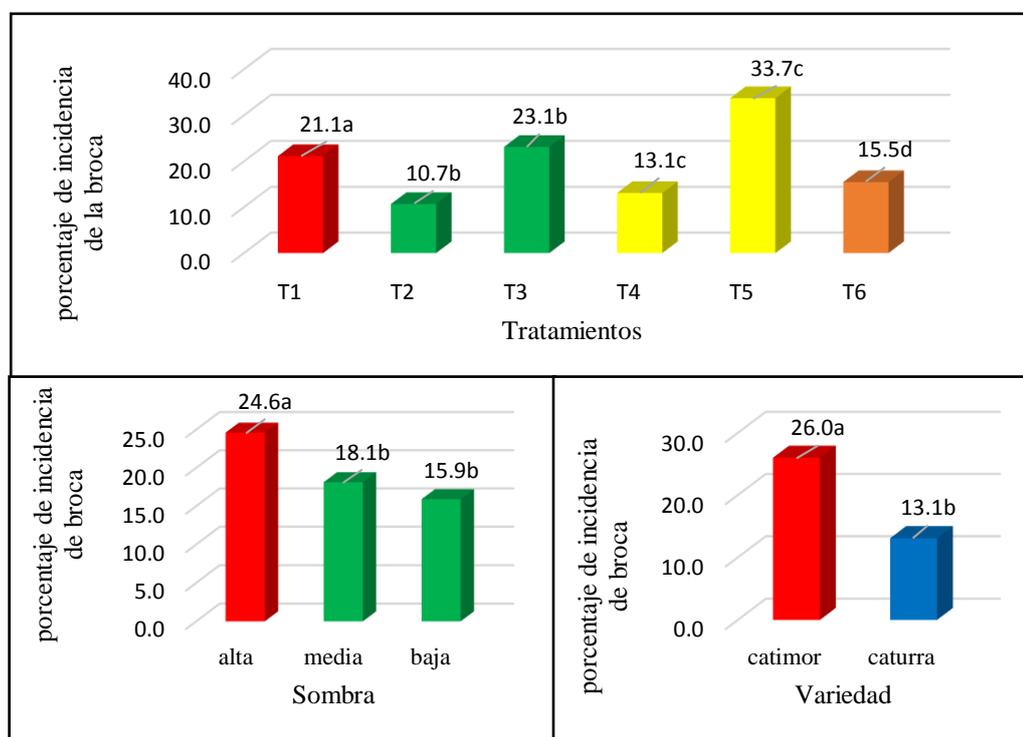


Figura 9. Incidencia de la broca en el mes de junio según tratamientos, sombra y variedad.

Tercera evaluación (mes de julio)

Los valores en la figura 10 nos muestra el nivel de incidencia de broca del café evaluados a los 60 días los bloques, tratamientos, sombra, variedad influyeron

significativamente ($p < 0.05$), según las pruebas múltiples de Tukey con un nivel de confianza de 95% determinó que para los niveles de sombra media y alta no presentan diferencias estadísticas significativas entre sí, sin embargo comparados con la sombra baja muestran diferencias altamente significativas donde la sombra alta alcanzó una mayor incidencia con 18.8%, y la sombra baja una menor incidencia con 11.8%; según los tratamientos observamos tres grupos homogéneos con promedios diferentes entre grupos el T5 mostró mayor incidencia de la broca con 23.9% y menor en el T3 con 7.3%

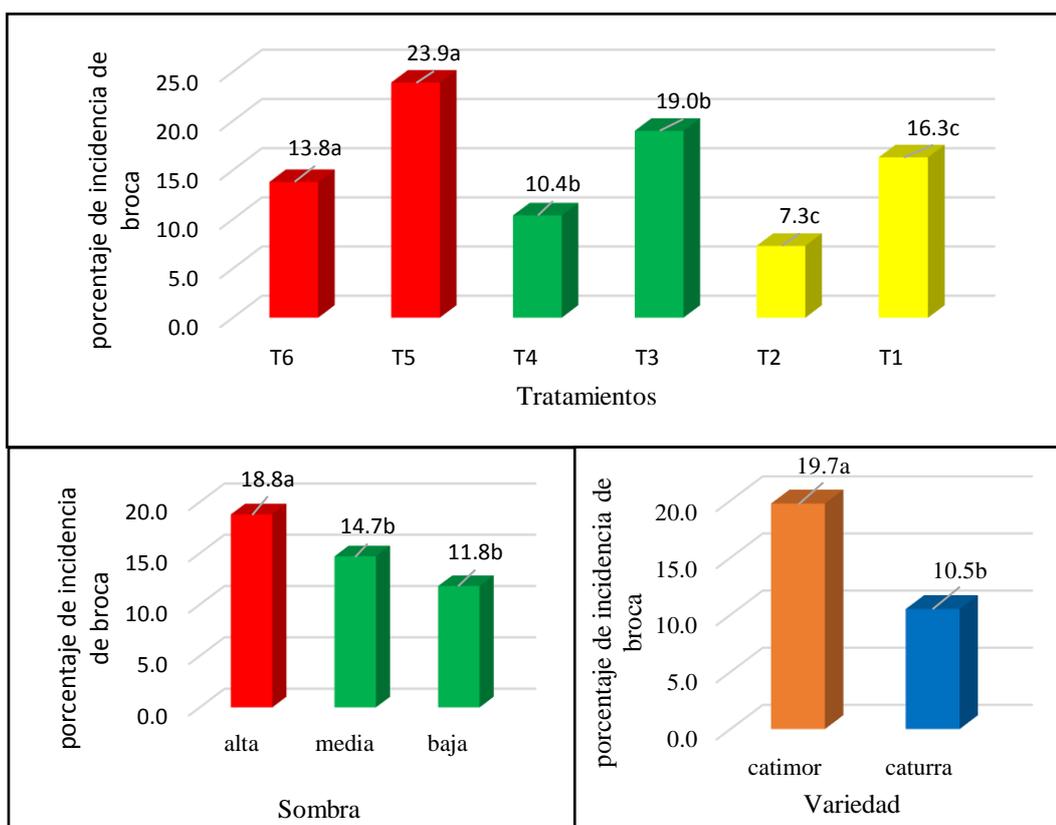


Figura 10. Incidencia de la broca en el mes de julio según tratamientos, sombra y variedad.

Cuarta evaluación (mes de agosto)

Los resultados en la figura 11 nos indica que los factores tratamientos, sombra, variedad influyeron significativamente ($p < 0.05$), así mismo existen diferencia estadística altamente significativa para variedad y sombras donde el nivel de sombra alta alcanzó una mayor incidencia con 18.09% y la menor incidencia el nivel de sombra baja con 10.49%. Así mismo en los tratamientos se observan

que existen tres grupos homogéneos donde el T5 alcanzó una mayor incidencia de la broca con 23.2% y el T2 obtuvo menor incidencia con 6.00%

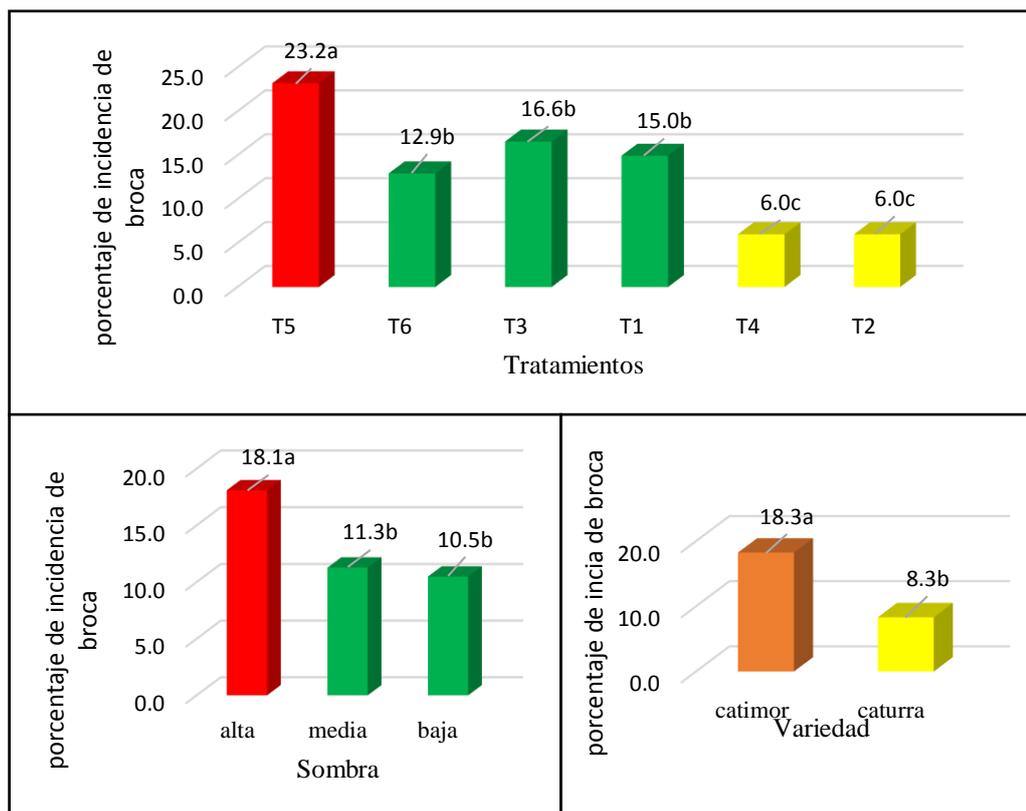


Figura 11. Incidencia de la broca en el mes de agosto según tratamientos, sombra y variedad

Quinta evaluación (mes de setiembre)

En la figura 12, se muestran los promedios obtenidos de incidencia de broca en el mes de setiembre, según la prueba de Tukey al 95% de confianza para los niveles de sombras agrupa a estos resultados en dos grupos, un primer grupo conformado por la sombra alta y un segundo grupo conformado por la sombra media y sombra baja estadísticamente no se difieren entre sí, sin embargo existen diferencias estadísticamente entre grupos, así mismo la mayor incidencia de broca se presentó para el nivel de sombra alta con un promedio de 13.7% y menor promedio de incidencia en el nivel de sombra baja con 6.9%. según tratamientos existen tres grupos homogéneos existiendo promedios diferentes entre grupos donde el T5 obtuvo mayor incidencia con 16.2% y menor promedio obtuvo el con 3.2%

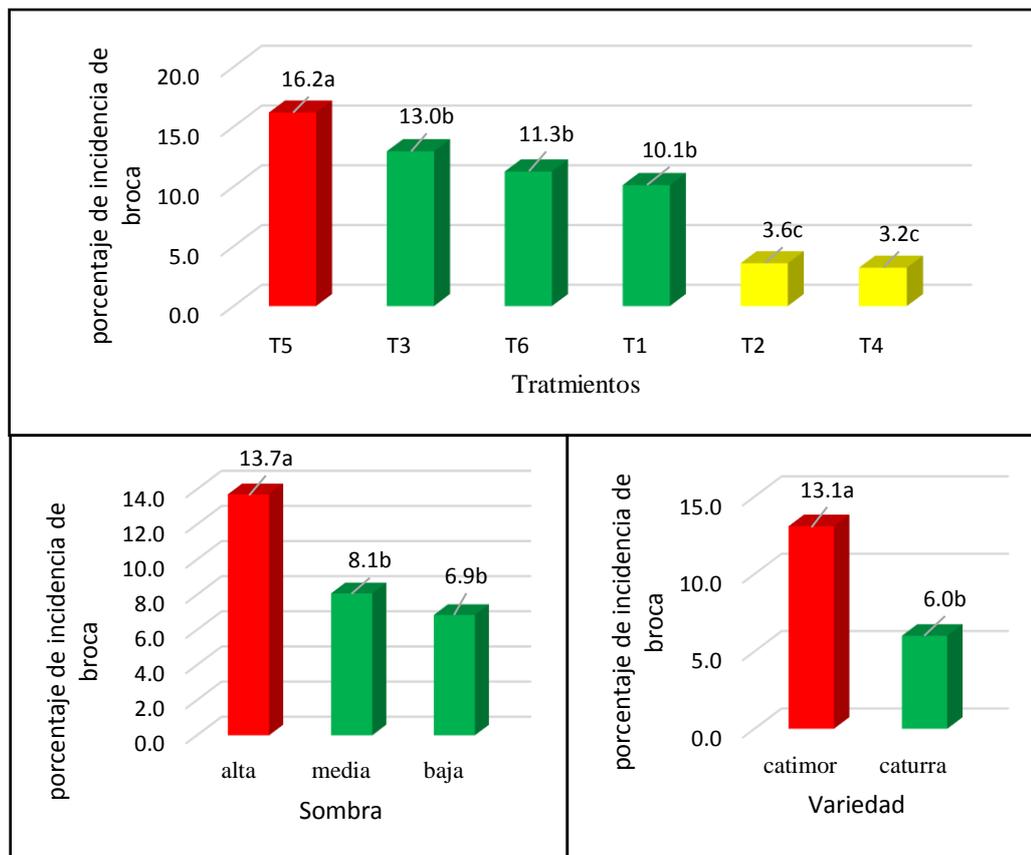


Figura 12. Incidencia de la broca en el mes de setiembre según tratamientos, sombra y variedad

4.2. Análisis de varianza conjunta para mediciones repetidas en el tiempo en la incidencia de la broca del café

Los resultados encontrados y mostrados en la figura 13, según el análisis conjunto de varianza indica que el factor sombra influyó significativamente ($p < 0.05$), mostrando que el nivel de sombra alta alcanzó un mayor porcentaje de incidencia de broca con valor de 18.32%, contrariamente el mejor nivel de sombra que disminuye el porcentaje de incidencia fue el nivel de sombra baja con 10.5%

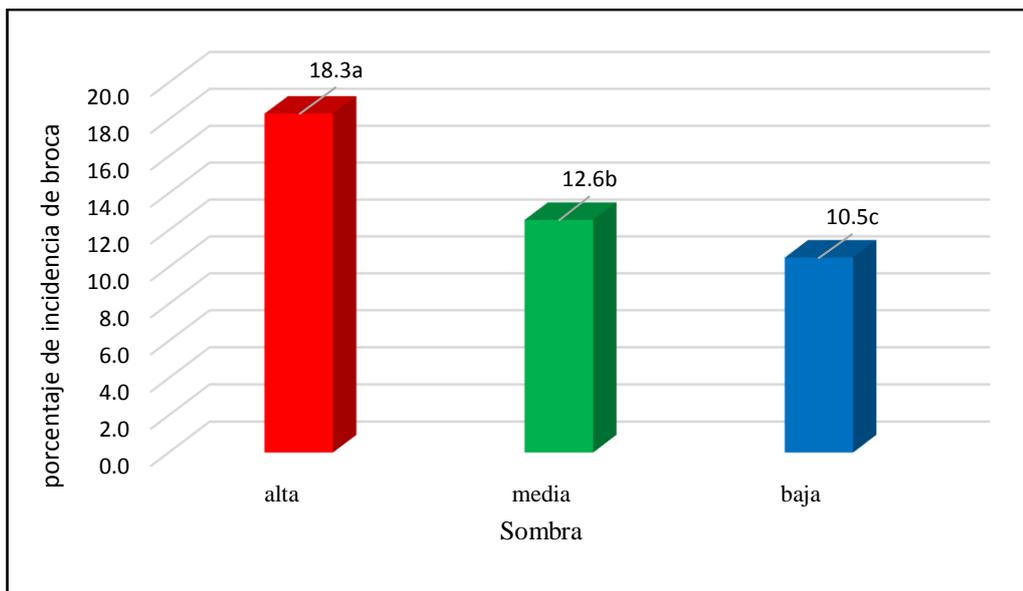


Figura 13. Análisis conjunto para el factor sombra en la incidencia de la broca del café.

Los resultados encontrados y mostrados en la figura 14 según el análisis conjunto de varianza indica que el factor variedad de café influyó significativamente ($p < 0.05$), según las pruebas múltiples de Tukey con 95% de confianza, determinó que en la variedad caturra se obtuvo el porcentaje más bajo de incidencia de la broca con 9.2% en comparación de la variedad catimor con 18.4%

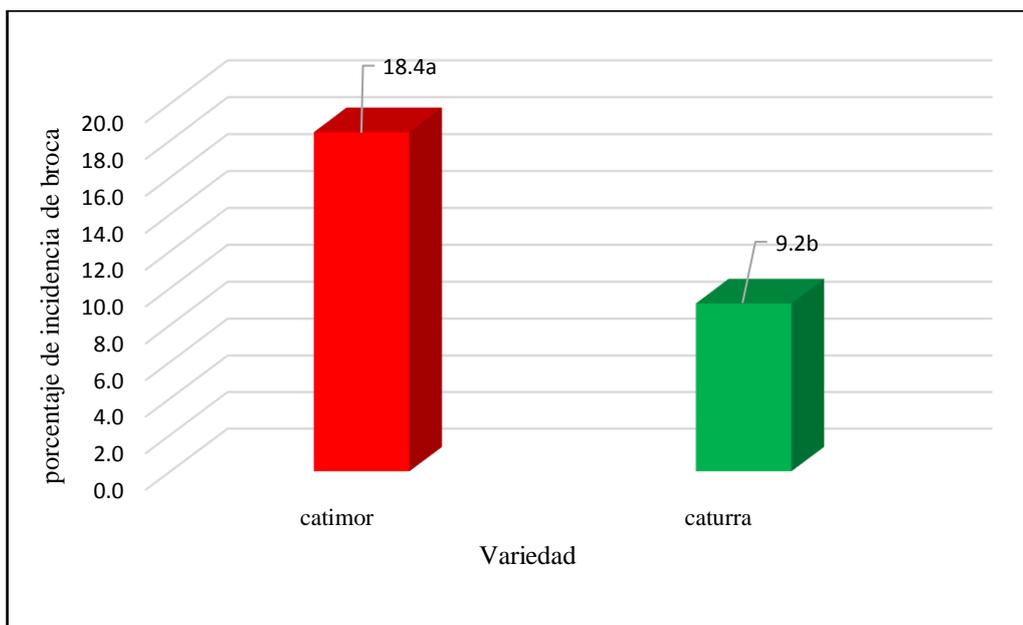


Figura 14. Análisis conjunto para el factor variedad en la incidencia de la broca del café.

En la figura 15 el análisis de varianza conjunto muestra diferencias significativas, según las pruebas múltiples de Tukey con un nivel de confianza de 95% determinó que el T6 obtuvo mayor porcentaje de incidencia de broca con 23.5% y menor incidencia se obtuvo en el T2 con 6.4%

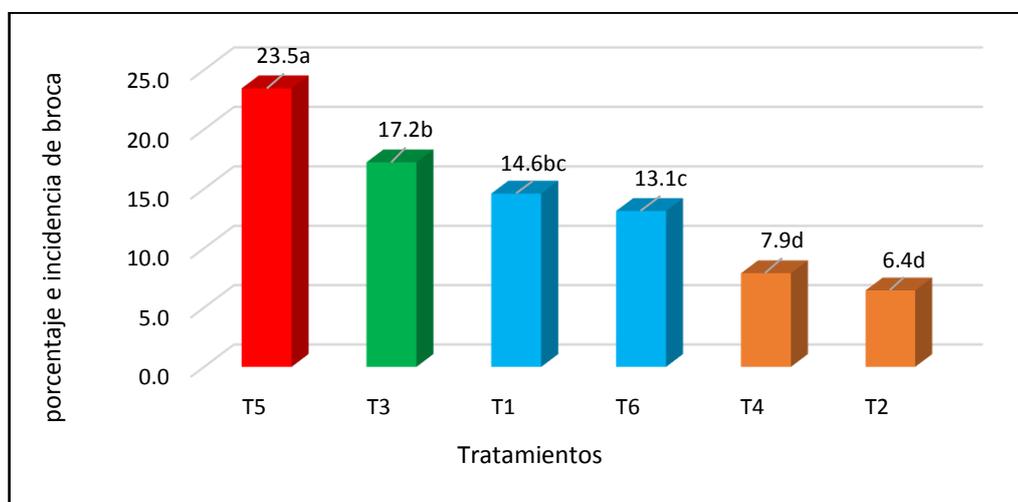


Figura 15. Análisis conjunto según tratamientos

En la figura 16 el análisis de varianza conjunta muestra diferencias significativas, según las pruebas múltiples de Tukey con un nivel de confianza de 95% determinó que en la segunda evaluación se obtuvo un mayor porcentaje de incidencia de la broca del café con un 19.6%, contrariamente en el tiempo 5 se obtuvo un 9.6% de incidencia; demostrando que a medida que transcurre el tiempo disminuye el porcentaje de incidencia de la broca del café.

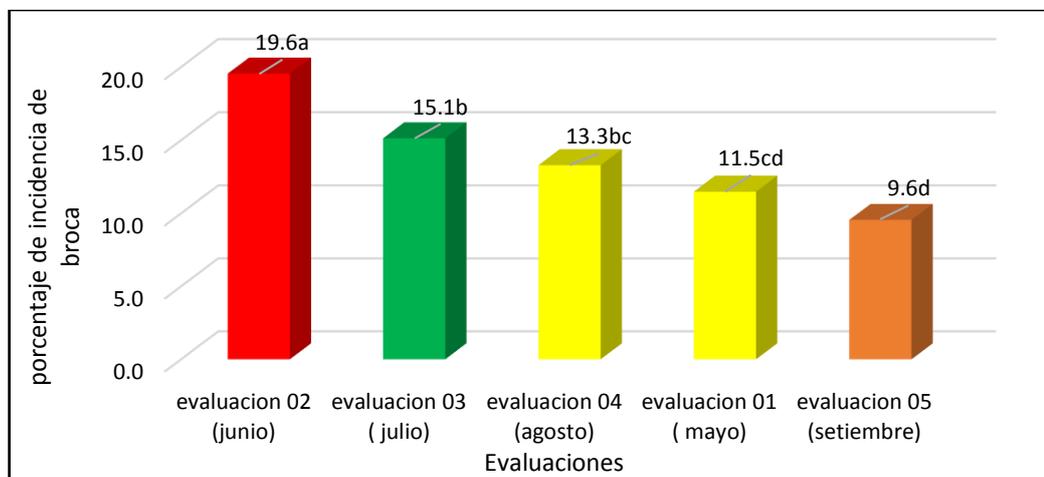


Figura 16. Análisis conjunto según factor tiempo en la incidencia de la broca del café

4.3. Fluctuación poblacional de adultos de broca en diferentes épocas de cosecha

Primera evaluación (mes de mayo)

En la figura 17 muestran que en los factores tratamientos, sombra y variedad existen diferencias significativas en sus promedios ($p < 0.05$); se observa que la variedad catimor presenta mayor promedio de individuos con 10.7 y la variedad caturra con menor promedio de 5 adultos; Así mismo en los tratamientos se observa tres grupos homogéneos donde el T5 presentó mayor promedio con 15 adultos y el T2 mostró menor presencia de adultos con 3.1 en promedio. En el factor sombra alta presentó mayor número de adultos con respecto a la sombra baja con valores 10.8 y 4.6 adultos respectivamente

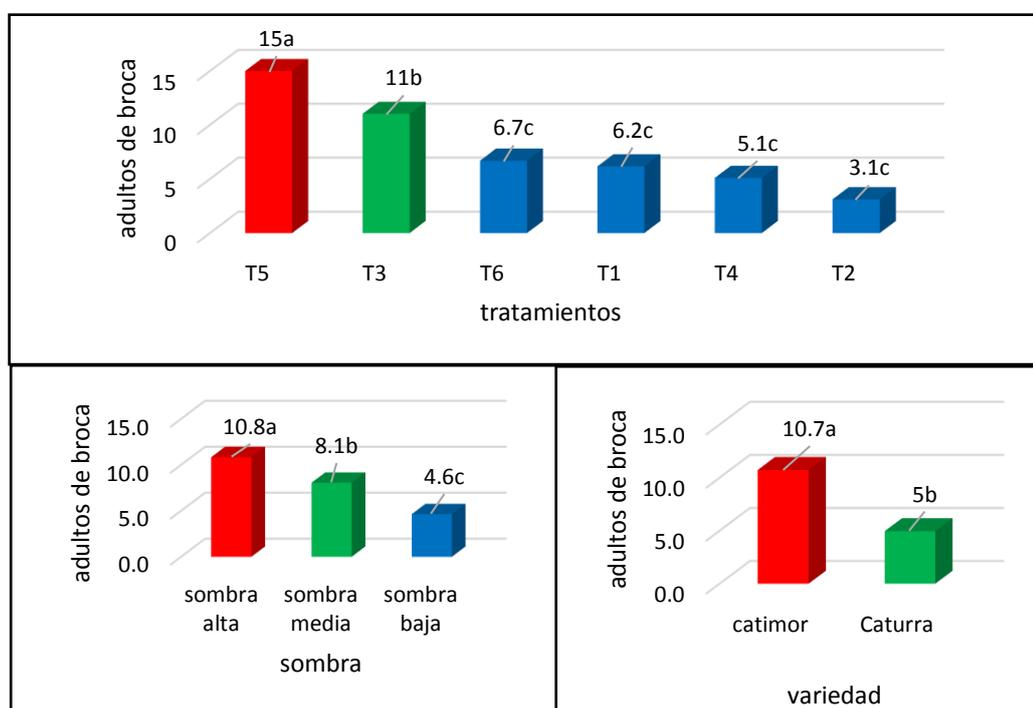


Figura 17. Adultos de broca en el mes de mayo según factores: Tratamientos, sombra y variedad.

Segunda evaluación (mes de junio)

En la figura 18 Se muestra la comparación de medias donde los factores tratamientos, sombra y variedad mostraron diferencias significativas en sus promedios ($p < 0.05$); Se observa que existen diferencias significativa entre variedades el mayor promedio de adultos se obtuvo en la variedad catimor con

9.4 adultos y la variedad caturra presenta el menor promedio con 5.2 adultos; así mismo en los tratamientos se observa tres grupos homogéneos con diferencias significativas entre sí, el T5 obtuvo 11.9 adultos siendo superior numéricamente con respecto a los demás tratamientos, y con menor promedio correspondió al T2 con 3.3 adultos, así mismo en el factor sombra el mayor promedio de adultos presentó la sombra alta con 9.5 y menor adultos en la sombra baja con 5.0 adultos.

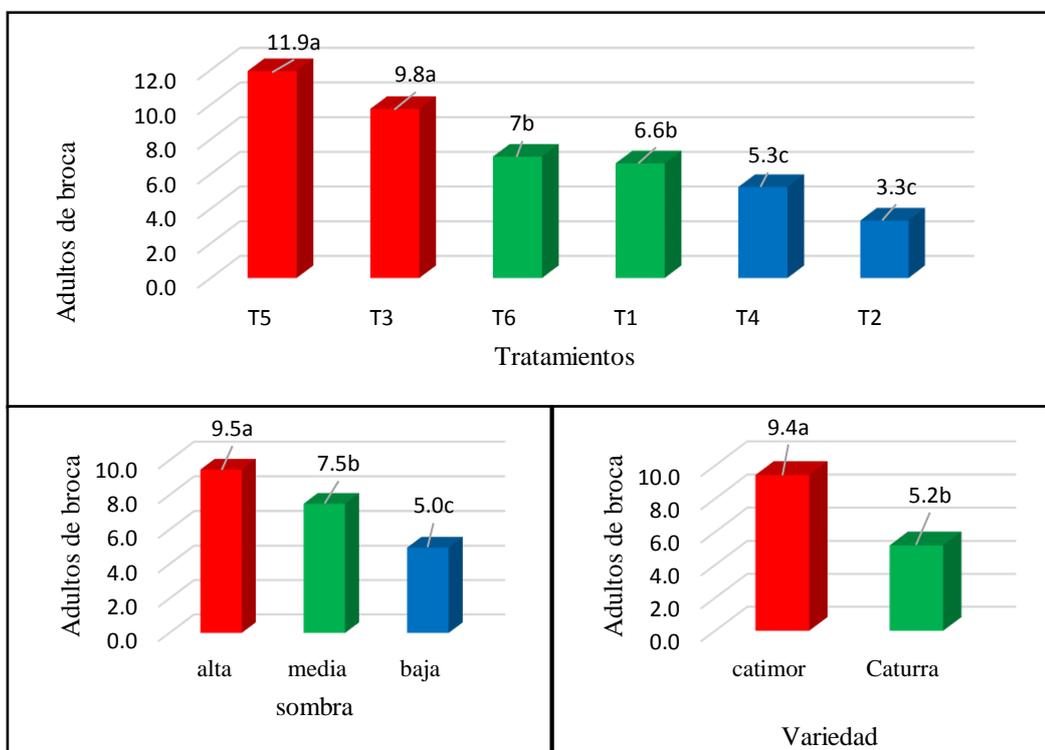


Figura 18. Adultos de broca en el mes de junio según: Tratamientos, sombra y variedad.

Tercera evaluación (mes de julio)

Los valores de la figura 19 se muestra la comparación de medias donde los factores tratamientos, sombra y variedad mostraron diferencias significativas en sus promedios ($p > 0.05$); se observa que el T1 obtuvo mayor promedio de adultos de broca con 11.5 y con menor número de adultos fue el T4 con 3.3; Así mismo se encontró diferencias significativas en el factor variedad donde la variedad catimor obtuvo mayor promedio con 9.9 adultos y la variedad caturra alcanzó un menor promedio con 5.8 adultos. En el factor sombra se pudo observar que la

sombra alta presentó mayor adultos de broca con 9.3 y menor en la sombra baja con 6.3 adultos.

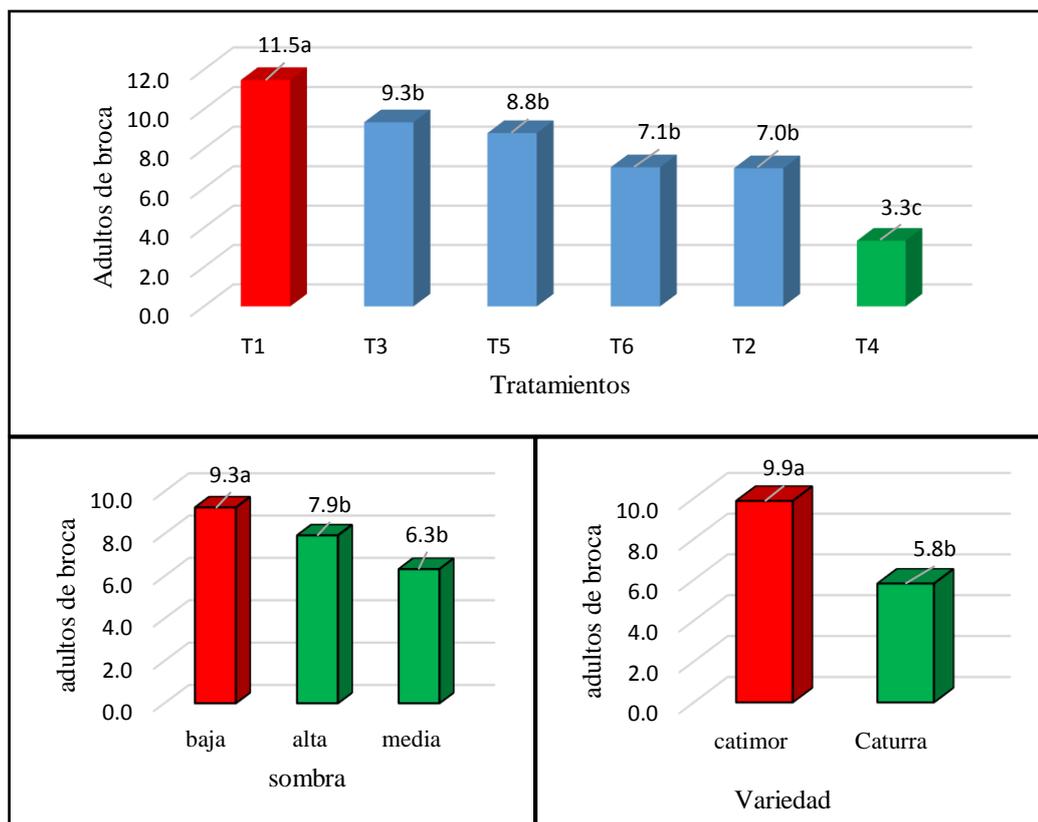


Figura 19. Adultos de broca en el mes de julio según: Tratamientos, sombra y variedad.

Cuarta evaluación (mes de agosto)

Según los valores mostrados en la figura 20 se muestra la comparación de medias donde los factores tratamientos, sombra y variedad mostraron diferencias significativas en sus promedios ($p > 0.05$); La variedad catimor mostró el promedio mayor con 7.9 adultos y en menor la variedad caturra con 3.0 adultos. Así mismo para el factor tratamientos se observa cuatro grupos homogéneos existiendo promedios diferentes entre grupos donde el T5 obtuvo mayor promedio de adultos de broca con 9.0 adultos y con menor número de adultos presentó el T4 con 1.7 adultos en promedio. La sombra alta muestra mayor adulto respecto a la sombra baja con valores de 6.9 y 3.9 respectivamente.

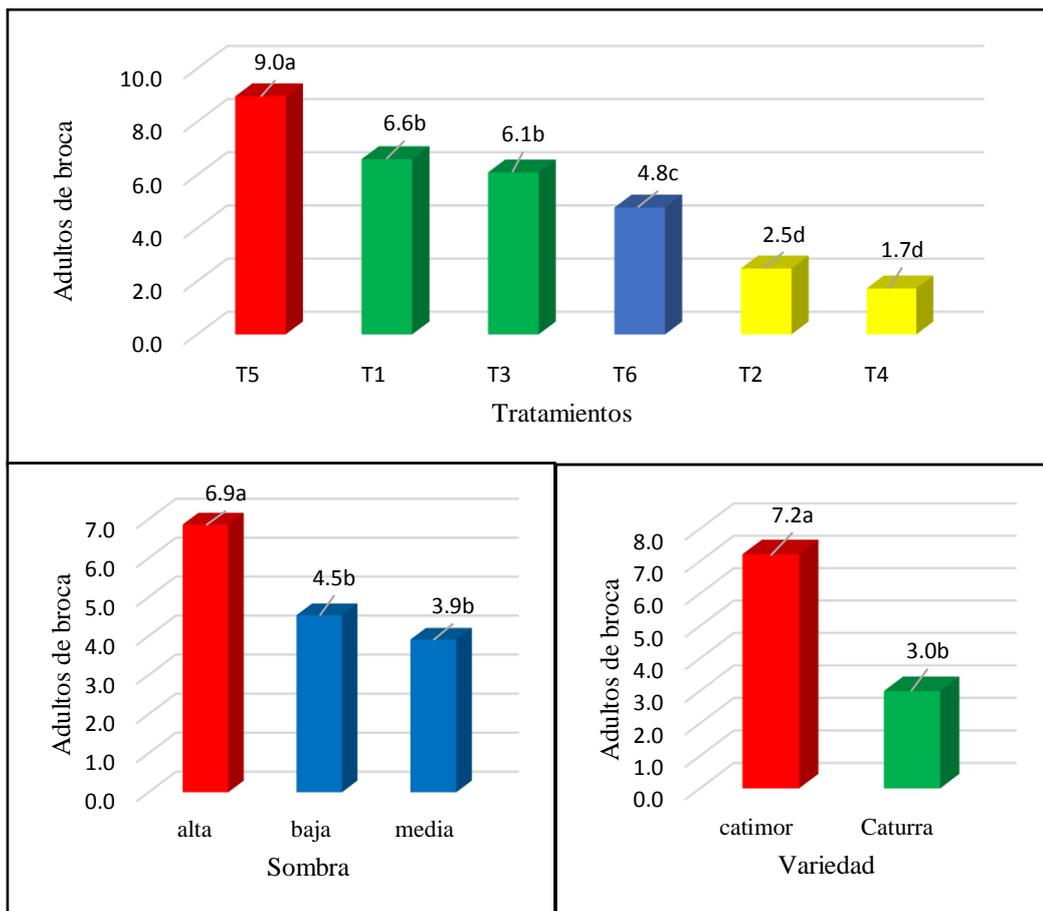


Figura 20. Adultos de broca en el mes de agosto según: Tratamientos, sombra y variedad.

Quinta evaluación (mes de setiembre)

En la figura 21 se muestra la comparación de medias donde los factores: Tratamientos, sombra y variedad mostraron diferencias significativas en sus promedios ($p > 0.05$); Se observan tres grupos homogéneos en los tratamientos, donde el T5 obtuvo el promedio mayor con 5.8 adultos con respecto los demás tratamientos y el T2 mostró menor valor con 1.7 adultos en promedio, así mismo existe diferencia significativa en el factor variedad, donde la variedad catimor presentó un mayor promedio de 5.0 adultos y la variedad caturra con un promedio de 2.52 adultos. La sombra alta mostro mayor adultos con 4.4 y menor en la sombra baja con 3.8 adultos.

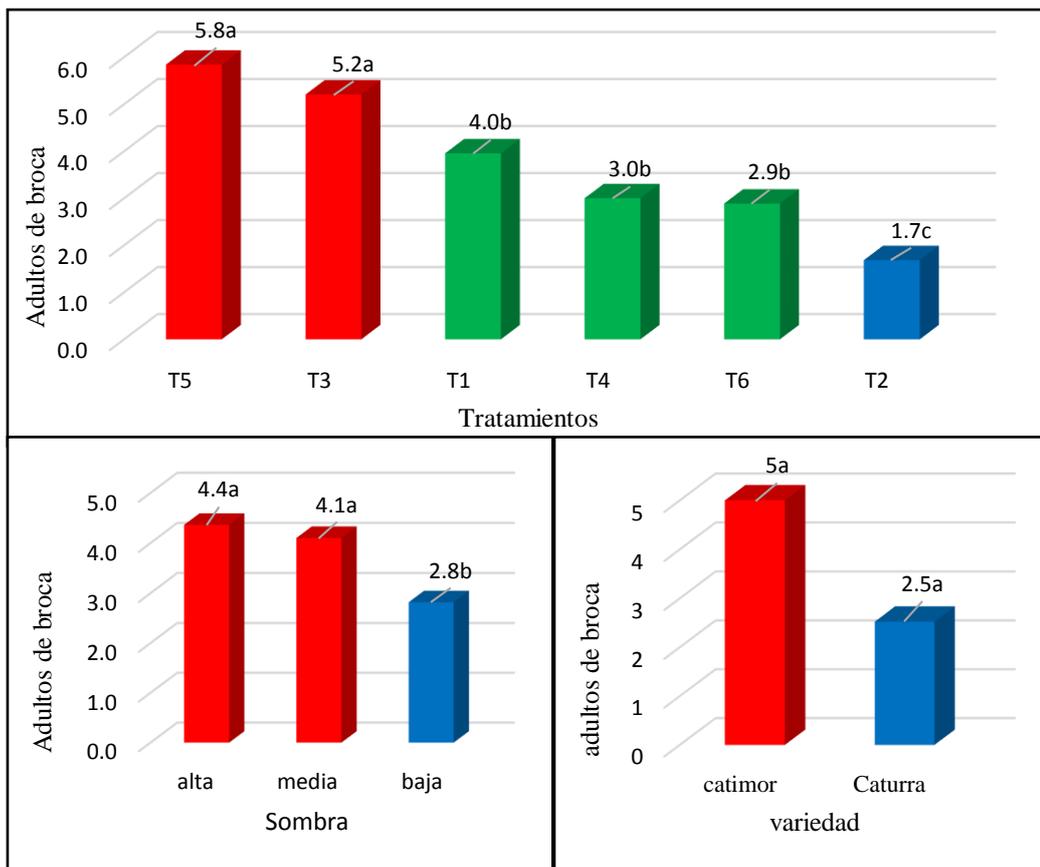


Figura 21. Adultos de broca en el mes de setiembre según: Bloques, tratamientos, sombra y variedad.

4.4. Análisis de varianza conjunta para mediciones repetidas en el tiempo en la fluctuación poblacional de la broca del café.

En la figura 22 se muestra la comparación de medias obteniendo que en el factor sombra existen diferencias significativas en sus promedios donde en el nivel de sombra alta presentó mayor fluctuación poblacional con 7.9 y menor en el nivel de sombra baja con 5.2 adultos en promedio.

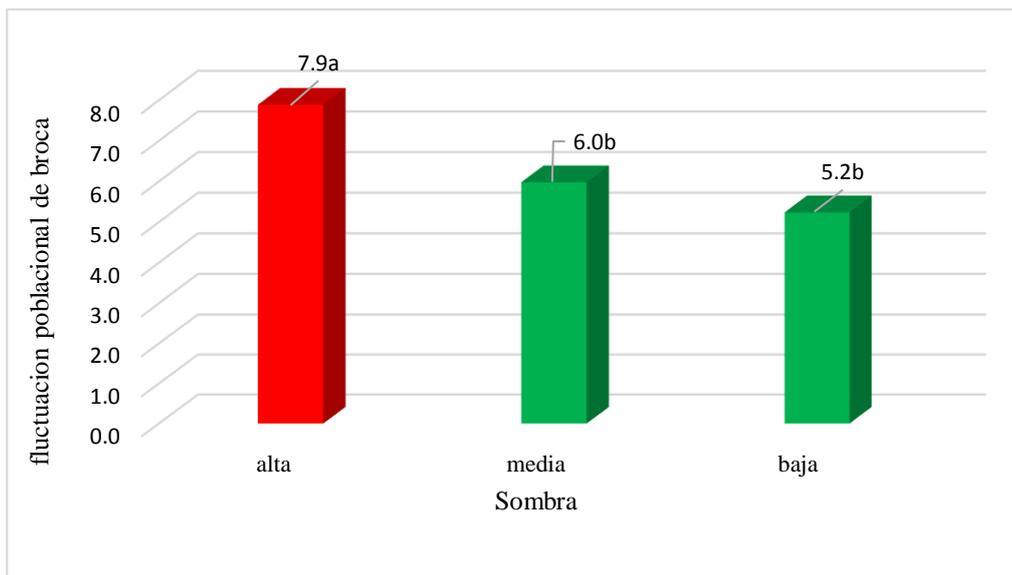


Figura 22. Análisis conjunto en el factor sombra en adultos de la broca del café

Los resultados encontrados y mostrados en la figura 23, según el análisis conjunto de varianza indica que el factor, variedad de café influyó significativamente ($p < 0.05$), la variedad catimor obtuvo mayor fluctuación poblacional con 8.5 y menor en la variedad caturra con 4.3 en promedio.

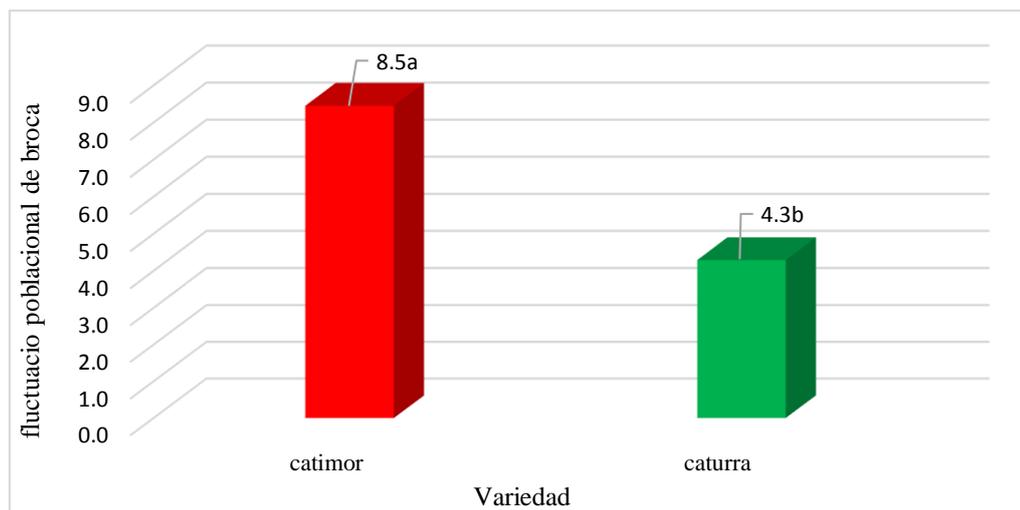


Figura 23. Análisis conjunto para el factor variedad en adultos de la broca del café.

Los resultados encontrados y mostrados en la figura 24, según el análisis conjunto de varianza indica que los tratamientos influyeron significativamente ($p < 0.05$), el T5 obtuvo mayor adultos con 10.1 y menor en el T2 con 3.5 adultos en promedio.

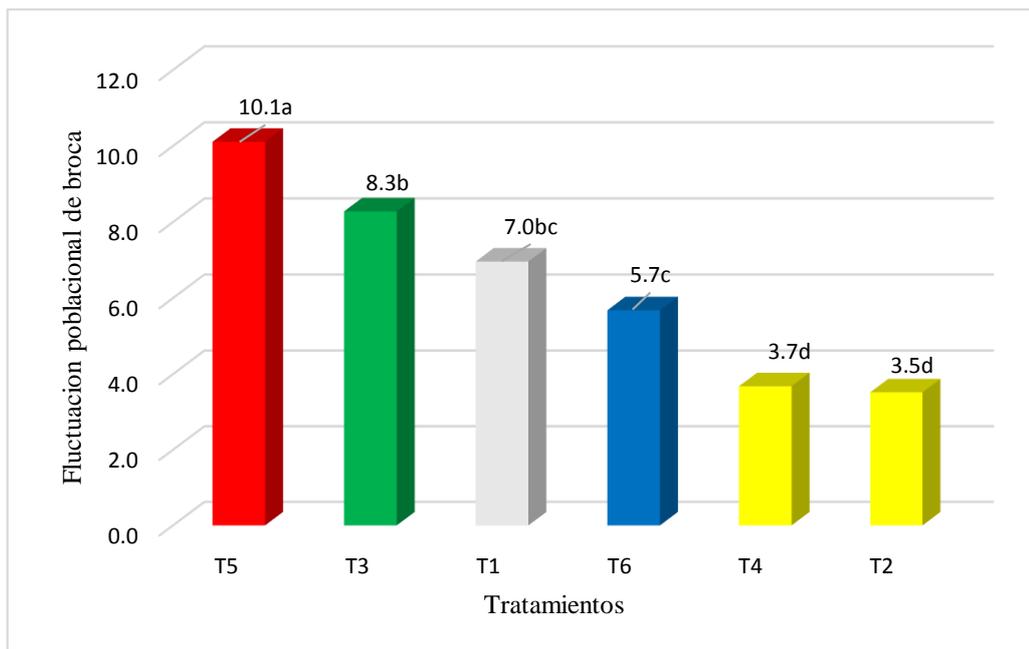


Figura 24. Análisis conjunto para el factor tratamientos en adultos de la broca del café.

En la figura 25 se muestra la comparación de medias mostrando que en el factor tiempo existen diferencias significativas en sus promedios ($p > 0.05$), se obtuvo tres grupos homogéneos el primer grupo lo conforma la evaluación 01, evaluación 02 y evaluación 03 con valores 7.8, 7.8 y 7.3 respectivamente, el segundo grupo lo conforma solo la evaluación 04 con 5.1 y el tercer grupo conformado por la evaluación 05 con 3.8.

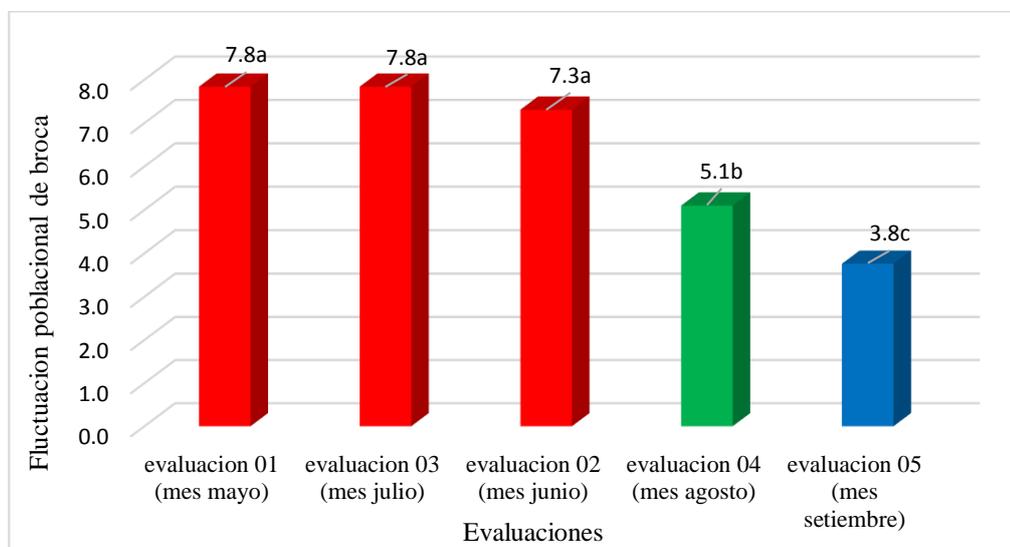


Figura 25. Análisis conjunto para el factor tiempo en la fluctuación de la broca del café.

VI. DISCUSIONES

- ❖ Al evaluar el porcentaje (%) de incidencia de la broca del café *Hypothenemus hampei* en tres niveles de sombra, durante un periodo de cinco meses de evaluación, se encontró diferencias significativas respecto los factores: nivel de sombra y variedad, así mismo no hubo diferencias significativas en la interacción de ambos factores por lo que actúan independientemente. Se encontró mayor porcentaje de incidencia en el nivel de sombra alta (> al 50%) con valores promedios de 18.32%; y menor porcentaje de incidencia en el nivel de sombra baja (< al 20%), con valores promedios de 10.52%. así mismo se encontró diferencias significativas en el factor variedad obteniendo mayor incidencia en la variedad de café catimor con 18.44 % y un menor en la variedad caturra con 9.16% en sus promedios respectivamente. Según resultados obtenidos se puede observar que a mayor nivel de sombra en la variedad catimor incrementa la incidencia del daño causado por la broca, contrariamente a menor nivel de sombra reduce la incidencia de *H. hampei*, resultados similares a los presentados por (Falguni and John 2004) quienes realizaron evaluaciones para determinar la incidencia de broca en ambientes pleno sol, sombra media y sombra total, registrando mayor incidencia en sombra total con 27% y menor incidencia a pleno sol con un 2%, al respecto Bergamin, J. (1944). Al evaluar el método de “repase como método de control de la broca, reporto que en los cafetos sombreados obtuvo 25% de granos infestados, en cambio al sol no sobrepaso el 0.5 % de infestación; así mismo (Augstburger 2000). En investigaciones realizadas sobre la influencia de la sombra en la calidad de café y la presencia de la broca en el grano, demostró y concluyó que hubo mayor presencia y afectación de *H. hampei* en los cafetales bajo sombra que en las áreas manejadas sin sombra. Sin embargo se encontró mayor incidencia de broca en las áreas con sombra media, y en las plantaciones con sombra densa y sin sombra fueron menos afectadas.
- ❖ Cuando evaluamos la fluctuación poblacional de adultos de (*H. hampei*) dentro del fruto, en diferentes épocas de cosecha, encontramos mayores individuos adultos en el T3(sombra alta*var.Catimor) con 10.10 individuos,; sin embargo el tratamiento con menor individuos presentó el T2 (sombra baja*var. Caturra) con 3.52 individuos en promedio. La sombra, variedad y tiempo influyeron

significativamente encontrándose mayor adultos en en nivel de sombra alta con 7.98 individuos, mientras que el nivel de sombra baja se encontró menor adultos con 5.24 en promedio; para el factor variedad se encontró mayor individuos adultos en la variedad Catimor con 8.45 contrariamente en la variedad Caturra se obtuvo un 4.29 adultos en promedio, así mismo se encontró mayor presencia de adultos en los 30, 90 y 60 días de evaluación con valores de 7.84, 7.31 y 7.84 respectivamente, es decir a medida que transcurre el tiempo disminuye la población de adultos de *H. hmpei*. Esto se debe posiblemente a variaciones de los factores climáticos (temperatura, humedad relativa, precipitación y radiación solar, etc.), los cuales influyeron en la fluctuación poblacional, obteniendo mayor presencia de adultos a una temperatura de 24°C y 73% de HR en promedio. Estos resultados encontrados en la presente investigación, tiene relación con los obtenidos por (Bustillo Pardey 2007) donde evaluó el efecto de la humedad y temperatura sobre la broca, obtuvo que la humedad afecta la mortalidad y el potencial reproductivo de la broca, a bajas humedades ocurre alta mortalidad y la máxima fecundidad se encontró entre 90% y 93,5% de humedad relativa (H.R.). Sin embargo, la emergencia de la broca de frutos infestados se incrementa con humedades altas entre 90 y 100% H.R. y es muy baja a temperaturas inferiores a 20°C (90-100% H.R.). También se incrementa considerablemente entre 20-25°C. por otra parte (Montes, C. *et.al.*, 2012) que evaluó el comportamiento de la broca y su relación con los factores climáticos, encontrando que la infestación de la broca está relacionada con la presencia de altas temperaturas y menores altitudes, de esta manera la mayor infestación ocurrió entre junio y septiembre, meses en los que la temperatura aumentó de 18,8 °C a 19,4 °C en promedio.

VII. CONCLUSIONES

- ❖ La sombra como factor determinante influyó significativamente en el porcentaje (%) de incidencia de la broca *Hypothenemus hampei* (Ferrari), con (Anova $p < 0.05$, Tukey, $p < 0.05$); donde se obtuvo el mejor resultado en disminución de incidencia de la broca en el nivel de sombra baja con un promedio de 10.5%
- ❖ La variedad de café caturra amarillo influyó significativamente en la disminución de la incidencia de la broca del café, obteniendo el 9.2 % en comparación con la variedad catimor que obtuvo el 18.44% de incidencia.
- ❖ En la interacción entre factores sombra y variedad de café, se obtuvo los mejores resultados en el T1 (Sombra baja*var. Catimor) y T2 (sombra baja*variedad caturra), obteniendo que a menor nivel de sombra en las variedades de café Catimor y Caturra disminuye el porcentaje de incidencia de la broca (*H. hampei*).
- ❖ La fluctuación poblacional de la broca del café *Hypothenemus hampei* (Ferrari), dentro del fruto varía según el nivel de sombra y variedad de café. Mostrando que el nivel de sombra baja y variedad caturra afectaron de forma negativa el crecimiento poblacional de adultos de broca.

VIII. RECOMENDACIONES

- ❖ Se recomienda la utilización de la variedad de café caturra amarilla con un nivel sombra menor al 20%, para disminuir los efectos ocasionados por la broca (*H. hampei*).
- ❖ Se recomienda la utilización de equipos sofisticados para una mejor precisión en la estimación del porcentaje de sombra.
- ❖ Seguir realizando estudios de investigación sobre tipos, niveles de sombra y factores climáticos como (temperatura, humedad relativa, precipitación, radiación solar, etc) en diferentes zonas cafetaleras, para determinar la incidencia y población de adultos de la broca del café.
- ❖ Se sugiere trabajar periodos de evaluación superiores a siete meses realizando un seguimiento desde la etapa de floración u aparición de primeros frutos hasta el término de cosecha, finalmente con la recolección de los últimos granos para no tener frutos hospederos de la broca del café en la siguiente campaña

IX. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acacio, Gabriel, y José Gil. 2013. “Efecto del color de trampa en la captura de la broca del café (*Hypothenemus Hampei* Ferr.) en tres localidades de Tingo Maria.” 2: 27–34.
- Augstburger. 2000. “Agricultura orgánica en el trópico y subtropico café. Asociación Naturland - 1ª Edición- Alemania. Págs. 25.”
- Baker, et. al. (1991). El sistema café spp y *Hemileia vastatrix*. La roya del cafeto – conocimiento y control. (GTZ, Ed.) cooperación técnica Republica Federal
- Benavides, P; Vega, F; Severson, JR; Bustillo, AE; Stuart, JJ. 2005. Biodiversidad y biogeografía de una importante plaga endogámica del café, el barrenador del café (Coleóptera: Curculionidae: Scolytinae). *Ana. Entomol. Soc. A.m.* 98 (3): 359-366
- Berjamin, J. 1944. O “repase” como método de controle da broca do café (*Hypothenemus hampei* Ferr. 1867) (Col. Ipidae). *Arq. Do Inst. Biol.* 15: 199-208.
- Bustillo , A. E. (2007). El manejo de cafetales y su relacion con el control de la broca del café en Colombia". *Sociedad colombiana de entomologia*, 106-118.
- Bustillo, et al. (2002). Manejo integrado de la broca del café *Hypothenemus hampei* (Ferrari) en Colombia. CENICAFE. Chinchina- colombia: Co, Cenicafe.
- Castañeda, E. 2000. “El ABC del café. Barcelona- España.”
- Cerda, R .; Allinne, C .; Krolczyk, L .; Mathiot, C .; Clément, E .; Harvey, C.A .; Aubertot, J.N. Tixier, P .; Gary, C, Avelino, J. 2015. Servicios ecosistémicos proporcionados por los agroecosistemas del café en una gama de condiciones topo-climáticas y estrategias de gestión. Quinto Simposio Internacional de Agricultura Systems Design, del 7 al 10 de septiembre de 2015, Montpellier, Francia. 2 p.
- Chiu-Magana, Marcela, Alfredo Castillo, y Julio C Rojas. 2009. “estímulos usados en el reconocimiento del hospedero por *Phymastichus Coffea*, un parasitoide de la broca del café.” *Agrociencia* 43(4): 393–401.
- Constantino, Luis M. et al. 2011. “Aspectos biológicos, morfológicos y genéticos de *Hypothenemus obscurus* e *Hypothenemus hampei* (Coleoptera: Curculionidae: Scolytinae).” *Revista Colombiana de Entomologia* 37(2): 173–82.

- Corbett, GH. 1933. "Algunas observaciones preliminares sobre el barrenador del escarabajo del café, *Stephanoderes* (*Cryphalus*) *Hampei* Ferr. J. Malayan Agric 21: 8-22."
- Daniel, Choquetarqui, Almanza Lourdes, Loza-murguia Manuel, y datos articulo. 2011. "Selección de tres cepas criollas de *Beauveria bassiana* (Balsamo) Vuillemin como alternativa para el control biológico de la broca de café , *Hypothenemus Hampei* (Ferrari 1867) (Coleoptera : Scolytidae) a diferentes temperaturas selection of Three Str." (Ferrari 1867): 17–25.
- Doria M. 2006. "Taxonomía de la clase insecta. UNSM-T. Tarapoto-Perú. 11."
- Dufour, B.; Barrera, JF.; Decazy, B. 1999. La broca de los frutos del cafeto: ¿la lucha biológica como solución? In Bertrand, B. Rapidel B. ed. Desafíos de la Caficultura en Centroamérica. San José, CR. CIRAD, IICA, p.293-325.
- ECOSUR. 2006. La broca del café. Folleto N°11, 1-8, obtenido de: [Http://plagas-Cafe.tapcosur.edu.mx/Proyecto_Produce/Folletos/Broca_N11.pdf](http://plagas-Cafe.tapcosur.edu.mx/Proyecto_Produce/Folletos/Broca_N11.pdf).
- Enrique, A; Pardey, B; Villalba, D. 2004. efecto del clima y condiciones del cultivo del café en la biología y comprotamiento de la broca del café, (*Hypothenemus hampei* (Ferrari) (Coleoptera: Curculionidae: Scoitinae).
- F. Anthony, C. Astorga y J. berthaud. 1999. "Los recursos geneticos : las bases de una solucion genetica a los problemas de la caficultura latinoamericana." desafio de la agricultura en centroamerica (November 2015): 369–406.
- Falguni, Guharay, y Beer John. 2004. "Incidencia de la broca (*Hypothenemus Hampei*) en plantas de café a pleno sol y bajo sombra de *Eugenia jambos* y *glicidia sepium* sn san Marcos ,." : 56–61.
- Fernández, S; Cordero, J. 2007. "Biología de la broca del café *Hypothenemus hampei* (Ferrari) (Coleoptera: Curculionidae: Scolytinae) en condiciones de laboratorio. FONACIT, Proyecto FONACYT-INIA. VE. Bioagro 19(1). 35-40." http://www.eea.uprm.edu/sites/default/files/documents/files/BROCA_0.pdf.
- Ferrari, et al. 2010. "Trampas artesanales con atrayentes alcohólicos una alternativa para el monitoreo y control de la broca del café , *Hypothenemus Hampei* (Ferrari 1867). Journal of the Selva Andina Research Society 1: 2–12.

http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2072-92942010000100002&lng=es&nrm=iso&tlng=es.

Fischersworing, B., & Robkamp, R. 2001. "Guía para la caficultura ecológica. 3 Ed. Editorial López. Obtenido de <Http://www.gtz.de/organic-Agriculture>."

Fundesyram.2010. "Guía para la innovación de la caficultura de lo convencional a lo orgánico. San Salvador, El Salvador. 142 Págs." http://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0377-94242012000200005&lang=pt.

Goldberg A .; kigel J. 1986. Dinámicas de la comunidad de malezas en plantaciones de café cultivadas bajo árboles de sombra: efecto del despeje, Israel journal of botany 35: 121-131

Gómez, O. 2010. "Guía para la innovación para la caficultura de lo convencional a lo orgánico. San Salvador - El Salvador: Impresiones."

Guharay, F; Monterrey, J; Monterroso, D; Staver, Ch. 2000. "Manejo integrado de plagas en el cultivo del café. Managua, Nicaragua. Serie Técnica, Manual técnico N0 44 CATIE. 267p."

Guharay, F; Monterrey, J. 1997. "Manejo ecológico de la broca del cafeto (*Hypothenemus Hampei*) en América Central. Turrialba, Costa Rica. CATIE. Hoja Técnica N° 22." Alianza Tecnológica para la agricultura con calidad: 177.

Guharay, F; Monterroso, D; Staver, Ch. 2001. "El diseño y manejo de sombra para el manejo de plagas en cafetales de América Central. en: Agrofesteria de las Américas (Costa Rica) 8(29): 22-29."

Gurdián, A. Romero. 2010. "Efecto de los sistemas agroforestales del café y del contexto del paisaje sobre la roya, (*Hemileia Vastatrix*), broca (*Hypothenemus hampei*)(Ferrari) y los nematodos." <http://repositorio.bibliotecaorton.catie.ac.cr/handle/11554/4882>.

INEI. 2012. "IV Censo Nacional Agropecuario." Resultados Definitivos. IV Censo Nacional Agropecuario: 62. <http://proyectos.inei.gob.pe/web/DocumentosPublicos/ResultadosFinalesIVCENAGRO.pdf>.

- Jaime Arcila P.- Fernando Farfán V.- Argemiro Moreno B.- Luis Fernando Salazar G.- Edgar Hincapié G. 2007. “Sistemas de producción de café en Colombia, Cenicafe, Chinama.” Cenicafe.
- Julca, A., Carhuallanqui, R., Julca, N., Bello, S., Crespo, R., Echevarría, C., Borjas, R. 2010. “Efecto de la sombra y la fertilización sobre las principales plagas del café Var. Catimor en Villa Rica (Pasco, Perú)”. UNALM-FDA. Lima. 23 Pp.” *Genetic Resources and Crop Evolution* (7): 1079–93. <http://link.springer.com/article/10.1007/s10722-008-9361-7>
<http://link.springer.com/content/pdf/10.1007/s10722-008-9361-7.pdf>.
- Marin Ciriaco, Gino. 2012. *Producción de Cafés Especiales. Manual Técnico*.
- Márquez-Dávila, Kadir, Luis Arévalo-López, y Raúl Gonzales. 2014. “Efectos del abonamiento nitrogenado sobre la roya amarilla (*Hemileia vastatrix* Berk. Et. Br.) en dos variedades de *Coffea Arabica* L.” *Folia Amazónica* 23(1): 57–66.
- Martha Liliana Rodríguez, C., y B. Carmenza. 2005. “Transformación de *Beauveria bassiana* Bb9205 con genes *pr1A*, *pr1J* Y *ste1* de *Metarhizium anisopliae* y evaluación de su patogenicidad sobre la broca del café.” *Revista Colombiana de Entomología* 31(1): 51–58.
- Montes, C. et.al. (2012). *Infestación e incidencia de broca, roya y mancha de hierro en el cultivo de café del departamento del Cauca (Vol. 10)*. Cauca, Ecuador: Biotecnología en el sector agropecuario y agroindustrial.
- Moreno R.G. & A.G. Alvarado. 2000. “La variedad colombiana: veinte años de adopción y comportamiento frente a nuevas razas de la roya del café. Cenicafe, Boletín Técnico (22): 1-32.”
- Muschler, R. 1998. “La lompatibilidad de los cultivos en la agrosilvicultura: producción y calidad del café bajo sombra de árbol administrado en Costa Rica. Ph.D. Universidad de Florida. Gainesville, Florida. Estados Unidos.”
- OIRSA. 2001. “Proyecto regional de fortalecimiento de la vigilancia fitosanitaria en Cultivos de exportación no tradicional VIFINEX. Costa Rica, 21-28 Pp. disponible en: [Www.manualcafeorganico.com](http://www.manualcafeorganico.com).”
- Pacheco, Arturo, Helga Blanco-Metzler, y Rebeca Mora. 2012. “Modificación de

- olfatómetros de cuatro brazos para experimentación en broca del café, *Hypothenemus Hampei* Ferrari (Coleoptera: Curculionidae) *Hypothenemus Hampei* Ferrari (Coleoptera: Curculionidae).” *Agronomía Costarricense* 36(1): 69–78.
- Pardey, Alex Enrique Bustillo. 2006. “Una Revisión Sobre La Broca Del Café, *Hypothenemus Hampei* (Coleoptera: Curculionidae: Scolytinae), En Colombia.” *Revista Colombiana de Entomología* 32(2): 101–16.
- Sánchez, C. (1994). Cultivo, producción y comercialización del café. Lima Perú.
- Sánchez, G. E. 2011. “Efecto de la sombra y del manejo del café sobre la dinámica poblacional de (*Hypothenemus Hampei* Ferrari) en frutos nuevos y remanentes en Turrialba, Costa Rica.” : 106.
- Sibaja, G. et al. (1998). La broca del Café. C.R.MAG, 16.
- Somarriva, Eduardo. 2002. “Estimación visual de la sombra en cacaotales y cafetales.” *Agroforestería de las Américas* N°09: 86–94 pags.
- Ticheler, H. 1961. “Estudio analítico de la epidemiología del escolítido de los granos de café, *Stephanoderes Hampei* Ferr., En Costa de Marfil. 223-294 P.”
- Ticheler, JHG. 1961. “Estudio analítico de la epidemiología del barrenador del café en la costa de Marfil. *Meded. Landbhoogeschool Wageningen*, 61 (11): 1-49p.”
- Tirabanti, J.et.al. (2013). Impacto económico de *Hemileia vastatrix* e *Hypothenemus hampei* en 11 caseríos del ámbito de influencia del proyecto Café, distrito de Alonso de Alvarado, provincia de Lamas, región San Martín”. Informe de tesis, Universidad Nacional de San Martín., San Martín, Lamas.
- Trujillo, Ivan Hector, E., A. Luis Fernando Aristizábal, P. Alex Enrique Bustillo, and Q. Mauricio Jiménez. 2006. 32 *Revista Colombiana de entomología* evaluación de métodos para cuantificar poblaciones de broca del café, *Hypothenemus hampei* (Ferrari) (Coleoptera: Curculionidae: Scolytinae), en fincas de caficultores experimentadores.
- Villalobos, E; Blanco-Metzler, H. 2006. *Annals of the Entomological Society of America* Uso de Trampas Con *Kairomona* Para El Manejo de La Broca de La Areca (*Coccotrypes Carpophagus*) (Hormung) En La Palmera *Chrysalidocarpus Lutescens* Var. Areca. In *Manejo Integrado de Plagas Y Agroecología*. CR. No. 78. 70-75.

[http://aesajournals.oxfordjournals.org/cgi/doi/10.1603/00138746\(2005\)098\[0359:BABOAI\]2.0.CO;2](http://aesajournals.oxfordjournals.org/cgi/doi/10.1603/00138746(2005)098[0359:BABOAI]2.0.CO;2).

ANEXOS

Tabla 7. Parámetros evaluados temperatura (°C) y humedad relativa (%)

TRATAMIENTOS	BLOQUES	T(°C)				HR (%)				T° PROMEDIO SEGÚN BLOQUES	HR% PROMEDIO SEGUN BLOQUES	T° PROMEDIO SEGÚN SOMBRA y VARIEDAD	HR PRMEDIO SEGÚN SOMBRA Y VAREDDAD
		N° Evaluaciones				N° Evaluaciones							
		1	2	3	4	1	2	3	4				
T1: Sombra baja*var. Catimor	Bloque I	33.8	28.3	25.5	24.45	46.5	56.5	52	47	28.0	50.5	26.7	51.9
	Bloque II	27.4	27.2	26.25	25.95	50	51	52.5	57	26.7	52.6		
	Bloque III	27.05	25	25.15	26.85	53.5	52.5	57.5	53.5	26.0	54.3		
	Bloque IV	24.75	27.45	25.8	26.5	51	47.5	51	51.5	26.1	50.3		
T2: Sombra baja*var. caturra	Bloque I	33.8	28.3	25.5	24.45	46.5	56.5	52	47	28.0	50.5	26.6	52.3
	Bloque II	27.4	27.2	26.25	25.95	50	51	52.5	57	26.7	52.6		
	Bloque III	27.05	25	25.15	26.85	53.5	52.5	57.5	53.5	26.0	54.3		
	Bloque I	24.75	27.45	23.65	26.5	51	47.5	52.5	56	25.6	51.8		
T3: Sombra media*var.catimor	Bloque I	28.45	25.4	23.5	26.85	51	54	59.5	50.5	26.1	53.8	25.0	55.8
	Bloque II	23.75	25.15	23.75	27.9	57.5	55.5	52.5	52	25.1	54.4		
	Bloque III	25.9	24.9	23.2	26.3	60.5	59.5	58.5	51	25.1	57.4		
	Bloque IV	22.5	24.75	24	24	60.5	47.5	59.5	62.5	23.8	57.5		
T4: sombra media*var. Caturra	Bloque I	28.45	25.4	23.5	26.85	51	54	59.5	50.5	26.1	53.8	25.1	55.8
	Bloque II	23.75	25.1	23.75	27.9	57.5	55.5	52.5	52	25.1	54.4		
	Bloque III	25.9	24.9	23.2	26.3	60.5	59.5	58.5	51	25.1	57.4		
	Bloque IV	22.5	24.75	25.2	24	60.5	47.5	59.5	62.5	24.1	57.5		
T5: sombra alta*var.catimor	Bloque I	26.85	25.05	23	24.25	72.5	70.5	68	77	24.8	72.0	24.2	72.7
	Bloque II	22.65	25.55	24.2	24.5	73	72.5	77.5	67.5	24.2	72.6		
	Bloque III	22	23.85	26	24.05	75.5	72	74.5	71	24.0	73.3		
	Bloque IV	23	25.05	23	24.05	73.5	68	71.5	78	23.8	72.8		
71.9	Bloque I	26.85	29.75	23	24.25	72.5	70.5	68	77	26.0	72.0	24.0	
	Bloque II	22.65	25.55	24.2	24.5	73	72.5	77.5	67.5	24.2	72.6		
	Bloque III	22	23.85	26	24.05	75.5	72	74.5	71	24.0	73.3		
	Bloque IV	21.15	21.15	22.55	22.75	74	66	61	78	21.9	69.8		

RESULTADOS DEL PORCENTAJE DE INCIDENCIA DE LA BROCA DEL CAFÉ

Tabla 8. Análisis de varianza de incidencia de broca en el mes de mayo según: bloques, tratamientos, sombra, variedad e interacción.

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	F calculado	F tabular	Significancia	Decisión
Bloque	2039,33	3	679,78	5,95	2,64	,001	Influye**
Tratamientos	7103,05	5	1420,61	12,42	2,25	,000	Influye**
Sombra	3542,63	2	1771,31	15,49	3,03	,000	Influye**
Variedad	3493,89	1	3493,89	30,56	3,88	,000	Influye**
interacción	66,53	2	33,26	0,29	3,03	,748	No Influye
Error	29157,81	255	114,34	-	-	-	
Total	38300,190	263	-	-	-	-	

Fuente: Análisis estadístico Spss, 2017.

Tabla 9. Comparación múltiple de Tukey de grupos homogéneos según bloques, tratamientos, sombra y variedad de incidencia de broca en el mes de mayo.

BLOQUES	Muestra	Grupos homogéneos	
		1	2
1	66	B	-
2	66	B	-
3	66	-	A
4	66	-	A
Significancia	264	0,094	0,365

TRATAMIENTOS	Muestra	Grupos homogéneos			
		1	2	3	4
Sombra baja-caturra	44	D	-	-	-
sombra media-caturra	44	D	-	-	-
Sombra baja-catimor	44	-	C	-	-
sombra alta-caturra	44	-	C	-	-
sombra media-catimor	44	-	-	B	-
sombra alta-catimor	44	-	-	-	A
Significancia	264	0,106	0,156	1,000	1,000

SOMBRA	Muestra	Grupos homogéneos	
		1	2
BAJA	88	B	-
MEDIA	88	B	-
ALTA	88	-	A
Significancia	264	0,130	1,000

Variedad	Muestra	Grupo homogéneo	
		1	2
Catimor	132	B	-
Caturra	132	-	A
Significancia	264	1,000	1,000

Fuente: análisis estadístico Spss, 2017

Tabla 10. Análisis de varianza de incidencia de broca en el mes de junio según: bloques, tratamientos, sombra, variedad e interacción.

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	F calculado	F tabular	Significancia	Decisión
Bloque	6958.70	3	2319.57	10.90	2.64	.000	Influye**
Tratamientos	15535.29	5	3107.06	14.60	2.25	.000	Influye**
Sombra	3591.24	2	1795.62	8.44	3.03	.000	Influye**
Variedad	11001.64	1	11001.64	51.70	3.88	.000	Influye**
Interacción	942.40	2	471.20	2.21	3.03	.111	No Influye
Error	54262.27	255	212.79	-	-	-	
Total	76756.258	263	-	-	-	-	

Fuente: Análisis estadístico Spss, 2017.

Tabla 11. Comparaciones Múltiples de Tukey de grupos homogéneos según bloques, tratamientos, sombra y variedad de la incidencia de broca en el mes de junio.

BLOQUES	Muestra	Grupos Homogéneos		
		1	2	3
BLOQUE 1	66	C	-	-
BLOQUE 3	66	-	B	-
BLOQUE 4	66	-	B	-
BLOQUE 2	66	-	-	A
Significancia	264	0.133	0.709	1.000

TRATAMIENTOS	Muestra	Grupo Homogéneo			
		1	2	3	4
Sombra baja-caturra	44	D	-	-	-
sombra media-caturra	44	-	C	-	-
sombra alta-caturra	44	-	C	-	-
Sombra baja-catimor	44	-	-	B	-
sombra media-catimor	44	-	-	B	-
sombra alta-catimor	44	-	-	-	A
Significancia	264	1.0000	0.1044	0.1397	1.0000

SOMBRA	Muestra	Grupo homogéneo	
		1	2
BAJA	88	B	-
MEDIA	88	B	-
ALTA	88	-	A
Significancia	264	0.578	1.000

Variedad	Muestra	Grupo homogéneo	
		1	2
Catimor	132	B	-
Caturra	132	-	A
Significancia	264	1.000	1.000

Fuente: análisis estadístico Spss, 2017

Tabla 12. Análisis de varianza de incidencia de broca en el mes de julio según: bloques, tratamientos, sombra, variedad e interacción.

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	F calculado	F tabular	Significancia	Decisión
Bloque	1697.01	3	565.67	2.75	2.64	.043	Influye*
Tratamientos	7819.96	5	1563.99	7.60	2.25	.000	Influye**
Sombra	2176.75	2	1088.37	5.29	3.03	.006	Influye**
Variedad	5617.66	1	5617.66	27.30	3.88	.000	Influye**
Interacción	25.55	2	12.78	0.06	3.03	.940	No Influye
Error	52479.28	255	205.80	-	-	-	
Total	61996.250	263	-	-	-	-	

Fuente: Análisis estadístico Spss, 2017.

Tabla 13. Comparaciones Múltiples de Tukey de grupos homogéneos según bloques, tratamientos, sombra y variedad de la incidencia de la broca en mes de julio.

BLOQUES	Muestra	Grupos homogéneos	
		1	2
BLOQUE 1	66	B	-
BLOQUE 3	66	B	-
BLOQUE 4	66	-	A
BLOQUE 2	66	-	A
Significancia	264	0.090	0.688

TRATAMIENTOS	Muestra	Grupos homogéneos		
		1	2	3
Sombra baja-caturra	44	C	-	-
Sombra media-caturra	44	C	-	-
Sombra alta-caturra	44	-	B	-
Sombra baja-catimor	44	-	B	-
Sombra media-catimor	44	-	-	A
Sombra alta-catimor	44	-	-	A
Sig.	264	0.285	0.059	0.139

SOMBRA	Muestra	Grupos homogéneos	
		1	2
BAJA	88	B	-
MEDIA	88	B	-
ALTA	88	-	A
Sig.	264	0.383	1.0000

Variedad	Muestra	Grupo Homogéneo	
		1	2
Catimor	132	B	-
Caturra	132	-	A
Significancia	264	1.000	1.000

Fuente: Análisis estadístico Spss, 2017

Tabla 14. Análisis de varianza de incidencia de broca en el mes de agosto según: bloques, tratamientos, sombra, variedad e interacción.

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	F calculado	F tabular	Significancia	Decisión
Bloque	1203.26	3	401.09	2.93	2.64	.034	Influye*
Tratamientos	9613.04	5	1922.61	14.02	2.25	.000	Influye**
Sombra	3072.96	2	1536.48	11.21	3.03	.000	Influye**
Variedad	6505.74	1	6505.74	47.45	3.88	.000	Influye**
Interacción	34.34	2	17.17	0.13	3.03	.882	No Influye
Error	34960.36	255	137.10	-	-	-	
Total	45776.657	263	-	-	-	-	

Fuente: Análisis estadístico Spss, 2017

Tabla 15. Comparaciones Múltiples Tukey de grupos homogéneos según bloques, tratamientos, sombra y variedad de incidencia de broca en el mes de agosto.

BLOQUES	Muestra	Grupo homogéneo
		1
BLOQUE 1	66	A
BLOQUE 3	66	A
BLOQUE 4	66	A
BLOQUE 2	66	A
Significancia	264	0.051

TRATAMIENTOS	Muestra	Grupo homogéneo		
		1	2	3
Sombra media-caturra	44	B	-	-
Sombra baja-caturra	44	B	-	-
Sombra alta-caturra	44	-	B	-
Sombra baja-catimor	44	-	B	-
Sombra media-catimor	44	-	B	-
Sombra alta-catimor	44	-	-	A
Significancia	264	0.0644	0.6950	0.0834

SOMBRA	Muestra	Grupo homogéneo	
		1	2
BAJA	88	B	-
MEDIA	88	B	-
ALTA	88	-	A
Sig.	264	0.895	1

Variedad	Muestra	Grupo Homogéneo	
		1	2
Catimor	132	B	-
Caturra	132	-	A
Significancia	264	1.000	1.000

Fuente: Análisis estadístico Spss, 2017

Tabla 16. Análisis de varianza de incidencia de broca en el mes de setiembre según: bloques, tratamientos, sombra, variedad e interacción.

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	F calculado	F tabular	Significancia	Decisión
Bloque	1115.05	3	371.68	6.58	2.64	.000	Influye*
Tratamientos	5928.99	5	1185.80	20.99	2.25	.000	Influye**
Sombra	2361.03	2	1180.51	20.90	3.03	.000	Influye**
Variedad	3305.09	1	3305.09	58.52	3.88	.000	Influye**
Interacción	262.88	2	131.44	2.33	3.03	.100	No Influye
Error	14402.46	255	56.48	-	-	-	
Total	21446.497	263	-	-	-	-	

Fuente: Análisis estadístico Spss, 2017

Tabla 17. Comparaciones Múltiples Tukey de grupos homogéneos según bloques, tratamientos, sombra y variedad de la incidencia de broca en el mes de setiembre.

BLOQUES	Muestra	Grupo homogéneo	
		1	2
BLOQUE 1	66	B	-
BLOQUE 4	66	B	
BLOQUE 3	66	B	
BLOQUE 2	66	-	A
Significancia	264	1	0.513

TRATAMIENTOS	N	Grupo homogéneo		
		1	2	3
Sombra media-caturra	44	C		
Sombra baja-caturra	44	C		
Sombra baja-catimor	44		B	
Sombra alta-caturra	44		B	
Sombra media-catimor	44		B	
sombra alta-catimor	44			A
Sig.	264	0.99989914	0.4886532	0.3320254

SOMBRA	N	Grupo homogéneo	
		1	2
BAJA	88	B	
MEDIA	88	B	
ALTA	88		A
Significancia	264	0.5255	1

Variedad	Muestra	Grupo homogéneo	
		1	2
Catimor	132	B	-
Caturra	132	-	A
Significancia	264	1.000	1.000

Fuente: Análisis estadístico Spss, 2017

Tabla 18. Análisis de varianza conjunta para mediciones repetidas en el tiempo para la variable porcentaje de incidencia de la broca del café

Análisis conjunta					
Fuente	DF	SS	MS	F	P
BLOQUES	3	10822	3607.2	24.77	0.0000
SOMBRA	2	14398	7198.8	49.42	0.0000
VARIEDAD	1	28440	28440.4	195.26	0.0000
TIEMPO	4	15448	3861.9	26.51	0.0000
SOMBRA*VARIEDAD	2	267	133.5	0.92	0.4002
SOMBRA*TIEMPO	8	347	43.4	0.30	0.9669
VARIEDAD*TIEMPO	4	1484	370.9	2.55	0.0379
SOMBRA*VARIEDAD*TIEMPO	8	1065	133.1	0.91	0.5040
Error	1287	187454	145.7		
Total	1319	259723			

Fuente: análisis estadístico statistix 8.

Tabla 19. Comparaciones Múltiples Tukey de grupos homogéneos según: sombra, variedad, tiempo y tratamientos en la incidencia de broca.

Sombra	Media	Grupos homogéneos		
		1	2	3
alta	18.32	A	-	-
media	12.56	-	B	-
baja	10.52	-	-	C

Variedad	Media	Grupos homogéneos	
		1	2
Catimor	18.44	A	
Caturra	9.16		B

Tiempo	Media	Grupos homogéneos			
		1	2	3	4
2	19.55	A	-	-	-
3	15.13	-	B	-	-
4	13.29	-	-	BC	-
1	11.48	-	-	CD	-
5	9.55	-	-	-	D

Tratamientos		Media	Grupos homogéneos			
sombra	variedad		1	2	3	4
sombra alta	catimor	23.45	A	-	-	-
sombra media	catimor	17.23	-	B	-	-
sombra baja	catimor	14.60	-	BC	-	-
sombra alta	caturra	13.14	-	-	C	-
sombra media	caturra	7.89	-	-	-	D
sombra baja	caturra	6.44	-	-	-	D

Fuente: Análisis estadístico statistix 8.

VARIABLE: ADULTOS DE LA BROCA

Tabla 20. Análisis de varianza de adultos de broca en el mes de mayo según: bloques, tratamientos sombra, variedad e interacción.

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	F calculado	F tabular	Significancia	Decisión
Bloque	2040.77	3	680.26	19.69	2.64	0.000	Influye**
Tratamientos	4200.16	5	840.03	24.31	2.25	0.000	Influye**
Sombra	1699.78	2	849.89	24.59	3.03	0.000	Influye**
Variedad	2193.64	1	2193.64	63.48	3.88	0.000	Influye**
interacción	306.73	2	153.37	4.44	3.03	0.0130	Influye*
Error	8811.71	255	34.56	-	-	-	
Total	19252.788	263	-	-	-	-	

Fuente: Análisis estadístico Spss, 2017

Tabla 21. Comparaciones Múltiples Tukey de grupos homogéneos según bloques, tratamientos, sombra y variedad de la variable adultos en el mes de mayo.

Bloques	Muestra	Grupos homogéneos		
		1	2	3
bloque I	66	C		
bloque III	66		B	
bloque IV	66		B	
bloque II	66			A
Significancia	264	1.000	.997	1.000

Tratamientos	Muestra	Grupos homogéneos		
		1	2	3
sombra baja-caturra	44	C		
sombra media-caturra	44	C		
sombra baja-catimor	44	C		
sombra alta-caturra	44	C		
sombra media-catimor	44		B	
sombra alta-catimor	44			A
Significancia	264	0.053	1.000	1.000

Sombra	Muestra	Grupos homogéneos		
		1	2	3
sombra baja	88	C		
sombra media	88		B	
sombra alta	88			A
Significancia	264	1.000	1.000	1.000

Variedad	muestra	Grupos homogéneos	
		1	2
Caturra	132	B	
Catimor	132		A
Significancia	264	1.000	1.000

Fuente: Análisis estadístico Spss, 2017

Tabla 22. Análisis de varianza de adultos de la broca en el mes de junio según factores: boques, tratamientos, sombra, variedad e interacción

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	F calculado	F tabular	Significancia	Decisión
Bloque	522.08	3	174.03	4.33	2.64	.005	Influye **
Tratamientos	2115.26	5	423.05	10.52	2.25	.000	Influye**
Sombra	895.73	2	447.87	11.14	3.03	.000	Influye**
Variedad	1187.88	1	1187.88	29.55	3.88	.000	Influye**
interacción	31.64	2	15.82	0.39	3.03	.675	No Influye
Error	10251.20	255	40.20	-	-	-	
Total	12888.530	263	-	-	-	-	

Fuente: Análisis estadístico Spss, 2017

Tabla 23. Comparaciones Múltiples Tukey de grupos homogéneos según bloques, tratamientos, sombra y variedad de la variable adultos en el mes de junio.

Bloque	Muestra	Grupos homogéneos	
		1	2
bloque I	66	B	-
bloque III	66	B	-
bloque II	66	-	A
bloque IV	66	-	A
Significancia	264	0.614	0.221

Tratamiento	Muestra	Grupos homogéneos		
		1	2	3
sombra baja-caturra	44	C	-	-
sombra media-caturra	44	C	-	-
sombra baja-catimor	44	-	B	-
sombra alta-caturra	44	-	B	-
sombra media-catimor	44	-	-	A
sombra alta-catimor	44	-	-	A
Significancia	264	.074	.190	.590

Sombra	Muestra	Grupos homogéneos		
		1	2	3
Sombra baja	88	C	-	-
Sombra media	88	-	B	-
Sombra alta	88	-	-	A
Significancia	264	1.000	1.000	1.000

Variedad	Muestra	Grupos homogéneos	
		1	2
Catimor	132	B	-
Caturra	132	-	A
Significancia	264	1.000	1.000

Fuente: Análisis estadístico Spss, 2017

Tabla 24. Análisis de varianza de adultos de la broca en el mes julio según factores: boques, tratamientos, sombra, variedad e interacción

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	F calculado	F tabular	Significancia	Decisión
Bloque	175.56	3	58.52	1.45	2.64	.228	No Influye
Tratamientos	1667.64	5	333.53	8.27	2.25	.000	Influye**
Sombra	373.45	2	186.73	4.63	3.03	.011	Influye**
Variedad	1088.24	1	1088.24	27.00	3.88	.000	Influye**
interacción	205.94	2	102.97	2.55	3.03	.080	No Influye
Error	10278.12	255	40.31	-	-	-	
Total	12121.318	263	-	-	-	-	

Fuente: Análisis estadístico Spss, 2017

Tabla 25. Comparaciones Múltiples de Tukey de grupos homogéneos según bloques, tratamientos, sombra y variedad de la variable adultos en el mes de julio.

Bloque	Muestra	Grupo homogéneo
bloque 3	66	6.80
bloque 1	66	7.29
bloque 4	66	8.56
bloque 2	66	8.71
Significancia	264	0.31

Tratamiento	Muestra	Grupos homogéneos		
		1	2	3
sombra media-caturra	44	C	-	-
sombra baja-caturra	44	-	B	-
sombra alta-caturra	44	-	B	-
sombra alta-catimor	44	-	B	-
sombra media-catimor	44	-	B	-
sombra baja-catimor	44	-	-	A
Significancia	264	1.000	0.525	1.000

Sombra	Muestra	Grupo homogéneo	
		1	2
sombra media	88	B	-
sombra alta	88	B	-
sombra baja	88	-	A
Significancia	264	0.222	1.000

Variedad	Muestra	Grupo homogéneo	
		1	2
Catimor	132	B	-
Caturra	132	-	A
Significancia	264	1.000	1.000

Fuente: Análisis estadístico Spss, 2017

Tabla 26. Análisis de varianza de adultos de la broca en el mes de agosto según factores: bloques, tratamientos, sombra, variedad e interacción

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	F calculado	F tabular	Significancia	Decisión
Bloque	171.95	3	57.32	2.67	2.64	.05	No Influye
Tratamientos	1602.63	5	320.53	14.93	2.25	.000	Influye**
Sombra	426.70	2	213.35	9.94	3.03	.000	Influye**
Variedad	1175.19	1	1175.19	54.75	3.88	.000	Influye**
Sombra*variedad	0.73	2	0.37	0.02	3.03	.983	No Influye
Error	5473.66	255	21.47	-	-	-	
Total	7248.239	263	-	-	-	-	

Fuente: Análisis estadístico Spss, 2017

Tabla 27. Comparaciones Múltiples de Tukey de grupos homogéneos según bloques, tratamientos, sombra y variedad de la variable adultos en el mes de agosto.

Bloque	Muestra	Grupo homogéneo
bloque I	66	A
bloque III	66	A
bloque II	66	A
bloque IV	66	A
Significancia	264	0.052

Tratamiento	Muestra	Grupos homogéneos			
		1	2	3	4
sombra media-caturra	44	D	-	-	-
sombra baja-caturra	44	D	-	-	-
sombra alta-caturra	44	-	C	-	-
sombra media-catimor	44	-	-	B	-
sombra baja-catimor	44	-	-	B	-
sombra alta-catimor	44	-	-	-	A
Significancia		0.974	1.000	0.581	1.000

Sombra	Muestra	Grupos homogéneos	
		1	2
sombra media	88	B	
sombra baja	88	B	
sombra alta	88		A
Significancia	264	0.64	1.00

Variedad	Muestra	Grupo homogéneo	
		1	2
Catimor	132	B	-
Caturra	132	-	A
Significancia	264	1.000	1.000

Fuente: Análisis estadístico Spss, 2017

Tabla 28. Análisis de varianza de adultos de broca en el mes de setiembre según: bloques, tratamientos, sombra, variedad e interacción.

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	F calculado	F tabular	Significancia	Decisión
Bloque	153.75	3	51.25	4.17	2.64	.007	Influye**
Tratamientos	528.34	5	105.67	8.60	2.25	.000	Influye**
Sombra	119.38	2	59.69	4.86	3.03	.009	Influye**
Variedad	403.27	1	403.27	32.82	3.88	.000	Influye**
Sombra*variedad	7.57	2	3.79	0.31	3.03	.735	No Influye
Error	3120.70	254	12.29	-	-	-	
Total	3802.795	262	-	-	-	-	

Fuente: Análisis estadístico Spss, 2017.

Tabla 29. Comparaciones Múltiples de Tukey de grupos homogéneos según bloques, tratamientos, sombra y variedad de la variable adultos en el mes de setiembre.

Bloque	Muestra	Grupos homogéneos	
		1	2
bloque I	66	B	-
bloque II	66	B	-
bloque IV	66	-	A
bloque III	66	-	A
Sig.	264	0.058	0.090

Tratamiento	Muestra	Grupos homogéneos		
		1	2	3
sombra baja-caturra	44	C	-	-
sombra alta-caturra	44	-	B	-
sombra media-caturra	44	-	B	-
sombra baja-catimor	44	-	B	-
sombra media-catimor	44	-	-	A
sombra alta-catimor	44	-	-	A
Significancia	264	1.000	0.711	0.122

Sombra	Muestra	Grupos homogéneos	
		1	2
sombra baja	88	B	-
sombra media	88	-	A
sombra alta	88	-	A
Significancia	264	1.000	0.874

Variedad	Muestra	Grupo homogéneos	
		1	2
Catimor	132	B	-
Caturra	132	-	A
Significancia	264	1.000	1.000

Fuente: Análisis estadístico Spss, 2017

Tabla 30. Análisis de varianza conjunta para adultos de broca del café

análisis de varianza conjunta para adultos de la broca del café					
fuelle	DF	SS	MS	F	P
BLOQUES	3	1391.4	463.79	15.07	0.0000
SOMBRA	2	1650.3	825.16	26.81	0.0000
VARIEDAD	1	5695.9	5695.88	185.06	0.0000
TIEMPO	4	3604.9	901.23	29.28	0.0000
SOMBRA*VARIEDAD	2	85.8	42.88	1.39	0.2487
SOMBRA*TIEMPO	8	1867.7	233.46	7.59	0.0000
VARIEDAD*TIEMPO	4	356.6	89.15	2.90	0.0211
SOMBRA*VARIEDAD*TIEMPO	8	466.7	58.33	1.90	0.0571
Error	1287	39611.0	30.78		
Total	1319	54730.1			

Fuente: Análisis estadístico statistix 8.

Tabla 31. Comparaciones Múltiples de Tukey para mediciones repetidas en el tiempo de grupos homogéneos según: sombra, variedad, tratamientos y tiempo para fluctuación de la broca del café.

sombra	Medias	Grupos homogéneos	
		1	2
alta	7.89	A	
media	5.98		B
baja	5.24		B

Variedad	Media	Grupos homogéneos	
		1	2
Catimor	8.45	A	-
Caturra	4.29	-	B

Tiempo	Media	Grupos homogéneos		
		1	2	3
1	7.84	A		
3	7.84	A		
2	7.31	A		
4	5.1		B	
5	3.76			C

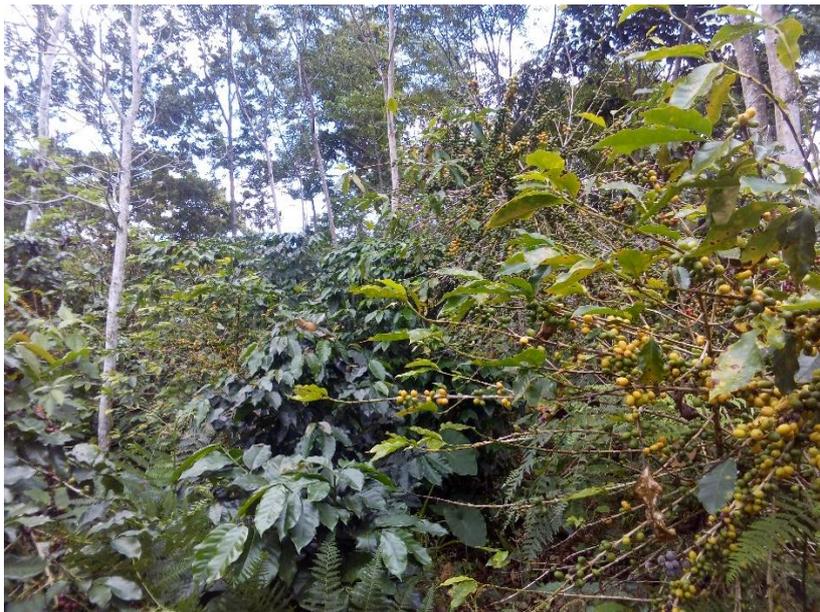
Tratamientos		Media	Grupos homogéneos			
Sombra	Variedad		1	2	3	4
alta	Catimor	10.11	A	-	-	-
media	Catimor	8.28	-	B	-	-
baja	Catimor	6.96	-	BC	-	-
alta	Caturra	5.68	-	-	C	-
media	Caturra	3.68	-	-	-	D
baja	Caturra	3.52	-	-	-	D

Fuente: Análisis estadístico statistix 8.

ANEXO II. FOTOGRAFÍAS



Fotografía 1. Medición de diámetro de copa de árbol para estimación del porcentaje de sombra



Fotografía 2. Vista de nivel de sombra media de la variedad Caturra



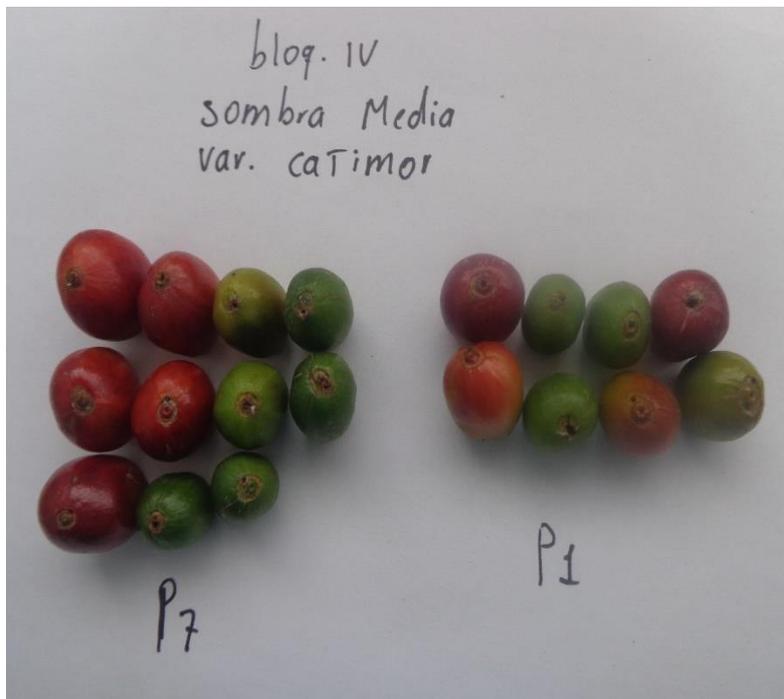
Fotografía 3. Evaluación de incidencia de la broca en la variedad de café catimor en el nivel de sombra media



Fotografía 4. Evaluación de incidencia de la broca en la variedad de café caturra en nivel de sombra baja



Fotografía 5. Evaluación de temperatura y humedad relativa en tratamiento experimental



Fotografía 6. Colección de frutos brocados variedad catimor para determinación de fluctuación poblacional



Fotografía 7. Colección de frutos brocados variedad caturra para determinación de fluctuación poblacional



Fotografía 8. Inicio de daño de broca en la variedad de café Caturra



Fotografía 9. Daños ocasionados de broca en fruto de café variedad Catimor



Fotografía 10. Disección de frutos para cuantificación de adultos de broca por tratamientos