

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



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

**“EFECTO DE LA ALTITUD Y EDAD DE PLANTACIÓN COMO
VARIABLES DETERMINANTES EN LA INCIDENCIA DE BROCA
DEL CAFÉ *HYPOTHENEMUS HAMPEI* (FERRARI), EN LA
PROVINCIA DE RODRÍGUEZ DE MENDOZA, AMAZONAS, 2017”**

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

AUTOR:

Br. Joel CARRANZA GOICOCHEA

ASESORES:

ASESOR: Ing. MSc. Segundo Manuel OLIVA CRUZ

CO-ASESOR: Ing. MSc. Antonio TACILLA VILLANUEVA

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



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

**“EFECTO DE LA ALTITUD Y EDAD DE PLANTACIÓN COMO
VARIABLES DETERMINANTES EN LA INCIDENCIA DE BROCA
DEL CAFÉ *HYPOTHENEMUS HAMPEI* (FERRARI), EN LA
PROVINCIA DE RODRÍGUEZ DE MENDOZA, AMAZONAS, 2017”**

TESIS

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

AUTOR:

Br. Joel CARRANZA GOICOCHEA

ASESORES:

ASESOR: Ing. MSc. Segundo Manuel OLIVA CRUZ

CO-ASESOR: Ing. MSc. Antonio TACILLA VILLANUEVA

CHACHAPOYAS- PERÚ

2018

DEDICATORIA

Dedico este trabajo de tesis a Dios Padre celestial por haberme dado la vida, salud, fuerza de voluntad y brindarme las oportunidades para que realizara un sueño que pocos podemos lograr.

A mi padre, Lino Carranza Cayao y a mi hermano Samuel, ya que aun después de fallecidos sus recuerdos me sirvieron de fortaleza e inspiración para alcanzar mi objetivo. A mis hermanos Walter, Lucinda, Ilma, José Elí y Florcita porque de forma indirecta tuvieron que sacrificarse, además de servirme de inspiración y apoyo moral para hacer realidad mi sueño de ser profesional.

A mi madre, Eufemia Goicochea Nuñez que, por su sacrificio, apoyo económico, valentía, consejos y oraciones me ayudaron a ver un sueño hecho realidad y el haber estado en todo momento a mi lado para terminar este proyecto de mi vida.

Joel Carranza Goicochea

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a Dios nuestro creador por haber derramado su gracia y amor sobre mi vida, por darme la sabiduría, inteligencia y conocimiento durante mi formación profesional y por ser mi guía en el camino del saber y orientar mis pasos por el sendero del éxito.

A mis padres y hermanos, por la incondicional confianza, amor y cariño que me demuestran día a día. Por impulsarme a continuar y lograr mis metas, porque creyeron en mí y siempre me dieron ejemplos dignos de superación y entrega en los momentos más difíciles de mi carrera.

A nuestra Alma Mater “Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas” y en especial a la “Facultad de Ingeniería y Ciencias Agrarias”, a la Escuela Profesional de “Ingeniería Agrónoma” por permitirme ser parte de una generación de triunfadores y gente productiva para el país.

A los docentes de la “Facultad de Ingeniería y Ciencias Agrarias”, a la Escuela Profesional de “Ingeniería Agrónoma” por transmitirme sus sabias enseñanzas y por los valores inculcados que contribuyeron en mi desarrollo profesional.

Agradezco profundamente al Instituto de Investigación para el Desarrollo Sustentable de Ceja de Selva INDES-CES, en especial a su Director Ejecutivo Ing. MSc. Segundo Manuel Oliva Cruz y al coordinador general del proyecto BROCAFÉ Ing. Santos Triunfo Leiva Espinoza, por darme la oportunidad de realizar mi tesis en esta prestigiosa Institución y por sus sinceros consejos, experiencias y enseñanzas que contribuyeron en el proceso de mi investigación y en la formación de mi vida profesional, siempre los tomaré en cuenta.

Al Programa Nacional de Innovación Agraria (PNIA) con el proyecto BROCAFÉ por el apoyo financiero complementario.

Agradezco al asesor Ing. MSc Segundo Manuel Oliva Cruz, por las orientaciones y conocimientos académicos que me proporcionó en la investigación y que con su apoyo y dedicación incondicional hizo posible la realización de nuestro trabajo de tesis. Al co-

asesor Ing. MSc Antonio Tacilla Villanueva por compartir sus conocimientos sobre la investigación y por su exigencia y sus consejos que sin duda me ha sido de mucho provecho.

A los miembros del jurado Ing. Lizette Daniana Méndez Fasabi, Ing. Guillermo Idrogo Vásquez y el Ing. MSc. Armstrong Barnard Fernández Jeri, por sus aportes científicos y su acertada colaboración en la evaluación y corrección del informe de investigación.

Agradezco a todos los productores cafetaleros de los distritos Omia, Huambo y Chirimoto, que muy gentilmente nos proporcionaron sus parcelas para la instalación y establecimiento de la investigación.

Hago extensivo mi agradecimiento a todos mis amigos y a todas aquellas personas que, de una u otra forma, colaboraron en la realización de esta investigación, y a mi pueblo querido que me vio nacer, donde estude y donde a pesar de la pobreza he pasado los momentos más lindos de mi vida.

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

Dr. POLICARPIO CHAUCA VALQUI

Rector

Dr. MIGUEL ÁNGEL BARRENA GURBILLÓN

Vicerrector Académico

Dra. FLOR TERESA GARCÍA HUAMÁN

Vicerrectora de Investigación

Ing. MSc. EFRAÍN MANUELITO CASTRO ALAYO

**Decano de la Facultad
de la Ingeniería y Ciencias Agrarias**

VISTO BUENO DEL ASESOR DE TESIS

El docente de la UNTRM-A que suscribe, hace constar que ha asesorado la tesis titulada “Efecto de la altitud y edad de plantación como variables determinantes en la incidencia de broca del café *Hypothenemus hampei* (Ferrari), en la Provincia de Rodríguez de Mendoza, Amazonas, 2017”, del Bachiller en Ingeniería Agrónoma egresado de la Escuela Profesional de Ingeniería Agrónoma de la UNTRM-A.

▪ **Br. Joel Carranza Goicochea**

El docente de la UNTRM-A que suscribe da su visto bueno para que la 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 Enero del 2018

Ing. MSc. Segundo Manuel Oliva Cruz

Docente de la UNTRM-A

VISTO BUENO DEL CO-ASESOR DE TESIS

El docente de la UNTRM-A que suscribe, hace constar que ha asesorado la tesis titulada “Efecto de la altitud y edad de plantación como variables determinantes en la incidencia de broca del café *Hypothenemus hampei* (Ferrari), en la Provincia de Rodríguez de Mendoza, Amazonas, 2017”, del Bachiller en Ingeniería Agrónoma egresa de la Escuela Profesional de Ingeniería Agrónoma de la UNTRM-A.

▪ **Br. Joel Carranza Goicochea**

El docente de la UNTRM-A que suscribe da su visto bueno para que la 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 enero del 2018

Ing. MSc. Antonio Tacilla Villanueva

Docente de la UNTRM-A

JURADO EVALUADOR DE TESIS

Ing. Lizette Daniana Méndez Fasabi

Presidente

Ing. Guillermo Idrogo Vásquez

Secretario

Ing. MSc. Armstrong Barnard Fernández Jeri

Vocal



ANEXO 2-0

DECLARACIÓN JURADA DE NO PLAGIO

Yo, Joel Carranza Goicochea, identificado con DNI 70561768
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 altitud y edad de plantación como variables determinantes
en la incidencia de broca del café Hypothenemus hampei (Ferrari), en la
provincia de Rodríguez de Mendoza, Amazonas, 2017."
La misma que presento para optar:

el 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, 25 de enero de 2018.



ANEXO 2-N

ACTA DE EVALUACIÓN DE SUSTENTACIÓN DE LA TESIS

En la ciudad de Chachapoyas, el día 25 de Enero del año 2018, siendo las 4:00 p.m. horas, el aspirante: Joel Carranza Goicochea defiende públicamente la tesis titulada: Efecto de la altitud y edad de plantación como variables determinantes en la incidencia de broca del café Hypotenemus Hampei (Ferrari) en la provincia de 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. Dignita Daviana Mendez Tesabi

Secretario: Ing. Guillermo Idrogo Viquez

Vocal: Ing. MSc. Armstrong Bernard Fernández Jan



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 5:50 p.m. horas del mismo día, el jurado concluye el acto de sustentación de la tesis.

[Signature]
SECRETARIO

[Signature]
PRESIDENTE

[Signature]
VOCAL

OBSERVACIONES:

ÍNDICE GENERAL

	Pág.
DEDICATORIA.....	iii
AGRADECIMIENTOS.....	iv
AUTORIDADES DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL TORIBIO RODRÍGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS	vi
VISTO BUENO DEL ASESOR DE TESIS	vii
VISTO BUENO DEL CO-ASESOR DE TESIS.....	viii
JURADO EVALUADOR DE TESIS	ix
DECLARACIÓN JURADA DE NO PLAGIO	¡Error! Marcador no definido.
ÍNDICE GENERAL.....	xii
ÍNDICE DE TABLAS.....	xvi
ÍNDICE DE FIGURAS	xviii
ÍNDICE DE FOTOGRAFIAS.....	xx
RESUMEN.....	xxi
ABSTRACT	xxii
I. INTRODUCCIÓN	22
II. OBJETIVOS	24
2.1. Objetivos	24
2.1.1. Objetivo general	24
2.1.2. Objetivos específicos.....	24
III. MARCO TEÓRICO	25
3.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN.....	25
3.2. Bases teóricas.....	28
3.2.1. Generalidades del café.....	28
3.2.2. Aspectos botánicos del café	30
3.2.2.1. Clasificación taxonómica	30

3.2.3. Morfología general del café	30
a. Raíz.....	31
b. Tallo	32
c. Hoja.....	32
d. Inflorescencia	32
e. Flor	33
f. Fruto.....	33
g. Semilla.....	34
3.2.4. Variedades de café	34
3.2.4.1. Variedad catimor	34
3.2.5. Fisiología del café	35
3.2.5.1. Etapas del ciclo fisiológico del café.....	36
3.2.6. Aspectos climáticos del cultivo de café	37
3.2.6.1. Altitud.....	37
3.2.6.2. Precipitación.....	37
3.2.6.3. Temperatura	38
3.2.6.4. Humedad relativa	38
3.2.6.5. Viento	38
3.2.7. Plagas en el cultivo del café	39
3.2.7.1. Broca del café <i>Hypothenemus hampei</i> (Ferrari).....	39
3.2.7.2. Clasificación taxonómica de la broca del fruto del café.	39
3.2.7.3. Aspectos ecológicos de la broca.....	40
3.2.7.4. Características morfológicas de la broca del café	40
3.2.7.5. Biología y ciclo biológico de la broca del café	42
3.2.7.6. Principales daños de la broca del café.....	43
III. MATERIALES Y MÉTODOS.....	45
3.1. Lugar de ejecución.....	45

3.2. Materiales e instrumentos utilizados	47
3.2.1. Materiales de campo.....	47
3.3. Objeto de estudio	47
3.4. Diseño de investigación	48
3.4.1. Descripción del diseño experimental.....	48
3.4.2. Tratamientos:.....	48
3.4.3. Tamaño del área experimental	50
3.4.4. Características del área experimental.....	50
3.5. Población.....	51
3.6. Muestra	52
3.7. Muestreo	53
3.8. Métodos	53
3.8.1. Método de muestreo para determinar el porcentaje de incidencia de la broca del café.	53
3.9. Técnicas	54
3.9.1. Técnica de recolección de muestras para determinar la fluctuación de adultos dentro del fruto.	54
3.10. Procedimiento	54
3.10.1. Preparación de la parcela experimental	54
3.10.1.1. Medición de las parcelas	54
3.10.1.2. Delimitación de las parcelas.....	55
3.10.1.3. Control de malezas en las parcelas.....	55
3.10.1.4. Muestreo para la identificación y selección de las plantas submuestra ...	55
3.10.1.5. Etiquetado de las submuestras.....	57
3.11. Variables evaluadas	57
3.11.1. Determinación de la incidencia de broca de café	57
3.11.2. Determinación de la fluctuación poblacional de adultos de broca dentro del fruto.	57

3.11.3. Frecuencia de muestreo o evaluación	57
3.12. Análisis estadístico	58
3.12.1. Modelo aditivo lineal	58
IV. RESULTADOS	60
4.1. Porcentaje de incidencia de broca del café <i>Hypothenemus hampei</i>	60
4.2. Fluctuación poblacional de adultos de broca <i>Hypothenemus hampei</i> dentro del fruto en diferentes épocas de cosecha.	67
V. DISCUSIONES	76
VI. CONCLUSIONES	79
VII. RECOMENDACIONES	80
VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	81
ANEXO 1: Tablas de resultados.....	87
ANEXO 2: Galería de fotografías.....	102

ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1: Clasificación taxonómica del café según Mora (2008):.....	30
Tabla 2: Ciclo fisiológico del café en la zona alta (> 1200 m.s.n.m).....	36
Tabla 3: Ciclo fisiológico del café en la zona baja (<1200 m.s.n.m).	36
Tabla 4: Clasificación taxonómica de la broca del café según (Ticheler, 1991).....	39
Tabla 5: Relación de Productores en donde se encontró ubicado las parcelas experimentales con sus respectivas coordenadas.	45
Tabla 6 : Descripción de los tratamientos en tres pisos altitudinales y en tres edades de café.....	49
Tabla 7: Características del área experimental.....	50
Tabla 8: Tamaño de muestra	52
Tabla 9: Análisis de varianza (ANOVA)	59
Tabla 10: Parámetros evaluados (Temperatura °C)	87
Tabla 11: Parámetros evaluados (Humedad relativa %)	87
Tabla 12: Base de datos.....	87
Tabla 13: Análisis de variancia del porcentaje de incidencia de broca de café según la influencia de los tratamientos, altitud, edad, altitud*edad en la 1 ^{era} evaluación.	90
Tabla 14: Comparaciones múltiples de Tukey en la 1 ^{era} evaluación para grupos de promedios homogéneos en el porcentaje de incidencia de broca de café según tratamientos, altitud, edad, altitud*edad.....	90
Tabla 15: Análisis de variancia del porcentaje de incidencia de broca de café según la influencia de los tratamientos, altitud, edad, altitud*edad en la 2 ^{da} evaluación.....	91
Tabla 16: Comparaciones múltiples de Tukey en la 2 ^{da} evaluación para grupos de promedios homogéneos en el porcentaje de incidencia de broca de café según los tratamientos, altitud, edad, altitud*edad.....	91
Tabla 17: Análisis de variancia del porcentaje de incidencia de broca de café según la influencia de los tratamientos, altitud, edad, altitud*edad en la 3 ^{era} evaluación.	92
Tabla 18: Comparaciones múltiples de Tukey en la 3 ^{era} evaluación para grupos de promedios homogéneos en el porcentaje de incidencia de broca de café según los tratamientos, altitud, edad, altitud*edad.....	93
Tabla 19: Análisis de variancia del porcentaje de incidencia de broca de café según la influencia de los tratamientos, altitud, edad, altitud*edad en la 4 ^{ta} evaluación.	94

Tabla 20: Comparaciones múltiples de Tukey en la 4 ^{ta} evaluación para grupos de promedios homogéneos en el porcentaje de incidencia de broca de café según los tratamientos, altitud, edad, altitud*edad.....	94
Tabla 21: Comparación del porcentaje de incidencia de broca de café en las evaluaciones 1 ^{era} , 2 ^{da} , 3 ^{era} y 4 ^{ta} según los tratamientos, altitud, edad, altitud*edad.	95
Tabla 22: Análisis de variancia de la fluctuación poblacional de adultos de broca de café (<i>H. hampei</i>) según la influencia de los tratamientos, altitud, edad, altitud*edad en la 1 ^{era} evaluación.....	96
Tabla 23: Comparaciones múltiples de Tukey en la 1 ^{era} evaluación para grupos de promedios homogéneos en la fluctuación poblacional de adultos de broca de café (<i>H. hampei</i>) según los tratamientos, altitud, edad, altitud*edad.....	96
Tabla 24: Análisis de variancia de la fluctuación poblacional de adultos de broca de café (<i>H. hampei</i>) según la influencia de los tratamientos, altitud, edad, altitud*edad en la 2 ^{da} evaluación.	97
Tabla 25: Comparaciones múltiples de Tukey en la 2 ^{da} evaluación para grupos de promedios homogéneos en la fluctuación poblacional de adultos de broca de café (<i>H. hampei</i>) de broca de café según los tratamientos, altitud, edad, altitud*edad.....	97
Tabla 26: Análisis de variancia de la fluctuación poblacional de adultos de broca de café (<i>H. hampei</i>) según la influencia de los tratamientos, altitud, edad, altitud*edad en la 3 ^{era} evaluación.....	98
Tabla 27: Comparaciones múltiples de Tukey en la 3 ^{era} evaluación para grupos de promedios homogéneos en la fluctuación poblacional de adultos de broca de café (<i>H. hampei</i>) de broca de café según los tratamientos, altitud, edad, altitud*edad.....	99
Tabla 28: Análisis de variancia de la fluctuación poblacional de adultos de broca de café (<i>H. hampei</i>) según la influencia de los tratamientos, altitud, edad, altitud*edad en la 4 ^{ta} evaluación.....	100
Tabla 29: Comparaciones múltiples de Tukey en la 4 ^{ta} evaluación para grupos de promedios homogéneos en la fluctuación poblacional de adultos de broca de café (<i>H. hampei</i>) de broca de café según los tratamientos, altitud, edad, altitud*edad.....	100
Tabla 30: Comparación de la fluctuación poblacional de adultos de broca de café (<i>H. hampei</i>), en las evaluaciones 1 ^{era} , 2 ^{da} , 3 ^{era} y 4 ^{ta} según los tratamientos, altitud, edad, altitud*edad.	101

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pag.
Figura 1: Ubicación geográfica del área de estudio: Región Amazonas, provincia de Rodríguez de Mendoza distritos de Chirimoto (sector Achamal), Omia (sector El Tingo) y Huambo (sector Dos Cruces).	46
Figura 2: Croquis de la distribución del área experimental.	50
Figura 3: Distribución de plantas por parcela.	56
Figura 4: Distribución del porcentaje de incidencia de la broca según tratamientos, altitud, edad, y la interacción altitud*edad en la 1 ^{era} evaluación del mes de mayo.....	60
Figura 5: Distribución del porcentaje de incidencia de la broca según tratamientos, altitud, edad y altitud*edad en la evaluación 02 del mes de junio.	62
Figura 6: Distribución del porcentaje de incidencia de la broca según tratamientos, altitud, edad y altitud*edad en la 3 ^{era} evaluación del mes de julio.	63
Figura 7: Distribución del porcentaje de incidencia de la broca según tratamientos, altitud, edad y altitud*edad en la 4 ^{ta} evaluación del mes de agosto.	64
Figura 8: Comparación del porcentaje de incidencia de broca de café en la 1 ^{era} , 2 ^{da} , 3 ^{era} y 4 ^{ta} evaluación según los tratamientos.	65
Figura 9: Comparación del porcentaje de incidencia de broca de café en la 1 ^{era} , 2 ^{da} , 3 ^{era} y 4 ^{ta} evaluación según el factor altitud (m.s.n.m).....	66
Figura 10: Comparación del porcentaje de incidencia de broca de café en la 1 ^{era} , 2 ^{da} , 3 ^{era} y 4 ^{ta} evaluación según el factor edad (años).....	66
Figura 11: Comparación del porcentaje de incidencia de broca de café en las evaluaciones 1 ^{era} , 2 ^{da} , 3 ^{era} y 4 ^{ta} según la interacción de los factores altitud*edad.....	67
Figura 12: Distribución de la fluctuación poblacional de adultos según tratamientos, altitud, edad y altitud*edad en la 1 ^{ra} evaluación del mes de mayo.....	68
Figura 13: Distribución de la fluctuación poblacional de adultos según tratamientos, altitud, edad y altitud*edad en la 2 ^{da} evaluación del mes de junio.....	69
Figura 14: Distribución de la fluctuación poblacional de adultos según tratamientos, altitud, edad y altitud*edad en la 3 ^{ra} evaluación del mes de julio.	70
Figura 15: Distribución de la fluctuación poblacional de adultos según tratamientos, altitud, edad y altitud*edad en la 4 ^{ta} evaluación del mes de agosto.	72
Figura 16: Comparación de la fluctuación poblacional de adultos de broca de café en la 1 ^{era} , 2 ^{da} , 3 ^{era} y 4 ^{ta} evaluación según los tratamientos.	73

Figura 17: Comparación de la fluctuación poblacional de adultos de broca de café en la 1 ^{era} , 2 ^{da} , 3 ^{era} y 4 ^{ta} evaluación según el factor altitud (m.s.n.m).....	74
Figura 18: Comparación de la fluctuación poblacional de adultos de broca de café en la 1 ^{era} , 2 ^{da} , 3 ^{era} y 4 ^{ta} evaluación según el factor edad de plantación.	74
Figura 19: Comparación de la fluctuación poblacional de adultos de broca de café en la 1 ^{era} , 2 ^{da} , 3 ^{era} y 4 ^{ta} evaluación según la interacción altitud*edad.	75

ÍNDICE DE FOTOGRAFIAS

	Pag.
Fotografía 1: Planta de café variedad catimor de 3 años.	35
Fotografía 2: Daños de <i>Hypothenemus hampei</i> en frutos de café.....	44
Fotografía 3: Identificación de fincas de café de la provincia de Rodríguez de Mendoza.	102
Fotografía 4: Georreferenciación de las fincas y parcelas experimentales.	102
Fotografía 5: Selección de parcelas experimentales donde se llevó a cabo la investigación.....	103
Fotografía 6: Medición de las parcelas experimentales.	103
Fotografía 7: Delimitación de las parcelas experimentales.	104
Fotografía 8: Selección aleatoria de las plantas submuestra.....	104
Fotografía 9: Construcción de letreros.....	105
Fotografía 10: Colocación del letrero que lleva el nombre del proyecto de investigación.....	105
Fotografía 11: Colocación de letreros en las parcelas experimentales que corresponden a los tratamientos.	106
Fotografía 12: Etiquetado de las plantas submuestra.....	107
Fotografía 13: Evaluación de la incidencia de broca del café.....	107
Fotografía 14: Recolección de muestras de frutos brocados.....	108
Fotografía 15: Muestras de frutos brocados colocadas en bolsas plásticas.	108
Fotografía 16: Disección de frutos brocados en laboratorio de Sanidad Vegetal.....	109

RESUMEN

La presente investigación se realizó en tres distritos de la provincia de Rodríguez de Mendoza (Omía, Huambo y Chirimoto) de la región Amazonas, durante los meses de abril a septiembre del año 2017, con la finalidad de evaluar el efecto de la altitud y edad de plantación, como variables determinantes en la incidencia de broca de café, así como evaluar la fluctuación poblacional de adultos de broca *Hypothenemus hampei* (Ferrari), dentro del fruto en diferentes épocas de cosecha. Para ello se utilizó un diseño en bloques completamente al azar (DBCA) con arreglo bi factorial, con sub-muestra que mostraron igual número de repeticiones e igual número de unidades en la muestra, siendo en total nueve tratamientos y tres bloques. Para el análisis de los datos se utilizó la comparación de medias a través de análisis de varianza y para las comparaciones múltiples se empleó la prueba de Tukey al 95% de confianza. Los tratamientos evaluados fueron T1 (1200-1400 m.s.n.m.*3-5 años), T2 (1200-1400 m.s.n.m.*5-8 años), T3 (1200-1400 m.s.n.m.*> 8 años), T4 (1400-1600 m.s.n.m.*3-5 años), T5 (1400-1600 m.s.n.m.*5-8 años), T6 (1400-1600 m.s.n.m.*> 8 años), T7 (> 1600 m.s.n.m.*3-5 años), T8 (> 1600 m.s.n.m.*5-8 años) y T9 (> 1600 m.s.n.m.*> 8 años). Las variables evaluadas fueron porcentaje (%) de incidencia de broca y fluctuación poblacional de adultos dentro del fruto en diferentes épocas de cosecha. Los mayores resultados promedios obtenidos en cuanto al % de incidencia corresponden a los tratamientos T3 y T2 con valores de 34.9 y 24.6% respectivamente; y los menores resultados promedios corresponden a los tratamientos T4 y T7 con valores de 2.4 y 2.26% respectivamente. En cuanto a la fluctuación poblacional de adultos dentro del fruto, los mayores resultados promedios corresponden a los tratamientos T3 y T2 con valores de 17.45 y 10.75 individuos; y los menores resultados promedios corresponden a los tratamientos T4 y T7 con valores de 1.1 y 1.4 individuos. La fluctuación poblacional de adultos varió durante todo el periodo de evaluación, siendo mayor la diferencia en las dos primeras evaluaciones que corresponden a los dos primeros meses. Llegando a la conclusión que, a menor altitud y mayor edad de plantación, mayor es la incidencia de broca; mientras que a mayor altitud y menor edad de plantación menor es la incidencia de broca.

Palabras claves: Porcentaje de incidencia, Altitud, Edad de plantación, Fluctuación poblacional, *Coffea arabica*, café orgánico, agroforestería.

ABSTRACT

The present investigation was carried out in three districts of the province of Rodríguez de Mendoza (Omia, Huambo and Chirimoto) of the Amazon region, during the months of April to September of the year 2017, with the purpose of evaluating the effect of altitude and age. of plantation, as determinant variables in the incidence of coffee berry borer, as well as to evaluate the population fluctuation of adults of broccoli *Hypothenemus hampei* (Ferrari), within the fruit at different times of harvest. For this, a completely block randomized design (DBCA) was used with a bi-factorial arrangement, with sub-sample that showed an equal number of repetitions and an equal number of units in the sample, with a total of nine treatments and three blocks. For the analysis of the data we used the comparison of means through analysis of variance and for the multiple comparisons, the Tukey test at 95% confidence was used. The treatments evaluated were T1 (1200-1400 msnm * 3-5 years), T2 (1200-1400 msnm * 5-8 years), T3 (1200-1400 msnm * > 8 years), T4 (1400-1600 msnm * 3 -5 years), T5 (1400-1600 masl * 5-8 years), T6 (1400-1600 masl * > 8 years), T7 (> 1600 masl * 3-5 years), T8 (> 1600 masl * 5- 8 years) and T9 (> 1600 msnm * > 8 years). The variables evaluated were percentage (%) of broca incidence and adult population fluctuation within the fruit at different harvest times. The highest average results obtained in terms of% incidence correspond to treatments T3 and T2 with values of 34.9 and 24.6% respectively; and the lowest average results correspond to treatments T4 and T7 with values of 2.4 and 2.26% respectively. Regarding the population fluctuation of adults within the fruit, the highest average results correspond to treatments T3 and T2 with values of 17.45 and 10.75 individuals; and the lowest average results correspond to treatments T4 and T7 with values of 1.1 and 1.4 individuals. The adult population fluctuation varied throughout the evaluation period, the difference being greater in the first two evaluations corresponding to the first two months. Arriving at the conclusion that, at a lower altitude and older planting age, the incidence of broca is higher; while at a higher altitude and lower age of planting, the incidence of broca is lower.

Key words: Percentage of incidence, Altitude, Age of plantation, Population fluctuation, *Coffea arabica*, organic coffee, agroforestry.

I. INTRODUCCIÓN

El café (*Coffea arabica L.*) es originaria de las tierras altas de más de 1000 m.s.n.m. de Etiopia, Sudan y África; es uno de los cultivos de exportación más importantes en muchos países de América y del mundo, ocupando el segundo lugar después del petróleo, en valor comercial en el mundo y es el más valioso objeto de negociación de los productos básicos a nivel mundial, con ventas globales estimadas en US\$ 90 mil millones (Silva, 2007). Brasil es el productor de café más grande del mundo, seguido por Vietnam y Colombia. Alrededor del 70% de la cosecha mundial se cultiva en pequeñas explotaciones y por lo tanto, es una empresa familiar que ofrece mantenimiento a más de 25 millones de personas en todo el mundo (Da Matta, 2008).

Es uno de los cultivos de gran importancia económica para el Perú, viene a ser el primer producto de agroexportación (95% de la producción nacional y US\$ 420 millones de valor FOB) (Junta Nacional del Café JNC, 2015); además genera grandes divisas para nuestro país (7% del PBI nacional y el 25% del agrícola) y empleo para los agricultores que se dedican a dicho cultivo (Castañeda, 1997). La superficie sembrada es aproximadamente de 425 mil hectáreas, de la que dependen directa e indirectamente dos millones de peruanos; su rendimiento promedio es 20 qq/ha. Este bajo rendimiento se debe a la escasa capacidad de gestión empresarial, limitada transferencia de tecnología para la producción de café orgánico falta de oferta de semilla certificada, manejo inadecuado y sobre todo al ataque de plagas y enfermedades (AGROBANCO, 2007).

Como cualquier otro cultivo, el café es susceptible a una serie de plagas y enfermedades de diversa importancia económica, que afectan la rentabilidad cuando no se toman las medidas adecuadas para prevenirlas (Guharay, 2000). Entre las principales plagas a nivel nacional está el escolítido *Hypothenemus hampei* (Ferrari), conocido como broca del café, que debido a sus características biológicas, naturaleza no endémica y la ausencia de enemigos naturales que facilitan su rápida adaptación causa serias mermas tanto en el rendimiento como en la calidad del producto, ya que la hembra adulta taladra y hace galerías en el endospermo del grano de café, produciendo tres tipos de daños: perforación y alimentación por los adultos y su

progenie que reduce la producción y la calidad del producto final; el daño físico de la broca permite que los granos maduros atacados sean vulnerables a la infestación y a los ataques de otras plagas y el tercer daño consiste en que cuando no existen suficientes granos maduros en el cultivo, la broca ataca también a los granos verdes, en los cuales no se reproducen, pero causan la caída prematura de los mismos (Barrera *et al.*, 2006).

Ante este problema se ha implementado el Manejo Integrado de la Broca (MIB), el cual se inicia con el conocimiento de los niveles de infestación de broca mediante un muestreo de incidencia; siendo este un factor importante para la toma de decisiones sobre una medida de control y el momento oportuno para la implementación de la misma en el MIB (Centro Agronomico Tropical de Investigacion y Enseñanza CATIE, 1997); sin embargo, los niveles de infestación de broca son difíciles de estimar por la distribución agregada de este insecto y la heterogeneidad de las plantaciones. Son muchas las investigaciones realizadas para conocer la población real, pero ninguna ha sido concluyente en la forma de estimar poblaciones exactas de *Hypothenemus hampei* (Montoya, 1997).

La evaluación de poblaciones de broca puede ser establecida con la evaluación del número o del porcentaje de frutos infestados. Otro método de evaluación de poblaciones es la disección de frutos brocados, el cual da una mejor aproximación de la población real existente en un lote y a la vez una aproximación de la población futura, ya que se conoce la cantidad de individuos existentes en cada fruto brocado, pero su desventaja más significativa es su mayor costo y tiempo de ejecución (Remond, 1996).

Con la finalidad de conocer la incidencia y fluctuación población de broca dentro del fruto de forma rápida y confiable y ante la necesidad de información a los productores cafetaleros de la provincia de Rodríguez de Mendoza, se realizó el presente estudio acerca de la evaluación de la incidencia de broca y la fluctuación poblacional de adultos dentro del fruto, para poder orientarles y hacer de su conocimiento en que momento puedan aplicar el MIB.

II. OBJETIVOS

2.1. Objetivos

2.1.1. Objetivo general

Evaluar el efecto de la altitud y edad de plantación como variables determinantes en la incidencia de broca de café.

2.1.2. Objetivos específicos

1. Determinar la incidencia de broca del café, en tres altitudes de la provincia de Rodríguez de Mendoza.
2. Determinar la incidencia de la broca del café, en tres rangos de edades: 3-5 años, 5-8 años y mayor a 8 años.
3. Comparar la incidencia de broca del café, mediante la interacción de altitud con edad de plantación.
4. Determinar la fluctuación poblacional de adultos de *Hypothenemus hampei* (Ferrari), dentro del fruto en diferentes épocas de cosecha.

III. MARCO TEÓRICO

3.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

Según la publicación de AGROBANCO (2012), sobre “Manejo integrado de plagas en el cultivo del café, Jaén- Cajamarca” con la finalidad de proporcionar los principales conocimientos que ayuden a prevenir los daños producidos por plagas; afirma que la incidencia de plagas en el cafeto es muy variada, teniendo como la principal a la broca del café que ataca a los frutos. Además, la edad de la planta tiene influencia, las plantas jóvenes posiblemente son más susceptibles a los insectos escamosos del orden Homóptera que las adultas y que las plantas adultas con deficiente manejo y abandonados están más propensos al ataque de broca.

Según Montes *et al.*, (2012), en su investigación “Infestacion e incidencia de broca, roya y mancha de hierro en el cultivo de café del departamento del cauca”. Se evaluó el comportamiento de la broca y su relación con los factores climáticos siguiendo la metodología propuesta por (Cenicafe, 1993), realizó muestreos mensuales para evaluar la incidencia e infestación de broca; teniendo como resultados que la distribución de la infestación de broca está relacionada con la presencia de altas temperaturas y menores altitudes, teniendo a la mayor infestación entre junio y septiembre, meses en los que la temperatura aumentó de 18.8 °C a 19.4 °C en promedio, resultado que coincide con lo obtenido por (Bustillo, 2007), quien encontró que la dinámica de la broca es muy variable y presenta mayor incremento en épocas secas llegando a albergar entre 25 y 150 adultos/ fruto.

En un artículo publicado por Guifarro (2010), denominado “Evaluación de enfermedades en el desarrollo del café (*Coffea arabica*) y sombra en fincas agroforestales certificadas en Turrialba y Orosi, Costa Rica”. Se evaluó la incidencia de enfermedades del café con sombra bajo manejo orgánico y convencional certificados, en diferentes sistemas agroforestales. El estudio consistió en determinar el comportamiento de las principales plagas del café de

acuerdo con los diferentes sellos de certificación; llegando a la conclusión de que las pérdidas provocadas por *Hypothenemus hampei*, están influenciadas por la altitud; encontró un 34% de pérdidas en zona de menor altitud, 32% en zona media y un 23% en mayor altitud; en las zonas de menor altura existen condiciones más favorables para el desarrollo poblacional de esta plaga. La altitud está directamente relacionada con la temperatura ambiental. En este sentido, plantean que en cafetales en zonas bajas con alturas entre los 500 y 700 m.s.n.m las poblaciones de esta plaga son mayores.

Según Ingunza (1993), en su artículo "La broca del café y su significado económico para la región de la selva peruana" dice que se han realizado investigaciones en el valle de Chanchamayo, sobre 10000 Has atacadas por la broca del café, en dos campañas sucesivas, encontrándose que, a similitud de radiación solar, pluviosidad, sistema de cultivo, etc., la altitud sobre el nivel del mar influye en el grado de ataque a los frutos por el insecto, siendo este menor cuanto mayor es la altura. Por lo tanto, recomienda cultivar café entre 1200 y 2000 metros sobre nivel del mar, ya que además de prestarse para la producción de café de calidad, se logra mantener la infestación de broca por debajo de límites permisibles (5% en promedio).

En una investigación realizada por Acacio & Gil (2013), denominado "Efecto del color de trampa en la captura de la broca del café (*Hypothenemus hampei* Ferrari) en tres localidades de Tingo María", con la finalidad de determinar el efecto del color de trampa en la captura de la broca del café, *Hypothenemus hampei* Ferrari., en café Catimor y la incidencia de este coleóptero en las tres localidades en estudio. Se concluyó que el ámbito óptimo de altitud para el desarrollo de la broca es de 800 a 1000 m.s.n.m con edad entre 5- 6 años y generalmente a más de 1500 m.s.n.m, este fitófago presenta bajos niveles de reproducción y adaptación por lo que no ocasiona problemas económicos en el cultivo de café.

Según Bustillo (2007), en su investigación "El manejo de cafetales y su relación con el control de la broca del café en Colombia", estudios realizados en cafetales ubicados entre 1200 m.s.n.m y 1350 m.s.n.m, se encontró que el ataque directo

de la broca sobre el fruto es mayor, debido a que la acumulación de la materia seca en el fruto es más rápida; es decir que, a una altitud de 1200 m.s.n.m, el desarrollo desde la floración a la cosecha puede tomar 7 meses, pero a 1800 m.s.n.m de altitud (19°C), éste puede tardar 9 meses. En general, concluye que en los cafetales ubicados en lugares donde las variaciones climáticas son constantes, la incidencia y fluctuación de la broca es muy variable favoreciéndose su incremento en los tiempos de sequía.

En investigaciones realizadas por Tirabanti *et al.*, (2013), denominado “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”. Se evaluó en 3 bloques al azar de 25 m² cada uno, para la estimación de la incidencia de la roya y broca se seleccionó 10 plantas de café, 3 plantas en cada uno de los 2 primeros bloques y 4 plantas en el tercer bloque; se evaluaron 100 frutos, 10 frutos por planta (parte baja 3 frutos, parte media 4 frutos y 3 hojas en la parte superior). Se concluyó que a altitudes por debajo de 1400 m.s.n.m la incidencia es 51.3%. Sin embargo, a partir de 1400 a 1600 m.s.n.m el nivel de incidencia es 6.4%, y a partir de los 1600 m.s.n.m. a mas, el nivel de incidencia es menor al 5% por lo que no representa un efecto económico importante. Así mismo, dicho autor evaluó la incidencia de broca en diferentes edades de plantaciones de café, entre 2 y 7 años, 8 y 13 años, 14 y 19 años y 20 y 25 año; y concluyó que en cafetales tiernos (2-7 años) la incidencia es de 13%, en cafetales reactivamente viejos (8 y 13 años) la incidencia es de 40.75%, en cafetales viejos (14 y 19) la incidencia es de 51.1% y en cafetales muy viejos (20 y 25) la incidencia es de 55.0%.

Según Constantino (2010), en su publicación “Efecto del cambio y la variabilidad climática en la dinámica de infestación de la broca del café, *Hypothenemus hampei* en la zona central cafetera de Colombia”. Con la finalidad de determinar el efecto del clima en la dinámica poblacional de la broca del café manifiesta que dentro de la variación altitudinal del cultivo, existe una relación entre la dinámica de infestación de la broca y la altitud, siendo mayor el desarrollo en localidades bajas, por debajo de 1200 m.s.n.m con temperaturas superiores a 21°C, y el desarrollo es menor en sitios por encima de 1600 m.s.n.m.

con temperaturas medias por debajo de 19°C. La dinámica de infestación de la broca del café también está influenciada por otros factores climáticos como la precipitación, la humedad relativa y el estado fisiológico de los frutos de café siendo el periodo crítico cuando los frutos han alcanzado un 20% de peso en materia seca o sea cuando han alcanzado 120 días de desarrollo.

3.2.Bases teóricas

3.2.1.Generalidades del café

El café es originario de Etiopía, situada en la parte nororiental del continente africano, aunque por mucho tiempo se pensó que su verdadera cuna había sido Yemen, ya que muchas leyendas antiguas relativas al café hacían referencia a la península Arábiga. Los árabes descubrieron muy pronto las virtudes del café y sus posibilidades económicas, y a partir de ese momento el café comenzó a conquistar el mundo (Wintgens, 2004).

El café es la planta estimulante más difundida en el mundo, por su importancia económica ocupa grandes áreas montañosas y boscosas de América y África, considerándose como fuente fundamental de divisas en Colombia, Brasil, Costa Rica, Etiopía, Perú, etc. Se cultiva en casi todos los países tropicales y aparece como uno de los productos más preciados de la agricultura (MINAGRI, 2013).

En el Perú actualmente existen alrededor de 350 mil hectáreas sembradas de café, constituyendo uno de los componentes principales para la ejecución de proyectos de "Desarrollo Alternativo". Sus áreas de cultivo están distribuidas a lo largo de la Selva Alta y los Andes tropicales, donde las condiciones climáticas permiten la obtención de café de alta calidad (AGROBANCO, 2012).

En el Perú el café es un cultivo de gran importancia económica y social, en el año 2015 se exportó por un valor FOB de más de US\$ 420 millones, cifra que lo convierte en el principal producto de agro exportación. La

superficie sembrada es aproximadamente de 425 mil hectáreas de la que dependen directa e indirectamente dos millones de peruanos (Junta Nacional del Café JNC, 2015).

El café prefiere suelos ligeramente ácidos, pH entre 6 y 6.5 pero también puede crecer en suelos con pH 3.1 (Muschler, 2001). El suelo ideal debe tener buena mezcla de arcilla y arena con 60% de espacios porosos y un nivel de materia orgánica. (Harrington & Marin, 2008).

Se ha encontrado que suelos arcillosos provocan significativamente más defectos en los granos que los suelos con mejor textura (Vaast *et al.*, 2003).

Los climas tropicales y sub tropicales con temperatura que varía entre 20 y 25°C, con lluvia anual de 1500 a 2500 mm y terrenos con altitud entre los 1000 y 1500 m.s.n.m, son los más apropiados para la producción del café.

La cantidad de luz y horas de sol tiene gran influencia en la producción, a mayor luminosidad la planta puede dar mayor cosecha, siempre que se encuentre bien abonado (Aliaga & Bermudes, 1994).

Existen otros factores de tipo agronómico que influyen en el desarrollo del café, como son: la variedad, densidad de siembra, sombra, manejo, edad y nutrición (Enriquez, 1994).

La sombra en el café regula la cantidad y calidad de luz, con poca intensidad hay poca apertura de estomas, reduce la fotosíntesis y el metabolismo de la planta. A medida que la cantidad de luz aumenta, se intensifican y mejoran las funciones del café (ANACAFE, 1991).

3.2.2. Aspectos botánicos del café

3.2.2.1. Clasificación taxonómica

Tabla 1: Clasificación taxonómica del café según Mora (2008):

Taxonomía:	Nombre
Reino:	Vegetal
División:	Magnoliophyta
Tipo:	Espermatofitas
Subtipo:	Angiospermas
Clase:	Dicotiledonea
Orden:	Rubiales
Familia:	Rubiaceas
Género:	<i>Coffea</i>
Especie:	<i>Coffea arábica</i>

3.2.3. Morfología general del café

El café es una planta arbustiva que tiene un solo eje, en cuyo extremo hay una zona de crecimiento activo permanente, que va alargando el tallo, formando nudos y entrenudos. Las ramas laterales se alargan y la parte superior del eje vertical continúa creciendo, así se producen nuevas ramas en diversos ángulos, por lo que la planta adquiere una forma cónica. El eje central o ramas ortotrópicas que crecen verticalmente, sólo producen yemas vegetativas. Las ramas laterales o plagiotrópicas, son las ramas primarias y dan origen a ramas secundarias o de segundo orden, de las que a su vez pueden salir ramillas terciarias (Delgado, 2007). Si el punto de

crecimiento del eje central es cortado, ciertas yemas laterales localizadas en el mismo producen nuevos ejes verticales (Christiansen, 2004).

La cosecha se encuentra en el nuevo punto de crecimiento de ramas inferiores y ramas nuevas del ápice. Las axilas florales sólo producen una vez, por esta razón la producción anual se incrementa durante los primeros 3-5 años, luego disminuye, lo que hace necesario la práctica de poda o recepa (Delgado, 2007). La cosecha del fruto de café se hace habitualmente con el criterio empírico del color de la cereza, la cual al madurar presenta una mezcla de tonalidades verdes, amarillas y rojas, según el cultivar o variedad (Roam *et al.*, 1999).

a. Raíz

Las raíces desempeñan un papel fundamental en el crecimiento y la producción del cafeto. La raíz es el órgano por la cual la planta se ancla al suelo, absorbe y transporta al agua y los minerales esenciales para su crecimiento (Raven *et al.*, 1999).

El sistema radicular del café está conformado básicamente de un eje central, una raíz pivotante que penetra verticalmente en el suelo, pudiendo alcanzar una profundidad en una planta adulta de 50 a 60 cm de longitud (Figueroa *et al.*, 1996). De la raíz principal salen dos tipos de raíces de primer orden, unas profundas de sostén o axiales y otras que se extienden horizontalmente o laterales (Duicela & Sotomayor, 1993). De las raíces laterales brotan las raicillas alimentadoras, más del 80% se encuentran en los 30 cm superiores del suelo, en un radio a partir del tronco que en la planta adulta fluctúa entre 2.0 y 2.5 m (Leon, 2000).

La distribución de las raíces con respecto al suelo es la siguiente; la raíz principal de plantas de un año no profundiza más de 20 cm, en plantas de dos años llega hasta los 30 cm y en cafetos de 7 años profundiza hasta los 50 cm (Suárez de Castro, 1990).

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. En una planta adulta, la parte inferior es cilíndrica, mientras que la parte superior (ápice) es cuadrangular y verde, con esquinas redondas y salidas (Marin, 2012).

c. Hoja

Las hojas aparecen en las ramas plagiotrópicas en un mismo plano y en posición opuesta, rodeadas por dos estípulas agudas. Tienen el peciolo plano arriba, convexo abajo. La lámina es delgada fuerte y ondulante, su forma varía de elíptica a lanceolada. La cara superior es verde oscuro, brillante, con las nervaduras hundidas; la inferior verde clara, con las nervaduras prominentes (Valencia, 1999). El tamaño de las hojas no solo varía entre especies y cultivares, sino también con las condiciones de sombra o plena exposición del sol a la que esté sometida (Alvarado & Rojas, 2007).

Las hojas de café son órganos en los cuales se realizan los tres procesos fisiológicos más importantes que soportan el crecimiento, desarrollo vegetativo y reproductivo, estos son: la fotosíntesis, la respiración y la transpiración. Una hoja sana puede durar en promedio entre 10 a 15 meses en un cafetal bajo sombra y de 9 a 14 meses en cafetales a plena exposición solar y también observó una tendencia a disminuir de tamaño conforme avanza la edad (Arcila, 1997).

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 *Liberica* 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 (Fundación para el Desarrollo Socioeconómico y Restauración Ambiental, 2010).

e. Flor

Las flores del café se forman en las yemas ubicadas en las axilas foliares, en los nudos de las ramas. El proceso puede mirarse desde dos aspectos: desarrollo de la inflorescencia en las axilas foliares (nudos en las ramas) y desarrollo de las flores en cada inflorescencia. Cada nudo de una rama tiene dos axilas foliares opuestas, cada axila se forma de 3 a 4 yemas o inflorescencias y cada una de ellas tiene entre 4 y 5 flores. La flor se une a la inflorescencia mediante el pedicelo, y por encima de este se ubica el ovario, el cual es ínfero y bilocado. Cuando el ovario es fecundado se desarrolla como una drupa globular u oval, que normalmente contiene dos semillas (Arcila, 2007).

f. Fruto

Después de la fecundación, el ovario se transforma en fruto y sus dos óvulos en semillas; el desarrollo del fruto dura entre 220 a 240 días, dependiendo de la región (Centro Nacional de Café CENICAFE, 2001). El fruto maduro es una drupa elipsoidal en los cultivares comerciales, ligeramente aplanada, con un disco u ombligo en el extremo (Alvarado & Rojas, 2007).

El fruto de café tiene como base el color verde olivo o verde aceituna. Esta coloración va variando dependiendo de la cosecha, las condiciones del terreno y las condiciones climáticas. Desde que se da el brote en la planta, se corta y se madura el fruto, el cual pasa por diversas coloraciones que van de verde oscuro a morado (Prieto, 2007).

La pulpa de la cereza madura está formada por el exocarpio (epidermis), que es la capa externa del fruto y representa el 42.3% del fruto. El color de

la epidermis varía desde verde o amarillo hasta rojo o rojo intenso y algunas veces hasta violeta o negro (Arcila, 2007).

g. Semilla

La semilla de café es una nuez, oblonga, plano convexo, de tamaño variable y constituida en su mayor parte por un endospermo. En uno de los extremos y muy superficialmente se encuentra el embrión de radícula cónica y cotiledones cordiformes (Arcila, 1990). El principal componente de las semillas es el endospermo. Este es coriáceo, verdoso o amarillento y forma un repliegue que se inicia en el surco de la cara plana. Está protegido por una cubierta muy delgada conocida como película plateada y esta a su vez protegida por el pergamino (Alvarado & Rojas, 2007).

3.2.4. Variedades de café

El género *Coffea* pertenece a la familia Rubiácea, el cual comprende unos 500 géneros con 6000 especies, mayormente se trata de especies arbustivas de origen tropical. Las especies comerciales del género *Coffea* son: *C. canephora* con un 20% y *C. arabica* con un 80% de la producción mundial (Ministerio Federal de Cooperación Económica y Desarrollo, 1994).

Los cafés del Perú son de la especie *C. arábica*, las variedades que se cultivan son principalmente Caturra, Típica y Catimor. De acuerdo con las tendencias del mercado, los productores trabajan en la producción de café orgánico y especial, reconocidos por su perfil de taza y atributos como: acidez, cuerpo y aroma balanceado, que se ajusta muy bien a las condiciones agroclimáticas (Cooperativa Agraria Cafetalera la Divisoria-CACD, 2010).

3.2.4.1. Variedad catimor

Es el resultado del cruce realizado en Portugal, en 1959, entre el Caturra rojo y el híbrido de Timor (Asociación Nacional del Café ANACAFE, 1998). La variedad Catimor, además de su

productividad relativamente alta, muestra un comportamiento favorable con respecto a la enfermedad de la roya, que proliferan en la caficultura andina (Cooperativa Agraria Cafetalera la Divisoria-CACD, 2010).

Es de porte bajo, tronco de grosor intermedio, con considerable número de ramas laterales, formando una copa medianamente vigorosa y compacta; el tamaño del entrenudo es de 5 cm y presenta más de 30 frutos por nudo. Su sistema radicular es reducido por lo que requiere fertilización y adecuada humedad en el suelo. Su productividad es relativamente alta. Tolerante a zonas medias y altas (600-1600 m.s.n.m) y medianamente resistente a la broca del café. (Figuerola *et al.*, 1996). Es más precoz que la variedad Caturra o Bourbon. (ICAFFE-MAG, 1995).



Fotografía 1: Planta de café variedad catimor de 3 años.

3.2.5. Fisiología 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 (DESCO, 2012).

3.2.5.1. Etapas del ciclo fisiológico del café

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

2. **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.

3. **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.

4. **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.

Tabla 2: Ciclo fisiológico del café en la zona alta (> 1200 m.s.n.m)

Etapa	Set	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago
	Floración			Llenado del grano				Cosecha			Descanso	

Tabla 3: Ciclo fisiológico del café en la zona baja (<1200 m.s.n.m).

Etapa	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul
	Floración			Llenado del grano				Cosecha			Descanso	

Fuente: DESCO-Programa Selva Central, (2012).

3.2.6. Aspectos climáticos del cultivo de café

El cafeto posee ciertos requerimientos y limitaciones, los cuales afectan directamente al comportamiento del cultivo. El clima se compone de las interrelaciones de factores, tales como: altitud, temperatura, radiación solar, humedad relativa y el viento (ICAFE, 1998).

3.2.6.1. Altitud

Incide en forma directa sobre los factores de temperatura y precipitación. La altitud óptima para el cultivo de café se localiza entre los 500 y 1700 m.s.n.m. Por encima de este nivel altitudinal se presentan fuertes limitaciones en relación con el desarrollo de la planta (CICAFE, 2011).

3.2.6.2. Precipitación

Para el café, se sugiere que las precipitaciones anuales estén entre 1200 y 1800 mm, deben estar bien distribuidas en los periodos de primavera, verano y otoño.

El café puede soportar un déficit hídrico de hasta 1500 mm anuales, lo que es común entre los meses de junio y agosto (Matiello, 2008). La disponibilidad de agua influye en la apertura de flores. La principal floración se realiza cuando ocurre un periodo de restricción hídrica seguida de una lluvia (Alves, 2007).

Un período de sequía muy prolongado propicia la defoliación y la aparición de plagas como la broca. Con precipitaciones mayores de 3000 mm, la calidad física del café oro y la calidad en taza puede comenzar a verse afectada por la presencia de enfermedades fúngicas (CICAFE, 2011).

3.2.6.3.Temperatura

La temperatura promedio anual favorable para el cafeto se ubica entre los 17°C a 23°C. Temperaturas inferiores a 10°C, provocan clorosis y paralización del crecimiento de las hojas jóvenes. Temperaturas mayores a 24°C favorece el rápido desarrollo de plagas como la broca (CICAPE, 2011). Temperaturas entre 28°C y 33°C impiden la diferenciación floral, provocando la reducción en la producción de hojas y la actividad de síntesis de fotosíntesis del café (Drinnan, 1995).

En situaciones de temperaturas muy altas (mayor a 34 °C) asociados al déficit hídrico, durante largos periodos, conducen al aborto de un gran número de botones florales, debido a la muerte de los tubos polínicos por la deshidratación, provocando una disminución de la productividad (Alves, 2007).

3.2.6.4.Humedad relativa

La humedad favorable para el óptimo desarrollo del café esta entre 70% a 80%. Cuando alcanza niveles superiores al 85%, se propicia el ataque de enfermedades fungosas que se ven notablemente favorecidas (CICAPE, 2011).

3.2.6.5.Viento

Fuertes vientos inducen a la desecación y al daño mecánico de tejido vegetal, asimismo favorecen la incidencia de plagas y enfermedades. Es conveniente escoger terrenos protegidos del viento (CICAPE, 2011).

3.2.7. Plagas en el cultivo del café

Dentro de las plagas de mayor importancia esta la broca del café, minador de hojas, cochinillas, queresas, áfidos, etc. (Ticheler, 1991).

3.2.7.1. Broca del café *Hypothenemus hampei* (Ferrari)

La broca del fruto del cafeto fue descrita por primera vez en 1836 por J.D. Westwood, quien la clasificó dentro del género *Hypothenemus*. En 1867, J. A. Graft Ferrari, la describió como *Cryphalus hampei*. Posteriormente recibió las denominaciones de *Stephanoderes hampei*, (Ferrari 1867). Es un insecto holometábolo, ya que presenta un estado de huevo, varios estados larvarios, un estado ninfal y un estado adulto (Balachowsky, 1949) citado por (Ticheler, 1991).

3.2.7.2. Clasificación taxonómica de la broca del fruto del café.

Tabla 4: Clasificación taxonómica de la broca del café según (Ticheler, 1991).

Taxonomía:	Nombre
Phyllum:	Arthropoda
Clase:	Hexapoda (Insecta)
Orden:	Coleóptera
Familia:	Scolytidae
Género:	<i>Hypothenemus</i>
Especie:	<i>Hypothenemus hampei</i> (Ferrari 1867)

3.2.7.3.Aspectos ecológicos de la broca

La humedad afecta la mortalidad y el potencial reproductivo de la broca. A bajas humedades, 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 (Enrique *et al.*, 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, 1991).

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). A mayor altura (1500 m.s.n.m) la broca no ocasiona daños económicos, es decir que la altitud está directamente relacionada con la temperatura ambiental (Guharay, 2000). En cafetales con rangos altitudinales entre los 500 m.s.n.m y 700 m.s.n.m las poblaciones de broca son mayores (Trejo & Funez, 2004).

3.2.7.4.Características morfológicas de la broca del café

Los adultos presentan la cabeza globular un tanto escondida en el tórax que es de forma semi-hemisférica. Las antenas tienen forma de codo y terminan en una bola minúscula con apariencia de maso compuesto de 5 segmentos, que al parecer es constante en las

hembras (Corbett, 1933) citado por (Centro de Invetigacion en Cafe CEDICAFE, 2015).

Los ojos son planos y no convexos. La sutura media frontal de la cabeza es larga y bien definida. El protórax en su margen delantero está armando con 4 a 7 espinas. Los élitros presentan estrías longitudinales, son convexos y están cubiertos por setas cortas y planas que crecen hacia atrás, con diminutas puntuaciones finamente reticuladas siendo por lo menos ocho veces más largas que anchas (Corbett, 1993).

El segundo par de alas membranosas está presente solo en las hembras y tiene en su base tres venas longitudinales, estando desarrolladas para el vuelo. En los machos las alas están atrofiadas, por lo que éstos no pueden volar (Centro de Invetigacion en Cafe CEDICAFE, 2015).

El protórax visto desde arriba, es de forma semi-elíptica y su superficie tiene muchas irregularidades. En sus piernas, el fémur se alarga en su sección media. La tibia es en forma de bastón con la extremidad más fina del lado del fémur. El tarso se compone de cinco elementos que se reducen en la cuarta y quinta serie. El abdomen presenta cuatro segmentos visibles, pero todos cubiertos por los élitros (Centro de Invetigacion en Cafe CEDICAFE, 2015). Existe dimorfismo sexual muy acentuado pues las hembras son más grandes que los machos. Las hembras presentan un cuerpo alargado, cilíndrico, ligeramente arqueado hacia la región ventral. Es de color negro brillante. El tamaño varía entre sexos, reportándose para las hembras un rango de largo que va de 1.37 a 1.82 mm y el ancho de 0.62 a 0.80 mm; de 1.0 a 1.25 por 0.50 a 0.60 mm para los machos. Poseen una línea dorsal más o menos recta de la cabeza hacia la cola, ligeramente inclinada al final del abdomen (Centro de Invetigacion en Cafe CEDICAFE, 2015).

3.2.7.5. Biología y ciclo biológico de la broca del café

El comportamiento de la broca y su ciclo de vida han sido estudiados por diversos autores. Existen considerables diferencias en cuanto a la información sobre la duración de sus estados, pero esto obedece fundamentalmente a diferencias en las condiciones ambientales de los diversos estudios, especialmente de temperatura (Bustillo, 2006).

El ciclo de vida de huevo a emergencia de adulto se estima en 27.5 días (24.5°C). Sin embargo, el tiempo generacional o sea el tiempo que tarda en iniciarse otra generación del insecto, bajo condiciones de campo se estima en 45 días a una temperatura promedio de 22°C y de unos 60 días para una temperatura de 19°C (Bustillo *et al.*, 2002).

El insecto se alimenta preferentemente de frutos de café, en los cuales cumple todo su ciclo de vida. La hembra perfora los frutos del café en el extremo distal y se introduce en el fruto donde pone los huevos, cada hembra puede poner entre 50 y 70 huevos en varios frutos (Bustillo *et al.*, 2002).

La ovoposición ocurre durante un periodo de 20 días, en ese tiempo deposita 2 a 3 huevos diarios dentro de las almendras. La incubación del huevo dura 7.6 días a 23°C. El promedio de progenie por hembra ha sido estimado en 74 individuos y con una proporción de 1:10 favorables para las hembras (Ticheler, 1991).

Las larvas son apodas de color blanco crema y miden 2 mm de largo las cuales perduran entre 15 días para los machos y 19 días para las hembras. La cópula ocurre dentro del grano de café donde el macho, es incapaz de volar, cumple un rol poco importante en la diseminación de la plaga (Gingerich *et al.*, 1996). Las larvas tienen mandíbulas fuertes proyectadas hacia adelante. Posterior al estado larval sigue la fase de prepupa que dura 2 días y después la pupa 6.4

días a 25.8°C; la pupa es de color amarillento y luego se torna en un pardo pálido. Las pupas son de tipo exhalada o libre y viven 40 días. Los adultos recién emergidos tienen una coloración castaño claro, y conforme avanza su edad cambia a café oscuro, hasta tomar un color negro brillante (Bergamin, 1993).

3.2.7.6.Principales daños de la broca del café

La broca es primero atraída por metabolitos secundarios que produce el cafeto en su proceso de formación del fruto y luego por el color y la forma del fruto. Las que llegan después son atraídas por los mismos factores, pero también por las sustancias volátiles liberados por la primera broca. Hay evidencias que en los desechos fecales se producen sustancias que atraen otras hembras (Giordanengo, Braun & Frerot, 1993).

La broca es un insecto espermatóforo, holometábolo de hábitos crípticos. La hembra perfora el fruto con sus mandíbulas a la altura de la corona o cicatriz del cáliz floral para lo cual gasta de cuatro a seis horas (Le Pelley, 1993). La broca hembra perfora hasta el endospermo y allí realiza una galería piriforme con una longitud de 2-3 mm que es ensanchada para construir una cámara de oviposición. Si el fruto no tiene la consistencia adecuada, la hembra permanece en el canal de perforación sin penetrar el endospermo (Decazy, 1990).

La penetración de la broca hembra al fruto varía de acuerdo con el estado de desarrollo del fruto así: 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. Lo anterior indica que hay una tendencia de la broca a penetrar con mayor rapidez en los frutos maduros. Asimismo, dice que normalmente los frutos de café empiezan a ser susceptibles al ataque de la broca cuando su peso seco es cercano o mayor a un 27%, lo cual se logra cuando el fruto

alcanza más de 150 días de desarrollo, lo que depende de la latitud y la altitud (Bustillo, 2006).

Esta plaga vive únicamente en las cerezas de café excavando galerías dentro de las semillas; todo su desarrollo se presenta en la misma semilla causando la pérdida directa del producto, ya sea por destrucción total o por la perforación de los granos (Bergamin, 1993).

La broca del café ocasiona daños en el fruto y la caída de estos cuando son atacados en estados tempranos de desarrollo. Cuando la broca ataca frutos de café de dos meses de edad, más del 50 % caen de las ramas y muchos de ellos se tornan de un color característico al de la madurez; pero si el ataque ocurre después de los tres meses de edad la caída de frutos es menor del 23.5% (Bustillo *et al.*, 2002).

La broca ataca directamente el fruto del café en todas las fases del período de su maduración (verde, maduro y sobre maduro). Por consiguiente, ocasiona importantes pérdidas en el rendimiento sobre todo en la calidad del grano, del que se alimenta y utiliza como sitio de reproducción, desarrollo y refugio. La disminución en el peso de los granos, la cantidad de frutos vanos y la caída de los frutos inmaduros son las evidencias del daño causado (Le Pelley, 1996).



Fotografía 2: Daños de *Hypothenemus hampei* en frutos de café

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Lugar de ejecución

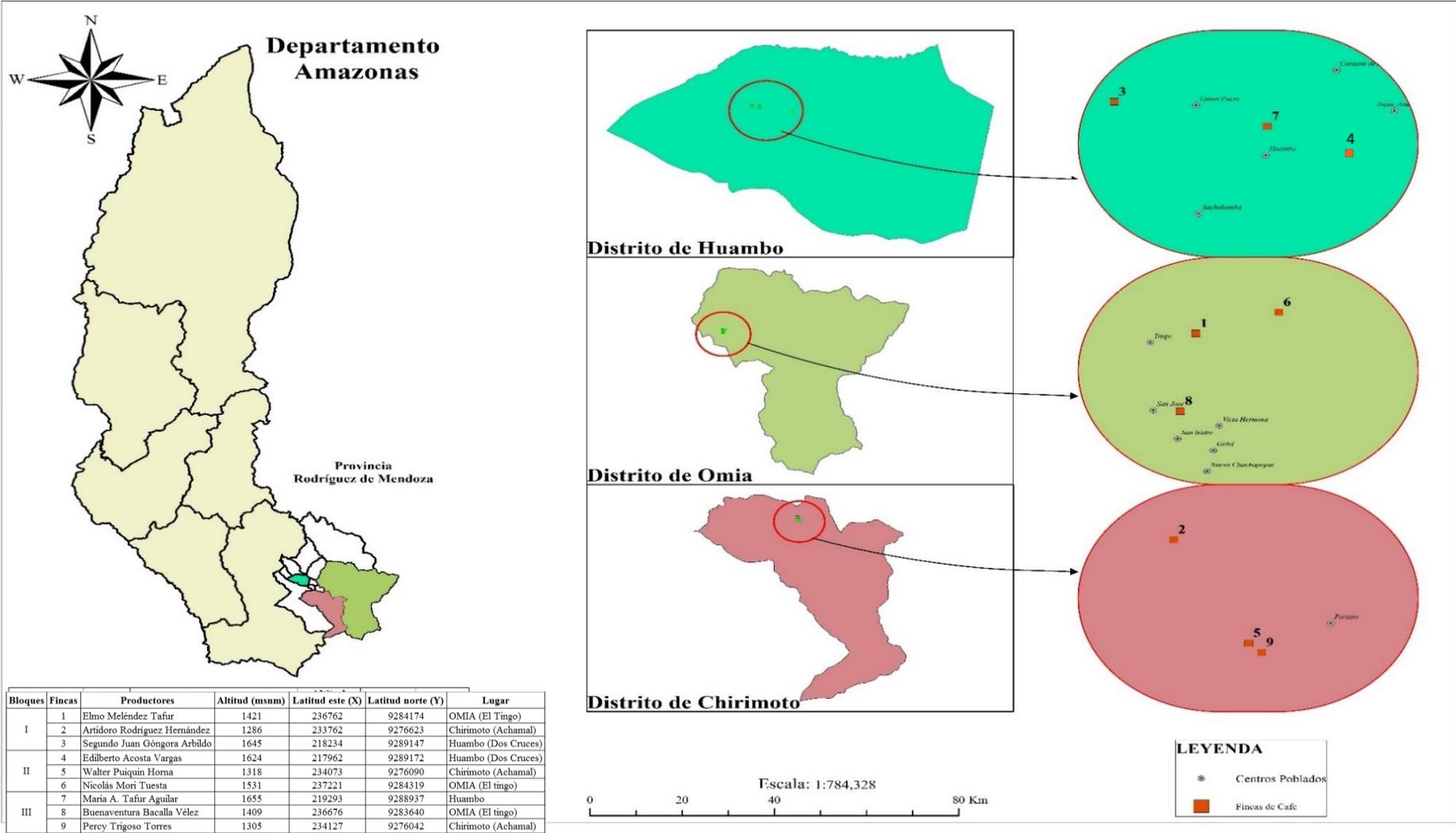
La presente investigación se realizó en los anexos de Achamal (Chirimoto), El Tingo (Omia) y Dos cruces (Huambo) pertenecientes a la provincia de Rodríguez de Mendoza, región de Amazonas, en las coordenadas siguientes:

Tabla 5: Relación de Productores en donde se encontró ubicado las parcelas experimentales con sus respectivas coordenadas.

Bloq.	Fincas	Productores	Altitud (msnm)	Latitud este (X)	Latitud norte (Y)	Lugar
I	1	Elmo Meléndez Tafur	1421	236762	9284174	OMIA (El Tingo)
	2	Artidoro Rodríguez Hernández	1286	233762	9276623	Chirimoto (Achamal)
	3	Segundo Juan Góngora Arbildo	1645	218234	9289147	Huambo (Dos Cruces)
II	4	Edilberto Acosta Vargas	1624	217962	9289172	Huambo (Dos Cruces)
	5	Walter Puiquin Horna	1318	234073	9276090	Chirimoto (Achamal)
	6	Nicolás Mori Tuesta	1531	237221	9284319	OMIA (El Tingo)
III	7	Maria A. Tafur Aguilar	1655	219293	9288937	Huambo
	8	Buenaventura Bacalla Vélez	1409	236676	9283640	OMIA (El Tingo)
	9	Percy Trigoso Torres	1305	234127	9276042	Chirimoto (Achamal)

La investigación se llevó a cabo durante los meses de abril a septiembre del año 2017. A continuación, se muestra la ubicación geográfica donde se llevó a cabo la evaluación.

Figura 1: Ubicación geográfica del área de estudio: Región Amazonas, provincia de Rodríguez de Mendoza distritos de Chirimoto (sector Achamal), Omia (sector El Tingo) y Huambo (sector Dos Cruces).



3.2. Materiales e instrumentos utilizados

3.2.1. Materiales de campo

Para la recolección de los datos se utilizó los siguientes instrumentos y materiales:

- Bolsas plásticas de color blanco rotuladas
- Marcador indeleble negro.
- Libreta de apuntes.
- Cuaderno de apuntes
- GPS, para georreferenciar las parcelas en campo.
- Calculadora científica.
- Cámara fotográfica
- Lapiceros
- Lápiz
- Borrador
- Navaja o Cúter
- Cartillas para registros de evaluaciones
- Rafia
- Wincha
- Machete
- Estacas
- Cinta maskets
- Letreros para los tratamientos
- Mica

3.3. Objeto de estudio

El objeto de estudio de la investigación corresponde a los frutos brocados y no brocados, encontrados en el conjunto de plantas de café que conforman la población de estudio, cuyas edades se encuentran en tres rangos de edades y en tres pisos altitudinales de la provincia de Rodríguez de Mendoza, región Amazonas.

3.4. Diseño de investigación

3.4.1. Descripción del diseño experimental

En la presente investigación, por tratarse de ensayos experimentales, se empleó un Diseño en bloques Completamente al Azar (DBCA), con arreglo bi factorial (3A*3B) con 3 bloques y 9 tratamientos (27 parcelas experimentales), cada tratamiento con 10 submuestras (plantas); donde los factores que interactúan fueron los siguientes: Factor A: Altitud y Factor B: Edad de plantación. Así mismo a cada factor se asignó tres niveles respectivamente.

Factor A: Altitud

Niveles de factor “A”

a₁: 1200-1400 m.s.n.m.

a₂: 1400-1600 m.s.n.m.

a₃: >1600 m.s.n.m.

Factor B: Edad de plantación

Niveles de factor “B”

b₁: 3-5 años.

b₂: 5-8 años.

b₃: > a 8 años.

3.4.2. Tratamientos:

En la siguiente tabla se muestra la distribución de los tratamientos de acuerdo con el diseño que se utilizó.

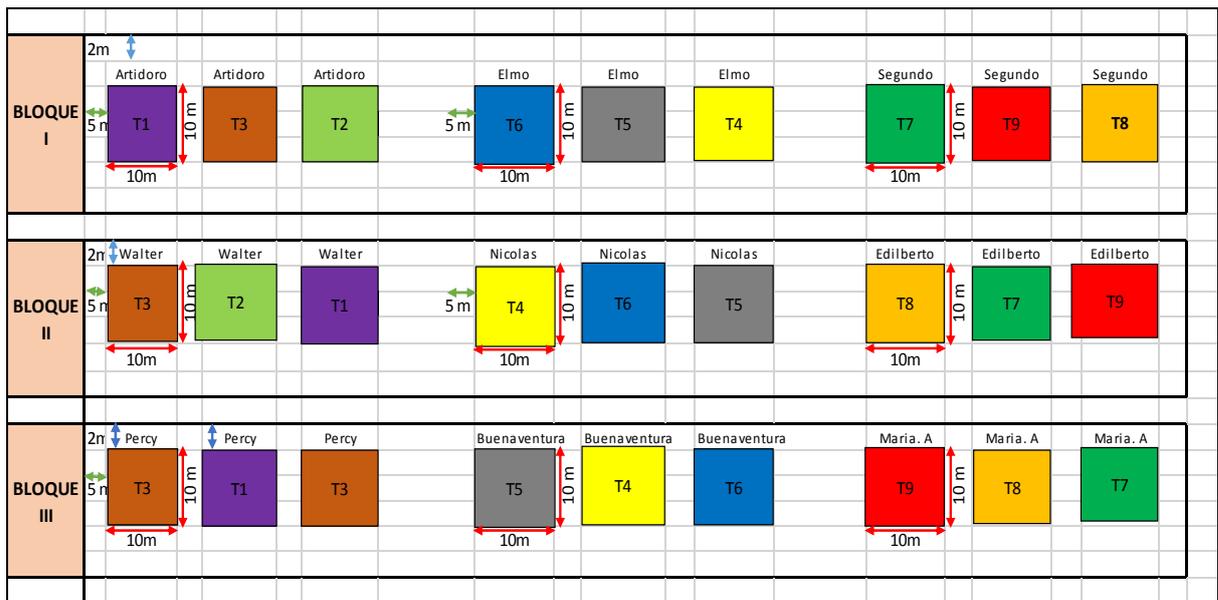
Tabla 6 : Descripción de los tratamientos en tres pisos altitudinales y en tres edades de café.

Bloque (Productores)	Tratamientos								
	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	T ₅	T ₆	T ₇	T ₈	T ₉
I	Altitud entre 1200-1400 y edad entre 3-5 años.	Altitud entre 1200-1400 y edad entre 5-8 años.	Altitud entre 1200-1400 y edad > 8 años.	Altitud entre 1400-1600 y edad entre 3-5 años.	Altitud entre 1400-1600 y edad entre 5-8 años.	Altitud entre 1400-1600 y edad > 8 años.	Altitud > 1600 y edad entre 3-5 años.	Altitud > 1600 y edad entre 5-8 años.	Altitud > 1600 y edad > 8 años.
II	Altitud entre 1200-1400 y edad entre 3-5 años.	Altitud entre 1200-1400 y edad entre 5-8 años.	Altitud entre 1200-1400 y edad > 8 años.	Altitud entre 1400-1600 y edad entre 3-5 años.	Altitud entre 1400-1600 y edad entre 5-8 años.	Altitud entre 1400-1600 y edad > 8 años.	Altitud > 1600 y edad entre 3-5 años.	Altitud > 1600 y edad entre 5-8 años.	Altitud > 1600 y edad > 8 años.
III	Altitud entre 1200-1400 y edad entre 3-5 años.	Altitud entre 1200-1400 y edad entre 5-8 años.	Altitud entre 1200-1400 y edad > 8 años.	Altitud entre 1400-1600 y edad entre 3-5 años.	Altitud entre 1400-1600 y edad entre 5-8 años.	Altitud entre 1400-1600 y edad > 8 años.	Altitud > 1600 y edad entre 3-5 años.	Altitud > 1600 y edad entre 5-8 años.	Altitud > a 1600 y edad > 8 años.

3.4.3. Tamaño del área experimental

El área total en estudio fue de 2700 m², con un total de 972 plantas de café de la variedad Catimor. En la Figura 2 se muestra detalladamente el área y distribución de los tratamientos.

Figura 2: Croquis de la distribución del área experimental.



3.4.4. Características del área experimental

En área experimental fue constituido por 27 parcelas, cuyas características son las siguientes:

Tabla 7: Características del área experimental

Cultivo de Café Var. Catimor	
Bloques	3
Tratamientos	9
Total, de plantas a evaluar (muestra)	276
Plantas a evaluar por U. E	10

Distancia entre plantas	2 m
Distancia entre surcos	2 m
Área de la unidad experimental	100 m ²
Área Total del bloque	900 m ²
Área total del experimento	2700m ²
Número total de plantas por tratamiento	36 plantas
Submuestras	10 plantas
Muestra	276 plantas
Población	972 plantas

Las características donde se ubicaron las parcelas de café están conformadas por fincas asociadas con diversas especies de frutales como son: guabas, cítricos, caimitos, plátanos, etc. Estas especies le brindan sombra, protección y crean un microclima favorable para la producción de café. Además de servir como árboles de pan llevar para los productores. Cabe indicar que estas fincas tienen diferentes edades que varían desde los dos años de sembrado hasta mayor a 8 años de producción.

Las fincas son cultivadas de manera tradicional y orgánico sin la aplicación de agroquímicos. Además, según diagnóstico se prevé que dichas fincas no están manejadas técnicamente, por lo que la aparición de plagas y enfermedades es un gran problema grave, en especial la broca, antracnosis, phoma, roya y ojo de gallo, siendo éstas las más representativas dentro del cultivo.

3.5. Población

La población estuvo constituida por 27 parcelas de café, cada parcela tiene 36 plantas sumando un total de 972 plantas, que forman parte de los tres bloques y los 9 tratamientos de acuerdo con la altitud y a la edad de plantación, ubicadas en la provincia de Rodríguez de Mendoza.

3.6. Muestra

El tamaño de la muestra se determinó por el método de proporciones (Fernandes, 2001).

Cálculo del tamaño de la muestra cuando se conoce el tamaño de la población.

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

Donde:

n= Tamaño de muestra

N=Tamaño de la población objetivo

Z=nivel de confianza (95%) 1,96

P= Probabilidad de éxito

Q=Probabilidad de fracaso

D= Precisión (error de muestreo)

Tabla 8: Tamaño de muestra

Nivel de confianza (95 %)	Z^2_a	1,96
Tamaño de la población objetivo	N	972
Probabilidad de éxito	P	50%
Probabilidad de fracaso	Q	50%
Nivel de precisión o error de muestreo	D	5%
Tamaño de muestra	N	276

Fuente: (Fernández, 2001)

La muestra lo conformaron 276 plantas, distribuidas en 3 bloques, 9 tratamientos que pertenecen a las 27 parcelas. Así mismo con fines experimentales se obtuvo la submuestra conformada por 10.2 plantas respectivamente.

3.7. Muestreo

Se utilizó el muestreo probabilístico porque nos va garantizar la equiprobabilidad de elección de cualquier elemento y la independencia de selección de cualquier otro. En este procedimiento se extrajo al azar un número determinado de elementos (conocido como 'n'), de la población (conocido como 'N') (Montoya, 1997).

3.8. Métodos

3.8.1. Método de muestreo para determinar el porcentaje de incidencia de la broca del café.

El porcentaje de incidencia se evaluó por el método de “TREINTA RAMAS” que es el método de muestreo actual (Cenicafe, 1993) y (Bustillo *et al.*, 1998).

Proponen medir las poblaciones de broca a través de un muestreo aleatorio de 30 sitios por cada 5000 árboles/ha (método de muestreo de las 30 ramas), recorriendo el lote en forma aleatoria, (o formando las letras X o W). En una rama por planta, seleccionada aleatoriamente se cuentan todos los frutos presentes y los frutos brocados para calcular el porcentaje de incidencia.

Fórmula:

$$\% IB = \text{TFB} / \text{TF} * 100$$

Donde:

% IB = Porcentaje de incidencia de broca (%)

TFB = Total de frutos brocados

TF = Total de frutos

Para fines de investigación, el número mínimo de plantas por muestrear depende del número de plantas de la parcela (Remond, 1996), citado por (Dufor *et al.*, 2005).

3.9. Técnicas

3.9.1. Técnica de recolección de muestras para determinar la fluctuación de adultos dentro del fruto.

Para determinar la fluctuación de adultos de broca en el interior del fruto, se utilizó la técnica de la colecta de frutos para la disección, siguiendo el siguiente procedimiento descrito por (Pineda & Blandon, 2009). Se colectó todos los frutos brocados y con perforaciones de la misma rama que se evaluó la incidencia, en bolsas plásticas de color blanco y después se llevó al laboratorio para ser disectados con ayuda de un bisturí o cutter para luego contabilizar el número de individuos encontrados en cada fruto.

3.10. Procedimiento

3.10.1. Preparación de la parcela experimental

Las parcelas de café una vez que fueron identificadas, georreferenciadas y verificadas que cumplan y estén acorde con las exigencias de las variables en estudio, se procedió a la preparación de las parcelas las cuales se detallan a continuación:

3.10.1.1. Medición de las parcelas

Para realizar la medición de las parcelas, en los tres pisos altitudinales, se usó una wincha de 50 metros, lo cual se midió un área de 10m*10m, teniendo en cuenta que las 36 plantas de café estén lo más homogéneas posible dentro de la finca.

3.10.1.2. Delimitación de las parcelas

En el área medida de 100 m² se circuló con rafia a ras del suelo, ajustándolo con una estaca en cada extremo de la parcela; el mismo procedimiento se realizó para las demás parcelas en los tres pisos altitudinales.

3.10.1.3. Control de malezas en las parcelas

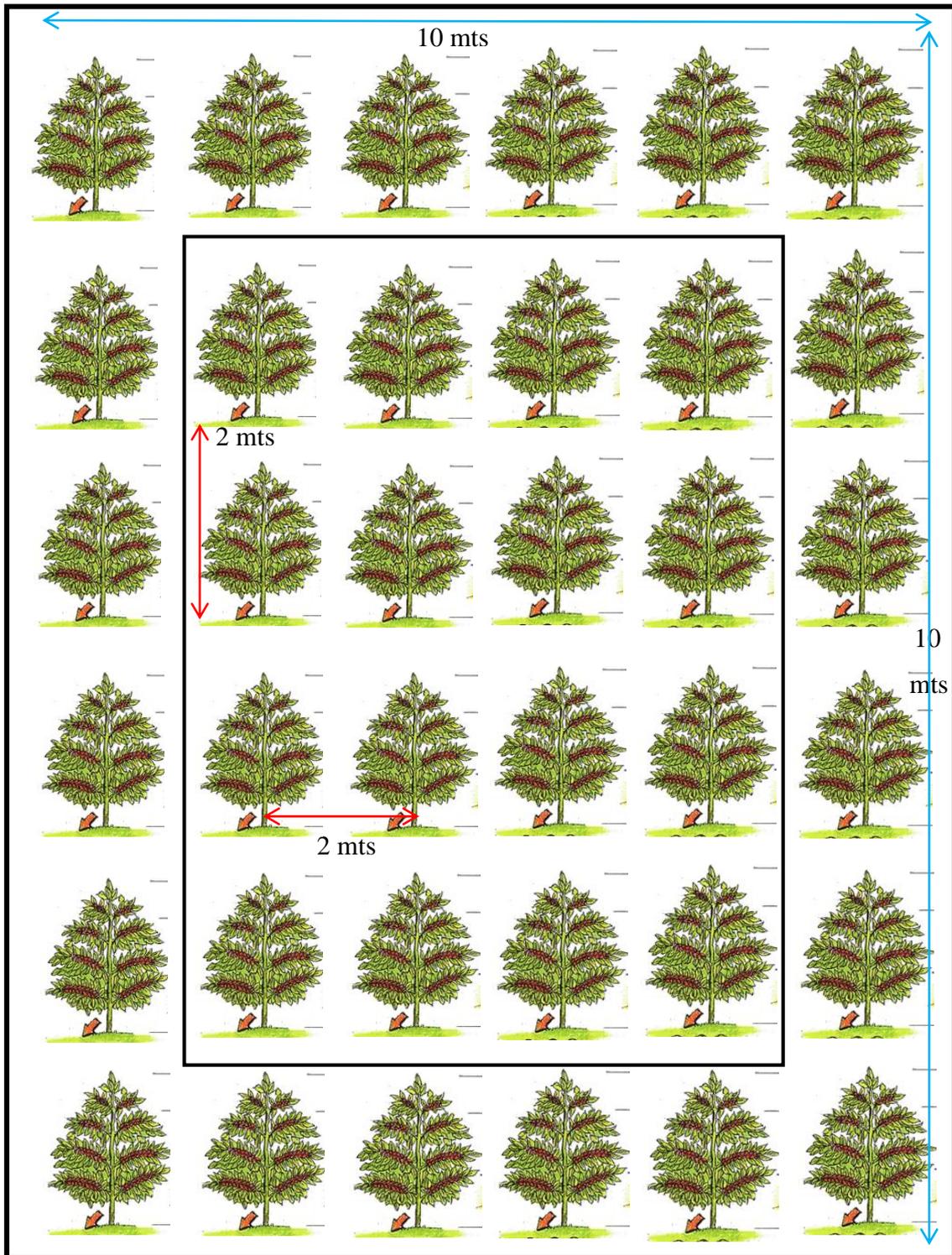
El control de malezas se realizó en las 27 parcelas experimentales con la ayuda de un machete, con la finalidad de que facilite otras actividades, así como las evaluaciones respectivas de incidencia y fluctuación poblacional.

3.10.1.4. Muestreo para la identificación y selección de las plantas submuestra

Considerando que en cada parcela de 100 m² se tiene 36 plantas con una densidad de 2 metros entre surco y 2 metros entre planta, se procedió a identificar las plantas que será la submuestra para evaluar la incidencia y fluctuación poblacional de adultos dentro del fruto mediante el siguiente muestreo.

Se realizó un muestreo aplicando el método de Cenicafe, (1993) y Bustillo *et al.*, (1998), en forma aleatoria en “X” ubicando al azar las 10 plantas submuestra a evaluar, despreciando el efecto de borde; es decir se tomó en cuenta las plantas del centro de la unidad experimental. Para seleccionar la rama a evaluar se realizó aleatoriamente sin considerar los tercios de la planta.

Figura 3: Distribución de plantas por parcela.



3.10.1.5. Etiquetado de las submuestras

A cada planta que conformaba la submuestra se le colocó una etiqueta con cinta adhesiva escrito con plumón indeleble, indicando el número de planta para no confundirse en las evaluaciones siguientes.

3.11. Variables evaluadas

3.11.1. Determinación de la incidencia de broca de café

Una vez contabilizado los frutos totales por rama y los frutos brocados por rama en cada planta submuestra, se calculó el porcentaje de incidencia de broca mediante la siguiente formula:

$$\% \text{ IB} = \text{TFB} / \text{TF} * 100$$

3.11.2. Determinación de la fluctuación poblacional de adultos de broca dentro del fruto.

De los mismos frutos evaluados para la incidencia, se recolectó los frutos infestados y perforados por la broca del café, en bolsas plásticas según la técnica descrita anteriormente, luego estos frutos brocados fueron llevados al laboratorio para realizar un corte longitudinal y así determinar la cantidad de individuos por fruto y por rama.

3.11.3. Frecuencia de muestreo o evaluación

Para evaluar la incidencia se realizó el primer muestreo (evaluación) el 10 de mayo del 2017 y posteriormente cada mes (30 días) hasta el mes de agosto del 2017. En el caso de la fluctuación de adultos se utilizó los frutos brocados de la

incidencia, colectando cada 30 días por un periodo de cuatro meses; en total se realizaron 4 colectas y cuatro evaluaciones.

3.12. Análisis estadístico

Para el análisis de los datos se aplicó un experimento bajo un diseño en bloques completamente al azar (DBCA) con arreglo bi-factorial (3A*3B) con la interacción de 3 bloques y 9 tratamientos. Donde los factores lo constituyen: Factor A: Altitud y Factor B: Edad de plantación, y las variables respuestas que son porcentaje de incidencia de broca de café y la fluctuación poblacional de adultos dentro del fruto en diferentes épocas de cosecha. Para obtener el nivel de significancia de los tratamientos se utilizó el cuadro de análisis de varianza, y para las comparaciones múltiples se aplicó la prueba de Tuckey con un 95 % de confianza.

El procesamiento de los resultados se realizó mediante el programa SPSS, previa comprobación si los resultados obtenidos se ajustan a la distribución normal, homogeneidad de varianzas.

3.12.1. Modelo aditivo lineal

El modelo aditivo lineal para un diseño Bloques completo al azar (DBCA) con arreglo bi- factorial es el siguiente:

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

Para $i = 1, 2, \dots, a$, $j = 1, 2, \dots, b$, $k = 1, 2, \dots, r$, $t = ab$

$i = 1, 2$, niveles del factor A

$j = 1, 2$, niveles del factor B

$k = 1, 2$, bloques

Donde:

Y_{ijk} = Porcentaje (%) de incidencia con i - esima altitud y j - esima edad de plantación experimentado en el k - esimo bloque.

μ = Media general.

R_k =Efecto del bloque

α_i = Efecto de la i- esima altitud.

β_j = Efecto de la j-esima edad de plantación.

$(\alpha\beta)_{ijk}$ =Efecto de la interacción de la i-esima altitud y de la j- esima 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 9: Análisis de varianza (ANOVA)

Fuente de Variación	Grados de libertad
Bloques	$r-1= 2$
Tratamientos	$t-1=8$
Factor A	$3-1=2$
Factor B	$3-1=2$
Interacción (A X B)	$(a-1) X (b-1) =2 X 2=4$
Error	$Ab(r-1) =18$
Total	$Abr-1= 26$

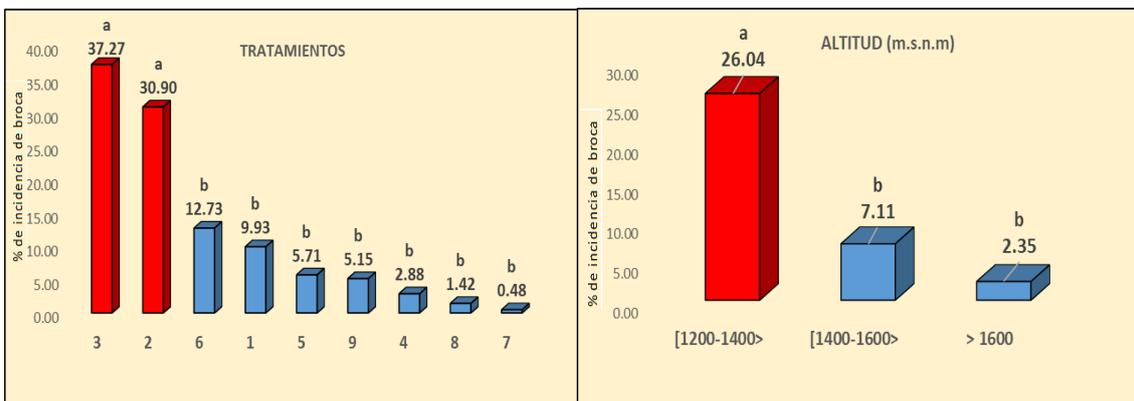
IV. RESULTADOS

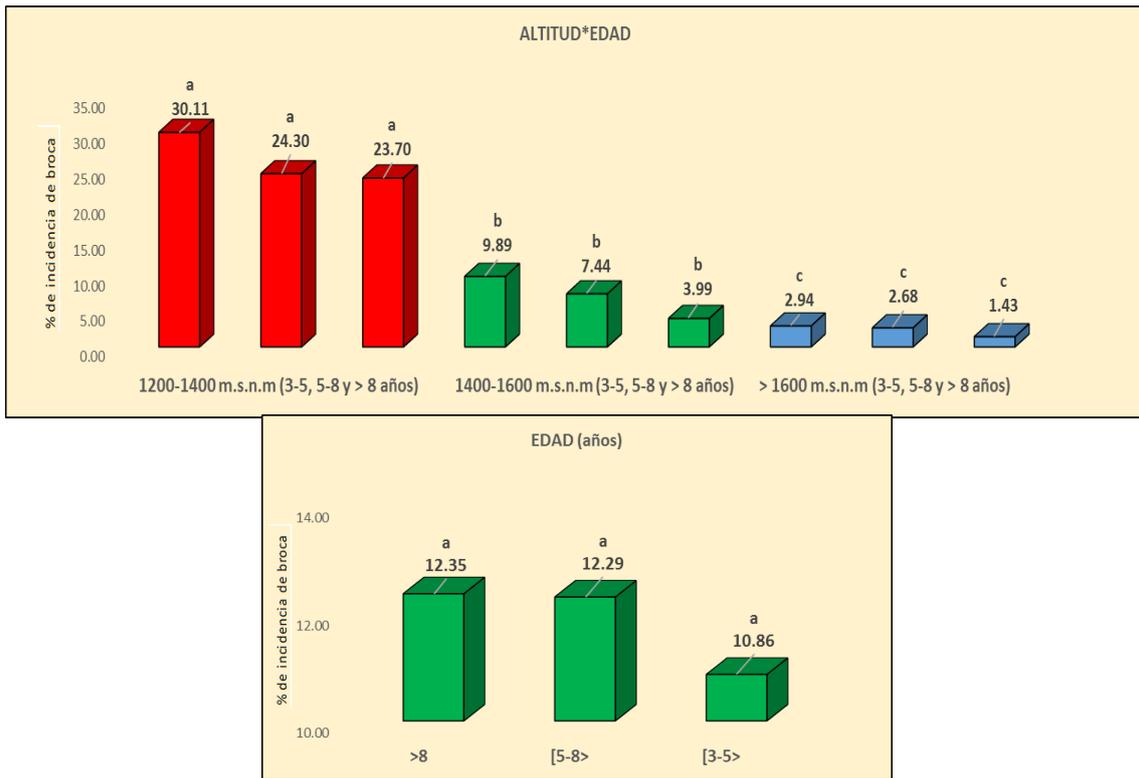
4.1. Porcentaje de incidencia de broca del café *Hypothenemus hampei*

Mes de mayo (1^{era} valuación)

En la Figura 4 se observa la comparación de medias, mostrando que para el factor edad y la interacción altitud*edad, no se encontraron diferencias significativas en sus promedios ($p>0.05$). Sin embargo, para el factor altitud y la combinación de los tratamientos, sí se encontró diferencias significativas ($p<0.05$); obteniendo en el rango de altitud entre 1200-1400 m.s.n.m valor de 26.0% mayor diferencia significativa con respecto a los demás rangos; por el contrario, el rango de altitud con menor porcentaje de incidencia fue el > 1600 m.s.n.m con 2.35% quien no presentó diferencia significativa con el rango de altitud entre 1400-1600 m.s.n.m. Mientras que en los tratamientos T3 y T2 con valores de 37.27% y 30.9% de incidencia respectivamente, no presentan diferencias significativas entre sí, pero si difieren con los demás tratamientos; por el contrario, el tratamiento con menor porcentaje de incidencia de broca fue el T7 con 0.48% de incidencia, que no presentó diferencia significativa con T6, T1, T5, T9, T4 y T8, lo que indica un comportamiento similar con estos tratamientos (ver Tabla 14 anexo 1, Fig. 4).

Figura 4: Distribución del porcentaje de incidencia de la broca según tratamientos, altitud, edad, y la interacción altitud*edad en la 1^{era} evaluación del mes de mayo.

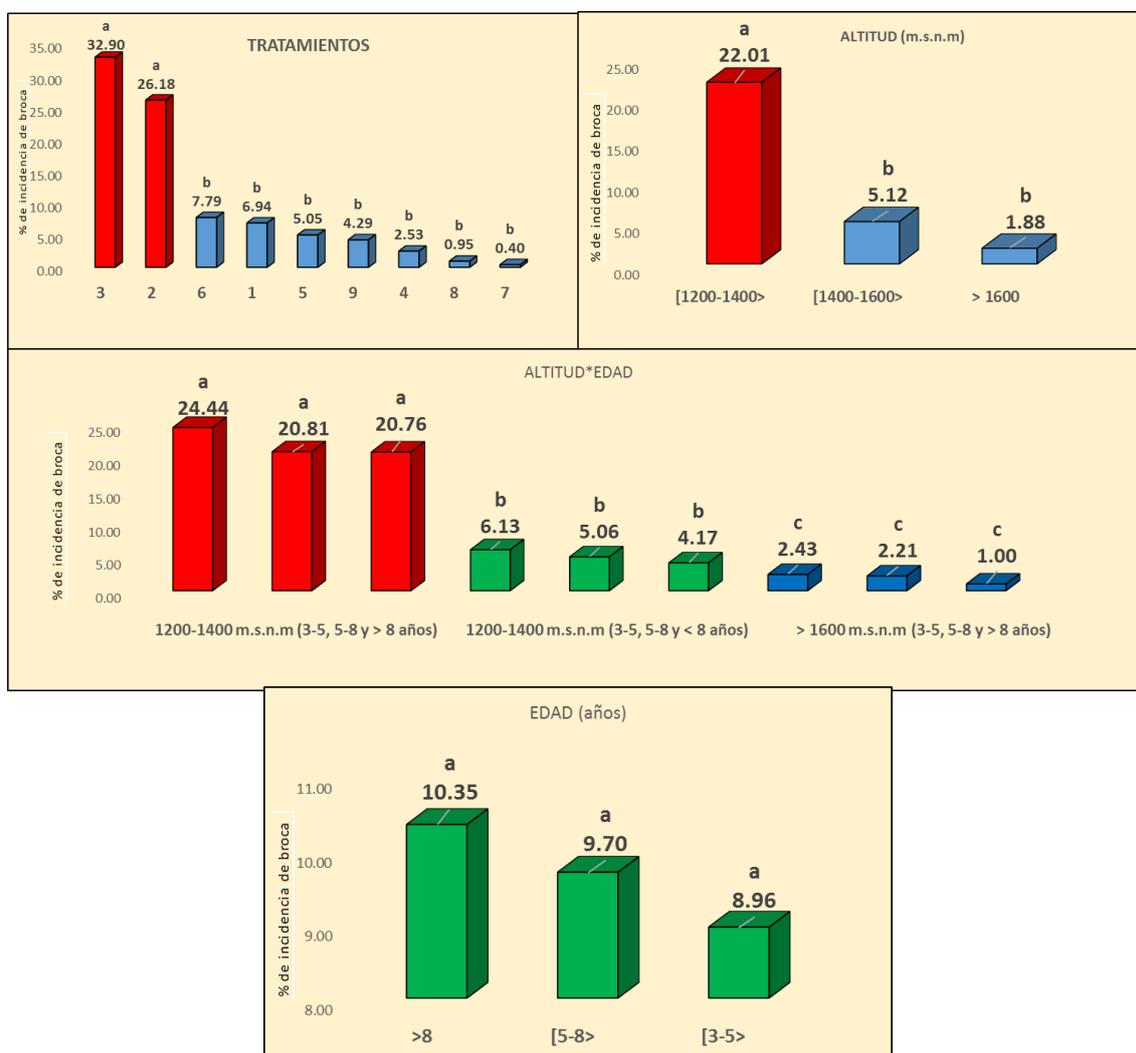




Mes de junio (2^{da} evaluación)

En la Figura 5 se observa la comparación de medias, mostrando que para el factor edad y la interacción altitud*edad, no se encontraron diferencias significativas en sus promedios ($p > 0.05$). Sin embargo, para el factor altitud y la combinación de los tratamientos, si se encontró diferencias significativas ($p < 0.05$); obteniendo en el rango de altitud entre 1200-1400 m.s.n.m valor de 22.0%, mayor diferencia significativa con respecto a los demás rangos; por el contrario, el rango de altitud con menor porcentaje de incidencia de broca fue el > 1600 m.s.n.m con 1.8%, quien no presentó diferencia significativa con el rango de altitud entre 1400-1600 m.s.n.m. Mientras que, en los tratamientos T3 y T2 con valores de 32.9% y 26.18% de incidencia respectivamente, no presentan diferencias significativas entre sí, pero si difieren con los demás tratamientos; por el contrario, el tratamiento con menor porcentaje de incidencia fue el T7 con 0.4% de incidencia, que no presento diferencia significativa con T6, T1, T5, T9, T4 y T8, lo que indica un comportamiento similar con estos tratamientos (ver Tabla 16 anexo 1, Fig. 5).

Figura 5: Distribución del porcentaje de incidencia de la broca según tratamientos, altitud, edad y altitud*edad en la evaluación 02 del mes de junio.

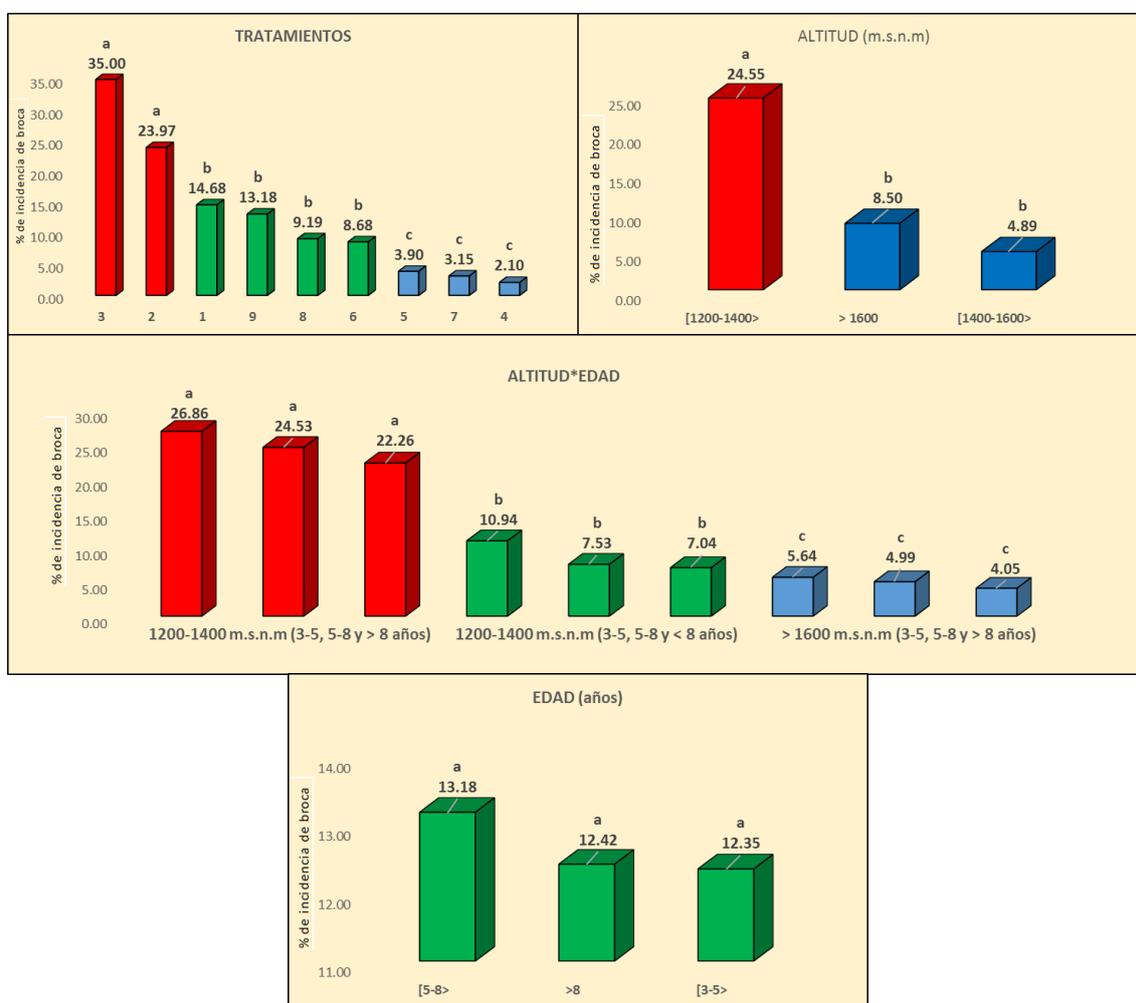


Mes de julio (3^{era} evaluación)

En la Figura 6 se observa la comparación de medias, mostrando que para el factor edad y la interacción altitud*edad, no se encontraron diferencias significativas en sus promedios ($p > 0.05$). Sin embargo, para el factor altitud y la combinación de los tratamientos, si se encontró diferencias significativas ($p < 0.05$); obteniendo en el rango de altitud entre 1200-1400 m.s.n.m valor de 24.5%, mayor diferencia significativa con respecto a los demás rangos; por el contrario, el rango de altitud con menor porcentaje de incidencia de broca fue el > 1600 m.s.n.m con 4.89%, quien no presentó diferencia significativa con el rango de altitud entre 1400-1600 m.s.n.m. Mientras que, en los tratamientos, podemos distinguir tres grupos

homogéneos. El primer grupo lo conforman los tratamientos T3 y T2 con valores de 35.00% y 23.97 % de incidencia, el segundo grupo está conformado por los tratamientos T1, T9, T8, T6, con valores de 14.68, 13.18, 9.19 y 8.68% de incidencia; y el tercer grupo lo conforman los tratamientos T5, T7 y T4, con valores de 3.90, 3.15 y 2.10% de incidencia respectivamente. Los grupos muestran diferencias significativas entre sí, siendo el primer grupo los tratamientos con mayores valores; y el tercer grupo de tratamientos con menores valores, a un 95% de nivel de confianza (ver Tabla 18 anexo 1, Fig.6).

Figura 6: Distribución del porcentaje de incidencia de la broca según tratamientos, altitud, edad y altitud*edad en la 3^{era} evaluación del mes de julio.

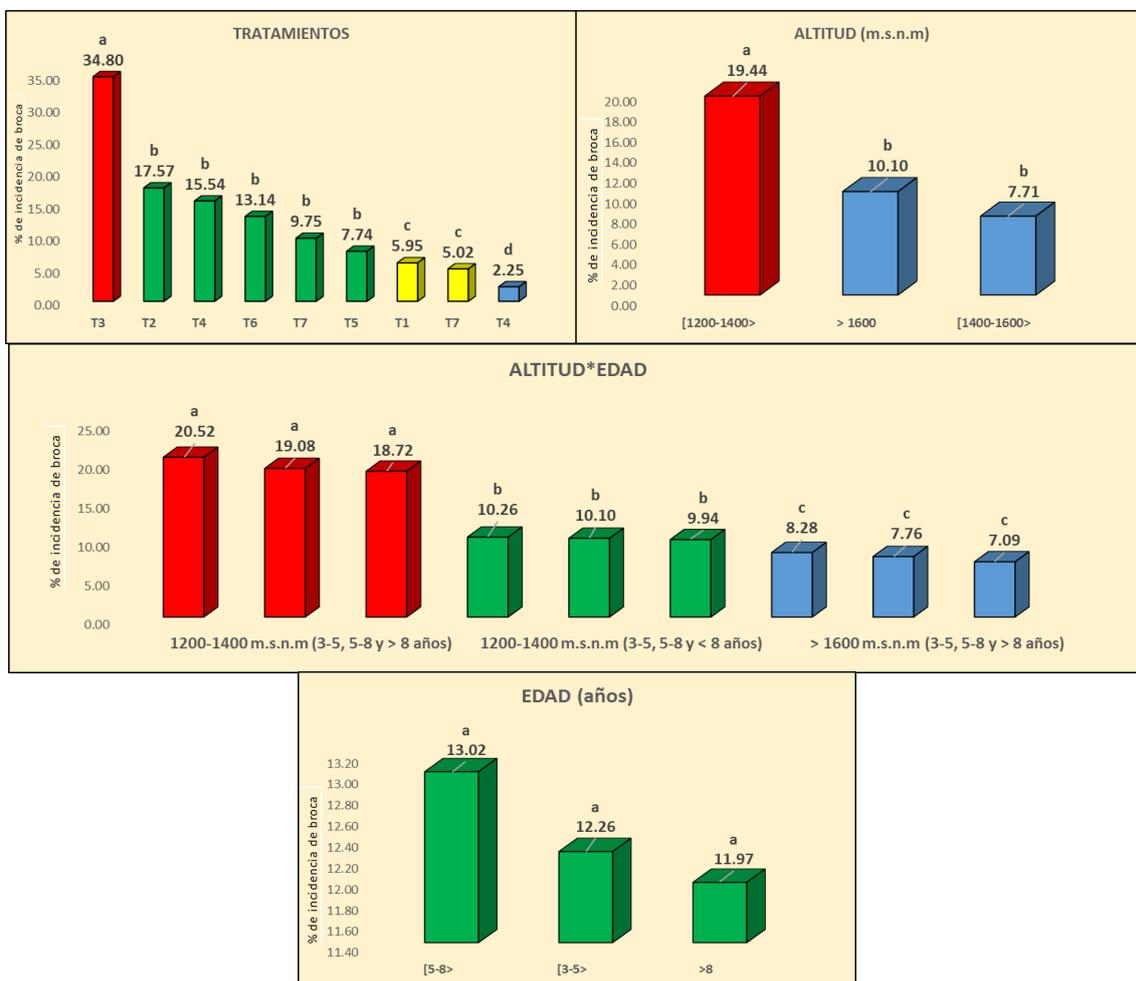


Mes de agosto (4^{ta} evaluación)

En la Figura 7 se observa la comparación de medias, mostrando que para el factor edad y la interacción altitud*edad, no se encontraron diferencias significativas en

sus promedios ($p>0.05$). Sin embargo, para el factor altitud y la combinación de los tratamientos, si se encontró diferencias significativas ($p<0.05$); obteniendo en el rango de altitud entre 1200-1400 m.s.n.m valor de 19.44%, mayor diferencia significativa con respecto a los demás rangos; por el contrario, el rango de altitud con menor porcentaje de incidencia fue el de 1400 a 1600 m.s.n.m con 7.7%, quien no presentó diferencia significativa con el rango de altitud >1600 m.s.n.m. Mientras que, en los tratamientos, podemos observar que el T3 con valor de 34.8% de incidencia, es el más alto y muestra diferencias significativas en relación con los demás tratamientos, en cambio no existen diferencias significativas entre los tratamientos T2, T4, T6, T8 y T5. Los tratamientos T1 y T7, muestran diferencia significativa en comparación a los demás tratamientos; finalmente el T4 con valor de 2.25% de incidencia se diferencia de los demás tratamientos por tener el menor valor, a un 95% de nivel de confianza (ver Tabla 20 anexo 1, Fig. 7).

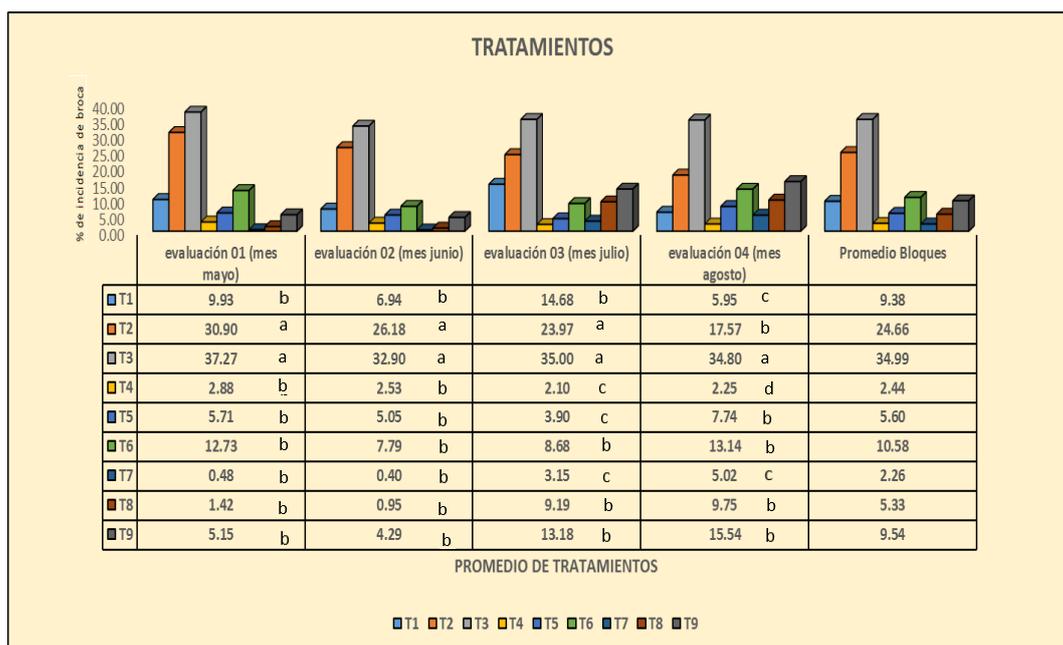
Figura 7: Distribución del porcentaje de incidencia de la broca según tratamientos, altitud, edad y altitud*edad en la 4^{ta} evaluación del mes de agosto.



Comparaciones entre evaluaciones según los tratamientos altitud, edad y altitud* edad.

En la Figura 8 se visualiza la comparación de medias de los tratamientos entre los cuatro meses de evaluación, donde se encontró diferencias significativas en sus promedios ($p>0.05$) (ver Tabla 21 anexo 1). Los tratamientos T3 y T2 presentaron los mayores valores de incidencia, manteniéndose constante a lo largo de las cuatro evaluaciones, llegando a la mayor incidencia en el mes de mayo. Por el contrario, los tratamientos con menor incidencia fueron el T7 y T4 manteniéndose constante a lo largo de todo el periodo de evaluación.

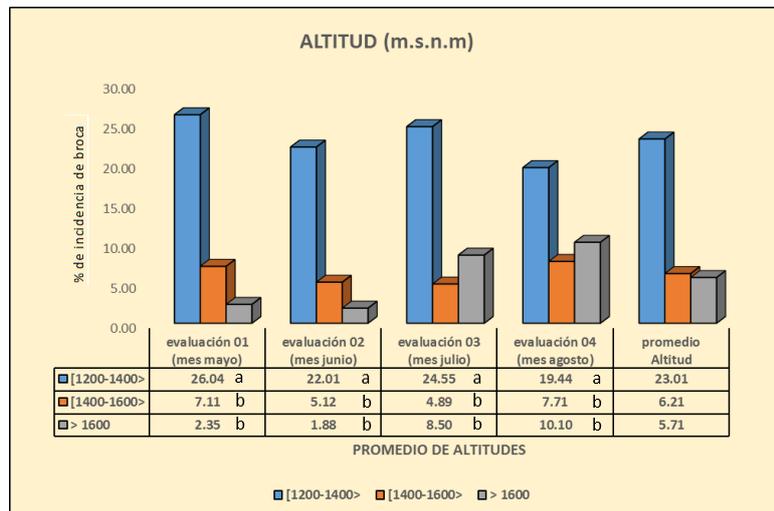
Figura 8: Comparación del porcentaje de incidencia de broca de café en la 1^{era}, 2^{da}, 3^{era} y 4^{ta} evaluación según los tratamientos.



En la Figura 9 se muestra la comparación de medias de altitudes entre los cuatro meses de evaluación; donde se encontró diferencias significativas en sus promedios ($p>0.05$) (ver Tabla 21 anexo 1). El rango de altitud entre los 1200-1400 m.s.n.m con valores mensuales de 26.0%, 22.0%, 24.5% y 19.4% respectivamente, mostro diferencias significativas con respecto a los otros dos niveles de altitudes; por el contrario, el rango altitudinal con menor porcentaje de incidencia fue el >1600 m.s.n.m con valores mensuales de 2.35%, 1.8%, 8.5%

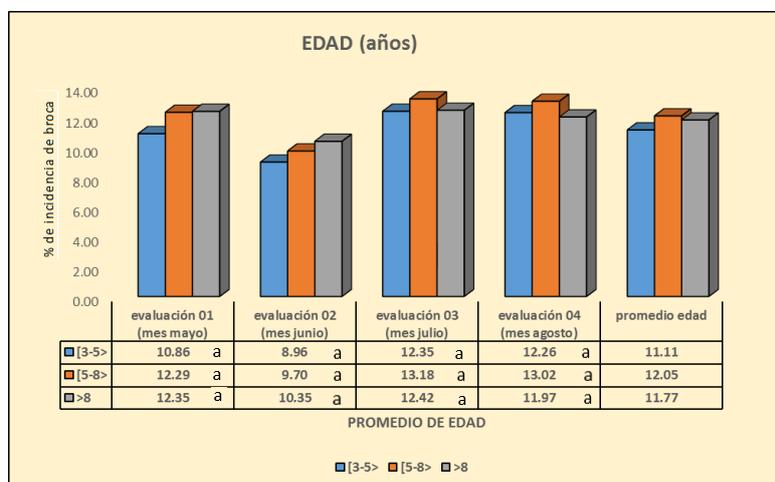
y 10.1% respectivamente, que a su vez no mostraron diferencias significativas con el rango altitudinal entre los 1400-1600 m.s.n.m.

Figura 9: Comparación del porcentaje de incidencia de broca de café en la 1^{era}, 2^{da}, 3^{era} y 4^{ta} evaluación según el factor altitud (m.s.n.m).



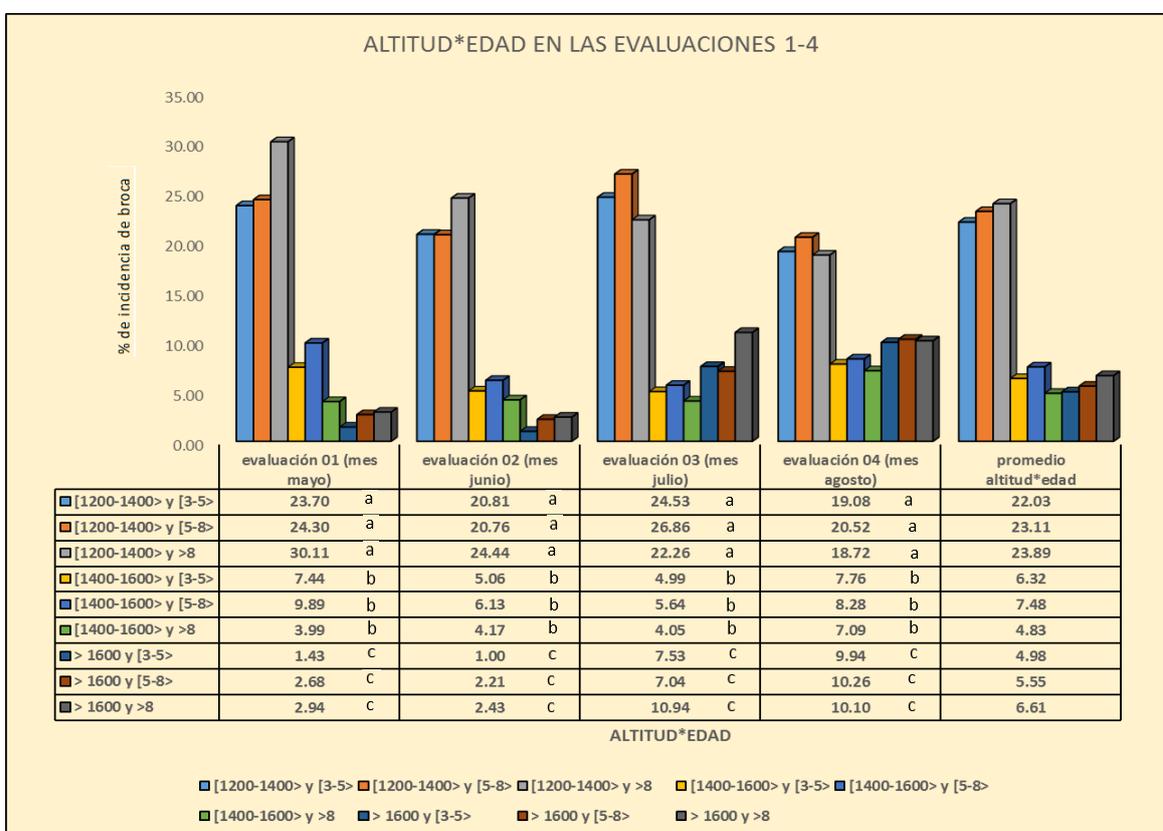
En la Figura 10 se muestra la comparación de medias en las edades, entre los cuatro meses de evaluación; donde indicó que no se encontraron diferencias significativas en sus promedios ($p > 0.05$) (ver Tabla 21 anexo 1). Lo que demuestra que el factor edad no influyó significativamente en el porcentaje de incidencia de la broca de café.

Figura 10: Comparación del porcentaje de incidencia de broca de café en la 1^{era}, 2^{da}, 3^{era} y 4^{ta} evaluación según el factor edad (años).



En la figura 11 se muestra la comparación de medias en la interacción de los factores altitud*edad entre los cuatro meses de evaluación; donde no se encontró diferencias significativas en sus promedios al interactuar un nivel del factor altitud con cada nivel del factor edad, en cada evaluación; pero si hubo diferencias significativas al comparar la interacción de todos los niveles ($p>0.05$) (ver Tabla 21 anexo 1).

Figura 11: Comparación del porcentaje de incidencia de broca de café en las evaluaciones 1^{era}, 2^{da}, 3^{era} y 4^{ta} según la interacción de los factores altitud*edad.



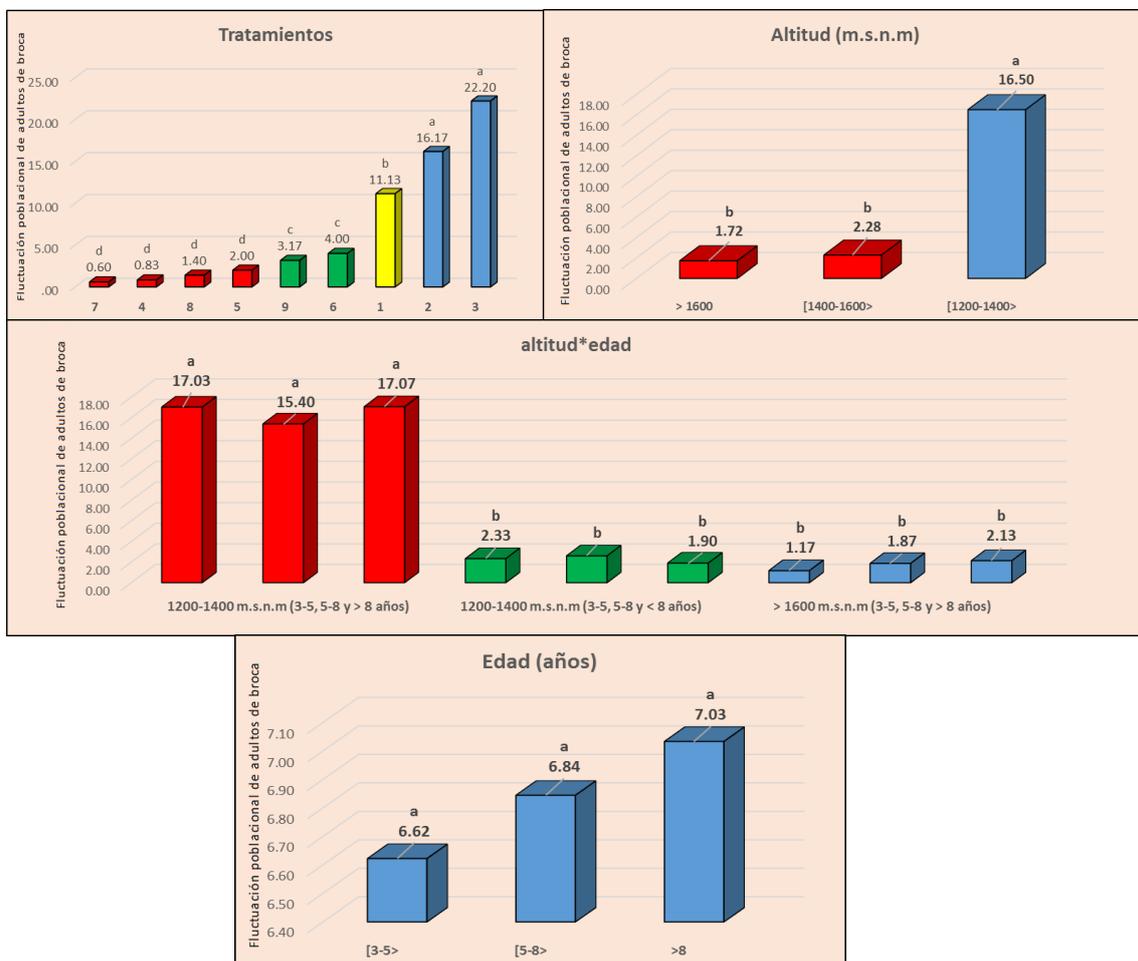
4.2. Fluctuación poblacional de adultos de broca *Hypothenemus hampei* dentro del fruto en diferentes épocas de cosecha.

Mes de mayo (1^{ra} evaluación)

En la Figura 12 se muestra la comparación de medias, mostrando que para el factor edad y la interacción altitud*edad, no se encontraron diferencias significativas en sus promedios ($p>0.05$), Sin embargo, para el factor altitud y la

combinación de los tratamientos, si existió diferencia significativa ($p < 0.05$), encontrando que el rango de altitud entre 1200-1400 m.s.n.m con 16.5 adultos, tuvo diferencias significativas respecto a los demás rangos; por el contrario el rango de altitud con menor número de adultos fue el >1600 m.s.n.m con 1.7 adultos; que no presento diferencia significativa con el rango de altitud entre 1400-1600 m.s.n.m. Mientras que en los tratamientos T3 y T2 con 22.2 y 16.17 adultos respectivamente muestran mayor significancia con respecto a los demás tratamientos. Por el contrario, el tratamiento con menor número de adultos fue el T7 con 0.6 adultos, sin mostrar diferencias significativas con T4, T8 y T5; asimismo el T1 con 11.13 adultos presenta diferencias significativas con respecto a los demás tratamientos. Por último, los tratamientos T9 y T6 no difieren entre sí, pero muestran diferencias con los demás tratamientos (ver Tabla 23 anexo 1, Fig. 12).

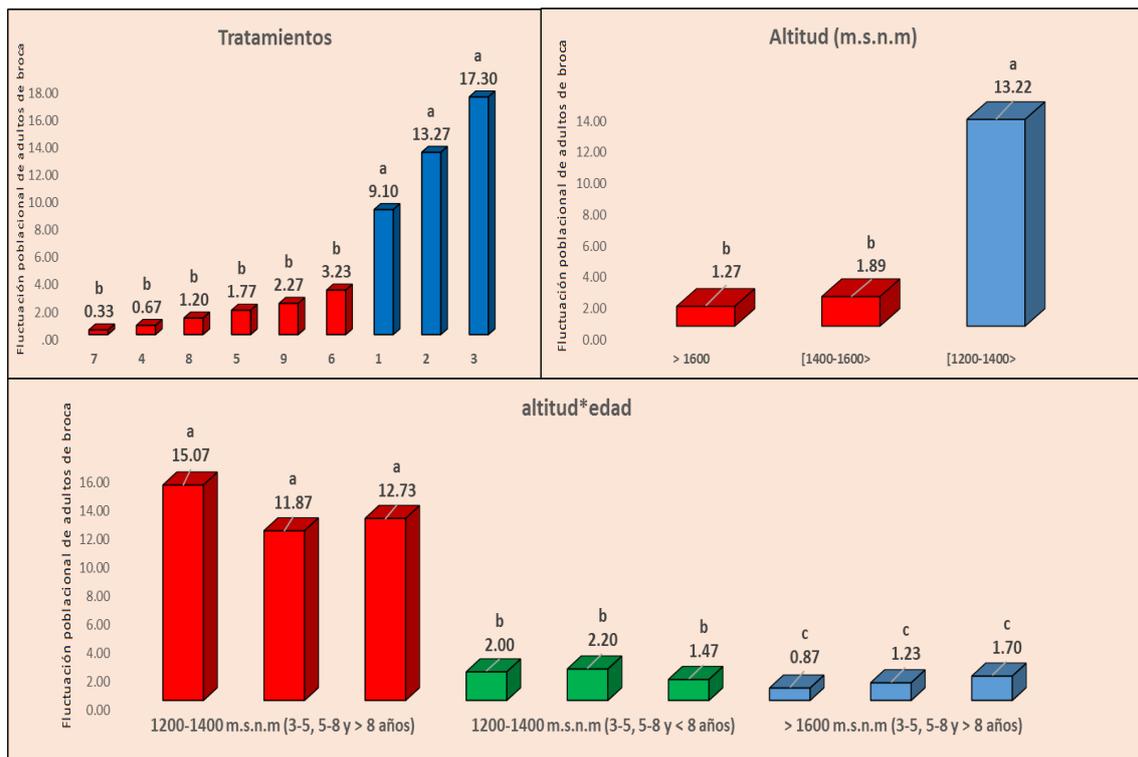
Figura 12: Distribución de la fluctuación poblacional de adultos según tratamientos, altitud, edad y altitud*edad en la 1^{ra} evaluación del mes de mayo.

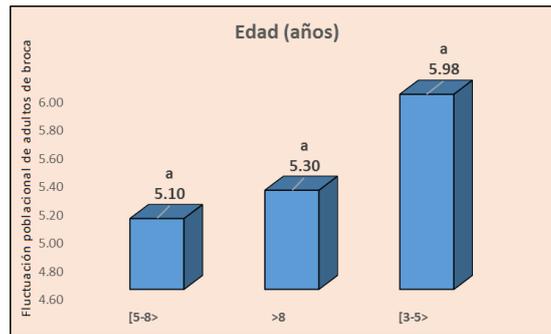


Mes de junio (2^{da} evaluación)

En la Figura 13 se muestra la comparación de medias, mostrando que para el factor edad y la interacción altitud*edad, no se encontraron diferencias significativas en sus promedios ($p>0.05$). Sin embargo, para el factor altitud y la combinación de los tratamientos, si se encontró diferencias significativas ($p<0.05$), obteniendo que el rango de altitud entre 1200-1400 m.s.n.m con 13.2 adultos mayor diferencia significativa con respecto a los demás rangos; por el contrario, el rango de altitud con menor número de adultos fue el > 1600 m.s.n.m con 1.27 adultos; que no presento diferencia significativa con el rango de altitud entre 1400-1600 m.s.n.m. Mientras que en los tratamientos podemos distinguir dos grupos con marcadas diferencias significativas. El primer grupo lo conforman los tratamientos T3, T2 y T1 con valores de 17.3, 13.27 y 9.1 individuos respectivamente; el segundo grupo lo conforman los tratamientos T6, T9, T5, T8, T4 y T7 con 3.2, 2.27, 1.7, 1.2, 0.67 y 0.3 individuos respectivamente a un 95 % de significancia (ver Tabla 25 anexo 1, Fig. 13).

Figura 13: Distribución de la fluctuación poblacional de adultos según tratamientos, altitud, edad y altitud*edad en la 2^{da} evaluación del mes de junio.

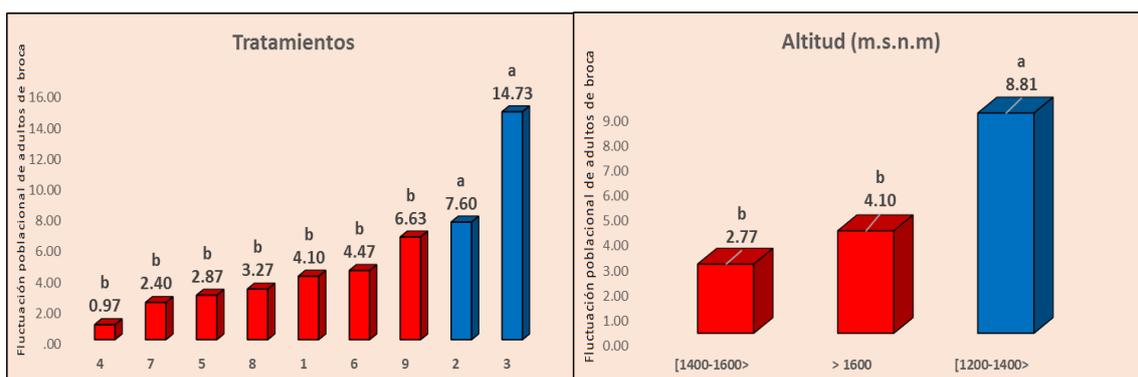


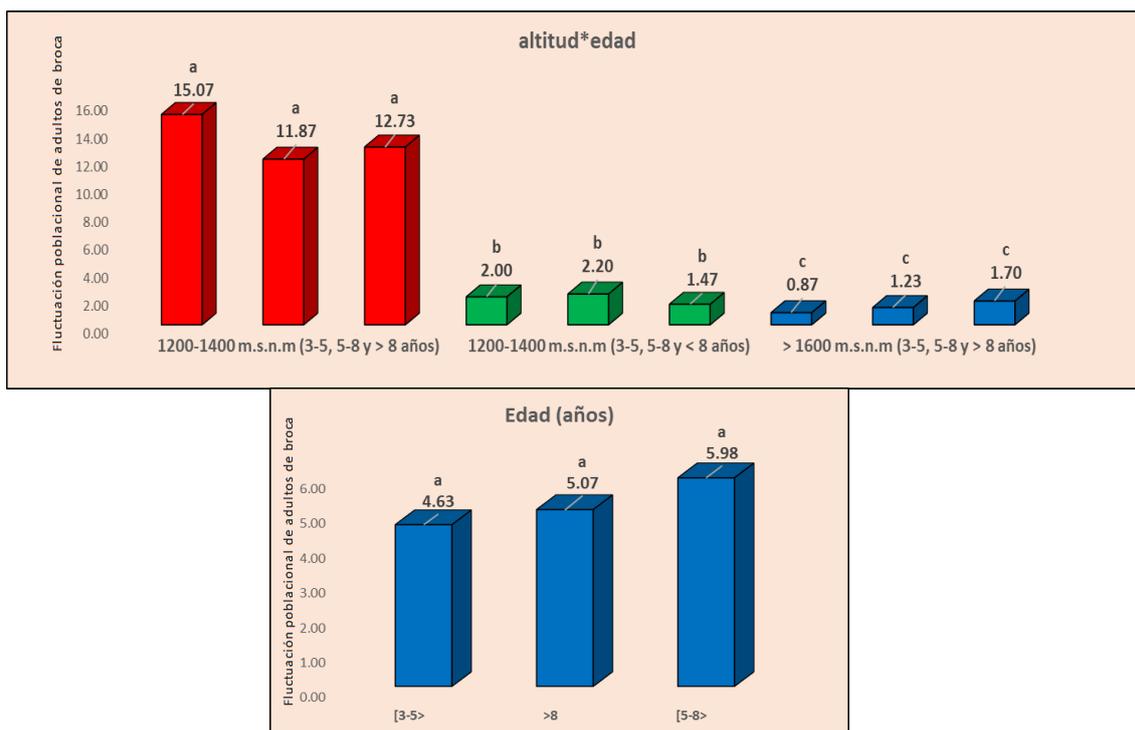


Mes de julio (3^{ra} evaluación)

En la Figura 14 se muestra la comparación de medias, mostrando que para el factor edad y la interacción altitud*edad, no se encontraron diferencias significativas en sus promedios ($p > 0.05$). Sin embargo, para el factor altitud y la combinación de los tratamientos, si se encontró diferencias significativas ($p < 0.05$), obteniendo que el rango de altitud entre 1200-1400 m.s.n.m con 8.8 individuos mayor diferencia significativa con respecto a los demás rangos; por el contrario, el rango de altitud con menor número de adultos fue entre 1400-1600 m.s.n.m con 1.27 adultos; que no presento diferencia significativa con el rango de altitud entre >1600 m.s.n.m. Mientras que en los tratamientos podemos distinguir dos grupos con diferencias significativas. El primer grupo lo conforman los tratamientos T3 y T2 con valores de 14.7 y 7.6 individuos respectivamente; el segundo grupo lo conforman los tratamientos T9, T6, T1, T8, T5, T7 y T4 con 6.6, 4.47, 4.1, 3.27, 2.87, 2.4 y 0.97 individuos respectivamente, aun 95% de nivel de confianza (ver Tabla 27 anexo 1, Fig.14).

Figura 14: Distribución de la fluctuación poblacional de adultos según tratamientos, altitud, edad y altitud*edad en la 3^{ra} evaluación del mes de julio.

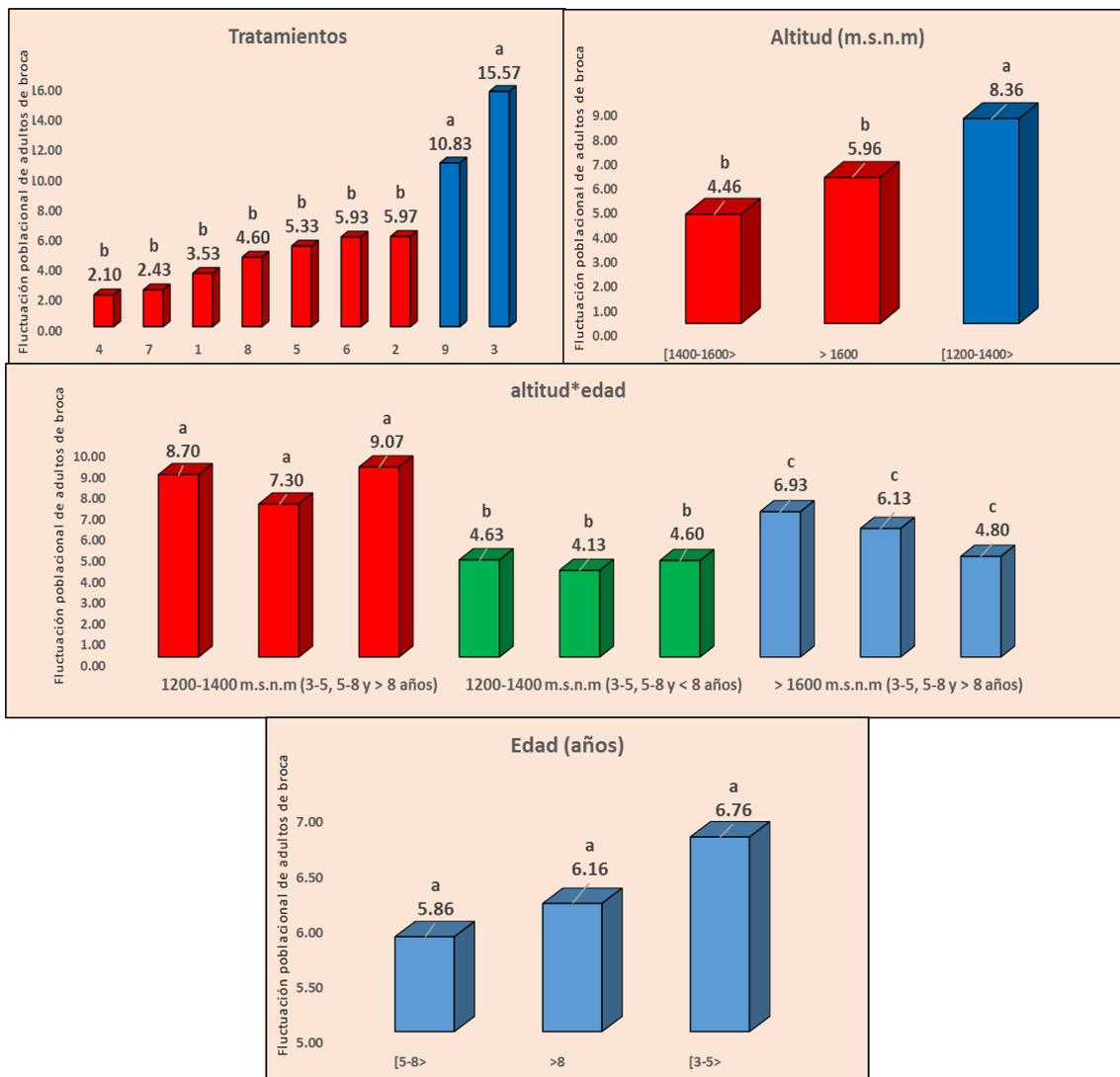




Mes de agosto (4^{ta} evaluación)

En la Figura 15 se observa la comparación de medias, mostrando que para el factor edad y la interacción altitud*edad, no se encontraron diferencias significativas en sus promedios ($p > 0.05$). Sin embargo, para el factor altitud y la combinación de los tratamientos, si se encontró diferencias significativas ($p < 0.05$), obteniendo que el rango de altitud entre 1200-1400 m.s.n.m con 8.36 individuos mayor diferencia significativa con respecto a los demás rangos; por el contrario, el rango de altitud con menor número de adultos fue entre 1400-1600 m.s.n.m con 4.46 individuos; que no presento diferencia significativa con el rango de altitud entre > 1600 m.s.n.m. Mientras que en los tratamientos podemos distinguir dos grupos con diferencias significativas. El primer grupo lo conforman los tratamientos T3 y T9 con valores de 15.57 y 10.8 individuos respectivamente; el segundo grupo lo conforman los tratamientos T2, T6, T5, T8, T1, T7 y T4 con 5.97, 5.9, 5.33, 4.6, 3.5, 2.4 y 2.1 individuos respectivamente, aun 95% de nivel de confianza (ver Tabla 29 anexo1, Fig. 15).

Figura 15: Distribución de la fluctuación poblacional de adultos según tratamientos, altitud, edad y altitud*edad en la 4^{ta} evaluación del mes de agosto.

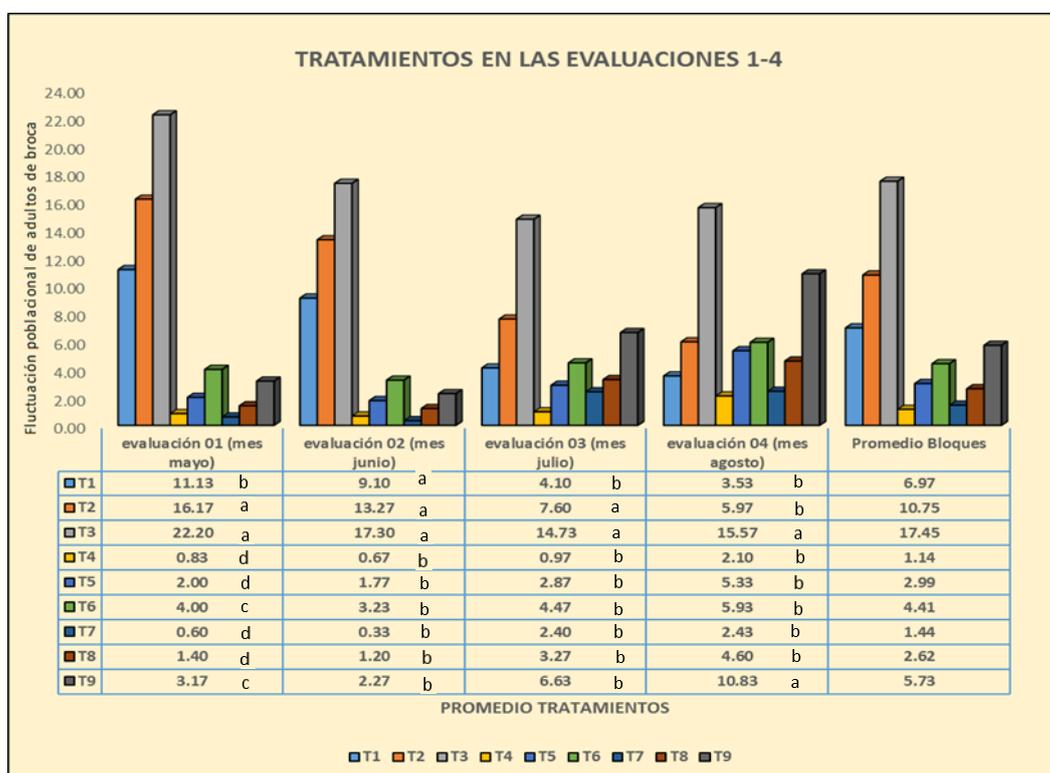


Comparaciones entre evaluaciones según los tratamiento, altitud, edad y altitud* edad.

En la Figura 16 se visualiza la comparación de medias en los tratamientos, entre los cuatro meses de evaluación; donde se encontró diferencias significativas en sus promedios ($p > 0.05$) (ver Tabla 30 anexo 1). Los tratamientos T3 y T2 presentaron los mayores valores de individuos dentro del fruto, manteniéndose constante en las tres primeras evaluaciones, llegando a la mayor incidencia en el mes de mayo. Los tratamientos T3 y T9 obtuvieron los mayores valores en la cuarta evaluación con respecto a los demás tratamientos. Por el contrario, los

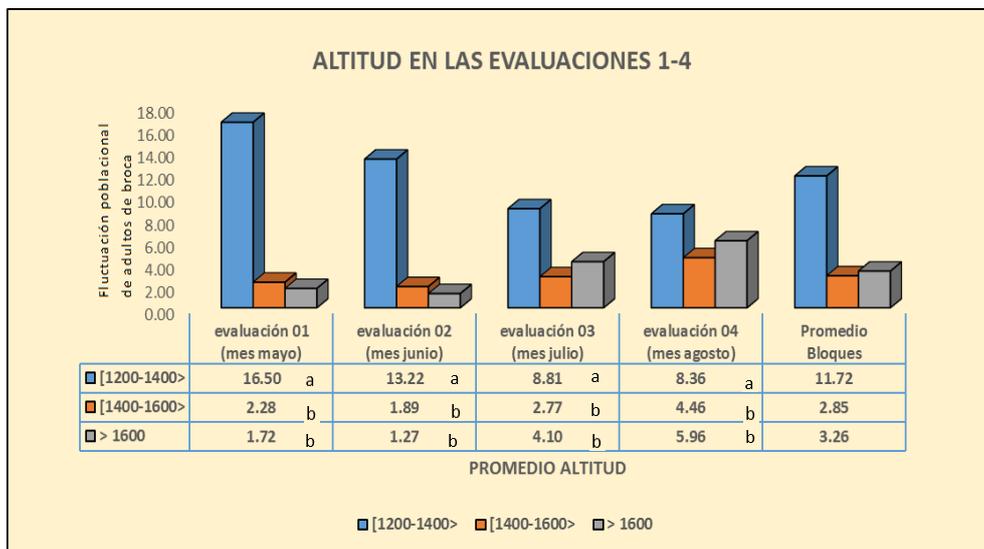
tratamientos con menor individuos fueron el T7 y T4 manteniéndose constante a lo largo de todo el periodo de evaluación.

Figura 16: Comparación de la fluctuación poblacional de adultos de broca de café en la 1^{era}, 2^{da}, 3^{era} y 4^{ta} evaluación según los tratamientos.



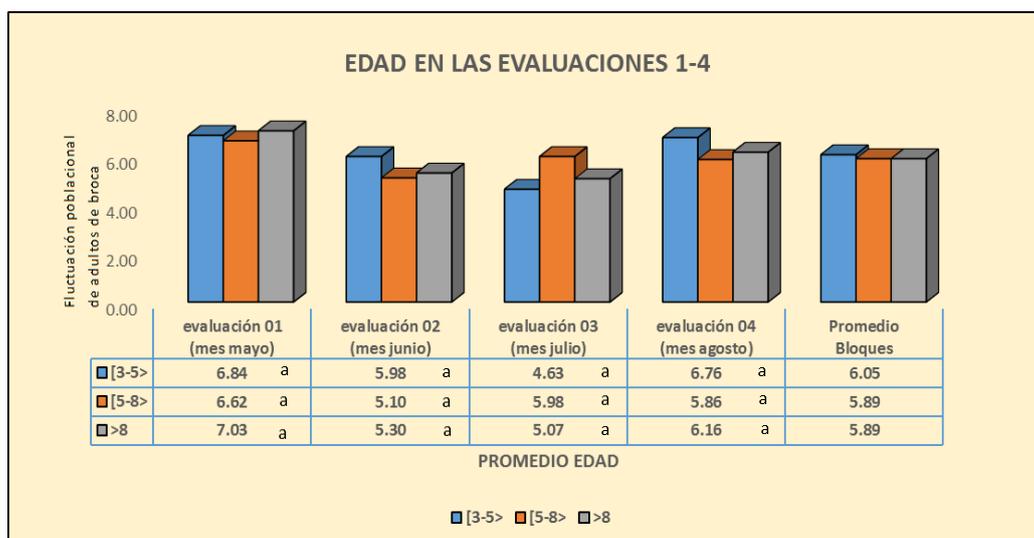
En la Figura 17 se muestra la comparación de medias de altitudes, en los cuatro meses de evaluación; en la cual, se encontró diferencias significativas en sus promedios ($p > 0.05$) (ver Tabla 30 anexo 1). El rango de altitud entre los 1200-1400 m.s.n.m con valores mensuales de 16.5, 13.2, 8.8 y 8.36 respectivamente, mostro diferencias significativas con respecto a los dos niveles de altitudes; por el contrario, el rango altitudinal con menor número de adultos fue entre 1400-1600 m.s.n.m, que a su vez no mostro diferencias significativas con el rango altitudinal > 1600 m.s.n.m.

Figura 17: Comparación de la fluctuación poblacional de adultos de broca de café en la 1^{era}, 2^{da}, 3^{era} y 4^{ta} evaluación según el factor altitud (m.s.n.m).



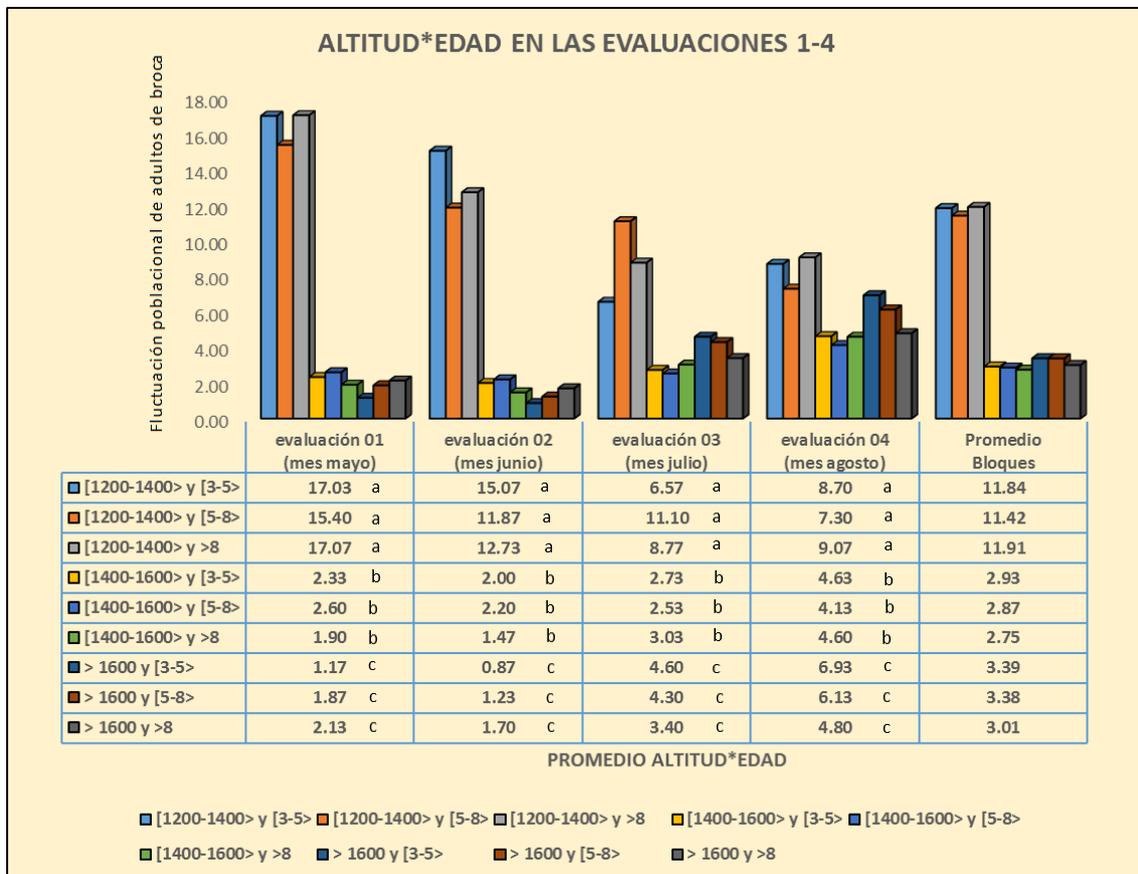
En la Figura 18 se muestra la comparación de medias en las edades, entre los cuatro meses de evaluación; lo cual indicó que no se encontraron diferencias significativas en sus promedios, según las pruebas de comparaciones múltiples de Tukey ($p > 0.05$) (ver Tabla 30 anexo 1), lo que demuestra que el factor edad no influyó significativamente en la fluctuación poblacional de adultos dentro del fruto.

Figura 18: Comparación de la fluctuación poblacional de adultos de broca de café en la 1^{era}, 2^{da}, 3^{era} y 4^{ta} evaluación según el factor edad de plantación.



En la figura 19 se muestra la comparación de medias para la fluctuación poblacional de adultos con la interacción de los factores altitud*edad, entre los cuatro meses de evaluación donde no se encontró diferencias significativas en sus promedios al interactuar un nivel del factor altitud con cada nivel del factor edad al comparar dentro de cada evaluación, pero si hubo diferencias significativas en la combinación de niveles de cada factor entre evaluaciones, ($p>0.05$) en los cuatro meses (ver Tabla 30 anexo 1).

Figura 19: Comparación de la fluctuación poblacional de adultos de broca de café en la 1^{era}, 2^{da}, 3^{era} y 4^{ta} evaluación según la interacción altitud*edad.



V. DISCUSIONES

Al evaluar el porcentaje de incidencia de broca *Hypothenemus hampei* en tres altitudes de la provincia de Rodríguez de Mendoza durante un periodo de cuatro meses, se encontró diferencias significativas respecto a la altitud y la combinación de los tratamientos, además no hubo diferencia significativa en el factor edad. Se encontró mayor porcentaje de incidencia en el nivel entre 1200-1400 m.s.n.m con valores promedios de 23,01%; y menor % de incidencia en la altitud > 1600 m.s.n.m con valores promedios de 5, 71%. También se encontró diferencias significativas al combinar el factor altitud con el factor edad, obteniéndose mayores promedios en los tratamientos T3 (1200-1400 m.s.n.m y edad > 8 años) y T2 (1200-1400 m.s.n.m y edad 5-8 años) con valores promedios de 34,99% y 24,66% respectivamente; y se obtuvo menores promedios en los tratamientos T4 (1400-1600 m.s.n.m y edad 3-5 años) y T7 (> 1600 m.s.n.m y edad 3-5 años) con valores promedios de 2,44% y 2,26% respectivamente. Adicionalmente, como datos referenciales se midieron parámetros como temperatura y humedad relativa, para un mejor entendimiento de los resultados al ser comparados con la bibliografía existente, puesto que están relacionados con el factor altitud.

Según los resultados obtenidos, se puede observar que a menor altitud existe mayor incidencia de broca *Hypothenemus hampei*, contrariamente a mayor altitud menor incidencia de broca. Además, respecto a los tratamientos existe mayor incidencia en altitudes entre 1200-1400 m.s.n.m con edades mayores a 8 años (T3) y altitudes entre 1200-1400 m.s.n.m. con edades entre 5-8 años (T2); y menor incidencia en altitudes entre 1400-1600 m.s.n.m con edades entre 3-5 años (T4) y altitudes > a 1600 m.s.n.m con 3-5 edades entre 3-5 años (T7). Estos resultados tienen relación con los obtenidos por Tirabanti *et al.*, (2013) quienes estimaron la incidencia de broca en tres bloques con altitudes diferentes, concluyendo que el porcentaje de incidencia por debajo de 1400 m.s.n.m es 51,32%, entre 1400 a 1600 msnm es 6,40%, y mayores a 1600 m.s.n.m es menor al 5%; así mismo, también concluyó que en cafetales tiernos (2-7 años), la incidencia es de 13%, en cafetales relativamente viejos (8 y 13 años) la incidencia es de 40,75%, en cafetales viejos (14 y 19) la incidencia es de 51,13% y en cafetales muy viejos (20 y 25 años) la incidencia es de 55,00%.

También existe concordancia con los resultados obtenidos por Acacio & Gil (2013), quienes encontraron una influencia directa de la altitud y edad de plantación en la incidencia de broca, concluyendo que el ámbito óptimo de altitud para el desarrollo que la broca es de 800 a 1000 m.s.n.m con edad entre 5- 6 años y generalmente a más de 1500 m.s.n.m, presenta bajos niveles de incidencia por lo que no ocasiona problemas económicos en el cultivo de café. Al respecto Ingunza (1993), encontró que a similitud de radiación solar, pluviosidad, sistema de cultivo, etc., la altitud sobre el nivel del mar influye en el grado de ataque, siendo menor cuanto mayor es la altura. Así mismo Guifarro (2010), concluyó que las pérdidas provocadas por *Hypothenemus hampei* están influenciadas por la altitud, encontró un 34% de pérdidas en zona de menor altitud, 32% en zona media y un 23% en mayor altitud; en las zonas de menor altura existen condiciones más favorables para el desarrollo poblacional de esta plaga. La altitud está directamente relacionada con la temperatura ambiental. En este sentido, plantean que en cafetales en zonas bajas con alturas entre los 500 y 700 m.s.n.m las poblaciones de esta plaga son mayores. Por otra parte Bustillo (2007), al evaluar el manejo de los cafetales en zonas de 1200 y 1350 m.s.n.m encontró, que en zonas con variaciones climáticas constantes el ataque es mayor favoreciéndose en tiempos de sequía.

Cuando evaluamos la fluctuación poblacional de adultos de *H. hampei* en diferentes épocas de cosecha, encontramos los mayores valores de individuos en el tratamiento T3 (1200-1400 m.s.n.m con edades > 8 años), con 22,20, 17,30, 14,73 y 15,71 individuos en los meses de mayo, junio, julio y agosto respectivamente. En cambio el T2 (1200-1400 m.s.n.m. con edades entre 3-5 años) mantiene una tendencia similar al T3 hasta el tercer mes, sin embargo en el cuarto mes muestra una disminución que lo hace significativamente diferente al T3. A su vez el T9 (> 1600 m.s.n.m con edades > 8 años) presenta un incremento de tasa de individuos llegando al cuarto mes con 10,83 individuos, desplazando al T2, siendo similar al T3 y diferenciándose de los demás tratamientos. Por el contrario los tratamientos con valores más bajos corresponden al T4 (1400-1600 m.s.n.m con edades entre 3-5 años) y T7 (> 1600 m.s.n.m con edad entre 3-5 años), cuyos valores van desde 0,80 hasta 2,10 individuos para el T4 y desde 0,86 hasta 2,43 individuos para el T7. Las diferencias significativas que muestran los tratamientos T2 y T9 a lo largo del periodo de evaluación, se deben posiblemente a variaciones de los factores climáticos (temperatura, humedad relativa, precipitación, radiación solar, etc.), los cuales influyeron

en la parte final de la evaluación; teniendo como referencia una temperatura superior a 21°C y 80% de HR al finalizar la evaluación.

Estos resultados encontrados en la presente investigación tiene relación con los obtenidos por Montes *etal.*, (2012) quien encontró que la infestación de la broca está relacionada con la presencia de altas temperaturas y menores altitudes, siendo mayor la incidencia entre junio y setiembre con temperaturas aumentadas de 18.8°C a 19.4°C en promedio. Por otra parte Bustillo (2007), encontró que la dinámica de la Broca es muy variable y presenta su mayor incremento en épocas secas llegando a albergar entre 25 y 150 adultos/fruto. Al respecto Constantino (2010), manifiesta que dentro de la variación altitudinal del cultivo, existe una relación entre la dinámica de infestación de la broca y la altitud, siendo mayor el desarrollo en localidades bajas, por debajo de 1200 m.s.n.m con temperaturas superiores a 21°C, y el desarrollo es menor en sitios por encima de 1600 m.s.n.m con temperaturas medias por debajo de 19°C. Así mismo indica que la dinámica de infestación de la broca del café también está influenciada por otros factores climáticos como la precipitación, humedad relativa y el estado fisiológico de los frutos de café siendo el periodo crítico cuando los frutos han alcanzado un 20% de peso en materia seca, o sea cuando han alcanzado 120 días de desarrollo.

VI. CONCLUSIONES

- ✚ La altitud como factor determinante influyó significativamente en el porcentaje de incidencia de broca del café *Hypothenemus hampei* (Ferrari) evaluados en tres niveles altitudinales de la provincia de Rodríguez de Mendoza región Amazonas.
- ✚ El factor edad de plantación de café no mostró diferencia significativa en el porcentaje de incidencia de broca del café *Hypothenemus hampei* (Ferrari), al evaluarlo independientemente, demostrando que no tiene influencia determinante en la incidencia de broca.
- ✚ A menor altitud (1200-1400 m.s.n.m), se encontró mayor porcentaje de incidencia de broca (*H. hampei*), dando a entender que la broca encuentra en estas zonas un ambiente favorable para su diseminación, crecimiento y desarrollo; mientras que a mayor altitud (> 1600 m.s.n.m), mostró menor incidencia, lo cual se demuestra que en estas zonas no hay un ambiente propicio para su diseminación.
- ✚ Al interactuar el factor altitud con el factor edad de plantación de café, se encontró mayor porcentaje de incidencia en T3 (1200-1400 m.s.n.m* > 8 años) y T2 (1200-1400 m.s.n.m*5-8 años) y menor porcentaje de incidencia en T4 (1400-1600 m.s.n.m*3-5 años) y T7 (> a 1600 m.s.n.m* 3-5 años). Indicando que a menor altitud y a mayor edad da como resultado mayor porcentaje de incidencia, por el contrario a mayor altitud y a menor edad da como resultado menor % de incidencia de broca del café (*H. hampei*).
- ✚ La fluctuación poblacional de adultos de *Hypothenemus hampei* (Ferrari), dentro del fruto, varía con la altitud, la interacción altitud*edad, la época de cosecha y los factores climáticos como temperatura y humedad relativa, etc, teniendo en el mes de mayo la mayor cantidad de individuos y en el mes de agosto la menor cantidad de adultos de broca.

VII.RECOMENDACIONES

- ✚ Para una mejor precisión de los datos en investigaciones posteriores, se recomienda involucrar a otros factores importantes que influyen en la incidencia de broca del café *Hypothenemus hampei*, como son la temperatura, humedad relativa, sombra, entre otros.

- ✚ Para seleccionar la muestra en campo, es recomendable desprestigiar el efecto de borde de la parcela experimental, es decir no considerando el primer surco de la parcela, siendo evaluadas solamente las plantas que se encuentran delimitadas por el borde, con la finalidad de evitar alteraciones por efecto de factores externos a la parcela.

- ✚ Es recomendable aislar completamente las parcelas que conforman las unidades experimentales de estudio, evitando el ingreso de personas no autorizadas, la recolección lo deberá hacer el personal encargado del estudio, por ningún motivo deberán recolectarse los frutos destinados para otro fin.

- ✚ Se recomienda trabajar con periodos de evaluación superior a seis meses, haciendo un seguimiento desde la floración, aparición de primeros frutos brocados, hasta el término de la cosecha que culmina con la recolección de los últimos granos, los cuales se convertirán en los hospederos de la plaga para la siguiente campaña.

- ✚ Durante la recolección de los datos en campo se recomienda señalar las plantas que serán evaluadas de acuerdo con los tratamientos establecidos, con la finalidad de evitar que las condiciones climáticas afecten la identificación y por consiguiente se obtengan datos erróneos.

VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acacio & Gil, (2013). Efecto del color de trampa en la captura de la broca del café (*Hypothenemus hampei* ferr.) en tres localidades de Tingo María.
- AGROBANCO, (2007). Cultivo de café. Lima, Peru. Obtenido de http://www.agrobanco.com.pe/cultivo_del_cafe.pdf; Página virtual, enero 2010.
- AGROBANCO, (2012). Manejo integrado de plagas en café. AGROBANCO, Cajamarca. Cajamarca: Oficina Académica de Extensión y Proyección Social.
- Aliaga & Bermudes, (1994). Recopilación de experiencia en zonas cafetaleras en el Perú. Lima, Peru.
- Alvarado & Rojas, (2007). El cultivo y beneficio del café. Universidad Nacional a Distancia (EUNED). San Jose, Costa Rica: San Jose.
- Alves, (2007). Zoneamiento agroclimático: Un estudio de caso para café. Informe Agropecuario, Agropecuario, Belo Horizonte.
- ANACAFE, (1991). Manual de caficultura. Guatemala, Guatemala.
- Arcila, (1990). Productividad potencial del cafeto en Colombia. Conferencias Conmemorativas- Cenicafe, 105-119.
- Arcila, (1997). Aspectos fisiológicos de la producción del café. Centro Nacional de investigación -CENICAFE, Chinchina, Colombia.
- Arcila, (2007). Sistemas de producción de café en Colombia. Cenicafe.
- Asociación Nacional del Café ANACAFE, (1998). Manual de caficultura. Guatemala.
- Baker *et al.*, (1991). El sistema café spp y *Hemileia vastatrix*. La Roya del cafeto – Conocimiento y control. (GTZ, Ed.) Cooperación Técnica República Federal.
- Barrera *et al.*, (2006). Trampas de metanol- etanol para la detección, monitoreo y control de la broca del café *Hypothenemus hampei*. 71-95. (C. d. sur, Ed.) Tapachula, Mexico: Sociedad Mexicana de entomología.
- Bergamin, (1993). Contribuyente para la biología de la broca del café "*Hypothenemus hampei* (Ferrari 1867). Instituto Biológico, Colombia.

- Bustillo, (2006). Una revisión sobre la broca, *Hypothenemus hampei* (Coleoptera: curculionidae:scolytidae). Revista Colombiana de Entomología, 2, 101-116.
- Bustillo, (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.*, (1998). Mnajeo integrado de la broca del cafe *Hypothenemjus hampei* (Ferrari) en colombia. Tesis pos grado, CENICAFE, Chinchiná.
- Bustillo *et al.*, (2002). Manejo integrado de la broca del café *Hypothenemus hampei* (Ferrari) en Colombia. CENICAFE. Chinchina- colombia: Co, Cenicafe.
- Castañeda, (1997). Manual tecnico cafetalero. Ingeniería para el desarrollo. 75, 25- 30, 162. (I. E. S.A., Ed.) Lima, Lima, Perú.
- Cenicafe, (1993). Otra forma de conocer la infestacion por broca en un cafetal. Colombia. Brocarta.
- Centro Agronomico Tropical de Investigacion y Enseñanza CATIE, (1997). Guias y herramientas para la implementación de manejo integrado de plagas con caficultores. Proyecto.CATIE- INTA/MIP. Managua, Nicaragua.
- Centro de Invetigacion en Cafe CEDICAFE, (2015). Manejo integrado de la broca (MIB). Gautemala.
- Centro Nacional de Cafe CENICAFE, (2001). Crecimiento del cafeto en diferentes altitudes. Cuantificación de la floración, cuajamiento y desarrollo del fruto en las subestaciones experimentales. Informe anual de actividades , CENICAFE, Chinchina, Colombia.
- Christiansen, (2004). Café orgánico diversificación. (primera Edicion ed.). Tegusigalapa, Honduras: Ideas Lotogarficas.
- CICAFE, (2011). Guia Tecnica Para el cultivo del cafe (1 edicion ed.). San Jose, Costa Rica.
- Constantino, (junio de 2010). Efecto del cambio y la variabilidad climatica en la dinamica de infestacion de la broca del cafe *Hypothenemus hampei* en la zona central cafetera de Colombia. SOCOLEN.

- Cooperativa Agraria Cafetalera la Divisoria-CACD, (2010). Información técnica del café. Informe técnico, CACD, Tingo María- Perú.
- Corbett, (1993). Algunas observaciones preliminares sobre el escarabajo barrenador del café (*Stepanoderes o cryphalus hampei*. Ferr. J. Malayan Agric.
- Da Matta, (2008). La manipulación de fuentes y sumideros de café en el interior, altera las tasas fotosintéticas, independientemente del metabolismo del carbono, a través de alteraciones en la función estomática. 178: 345-357. Los Angeles, Estados Unidos: Nuevo Phytol.
- Decazy, (1990). Descripción, biología, ecología y control de la broca del fruto del café *Hypothenemus hampei* Ferr. PROMECAFE, ANACAFE. Colombia: IRCC.
- Delgado, (2007). Agrocadena de café sostenible. Ministerio de Agricultura y Ganadería. DRCS., 8.
- DESCO, (2012). Producción de cafés especiales. Centro de estudios y Promoción de desarrollo, 50.
- Drinnan, (1995). La temperatura afecta el crecimiento vegetativo y la floración del café (coffee arabica). Journal of horticultural Science (Ru), 70, 25-35.
- Dufor *et al.*, (11-15 de Octubre de 2005). Conferencia sobre la ciencia del café. Bangalore, India: CD ROM.
- Duicela & Sotomayor, (1993). Botánica. En: Manual del cultivo del café. Fundabro, 19-27.
- Enrique *et al.*, (2004). Efecto del clima y condiciones del cultivo del café en la biología y comportamiento de la broca del café, (*Hypothenemus hampei* (Ferrari) (Coleoptera: Curculionidae: Scolitinae). Colombia.
- Enriquez, (1994). Ecofisiología del cultivo de café. ANACAFE, 245.
- Fernandes, (2001). Determinación del tamaño muestral. Cad. Aten primaria. Obtenido de Obtenido de http://www.fisterra.com/mbe/investiga/9muestras/tamano_muestral2.pdf
- Figuerola *et al.*, (1996). Guía para la caficultura ecológica: Café Orgánico. Publigráf S.R.L, 176.

- Fundacion para el Desarrollo Socioeconomico y Restauracion Ambiental, (2010). Guia para la innovacion de la caficultura de lo convencional a lo organico. San Salvador, El Salvador.
- Gingerich *et al.*, (1996). La consanguinidad del café Berry, *Hypothenemus hampei* (Coleopter: Scolytidae) estimada a partir de las frecuencias del fenotipo de resistencia al endosulfán. Entomological research, 667-674.
- Giordanengo, Braun & Frerot, (1993). Evidencia de aleloquímica y atracción de la broca de café *Hypothenemus hampei*, en frutos de café. Journal Chemical Ecology.
- Guharay, (2000). Manejo integrado de plagas en el cultivo del café. CATIE, 267.
- Guifarro, (2010). Evaluación de enfermedades, desarrollo del café (*coffea arabica*) y sombra en fincas agroforestales certificadas en turrialba y orosi, costa rica. tesis , Universidad Nacional de Agrivultura, Costa Rica.
- Harrington & Marin, (2008). Manual sobre el café orgánico y el café bajo sombra. Café en la clase.
- ICAFFE, (1998). Manual de recomendaciones para el cultivo de café. San Jose, 193.
- ICAFFE-MAG, (1995). Variedad costa rica. instituto del café y ministerio de agricultura y ganaderia, San Jose- Costa Rica.
- Ingunza, (1993). "La Broca del Café y su Significado Económico para la Región de la Selva Peruana", Ponencia presentada a la VIII Convención Agronómica Regional del Perú. Revista peruana de entomología, 62.
- Junta Nacional del Café, (1999). Café orgánico: Producción y comercialización en Perú. (1 edición ed.). (S. E. EIRL, Ed.) Lima, Peru.
- Junta Nacional del Café JNC, (2015). Los Mejores Cafes peruanos del 2015. Lima, Peru.
- Le Pelley, (1993). Las plagas del café. Agricultura tropical, 140-170.
- Le Pelley, (1996). Plagas de café. Logmans Green, 618.
- Leon, (2000). Botánica de los cultivos tropicales. San Jose, 350-364.
- Marin, (2012). Produccion de café especial. Lima, Peru.

- Marquez *et al.*, (2014). Efecto del abonamiento nitrogenado sobre la roya amarilla(*Hemileia vastatrix*) en dos variedades de *coffea arabica*. Insituto de Investigacion de la Amazonia Peruana, Tarapoto.
- Matiello, (2008). Cultivares de café: origen, característica y recomendaciones. Brasilia, Brasil: Embrapa Cafe.
- MINAGRI, (2005). Programa de Defensa de la Broca del Café.Cacao, Centro Nacional de Sanidad Vegetal y Dirección de Café y cacao. La Habana, Cuba.
- MINAGRI, (2013). Los Cafetaleros de la región Amazonas redujeron la incidencia de roya amarilla con apoyo de profesionales y tecnicos del Servicio Nacional de Sanidad Agraria (SENASA) y del Instituto Nacional de Innovacion Agraria (INIA). (A. A. noticias, Ed.) Lima, Peru. Obtenido de <http://www.andina.com.pe/agencia/noticia-incidencia-roya-amarilla-se-redujo-cafetales-de-region-amazonas-482104.aspx>
- Ministerio Federal de Cooperacion Economica y Desarrollo, (1994). La resistencia de las plantas a las lesiones de los insectos. Kans Estado Hort Soco, 196.
- Montes *et.al.*, (2012). Infestacion e incidencia de broca, roya y mancha de hierro en el cultivo de cafe del departamento del cauca (Vol. 10). Cauca, Ecuador: Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial.
- Montoya, (1997). Estudio de muestreo probabilístico para estimar la infestación causada por la broca del café. Colombia: Cenicafe.
- Mora, (2008). Clasifiacion Taxonomica de cafe. Ministerio de Agricultura y Ganaderia, Lima.
- Muschler, (2001). Modificación del ambiente de crecimiento de *Coffea arabica* por diferentes regímenes de poda de *Erythrina poeppigiana* en Costa Rica. Agrofor sistemas, 51, 131-139.
- Pineda & Blandon, (2009). Eficiencia de tres métodos de muestreo para estimar poblaciones de broca del café (*Hypothenemus hampei Ferrari* Coleóptera: Curculionidae) en el ciclo 2007 – 2008 en dos zonas cafetaleras de Nicaragua. Managua, Nicaragua.
- Prieto, (2007). Caracterización de café cereza empleando técnicas de visión artificial. Revista Facultad Nacional Agricola, 410-412.

- Raven *et al.*, (1999). *Biología de las plantas* (6 edición ed.). Nueva York, Estados Unidos: Freeman publisher co.
- Remond, (1996). *Metodos de muestreo para estimar los ataques de la broca del cafe (Hypothenemus hampei Ferr)*. Doc. univers, 279.
- Roam *et al.*, (1999). *Beneficio ecologico del café*. (Cenicafe, Ed.) Chinchina, Colombia.
- Saldarriaga, (1994). *Evaluación de prácticas culturales en el control de la Broca del café Hypothenemus hampei (Ferrari 1867) (Coleoptera: Scolytidae)*. Medellin, Colombia.
- Sibaja *et al.*, (1998). *La broca del Cafe*. C.R.MAG, 16.
- Silva, (2007). *Mejoramiento y fortalecimiento en los procesos de certificación y comercialización del café*. 40. Caracas, Caracas, Venezuela.
- Suárez de Castro, (1990). *Efecto de sombrero en los primeros años de vida de un cafetal* (3 edición ed., Vol. 10). turrialba, Costa Rica.
- Ticheler, (1991). *Estudio Analítico de la Epidemiología del Escoliado de los Granos de Café, Stephanoderes hampei Ferr*. Costa de Marfil, Costa de Marfil.
- Tirabanti *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.
- Trejo & Funez, (2004). *Evaluación del establecimiento de los parasitoides Cephalonomia stephanoderis y Prorops nasuta sobre la broca del fruto del café (Hypothenemus hampei) en 14 años de liberación en Honduras*. PROMECAFE, IICA, Honduras. boletin tecnico.
- Vaast *et al.*, (2003). *Mejoramiento y fortalecimiento en los procesos de certificación de calidades y comercialización del Café*. CIRADUNICAFE, 40.
- Valencia, (1999). *Fisiología, nutrición y fertilización del cafeto*. Cenicafe, 94.
- Wintgens, (2004). *Factores que influyen en la calidad del café verde*. (W. VCH, Ed.) Alemania: Cultivo, Transformacion, Produccion Sostenible.

ANEXOS 1: TABLAS DE RESULTADOS

Tabla 10: Parámetros evaluados (Temperatura °C)

Lugar	Productor	N° de finca	Temp. Máxima	Temp. mínima	Promedio
1200-1400 m.s.n.m	Artidoro Rodríguez Hernández	01	31.5°C	25.5°C	28.5°C
	Walter Puiquin Horna	02	31.2°C	25.2°C	28.2°C
	Percy Trigoso Torres	03	28.1°C	27.4°C	27.75°C
1400-1600 m.s.n.m	Elmo Meléndez Tafur	04	23.9°C	21.9°C	22.9°C
	Nicolás Mori Tuesta	05	26.9°C	22.8°C	24.85°C
	Buenaventura Bacalla Vélez	06	26.8°C	23.9°C	25.35°C
>1600 m.s.n.m	Segundo Juan Góngora Arbildo	07	23.2°C	21.6°C	22.4°C
	Edilberto Acosta Vargas	08	22.2°C	20.0°C	21.1°C
	María A. Tafur Aguilar	09	23.9°C	21.4°C	22.65°C

Fuente: Datos registrados con el termohigrometro

Tabla 11: Parámetros evaluados (Humedad relativa %)

Lugar	Productor	N° de finca	Humedad Máxima	Humedad mínima	Promedio
1200-1400 m.s.n.m	Artidoro Rodríguez Hernández	01	78%	73%	75.5%
	Walter Puiquin Horna	02	87%	84%	85.5%
	Percy Trigoso Torres	03	81%	71%	76%
1400-1600 m.s.n.m	Elmo Meléndez Tafur	04	80%	72%	76%
	Nicolás Mori Tuesta	05	80%	79%	79.5%
	Buenaventura Bacalla Vélez	06	78%	71%	74.5%
>1600 m.s.n.m	Segundo Juan Góngora Arbildo	07	79%	72%	75.5%
	Edilberto Acosta Vargas	08	80%	72%	76%
	María A. Tafur Aguilar	09	82%	75%	78.5%

Fuente: Datos registrados con el termohigrometro

Tabla 12: Base de datos

Muestra	promedio % incidencia	promedio adultos /parcela	altitud (factor A)	Edad (factor B)	Tratamientos	bloque	días de evaluación
1	12.98	18.20	1	1	1	1	1
2	45.49	28.40	1	1	3	1	1
3	38.37	22.70	1	1	2	1	1
4	15.67	3.50	2	2	6	1	1
5	8.34	2.10	2	2	5	1	1
6	2.95	1.00	2	2	4	1	1
7	1.09	0.90	3	3	7	1	1

8	6.46	3.40	3	3	9	1	1
9	1.23	1.70	3	3	8	1	1
1	27.05	18.00	1	1	3	2	1
2	23.28	10.90	1	1	2	2	1
3	12.69	8.30	1	1	1	2	1
4	3.04	1.00	2	2	4	2	1
5	18.68	5.20	2	2	6	2	1
6	5.18	1.40	2	2	5	2	1
7	1.81	1.20	3	3	8	2	1
8	0.34	0.90	3	3	7	2	1
9	7.59	4.70	3	3	9	2	1
1	31.06	14.90	1	1	2	3	1
2	4.13	6.90	1	1	1	3	1
3	39.28	20.20	1	1	3	3	1
4	3.62	2.50	2	2	5	3	1
5	2.64	0.50	2	2	4	3	1
6	3.84	3.30	2	2	6	3	1
7	1.39	1.40	3	3	9	3	1
8	1.23	1.30	3	3	8	3	1
9	0.00	0.00	3	3	7	3	1
1	11.20	17.90	1	1	1	1	2
2	39.90	22.40	1	1	3	1	2
3	33.28	19.20	1	1	2	1	2
4	9.76	2.80	2	2	6	1	2
5	5.87	1.90	2	2	5	1	2
6	2.68	0.70	2	2	4	1	2
7	0.58	0.50	3	3	7	1	2
8	5.18	2.00	3	3	9	1	2
9	0.78	1.60	3	3	8	1	2
1	25.32	15.50	1	1	3	2	2
2	19.35	8.80	1	1	2	2	2
3	6.57	5.00	1	1	1	2	2
4	2.57	0.90	2	2	4	2	2
5	10.19	4.30	2	2	6	2	2
6	6.42	1.10	2	2	5	2	2
7	1.25	0.80	3	3	8	2	2
8	0.63	0.50	3	3	7	2	2
9	6.52	3.50	3	3	9	2	2
1	25.91	11.80	1	1	2	3	2
2	3.04	4.40	1	1	1	3	2
3	33.48	14.00	1	1	3	3	2
4	2.86	2.30	2	2	5	3	2
5	2.33	0.40	2	2	4	3	2
6	3.41	2.60	2	2	6	3	2
7	1.18	1.30	3	3	9	3	2
8	0.83	1.20	3	3	8	3	2
9	0.00	0.00	3	3	7	3	2
1	17.25	4.7	1	1	1	1	3
2	46.65	22.8	1	1	3	1	3
3	19.57	8.3	1	1	2	1	3
4	5.58	3	2	2	6	1	3
5	1	1.5	2	2	5	1	3

6	0.5	1.3	2	2	4	1	3
7	3.44	4	3	3	7	1	3
8	13.06	9	3	3	9	1	3
9	13.99	4.9	3	3	8	1	3
1	23.09	8	1	1	3	2	3
2	19.1	7.5	1	1	2	2	3
3	11.96	4.6	1	1	1	2	3
4	3.43	0.8	2	2	4	2	3
5	13.55	5.3	2	2	6	2	3
6	4.74	2.7	2	2	5	2	3
7	9	2.4	3	3	8	2	3
8	3.49	1.4	3	3	7	2	3
9	16.33	3.5	3	3	9	2	3
1	33.25	7	1	1	2	3	3
2	14.84	3	1	1	1	3	3
3	35.26	13.4	1	1	3	3	3
4	5.97	4.4	2	2	5	3	3
5	2.36	0.8	2	2	4	3	3
6	6.91	5.1	2	2	6	3	3
7	10.14	7.4	3	3	9	3	3
8	4.57	2.5	3	3	8	3	3
9	2.51	1.8	3	3	7	3	3
1	7.18	5.30	1	1	1.00	1	4
2	35.76	13.30	1	1	3.00	1	4
3	11.12	5.00	1	1	2.00	1	4
4	13.26	6.10	2	2	6.00	1	4
5	8.75	4.70	2	2	5.00	1	4
6	1.86	2.40	2	2	4.00	1	4
7	5.74	3.10	3	3	7.00	1	4
8	17.34	12.40	3	3	9.00	1	4
9	10.41	4.90	3	3	8.00	1	4
1	29.35	13.80	1	1	3.00	2	4
2	20.86	5.90	1	1	2.00	2	4
3	5.75	2.60	1	1	1.00	2	4
4	2.10	1.90	2	2	4.00	2	4
5	13.31	5.70	2	2	6.00	2	4
6	6.56	5.40	2	2	5.00	2	4
7	11.15	5.50	3	3	8.00	2	4
8	5.74	2.60	3	3	7.00	2	4
9	16.33	7.90	3	3	9.00	2	4
1	20.72	7.00	1	1	2.00	3	4
2	4.93	2.70	1	1	1.00	3	4
3	39.29	19.60	1	1	3.00	3	4
4	7.92	5.90	2	2	5.00	3	4
5	2.78	2.00	2	2	4.00	3	4
6	12.85	6.00	2	2	6.00	3	4
7	12.94	12.20	3	3	9.00	3	4
8	7.70	3.40	3	3	8.00	3	4
9	3.57	1.60	3	3	7.00	3	4

Fuente: Análisis estadístico Spss, 2017.

Análisis estadístico para la variable incidencia de broca (*Hypothenemus hampei*)

Mes de mayo

Tabla 13: Análisis de variancia del porcentaje de incidencia de broca de café según la influencia de los tratamientos, altitud, edad, altitud*edad en la 1^{era} evaluación.

Fuente de variación	Suma de cuadrados	grados de libertad	Media cuadrática	F	Significancia	Influencia
Bloques	122.203	2	61.101	2.60	0.105	No
Tratamiento	4245.007	8	530.626	22.60	0.000	Si
Error	375.691	16	23.481	-	-	-
Total	4742.900	26	-	-	-	-

Fuente de variación	Suma de cuadrados	grados de libertad	Media cuadrática	F	Significancia	Influencia
Bloques	122.20	2	61.101	0.588	0.567	No
Altitud	2826.28	2	1413.138	13.600	0.000	Si
Edad	12.83	2	6.413	0.062	0.940	No
Altitud*Edad	119.08	4	29.769	0.286	0.882	No
Error	1662.52	16	103.907	-	-	-
Total	4742.90	26	-	-	-	-

Tabla 14: Comparaciones múltiples de Tukey en la 1^{era} evaluación para grupos de promedios homogéneos en el porcentaje de incidencia de broca de café según tratamientos, altitud, edad, altitud*edad.

tratamientos	Promedio Incidencia	Grupo homogéneos	Significancia igualdad
Repetición 1	14.73	A	0.10
Repetición 2	11.07	A	
Repetición 3	9.69	A	

Tratamientos	Promedio Incidencia	Grupo homogéneos	Significancia igualdad
3	37.27	A	0.79
2	30.90	A	
6	12.73	B	0.11
1	9.93	B	
5	5.71	B	
9	5.15	B	
4	2.88	B	
8	1.42	B	
7	0.48	B	

Altitud (msnm)	Promedio Incidencia	Grupo homogéneos	Significancia igualdad
[1200-1400>	26.04	A	1.00
[1400-1600>	7.11	B	0.593
> 1600	2.35	B	

Edad (años)	Promedio Incidencia	Grupo homogéneos	Significancia igualdad
>8	12.35	A	0.948
[5-8>	12.29	A	
[3-5>	10.86	A	

Altitud*Edad	Promedio Incidencia	Grupo homogéneos	Significancia
[1200-1400> y >8	30.11	A	0.532
[1200-1400> y [5-8>	24.30	A	
[1200-1400> y [3-5>	23.70	A	
[1400-1600> y [5-8>	9.89	B	0.437
[1400-1600> y [3-5>	7.44	B	
[1400-1600> y >8	3.99	B	
> 1600 y >8	2.94	C	0.875
> 1600 y [5-8>	2.68	C	
> 1600 y [3-5>	1.43	C	

Fuente: Análisis estadístico con Spss, 2017.

Mes de junio

Tabla 15: Análisis de variancia del porcentaje de incidencia de broca de café según la influencia de los tratamientos, altitud, edad, altitud*edad en la 2^{da} evaluación.

Fuente de variación	Suma de cuadrados	grados de libertad	Media cuadrática	F	Significancia	Influencia
Bloques	84.00	2	41.998	3.27	0.064	No
Tratamiento	3259.09	8	407.386	31.72	0.000	Si
Error	205.47	16	12.842	-	-	-
Total	3548.56	26	-	-	-	-

Fuente de variación	Suma de cuadrados	grados de libertad	Media cuadrática	F	Significancia	Influencia
Bloques	84.00	2	41.998	0.506	0.612	No
Altitud	2101.41	2	1050.707	12.668	0.001	Si
Edad	8.71	2	4.354	0.052	0.949	No
Altitud*Edad	27.37	4	6.843	0.083	0.987	No
Error	1327.07	16	82.942	-	-	-
Total	3548.56	26	-	-	-	-

Tabla 16: Comparaciones múltiples de Tukey en la 2^{da} evaluación para grupos de promedios homogéneos en el porcentaje de incidencia de broca de café según los tratamientos, altitud, edad, altitud*edad.

Bloques	Promedio Incidencia	Grupo homogéneos	Significancia igualdad
Repetición 1	12.14	A	0.73
Repetición 2	8.76	A	
Repetición 3	8.12	A	

Tratamientos	Promedio Incidencia	Grupo homogéneos	Significancia igualdad
3	32.90	A	0.397
2	26.18	A	
6	7.79	B	0.29
1	6.94	B	
5	5.05	B	
9	4.29	B	
4	2.53	B	
8	0.95	B	
7	0.40	B	
Altitud (msnm)	Promedio Incidencia	Grupo homogéneos	Significancia
[1200-1400>	22.01	A	1.00
[1400-1600>	5.12	B	0.736
> 1600	1.88	B	
Edad (años)	Promedio Incidencia	Grupo homogéneos	Significancia
>8	10.35	A	0.944
[5-8>	9.70	A	
[3-5>	8.96	A	
Altitud*Edad	Promedio Incidencia	Grupo homogéneos	Significancia
[1200-1400> y >8	24.44	A	0.734
[1200-1400> y [3-5	20.81	A	
[1200-1400> y [5-8	20.76	A	
[1400-1600> y [5-8	6.13	B	0.812
[1400-1600> y [3-5	5.06	B	
[1400-1600> y >8	4.17	B	
> 1600 y >8	2.43	C	0.643
> 1600 y [5-8>	2.21	C	
> 1600 y [3-5>	1.00	C	

Fuente: Análisis estadístico con Spss, 2017.

Mes de julio

Tabla 17: Análisis de variancia del porcentaje de incidencia de broca de café según la influencia de los tratamientos, altitud, edad, altitud*edad en la 3^{era} evaluación.

Fuente de variación	Suma de cuadrados	grados de libertad	Media cuadrática	F	Significancia	Influencia
Bloques	15.49	2	7.747	0.24	0.792	No
Tratamiento	2814.29	8	351.787	10.74	0.000	Si
Error	523.83	16	32.740	-	-	-
Total	3353.62	26	-	-	-	-

Fuente de variación	Suma de cuadrados	grados de libertad	Media cuadrática	F	Significancia	Influencia
Bloques	15.49	2	7.747	0.526	0.910	No
Altitud	1971.21	2	985.606	66.944	0.001	Si
Edad	3.82	2	1.909	0.130	0.977	No
Altitud*Edad	58.89	4	14.723	1.000	0.945	No
Error	1304.21	16	81.513	-	-	-

Tabla 18: Comparaciones múltiples de Tukey en la 3^{era} evaluación para grupos de promedios homogéneos en el porcentaje de incidencia de broca de café según los tratamientos, altitud, edad, altitud*edad.

Bloques	Promedio Incidencia	Grupo homogéneos	Significancia igualdad
Repetición 1	13.45	A	0.73
Repetición 3	12.87	A	
Repetición 2	11.63	A	
Tratamientos	Promedio Incidencia	Grupo homogéneos	Significancia igualdad
3	35.00	A	0.365
2	23.97	A	
1	14.68	B	0.084
9	13.18	B	
8	9.19	B	
6	8.68	B	
5	3.90	C	0.224
7	3.15	C	
4	2.10	C	
Altitud (msnm)	Promedio Incidencia	Grupo homogéneos	Significancia igualdad
[1200-1400>	24.55	A	0.679
> 1600	8.50	B	
[1400-1600>	4.89	B	
Edad (años)	Promedio Incidencia	Grupo homogéneos	Significancia igualdad
[5-8>	13.18	A	0.979
>8	12.42	A	
[3-5>	12.35	A	
Altitud*Edad	Promedio Incidencia	Grupo homogéneos	Significancia igualdad
[1200-1400> y [5-8>	26.86	A	0.943
[1200-1400> y [3-5>	24.53	A	
[1200-1400> y >8	22.26	A	
> 1600 y >8	10.94	B	0.734
> 1600 y [3-5>	7.53	B	
> 1600 y [5-8>	7.04	B	
[1400-1600> y [5-8>	5.64	C	0.964
[1400-1600> y [3-5>	4.99	C	
[1400-1600> y >8	4.05	C	

Fuente: Análisis estadístico con Spss, 2017.

Mes de agosto

Tabla 19: Análisis de variancia del porcentaje de incidencia de broca de café según la influencia de los tratamientos, altitud, edad, altitud*edad en la 4^{ta} evaluación.

Fuente de variación	Suma de cuadrados	grados de libertad	Media cuadrática	F	Significancia	Influencia
Bloques	0.15	2	0.08	0.01	0.991	No
Tratamiento	2300.07	8	287.51	33.10	0.000	Si
Error	138.96	16	8.69	-	-	-
Total	2439.19	26	-	-	-	-
Fuente de variación	Suma de cuadrados	grados de libertad	Media cuadrática	F	Significancia	Influencia
Bloques	0.15	2	0.08	0.001	0.999	No
Altitud	691.53	2	345.76	3.180	0.049	Si
Edad	5.27	2	2.63	0.024	0.976	No
Altitud*Edad	2.43	4	0.61	0.006	1.000	No
Error	1739.81	16	108.74	-	-	-
Total	2439.19	26	-	-	-	-

Tabla 20: Comparaciones múltiples de Tukey en la 4^{ta} evaluación para grupos de promedios homogéneos en el porcentaje de incidencia de broca de café según los tratamientos, altitud, edad, altitud*edad.

Bloques	Promedio Incidencia	Grupo homogéneos	Significancia igualdad
3	12.52	A	0.992
1	12.38	A	
2	12.35	A	
Tratamientos	Promedio Incidencia	Grupo homogéneos	Significancia igualdad
T3	34.80	A	1.000
T2	17.57	B	0.114
T4	15.54	B	
T6	13.14	B	
T7	9.75	B	
T5	7.74	B	
T1	5.95	C	0.07
T7	5.02	C	
T4	2.25	D	1.000
Altitud (msnm)	Promedio Incidencia	Grupo homogéneos	Significancia igualdad
[1200-1400>	19.44	A	1.00
> 1600	10.10	B	0.483
[1400-1600>	7.71	B	
Edad (años)	Promedio Incidencia	Grupo homogéneos	Significancia igualdad
[5-8>	13.02	A	0.975
[3-5>	12.26	A	
>8	11.97	A	

Altitud*Edad	Promedio Incidencia	Grupo homogéneos	Significancia igualdad
[1200-1400> y [5-8>	20.52	A	0.853
[1200-1400> y [3-5>	19.08	A	
[1200-1400> y >8	18.72	A	
> 1600 y [5-8>	10.26	B	0.832
> 1600 y >8	10.10	B	
> 1600 y [3-5>	9.94	B	
[1400-1600> y [5-8>	8.28	C	0.863
[1400-1600> y [3-5>	7.76	C	
[1400-1600> y >8	7.09	C	

Fuente: Análisis estadístico con Spss, 2017.

Tabla 21: Comparación del porcentaje de incidencia de broca de café en las evaluaciones 1^{era}, 2^{da}, 3^{era} y 4^{ta} según los tratamientos, altitud, edad, altitud*edad.

Bloques	% incidencia promedio					Diferencia promedio
	evaluación 01 (mes mayo)	evaluación 02 (mes junio)	evaluación 03 (mes julio)	evaluación 04 (mes agosto)	Promedio Bloques	
repetición 1	14.73	12.14	13.45	12.38	13.17	No significativo
repetición 2	11.07	8.76	11.63	12.35	10.95	
repetición 3	9.69	8.12	12.87	12.52	10.80	
Tratamientos	% incidencia promedio					Diferencia promedio
	evaluación 01 (mes mayo)	evaluación 02 (mes junio)	evaluación 03 (mes julio)	evaluación 04 (mes agosto)	promedio Tratamientos	
T1	9.93	6.94	14.68	5.95	9.38	Si Significativo
T2	30.90	26.18	23.97	17.57	24.66	
T3	37.27	32.90	35.00	34.80	34.99	
T4	2.88	2.53	2.10	2.25	2.44	
T5	5.71	5.05	3.90	7.74	5.60	
T6	12.73	7.79	8.68	13.14	10.58	
T7	0.48	0.40	3.15	5.02	2.26	
T8	1.42	0.95	9.19	9.75	5.33	
T9	5.15	4.29	13.18	15.54	9.54	
Altitud (msnm)	% incidencia promedio					Diferencia promedio
	evaluación 01 (mes mayo)	evaluación 02 (mes junio)	evaluación 03 (mes julio)	evaluación 04 (mes agosto)	promedio Altitud	
[1200-1400>	26.04	22.01	24.55	19.44	23.01	Si Significativo
[1400-1600>	7.11	5.12	4.89	7.71	6.21	
> 1600	2.35	1.88	8.50	10.10	5.71	
Edad (años)	% incidencia promedio					Diferencia promedio
	evaluación 01 (mes mayo)	evaluación 02 (mes junio)	evaluación 03 (mes julio)	evaluación 04 (mes agosto)	promedio edad	
[3-5>	10.86	8.96	12.35	12.26	11.11	No Significativo
[5-8>	12.29	9.70	13.18	13.02	12.05	
>8	12.35	10.35	12.42	11.97	11.77	
Altitud* Edad	% incidencia promedio					Diferencia promedio
	evaluación 01 (mes mayo)	evaluación 02 (mes junio)	evaluación 03 (mes julio)	evaluación 04 (mes agosto)	promedio altitud*edad	
[1200-1400> y [3-5>	23.70	20.81	24.53	19.08	22.03	No Significativo
[1200-1400> y [5-8>	24.30	20.76	26.86	20.52	23.11	
[1200-1400> y >8	30.11	24.44	22.26	18.72	23.89	
[1400-1600> y [3-5>	7.44	5.06	4.99	7.76	6.32	No Significativo
[1400-1600> y [5-8>	9.89	6.13	5.64	8.28	7.48	
[1400-1600> y >8	3.99	4.17	4.05	7.09	4.83	
> 1600 y [3-5>	1.43	1.00	7.53	9.94	4.98	No Significativo
> 1600 y [5-8>	2.68	2.21	7.04	10.26	5.55	
> 1600 y >8	2.94	2.43	10.94	10.10	6.61	

Fuente: Análisis estadístico con Spss, 2017.

Análisis estadístico para la variable fluctuación poblacional de adultos de broca del café (*Hypothenemus hampei*) dentro del fruto en diferentes épocas de cosecha.

Mes de mayo

Tabla 22: Análisis de variancia de la fluctuación poblacional de adultos de broca de café (*H. hampei*) según la influencia de los tratamientos, altitud, edad, altitud*edad en la 1^{era} evaluación.

Fuente de variación	Suma de cuadrados	grados de libertad	Media cuadrática	F	Significancia	Influencia
Bloques	69.38	2	34.69	3.75	0.046	No
Tratamiento	1472.83	8	184.10	19.93	0.000	Si
Error	147.79	16	9.23	-	-	-
Total	2950.75	26	-	-	-	-
Fuente de variación	Suma de cuadrados	grados de libertad	Media cuadrática	F	Significancia	Influencia
Bloques	69.38	2	34.69	3.75	0.046	No
Altitud	1262.88	2	631.44	28.86	0.000	Si
Edad	0.76	2	0.38	0.017	0.983	No
Altitud*Edad	6.92	4	1.73	0.79	0.988	No
Error	2950.75	16	21.87	-	-	-
Total	2439.19	26	-	-	-	-

Tabla 23: Comparaciones múltiples de Tukey en la 1^{era} evaluación para grupos de promedios homogéneos en la fluctuación poblacional de adultos de broca de café (*H. hampei*) según los tratamientos, altitud, edad, altitud*edad.

Bloques	Fluctuación adultos	Grupo homogéneos	Significancia igualdad
1	9.10	A	0.292
2	5.73	A	
3	5.67	A	
Tratamientos	Fluctuación adultos	Grupo homogéneos	Significancia igualdad
T3	22.20	A	0.331
T2	16.17	A	
T1	11.13	B	
T6	4.00	C	.094
T9	3.17	C	
T5	2.00	D	
T8	1.40	D	.894
T4	0.83	D	
T7	0.60	D	
Altitud (msnm)	Fluctuación adultos	Grupo homogéneos	Significancia igualdad
[1200-1400>	16.50	A	1.00
[1400-1600>	2.28	B	.966
> 1600	1.72	B	
Edad (años)	Fluctuación adultos	Grupo homogéneos	Significancia igualdad
>8	7.03	A	0.975
[3-5>	6.84	A	
[5-8>	6.62	A	

Altitud*Edad	Fluctuación adultos	Grupo homogéneos	Significancia igualdad
[1200-1400> y [3-5>	17.03	A	0.875
[1200-1400> y [5-8>	15.40	A	
[1200-1400> y >8	17.07	A	
[1400-1600> y [3-5>	2.33	B	0.723
[1400-1600> y [5-8>	2.60	B	
[1400-1600> y >8	1.90	B	
> 1600 y [3-5>	1.17	C	0.684
> 1600 y [5-8>	1.87	C	
> 1600 y >8	2.13	C	

Fuente: Análisis estadístico con Spss, 2017.

Mes de junio

Tabla 24: Análisis de variancia de la fluctuación poblacional de adultos de broca de café (*H. hampei*) según la influencia de los tratamientos, altitud, edad, altitud*edad en la 2^{da} evaluación.

Fuente de variación	Suma de cuadrados	grados de libertad	Media cuadrática	F	Significancia	influencia
Bloques	66.10	2.00	33.05	3.45	0.06	No
Tratamiento	931.75	8.00	116.47	12.16	0.00	Si
Error	153.30	16.00	9.58	-	-	
Total	1955.84	26	-	-	-	
Fuente de variación	Suma de cuadrados	grados de libertad	Media cuadrática	F	Significancia	
Bloques	66.10	2.00	33.05	2.10	0.15	No
Altitud	815.30	2.00	407.65	25.94	0.00	Si
Edad	3.81	2.00	1.90	0.12	0.89	No
Altitud*Edad	14.53	4.00	3.63	0.23	0.92	No
Error	251.40	16.00	15.71	-	-	
Total	1955.84	26	-	-	-	

Tabla 25: Comparaciones múltiples de Tukey en la 2^{da} evaluación para grupos de promedios homogéneos en la fluctuación poblacional de adultos de broca de café (*H. hampei*) de broca de café según los tratamientos, altitud, edad, altitud*edad.

Bloques	Fluctuación adultos	Grupo homogéneos	Significancia igualdad
1	7.67	A	0.076
2	4.49	A	
3	4.22	A	

Tratamientos	Fluctuación adultos	Grupo homogéneos	Significancia igualdad
T3	17.30	A	0.089
T2	13.27	A	
T1	9.10	A	
T6	3.23	B	0.059
T9	2.27	B	
T5	1.77	B	
T8	1.20	B	
T4	0.67	B	
T7	0.33	B	

Altitud (msnm)	Fluctuación adultos	Grupo homogéneos	Significancia igualdad
[1200-1400>	13.22	A	1.00
[1400-1600>	1.89	B	.941
> 1600	1.27	B	

Edad (años)	Fluctuación adultos	Grupo homogéneos	Significancia igualdad
[3-5>	5.98	A	0.886
>8	5.30	A	
[5-8>	5.10	A	

Altitud*Edad	Fluctuación adultos	Grupo homogéneos	Significancia igualdad
[1200-1400> y [3-5>	15.07	A	0.834
[1200-1400> y [5-8>	11.87	A	
[1200-1400> y >8	12.73	A	
[1400-1600> y [3-5>	2.00	B	0.762
[1400-1600> y [5-8>	2.20	B	
[1400-1600> y >8	1.47	B	
> 1600 y [3-5>	0.87	C	0.694
> 1600 y [5-8>	1.23	C	
> 1600 y >8	1.70	C	

Fuente: Análisis estadístico con Spss, 2017.

Mes de julio

Tabla 26: Análisis de variancia de la fluctuación poblacional de adultos de broca de café (*H. hampei*) según la influencia de los tratamientos, altitud, edad, altitud*edad en la 3^{era} evaluación.

Fuente de variación	Suma de cuadrados	grados de libertad	Media cuadrática	F	Significancia	influencia
Bloques	30.61	2.00	15.30	2.11	0.15	No
Tratamiento	406.15	8.00	50.77	7.01	0.00	Si
Error	115.85	16.00	7.24	-	-	
Total	1289.99	26	-	-	-	
Fuente de variación	Suma de cuadrados	grados de libertad	Media cuadrática	F	Significancia	

Bloques	30.61	2.00	15.30	0.80	0.47	No
Altitud	181.52	2.00	90.76	4.73	0.02	Si
Edad	8.48	2.00	4.24	0.22	0.80	No
Altitud*Edad	25.08	4.00	6.27	0.33	0.86	No
Error	306.93	16.00	19.18	-	-	
Total	1289.99	27	-	-	-	

Tabla 27: Comparaciones múltiples de Tukey en la 3^{era} evaluación para grupos de promedios homogéneos en la fluctuación poblacional de adultos de broca de café (*H. hampei*) de broca de café según los tratamientos, altitud, edad, altitud*edad.

Bloques	Fluctuación adultos	Grupo homogéneos	Significancia igualdad
1	6.61	A	.135
3	5.04	A	
2	4.02	A	
Tratamientos	Fluctuación adultos	Grupo homogéneos	Significancia igualdad
T3	14.73	A	0.088
T2	7.60	A	
T9	6.63	B	0.131
T6	4.47	B	
T1	4.10	B	
T8	3.27	B	
T5	2.87	B	
T7	2.40	B	
T4	0.97	B	
Altitud (msnm)	Fluctuación adultos	Grupo homogéneos	Significancia igualdad
[1200-1400>		A	1.00
> 1600		B	.797
[1400-1600>		B	
Edad (años)	Fluctuación adultos	Grupo homogéneos	Significancia igualdad
[5-8>	5.98	A	.794
>8	5.07	A	
[3-5>	4.63	A	
Altitud*Edad	Fluctuación adultos	Grupo homogéneos	Significancia igualdad
[1200-1400> y [3-5>	6.57	A	0.436
[1200-1400> y [5-8>	11.10	A	
[1200-1400> y >8	8.77	A	
[1400-1600> y [3-5>	2.73	B	0.865
[1400-1600> y [5-8>	2.53	B	
[1400-1600> y >8	3.03	B	
> 1600 y [3-5>	4.60	C	0.574
> 1600 y [5-8>	4.30	C	
> 1600 y >8	3.40	C	

Fuente: Análisis estadístico con Spss, 2017.

Mes de agosto

Tabla 28: Análisis de variancia de la fluctuación poblacional de adultos de broca de café (*H. hampei*) según la influencia de los tratamientos, altitud, edad, altitud*edad en la 4^{ta} evaluación.

Fuente de variación	Suma de cuadrados	grados de libertad	Media cuadrática	F	Significancia	Influencia
Bloques	4.74	2.00	2.37	0.86	0.44	No
Tratamiento	452.16	8.00	56.52	20.61	0.00	Si
Error	43.87	16.00	2.74	-	-	
Total	1557.33	26	-	-	-	
Fuente de variación	Suma de cuadrados	grados de libertad	Media cuadrática	F	Significancia	
Bloques	4.74	2.00	2.37	0.09	0.91	No
Altitud	69.66	2.00	34.83	1.35	0.29	Si
Edad	3.78	2.00	1.89	0.07	0.93	No
Altitud*Edad	8.87	4.00	2.22	0.09	0.99	No
Error	413.72	16.00	25.86	-	-	
Total	1557.33	26	-	-	-	

Tabla 29: Comparaciones múltiples de Tukey en la 4^{ta} evaluación para grupos de promedios homogéneos en la fluctuación poblacional de adultos de broca de café (*H. hampei*) de broca de café según los tratamientos, altitud, edad, altitud*edad.

Bloques	Fluctuación adultos	Grupo homogéneos	Significancia igualdad
3	6.71	A	.418
1	6.36	A	
2	5.70	A	
Tratamientos	Fluctuación adultos	Grupo homogéneos	Significancia igualdad
T3	15.57	A	0.056
T9	10.83	A	
T2	5.97	B	0.172
T6	5.93	B	
T5	5.33	B	
T8	4.60	B	
T1	3.53	B	
T7	2.43	B	
T4	2.10	B	
Altitud (msnm)	Fluctuación adultos	Grupo homogéneos	Significancia igualdad
[1200-1400>	8.36	A	1.00
> 1600	5.96	B	.263
[1400-1600>	4.46	B	

Edad (años)	Fluctuación adultos	Grupo homogéneos	Significancia igualdad
[3-5>	6.76	A	.926
>8	6.16	A	
[5-8>	5.86	A	

Altitud*Edad	Fluctuación adultos	Grupo homogéneos	Significancia igualdad
[1200-1400> y [3-5>	8.70	A	0.574
[1200-1400> y [5-8>	7.30	A	
[1200-1400> y >8	9.07	A	
[1400-1600> y [3-5>	4.63	B	0.879
[1400-1600> y [5-8>	4.13	B	
[1400-1600> y >8	4.60	B	
> 1600 y [3-5>	6.93	C	0.563
> 1600 y [5-8>	6.13	C	
> 1600 y >8	4.80	C	

Fuente: Análisis estadístico con Spss, 2017.

Tabla 30: Comparación de la fluctuación poblacional de adultos de broca de café (*H. hampei*), en las evaluaciones 1^{era}, 2^{da}, 3^{era} y 4^{ta} según los tratamientos, altitud, edad, altitud*edad.

Bloques	Fluctuación de adultos					Diferencia promedio
	evaluación 01 (mes mayo)	evaluación 02 (mes junio)	evaluación 03 (mes julio)	evaluación 04 (mes agosto)	Promedio Bloques	
repetición 1	9.10	7.67	6.61	6.36	7.43	No significativo
repetición 2	5.73	4.49	4.02	5.70	4.99	
repetición 3	5.67	4.22	5.04	6.71	5.41	

Tratamientos	Fluctuación de adultos					Diferencia promedio
	evaluación 01 (mes mayo)	evaluación 02 (mes junio)	evaluación 03 (mes julio)	evaluación 04 (mes agosto)	promedio Tratamientos	
T1	11.13	9.10	4.10	3.53	6.97	Significativo
T2	16.17	13.27	7.60	5.97	10.75	
T3	22.20	17.30	14.73	15.57	17.45	
T4	0.83	0.67	0.97	2.10	1.14	
T5	2.00	1.77	2.87	5.33	2.99	
T6	4.00	3.23	4.47	5.93	4.41	
T7	0.60	0.33	2.40	2.43	1.44	
T8	1.40	1.20	3.27	4.60	2.62	
T9	3.17	2.27	6.63	10.83	5.73	

Altitud (msnm)	Fluctuación de adultos					Diferencia promedio
	evaluación 01 (mes mayo)	evaluación 02 (mes junio)	evaluación 03 (mes julio)	evaluación 04 (mes agosto)	promedio Altitud	
[1200-1400>	16.50	13.22	8.81	8.36	11.72	Significativo
[1400-1600>	2.28	1.89	2.77	4.46	2.85	
> 1600	1.72	1.27	4.10	5.96	3.26	

Edad (años)	Fluctuación de adultos					Diferencia promedio
	evaluación 01 (mes mayo)	evaluación 02 (mes junio)	evaluación 03 (mes julio)	evaluación 04 (mes agosto)	promedio edad	
[3-5>	6.84	5.98	4.63	6.76	6.05	No Significativo
[5-8>	6.62	5.10	5.98	5.86	5.89	
>8	7.03	5.30	5.07	6.16	5.89	

Altitud* Edad	Fluctuación de adultos					Diferencia promedio
	evaluación 01 (mes mayo)	evaluación 02 (mes junio)	evaluación 03 (mes julio)	evaluación 04 (mes agosto)	promedio altitud*edad	
[1200-1400> y [3-5>	17.03	15.07	6.57	8.70	11.84	No Significativo
[1200-1400> y [5-8>	15.40	11.87	11.10	7.30	11.42	
[1200-1400> y >8	17.07	12.73	8.77	9.07	11.91	
[1400-1600> y [3-5>	2.33	2.00	2.73	4.63	2.93	No Significativo
[1400-1600> y [5-8>	2.60	2.20	2.53	4.13	2.87	
[1400-1600> y >8	1.90	1.47	3.03	4.60	2.75	
> 1600 y [3-5>	1.17	0.87	4.60	6.93	3.39	No Significativo
> 1600 y [5-8>	1.87	1.23	4.30	6.13	3.38	
> 1600 y >8	2.13	1.70	3.40	4.80	3.01	

Fuente: Análisis estadístico con Spss, 2017.

ANEXOS 2: GALERIA DE FOTOGRAFIAS



Fotografía 3: Identificación de fincas de café de la provincia de Rodríguez de Mendoza.



Fotografía 4: Georreferenciación de las fincas y parcelas experimentales.



Fotografía 5: Selección de parcelas experimentales donde se llevó a cabo la investigación.



Fotografía 6: Medición de las parcelas experimentales.



Fotografía 7: Delimitación de las parcelas experimentales.



Fotografía 8: Selección aleatoria de las plantas submuestra.



Fotografía 9: Construcción de letreros



Fotografía 10: Colocación del letrero que lleva el nombre del proyecto de investigación



Fotografía 11: Colocación de letreros en las parcelas experimentales que corresponden a los tratamientos.



Fotografía 12: Etiquetado de las plantas submuestra.



Fotografía 13: Evaluación de la incidencia de broca del café.



Fotografía 14: Recolección de muestras de frutos brocados.



Fotografía 15: Muestras de frutos brocados colocadas en bolsas plásticas.



Fotografía 16: Disección de frutos brocados en laboratorio de Sanidad Vegetal.