UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA

FACULTAD AGROPECUARIA Y DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES.

CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA.

"Estrategias integradas para control de la broca *(Hypothenemus hampei)* en plantaciones de café *(Coffea arabica L)*, en el cantón Sozoranga, provincia de Loja".

TESIS DE GRADO PREVIA A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO AGRÓNOMO

Autor:

Víctor Geovanny Catota Arrobo

Director:

Dr. Tulio Fernando Solano Castillo, Mg. Sc. Ing. Agron.

Loja – Ecuador
2022

CERTIFICACIÓN DE DIRECTOR DE TESIS

CERTIFICACIÒN

Dr. Tulio Fernando Solano Castillo *Ing. MSc.*.

DIRECTOR DE TESIS

CERTIFICO

Que una vez concluida la fase de investigación de la Tesis **"Estrategias integradas para control de la broca *(Hypothenemus hampei)* en plantaciones de café (*Coffea arabica L*), en el cantón Sozoranga, provincia de Loja",** de autoría del Señor Egresado **Víctor Geovanny Catota Arrobo,** he procedido a la fase de revisión final del documento de tesis, el cual cumple con los requisitos formales de estructuración y redacción técnica que exige la Facultad Agropecuaria y de Recursos Naturales Renovables de la Universidad Nacional de Loja. Por lo expuesto, **autorizo** al Señor Catota Arrobo la presentación del documento de tesis a fin que continúe con los trámites correspondientes a su fase de graduación.

Loja, 10 de septiembre de 2021

TULIO FERNANDO SOLANO CASTILLO

Firmado digitalmente por TULIO FERNANDO SOLANO CASTILLO
Fecha: 2021.09.23 15:41:14 -05'00'

Dr. Tulio Fernando Solano Castillo Ing.Agrónomo MSc

DIRECTOR DE TESIS.

AUTORÍA

Yo, Víctor Geovanny Catota Arrobo, declaro ser autor del presente TRABAJO DE TESIS y eximo expresamente a la Universidad Nacional de Loja y a sus representantes Jurídicos de posibles reclamos o acciones legales, por el contenido de la misma.

Declaro, que durante la investigación y elaboración de la tesis el uso de referencias publicadas por otros autores cumplió con las normas y regulaciones establecidas.

Adicionalmente acepto y autorizo a la Universidad Nacional de Loja, la Publicación de mi tesis en el Repositorio Institucional- Biblioteca Virtual.

Autor: Víctor Geovanny Catota Arrobo

Firma: Firmado electrónicamente por:
VICTOR GEOVANNY CATOTA ARROBO

Autor: Víctor Geovanny Catota Arrobo

Cédula: 1104975428

Fecha: Loja 31 de enero de 2022

CARTA DE AUTORIZACIÓN

POR PARTE DE LA AUTORIA, PARA LA CONSULTA, REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL, Y PUBLICACION ELECTRONICA DEL TEXTO.

Yo, Víctor Geovanny Catota Arrobo, declaro ser autor del presente trabajo de tesis titulada, **"Estrategias integradas para control de la broca *(Hypothenemus hampei)* en plantaciones de café *(Coffea arabica L)*, en el cantón Sozoranga, provincia de Loja"**, efectuado como requisito para optar al grado de Ingeniero Agrónomo, por lo que autorizo al Sistema Bibliotecario de la Universidad Nacional de Loja, para que con fines académicos, muestre al mundo la publicación intelectual de la Universidad, a través de la visibilidad de su contenido en el Repositorio Digital Institucional.

Los usuarios pueden hacer uso de este trabajo investigativo en las redes de información del país (RID), y del exterior, con las cuales tenga convenio la Universidad.

La Universidad Nacional de Loja, no se responsabiliza por el plagio de dicha tesis que realice una tercera persona.

Para constancia de esta autorización, en la cuidad de Loja a los treinta y un días del mes de enero de 2022, firma el autor:

Firma:	Firmado electrónicamente por: VICTOR GEOVANNY CATOTA ARROBO
Autor:	Víctor Geovanny Catota Arrobo
Cédula:	1104975428
Dirección:	Juan José Peña y Lourdes, Barrio 24 de Mayo, Cantón Loja - Loja
Correo Electrónico:	victor.catota@unl.edu.ec
Celular:	0992988416

DATOS COMPLEMENTARIOS

Director de Tesis: Dr. Tulio Fernando Solano Castillo, Mg. Sc. Ing. Agron.

Tribunal de grado:

Mg.Sc. Edmigio Solifs Valdivieso Caraguay	**Presidente**
PhD. Klever Ivan Granda Mora	**Vocal**
PhD. Jorge Isaac Armijos Rivera	**Vocal**

DEDICATORIA

"Todos los triunfos nacen cuando nos atrevemos a comenzar (Eugene Ware)"

Dedico la presente tesis primeramente a Dios por darme vida y salud permitiéndome cumplir con mis objetivos académicos, superando cada uno de los obstáculos que se me presentaron en el camino y haber llegado hasta el final.

A mi madre Penélope Arrobo, con mucho amor, aprecio, cariño y respeto que con su ejemplo de lucha, perseverancia y humildad me ha apoyado siempre incondicionalmente en los malos y buenos momentos, tanto en la parte moral como en la parte económica en cada uno de los ciclos de la vida universitaria, para poder cumplir con la meta de ser un excelente profesional en el futuro.

A mis tíos Bolívar, Sonia y mi hermana Daniela que siempre ha estado junto a mí apoyándome, motivándome y ayudándome a ser un buen estudiante.

Victor Catota

AGRADECIMIENTO

Agradezco infinitamente a mi madre, Penélope Arrobo Palacios, por ser un pilar fundamental en mi vida, brindándome su afecto, paciencia, motivación y apoyo durante toda mi trayectoria académica; a mis tíos, Bolívar Arrobo y Sonia Palacios por motivarme a seguir siempre adelante y no rendirme pese las adversidades, a mi hermana quien me ha alentado a mantener un espíritu de lucha.

De manera muy especial a mi director de tesis, por su gentileza, apoyo, orientación y asesoramiento en todo momento requerido, durante el trabajo investigativo. A todos los docentes que compartieron sus conocimientos, formándome y motivándome día a día hasta completar esta nueva etapa de mi vida.

A mis compañeros y amigos quienes siempre tuvieron un consejo, palabras de aliento anécdotas compartidas, como impulso para continuar con mis estudios y lograr la meta fijada, gracias de todo corazón.

ÍNDICE GENERAL

PORTADA.....i

CERTIFICACIÓN DE DIRECTOR DE TESIS.....ii

AUTORÍA iii

CARTA DE AUTORIZACIÓN iv

DEDICATORIA v

AGRADECIMIENTO vi

ÍNDICE GENERAL vii

ÍNDICE DE TABLAS x

ÍNDICE DE FIGURAS xi

ÍNDICE DE ANEXOS xii

1. TITULO 1

2. RESUMEN 2

3. INTRODUCCIÓN 4

3.1. Objetivo general 6

3.2. Objetivos específicos.....6

4. MARCO TEÓRICO 7

4.1. Generalidades origen y distribución geográfica del café *(Coffea arabica)*.....7

4.1.1. Clasificación Taxonómica del café 7

4.2. La broca del café (Hypothenemus hampei).....8

4.2.1. Variedades de café susceptibles a broca. 9

4.2.2. Clasificación Taxonómica de *Hypothenemus hampei.*.....10

4.2.3. Ciclo biológico de la broca del café. 11

4.2.4. Dispersión de la broca del café.....11

4.3. Manejo integrado de la broca del café.....12

4.3.1. Control químico 12

4.3.2. Control biológico. 12

4.3.3. Control Etológico.....14

4.3.4. Extractos Botánicos 15
5. METODOLOGÍA 18
5.1. Ubicación del área de estudio 18
5.2. Métodos de investigación 19
5.4. Diseño experimental 19
5.4.1. Eficiencia de los tratamientos 22
5.4.2. Método estadístico. 23
5.5. Metodología para el primer objetivo 23
5.6. Metodología para el segundo objetivo 24
5.6.1. Preparación y aplicación de *Beauveria bassiana* para bioensayo de campo. 24
5.6.2. Preparación y aplicación de trampas de colores 25
5.6.3. Aplicación de trampas con atrayentes alimenticios en campo 25
5.6.4. Preparación y aplicación de extractos botánicos 26
6. RESULTADOS 28
6.1. Resultados del primer objetivo 28
6.1.1. Resultados para el índice de incidencia y severidad. 28
6.1.2. Resultados para los estadios biológicos de *Hypothenemus hampei* en granos brocados 28
6.2. Resultados del segundo objetivo 29
6.2.1. Número de granos sanos 29
6.2.2. Número granos brocados 29
6.2.3. Índice de incidencia (%) 30
6.2.4. Índice de severidad (%) 30
6.2.5. Número de huevos por granos 31
6.2.6. Número de larvas por granos 31
6.2.7. Número de pupas por granos 32
6.2.8. Número de adultos por granos 33
6.2.9. Dinámicas poblacionales de cuatro estadios biológicos de *Hypothenemus hampei* 33

7. DISCUSIÓN 36
8. CONCLUSIONES 46
9. RECOMENDACIONES 47
10. BIBLIOGRAFÍA 48
11. ANEXOS 56

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Clasificación taxonómica del café 8
Tabla 2. Clasificación taxonómica de la broca del café 10
Tabla 3. Análisis de varianza simple para el índice de incidencia y severidad. 28
Tabla 4. Análisis de varianza simple para el número de huevos, larvas, pupas y adultos de broca del café. 28
Tabla 5. Análisis de varianza simple para el número de granos sanos 29
Tabla 6. Análisis de varianza simple para el número de granos brocados 29
Tabla 7. Análisis de varianza simple para el índice de incidencia (%) 30
Tabla 8. Análisis de varianza simple para el índice de severidad (%) 31
Tabla 9. Análisis de varianza simple para el número de huevos por granos brocados 31
Tabla 10. Análisis de varianza simple para el número de larvas por granos brocados 32
Tabla 11. Análisis de varianza simple para el número de pupas por granos brocados 33
Tabla 12. Análisis de varianza simple para el número de brocas adultas por granos brocados 33

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.Ubicación del sitio de estudio 18
Figura 2. Esquema del diseño experimental y tratamientos implementados en campo 21
Figura 3. Dinámica poblacional de huevos de broca (Hypothenemus hampei) con datos registrados en nueve evaluaciones durante el periodo del 31 de Octubre del 2020 al 27 de Febrero del 2021, en el sector Perpetuo Socorro, cantón Sosoranga. 34
Figura 4. Dinámica poblacional de larvas de broca (Hypothenemus hampei) con datos registrados en nueve evaluaciones durante el periodo del 31 de Octubre del 2020 al 27 de Febrero del 2021, en el sector Perpetuo Socorro, cantón Sosoranga. 34
Figura 5. Dinámica poblacional de pupas de broca (Hypothenemus hampei) con datos registrados en nueve evaluaciones durante el periodo del 31 de Octubre del 2020 al 27 de Febrero del 2021, en el sector Perpetuo Socorro, cantón Sosoranga. 35
Figura 6. Dinámica poblacional de adultos de Hypothenemus hampei con datos registrados en nueve evaluaciones durante el periodo del 31 de octubre del 2020 al 27 de Febrero del 2021, en el sector Perpetuo Socorro, cantón Sosoranga. 35

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Análisis de correlación de Pearson para número de granos brocados / número de brocas por grano. 56
Anexo 2. Número de Brocas capturadas en trampas de color rojo (T2) y en trampas alimenticias (T3). 57
Anexo 3. Evidencias fotográficas 58
Anexo 4. Análisis de varianza realizados 61

“Estrategias integradas para control de la broca *(Hypothenemus hampei)* en plantaciones de café (*Coffea arabica L*), en el cantón Sozoranga, provincia de Loja”

2. RESUMEN

En Ecuador, las producciones del café *(Coffea arabica)* son representativas en la economía del sector agropecuario nacional produciéndose tradicionalmente dos especies de café (arábigo y robusta). Loja es la segunda provincia con mayor superficie de café en el país destacando que el 75 % de los cafés están en los cantones de Loja, Olmedo, Sozoranga, Quilanga y Chaguarpamba, según informes se estima que la producción nacional es reducida en términos promedios por la presencia de plagas y enfermedades en un 58 %, siendo *Hypothenemus hampei* la plaga posicionada como la de mayor importancia económica en el cultivo de café y en la Región sur de Ecuador. Es por ello, que se planteó validar una propuesta de manejo integrado de la broca del café *(Hypothenemus hampei).* El ensayo se llevó a cabo en una finca productora de café arábigo situada en el cantón Sozoranga provincia de Loja. Se estableció bajo un Diseño en Bloques Completamente al Azar, con siete tratamientos y cuatro repeticiones. Las variables evaluadas fueron número de granos sanos, número de granos brocados, índice de incidencia, índice de severidad, en el caso de granos brocados se evaluó número de huevos, larvas, pupas y adultos de broca del café. El efecto de los tratamientos sobre las variables dependientes se evaluó mediante ANOVA y test de medias (Tukey) (p=0,05). Los resultados mostraron que en la mayoría de las variables se encontraron diferencias significativas entre tratamientos. Sin embargo, los tratamientos control químico, los dos extractos botánicos y biológicos, presentaron los mejores resultados en el control de la broca. En general los resultados de este trabajo, muestran que los diferentes tratamientos producen un efecto significativo sobre la reducción poblacional de *Hypothenemus hampei*. En este sentido y en base a los resultados se sugiere emplear prioritariamente tres de los cuatros componentes empleados (biológico, trampas etológicas y extractos botánicos) en asocio, como alternativas al control químico de la broca en plantaciones de café de la zona.

Palabras clave: *Coffea arabica*, *Hypothenemus hampei*, trampas etológicas, extractos botánicos, control biológico, control químico, manejo integrado.

ABSTRACT

In Ecuador, coffee (*Coffea arabica*) productions are representative in the economy of the national agricultural sector, traditionally producing two species of coffee (Arabica and Robusta), Loja is the second province with the largest coffee surface in the country, highlighting that 75 % of the coffees are in the localities of Loja, Olmedo, Sozoranga, Quilanga and Chaguarpamba, according to reports it is estimated that national production is reduced in average terms due to the presence of pests and diseases by 58 %, with *Hypothenemus hampei* being the pest positioned as the one of greatest economic importance in the cultivation of coffee and in the southern region of Ecuador. That is why it was proposed to validate a proposal for the Integrated Management of the coffee borer (*Hypothenemus hampei*). The trial was carried out in an Arabica coffee producing farm located in the Sozoranga canton of Loja province. It was established under a Completely Random Block Method, with seven treatments and four repetitions. The variables evaluated were number of healthy grains, number of brocaded grains, incidence index, severity index. In the case of brocaded grains, the number of eggs, larvae, pupae and adults of coffee borer were evaluated. The effect of the treatments on the dependent variables was evaluated by means of ANOVA and the test of means (Tukey) ($p = 0.05$). The results show that in most of the variables significant differences were found between treatments. However, the chemical control treatments, the two botanical and biological extracts, presented the best results in controlling CBB. In general, the results of this work show that the different treatments produce a significant effect on the population reduction of *Hypothenemus hampei*. In this sense, and based on the results, it is suggested that three of the four components used (biological, ethological traps and botanical extracts) be used as a priority in association, to obtain greater efficiency in controlling CBB on coffee plantations, and avoid in chemical control as possible.

Key words: *Coffea arabica*, *Hypothenemus hampei*, ethological traps, botanical extracts, biological control, chemical control, integrated management.

3. INTRODUCCIÓN

En Ecuador, la producción del café, conjuntamente con el banano y cacao representó el 7,3 % en el Valor Agregado Bruto Agropecuario (VAB) según el Banco Central del Ecuador (BCE, 2020). En cuanto a las exportaciones de café hasta el mes de mayo del presente año, fueron de 164 237 88 sacos de 60 kg y representó un valor de 23 612 838 19 millones de dólares (ANACAFE, Asociacion nacional de exportadores de cafe., 2020), siendo un cultivo representativo en la economía del sector agropecuario nacional. En Ecuador se producen tradicionalmente dos especies de café (arábigo y robusta) y se encuentran en todo el territorio nacional, aunque en los últimos diez años se han introducido nuevas variedades con mayores potencialidades productivas y cualidades organolépticas (SIPA, 2018).

Loja es la segunda provincia con mayor superficie de café en el país con un 13,8 %, después de Manabí con un 32,9 %. Se cultivan 21.018 hectáreas en 20 de los 21 cantones de la provincia (excepción Zapotillo), las cuales aportan con un 16 % a la producción cafetalera del país. Representa el segundo cultivo más importante de la provincia con 12,75 %, después del maíz (44,03 % maíz duro), destacando que el 75 % de los cafés están en los cantones de Loja, Olmedo, Sozoranga, Quilanga y Chaguarpamba (PDOT, 2015).

A nivel mundial, la broca del café *Hypothenemus hampei* (Coleoptera: Curculionidae) es considerada la plaga más importante en el cultivo del café, por atacar directamente el fruto reproduciéndose internamente en el endospermo (Marulanda, 2018), lo cual ocasiona pérdidas de peso, pérdida total del fruto, caída prematura de granos, depreciación de la calidad de frutos y de la bebida, lo cual reduce significativamente los ingresos de los productores (Jaramillo M. , 2018).

La broca es considerada la plaga de mayor importancia económica por su mayor incidencia y afectación en todas las regiones de producción, siendo una de las principales problemáticas que enfrentan los caficultores a nivel mundial (Mesa & Molina, 2017). Este artrópodo tiene la capacidad de reducir la cosecha en más de un 50 % (Sanchez, 2018), lo que genera pérdidas de US$ 500 millones al año en todo el mundo, siendo el problema fitosanitario que mayor daño económico causa en este sistema productivo: de las 948 477 ha de cafeto sembradas en el 2014, alrededor de 800 mil tuvieron la presencia de este artrópodo (Marulanda, 2018).

En Ecuador, el Sistema de Información Pública Agropecuaria (SIPA, 2019), en su informe anual para el año 2019, refiere las evaluaciones realizadas con los productores de todo el país,

que la producción nacional es reducida en términos promedios por la presencia de plagas y enfermedades en el 58 % y por el déficit de agua en el 10 %, lo cual afecta negativamente la rentabilidad e ingresos económicos de los caficultores, especialmente aquellos ubicados en climas cálidos, independientemente de las variedades. Según el Instituto Nacional de Estadísticas y Censos, en su Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua (ESPAC, 2019), el cultivo del café en el Ecuador presentó una superficie plantada de 48 097 has y cosechada de 36 047 has con una producción de 8 141 t y 7 953 t en ventas.

Esta plaga está posicionada en el país como la de mayor importancia económica en el cultivo de café y en la Región sur de Ecuador fue reportada por primera vez en 1 981. La plaga ha causado grandes pérdidas en la producción y a pesar de los esfuerzos técnicos realizados para reducir los niveles poblacionales, la broca continúa causando daños cuantiosos, la mayoría de agricultores convencionales se ven en la necesidad de utilizar productos químicos como medio de control, pero esto trae consigo efectos perjudiciales al medio ambiente y a la salud humana, por su parte, los agricultores con un enfoque orgánico usan enemigos naturales y mayormente técnicas manuales, encaminadas a reducir las poblaciones del insecto (Marquez L. , 2016).

Hypothenemus hampei es una plaga de difícil control con insecticidas, debido a que el adulto penetra, se alimenta y se reproduce rápidamente en el interior de los frutos (Franco, 2019), además puede adquirir de manera gradual resistencia a los insecticidas (Choquetarqui, 2011). Su control se basa principalmente en el uso de insecticidas organofosforados y productos que contienen diamidas antranílicas que son eficaces para el control de la broca, además que permiten la rotación con otros modos de acción, pero causan la reducción o supresión de especies benéficas y debido a su toxicidad son susceptibles de ser restringidos en el futuro (Tapia, 2017).

En el cantón Zosoranga se prioriza la utilización de insecticidas como medida de control contra la broca, es por ello que se hace necesario la implementación de otros tipos de estrategias que permitan controlar la plaga, por lo que surge el enfoque de Manejo integrado que combina prácticas agronómicas, biológicas, culturales y químicas en última instancia, tendientes a reducir las poblaciones de broca a niveles que no causen daños económicos, buscando de esta manera mejorar la producción y la competitividad para la exportación, aportando así a la sostenibilidad de la producción cafetera, sin deteriorar la calidad del café y sin poner en riesgo la salud humana ni el equilibrio ambiental (Franco, 2019).

Por los antecedentes presentados, el manejo integrado de la broca viene a ser una alternativa para el control de la plaga, teniendo presente que en la actualidad con respecto a la agricultura se hace hincapié en el uso de productos más amigables con el ambiente y la salud humana (Miranda, 2020). Sin embargo, en la actualidad se siguen priorizando los insecticidas como mejor estrategia de control, por lo cual se hace necesario el empleo de otros tipos de estrategias que ayuden a solventar el problema como son los métodos de control tipo etológico, el manejo biológico, el manejo con extractos botánicos y dejando el control químico solo para aplicaciones puntuales.

Por lo expuesto, surge la necesidad de estudiar el uso de Estrategias Integradas para el control de broca, para coadyuvar en la solución de problemas provocados por tal plaga en el cultivo de café, con información de la misma en condiciones reales con el fin de generar resultados positivos en los sistemas cafetaleros del cantón Sozoranga de la provincia de Loja.

3.1. Objetivo general

Validar una propuesta de Manejo integrado de la broca del café *(Hypothenemus hampei)* en las condiciones agroecológicas del Cantón Sozoranga, provincia de Loja.

3.2. Objetivos específicos

Realizar el diagnóstico de los niveles de incidencia y de severidad ocasionados por la broca del café *Hypothenemus hampei* en plantaciones de café arábigo en fase de producción, en una finca cafetalera del cantón Sozoranga provincia de Loja.

Evaluar una propuesta de control integrado de la broca del café *Hypothenemus hampei* mediante control biológico con *Beauveria bassiana*, trampas etológicas, extractos botánicos e insecticida químico.

4. MARCO TEÓRICO

4.1. Generalidades origen y distribución geográfica del café *(Coffea arabica)*

El café pertenece a la familia de las rubiáceas (Rubiaceae), grupo que engloba unos 500 géneros y más de 6 000 especies, la mayoría árboles y arbustos tropicales. Dentro del género *Coffea* hay más de 100 especies, todas ellas autóctonas de África tropical y de algunas islas del Océano Índico, como Madagascar. Todas son leñosas, pero comprenden desde arbustos hasta árboles de 5 a 10 metros de altura. Sus hojas son elípticas, acabadas en punta y aparecen por pares. Presentan peciolos cortos y pequeñas estipulas, y en el envés pueden aparecen unas pequeñas cavidades que albergan pequeños artrópodos, conocidas como domotia. Las hojas pueden ser también de distintos colores: verde lima, verde oscuro, bronce o con matices purpúreos. Los frutos son tipo drupa, con epicarpio carnoso y doble semilla. Las flores aparecen en inflorescencias (Jimenez E. , 2014).

Las dos especies más importantes económicamente son *Coffea arabica* L. (café arábica) y *Coffea canephora* Pierre ex Froehner (café robusta). En el Ecuador, es un cultivo de gran importancia económica, cuenta con 199 215 ha cultivadas, el 68 % de esta área corresponde a la especie *Coffea arábica* y el 32 % a *Coffea canephora* (Sanchez, 2018).

El café arábico se originó en las tierras altas de más de 1000 m.s.n.m. de Etiopía y Sudán, África. En los años 575 y 890, los persas lo llevaron a Arabia y Yemen, en tanto que los nativos africanos lo extendieron a Mozambique y Madagascar. De aquí los holandeses y los portugueses, entre los años 1 600 y 1 700, lo trasladaron a Ceilán, posteriormente a Java, la India y otras regiones de Asia y África (Mora., 2008).

Posteriormente el café arábigo se introdujo en América en 1 714 procedente de Holanda y con destino a la Guayana holandesa. En 1 720 se realizó la introducción a Francia a la isla Martinica y desde aquí se distribuyó a México, Brasil, Colombia, Venezuela y Centroamérica en los siguientes 60 años. Al Ecuador se introdujo en 1 830, empezándose a cultivar en los recintos Las Maravillas y El Mamey del cantón Jipijapa, provincia de Manabí (Puyutaxi, 2004).

4.1.1. Clasificación Taxonómica del café

La clasificación taxonómica de la planta del café *Coffea arábica L*. descrita por Alvarado, 1 994. Y citado por (Mora., 2008) es:

Tabla 1. *Clasificación taxonómica del café*

Taxonomía del Café	
Reino	Plantae
División	Magnoliophyta
Clase	Magnoliatea
Sub-clase	Asteridae
Orden	Rubiales
Familia	Rubiaceae
Género	*Coffea*
Especie	*C. arabica*

4.2. La broca del café (Hypothenemus hampei)

La broca del café es endémica de África Central y se encuentra distribuida a través de África, Asia Central y Suramérica en la mayoría de las regiones caficultoras (Gallardo, 2010). La broca del café es la más severa plaga del cultivo desde que fue reportada por primera vez en el sur de Ecuador en 1 981. La plaga ha causado grandes pérdidas en la producción y a pesar de los esfuerzos realizados por mantener bajos los niveles de población, la broca está causando daños cuantiosos en las zonas caficultoras del país (Marquez L. , 2016).

La broca, está catalogada como la plaga de mayor importancia económica por los daños causados en el cultivo de café, ya que tiene la capacidad de reducir la cosecha en más de un 50 % (Sánchez L. , 2018), con capacidad de causar grandes pérdidas a nivel de plantación y grano almacenado, al disminuir el rendimiento, calidad física y organoléptica de la bebida y aumentar los costos de producción y beneficiado del grano (Rojas, 2012). Este insecto hace el daño al penetrar la cereza del café, consumir el endospermo y reproducirse internamente en este, causando la pérdida total del fruto y en muchos casos, la caída prematura del mismo (Jaramillo, 2012).

El daño es ocasionado principalmente por las hembras adultas ya que tienen la capacidad de volar y buscar frutos adecuados para la oviposición, estas perforan los frutos por la corola o disco (aunque también lo pueden perforar por un lado si este presenta un 20 % o más de materia seca) haciendo galerías donde depositan sus huevos, y por las larvas que son las que se alimentan de la semilla. Normalmente, los frutos de café empiezan a ser susceptibles al ataque de la broca cuando su peso seco es de 20 % o más, lo cual se logra cuando el fruto alcanza entre

110 y 140 días después de la floración, aunque se ha comprobado que el adulto puede atacar los frutos a partir de los 60 días dependiendo de la altitud, y se tarda hasta 90 días para ovipositar hasta que los frutos se encuentran aptos (Jaramillo, 2018).

La broca afecta la plantación en forma localizada (focos). Dentro de la planta las bandolas del tercio medio son más afectadas que el resto. Este insecto se desarrolla bien en altitudes que van de 400 a 1 300 m.s.n.m, sus poblaciones son mayores en cafetales con sombra densa y poco manejados. La temperatura y la precipitación juegan un papel importante en el inicio del ataque de la broca. En los frutos que quedan en la planta y el suelo después de la cosecha, se aloja el insecto durante el período seco, encontrándose una población considerable por grano (más de 50 por fruto en el suelo), que emergen con el inicio de las lluvias para afectar la nueva cosecha. En estos frutos se reportan infestaciones hasta del 47 % (Sánchez L. , 2018).

4.2.1. Variedades de café susceptibles a broca.

La broca del café (*Hypothenemus hampei* Ferrari) es la plaga más importante en plantaciones comerciales de café, en todos los países productores del mundo (Sánchez L. , 2018). La Federación Nacional de Cafeteros de Colombia recomienda implementar un programa de manejo integrado para el control de la broca del café. Un componente fundamental en este tipo de estrategias son las variedades resistentes, las cuales reducen el número de individuos por generación lo que disminuye el crecimiento de la población, que conlleva a la reducción de la frecuencia y el aumento de la eficiencia de los demás controles, manteniendo las plagas por debajo de los niveles de daño económico. Sin embargo, actualmente no se cuenta con una variedad resistente a la broca del café (Romero, 2012).

Todas las variedades y especies comerciales de café son atacadas por este insecto. Su ataque reduce el rendimiento y merma la calidad del grano. Entre los nombres vulgares de este insecto resaltan el de broca del fruto del cafeto, barrenador del café, gorgojo del café, broca del café y taladro de cerezas del cafeto (CESAVE, 2020).

La broca, está catalogada como la plaga de mayor importancia económica por los daños causados en el cultivo de café, ya que tiene la capacidad de reducir la cosecha en más de un 50 % (Sánchez L. , 2018), con capacidad de causar grandes pérdidas a nivel de plantación y grano almacenado, al disminuir el rendimiento, calidad física y organoléptica de la bebida y aumentar los costos de producción y beneficiado del grano (Rojas, 2012). Este insecto hace el daño al penetrar la cereza del café, consumir el endospermo y reproducirse internamente en este,

causando la pérdida total del fruto y en muchos casos, la caída prematura del mismo (Jaramillo, 2018).

El daño es ocasionado principalmente por las hembras adultas ya que tienen la capacidad de volar y buscar frutos adecuados para la oviposición, estas perforan los frutos por la corola o disco (aunque también lo pueden perforar por un lado si este presenta un 20 % o más de materia seca) haciendo galerías donde depositan sus huevos, y por las larvas que son las que se alimentan de la semilla. Normalmente, los frutos de café empiezan a ser susceptibles al ataque de la broca cuando su peso seco es de 20 % o más, lo cual se logra cuando el fruto alcanza entre 110 y 140 días después de la floración, aunque se ha comprobado que el adulto puede atacar los frutos a partir de los 60 días dependiendo de la altitud, y se tarda hasta 90 días para ovipositar hasta que los frutos se encuentran aptos (Jaramillo, 2018).

La broca afecta la plantación en forma localizada (focos). Dentro de la planta las bandolas del tercio medio son más afectadas que el resto. Este insecto se desarrolla bien en altitudes que van de 400 a 1 300 m.s.n.m, sus poblaciones son mayores en cafetales con sombra densa y poco manejados. La temperatura y la precipitación juegan un papel importante en el inicio del ataque de la broca. En los frutos que quedan en la planta y el suelo después de la cosecha, se aloja el insecto durante el período seco, encontrándose una población considerable por grano (más de 50 por fruto en el suelo), que emergen con el inicio de las lluvias para afectar la nueva cosecha. En estos frutos se reportan infestaciones hasta del 47 % (Sánchez L. , 2018).

4.2.2. Clasificación Taxonómica de *Hypothenemus hampei.*

La clasificación taxonómica de la broca del café *Hypothenemus hampei* F. descrita por Ferrari, 1 867. Y citado por (CATIE, 2003) es:

Tabla 2. *Clasificación taxonómica de la broca del café*

Taxonomía del Café	
Reino	Animalia
Phylum	Arthropoda
Orden	Coleoptera
Familia	Curculionidae
Género	*Hypothenemus*
Especie	*Hypothenemus hampei* (Ferrari, 1867)

4.2.3. Ciclo biológico de la broca del café.

La broca es de color negro, muy pequeña, de apariencia similar a los gorgojos. Es un insecto holometábolo, lo cual quiere decir que presenta un estadio de huevo, varios estadios larvarios, una pupa y el estado adulto. Las hembras ponen entre 10 y 120 huevos durante su vida, estos miden 0,5 – 0,8 mm de largo y 0,2 mm de ancho, son globosos, ligeramente elípticos; en un principio son de color blanco lechoso y a medida que el periodo de incubación progresa se tornan amarillentos. Los huevos eclosionan entre 5-15 días, dependiendo de las condiciones climáticas (a mayor temperatura menor tiempo para la eclosión) (Lezuan, 2016).

El ciclo de vida (de huevo a adulto) de este insecto dura entre 24 y 45 días, depende de las condiciones climáticas en las que se desarrolle, las larvas son ápodas (sin patas) de color blanco, miden entre 0,7 y 2,2 mm de largo y de 0,2 a 0,6 mm de diámetro, tienen mandíbulas fuertes hacia delante, su cuerpo está cubierto por setas blancas; el estado de larva dura de 10 a 26 días, tiempo en el que se alimenta del endospermo en el fruto del café (Sánchez L. , 2018).

Posterior al estado larval sigue la fase de pupa, la cual es lisa y muy delicada, inicialmente de color blanco crema y, a medida que continúa el desarrollo, pasan a un color castaño, antes de emerger el adulto. La pupa de *H. hampei* no exhibe ninguna estructura que pueda aportar movilidad, tal como tubérculos o espinas, aunque ellas presentan cierto movimiento abdominal a lo largo del eje longitudinal del cuerpo al momento de ser perturbadas; las pupas son del tipo exarata (Martínez, 2018).

El adulto es de cuerpo negro brillante, alargado, cilíndrico y ligeramente arqueado hacia la región ventral con una longitud de 1,50 a 1,78 mm. La cabeza se sitúa ventralmente y es protegida por el pronoto. Las antenas son acodadas y terminan con forma de un mazo. El aparato bucal es masticador y los élitros son convexos y presentan estrías longitudinales alternadas con series longitudinales de cerdas. Las hembras poseen alas bien desarrolladas que les permiten volar con habilidad, mientras que las alas de los machos están atrofiadas. Las hembras se diferencian fácilmente de los machos porque son más grandes (Barrera, 2002).

4.2.4. Dispersión de la broca del café

Estudios sobre la dispersión de la broca han demostrado que los frutos infestados que se encuentran en el suelo y que caen como consecuencia del ataque del insecto o de las actividades agronómicas del cultivo, se convierten en reservorio de poblaciones y son el principal foco de dispersión; además, las diferencias de temperatura registradas entre las condiciones de Niño y

Niña favorecen o limitan el desarrollo de la broca, por lo tanto, existe una relación entre la dinámica de infestación del insecto y la temperatura (Jaramillo, 2018). Se ha cuantificado que un solo fruto brocado caído en el suelo de un cafetal ubicado a 1 218 metros de altitud puede infestar en un árbol en producción hasta 150 frutos en un periodo de la Niña, 590 frutos en un periodo normal y hasta 959 frutos en un periodo del Niño. En cuanto al porcentaje de infestación un solo fruto en el suelo incrementa el porcentaje de infestación en el árbol de 4,6 % hasta 41 % en un ciclo productivo durante un periodo normal y entre el 8,3 % hasta el 60,6 % durante un periodo de el Niño, entre los rangos altitudinales de 1 280 y 1 700 m.s.n.m (Jaramillo, 2018).

4.3. Manejo integrado de la broca del café

Esta plaga presenta dificultades para su control dada su biología y comportamiento, debido a que el adulto está protegido en el interior de los frutos y se reproduce rápidamente (Franco, 2019).

4.3.1. Control químico

El control químico de la broca del café se basa en el uso de insecticidas organofosforados y productos que contienen diamidas antranílicas, por lo que se hace necesario ampliar las opciones de pesticidas para el control de la plaga. Para la evaluación de nuevos insecticidas se requiere de metodologías expeditas y económicas que permitan seleccionar productos rápidamente (Tapia, 2017). Dentro del control químico se buscan productos y técnicas de aspersión que permitan un uso racional de insecticidas; dado el impacto de la variabilidad climática en la dinámica del insecto y la vulnerabilidad regional de la caficultura, se hace necesario enfrentar los nuevos retos mediante la búsqueda de alternativas químicas eficaces y menos tóxicas, dada la mayor conciencia sobre prácticas de conservación del medio ambiente, así como la salud humana. Es necesario considerar nuevos atributos que deben tener los insecticidas, tales como evitar la aparición de poblaciones resistentes de insectos, reducir el efecto adverso de los insecticidas sobre la salud humana, el medio ambiente y los organismos, mediante el uso de moléculas insecticidas menos tóxicas y en menores cantidades (Moreno, 2015).

4.3.2. Control biológico.

El control de la broca del café no ha sido una tarea fácil debido a que gran parte de su ciclo de vida transcurre en el interior de los granos, donde los productos químicos no pueden actuar;

por esta razón, Cenicafé ha planteado diferentes estrategias de manejo integrado para disminuir las poblaciones del insecto que emergen de los frutos infestados del suelo y mantener los niveles de plaga por debajo del umbral de daño económico. Dentro de estas estrategias, se incluye el control biológico con hongos entomopatógenos (Jaramillo J. , 2015).

Los hongos entomopatógenos presentan un ciclo de vida marcado por una fase latente en forma de esporas de origen asexual conocidas como conidios o conidiosporas, en la que se mantienen hasta encontrar una presa. Tras el contacto con esta, estos conidios germinan y penetran en el interior del insecto gracias a las enzimas que aceleran las reacciones de degradación de la cutícula, capa más externa del insecto. Una vez dentro, vierten las sustancias tóxicas a la vez que se alimentan y se multiplican rápidamente, provocando la muerte del insecto y la nueva formación de conidios (Martín, 2017).

La especie *Beauveria bassiana* (Balsamo) es un patógeno natural de la broca presente en casi todas las regiones donde se ha dispersado y su uso es recomendado por Cenicafé. Con el fin de obtener una mayor eficacia de este entomopatógeno, se ha profundizado en el conocimiento de los mecanismos genéticos que le dan sus características de patogenicidad y virulencia. Esta información ha sido útil en el desarrollo de mezclas de cepas, que no solo incrementan el espectro de acción, sino que también aseguran su acción bajo diferentes condiciones ambientales (Jaramillo J. , 2015).

4.3.2.1. Hongo Beauveria bassiana

Pascalet (1939) fue el primero en observar a *B. bassiana* infectando a la broca del café en Camerún, África. Posteriormente, su patogenicidad y utilización como agente de biocontrol para la broca del café se ha estudiado mundialmente. El hongo produce una alta mortandad hasta un 80% de los adultos de broca del café, siendo este el factor biótico que ocasiona mayor mortandad para la broca del café bajo condiciones de clima húmedo. En muchos países cafetaleros de América el hongo es cultivado en granos de arroz y sus esporas son aplicadas en una manera similar a un aerosol químico, pero con la ventaja que no tiene ningún efecto perjudicial en la naturaleza. Actualmente, el hongo *B. bassiana* es el agente natural más prometedor para el control biológico de la broca del café a nivel mundial (Gallardo, 2010).

Las colonias del hongo en medio de cultivo PDA presentan una coloración blanca y pigmentación color crema en el reverso con conidióforos en forma de racimo simpoidial corto y globoso. Asimismo, presenta células conidiógenas o conidióforos con ápice en forma de zig-zag y conidios esféricos unicelulares. El tamaño (largo y ancho) de los conidios oscila

entre 2,55±0,25 µm y 2,42±0,38 µm, estos presentan un porcentaje de germinación con un promedio de 77,45 % (Cañizalez, 2018). *B. bassiana*, al igual que otros hongos entomopatógenos, atacan al insecto a través de la cutícula, donde germinan las esporas, produciendo hifas invasoras que penetran los tejidos del hospedante, las hifas se ramifican, colonizan y llegan hasta la cavidad hemocélica, donde se produce una masa micelial por el crecimiento del hongo, además se liberan toxinas que están implicadas en el proceso de bloquear el desarrollo fisiológico del insecto. En la literatura se ha indicado la posible relación entre la actividad enzimática de estos hongos y su patogenicidad al insecto sobre el cual se dirige el control (Blandon, 2001).

Diversos estudios ultraestructurales e histoquímicos sugieren que en el proceso infectivo del hongo hacia el insecto existe degradación de la cutícula donde se encuentran implicadas varias enzimas (fenoloxidasa, proteasa,lipasa, quitinasa y N-acetilglucosaminidasa o nagasa). Algunas partes de la cutícula del insecto son más susceptibles al ataque enzimático producido por los entomopatógenos, siendo importante, no solo la actividad catalítica del complejo enzimático producido sino también el sitio específico de la acción de las enzimas sobre la cutícula, pues antes de matar a su hospedero le causa síntomas importantes como son: pérdida de sensibilidad, falta de coordinación, letargo, inapetencia, melanización y parálisis. Con la muerte del insecto, el beneficio se incrementa pues la esporulación y posterior dispersión del hongo, permite un control más allá de la aplicación (Blandon, 2001).

4.3.3. Control Etológico.

El control etológico (uso de trampas) se define como el aprovechamiento del conocimiento sobre el comportamiento de las plagas para su control ya que estas responden a señales, estímulos visuales, físicos y químicos (Rodríguez, 2014), además es una técnica que aprovecha el comportamiento de migración de la broca para capturarla y evitar la colonización de los nuevos frutos que conforman la futura cosecha. El efecto del trampeo ha demostrado que reduce la infestación de broca, y la eficacia es del 80 % aproximadamente. Este método es compatible con el control biológico, ya que no atrae ni captura a los parasitoides, no afecta el ambiente, permite capturar la broca que no se ha eliminado anteriormente y evita la presencia de residuos químicos en el grano (Alarcon, 2017).

El período poscosecha es el momento más adecuado para realizar esta actividad, pues al no existir disponibilidad de grano, la broca compite entre ella para colonizar los remanentes de la cosecha (Rodríguez, 2014). Asimismo, las lluvias que ocurren en el período intercosecha

rompen la diapausa reproductiva de la plaga. Ante este estímulo, las brocas responden emergiendo de los frutos de manera intensiva, en este sentido se ha encontrado que, en cafetales con altas infestaciones, una sola trampa puede capturar varios miles de adultos. De esta forma, las trampas constituyen uno de los medios de mayor uso para el control de la broca del café (Alarcon, 2017).

4.3.3.1. Trampas de colores.

Este tipo de trampas se basa en que algunos insectos se ven atraídos por ciertos colores, estas se pueden adquirir en comercios especializados o bien fabricarlas en casa. Simplemente consisten en un papel o cartón con una capa pegajosa donde se quedan pegados los insectos que se posan. En casa se pueden hacer con papel o cartón (mejor plastificado) o plástico impregnando su superficie con aceite vegetal, melaza, miel, almíbar denso, vaselina (o cualquier sustancia pegajosa que no se seque). Se colocan colgados cerca de las plantas afectadas. Tiene el inconveniente de no ser efectivo en zonas con mucho viento, no eliminan la plaga, pero si reducen su número (Jimenez, 2009).

4.3.3.2. Trampas con atrayentes alimenticios.

Son trampas constituidas a base de proteínas hidrolizadas liquidas, soluciones de azúcar fermentada, jugos de fruta y vinagres, se han usado desde principios del siglo XX para capturar hembras de diferentes especies de insectos. La eficacia de este tipo de atrayentes depende en gran medida del tiempo que requieren para iniciar el proceso de fermentación, pues de esta manera se liberan los compuestos amoniacales y de otro tipo que atraen a los adultos. En este tipo de productos es necesario adicionar conservadores, a fin de reducir la contaminación microbiana y alargar el tiempo de efectividad de la mezcla (Barrera, 2007)

4.3.4. Extractos Botánicos

Las plantas son una gran fuente de productos naturales biológicamente activos, existe multitud de constituyentes químicos con un amplio rango de estructuras y propiedades físico químicas y biológicas. Muchos de los beneficios de las plantas y subproductos agroalimentarios son conocidos y utilizados desde la antigüedad como antimicrobianos, insecticidas, antioxidantes, entre otros. Estos efectos son debidos a compuestos sintetizados por las células de las plantas que no son estrictamente necesarios para el crecimiento o reproducción, pero cuya presencia ha sido demostrada genéticamente, fisiológicamente o bioquímicamente, y se denominan metabolitos secundarios. Las técnicas de extracción permiten obtenerlos y concentrarlos para

su uso en diferentes aplicaciones (Giral, 2011). Actualmente el manejo de la broca del café para reducir sus poblaciones se ha fundamentado en principios ecológicos para conservar los ecosistemas cafeteros. Algunos extractos vegetales para el tratamiento de la broca han demostrado eficacia en el control de los insectos adultos, por ejemplo, los productos capsialil y biosinn (Pinargote, 2019).

4.3.4.1. Modo de acción de los insecticidas de origen botánico.

Los insecticidas obtenidos a partir de las plantas poseen varias formas de actuar, entre las que se agrupan como las más importantes las siguientes:

Repelentes. Sustancias desagradables que contienen algunas plantas, las cuales son capaces de alejar las plagas.

Fagorepelentes o antialimentarios. Sustancias que interrumpen el proceso de alimentación de los insectos, incluso después de haber comenzado, y que poseen la propiedad de reducir la capacidad de alimentación de estos hasta que la plaga muere por inanición.

Venenos por contacto. Sustancias que provocan la muerte a los insectos al ponerse en contacto con estos, por lo que para que sean efectivas tienen que aplicarse sobre la plaga.

Venenos estomacales. Sustancias con efecto tóxico que entran al sistema digestivo de las plagas provocándole alergias y vómitos evitando que esta se siga alimentando lo que le provoca la muerte por inanición, cuya efectividad depende de que el insecto las ingiera.

Acción de disfrazar olores. Este modo de acción aprovecha los olores fuertes y desagradables que expelen algunas plantas para ocultar el olor del cultivo principal y evitar que sea atacado por las plagas. Al añadir el jabón aumenta la potencia del insecticida de dos formas: primero contribuye a deshacer la piel de los insectos con cuerpos blandos (áfidos, moscas blancas y algunos gusanos) y a su vez obstruye los espiráculos de estos y no los deja respirar; y segundo porque sirve como adherente haciendo que el insecticida se adhiera mejor a las hojas del cultivo (Manzanares, 2019).

4.3.4.2. Extracto Botánico a base de neem (Azadirachta indica).

El extracto del nim (*Azadirachta indica* A. Juss), proveniente de la India, tiene un uso ancestral y ha sido utilizado en la medicina tradicional, porque posee propiedades medicinales (Pinargote, 2019). Se ha comprobado que el extracto botánico o componente químico azadirachtin proveniente del neem, presenta propiedades insecticidas; sus semillas son la base

para la preparación de una amplia variedad de insecticidas orgánicos. La preparación de bioinsecticidas a base de *A. indica* requiere extraer y concentrar sus principios activos, debido a que no se encuentran en altas cantidades en forma natural (Esparza, 2010).

De los extractos vegetales que han venido teniendo mayor aceptación es el del árbol del Neem (*Azadirachtina indica*), ya que es un potente insecticida y acaricida botánico eficaz contra amplio espectro de plagas como acaros, trips, mosca blanca, minadores, cogolleros, coleópteros, cochinilla, entre otros. El efecto es progresivo y acumulativo sobre la plaga a controlar, afecta la ovoposición y eclosión de los huevos, además es un potente regulador de crecimiento, inhibiendo la edicsona, hormona responsable del desarrollo de larvas y pupas al estado adulto (Galvis, 2020).

4.3.4.3. Extracto Botánico a base de hierba luisa (Cymbopogon citratus)

El extracto de hierba luisa consiste en la utilización de toda la planta, tiene un uso ancestral que ha sido utilizado en la medicina tradicional, además se ha comprobado que la hierba luisa presenta propiedades controladoras de algunas plagas como escarabajos, pulgones, áfidos, chinches y mosca blanca, puesto que presenta compuestos activos como flavonoides, ácido cafeico y terpenos como el geraniol y citronelol (Solano, 2009).

Además *Cymbopogon citratus* presentan una composición química de compuestos activos como el limoneno, 2,4 di terc butilfenol que le dan su característica de repeler o controlar ciertas plagas insectiles reduciendo sus poblaciones y daño causado a los cultivos, además de poseer compuestos como el beta citral y alfa citral que le brindan una acción antimicrobiana (Jaramillo., 2016).

5. METODOLOGÍA

5.1. Ubicación del área de estudio

La fase experimental de campo se llevó a cabo en una plantación comercial de café arábigo del Señor Alberto Quezada Castillo, en fase inicial de producción (30 meses aproximadamente), ubicada en el Sector Perpetuo Socorro, perteneciente a la parroquia Tacamoros del cantón Sozoranga provincia de Loja, cuyas coordenadas georreferenciadas son las siguientes:

Latitud: 4º 19' 60” S
Longitud: 79º 47' 2” O
Altitud: 1 700 m.s.n.m

Las condiciones edafoclimáticas de la zona son las siguientes:
El cantón Sozoranga se encuentra atravesado por la Cordillera Oriental o Real de los Andes, este es uno de los principales motivos para que se presenten tres clases de microclimas: frío, templado y cálido. La temperatura promedio anual oscila entre los 16º C y 22º C, mientras que la precipitación media anual varía entre 600 a 900 mm, el clima predominante del cantón es el tropical semiárido el cual ocupa el 47,12 %, seguido por el clima sabana tropical de altura que ocupa el 36,62 % y finalmente el clima templado húmedo de invierno seco ocupando el 16,26 % de la superficie del cantón (GAD, 2015). Las condiciones edáficas del sector de la plantación son: textura franco arcilloso y franco arenoso, con un pH de 6,0 a 6,5.

*Figura 1.*Ubicación del sitio de estudio

5.2. Métodos de investigación

La presente investigación se la ejecutó bajo el enfoque conceptual del método de investigación explicativa, apoyándose en los métodos Inductivo - Deductivo y el método científico mediante bioensayos experimentales en campo en una plantación de café ya establecida en el sector Perpetuo Socorro del cantón Sozoranga, lo cual consistió en la aplicación de siete tratamientos, un control biológico, dos etológicos, dos a base de extractos botánicos, un testigo químico y un testigo absoluto, y el registro de datos del número de granos sanos, granos brocados, índice de incidencia (%), de severidad (%), número de huevos, larvas, pupas y adultos de broca del café *(Hypothenemus hampei)* durante el periodo de octubre a febrero de 2021.

5.3. Preparación del ensayo

En esta fase se realizó una prospección diagnóstica de las plantaciones en la finca de un productor del Barrio Perpetuo Socorro del cantón Zosoranga, provincia de Loja. En las mismas se realizó un monitoreo prospectivo rápido, habiéndose determinado importantes niveles de infestación en todas las plantas evaluadas de café Arábigo, que se encuentran en la etapa productiva inicial (Chimbolema, 2020). Por lo tanto, esta plantación cumplió con las características del problema motivo de la investigación y permitió implementar los bioensayos para evaluar *B. bassiana,* extractos botánicos de *A. indica, C. citratus,* de trampas etológicas de color rojo, trampas con atrayentes alimenticios y dos testigos (químico y absoluto) en el control de la incidencia y severidad de la plaga, en condiciones reales.

5.4. Diseño experimental

Para el ensayo se utilizó un Diseño de Bloques Completos al Azar (DBCA) con estructura factorial de tratamientos cuyo modelo matemático es el siguiente:

$$Yijk = \mu + Ai + Bj + (AB)ij + \beta k + \varepsilon ijk$$

Yijk Respuesta de la k esima repetición en el i esimo nivel del factor A y J esimo nivel del factor B

μ Es la media general de las observaciones.

Ai Es el efecto que produce el i esimo nivel del factor A.

Bj Es el efecto que produce el j esimo nivel del factor B.

AB Es el efecto de la interacción entre el nivel i de A con el nivel j de B

βk Es el efecto del K esimo bloque.

Ɛijk Es el error asociado a la ijk esima observación, que se supone normal independientemente distribuida con esperanza 0 y varianza σ2.

El DBCA estuvo constituido por siete tratamientos y cuatro repeticiones, sumando en total 28 tratamientos (incluidos dos testigos). Los tratamientos son: *Beauveria bassiana*, trampas con atrayentes alimenticios, trampas de colores, extracto de neem, extracto de hierba luisa y dos testigos, control químico y control absoluto.

Se realizaron cuatro bloques en una plantación establecida de dos hectáreas distribuidos equidistantemente dentro del área del cultivo, el distanciamiento entre bloques fue de unos 60 m y las réplicas (parcelas), por tratamiento distanciadas cada 30 m. Cada unidad experimental estuvo compuesta por 6 plantas, dando un total de 42 plantas por bloque. El diseño experimental se adaptó a las condiciones reales de campo, pues se trabajó sobre una plantación ya establecida de 2 años de edad.

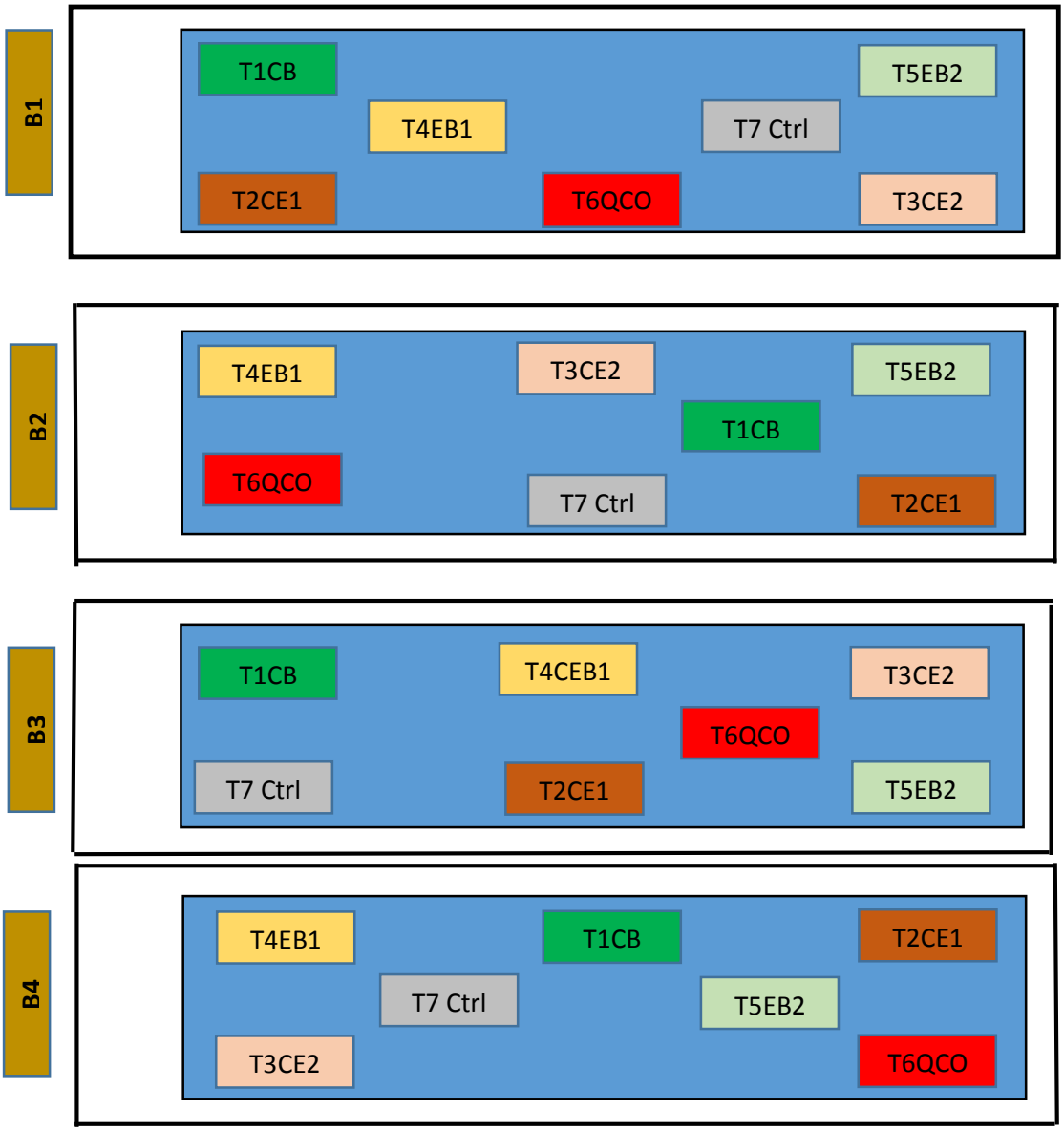

Figura 2. Esquema del diseño experimental y tratamientos implementados en campo

Codificación.

B1: Bloque uno.

B2:.Bloque dos.

B3: Bloque tres.

B4: Bloque cuatro.

T1CB: Tratamiento 1 control biológico (Formulado comercial de *Beauveria bassiana*)

T2CE1: Tratamiento 2 control etológico 1 (Trampa de Color rojo)

T3CE2: Tratamiento 3 control etológico 2 (Trampa con atrayente alimenticio)

T4EB1: Tratamiento 4 extracto botánico 1 (Extracto a base de *Azadirachta indica*)

T5EB2: Tratamiento 5 extracto botánico 2 (Extracto a base de *Cymbopogon citratus*)
T6QCO: Tratamiento 6 Testigo químico (Insecticida, Voliam Flexi®), cuyo ingrediente activo y concentración es de Thiamethoxam: 200 g/L y Chlorantraniliprole: 100 g/L, la aplicación de este producto se la realizo en dosis de 2.18 mL del producto en 6 L de agua, la aplicación se la realizo dos veces en campo una al inicio y otra después de 45 días durante el ensayo, para esto se utilizó una bomba de diez litros y se fumigo en las cuatro replicas (parcelas), y se evaluó cada 14 días después de su aplicación.
T7 Ctrl: Tratamiento 7 control (Testigo Absoluto)

5.4.1. Eficiencia de los tratamientos

Antes de la aplicación de los tratamientos se etiqueto todas las plantas infestadas por broca a ser evaluadas por los tratamientos, identificando y contando las ramas productivas del tercio inferior medio, superior y de estas se etiqueto una rama seleccionada al azar, en la cual se contabilizo el número total de granos, número de granos sanos, número de granos brocados. En los granos brocados se contabilizo el número de huevos, larvas, pupas y adultos por grano presentes antes de aplicar los tratamientos, identificando el porcentaje de incidencia y severidad de broca presente al momento de iniciar el ensayo, los cuales fueron utilizados para los respectivos análisis comparativos de los resultados, de los tratamientos al termino del ensayo.

Esto permitió al final obtener una apreciación real de la efectividad de los tratamientos permitiendo identificar si existen diferencias significativas entre los mismos luego de su aplicación.

*5.4.1.1. **Mu**estreo **en campo***

Antes de cada aplicación de los tratamientos, en cada unidad experimental se evaluó el número de ramas productivas de las plantas y de estas todos los granos por planta y tratamiento. Para la evaluación en cada una se determinó el porcentaje de incidencia y severidad de *H. hampei* sobre los frutos del cafeto y se evaluó mediante las fórmulas mencionadas por (INIAP, 2015).

$$\% \text{ de Incidencia} = \frac{\text{\# Plantas con evidencia de la plaga}}{\text{Total de plantas evaluadas}} \times 100$$

$$\% \text{ de Infestación} = \frac{\text{Frutos brocados}}{\text{Frutos sanos + Frutos brocados}} \times 100$$

Luego de establecidos los respectivos bioensayos, las evaluaciones se realizaron cada 14 días, por un periodo de cuatro meses, según los procedimientos indicados.

5.4.2. Método estadístico.

Para el estudio de las variables se realizó un análisis de varianza (ANOVA), para determinar la existencia de diferencias significativas entre los tratamientos. Para determinar las diferencias significativas, se aplicó el test de comparación múltiple mediante Tukey al 95 %, con lo cual se determinó el mejor tratamiento, y sirvió a más para analizar la influencia que tiene los tratamientos biológicos y químicos, sobre el control, incidencia y severidad de la broca del café. Para la construcción de los gráficos de dinámica poblacional se utilizó el programa Microsoft Excel. Para establecer relación entre variables cuantitativas (Número de granos sanos, número de granos brocados), se realizó el análisis de correlación de Pearson (P valor > 0,5).

5.5. Metodología para el primer objetivo

Se realizó un monitoreo diagnóstico de los niveles de incidencia y severidad en las plantaciones de un productor del Barrio Perpetuo Socorro del cantón Sozoranga, provincia de Loja. El muestreo se realizó en plantaciones de café arábigo que se encontraban en la fase final de cosecha, utilizando un tamaño de muestra de 10 plantas por bloque, en las cuales se cuantifico en una rama del tercio medio el número total de granos, el número de granos sanos y el número de granos brocados, datos que permitieron estimar los índices de incidencia y de severidad de la plaga. Para la evaluación de la incidencia y severidad de *H. hampei* sobre los frutos del cafeto se utilizó las fórmulas referidas por (INIAP, 2015).

Con los datos obtenidos de índice de incidencia, severidad, número de huevos, larvas, pupas y adultos por granos brocados, se realizaron los respectivos análisis de varianza simple (ANOVA) para cada una de las variables, los cuales permitieron determinar las diferencias de

las variables en cada bloque, para determinar las diferencias significativas, se aplicó el test de comparación múltiple de **Tukey** al 95 %.

Nota. Como parte del análisis se consideró la trasformación de datos, usándose la transformación logarítmica ($y^* = \log (y + 1)$) para las variables número de huevos, larvas, pupas, y la transformación de raíz cuadrada ($y^* = \sqrt{y} + cte.$) para el número de adultos de broca del café.

5.6. Metodología para el segundo objetivo

Para el cumplimiento de este objetivo se procedió con la preparación y aplicación de los diferentes tratamientos de control biológico con *Beauveria bassiana*, trampas etológicas de color rojo y alimenticias, extractos botánicos de neem y hierba luisa e insecticida químico, como se muestra a continuación:

5.6.1. Preparación y aplicación de *Beauveria bassiana* para bioensayo de campo.

Para el cumplimiento de este objetivo se utilizó formulaciones comerciales a base de *Beauveria bassiana* en concentraciones de esporas referenciadas, dosis, frecuencia de aplicación y formas de aplicación según las siguientes características técnicas del producto.

El producto utilizado fue Mycotrol, que es un agente microbiano concentrado de suspensión emulsificable (SE), micoinsecticida biológico que contiene esporas de una cepa patógena natural selectiva del hongo *Beauveria bassiana* GHA para uso contra una amplia variedad de insectos plaga como moscas blancas, trips, áfidos, polillas, pulgones saltadores, chicharritas, lepidópteras, coleópteros, escarabajos, chinches, provocándoles infecciones letales. Contiene por lo menos 1 - 2 x 10^8 recuento directo de esporas/mL, un 1 - 2 x 10^8 recuento viable de colonias/gramo, un porcentaje de viabilidad del 94 % y una pureza microbiológica del 100 % mínimo, su presentación comercial es de un litro.

La aplicación de *B. bassiana* se realizó en dosis de 7 mL en 6 L de agua, en plantaciones de café en la fase de formación de granos, según el diseño experimental indicado, utilizando una bomba de presión con boquilla de volumen medio. Se realizaron ocho aplicaciones con periodos de 14 días entre cada aplicación. Las evaluaciones del bioensayo se realizaron cada 14 días, después de aplicado el tratamiento, y se determinaron índices de incidencia e índices de severidad. Para ello se registraron en una bandola del tercio medio de la planta: el número de granos totales, granos sanos y granos brocados. En el caso de granos brocados se registró:

número de adultos vivos dentro del grano, número de adultos muertos dentro del grano, número de adultos parasitados, número de huevos, larvas y pupas por grano.

5.6.2. Preparación y aplicación de trampas de colores

Para la elaboración de este tipo de trampas se utilizó plástico de polietileno de color rojo, producto agrícola pegante BioTac, cuyo ingrediente activo es el polibuteno.

Luego se procedió a recortar el plástico rojo con dimensiones de 30 cm de largo por 20 cm de ancho, obteniéndose en total ocho cortes, de los cuales se unieron un par de recortes con cinta masking y grapas, con la finalidad de darle más firmeza a la trampa, dándonos un total de 4 trampas, a estos recortes se les coloco un gancho a base de alambre de amarre galvanizado, para poder colocarlos a la altura media, en una rama de la planta.

Posteriormente se procedió a preparar el pegante, en una relación de un litro de BioTac con un litro de gasolina, cuya mezcla se aplicó con brocha de pintura sobre los recortes de plástico, con lo cual quedaron listas las trampas para su aplicación en campo, estas trampas se las renovó cada 14 días. Las evaluaciones se las realizó cada 14 días después de su primera aplicación, en donde se contó el número de brocas adultas por trampa, y se determinaron índices de incidencia e índices de severidad. Para ello se registraron en una bandola del tercio medio de la planta: el número de granos totales, granos sanos y granos brocados. En el caso de granos brocados se registró: número de adultos vivos dentro del grano, número de adultos muertos dentro del grano, número de huevos, larvas y pupas por grano.

5.6.3. Aplicación de trampas con atrayentes alimenticios en campo

Antes de realizar los tratamientos se realizó una limpieza de hojas secas, ramas caídas, pues dentro de los escombros se reproduce la broca. Los ensayos de campo se desarrollaron en los puntos establecidos según el diseño experimental, donde se colocaron las trampas artesanales con su respetivo atrayente, las trampas artesanales (ECOIAPAR) fueron construidas usando envases de plástico transparente de 1,5 litros de capacidad, los cuales fueron cortados realizando dos ventanas en el tercio medio del envase.

Cada trampa fue provista del atrayente que consistió en una mezcla de (Melaza + piña) colocados en la base de los envases, se aplicó melaza en una proporción de 200 mL y rodajas de piña de 2 cm de grosor trozadas, esta fue la solución atrayente para la broca, y se utilizó cuatro trampas las cuales fueron colocadas en la mitad de la unidad experimental con la ayuda

de un soporte (estaca) y piola a una altura de 1,5 m del suelo, estas trampas fueron renovadas cada 14 días.

Las evaluaciones del bioensayo se realizaron cada 14 días, después de aplicado el tratamiento, en donde se contabilizaron las brocas capturadas por trampa y se determinaron índices de incidencia e índices de severidad. Para ello se registraron en una bandola del tercio medio de la planta: el número de granos totales, granos sanos y granos brocados. En el caso de granos brocados se registró: número de adultos vivos dentro del grano, número de adultos muertos dentro del grano, número de huevos, larvas y pupas por grano. La contabilización de brocas adultas atrapadas por trampa se realizó vertiendo la mezcla de melaza + piña, después de permanecer 14 días en campo, sobre un cedazo de color blanco, para luego esparcir agua con el objetivo de que se disuelva la melaza, se retiró los trozos de piña y se contabilizó las brocas en el cedazo.

5.6.4. Preparación y aplicación de extractos botánicos

Para la obtención de los extractos, previamente se realizó la recolección de hojas, flores y frutos tiernos de la planta de neem y las hojas de la hierba luisa en fase de cosecha, luego se procedió a pesar con la ayuda de una balanza 500 g de material vegetal de cada especie.

Para la obtención del extracto de neem se utilizó la técnica de infusiones, que consiste en colocar los materiales vegetales previamente molidos, con ayuda de un molino, en agua caliente (80 a 90°C aproximadamente). Se utilizó una relación de 500 g de material vegetal molido en estado fresco por seis litros de agua, agregando dos cucharas de azúcar como fijador orgánico y media barra de jabón azul rallado para facilitar su dilución como adherente. Se tapó por unos minutos hasta que el agua se enfrío a temperatura ambiente, luego se procedió a filtrar con un cedazo de poros finos**,** de esta forma, los principios activos son los directamente provenientes de los aceites esenciales de las plantas. Esta técnica es ideal cuando se desea extraer sustancias orgánicas volátiles o de fácil degradación con el calor (Martí *et al.* 1992).

Las aplicaciones se realizaron en plantaciones de café en la fase de formación de granos, según el diseño experimental indicado, utilizando una bomba de presión con boquilla de volumen medio. Se realizaron ocho aplicaciones con periodos de 14 días entre cada aplicación. Las evaluaciones del bioensayo se realizaron 14 días después de la primera aplicación, y se determinó índices de incidencia e índices de severidad. Para lo cual se registró en dos bandolas

del tercio medio de la planta: el número de granos totales, granos sanos y granos brocados. En el caso de granos brocados se registró: número de adultos vivos dentro del grano, número de adultos muertos dentro del grano, número de huevos, larvas y pupas por grano.

Para la obtención del extracto de hierba luisa se procedió a trozar los 500 g del material vegetal, luego se utilizó una licuadora donde se agregó el material vegetal trozado más dos litros de agua que se colocaron poco a poco para facilitar el licuado, después se procedió a agregar 4 litros más de agua, dos cucharas de azúcar como fijador orgánico y media barra de jabón azul rallado como adherente, esta mezcla se meneo con la ayuda de un colador hasta disolver el jabón, luego se procedió a filtrar con un cedazo de poros finos, de esta forma, los principios activos son los directamente provenientes de los aceites esenciales de las plantas.

Las aplicaciones se realizaron en plantaciones de café en la fase de formación de granos, según el diseño experimental indicado, utilizando una bomba de presión con boquilla de volumen medio. Se realizaron ocho aplicaciones con periodos de 14 días entre cada aplicación. Las evaluaciones del bioensayo se realizaron 14 días después de la primera aplicación, y se determinó índices de incidencia e índices de severidad. Para lo cual se registró en dos bandolas del tercio medio de la planta: el número de granos totales, granos sanos y granos brocados. En el caso de granos brocados se registró: número de adultos vivos dentro del grano, número de adultos muertos dentro del grano, número de huevos, larvas y pupas por grano (Rodas, 2019).

Nota. Como parte del análisis se consideró la trasformación de datos, para ello se utilizó la transformación de raíz cuadrada ($y^* = \sqrt{y} + cte.$) para las variables número de granos sanos, número de huevos, larvas, pupas y adultos de broca del café.

6. RESULTADOS

6.1. Resultados del primer objetivo

Diagnóstico previo de los niveles de incidencia y de severidad ocasionados por la broca del café *Hypothenemus hampei* en plantaciones de café arábigo en fase de producción, en una finca cafetalera del cantón Sozoranga provincia de Loja.

6.1.1. Resultados para el índice de incidencia y severidad.

En la tabla 3 se presentan los índices de incidencia y severidad, promedios en porcentaje de ramas por planta, en la cual se puede apreciar altos valores para estas variables, sin diferencias estadísticas entre bloques durante la evaluación.

Tabla 3. *Análisis de varianza simple para el índice de incidencia y severidad.*

Bloque	**Variables**	
	II (%)	IS (%)
B1	100 A	23,54 A
B2	100 A	36,22 A
B3	90 A	38,95 A

6.1.2. Resultados para los estadios biológicos de *Hypothenemus hampei* en granos brocados

En la tabla 4 se presentan los promedios de número de huevos larvas, pupas y adultos en granos brocados por rama, destacándose altos niveles poblacionales en sus diferentes estados, con diferencias estadísticas entre bloques en lo que respecta al número de huevos por grano y sin diferencias estadísticas en las demás variables durante la evaluación.

Tabla 4. *Análisis de varianza simple para el número de huevos, larvas, pupas y adultos de broca del café.*

Bloque	**Variables**			
	Nº H	Nº L	Nº P	Nº A
B1	0,62 B	0,84 A	0,60 A	1,05 A
B2	0,84 A	0,81 A	0,60 A	1,15 A
B3	0,81 AB	0,75 A	0,40 A	1,09 A

6.2. Resultados del segundo objetivo

Evaluación de la propuesta de control integrado de la broca del café *Hypothenemus hampei* mediante control biológico con *Beauveria bassiana*, trampas etológicas, extractos botánicos e insecticida químico.

6.2.1. Número de granos sanos

En la tabla 5 se presentan los promedios de granos sanos por rama, observándose un incremento notable de esta variable desde la primera evaluación (E1) hasta la última evaluación (E9), sin diferencias estadísticas entre los tratamientos en cada una de las evaluaciones realizadas.

Tabla 5. *Análisis de varianza simple para el número de granos sanos*

Tratamiento	**E1**	**E2**	**E3**	**E4**	**E5**	**E6**	**E7**	**E8**	**E9**
1	4,74 A	5,05 A	5,70 A	6,30 A	6,62 A	7,48 A	7,63 A	8,16 A	8,48 A
2	5,05 A	5,05 A	5,05 A	5,52 A	5,85 A	6,44 A	6,93 A	7,57 A	8,09 A
3	5,61 A	5,85A	5,94 A	5,80 A	6,14 A	6,49 A	7,29 A	7,83 A	8,30 A
4	4,92 A	5,02 A	5,30 A	5,69 A	6,33 A	6,45 A	6,93 A	7,36 A	7,73 A
5	5,11 A	5,53 A	5,79 A	6,16 A	6,73 A	6,97 A	7,47 A	7,90 A	8,13 A
6	5,14 A	5,44 A	5,80 A	6,14 A	6,60 A	7,21 A	7,74 A	8,18 A	8,47 A
7	4,91 A	4,93 A	5,32 A	5,87 A	6,42 A	6,71 A	7,16 A	7,62 A	7,93 A

6.2.2. Número granos brocados

Tabla 6. *Análisis de varianza simple para el número de granos brocados*

Tratamiento	**E1**	**E2**	**E3**	**E4**	**E5**	**E6**	**E7**	**E8**	**E9**
1	0,46 A	0,17 A	0,21 A	0,42 A	0,54 A	0,50 B	0,25 B	0,21 B	0,08 B
2	0,71 A	0,63 A	0,71 A	0,63 A	0,71 A	0,54 B	0,75 AB	0,71 B	0,42 B
3	0,13 A	0,00 A	0,13 A	0,50 A	0,83 A	0,54 B	0,38 B	0,33 B	0,17 B
4	0,21 A	0,09 A	0,09 A	0,42 A	0,63 A	0,29 B	0,29 B	0,29 B	0,08 B
5	O,13 A	0,04 A	0,04 A	0,29 A	0,50 A	0,25 B	0,21 B	0,13 B	0,08 B
6	0,42 A	0,09 A	0,17 A	0,50 A	0,92 A	0,25 B	0,17 B	0,17 B	0,00 B
7	0,42 A	0,38 A	0,50 A	0,87 A	0,96 A	1,17 A	1,34 A	1,42 A	1,71 A

En la tabla 6 se presentan los promedios de granos brocados por rama, observándose variaciones en el número de granos brocados por rama desde la primera evaluación (E1) hasta la última evaluación (E9), destacándose el descenso de granos brocados en la última evaluación, sin diferencias estadísticas entre tratamientos hasta la quinta evaluación, y con diferencias estadísticas entre tratamientos desde la sexta hasta la última evaluación, en relación con el tratamiento testigo (T7) el cual registro un incremento progresivo de granos brocados durante el periodo evaluado.

6.2.3. Índice de incidencia (%)

En la tabla 7 se presentan los índices de incidencia promedio en porcentaje de ramas por planta, en la cual se puede apreciar variaciones de la incidencia desde la primera evaluación (E1) hasta la última evaluación (E9), destacándose el descenso de índice de incidencia en la última evaluación, sin diferencias estadísticas entre tratamientos hasta la quinta evaluación, y con diferencias estadísticas entre tratamientos desde la sexta hasta la última evaluación, en relación con el tratamiento testigo (T7) el cual registro un incremento progresivo de índice de incidencia durante el periodo evaluado.

Tabla 7. *Análisis de varianza simple para el índice de incidencia (%)*

Tratamiento	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9
1	16,60 A	0,00 A	16,65 A	24,98 A	41,65 A	29,15 B	20,80 BC	12,48 BC	8,33 B
2	0,00 A	0,00 A	37,48 A	29,13 A	24,98 A	29,13 B	45,80 AB	37,45 B	33,30 B
3	8,33 A	0,00 A	12,50 A	41,63 A	54,13 A	37,48 B	24,95 BC	29,13 BC	16,63 B
4	16,65 A	0,00 A	4,15 A	12,45 A	41,65 A	29,13 B	20,80 BC	20,80 BC	4,15 B
5	8,30 A	0,00 A	0,00 A	20,78 A	41,60 A	24,95 B	16,65 BC	8,33 C	4,15 B
6	12,38 A	8,30 A	8,33 A	33,30 A	41,65 A	20,80 B	4,15 C	12,48 BC	0,00 B
7	8,30 A	12,48 A	12,48 A	49,95 A	58,30 A	74,95 A	79,13 A	91,65 A	95,83 A

6.2.4. Índice de severidad (%)

En la tabla 8 se presentan los índices de severidad promedios expresados en porcentajes de granos brocados, en la cual se puede distinguir variaciones de la severidad desde la primera evaluación (E1) hasta la última evaluación (E9), destacándose el descenso de índice de severidad en la última evaluación, sin diferencias estadísticas entre los tratamientos con respecto al testigo desde la primera hasta la quinta evaluación; y con diferencias estadísticas entre tratamientos desde la sexta hasta la novena evaluación, en la cual se aprecia un incremento significativo de la severidad en el tratamiento testigo; además, se destaca los mayores porcentajes de granos brocados en los tratamientos T2 (trampa de color rojo) y T3 (trampa alimenticia) lo cual indica niveles de eficacia por debajo de los demás tratamientos.

Tabla 8. *Análisis de varianza simple para el índice de severidad (%)*

Tratamiento	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9
1	1,62 A	0,73 A	0,90 A	1,75 A	2,23 A	2,28 A	1,67 AB	1,31 BC	0,57 B
2	2,21 A	2,04 A	2,21 A	2,05 A	2,04 A	2,07 A	2,95 AB	3,04 AB	2,16 B
3	0,50 A	0,00 A	0,61 A	2,51 A	3,39 A	2,72 A	2,33 AB	2,29 AB	1,47 B
4	1.03 A	0,61 A	0,55 A	1,73 A	2,62 A	1,77 AB	1,71 AB	1,82 BC	0,59 B
5	0,85 A	0,34 A	0,34 A	1,76 A	2,42 A	1,74 AB	1,27 B	0,71 C	0,59 B
6	1,22 A	0,51 A	0,57 A	2,14 A	3,03 A	1,39 B	0,80 B	1,13 B	0,00 B
7	1,59 A	1,53 A	1,85 A	2,68 A	3,11 A	3,52 A	4,21 A	4,53 A	5,13 A

6.2.5. Número de huevos por granos

En la tabla 9 se presentan los promedios del número de huevos por granos brocados, observándose variaciones en el número de huevos desde la primera evaluación (E1) hasta la última evaluación (E9), apreciándose un descenso de número de huevos en la última evaluación, sin diferencias estadísticas entre tratamientos desde la primera a la sexta y octava evaluación, y con diferencias estadísticas entre tratamientos en la séptima y última evaluación, en relación con el tratamiento testigo (T7) el cual registro un incremento en el número de huevos desde la cuarta hasta la sexta evaluación y una disminución desde la séptima hasta la última evaluación, pero conservando la diferencia estadística y numérica con respecto a los demás tratamientos, durante el tiempo evaluado.

Tabla 9. *Análisis de varianza simple para el número de huevos por granos brocados*

Tratamiento	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9
1	0,00 A	0,00 A	0,00 A	0,00 A	0,00 A	2,95 A	1,41 AB	0,00 A	0,00 B
2	0,71 A	0,94 A	0,71 A	0,87 A	1,54 A	1,00 A	0,71 AB	1,93 A	0,61 B
3	0,00 A	0,00 A	0,00 A	0,00 A	1,03 A	2,96 A	0,00 B	0,00 A	0,00 B
4	0,00 A	0,00 A	0,00 A	0,00 A	0,71 A	0,00 A	0,00 B	0,00 A	0,00 B
5	0,00 A	0,00 A	0,00 A	0,75 A	0,61 A	1,60 A	0,00 B	0,61 A	0,00 B
6	0,00 A	0,00 A	0,00 A	0,00 A	0,94 A	0,00 A	0,00 B	0,00 A	0,00 B
7	0,00 A	0,00 A	0,00 A	0,71 A	1,27 A	3,57 A	2,18 A	1,98 A	2,58 A

6.2.6. Número de larvas por granos

En la tabla 10 se presentan los promedios de larvas por granos brocados, observándose variaciones en el número de larvas desde la tercera evaluación (E3) hasta la última evaluación (E9), apreciándose un descenso de número de larvas en la última evaluación, sin diferencias estadísticas entre tratamientos desde la primera a la sexta y octava evaluación, y con diferencias estadísticas entre tratamientos en la séptima evaluación donde los tratamientos de trampas alimenticias (T3), testigo (T7), trampa de color rojo (T2), extracto botánico de hierba luisa (T5) y extracto botánico de neem (T4) se comportaron iguales pero numéricamente el (T3) con un mayor número de larvas en relación con el (T1) y (T6) que presentaron 0 larvas y diferencias

en la última evaluación donde los tratamientos con formulado de *Beauveria bassiana* (T1), trampa de color rojo (T2), trampa alimenticia (T3), extracto botánico de hierba luisa (T4), extracto botánico de neem (T5) y testigo químico (T6) se comportaron iguales presentando disminución en el número de larvas, en relación con el tratamiento testigo (T7) el cual registro un incremento progresivo en el número de larvas, durante el tiempo de evaluación.

Tabla 10. *Análisis de varianza simple para el número de larvas por granos brocados*

Tratamiento	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9
1	0,00 A	0,00 A	0,00 A	0,00 A	0,00 A	0,00 A	0,00 B	0,61 A	0,50 AB
2	0,00 A	0,00 A	0,50 A	0,61 A	0,61 A	0,66 A	1,73 AB	1,49 A	1,30 AB
3	0,00 A	0,00 A	0,00 A	0,00 A	0,00 A	0,43 A	3,17 A	1,05 A	0,56 AB
4	0,00 A	0,00 A	0,00 A	0,00 A	0,00 A	0,50 A	1,33 AB	0,56 A	0,00 B
5	0,00 A	0,00 A	0,00 A	0,00 A	0,00 A	0,00 A	0,94 AB	0,66 A	0,50 AB
6	0,00 A	0,00 A	0,00 A	0,00 A	0,61 A	0,00 A	0,00 B	0,00 A	0,00 B
7	0,00 A	0,00 A	0,00 A	0,00 A	0,50 A	1,48 A	2,30 AB	2,29 A	2,76 A

6.2.7. Número de pupas por granos

En la tabla 11 se presentan los promedios del número de pupas por granos brocados, observándose diferencias estadísticas entre tratamientos y con respecto al testigo en las evaluaciones ocho (E8) y nueve (E9), observándose un incremento sostenido del número de pupas en el tratamiento T2 desde la cuarta evaluación hasta la evaluación (E9) sin diferencias estadísticas entre evaluaciones; los tratamientos T1, T4, T5 y T6 presentan disminución del número de pupas en la última evaluación sin diferencia estadística entre ellos; mientras que el tratamiento testigo (T7) presenta un incremento sostenido en número de pupas desde la evaluación seis hasta la evaluación nueve con diferencias estadísticas con respecto a los demás tratamientos.

Tabla 11. *Análisis de varianza simple para el número de pupas por granos brocados*

Tratamiento	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9
1	0,00 A	0,00 A	0,00 A	0,00 A	0,00 A	0,00 A	0,43 A	0,35 C	0,56 B
2	0,00 A	0,00 A	0,00 A	0,35 A	0,71 A	0,66 A	1,48 A	1,99 AB	1,87 AB
3	0,00 A	0,00 A	0,00 A	0,00 A	0,00 A	1,40 A	1,90 A	0,71 BC	1,41 AB
4	0,00 A	0,00 A	0,00 A	0,00 A	0,00 A	0,71 A	0,50 A	0,35 C	0,00 B
5	0,00 A	0,00 A	0,00 A	0,00 A	0,00 A	0,61 A	0,35 A	0,87 BC	0,35 B
6	0,00 A	0,00 A	0,00 A	0,00 A	0,00 A	0,56 A	0,43 A	0,43 C	0,00 B
7	0,00 A	0,00 A	0,00 A	0,00 A	0,00 A	2,20 A	2,76 A	2,72 A	3,17 A

6.2.8. Número de adultos por granos

En la tabla 12 se presentan los promedios del número de brocas adultas por granos brocados, observándose variaciones en todos los tratamientos con tendencia a un incremento progresivo hasta la sexta evaluación y luego un descenso sostenido dese E7 hasta E9 sin diferencias estadísticas significativas entre tratamientos los cuales si marcan diferencias significativas con respecto al tratamiento testigo (T7); además es importante destacar los tratamientos T2 y T3 los cuales presentan los mayores incrementos poblacionales hasta la evaluación siete (E7) y luego presentan un descenso poblacional hasta la evaluación nueve (E9) con valores superiores a los demás tratamientos; en cuanto al testigo se observa un incremento sostenido del número de brocas por grano desde la evaluación E1 (1,57) hasta la E9 (4,33) lo cual explica el efecto de la multiplicación poblacional en ausencia absoluta de control.

Tabla 12. *Análisis de varianza simple para el número de brocas adultas por granos brocados*

Tratamiento	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9
1	1,60 A	0,68 AB	0,75 A	1,31 A	1,55 A	1,62 A	1,04 B	0,79 B	0,35 B
2	1,72 A	1,58 A	1,80 A	1,51 A	1,37 A	1,65 A	2,15 AB	2,00 AB	1,31 B
3	0,43 A	0,00 B	0,43 A	1,70 A	2,22 A	1,74 A	1,93 AB	1,39 B	0,85 B
4	0,93 A	0,50 AB	0,50 A	1,35 A	1,90 A	1,29 A	1,14 B	1,14 B	0,35 B
5	0,75 A	0,25 AB	0,25 A	1,29 A	1,66 A	1,18 A	0,79 B	0,43 B	0,35 B
6	1,26 A	0,50 AB	0,50 A	1,70 A	2,21 A	1,04 A	0,50 B	0,68 B	0,00 B
7	1,57 A	1,47 AB	1,70 A	2,29 A	2,39 A	2,69 A	3,28 A	3,82 A	4,33 A

6.2.9. Dinámicas poblacionales de cuatro estadios biológicos de *Hypothenemus hampei*

En las figuras 3, 4, 5 y 6 se presenta el comportamiento poblacional de la broca del café durante toda la fase de evaluación, en donde se puede apreciar que todos los tratamientos tuvieron un efecto significativo en la reducción de la plaga en la última evaluación en comparación con el

testigo absoluto el cual presenta un incremento progresivo en los cuatro estadios (huevos, larvas, pupas y adultos).

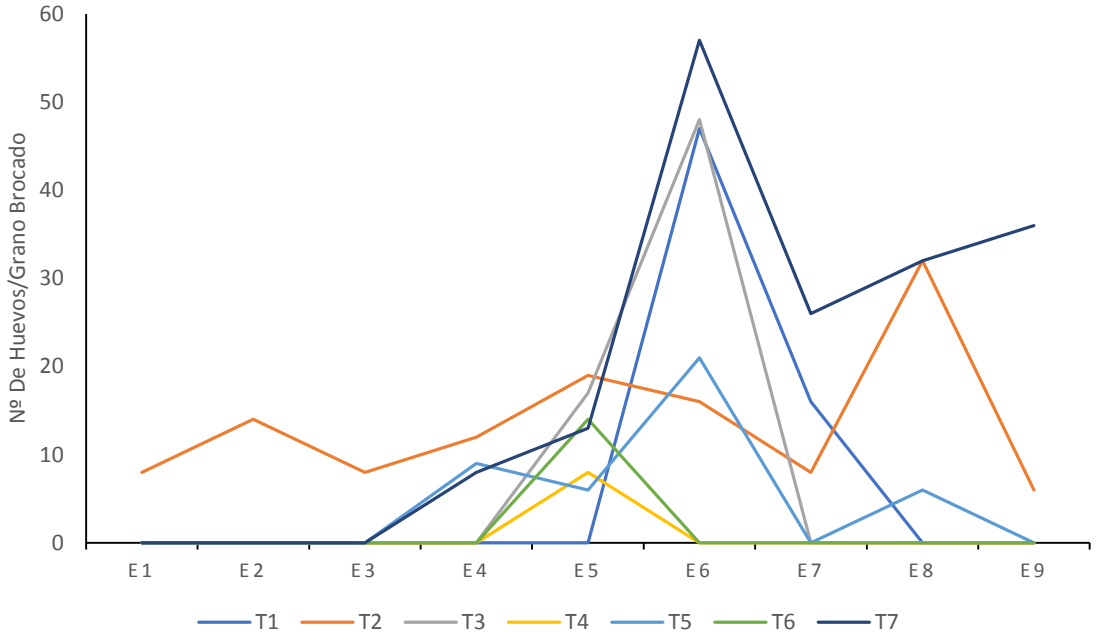

Figura 3. Dinámica poblacional de huevos de broca (*Hypothenemus hampei*) con datos registrados en nueve evaluaciones durante el periodo del 31 de Octubre del 2020 al 27 de Febrero del 2021, en el sector Perpetuo Socorro, cantón Sosoranga.

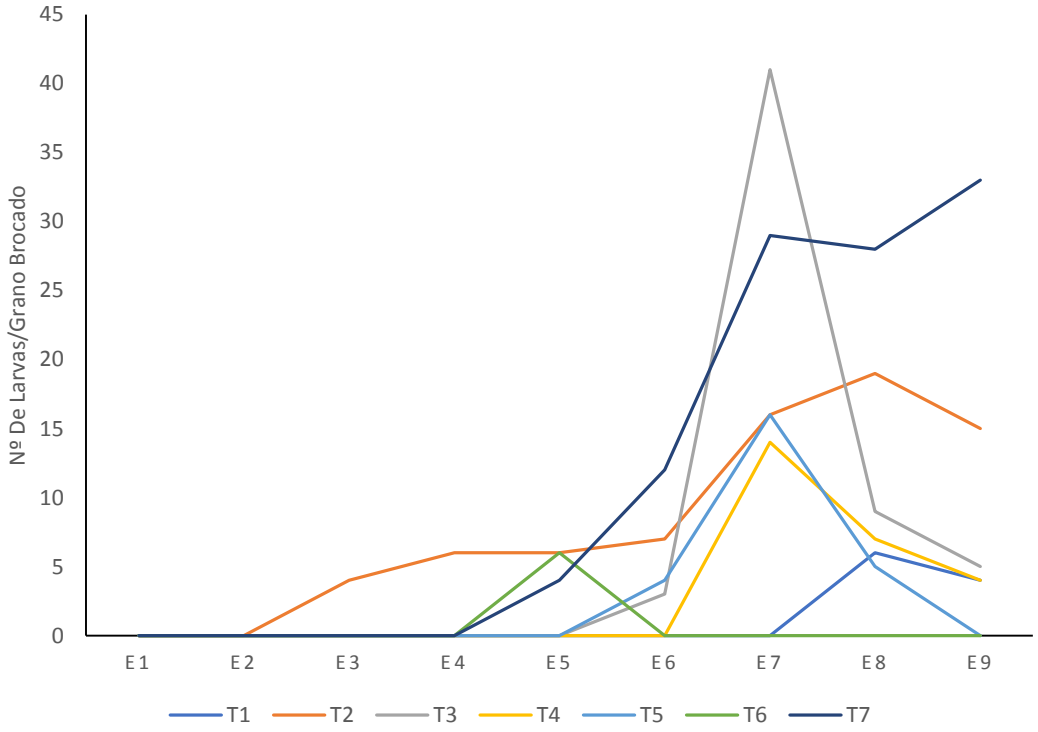

Figura 4. Dinámica poblacional de larvas de broca (*Hypothenemus hampei*) con datos registrados en nueve evaluaciones durante el periodo del 31 de Octubre del 2020 al 27 de Febrero del 2021, en el sector Perpetuo Socorro, cantón Sosoranga.

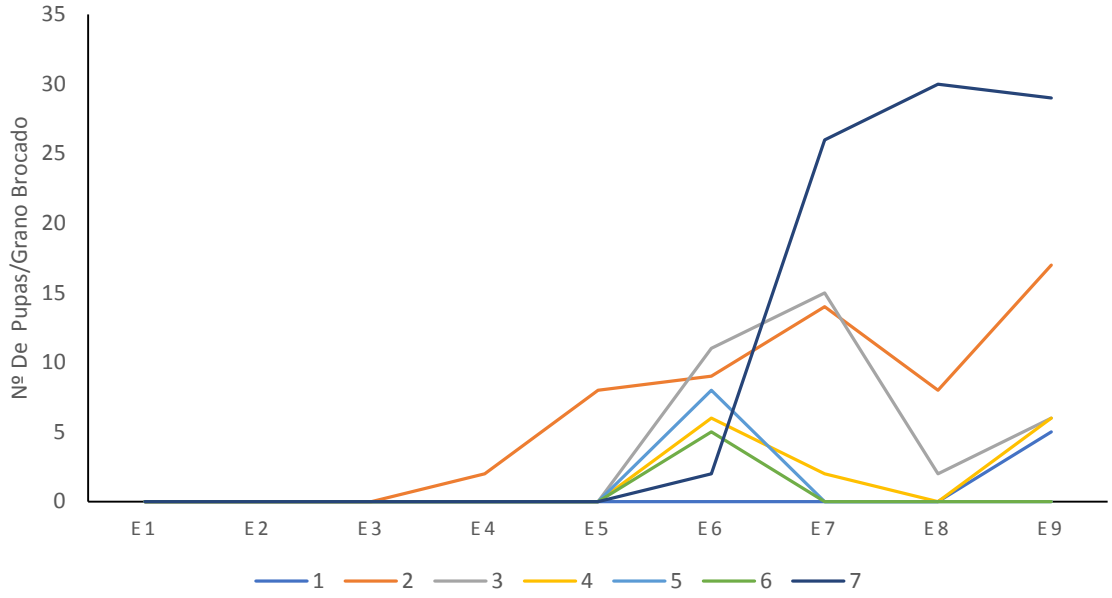

Figura 5. Dinámica poblacional de pupas de broca (*Hypothenemus hampei*) con datos registrados en nueve evaluaciones durante el periodo del 31 de Octubre del 2020 al 27 de Febrero del 2021, en el sector Perpetuo Socorro, cantón Sosoranga.

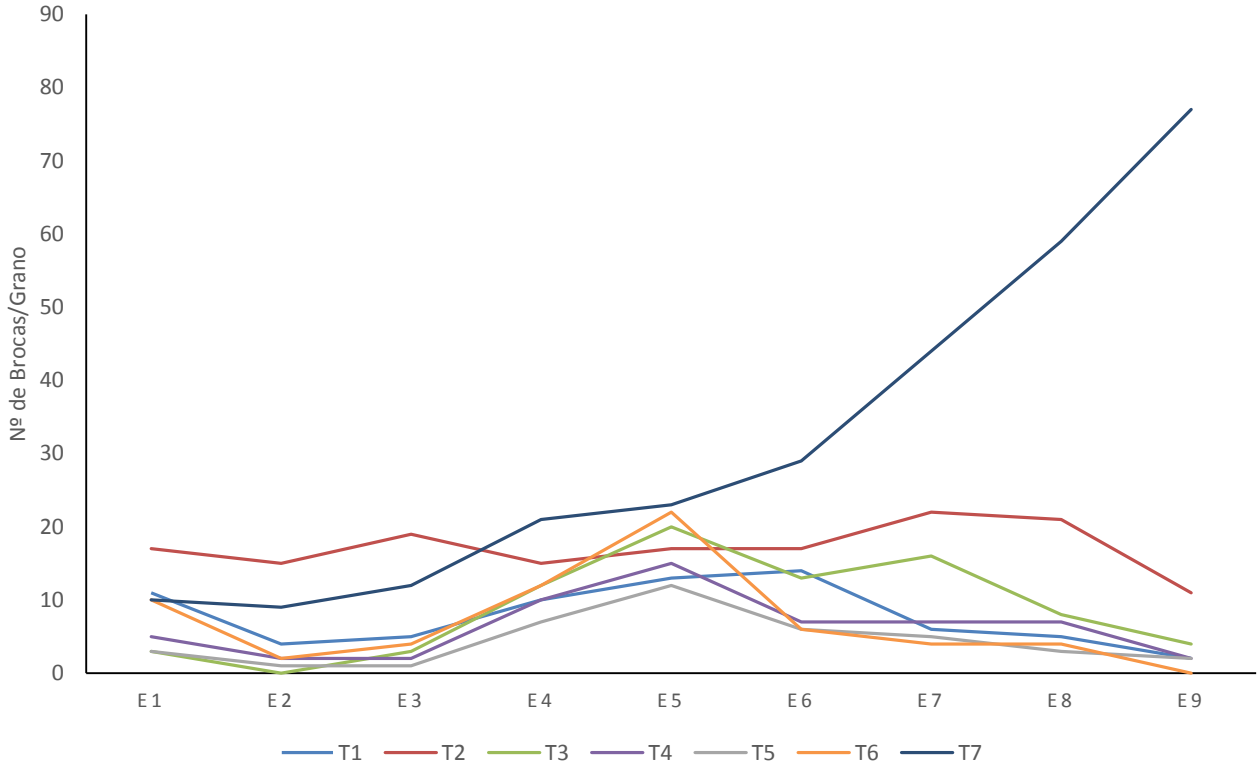

Figura 6. Dinámica poblacional de adultos de *Hypothenemus hampei* con datos registrados en nueve evaluaciones durante el periodo del 31 de octubre del 2020 al 27 de Febrero del 2021, en el sector Perpetuo Socorro, cantón Sosoranga.

7. DISCUSIÓN

Los resultados del primero objetivo, analizados para las variables contenidas en las tablas 3 y 4, no demostraron variación estadística en el momento de la evaluación diagnóstica. Así por ejemplo, en la tabla 3 se presentan los índices de incidencia y severidad, promedios en porcentaje por planta y granos, en la cual se puede apreciar altos valores para estas variables, sin diferencias estadísticas entre bloques durante la evaluación, obteniéndose para el índice de incidencia valores de 100 % para los bloques 1 y 2, y 90 % de incidencia para el boque 3; igual comportamiento se determinó en los análisis estadísticos para la severidad los cuales presentaron valores elevados de 23,54 % para el bloque 1; 36,22 para el bloque 2 y 38,95 para el bloque 3 sin diferencias estadísticas entre ellos. Los altos índices de incidencia y de severidad evaluados se explican debido al efecto de multiplicación poblacional de la plaga en ausencia absoluta de control en la fase final de la cosecha de verano (Julio del 2020, cuatro meses antes del inicio del ensayo), resultados similares a los referidos por Montes *et al*.(2012), quienes mencionan que en ensayos realizados se presentó altas infestaciones por broca sin ningún método de control alcanzando promedios de 8,9 %, resultados similares presenta Lezaun *et al*.(2016) quienes obtuvieron promedios del 20 al 30 % de afectación por broca del café en una localidad de Nicaragua durante el periodo de cosecha, resultados coincidentes con los presentados por Ortiz *et al*.(2009) quienes mencionan que en muestreos realizados en campo en tres niveles de altura obtuvieron infestaciones que fueron desde 16,5 % hasta 31,41 %.

En la tabla 2 del diagnóstico previo, se presentan los promedios de huevos, larvas, pupas y adultos por granos brocados, observándose altos niveles poblacionales en todos los estadios biológicos de *Hypothenemus hampei* durante la evaluación, con diferencias estadísticas entre bloques en cuanto al número de huevos con valores transformados de 0,84 para el bloque 2; 0,81 para el bloque 3 y 0,62 para el bloque 1; y, sin diferencias estadísticas en las demás variables donde se obtuvieron promedios para el número de larvas de 0,84 para B1; 0,81 para B2 y 0,75 para B3, para el número de pupas de 0,60 B1 y B2 y 0,40 para B3, y para el número de adultos valores de 1,05 para B1; 1,15 B2 y 1,09 para B3. Los resultados analizados presentaron altos porcentajes poblacionales en todos los estadios de la plaga, lo cual se explica debido al efecto de multiplicación incrementada durante la fase de fructificación del cultivo, en ausencia absoluta de control. Resultados similares a los presentados por Castaño *et al*.(2005), quienes en monitoreos realizados en campo obtuvieron altos índices de infestación por broca con promedios de 25 % y altos niveles poblacionales en sus diferentes estadios

presentándose valores de 1,7 para huevos, 1,4 para larvas, 1,2 para pupas y 1,5 para adultos, así mismo Rodríguez *et al*.(2018) reportaron que en monitoreos realizados en plantaciones de café obtuvieron promedios de 32,2 % de infestación encontrándose todos los estadios de desarrollo de la broca, prevaleciendo los adultos (35%) y larvas (33%).

Los resultados del segundo objetivo con las diferentes estrategias integradas para el control de *Hypothenemus hampei*, analizados para las variables contenidas en las tablas 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12 demostraron variación estadística entre los momentos de evaluación y entre los tratamientos, los cuales se discuten a continuación.

Variable granos sanos por rama

En la tabla 5 se presentan los **promedios de granos sanos por rama**, observándose un incremento notable de esta variable desde la primera evaluación (E1) hasta la última evaluación (E9), sin diferencias estadísticas en cada evaluación en relación con el testigo, lo cual se explica por el incremento progresivo del número de frutos por rama desde la primera hasta la última evaluación, debido a que los ensayos se instalaron al inicio de la fase productiva de las plantas las cuales se encontraban en las fases de floración y fructificación continua, resultados similares a los referidos por Ramírez *et al*.(2014), quienes mencionan que la floración permite estimar las curvas de desarrollo del fruto y con éstas identificar las épocas críticas para el ataque y control de la broca, y que por cada evento de floración, independiente de su magnitud, habrá como resultado una curva de desarrollo del fruto, por lo tanto, pueden haber tantas curvas de desarrollo del fruto como eventos de floración se presenten. Al respecto, Quispe *et al*.(2015) mencionan que el café tiene cuatro etapas fisiológicas bien marcadas: floración de tres meses, desarrollo de grano o llenado de grano cuatro meses, maduración de frutos tres meses y la etapa de descanso dos meses, en la zona media la etapa de descanso es de un mes, en la zona alta no existe etapa de descanso, las plantas están en floración y fructificación permanente siempre y cuando existan condiciones de humedad, de tal forma que, en una misma rama es posible encontrar frutos en diferentes estados de madurez e incluso flores (Sandoval *et al*.2007; Marín *et al*. 2003) quienes refieren una alta des uniformidad en los estados de maduración del fruto, incluso en una misma rama.

Variable granos brocados por rama

En la tabla 6 se presentan los **promedios de granos brocados por rama**, observándose variaciones en el número de granos brocados por rama desde la primera evaluación (E1) hasta la última evaluación (E9), destacándose el descenso de granos brocados en la última evaluación, sin diferencias estadísticas entre tratamientos hasta la quinta evaluación, y con diferencias estadísticas entre tratamientos desde la sexta hasta la última evaluación donde se registraron promedios de 0,00 para el testigo químico T6; 0,08 para el control biológico (T1), y los dos extractos botánicos (T4 y T5); 0,17 para el control con trampas alimenticias (T3); 0,42 para el control con trampas de color rojo (T2) y 1,71 para el control absoluto (T7), el cual registro un incremento progresivo de granos brocados. Resultados coincidentes con los referidos por Montilla *et al*.(2006), quienes afirman que cualquier cepa de *B. bassiana,* puede parasitar a la broca del café, preferentemente cepas procedentes de zonas cafetaleras con condiciones ambientales semejantes, mientras que Dufour *et al*.(2008), afirman que al aplicar controles etológicos se puede obtener hasta un 70 % de eficiencia, en la reducción poblacional de la broca del cafeto, así mismo Donato *et al*.(2018), afirman que al aplicar controles etológicos con trampas alimenticias se puede reducir hasta un 9,93 % la afectación del número de frutos brocados, por su parte Blanco *et al*.(2015), mencionan que la aplicación de Capsoil 9,82 Ec derivado del neem, reduce la presencia de brocas en frutos hasta 0,6 % con dosis de 1,5 L/ha, mientras que Castillo *et al*.(2009) mencionan que los compuesto activos como flavonoides y terpenos que se encuentran en la planta de hierba luisa permiten un control o repelencia de ciertas plagas como escarabajos, áfidos, chinches y mosca blanca, lo que se corrobora por lo mencionado por Henao *et al*.(2008) quienes mencionan que la actividad de repelencia y/o insecticida de los extractos más activos se debe a la presencia de alcaloides, terpenos, triterpenos, fenoles y taninos, de baja toxicidad, pero que poseen fuerte efecto insecticida, lo cual favorece a la reducción poblacional de las plagas.

Por su parte, Moreno *et al*. (2013) afirma que, Voliam Flexi® con los principios activos Thiamethoxam y Chlorantraniliprole en la concentración eficaz de 1,4 $cc.L^{-1}$ de agua, presenta una actividad prologada y eficiencia de 98,84 %, la cual se refleja en una menor afectación en el café y menor cantidad de brocas que reinfesten el cafetal en la siguiente cosecha.

Variable incidencia (porcentaje de plantas afectadas por broca)

En la tabla 7 se presentan los **índices de incidencia promedio en porcentaje de plantas afectadas** en todos los tratamientos, se puede apreciar variaciones numéricas de la incidencia desde la primera evaluación (E1) hasta la última evaluación (E9), destacándose el descenso de índice de incidencia en la última evaluación, sin diferencias estadísticas entre tratamientos hasta la quinta evaluación, y con diferencias estadísticas entre tratamientos desde la sexta hasta la novena evaluación donde se registraron valores de 0,00 para T6; 4,15 para T4 y T5; 8,33 para T1; 16,63 para T3; 33,30 para T2 y 95,83 T7 el cual registro un incremento progresivo de índice de incidencia.

En lo relacionado al tratamiento control biológico con *B. bassiana*, resultados similares presentan varios autores como Flores *et al*.(2004), quienes mencionan que la tendencia por broca disminuye con la aplicación de *B. bassiana* y productos químicos; los resultados de incidencia en los tratamientos con trampas etológicas, se corresponden con los reportados por Espinoza *et al*.(2019) quienes refieren el uso de trampas de color como complemento en la disminución de los niveles de incidencia hasta en un 49,5 % de la broca del café, mientras que Acacio *et al*.(2013 y Donato *et al*.2018) mencionan que con diferentes colores de trampas y un atrayente comercial disminuyó porcentajes de incidencia de 14,95 a 8,36 % respectivamente.

La reducción de la incidencia obtenidos con los extractos botánicos, están dentro de porcentajes similares indicados por Galvis *et al*. (2020) quienes en ensayos con el extracto de neem alcanzaron un control de hasta 82 % en dosis de 1,5 g/L, Por otra parte, los resultados positivos de los extractos de hierba luisa, se explican por la acción insecticida de los limonoides y terpenoides por tratarse de moléculas activas biocidas, repelentes o de acción reductora del crecimiento Cuvi *et al*.(2018). Con respecto al control químico, Ramírez *et al*.(2014) afirma que, el uso de di amidas (Voliam Flexi®) puede ser implementado en un programa de manejo integrado contra la broca en zonas cafeteras, en dosis de 1,4 cc/L^{-1} y recomienda como importante la rotación de grupos químicos insecticidas.

Variable índice de severidad (porcentaje de granos brocados por rama y planta)

En la tabla 8 se presentan los **índices de severidad promedios** expresados en porcentajes de granos brocados, en la cual se puede distinguir variaciones de la severidad desde la primera evaluación (E1) hasta la última evaluación (E9), destacándose el descenso de índice de severidad en la última evaluación, sin diferencias estadísticas entre los tratamientos con respecto al testigo desde la primera hasta la sexta evaluación; y con diferencias estadísticas

entre tratamientos con respecto al testigo desde la séptima hasta la novena evaluación donde se obtuvo promedios de 0,00 para T6; 0,57 para T1; 0,59 para T4 y T5; 1,47 para T3; 2,16 para T2 y 5,13 para T7, lo cual indica que al no utilizar un método de control, la infestación de *Hypothenemus hampei* aumenta progresivamente.

El índice de severidad en el **tratamiento control biológico**, coincide con los resultados referidos por Méndez *et al*.(2008), quienes mencionan que los porcentajes de mortalidad con cepas de *B. bassiana* fluctúan de 16 a 50 % en evaluaciones realizadas en campo y que la mortalidad obtenida con tratamientos químicos fue mayor obteniéndose hasta un 73 % de control, en el mismo sentido Rosas *et al*.(2008) mencionan que en estudios realizados se aisló una cepa de *Beauveria bassiana,* con la que se realizó la validación en campo y se obtuvo hasta un 66% de infección de las brocas.

En cuanto al **control con trampas de color rojo** resultados similares presentan Rodríguez *et al*.(2005), quienes mencionan que los porcentajes de mortalidad de la broca mediante el uso de estas trampas puede alcanzar hasta un 48,5 % de eficiencia, así mismo Botero *et al*.(2019) obtuvieron porcentajes de 34,52 % de mortalidad, mediante la utilización de trampas de color rojo. En lo que respecta al control con trampas alimenticias Palma *et.al*.(2019) mencionan en ensayos realizados en tres localidades diferentes la infestación por broca se redujo al utilizar trampas alimenticias, en tres localidades, desde 13,45 a 1,26 %.

Los resultados obtenidos con **el tratamiento extractos botánicos** son similares a los que presenta Loyola *et al*.(2020), quienes mencionan que en ensayos similares el extracto de neem puede obtener reducción de la infestación de broca a 1,76 % en dosis de 1L/20L, en comparación con el testigo absoluto que obtuvo un 10,83 % de infestación; en cambio Vargas *et al*.(2009), mencionan que en ensayos realizados en campo a través de extractos botánicos con contenidos de terpenoides (hierba luisa) alcanzaron entre un 46,6 y 73,3 % de mortalidad de *H. hampei*. En relación con los resultados del tratamiento químico, Arcila *et al*.(2016), mencionan que los insecticidas químicos recomendados para la broca son aquellos que contienen ingredientes activos como Tiametoxam + Chlorantraniliprole que pertenecen al grupo químico de los neonicotinoides y di amidas antraliticas que actúan sobre el sistema nervioso y muscular del insecto con un periodo de carencia de 14 días y con una categoría toxicológica III, alcanza una eficacia superior al 90 % al aplicar 1,4 cc/L^{-1} en los cafetales.

Variable número de huevos por granos brocados.

En la tabla 9 se presentan los promedios del **número de huevos por granos brocados**, observándose variaciones en el número de huevos desde la primera evaluación (E1) hasta la última evaluación (E9), apreciándose un descenso del número de huevos en la última evaluación, sin diferencias estadísticas entre tratamientos desde la primera a la sexta y octava evaluación, y con diferencias estadísticas entre tratamientos en la séptima y última evaluación donde se registró promedios de 0,00 para T1, T3, T4, T5 y T6; 0,61 para T2 y 2,58 para T7, resultados similares a los presentados por Jaramillo *et al*.(2015) en cuanto al control biológico, quienes mencionan que al cuantificar el promedio de estadios de broca, se encontró que en el testigo, la población de brocas por fruto permanece constante mientras que al aplicar *B. bassiana* se observa una disminución del 40 %, presentando los insectos infectados, movimientos lentos, pérdida de coordinación, no se alimentan, reducen su radio de acción y son afectados en la ovoposición Blanco *et al*.(2017).

Los resultados del **control etológico** son similares a los que presentan Parraga *et al*.(2017), quienes señalan que la broca del café es atraída con trampas artesanales de colores al momento que buscan colonizar nuevos frutos, lo cual permite reducir las poblaciones del insecto, mientras que (INIA, 2011), señalan que la broca del café es atraída por los olores que emanan las trampas alimenticias y que estas se deben instalar en la época de descanso y después de realizada la raspa, periodos donde no existe alimento disponible para la broca, permitiendo de esta manera reducir las poblaciones de la plaga.

En lo que respecta al **control con extractos botánicos** resultados similares presenta Zorzetti *et al*.(2012), quienes mencionan que al aplicar extractos de neem en dos localidades se pudo obtener mortalidades de 44 a 14,70 % y de 40 a 7,42 %, puesto que los extractos de neem pueden tener efectos tales como repelentes, inhibidor de alimentación u ovoposición, regulador de crecimiento y reproducción Cuvi *et al*.(2018), en cambio Benavides *et al*.(2019) menciona que *Cymbopogon citratus* presenta una composición química de compuestos activos como el limoneno, geraniol, 2,4-di-terc-butilfenol , lo cual le da su característica de repeler o controlar ciertas plagas insectiles reduciendo sus poblaciones, además de poseer compuestos como el beta citral y alfa citral que le brindan una acción antimicrobiana. Por su parte Machado *et al*.(2013) menciona que el insecticida Voliam Flexi por medio de sus compuestos activos Thiamethoxam y Chlorantraniliprole presenta una acción sistémica, de ingestión y de contacto, que afecta la alimentación, la movilidad, ovoposición, sobreexcitación del sistema nervioso,

convulsiones, parálisis y muerte del insecto, provocando una mortalidad promedio 93,62 % a 98,84 en dosis de 1,4 cc/L^{-1}.

Variable número larvas por granos brocados

En la tabla 10 se presentan los promedios del **número de larvas por granos brocados**, observándose variaciones en el número de larvas desde la tercera evaluación (E3) hasta la última evaluación (E9), apreciándose un descenso de número de larvas en la última evaluación, con diferencias estadísticas entre tratamientos en la séptima y última evaluación donde se presentaron valores transformados de 0,00 para T4 y T6; 0,50 para T1 y T5; 0,56 para T3; 1,30 para T2 y 2,76 para T7 el cual registró un incremento progresivo en el número de larvas.

Estos resultados confirman los hallazgos de Vera *et al*. (2011) en cuanto al control biológico ya que en evaluaciones realizadas en las estaciones experimentales Paraguaicito y Naranjal, las aplicaciones de *B. bassiana* causaron disminución de los estadios biológicos en la siguiente generación de brocas obteniéndose entre el 55 y el 75 % de eficiencia. Los resultados obtenidos en los tratamientos etológicos son coincidentes con los obtenidos por Chimbolema *et al*.(2020) quienes mencionan que el trampeo es una técnica que explora la percepción visual o la sensibilidad olfativa de la broca adulta para atraerla y capturarla reduciendo de esta forma la población de la plaga; son coincidentes además con los resultados referidos por Pineda *et al*.(2009) quienes lograron reducir a 0,5 a 1,0 larvas por fruto brocado con el uso de trampas alimenticias.

En cuanto al **control con extractos botánicos** resultados similares presentan, Pinargote *et al*. (2019) quienes mencionan que con el establecimiento de 50 mL/L de extracto de neen cada 6 días se presenta porcentajes de 80 % de mortalidad de *H. hampei*, tanto en adultos, pupas y larvas. Mientras que Jaramillo *et al*. (2016), mencionan que *Cymbopogon citratus* por sus compuestos activos como el limoneno presenta efecto insecticida o repelente sobre algunos insectos, lo que contribuye a reducir los daños y niveles poblacionales en los cultivos. Por su parte Machado *et al*. (2013) mencionan que Voliam Flexi por medio de sus compuestos activos Thiamethoxam y Chlorantraniliprole, presenta una acción sistémica, de ingestión y de contacto, que afecta la alimentación, la movilidad, ovoposición, sobreexcitación del sistema nervioso, convulsiones, parálisis y muerte del insecto, provocando una mortalidad promedio 93,62 % a 98,84 en dosis de 1,4 cc/L^{-1}.

Variable número de pupas por granos brocados

En la tabla 11 se presentan los promedios de **número de pupas por granos brocados**, observándose variaciones en el número de pupas desde la cuarta evaluación (E4) hasta la última evaluación (E9), apreciándose un descenso en la última evaluación, con diferencias estadísticas entre tratamientos en la octava y novena evaluación que presentaron valores de 0,00 para T4 y T6; 0,35 para T5; 0,56 para T1; 1,41 para T3; 1,87 para T2 y 3,17 para T7.

Analizados los resultados para el **tratamiento biológico**, se confirma las deducciones científicas referidas por Arboleda *et al*.(2003) quienes mencionan que el hongo *B, bassiana* se encuentra infectando naturalmente a la broca en casi todas las regiones en donde el insecto este presente y que este organismo es capaz de infectar a las fases de larva, pupa y adulto de un insecto broca. En cuanto al **control etológico** Chimbolema *et al*. (2020) mencionan que el trampeo es una técnica que explora la percepción visual o la sensibilidad olfativa de la broca adulta para atraerla y capturarla, reduciendo el daño ocasionado por broca hasta un 25 % en época de descanso del café y post cosecha Nolte *et al*. (2008), mientras que Pineda *et al*. (2009) mencionan que mediante la utilización de trampas alimenticias obtuvieron promedios de 0,6 pupas por fruto brocado.

En cuanto al número de pupas por granos brocados obtenidos con los **extractos botánicos,** resultados similares presentan Pinargote *et al*. (2019) quienes mencionan que con el establecimiento de 50 mL/L de extracto de nim cada 6 días se presenta porcentajes de 80 % de *H. hampei*, muertas, tanto en adultos, pupas y larvas; mientras tanto, Benavides *et al*.(2019) mencionan que *Cymbopogon citratus* presentan una composición química de compuestos activos como el limoneno, geraniol, 2,4 di terc butilfenol que le dan su característica de repeler o controlar ciertas plagas insectiles reduciendo sus poblaciones, además de poseer compuestos como el beta citral y alfa citral que le brindan una acción antimicrobiana.

En cuanto a los resultados con el control químico, Syngenta (2019) menciona que Voliam Flexi es la mezcla de dos ingredientes activos de diferente modo de acción, Thiamethoxam que actúa en la post-sinapsis e interfiere los receptores de acetilcolina y Chlorantraniliprole que activa el receptor Ryanodínico (R y R) del canal de calcio, liberando iones Ca^{++}, que evitan la contracción muscular causando la muerte de la broca, reduciendo de esta manera las poblaciones de *Hypothenemus hampei* aplicando la dosis efectiva de 1.4 cc/L^{-1} de agua.

Variable número de brocas adultas por granos brocados

En la tabla 12 se presentan los promedios del **número de brocas adultas por granos brocados**, observándose variaciones en el número de brocas adultas desde la primera evaluación (E1) hasta la última evaluación (E9), apreciándose un incremento progresivo hasta la sexta evaluación y luego un descenso sostenido hasta la última evaluación, con diferencias estadísticas entre tratamientos desde las sexta hasta la última evaluación donde se obtuvo valores de 0,00 para T6; 0,35 para T4, T5 y T1; 0,85 para T3; 1,31 para T2 y 4,33 para T7 en el cual se aprecia un incremento sostenido del número de brocas por grano, lo cual explica el efecto de la multiplicación poblacional en ausencia absoluta de control.

Resultados semejantes a los obtenidos por Gerónimo *et al*.(2016) en cuanto al control biológico, quienes mencionan que aislados de *B.bassiana* mostraron una patogenicidad hacia *H. hampei*, alcanzando un 100 % de mortalidad, mientras que en el tratamiento testigo permanecieron vivos los días que duró la evaluación, lo cual coincide con lo reportado por Cárdenas *et al*.(2007), quienes obtuvieron porcentajes de mortalidad de *H. hampei* de 67 % en campo y 100 % en condiciones de laboratorio. En lo que respecta al control etológico resultados similares presenta Rodríguez *et al*.(2005), quienes mencionan que los porcentajes de mortalidad de la broca mediante la utilización de trampas de colores pueden llegar a un 48,5 % de eficiencia, lo que se corrobora con lo presentado por Botero *et al*.(2019) quien obtuvo porcentajes de 34,52 % de mortalidad mediante la utilización de trampas de color rojo, en cambio Rodas *et al*.(2019) mencionan que los porcentajes de infestación de la broca mediante la utilización de trampas alimenticias se pueden reducir hasta en un 27,80 %.

En cuanto al control con extractos botánicos resultados similares presenta Pinargote *et al*.(2019) quienes mencionan que formulados de semillas de *A.indica* en dosis de 1 y 2 L/ha, tuvo efecto en la reducción de la broca del fruto del café, expresándose en una eficiencia del 3,94 y 4,25 % respectivamente, así mismo Loyola *et al*.(2020) mencionan que al aplicar extractos de neem 1L/20L se obtiene promedios de hasta 1.58 brocas por cerezo en comparación con el testigo absoluto (sin aplicación) que obtuvo 9,75 brocas por cerezo. Mientras Vargas *et al*.(2009), mencionan que en ensayos realizados en campo a través de extractos botánicos con contenidos de terpenoides como la hierba luisa alcanzaron entre un 46,6 y 73,3 % la mortalidad de *H. hampei*. Por su parte Correa *et al*.(2009) mencionan que Voliam Flexi es un producto que se importa para utilizarse como insecticida en cultivos de café para el control de la broca (*Hypothenemus hampei*) con una dosis de 350 cc/ha alcanzado hasta

un 98 % de efectividad, ya que sus mecanismos de acción son por contacto, estomacal y sistémica causando que los insectos dejen de alimentarse se paralicen y mueran en un periodo de uno a tres días.

8. CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos permitieron establecer las siguientes conclusiones:

- Se logró determinar a través del diagnóstico previo, altos niveles de índice de incidencia obteniéndose valores de 90 a 100 %, severidad de 23,54 a 38,95 % con una fluctuación poblacional de broca de 1,05 a 1,15. Lo cual permitió implementar los diferentes tratamientos en plantaciones de café arábigo en fase de producción.
- De manera general, todos los tratamientos contribuyeron a reducir las poblaciones de *Hypothenemus hampei* presentes en el sitio de ensayo, unos con mayor eficiencia que otros, en comparación con el testigo absoluto.
- El tratamiento que mayor control reportó fue el tratamiento químico (Voliam Flexi) a base de sus compuestos activos Thiamethoxam y Chlorantraniliprole que presentó porcentajes de control final de 0,00 en todas las variables evaluadas.
- Los tratamientos a base de extractos botánicos de neem y hierba luisa presentaron el segundo mejor resultado obteniendo valores de 4,15 % de incidencia; 0,59 % para el índice de severidad y 0,35 en la fluctuación poblacional de brocas adultas por grano.
- El tratamiento biológico con el hongo *Beauveria bassiana* presentó el tercer mejor resultado en control de la Broca, con 8,33% de incidencia; 0,57 % para el índice de severidad y una fluctuación poblacional de brocas adultas de 0,35, destacando que su mayor efectividad se observó tres meses después de las aplicaciones
- Los tratamientos etológicos mediante trampas de color rojo y trampas alimenticias fueron los menos eficientes en comparación con los demás tratamientos, lo cual ratifica el criterio técnico, que éstas funcionan complementariamente a otras estrategias de manejo integrado de la broca del cafeto.

9. RECOMENDACIONES

- Se recomienda como alternativa al control químico de la broca del cafeto, la aplicación integrada de extractos botánicos de neem, el control biológico con *Beauveria bassiana* y complementariamente el uso de trampas etológicas.
- Implementar estudios adicionales de manejo integrado de la broca del cafeto, con otras estrategias como por ejemplo cepas nativas de *Beauveria bassiana*, trampas etológicas con atrayentes sexuales y trampas de luz, complementados con niveles de fertilización y de sombras.
- Recolectar cepas nativas del hongo *B. bassiana* dentro de la zona de estudio, para su aislamiento y someterlos a pruebas de patogenicidad y determinar las más eficaces en laboratorio y en campo para luego utilizarlos en forma masiva.
- La UNL, en el proceso de vinculación con la colectividad debería socializar la información de los resultados efectivos del uso de diferentes tipos de control sobre la broca del café, para que los agricultores consideren como una alternativa útil y efectiva que contribuya a reducir la incidencia de la plaga.

10.BIBLIOGRAFÍA

Alarcón, A. C. (2017). Evaluacion de tres tipos de trampas, efecto de altura y evaporacion del atrayente para la broca delcafe Hypothenemus hampei en la finca Vegas, Veracruz, Mexico. *Fitosanidad, ISSN 1562-3009*.

ANACAFE. (2020). *Asociacion nacional de exportadores de cafe.* Obtenido de Recuperado en: https://www.anecafe.org.ec/local/public/galeria/ACUM%20POR%20MES-2020.pdf

Andrea Castaño, P. B. (2005). Dispercion de Hypothenemus hampei en cafetales zoqueados. *Cenicafe, 142-150*.

Angela Cardenas, D. V. (2007). Eficiencia de mezclas de cepas del hongo Beaveria bassiana en el control de la broca del cafe. *Cenicafé, 293-303*.

Anibal Moreno, A. D. (2013). Nuevo producto en el Manejo Integrado de la Broca del cafe en Colombia. *Cenicafé, 0120-0178*.

Arcila, A. (2016). *Insecticidas quimicos recomendados para el control de la broca del cafe*. Obtenido de https://www.cenicafe.org/es/publications/Brocarta49_baja.pdf

Barrera, J. (2002). La Broca del café: Una plaga que llego para quedarse. *Copyright p.17-20*.

Barrera, J. (2007). Trampas y atrayentes en deteccion, monitoreo y controlde plagas. *Sociedad Mexina de Entomoligia ISBN 970-9712-28-4*.

BCE. (30 de 06 de 2020). *BANCO CENTRAL DEL ECUADOR*. Obtenido de https://www.bce.fin.ec/index.php/boletines-de-prensa-archivo/item/1370-la-econom%C3%ADa-ecuatoriana-decreci%C3%B3-24-en-el-primer-trimestre-de-2020

Blanco, C. (2017). Patogenecidad de Beauveria bassiana sobre Hypothenemus hampei en generaciones reproductivas. *Apthapi. Vol. 3 num. 3*.

Blandón, F. D. (2001). Actividad enzimatica de hongos y su patogenicidad sobre Hypothenemus hampei. *Manejo integrado de plagas, no. 60 p. 43-49*.

Botero, Y. (2019). *Efecto de la ubicacion detrampas atrayentes en la captura de la broca del cafe Hypothenemus hampei en cultivos de cafe en la provincia del Sumapaz.* Tesis Ingeniero Agronomo. Bogota, Colombia.: Escuela de Ciencias Agricolas, Pecuarias y del Medio Ambiente. Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD.

Castillo, T. S. (2009). Plantas Nativas con Propiedades Plaguisidas en la region sur de Ecuador. *Copyright ISBN: 978-9978-355-04-6*.

CATIE. (2003). *Incidencia de la broca (Hypothenemus hampei F) y sus controladoresnaturales en plantas de cafe bajo diferentes tipos de sombra en San Marcos, Nicaragua.* Obtenido de http://orton.catie.ac.cr/repdoc/A0307e/A0307e.pdf

CESAVE. (2020). *Broca del Café (Hypothenemus Hampei).* Obtenido de http://www.cesvver.org.mx/broca-del-cafe-hypothenemus-hampei/

Chimbolema, C. (2020). *Validacion del trampeo para el monitoreo y control de broca Hypothenemus hampei en el cultivo de cafe Coffea arabica en la zona agroecologica del canton Caluma.* Guaranda, Ecuador: Guaranda. Universidad Estatal de Bolívar . Facultad de Ciencias Agropecuarias, Recursos Naturales y del Ambiente . Ingeniería Agronómica.

Choquetarqui, D. (2011). Selección de tres cepas criollas de Beauveria bassiana (Balsamo) Vuillemin como alternativa para el control biologico de la broca del cafe, Hypothenemus hampei, a diferentes temperaturas. *Journal of the Selva Andina Research Society, vol. 2, núm. 1, pp. 17-25.*

Consuelo Montes, O. A. (2012). Infestacion e incidencia de broca, roya y mancha de hierro en cultivo de cafe del departamento del Cauca. *Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial Vol 10 No. 1 (98-108).*

Correa, E. (2009). *Dictamen tecnico ambiental para el producto formulado Voliam Flexi® de los ingredientes activos grado tecnico Tiametoxam y Clorantraniliprole.* . Obtenido de http://portal.anla.gov.co/sites/default/files/res_0292_170209.pdf

Cuvi, P. (2018). *Meta analisis sobre el comportamiento cientifico publicado acerca de procesos de extraccion y de formulacion de bioinsecticidas provenientes de plantas neotropicales.* Riobamba- Ecuador: Escuela Superior Politecnica de Chimborazo, Facultad de Ciencias, Ingenieria Quimica.

Davis Rodriguez, H. A. (2005). Evaluacion de la efectividad de trampas rusticas para la captura de hembras adultas de la broca del cafe Hypothenemus hampei. *FITOSANIDAD vol. 9, no. 3,* .

Dufour, B. (2008). Validacion del Manejo Integrado de la broca del cafe con tres componentes, en cafetales de Honduras, El Salvador, Republica Dominicana y Jamaica. *Folleto de divulgación, ed. llCA/PROMECAFE.*

Eliar Pineda, H. B. (2009). *Eficiencia de tres metodos de muestreo para estimar poblaciones de broca del cafe Hypothenemus hampei en dos zonas cafetaleras de Nicaragua.* Managua, Nicaragua: Universidad Nacional Agraria, Facultad de agronomia. Obtenido de https://cenida.una.edu.ni/Tesis/tnh10p649e.pdf

ESPAC. (2019). *Encuesta de superficie y Produccion Agropecuaria Continua*. Obtenido de https://www.ecuadorencifras.gob.ec/estadisticas-agropecuarias-2/

Fernando Gallardo, E. H. (2010). Precencia Natural Del Hongo Beauberia Bassiana en la Broca del Cafe Hypothenemus Hampei en Puerto Rico. *The Journal of Agriculture of the University of Puerto Rico, 94(1-2), 195-198.*

Francisco Florez, D. V. (2004). Los insecticidas y el hongo Beauveria bassiana en el control de la broca del cafe. *Cenicafe 55(2): 136-149.*

Franco, F. (2019). VALIDACIÓN DEL MANEJO INTEGRADO DE Hypothenemus Hampei en la Huila, Colombia. *Revista Cenicafé, 70(2), 91-97.*

Gabriel Acacio, J. G. (2013). Efecto del color de trampa en la captura de la broca del cafe (Hypothenemus hampei) en tres localidades de Tingo Maria. *Investigación y Amazonía. ISSN: 2223-8429.*

Gabriela Esperanza, J. L. (2010). Concentracion de azadiractina, efectividad y fitoxidad de cuatro extractos de Azdirachta indica. *Agrociencia vol.44 no.7.*

GAD, T. (2015). *Actualizacion del plan de desarrollo y ordenamiento territorial de la parroquia Tacamoros.* Obtenido de https://www.compraspublicas.gob.ec/ProcesoContratacion/compras/PC/bajarArchivo.cpe?Archivo=C0qHYCnw9gVsGIQ7xe_28KvNdD5hihAoi20OtKZIpLw,

Galvis, M. (2020). Evaluacion del extracto de Neem para el control de la broca del cafe bajo un diseño de bloques completos al azar. *Los libertadores.*

Giral, N. L. (21 de Junio de 2011). *OBTENCIÓN Y APLICACIÓN DE EXTRACTOS NATURALES*. Obtenido de http://www.anfaco.es/fotos/biblioteca/docs/congresos/transferencia2011.pdf

Gloria Loyola, A. V. (2020). Comportamiento de la broca del cafe Hupothenemus hampei ante efectos del biocida neem (Azadirachta indica) e higuerilla (Ricinus communis) en Mozon, Peru. *Revista Investigación Agraria. 2020;2(1) : 64 -71.*

González, J. L. (2012). *Evaluacion y validacion de mezclas de Beauveria bassiana y Metarhizium anisopliae para el control de la broca de cafe en frutos infestados caidos al suelo.* Medellin, Colombia : Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Ciencias. Maestría en Ciencias – Entomología.

Helga Blanco, H. P. (2015). Efectividad del insecticida botanico Capsoil 9,82 EC en el control de la broca Hypothenemus hampei en el cultivo de cafe (Coffea arabica). *Entomología Mexicana Vol. 2: 468-473.*

Henao, L. (2008). *Control de la broca del cafe (Hypothenemus hampei) con extractos vegetales de plantas de la flora regional.* Pereira: UNIVERSIDAD TECNOLOGICA DE PEREIRA. FACULTAD DE TECNOLOGIA. ESCUELA DE TECNOLOGIA QUIMICA.

INIA. (2011). *Manejo Integrado de la Broca del Cafe*. Obtenido de https://www.inia.gob.pe/wp-content/uploads/investigacion/programa/sistProductivo/tecnologia/cafe/ManejoInt_BrocaCafe.pdf

INIAP. (2015). *DEPARTAMENTO NACIONAL DE PROTECCION VEGETAL. ENTOMOLOGÍA-FITOPATOLOGÍA*. Obtenido de http://www.iniap.gob.ec/pruebav3/proteccion-vegetal/

J. W. Donato, A. B. (2018). Evaluacion de la eficiencia de tres tipos de trampas artesanales para la captura de hembras adultas de la broca del cafe Hypothenemus hampei, en la zona agroecologica de Caluma. *Revista de Investigación Talentos. ISSN Digital: 2631-2476.*

Janaina Zorzetti, P. O. (2012). Extractos vegetales sobre Hypothenemus hampei y Beauveria bassiana. *Ciências Agrárias, vol. 33, núm. 1, pp. 2849-2861*.

Jaramillo, J. (2015). Beauveria bassiana y Metarhizium anisopliae para el control de broca del cafe en frutos del suelo. *Revista Colombiana de Entomologia*.

Jaramillo, M. G. (2018). EFECTO DE LA HUMEDAD RELATIVA SOBRE LA DURACION Y SOBREVIVENCIA DE Hypothenemus hampei EN DIETA ARTIFICIAL CENIBROCA. *Revista Cenicafé 69(1): 32-39.*

Jaramillo., R. (2016). *Caracterizacion fisica y quimica de aceites esenciales de especies aromaticas de la region sur del Ecuador.* Obtenido de http://dspace.utpl.edu.ec/bitstream/123456789/15274/1/Rojas%20Jaramillo%20Katty%20Yasmin.pdf

Jenny Vera, E. M. (2011). Evaluation of Beauveria bassiana as a control of the coffe berry borer Hypothenemus hampei emerging from fallen, infested coffe barries on the ground. *Biocontrol Science and Technology. Vol 21. Issue 1*.

Jesus de los Santos Pinargote Choez, M. J. (2019). Efecto de tres dosis de extractos de Petiveria alliacea L y Azadirachta indica A. con tres frecuencias de aplicacion para el control de la broca del cafe (Hypothenemus hampei). *Dominio de las Ciencias, ISSN: 2477-8818.*

Jimenez, E. (Abril de 2009). *Métodos de Control de Plagas.* Managua, Nicaragua: Universidad Nacional Agraria. Ingeniería en Sistemas de Protección Agrícola y Forestal. Obtenido de https://cenida.una.edu.ni/relectronicos/RENH10J61me.pdf

Jiménez, E. R. (2014). Café I (G. Coffea). *Reduca (Biología). ISSN: 1989-3620.*

Jorge arboleda, A. V. (2003). Efecto de la toxina beauvericina sobre Hypothenemus hampei. *Manejo Integrado de Plagas y Agroecología, No. 68 p.71-76*.

Jorje Jaramillo, E. M. (2015). Beauveria bassiana y Metarhizium anisoplae para el control de broca del cafe en frutos del suelo. *Revista Colombiana de Entomología 41 (1): 95-104*.

Jose Geronimo, M. T. (2016). Caracterizacion de aislamientos de Beauveria bassiana y su patogenesidad hacia Hypothenemus Hampei, en Tabasco, Mexico. *n Revista Colombiana de Entomología. 42 (1): 28-35*.

Juan Romero, L. B. (2012). Evaluacion por resistencia a Hypothenemus hampei (Ferrari), en poblaciones derivadas de cruces entre caturra e introducciones etiopes. *Revista Cenicafé 63(2): 31-49.*

Leidy Tapias, C. M. (2017). MÉTODO DE LABORATORIO PARA EVALUAR EL EFECTO De (Hipothenemus hampei) en frutos de cafe. *Revista Cenicafé 68(2):76-8*.

Lezuan, J. (2016). Broca del cafe, el enemigo principal de los cafetales. *CropLife Latin America*.

López, P. (2011). *Programa estratégico para el desarrollo rural sustentable de la Región Sur-Sureste de México: Trópico Húmedo 2011*. Huimanguillo. Tabasco: Centro de Investigación Regional-Golfo Centro.

Luis Cañizalez, C. G. (2018). Caracterizacion de Aislamientos del hongo entomopatogeno Beauveria bassiana y su patogenicidad en Hypothenemus hampei. *Revista ACADEMIA - Trujillo - Venezuela - ISSN 1690-3226*.

Machado, P. (2013). Insecticidas quimicos de nueva generacion para el control de la broca del cafe. *Revista Cenicafe*.

Manzanares, R. (2019). *Sistematizacion del uso de insecticidas botanicos registrados y no registrados en nicaragua.* Managua, Nicaragua: Universidad Nacional Agraria, Facultad de Agronomia .

Maria Benavidez, F. C. (2019). Compocicion quimica y actividad antimicrobiana del aceite esencial de Psidium guajava y Cymbopogon citratus. *Agronomia Mesoamericana. ISSN 2215-3608* .

Maria Vargas, J. Z. (2009). Estudio biologico de extractos vegetales del estado de Durango contra la broca del cafe, Hypothenemus hampei. *Sociedad Colombiana de Entomología*.

Marquez, L. A. (2016). *AISLAMIENTO DE DOS CEPAS NATIVAS DEL HONGO (Beauveria bassiana) para el control de la broca del Café (Hypothenemus hampel) con tres tipos de concentraciones de unidades formadoras de colonias en el laboratorio de microbiología de la Universidades Estatal.* Guaranda-Ecuador: Universidad Estatal de Bolívar. Facultad de Ciencias Agropecuarias, Recursos Naturales y del Ambiente . Escuela Ingeniería Agronómica.

Martín, E. C. (2017). Hongos entomopatogenos, de la agricultura a la conservacion del patrimonio historico. *PH 94. ISSN 2340-7565*.

Martinez, L. S. (2018). PRINCIPALES PLAGAS DEL CAFÉ Y SU CONTROL. *Revista El Cafetalero*.

Mendez, N. A. (2008). *Evaluacion de ocho cepas de Beauveria bassiana para control de broca del cafe Hypothenemus hampei.* Proyecto de graduación del programa deingeniero agrónomo. Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano. Honduras. 19 p. Obtenido de https://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/5478/1/CPA-2008-T043.pdf

Miguel Marulanda, J. B. (2018). ACTIVIDAD INSECTICIDA DEL CALDO SULFOCÁLCICO SOBRE Hypothenemus hampei. *Bol.Cient.Mus.Hist.Nat.U.de Caldas, 22 (2): 24-32*.

Miranda, M. N. (2020). Evaluación de plaguicidas para el manejo de plagas del café Coffea arabica L. en Jinotega, Nicaragua. *La Calera, 20(34), 20–28*.

MÓNICA J. MESA, O. E. (2017). Estimación de la tasa de infestación de la broca en un cafetal, utilizando un modelo tipo SIR. *Revista de Matemática Teoría y Aplicaciones. ISSN 1409-2433*.

Mora., N. (2008). *Agrocadena de Café*. Obtenido de http://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/E70-9314.pdf

Moreno, A. A. (2015). Nueva alternativa de control quimico para el manejo integrado de la broca del cafe. *Revista Cenicafé. ISSN 0120-0178*.

Nolte, C. (2008). *Evaluacion de atrayentes en trampas artesanales para el monitoreo y control dela broca del cafeto Hypothenemus hampei, en el distrito Rumizapa, Provincia de Lamas.* Tesis Ingeniero Agronomo, Tarapoto-Peru: Universidad Nacional de San Martin-Tarapoto. Facultad de Ciencias Agrarias.

Parraga, A. (2017). *Efecto de trampas artesanales para el monitoreo y control de broca del cafe Hypothenemus hampei*. Obtenido de http://repositorio.espam.edu.ec/bitstream/42000/646/1/TA67.pdf

PDOT. (2015). *Prefectura de Loja*. Obtenido de https://prefecturaloja.gob.ec/documentos/lotaip/2019/PDOT-2019.pdf

PDOT. (2015). *Prefectura de Loja*. Obtenido de Recuperado de: https://prefecturaloja.gob.ec/documentos/lotaip/2019/PDOT-2019.pdf

Puyutaxi, F. (2004). *Boletin Tecnico Nº 113, Variedades Mejoradas de Cafe Arabigo*. Obtenido de https://repositorio.iniap.gob.ec/handle/41000/1582

Quispe, E. (2015). *Evaluacion de perfile de taza en tres zonas productoras de cafe Variedad Catimor en el valle del Distrito de Ayapata-Carabaya.* Punu-Peru: Universidad Nacional del Altiplano, Facultad de Ciencias Agrarias; Escuela Profesional de Ingenieria Agroindustrial. 72p.

Rafael Montilla, B. C. (2006). Parasitismo por Beauveria bassiana sobre la broca del cafe, en el estado de Trujillo, Venezuela. *Agronomia Tropical. ISSN 0002-192X*.

Ramirez, V. (2014). La fenologia del cafe, una herramienta para apoyar la toma de deciciones. *Cenicafé. ISSN 0120-0178*.

Ramirez, V. (2014). *Recomendaciones para la reduccion del riesgo en la caficultura de Colombia ante un evento climatico de el niño*. Obtenido de https://biblioteca.cenicafe.org/bitstream/10778/475/1/avt0445.pdf

Richard Palma, J. P. (2019). Efecto de los atrayentes semio-quimicos en el control de la broca del fruto del cafe. *Polo del Conocimiento. ISSN: 2550-682X*.

Rodas, M. (2019). *Evaluacion de cuatro componentes del manejo integrado de la broca del cafe en plantaciones de cafe robusta, finca Chitalon, Mazatenango, Suchitepequez.* MAZATENANGO, SUCHITEPEQUEZ, GUATEMALA: Universidad de San Carlos de Guatemala. Centro Universitario del Sur Occidente. Carrera de Agronomia Tropical.

Rodríguez, W. (2014). Evaluacion de la efeciencia de atrayentes en la camptura de la broca del cafe. *Ciencia y Desarrollo ISSN: 2313-1985*.

Rojas Jaramillo, K. Y. (2016). *Caracterizacion fisica y quimica de aceites esenciales de especies aromaticas de la region sur del Ecuador.* Loja-Ecuador: Universidad Tecnica Particular de Loja. Area Biologica. Bioquimico Farmaceutico.

Rojas, M. (2012). MANEJO SOSTENIBLE DE LA BROCA DEL CAFÉ (Hypothenemus hampei) MEDIANTE PODA SISTEMATICA DEL CAFETO EN COSTA RICA. *Agronomía Costarricense, vol.36, n.2, pp.71-79. ISSN 0377-9424*.

Romero, J. (2012). *Evaluacion por resistencia a Hypothenemus hampei (Ferrari), en poblaciones derivadas de cruces entre caturra e introducciones etiopes*. Obtenido de https://biblioteca.cenicafe.org/bitstream/10778/534/1/arc063(02)31-49.pdf

Sampedro Rosas, V. A. (2008). Aislamiento y validacion en campo de Beavuria bassiana contra Hypothenemus hampeis en la region cafatalera del municipio de Atoyac de lvarez, Mexico. *Revista Latinoamericana de Recursos Naturales, 4 (2): 199-202*.

Sanchez, S. (2018). La realidad Ecuatoriana en la produccion de cafe. *Revista Científica Mundo de la Investigación y el Conocimiento. Vol. 2 núm.2.ISSN: 2588-073X, pp. 72-91*.

Sandra Marin, J. P. (2003). Relacion entre el estado de madurez del fruto del cafe y las caracteristicas de beneficio, rendimiento y calidad de la bebida. *Cenicafé 54(4): 297-315*.

Santos Espinoza, M. C. (2019). Uso de trampas de colores y atrayentes alcoholicos para la captura de la broca del cafe (Hypothenemus hampei) en plantaciones de cafe altamente infestadas. *Revista Colombiana de Entomología. ISSN: 2665-4385*.

SIPA. (2018). *Sistema de Informacion Publica Agropecuaria*. Obtenido de http://sipa.agricultura.gob.ec/index.php/cafe/boletines-situacionales-cafe-ecuador

SYNGENTA. (2019). *El Insecticida Voliam Flexi*. Obtenido de https://www.syngenta.com.co/product/crop-protection/insecticida/voliam-flexi-r

Yojana Rodríguez, M. G. (2018). Recolección de Frutos Después de la Cosechapara Reducir la Infestación de la Broca del CaféHypothenemus hampei (Ferrari) en Santiago de Cuba. *Society of Southwestern Entomologists*.

Yordan Ortiz, D. V. (2009). Comportamiento de la plaga Hypothenemus hampei bajo arboles sombreadores en la localidad de Topes de Collantes. *Latin American and Caribbean Conference for Engineering and Technology (LACCEI).*

Zulma Sandoval, F. P. (2007). Caracterizacion de cafe cereza empleando tecnicas de vision artifisial. *Rev.Fac.Nal.Agr.Medellín.Vol.60,No.2. p.4105-4127*.

11.ANEXOS

Anexo 1. Análisis de correlación de Pearson para número de granos brocados / número de brocas por grano.

El análisis de correlación lineal de Pearson para los coeficientes número de granos brocados y número de brocas por grano, determina que los coeficientes fueron estadísticamente significativos, es decir existe una correlación lineal estadísticamente positiva alrededor de 1.0, lo cual indica que a mayor número de granos brocados habrá una mayor población de brocas.

a.) Análisis de correlación:

	Nº de Granos brocados	**Nº de Brocas / Grano**
Nº de Granos brocados	1,00	0,00
Nº de Brocas / Grano	0,91	1,00

Anexo 2. Número de Brocas capturadas en trampas de color rojo (T2) y en trampas alimenticias (T3).

Por medio del ANOVA y análisis de comparaciones múltiples se presentan los promedios de brocas adultas capturadas por trampa, observándose variaciones en el número de brocas capturadas por trampa desde la primera evaluación (E1) hasta la última evaluación (E9), aumentando el número de brocas capturadas en la última evaluación, sin diferencias estadísticas entre tratamientos en la (E3), (E5),(E6) y (E8), y con diferencias estadísticas entre tratamientos en la (E1), (E2), (E4), (E7) y (E9), en donde se observa que la trampa alimenticia (T3) fue estadísticamente mejor que la trampa de color rojo (T2), al capturar un número mayor de brocas adultas.

a.) Análisis de comparación múltiple (Tukey)

Tratamiento	*E1*	*E2*	*E3*	*E4*	*E5*	*E6*	*E7*	*E8*	*E9*
2	0,00 B	0,00 B	2,81 A	3,22 B	4,56 A	4,88 A	3,79 B	4,10 A	4,14 B
3	2,81 A	2,54 A	2,98 A	3,84 A	5,13 A	5,07 A	4,98 A	5,16 A	4,67 A

Promedios unidos por letras iguales en sentido vertical indican diferencias estadísticamente no significativas entre los tratamientos, según la prueba de Tukey (p-value > 0,05)

Anexo 3. Evidencias fotográficas

Establecimiento del ensayo y aplicación de tratamientos

Figura 7. Trazado, elaboración e identificación de parcelas por tratamiento en campo.

Figura 8. Colocación de trampas alimenticias en campo

Figura 9. Colocación de trampas de color rojo en campo.

Figura 10. Pesado y molido de material vegetal de neem.

Figura 11. Mezcla de aditivo, adherente y material vegetal molido de neem.

Figura 12. Filtrado de estracto de neem.

Figura 13. Trozado y licuado de hojas de hierba luisa.

Figura 14. Mezcla de aditivo, adherente y filtrado de extracto de hierba luisa

Figura 15. Formulado comercial de *Beauveria bassiana.*

Figura 16. Monitoreo de Hypothenemus hampei en campo, con la presencia del tutor de tesis, en el sector Perpetuo Socorro del cantón Sozoranga.

Figura 17. Huevos de *Hypothenemus hampei.*

Figura 18. Larvas de *Hypothenemus hampei.*

Figura 19. Pupas de *Hypothenemus hampei.*	**Figura 20.** Adultos de *Hypothenemus hampei.*

Anexo 4. Análisis de varianza realizados

a.) Análisis de varianza del primer objetivo

Análisis de la varianza

Variable	N	R^2	R^2 Aj	CV
II (%)	30	0,07	0,00	18,89

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	6,67	2	3,33	1,00	0,3811
Bloque	6,67	2	3,33	1,00	0,3811
Error	90,00	27	3,33		
Total	96,67	29			

Figura 21. Resultados del ANAVA de la variable índice de incidencia de broca del café.

Análisis de la varianza

Variable	N	R^2	R^2 Aj	CV
IS (%)	30	0,11	0,04	62,40

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo II

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	1352,34	2	676,17	1,60	0,2197
Bloque	1352,34	2	676,17	1,60	0,2197
Error	11382,29	27	421,57		
Total	12734,63	29			

Figura 22. Resultados del ANAVA de la variable índice de severidad de broca del café.

Análisis de la varianza

Variable	N	R^2	R^2 Aj	CV
LOG10 Huevos	64	0,16	0,13	34,22

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0,72	2	0,36	5,63	0,0057
Bloque	0,72	2	0,36	5,63	0,0057
Error	3,90	61	0,06		
Total	4,62	63			

Figura 23. Resultados del ANAVA de la variable número de huevos de broca del café.

Análisis de la varianza

Variable	N	R^2	R^2 Aj	CV
LOG10 Larvas	36	0,01	0,00	38,40

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0,04	2	0,02	0,22	0,8064
Bloque	0,04	2	0,02	0,22	0,8064
Error	3,18	33	0,10		
Total	3,22	35			

Figura 24. Resultados del ANAVA de la variable número de larvas de broca del café.

Análisis de la varianza

Variable	N	R^2	R^2 Aj	CV
LOG10 Pupas	30	0,19	0,13	42,20

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0,28	2	0,14	3,13	0,0601
Bloque	0,28	2	0,14	3,13	0,0601
Error	1,23	27	0,05		
Total	1,51	29			

Figura 25. Resultados del ANAVA de la variable número de pupas de broca del café.

Análisis de la varianza

Variable	N	R^2	R^2 Aj	CV
RAIZ Adulto	190	0,01	1,8E-03	33,80

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0,32	2	0,16	1,17	0,3118
Bloque	0,32	2	0,16	1,17	0,3118
Error	25,74	187	0,14		
Total	26,06	189			

Figura 26. Resultados del ANAVA de la variable número de adultos de broca del café.

b.) Análisis de varianza del segundo objetivo.

RAIZ_Evaluación 1

Variable	N	R^2	R^2 Aj	CV
RAIZ Evaluación 1	28	0,13	0,00	15,30

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	1,84	6	0,31	0,51	0,7947
Trat	1,84	6	0,31	0,51	0,7947
Error	12,64	21	0,60		
Total	14,47	27			

RAIZ_Evaluación 2

Variable	N	R^2	R^2 Aj	CV
RAIZ Evaluación 2	28	0,18	0,00	14,80

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	2,83	6	0,47	0,78	0,5972
Trat	2,83	6	0,47	0,78	0,5972
Error	12,76	21	0,61		
Total	15,59	27			

RAIZ_Evaluación 3

Variable	N	R^2	R^2 Aj	CV
RAIZ Evaluación 3	28	0,12	0,00	17,21

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	2,62	6	0,44	0,48	0,8175
Trat	2,62	6	0,44	0,48	0,8175
Error	19,19	21	0,91		
Total	21,81	27			

RAIZ_Evaluación 4

Variable	N	R^2	R^2 Aj	CV
RAIZ Evaluación 4	28	0,14	0,00	12,58

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	1,95	6	0,32	0,58	0,7389
Trat	1,95	6	0,32	0,58	0,7389
Error	11,67	21	0,56		
Total	13,62	27			

RAIZ_Evaluación 5

Variable	N	R^2	R^2 Aj	CV
RAIZ Evaluación 5	28	0,18	0,00	10,97

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	2,26	6	0,38	0,77	0,6037
Trat	2,26	6	0,38	0,77	0,6037
Error	10,30	21	0,49		
Total	12,56	27			

RAIZ_Evaluación 6

Variable	N	R^2	R^2 Aj	CV
RAIZ Evaluación 6	28	0,31	0,12	9,53

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	4,07	6	0,68	1,60	0,1954
Trat	4,07	6	0,68	1,60	0,1954
Error	8,88	21	0,42		
Total	12,95	27			

RAIZ_Evaluación 7

Variable	N	R^2	R^2 Aj	CV
RAIZ Evaluación 7	28	0,13	0,00	12,13

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	2,49	6	0,42	0,53	0,7800
Trat	2,49	6	0,42	0,53	0,7800
Error	16,49	21	0,79		
Total	18,98	27			

RAIZ_Evaluación 8

Variable	N	R^2	R^2 Aj	CV
RAIZ Evaluación 8	28	0,11	0,00	11,61

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	2,23	6	0,37	0,45	0,8344
Trat	2,23	6	0,37	0,45	0,8344
Error	17,23	21	0,82		
Total	19,47	27			

RAIZ_Evaluación 9

Variable	N	R^2	R^2 Aj	CV
RAIZ Evaluación 9	28	0,09	0,00	11,24

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	1,82	6	0,30	0,36	0,8959
Trat	1,82	6	0,30	0,36	0,8959
Error	17,68	21	0,84		
Total	19,50	27			

Figura 27. Resultados del ANAVA de la variable número de granos sanos.

Evaluación 1

Variable	N	R²	R² Aj	CV
Evaluación 1	28	0,27	0,06	105,45

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	1,08	6	0,18	1,31	0,2975
Trat	1,08	6	0,18	1,31	0,2975
Error	2,89	21	0,14		
Total	3,97	27			

Evaluación 2

Variable	N	R²	R² Aj	CV
Evaluación 2	28	0,39	0,21	152,85

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	1,21	6	0,20	2,23	0,0806
Trat	1,21	6	0,20	2,23	0,0806
Error	1,91	21	0,09		
Total	3,12	27			

Evaluación 3

Variable	N	R²	R² Aj	CV
Evaluación 3	28	0,37	0,19	131,81

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	1,46	6	0,24	2,04	0,1053
Trat	1,46	6	0,24	2,04	0,1053
Error	2,51	21	0,12		
Total	3,98	27			

Evaluación 4

Variable	N	R²	R² Aj	CV
Evaluación 4	28	0,20	0,00	76,35

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0,84	6	0,14	0,89	0,5173
Trat	0,84	6	0,14	0,89	0,5173
Error	3,27	21	0,16		
Total	4,11	27			

Evaluación 5

Variable	N	R²	R² Aj	CV
Evaluación 5	28	0,11	0,00	77,63

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0,78	6	0,13	0,41	0,8630
Trat	0,78	6	0,13	0,41	0,8630
Error	6,66	21	0,32		
Total	7,45	27			

Evaluación 6

Variable	N	R²	R² Aj	CV
Evaluación 6	28	0,56	0,43	59,97

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	2,46	6	0,41	4,45	0,0047
Trat	2,46	6	0,41	4,45	0,0047
Error	1,94	21	0,09		
Total	4,40	27			

Evaluación 7

Variable	N	R²	R² Aj	CV
Evaluación 7	28	0,57	0,45	80,82

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	4,30	6	0,72	4,72	0,0034
Trat	4,30	6	0,72	4,72	0,0034
Error	3,18	21	0,15		
Total	7,48	27			

Evaluación 8

Variable	N	R²	R² Aj	CV
Evaluación 8	28	0,66	0,57	75,85

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	5,14	6	0,86	6,92	0,0004
Trat	5,14	6	0,86	6,92	0,0004
Error	2,60	21	0,12		
Total	7,74	27			

Evaluación 9

Variable	N	R²	R² Aj	CV
Evaluación 9	28	0,88	0,85	65,42

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	8,87	6	1,48	26,22	<0,0001
Trat	8,87	6	1,48	26,22	<0,0001
Error	1,18	21	0,06		
Total	10,05	27			

Figura 28. Resultados del ANAVA de la variable número de granos brocados.

E1

Variable	N	R²	R² Aj	CV
E1	28	0,20	0,00	123,50

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	807,86	6	134,64	0,87	0,5336
Trat.	807,86	6	134,64	0,87	0,5336
Error	3253,71	21	154,94		
Total	4061,57	27			

E2

Variable	N	R²	R² Aj	CV
E2	28	0,39	0,21	236,83

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	651,43	6	108,57	2,20	0,0842
Trat.	651,43	6	108,57	2,20	0,0842
Error	1037,51	21	49,41		
Total	1688,94	27			

E3

Variable	N	R²	R² Aj	CV
E3	28	0,31	0,12	147,03

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	3528,02	6	588,00	1,59	0,1995
Trat.	3528,02	6	588,00	1,59	0,1995
Error	7768,90	21	369,95		
Total	11296,92	27			

E4

Variable	N	R²	R² Aj	CV
E4	28	0,36	0,18	59,06

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	3849,84	6	641,64	2,00	0,1109
Trat.	3849,84	6	641,64	2,00	0,1109
Error	6730,57	21	320,50		
Total	10580,41	27			

E5

Variable	N	R²	R² Aj	CV
E5	28	0,21	0,00	50,75

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	2755,76	6	459,29	0,95	0,4842
Trat.	2755,76	6	459,29	0,95	0,4842
Error	10199,19	21	485,68		
Total	12954,95	27			

E6

Variable	N	R²	R² Aj	CV
E6	28	0,51	0,37	54,64

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	8031,91	6	1338,65	3,64	0,0123
Trat.	8031,91	6	1338,65	3,64	0,0123
Error	7715,85	21	367,42		
Total	15747,76	27			

E7

Variable	N	R²	R² Aj	CV
E7	28	0,72	0,64	54,62

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	14813,58	6	2468,93	9,00	0,0001
Trat.	14813,58	6	2468,93	9,00	0,0001
Error	5761,96	21	274,38		
Total	20575,53	27			

E8

Variable	N	R²	R² Aj	CV
E8	28	0,80	0,75	50,50

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	20099,73	6	3349,95	14,28	<0,0001
Trat.	20099,73	6	3349,95	14,28	<0,0001
Error	4925,29	21	234,54		
Total	25025,02	27			

E9

Variable	N	R²	R² Aj	CV
E9	28	0,82	0,77	72,24

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	27619,77	6	4603,29	16,39	<0,0001
Trat.	27619,77	6	4603,29	16,39	<0,0001
Error	5896,40	21	280,78		
Total	33516,17	27			

Figura 29. Resultados del ANAVA de la variable índice de incidencia de broca del café.

E1

Variable	N	R²	R² Aj	CV
E1	28	0,34	0,15	159,28

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	110,48	6	18,41	1,77	0,1552
Trat.	110,48	6	18,41	1,77	0,1552
Error	219,02	21	10,43		
Total	329,50	27			

E2

Variable	N	R²	R² Aj	CV
E2	28	0,30	0,10	228,95

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	2,40	6	0,40	1,48	0,2340
Trat.	2,40	6	0,40	1,48	0,2340
Error	5,68	21	0,27		
Total	8,08	27			

E3

Variable	N	R²	R² Aj	CV
E3	28	0,46	0,31	124,57

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	29,88	6	4,98	3,02	0,0273
Trat.	29,88	6	4,98	3,02	0,0273
Error	34,59	21	1,65		
Total	64,47	27			

E4

Variable	N	R²	R² Aj	CV
E4	28	0,33	0,14	61,27

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	9,46	6	1,58	1,73	0,1639
Trat.	9,46	6	1,58	1,73	0,1639
Error	19,18	21	0,91		
Total	28,64	27			

E5

Variable	N	R²	R² Aj	CV
E5	28	0,31	0,11	63,18

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	9,88	6	1,65	1,54	0,2134
Trat.	9,88	6	1,65	1,54	0,2134
Error	22,44	21	1,07		
Total	32,32	27			

E6

Variable	N	R²	R² Aj	CV
E6	28	0,66	0,57	54,64

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	15,47	6	2,58	6,90	0,0004
Trat.	15,47	6	2,58	6,90	0,0004
Error	7,85	21	0,37		
Total	23,32	27			

E7

Variable	N	R²	R² Aj	CV
E7	28	0,81	0,75	52,13

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	18,43	6	3,07	14,56	<0,0001
Trat.	18,43	6	3,07	14,56	<0,0001
Error	4,43	21	0,21		
Total	22,86	27			

E8

Variable	N	R²	R² Aj	CV
E8	28	0,86	0,82	52,92

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	22,75	6	3,79	21,01	<0,0001
Trat.	22,75	6	3,79	21,01	<0,0001
Error	3,79	21	0,18		
Total	26,54	27			

E9

Variable	N	R²	R² Aj	CV
E9	28	0,94	0,93	51,67

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	45,24	6	7,54	58,33	<0,0001
Trat.	45,24	6	7,54	58,33	<0,0001
Error	2,71	21	0,13		
Total	47,95	27			

Figura 30. Resultados del ANAVA de la variable índice de severidad de broca del café.

RAIZ_Evaluación 1

Variable	N	R²	R² Aj	CV
RAIZ Evaluación 1	28	0,22	0,00	529,15

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	1,71	6	0,29	1,00	0,4512
Trat	1,71	6	0,29	1,00	0,4512
Error	6,00	21	0,29		
Total	7,71	27			

RAIZ_Evaluación 2

Variable	N	R²	R² Aj	CV
RAIZ Evaluación 2	28	0,22	0,00	529,15

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	3,00	6	0,50	1,00	0,4512
Trat	3,00	6	0,50	1,00	0,4512
Error	10,50	21	0,50		
Total	13,50	27			

RAIZ_Evaluación 3

Variable	N	R²	R² Aj	CV
RAIZ Evaluación 3	28	0,22	0,00	529,15

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	1,71	6	0,29	1,00	0,4512
Trat	1,71	6	0,29	1,00	0,4512
Error	6,00	21	0,29		
Total	7,71	27			

RAIZ_Evaluación 4

Variable	N	R²	R² Aj	CV
RAIZ Evaluación 4	28	0,16	0,00	306,65

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	4,17	6	0,69	0,67	0,6746
Trat	4,17	6	0,69	0,67	0,6746
Error	21,75	21	1,04		
Total	25,92	27			

RAIZ_Evaluación 5

Variable	N	R²	R² Aj	CV
RAIZ Evaluación 5	28	0,11	0,00	177,02

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	5,95	6	0,99	0,42	0,8590
Trat	5,95	6	0,99	0,42	0,8590
Error	49,84	21	2,37		
Total	55,79	27			

RAIZ_Evaluación 6

Variable	N	R²	R² Aj	CV
RAIZ Evaluación 6	28	0,49	0,34	93,11

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	51,61	6	8,60	3,34	0,0181
Trat	51,61	6	8,60	3,34	0,0181
Error	54,13	21	2,58		
Total	105,74	27			

RAIZ_Evaluación 7

Variable	N	R²	R² Aj	CV
RAIZ Evaluación 7	28	0,47	0,31	163,23

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	18,38	6	3,06	3,05	0,0263
Trat	18,38	6	3,06	3,05	0,0263
Error	21,08	21	1,00		
Total	39,45	27			

RAIZ_Evaluación 8

Variable	N	R²	R² Aj	CV
RAIZ Evaluación 8	28	0,35	0,17	207,47

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	20,46	6	3,41	1,89	0,1295
Trat	20,46	6	3,41	1,89	0,1295
Error	37,83	21	1,80		
Total	58,28	27			

RAIZ_Evaluación 9

Variable	N	R²	R² Aj	CV
RAIZ Evaluación 9	28	0,62	0,51	178,39

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	22,29	6	3,71	5,62	0,0013
Trat	22,29	6	3,71	5,62	0,0013
Error	13,89	21	0,66		
Total	36,18	27			

Figura 31. Resultados del ANAVA de la variable número de huevos de broca del café.

RAIZ_Evaluación 1

Variable	N	R²	R² Aj	CV
RAIZ Evaluación 1	28	sd	sd	sd

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0,00	6	0,00	sd	sd
Trat	0,00	6	0,00	sd	sd
Error	0,00	21	0,00		
Total	0,00	27			

RAIZ_Evaluación 2

Variable	N	R²	R² Aj	CV
RAIZ Evaluación 2	28	sd	sd	sd

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0,00	6	0,00	sd	sd
Trat	0,00	6	0,00	sd	sd
Error	0,00	21	0,00		
Total	0,00	27			

RAIZ_Evaluación 3

Variable	N	R²	R² Aj	CV
RAIZ Evaluación 3	28	0,22	0,00	529,15

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0,86	6	0,14	1,00	0,4512
Trat	0,86	6	0,14	1,00	0,4512
Error	3,00	21	0,14		
Total	3,86	27			

RAIZ_Evaluación 4

Variable	N	R²	R² Aj	CV
RAIZ Evaluación 4	28	0,22	0,00	529,15

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	1,29	6	0,21	1,00	0,4512
Trat	1,29	6	0,21	1,00	0,4512
Error	4,50	21	0,21		
Total	5,79	27			

RAIZ_Evaluación 5

Variable	N	R²	R² Aj	CV
RAIZ Evaluación 5	28	0,16	0,00	306,80

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	2,30	6	0,38	0,67	0,6742
Trat	2,30	6	0,38	0,67	0,6742
Error	12,00	21	0,57		
Total	14,30	27			

RAIZ_Evaluación 6

Variable	N	R²	R² Aj	CV
RAIZ Evaluación 6	28	0,33	0,14	184,38

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	6,85	6	1,14	1,74	0,1605
Trat	6,85	6	1,14	1,74	0,1605
Error	13,76	21	0,66		
Total	20,60	27			

RAIZ_Evaluación 7

Variable	N	R²	R² Aj	CV
RAIZ Evaluación 7	28	0,50	0,36	91,35

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	32,68	6	5,45	3,57	0,0136
Trat	32,68	6	5,45	3,57	0,0136
Error	32,07	21	1,53		
Total	64,75	27			

RAIZ_Evaluación 8

Variable	N	R²	R² Aj	CV
RAIZ Evaluación 8	28	0,28	0,07	136,03

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	13,42	6	2,24	1,33	0,2862
Trat	13,42	6	2,24	1,33	0,2862
Error	35,21	21	1,68		
Total	48,63	27			

RAIZ_Evaluación 9

Variable	N	R²	R² Aj	CV
RAIZ Evaluación 9	28	0,52	0,39	123,18

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	22,44	6	3,74	3,83	0,0098
Trat	22,44	6	3,74	3,83	0,0098
Error	20,53	21	0,98		
Total	42,96	27			

Figura 32. Resultados del ANAVA de la variable número de larvas de broca del café.

RAIZ_Evaluación 1

Variable	N	R^2	R^2 Aj	CV
RAIZ Evaluación 1	28	sd	sd	sd

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0,00	6	0,00	sd	sd
Trat	0,00	6	0,00	sd	sd
Error	0,00	21	0,00		
Total	0,00	27			

RAIZ_Evaluación 2

Variable	N	R^2	R^2 Aj	CV
RAIZ Evaluación 2	28	sd	sd	sd

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0,00	6	0,00	sd	sd
Trat	0,00	6	0,00	sd	sd
Error	0,00	21	0,00		
Total	0,00	27			

RAIZ_Evaluación 3

Variable	N	R^2	R^2 Aj	CV
RAIZ Evaluación 3	28	sd	sd	sd

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0,00	6	0,00	sd	sd
Trat	0,00	6	0,00	sd	sd
Error	0,00	21	0,00		
Total	0,00	27			

RAIZ_Evaluación 4

Variable	N	R^2	R^2 Aj	CV
RAIZ Evaluación 4	28	0,22	0,00	529,15

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0,43	6	0,07	1,00	0,4512
Trat	0,43	6	0,07	1,00	0,4512
Error	1,50	21	0,07		
Total	1,93	27			

RAIZ_Evaluación 5

Variable	N	R^2	R^2 Aj	CV
RAIZ Evaluación 5	28	0,22	0,00	529,15

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	1,71	6	0,29	1,00	0,4512
Trat	1,71	6	0,29	1,00	0,4512
Error	6,00	21	0,29		
Total	7,71	27			

RAIZ_Evaluación 6

Variable	N	R^2	R^2 Aj	CV
RAIZ Evaluación 6	28	0,15	0,00	176,66

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	4,36	6	0,73	0,59	0,7313
Trat	4,36	6	0,73	0,59	0,7313
Error	25,67	21	1,22		
Total	30,03	27			

RAIZ_Evaluación 7

Variable	N	R^2	R^2 Aj	CV
RAIZ Evaluación 7	28	0,41	0,24	153,33

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	17,49	6	2,91	2,43	0,0610
Trat	17,49	6	2,91	2,43	0,0610
Error	25,21	21	1,20		
Total	42,70	27			

RAIZ_Evaluación 8

Variable	N	R^2	R^2 Aj	CV
RAIZ Evaluación 8	28	0,75	0,68	113,96

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	23,89	6	3,98	10,52	<0,0001
Trat	23,89	6	3,98	10,52	<0,0001
Error	7,95	21	0,38		
Total	31,84	27			

RAIZ_Evaluación 9

Variable	N	R^2	R^2 Aj	CV
RAIZ Evaluación 9	28	0,51	0,37	111,33

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	21,23	6	3,54	3,69	0,0116
Trat	21,23	6	3,54	3,69	0,0116
Error	20,12	21	0,96		
Total	41,36	27			

Figura 33. Resultados del ANAVA de la variable número de pupas de broca del café.

RAIZ_Evaluación 1

Variable	N	R²	R² Aj	CV
RAIZ Evaluación 1	28	0,29	0,09	69,46

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	5,74	6	0,96	1,42	0,2542
Trat	5,74	6	0,96	1,42	0,2542
Error	14,15	21	0,67		
Total	19,89	27			

RAIZ_Evaluación 2

Variable	N	R²	R² Aj	CV
RAIZ Evaluación 2	28	0,45	0,30	98,43

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	8,53	6	1,42	2,90	0,0321
Trat	8,53	6	1,42	2,90	0,0321
Error	10,30	21	0,49		
Total	18,83	27			

RAIZ_Evaluación 3

Variable	N	R²	R² Aj	CV
RAIZ Evaluación 3	28	0,37	0,19	103,84

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	9,64	6	1,61	2,08	0,0999
Trat	9,64	6	1,61	2,08	0,0999
Error	16,26	21	0,77		
Total	25,90	27			

RAIZ_Evaluación 4

Variable	N	R²	R² Aj	CV
RAIZ Evaluación 4	28	0,19	0,00	49,38

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	2,98	6	0,50	0,80	0,5779
Trat	2,98	6	0,50	0,80	0,5779
Error	12,99	21	0,62		
Total	15,97	27			

RAIZ_Evaluación 5

Variable	N	R²	R² Aj	CV
RAIZ Evaluación 5	28	0,17	0,00	47,89

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	3,62	6	0,60	0,73	0,6318
Trat	3,62	6	0,60	0,73	0,6318
Error	17,37	21	0,83		
Total	20,99	27			

RAIZ_Evaluación 6

Variable	N	R²	R² Aj	CV
RAIZ Evaluación 6	28	0,36	0,17	49,23

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	7,19	6	1,20	1,93	0,1232
Trat	7,19	6	1,20	1,93	0,1232
Error	13,05	21	0,62		
Total	20,23	27			

RAIZ_Evaluación 7

Variable	N	R²	R² Aj	CV
RAIZ Evaluación 7	28	0,61	0,50	53,81

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	22,49	6	3,75	5,41	0,0016
Trat	22,49	6	3,75	5,41	0,0016
Error	14,54	21	0,69		
Total	37,03	27			

RAIZ_Evaluación 8

Variable	N	R²	R² Aj	CV
RAIZ Evaluación 8	28	0,69	0,60	56,94

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	32,29	6	5,38	7,74	0,0002
Trat	32,29	6	5,38	7,74	0,0002
Error	14,61	21	0,70		
Total	46,90	27			

RAIZ_Evaluación 9

Variable	N	R²	R² Aj	CV
RAIZ Evaluación 9	28	0,82	0,77	69,64

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	53,57	6	8,93	15,82	<0,0001
Trat	53,57	6	8,93	15,82	<0,0001
Error	11,85	21	0,56		
Total	65,42	27			

Figura 34. Resultados del ANAVA de la variable número de adultos de broca del café.