



Evaluación de diferentes atrayentes para capturar broca del café (*Hypothenemus hampei*) en la localidad 6 De Enero, Santo Domingo de los Tsáchilas

Muñoz Andrade, Kevin Alberto

Departamento de Ciencias de la Vida y la Agricultura

Carrera de Ingeniería Agropecuaria

Trabajo de integración curricular, previo a la obtención del título de Ingeniería
Agropecuaria

Ing. Patiño Cabrera, Marcelo de Jesús Mgs

8 de agosto de 2022

Reporte de verificación de contenido



Firma:



Firmado electrónicamente por:
**MARCELO DE JESUS
PATINO CABRERA**

Ing. Patiño Cabrera, Marcelo de Jesús Mgs.

Director



**DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA VIDA Y LA AGRICULTURA
CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA SANTO DOMINGO**

Certificación

Certifico que el trabajo de integración curricular, “**Evaluación de diferentes atrayentes para capturar broca del café (*Hypothenemus hampei*) en la localidad 6 de Enero, Santo Domingo de los Tsáchilas**” fue realizado por el señor **Muñoz Andrade Kevin Alberto**, el mismo que cumple con los requisitos legales, teóricos, científicos, técnicos y metodológicos establecidos por la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, además fue revisado y analizada en su totalidad por la herramienta de prevención y/o verificación de similitud de contenidos; razón por la cual me permito acreditar y autorizar para que se les sustente públicamente.

Santo Domingo de los Tsáchilas, 08 de agosto del 2022

Firma:



Firmado electrónicamente por:
**MARCELO DE JESUS
PATINO CABRERA**

Ing. Patiño Cabrera, Marcelo de Jesús Mgs.

C. C: 170842160-5



DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA VIDA Y LA AGRICULTURA
CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA SANTO DOMINGO

Responsabilidad de autoría

Yo, **Muñoz Andrade Kevin Alberto**, con cédula de ciudadanía n°230031499-0, declaro que el contenido, ideas y criterios del trabajo de integración curricular: **“Evaluación de diferentes atrayentes para capturar broca del café (*Hypothenemus hampei*) en la localidad 6 de Enero, Santo Domingo de los Tsáchilas”** es de mi autoría y responsabilidad, cumpliendo con los requisitos legales, teóricos, científicos, técnicos, y metodológicos establecidos por la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, respetando los derechos intelectuales de terceros y referenciando las citas bibliográficas.

Santo Domingo de los Tsáchilas, 08 de agosto del 2021

Firma:

Muñoz Andrade, Kevin Alberto

C.C.: 230031499-0



DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA VIDA Y LA AGRICULTURA
CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA SANTO DOMINGO

Autorización de publicación

Yo, **Muñoz Andrade Kevin Alberto**, con cédula de ciudadanía n°230031499-0, autorizo a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE publicar el trabajo de integración curricular: **"Evaluación de diferentes atrayentes para capturar broca del café (*Hypothenemus hampei*) en la localidad 6 de Enero, Santo Domingo de los Tsáchilas"** en el Repositorio Institucional, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi/nuestra responsabilidad.

Santo Domingo de los Tsáchilas, 08 de agosto del 2021

Firma:

Muñoz Andrade, Kevin Alberto

C.C.: 230031499-0

Dedicatoria

A Dios por darme fortaleza y sabiduría para culminar esta etapa de estudios, por ayudarme en momentos de debilidad y ser mi guía a lo largo de mi vida.

A mis padres, Klever Muñoz e Isabel Andrade, por ser ejemplo de esfuerzo, perseverancia y responsabilidad, por enseñarme que nada es imposible, por ser las personas que han estado para mí, brindándome consejos y guiando cada paso de mi vida.

A mi hermano Mario Muñoz Andrade, por estar siempre conmigo en cada etapa de mis estudios, por ser un apoyo incondicional.

A mis abuelitos Alberto Muñoz y Delia Chitupanta, por estar pendientes de mí en cada momento, por siempre brindarme esa bendición al salir de casa y recibirme al llegar.

A mi abuelito Hernán Andrade, por ser la persona que me inspiró para seguir esta carrera desde mi etapa de colegio, por enseñarme que trabajando duro se puede conseguir cada cosa que uno se proponga, por brindarme su amor y paciencia.

A toda mi familia, que en cada momento que necesité de su apoyo estuvieron ahí para darme una mano y ayudarme de la mejor manera posible,

Kevin Alberto Muñoz Andrade

Agradecimiento

Agradezco a Dios por bendecirme y guiarme cada día por el buen camino, por darme fortaleza en cada momento de dificultad, y ayudarme a culminar esta etapa de mi vida.

A mis padres, Klever Muñoz e Isabel Andrade, por ser el motor principal para culminar mis estudios, por siempre estar pendientes de mí brindándome su apoyo, consejos y sobre todo amor incondicional, por ser mi inspiración y ejemplo a seguir.

A mi hermano, Mario Muñoz Andrade, por haber estado siempre a mi lado desde niños, por ser mi apoyo en cada etapa de mis estudios y vida.

A mi tutor de tesis, Ing. Marcelo Patiño por ser un gran mentor, brindándome consejos, tiempo y enseñanzas a lo largo de cada etapa de la investigación.

A la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE – Sede Santo Domingo y docentes por compartir experiencias y enseñanzas a lo largo de mi formación en la carrera.

A mi amiga y compañera de tesis, Jessica Ch. por ser un apoyo y brindarme su ayuda y paciencia en todo el transcurso de la investigación.

A Angie Zambrano, por su ayuda incondicional en esta última etapa de mis estudios, estando siempre ahí para brindarme su apoyo.

A los señores Aníbal Ramos y Consuelo Rodríguez por permitirme realizar mi trabajo de investigación en su propiedad.

Kevin Alberto Muñoz Andrade

Índice de contenido

Caratula	1
Reporte de verificación de contenido	2
Certificación	3
Responsabilidad de autoría.....	4
Autorización de publicación	5
Dedicatoria	6
Agradecimiento.....	7
Índice de tablas	11
Índice de figuras	12
Resumen	13
Abstract.....	14
Capítulo I	15
Introducción.....	15
Objetivos.....	16
Objetivo General.....	16
Objetivos Específicos.....	16
Hipótesis	16
Capitulo II	17
Revisión de Literatura.....	17
Antecedentes	17
Fundamentaciones.....	18
La broca del café (<i>Hypothenemus hampei</i>).....	18
Generalidades de la plaga	18
Ciclo de vida.....	19
Daños.....	20
Control de la broca.....	20
Manejo Integrado de Plagas (MIP)	20
Control cultural.....	21
Control químico.....	22
Control biológico.....	23
Control etológico.....	24
Trampeo (trampa + atrayente).....	25

Capítulo III	28
Metodología	28
Ubicación del lugar de investigación	28
<i>Ubicación política</i>	28
<i>Ubicación geográfica</i>	28
<i>Ubicación ecológica</i>	29
Materiales	29
Materiales de campo.....	29
Materiales de Oficina	30
Materiales de Laboratorio.....	30
Equipos.....	30
Insumos	30
Métodos.....	31
<i>Diseño experimental</i>	31
Tratamientos a comparar	31
Características de las unidades experimentales.....	32
Análisis estadístico.....	33
<i>Esquema del análisis de variables</i>	33
<i>Transformaciones a raíz cuadrada</i>	33
<i>Coefficiente de variación</i>	33
Análisis funcional.....	34
Análisis económico	34
Variables a medir	34
<i>Incidencia de la broca en los cultivos de la localidad</i>	34
<i>Número de brocas capturadas</i>	35
Métodos específicos de manejo del experimento.....	35
<i>Elaboración de trampas artesanales</i>	35
<i>Preparación de los atrayentes</i>	35
<i>Distribución e instalación de las trampas</i>	36
<i>Recambio de atrayentes</i>	36
<i>Evaluación de los tratamientos aplicados</i>	36
Capítulo IV.....	37
Resultados y Discusión	37

Incidencia de la broca en los cultivos de la localidad	37
Número de brocas capturadas	39
Análisis económico	49
Capítulo V.....	50
Conclusiones	50
Recomendaciones	51
Bibliografía	52

Índice de tablas

Tabla 1 Tratamientos a comparar.....	31
Tabla 2 Características de las unidades experimentales de la investigación.....	32
Tabla 3 Análisis de la varianza.	33
Tabla 4 Descripción de la concentración de los atrayentes a evaluar.....	35
Tabla 5: Matriz para la toma de datos.	36
Tabla 6: Resumen del análisis de varianza de la variable número de brocas.....	39
Tabla 7: Costos de instalación.....	49

Índice de figuras

Figura 1: Área de investigación.....	28
Figura 2: Tratamientos a comparar.	32
Figura 3: Incidencia de la broca del café en la localidad 6 de Enero.....	37
Figura 4: Nivel de infestación de la broca del café en la localidad 6 de Enero.	38
Figura 5: Prueba de significancia número de brocas capturadas tercera semana.	40
Figura 6: Prueba de significancia número de brocas capturadas cuarta semana.	41
Figura 7: Prueba de significancia número de brocas capturadas quinta semana.....	42
Figura 8: Prueba de significancia número de brocas capturadas sexta semana.....	43
Figura 9: Prueba de significancia número de brocas capturadas séptima semana.	44
Figura 10: Prueba de significancia número de brocas capturadas octava semana.	45
Figura 11: Prueba de significancia número de brocas capturadas novena semana.	46
Figura 12: Prueba de significancia número de brocas capturadas décima semana.	47
Figura 13: Fluctuación poblacional de brocas durante 10 semanas.....	48

Resumen

La broca del café es la plaga que más ataca a este cultivo alrededor del mundo, causa pérdidas económicas significativas a través del daño directo al grano, este escarabajo está presente en la mayoría de países productores de café y causa disminución del rendimiento del cultivo como también daño a la calidad del grano. El Ecuador es uno de los países productores más importantes debido a su producción mixta, ya que se cultivan las especies comerciales arábica (*Coffea arabica*) y robusta (*Coffea canephora*). Esta investigación se realizó con la finalidad de evaluar diferentes atrayentes para capturar broca del café en la localidad 6 De Enero, Santo Domingo de los Tsáchilas. Se utilizó un diseño experimental DCA, con cuatro tratamientos y cinco observaciones utilizando una mezcla de aguardiente, vinagre de manzana y café; aguardiente, vinagre blanco y café; aguardiente, vinagre de guineo y café; etanol comercial y café tostado molido. Se usó la prueba de Tukey al 5% de probabilidad de error. Los resultados demostraron que la localidad cuenta con un 7,44% de incidencia de broca en el cultivo de café, además la combinación de etanol comercial y café tostado molido (T4) presentó mejores resultados en relación de los demás tratamientos (mezclas con vinagre). El análisis económico refleja una diferencia en el costo de instalación de \$0,18 ctvs por trampa entre los tratamientos T2 y el T4, la eficacia del atrayente T4 para la captura de brocas del café justifica el uso del mismo en la localidad 6 de Enero.

Palabras clave: café, atrayentes, etanol, vinagre

Abstract

The coffee berry borer is the pest that most attacks this crop around the world, causing significant economic losses through direct damage to the bean. This beetle is present in most coffee producing countries and causes a decrease in crop yield as well as damage to the quality of the bean. Ecuador is one of the most important producing countries due to its mixed production, since the commercial species arabica (*Coffea arabica*) and robusta (*Coffea canephora*) are cultivated. This research was carried out with the purpose of evaluating different attractants to capture coffee berry borer in the locality of 6 De Enero, Santo Domingo de los Tsáchilas. A DCA experimental design was used, with four treatments and five observations using a mixture of brandy, apple vinegar and coffee; brandy, white vinegar and coffee; brandy, guineo vinegar and coffee; commercial ethanol and ground roasted coffee. Tukey's test was used at 5% probability of error. The results showed that the locality has a 7.44% incidence of CBB in the coffee crop, and the combination of commercial ethanol and roasted ground coffee (T4) showed better results in relation to the other treatments (mixtures with vinegar). The economic analysis shows a difference in the cost of installation of \$0.18 ctvs per trap between treatments T2 and T4, the effectiveness of the T4 attractant for capturing coffee berry borers justifies its use in the 6 de Enero locality.

Key words: coffee, attractants, ethanol, vinegars

Capítulo I

Introducción

La mayor parte de producción mundial del café se obtiene en zonas tropicales y subtropicales. Ecuador es uno de los principales países exportadores de café en el mundo, debido a que es de los pocos países que pueden producir las variedades arábica y robusta. El café ecuatoriano es apreciado en el mundo por su calidad (Medina Robles, 2021).

En base a datos de ANECAFE, en el 2019 se exportaron 12 554,47 sacos de 60 kg de café arábigo y 11 749,72 sacos de 60 kg de café robusta y hasta agosto de 2020 se han exportado 14 828,15 sacos de los dos tipos de café. Las provincias que presentaron un crecimiento anual superior al 15% en sus ventas locales fueron Azuay, Bolívar, Carchi, Galápagos y Zamora Chinchipe, destacándose Santo Domingo con un crecimiento del 31% y Loja decreció un 11% (Sánchez, Vayas, Mayorga, & Freire, 2020).

La broca del café es la plaga que más ataca a este cultivo alrededor del mundo, causando pérdidas económicas significativas a través del daño directo que causa a los granos de café. Este escarabajo está presente en la mayoría de países productores de café y reduce tanto el rendimiento del cultivo como la calidad del grano (Hamilton et al., 2019).

Las estrategias sostenibles para el manejo de esta plaga son cada vez más importantes debido a que los insecticidas que se han utilizado para el control de la broca son altamente tóxicos, estos agroquímicos ponen en riesgo la salud humana y ambiental (Baker, Jackson, & Murphy, 2002). Esta investigación busca evaluar diferentes tipos de atrayentes naturales los cuales sirvan como medio de control etológico, para reducir la utilización de agroquímicos y evitar todos los problemas que acarrea su uso.

Objetivos

Objetivo General

Evaluar diferentes atrayentes para capturar broca del café en la localidad 6 De Enero, Santo Domingo de los Tsáchilas.

Objetivos Específicos

- Determinar el porcentaje de infestación de la broca de café en el lugar de estudio.
- Evaluar la eficiencia de los diferentes atrayentes para capturar broca de café.
- Establecer el costo de instalación de los diferentes tratamientos para capturar broca de café.

Hipótesis

Ho: Los atrayentes utilizados en las trampas artesanales no tienen diferencia significativa en la captura de broca de café.

Ha: Los atrayentes utilizados en las trampas artesanales si tienen diferencia significativa en la captura de broca de café.

Capítulo II

Revisión de Literatura

Antecedentes

El café es originario de Yemen y Etiopía, a día de hoy se cultiva en más de 50 países en el cinturón tropical. A nivel mundial, 25 millones de personas viven directamente del cultivo, pero se estima que alrededor de 100 millones de personas están involucradas en este sector agrícola. Además, el 70% de las fincas están en manos de pequeños propietarios que poseen menos de 10 hectáreas. Cultivado en América Latina, África y Asia, el café se consume principalmente en Estados Unidos, Europa y Japón. A principios de la década de 1990, estas tres regiones representaban más del 80% de las importaciones (Livelihoods, 2021).

Se estima que la producción de café a nivel mundial es 7.7 millones de toneladas al año, de las cuales 4.8 millones de toneladas están destinadas para la exportación, se cultivan en una superficie de 10.5 millones de hectáreas. El 85% de la producción mundial de café está cubierta por Latinoamérica, uno de los mayores exportadores de café es Brasil (29%), lo sigue Vietnam (16%) y Colombia (11%), Vietnam es el más importante productor de la variedad robusta (Molist, 2011).

El Ecuador ocupa el puesto 14 de aproximadamente 70 países productores de café que cuentan con una producción mixta, esto quiere decir que se cultivan las especies comerciales arábica (*Coffea arabica*) y robusta (*Coffea canephora*). El país cuenta con 23 de las 24 provincias productoras de café, lo cual demuestra la importancia tanto social como económica. Según

datos de (ANECAFÉ, 2002), en la costa ecuatoriana se siembra 112 000 hectáreas, en la sierra 62 000 hectáreas, en la amazonía 55 000 hectáreas y en Galápagos tienen sembradas 1 000 hectáreas de café.

La provincia Tsáchila es caracterizada por su diversidad en producción tanto agrícola como ganadera. Según INEC 2014, Santo Domingo cuenta con una superficie de 1 630 hectáreas de café con una producción de 230 toneladas aproximadamente (Espinoza, 2015).

Fundamentaciones

La broca del café (*Hypothenemus hampei*)

Una de las principales limitaciones para la producción de café en todo el mundo es el daño causado por la broca del café, *Hypothenemus hampei* (Ferrari). Este pequeño escarabajo es endémico de África Central (Le Pelley, 1968). Las hembras adultas perforan un agujero en la baya de café y ponen sus huevos en galerías internas, con larvas alimentándose del café semilla. El daño por alimentación reduce los rendimientos, reduce la calidad de la semilla y puede resultar en la abscisión de la baya (Vega, Infante , Castillo, & Jaramillo, 2009).

Generalidades de la plaga

Hypothenemus hampei es un insecto del orden coleóptero, tiene un tamaño de 2 mm de longitud (Gingerich, Borsa, Suckling, & Brun, 1996), pertenece a la familia Scolytinae. El género *Hypothenemus* es uno de los más grandes dentro de la familia Scolytidae ("escarabajos de la corteza") con 181 especies descritas. La broca del café fue descrita en el año 1867 por Ferrari (Bustillos, y otros, 1998; Vega, Infante , Castillo, & Jaramillo, 2009).

Las hembras (de 1,4 a 1,6 mm de longitud) atacan las bayas de café en desarrollo desde unas ocho semanas después de la floración hasta el momento de la cosecha (> 32 semanas) (Baker, The coffee berry borer in Colombia, 1999). Perforan galerías en el endospermo de las bayas de café, causando dos tipos de daños, es decir, la caída prematura de las bayas jóvenes, y pérdidas cualitativas y cuantitativas en el café a través de la alimentación de las larvas gregarias dentro de las bayas (Le Pelley, 1968).

Ciclo de vida

La hembra colonizadora perfora un agujero en la baya del café y hace galerías en la semilla donde pone los huevos. Los estadios de vida son huevo, larva, pupa y adulto, y todos se encuentran dentro de la semilla (Bustillos, y otros, 1998). La hembra pone de 2 a 3 huevos al día durante un periodo de 20 días. Tanto la hembra colonizadora como las larvas hacen galerías en la semilla, donde también se alimentan. La hembra fundadora permanece en el interior del fruto tras la oviposición hasta que muere, cuidando de las crías. Entre la progenie adulta se produce un apareamiento entre hermanos con una proporción de sexos de 10:1 que favorece a las hembras; por lo tanto, cuando las nuevas hembras adultas emergen, ya están inseminadas y listas para atacar otra baya, en la que continúan el ciclo (Bustillos, y otros, 1998).

Los machos de la broca no vuelan y permanecen dentro de la baya. La mayor parte del ciclo vital ocurre dentro de la baya y varía según la temperatura: 21 días a 27°C, 32 días a 22°C y 63 días a 19,2°C. Las hembras pueden vivir 157 días, y los machos pueden vivir de 20 a 87 días a 24.5°C (Vega, Infante , Castillo, & Jaramillo, 2009).

Daños

Los principales daños causados a la fruta son, la caída de los frutos de los árboles, así como pérdidas en el peso y calidad de la semilla/grano, destruyendo el producto comercializable. Los granos afectados no tienen el estándar de calidad necesario para el café de especialidad. Así, estos terminan clasificados como de segunda, que son difíciles de comercializar y se venden para preparaciones de café de segunda (Mercanta, 2020).

El daño adicional se presenta en forma de mayores costos de producción, ya que los agricultores deben invertir más tiempo y dinero durante la recolección y selección en la estación de lavado, separando las frutas de menor calidad. La destrucción del grano por parte de la CBB (Coffee Berry Borer) significará menos café para que los productores lo vendan a un precio normal o más alto. No solo eso, sino que junto con el costo de implementar medidas de control de plagas (que se estima que cuestan entre el 5 y el 11 % de los ingresos de una granja), da como resultado un problema extremadamente costoso (Mercanta, 2020).

Control de la broca

Manejo Integrado de Plagas (MIP)

Se necesitan diferentes estrategias para controlar la broca del café, tales como: prácticas culturales, el manejo agronómico de los cultivos, que puede reducir las poblaciones de insectos, la protección de la fauna beneficiosa, y la introducción de enemigos naturales y entomopatógenos exóticos (Benavides, Góngora, & Bustillos, 2012).

El MIP se centra en una serie de principios y conceptos sobre el control de plagas que se integran y de forma teórica se proponen para establecer una

pauta ecológica en la solución de un problema de plagas. Así, el MIP es flexible, dinámico y siempre susceptible de mejorar, aunque su comprensión y adopción por parte de los agricultores puede ser difícil. En el caso de *Hypothenemus hampei* el programa MIP se ha definido como: el uso de una serie de medidas de control (culturales, biológicas y químicas) para reducir las poblaciones de la broca del café a niveles que no puedan causar daños económicos y que permitan a los agricultores la producción de café para la exportación de forma competitiva. Las medidas de control utilizadas deben ser compatibles y no deben causar efectos nocivos a los agricultores que viven en la zona cafetera, ni a la fauna, y no contaminar el ecosistema cafetero (Bustillos, y otros, 1998).

Los experimentos de manejo integrado de plagas llevados a cabo en plantaciones de café a la sombra, en árboles con un crecimiento alto, han demostrado que es posible reducir la infestación de *Hypothenemus hampei* en más del 90% en comparación con las parcelas de control (Dufour, Franco, & Hernández, 2007). El deshojado y el trampeo de ramas suponen más del 70% de esa reducción, pero es difícil determinar la contribución de cada una de esas operaciones, ya que son interdependientes. La contribución de la poda y la rehabilitación de la plantación de café puede alcanzar el 20%.

Control cultural

Las prácticas culturales se han centrado en la eficiente eliminación manual de todas las bayas maduras y secas (maduras y sobremaduras), que sirven como fuentes para nuevas infestaciones. El ciclo continuo de floración y producción en las plantaciones de café de Colombia crea un hábitat favorable para la broca durante todo el año, lo que hace que el control generalizado sea problemático (Baker, The coffee berry borer in Colombia, 1999). Aunque se trata

de un trabajo intensivo, la recolección y el saneamiento regular de las bayas maduras elimina la broca en desarrollo antes de que emerja para iniciar otro ciclo de vida (Bustillos, y otros, 1998).

Según (Bustillos, y otros, 1998) informaron que una sola cosecha eficiente elimina aproximadamente el 80% de las poblaciones de broca. (Saldarriaga, 1994) informó que una recolección de saneamiento redujo la infestación de la broca en las bayas del 70% a menos del 6%. Sin embargo, la efectividad de cosechar regularmente las bayas maduras para controlar la broca depende de la eficiencia con que se eliminen. Bustillo et al. (1998) estimaron que, en densidades bajas a moderadas de broca, la remoción manual de bayas maduras es una estrategia altamente efectiva cuando quedan <5 bayas de este tipo por cafeto después de una pasada de cosecha, razonablemente efectiva cuando quedan 6-10 bayas, e inefectiva cuando quedan >10 bayas de este tipo en los cafetos (Aristizábal, Jiménez, Bustillo, & Arthurs, 2011).

Control químico

La aplicación de insecticidas es el método más utilizado en el control y es responsable de la revolución de 1940, ya que ha sido el medio más eficiente y económico para combatir los insectos, especialmente si el objetivo es maximizar la productividad de los cultivos en grandes áreas (Souza, 2013). Este método es recomendado para el manejo de la broca del café broca del café cuando se observa entre un 3 y un 5% de frutos brocados, sin embargo, la mayoría de los productores no siguen esta recomendación, realizando aplicaciones sin criterio (Souza, 2013).

Aunque el control químico es el principal método utilizado por los agricultores para el manejo de *H. hampei*, se ha demostrado ser de baja

eficiencia debido a la selección natural de cepas de insectos resistentes, que también pueden causar problemas ambientales como la eliminación de los enemigos naturales y la contaminación del suelo. El control químico con el insecticida endosulfán fue el más eficiente para el control de la broca en el cultivo del café, sin embargo, debido a su toxicología, las certificadoras y los gobiernos prohibieron su utilización (Moura, Carvalho, & Botton, 2012).

Control biológico

Tanto el café Arábica como el Robusta son nativos de África y también se acepta generalmente que la broca es endémica en el continente africano. Por lo tanto, esto hace que África sea el lugar más lógico de la búsqueda intensiva de agentes naturales de control biológico. Varios estudios realizados en Uganda en colaboración con varias instituciones nacionales e internacionales han confirmado/descubierto la presencia de una serie de parasitoides de la broca del café y de parasitoides de la broca y entomopatógenos (*Beauveria bassiana* y *Metarhizium anisopliae*) (Musoli, Hakiza, Birinkunzira, Kibirige, & Kucel, 2000).

Estos hongos entomopatógenos han recibido gran interés, tanto como agente patógeno natural como bioinsecticida microbiano. El hongo infecta las etapas adultas de la broca, especialmente durante los períodos de alta humedad (Bustillo, Benavides, & Chaves, 1999). En pruebas de campo en Colombia, la aplicación de conidios de *B. bassiana* a bayas caídas resultó en una infección de broca entre un 30% y un 40% y redujo las infestaciones de árboles subsiguientes hasta en un 50% (Bustillo, Benavides, & Chaves, 1999).

El hongo entomopatógeno *Beauveria bassiana* infecta naturalmente a la broca del café en países como Brasil, Ecuador, Colombia, Honduras, México, Costa Rica y Puerto Rico. La ocurrencia natural de *B. bassiana* infectando a la

broca del café es variable, y ha sido reportada en <1% escarabajos en Brasil, pero más alta en otras regiones, es decir, 44% en Nicaragua, 60% en la India y alcanzó el 71% en un estudio realizado en Camerún. El hongo se ha desarrollado como un bioinsecticida seguro para el medio ambiente que se rocía contra la broca del café, no es tóxico para los trabajadores y tiene un bajo impacto en los organismos no objetivo, incluyendo los enemigos naturales de la broca. La eficacia de *B. bassiana* en condiciones de campo depende de varios factores, como la cepa, la concentración, la virulencia, las condiciones meteorológicas y la eficiencia de la aplicación (Aristizábal, Jiménez, Bustillo, & Arthurs, 2011).

El rociado bajo condiciones de campo en Colombia alcanzó tasas de infección del 64 al 91%. Las mezclas de cepas de *B. bassiana* pueden dar lugar a un sinergismo contra la broca del café. La pulverización de este hongo es otra estrategia para el control en las bayas caídas. Utilizando este enfoque, la población de la broca del café se redujo en un 75%. Los primeros ensayos de campo con productos comerciales mostraron infecciones de entre el 25 y el 45% de las hembras fundadoras de la broca en las bayas verdes durante el pico de actividad (Aristizábal, Jiménez, Bustillo, & Arthurs, 2011).

Otro estudio de campo informó que una mezcla de cepas de *B. bassiana* causó una mortalidad del 60% al 66% de CBB (Benavides, Góngora, & Bustillos, 2012). Se han realizado algunos esfuerzos para optimizar la eficacia de *B. bassiana* en condiciones de campo en México, Ecuador e India.

Control etológico

Este tipo de control tiene la finalidad de disminuir la población de *H. hampei* que sobreviven en cada cosecha, para este método se usan trampas las

cuales contienen atrayentes para poder atrapar a las hembras que están colonizando las zonas libres (Lezaun, 2016).

Varios estudios sobre la atracción y la captura de la broca del café se han llevado a cabo previamente para investigar la eficacia de los atrayentes químicos, los extractos de bayas de café y diferentes formas y tamaños de trampas. Una mezcla de etanol y metanol resultó ser atractiva en el campo (Mendoza J. R., 1991), y se identificaron altas proporciones de esos alcoholes identificados en los efluvios de las bayas (Mathieu, 1995). El etanol y el metanol son actualmente los mejores atrayentes conocidos para atrapar la broca del café, pero los extractos de bayas pueden atraer a la broca mejor que los dos alcoholes (Velasco, Díaz, Llavén, Velásquez, & Beristain, 1997). También puede haber efectos sinérgicos de la presencia de otros componentes en los extractos de bayas. (Guitierrez & Ondarza, 1996) lograron capturar grandes cantidades de la broca, y reducir los daños, utilizando trampas caseras cebadas con una mezcla de extractos de bayas de café, etanol y cloruro de metileno, distribuidas sistemáticamente en los cafetales que presentan infestaciones.

Trampeo (trampa + atrayente)

En la mayoría de los diseños de captura, las trampas se colocan a una altura entre 1,50 y 2,00 m con una sola unidad y un recipiente de cebo de 17 a 40 ml con una solución 3:1 metanol: etanol. Además, la velocidad de emisión de la solución es esencial para atraer y capturar a las brocas. Sugirieron que la tasa de emisión de la trampa es inversamente proporcional al número de capturas de brocas para la mezcla de metanol y etanol en trampas de embudo. Una sola trampa podría ser una mejor opción de control para la broca del café (Ruiz & Verle, 2021).

Esta técnica permite capturar la broca del café durante sus vuelos migratorios, que comienzan con las primeras lluvias. Las trampas se instalan a principios de marzo y se retiran a finales del mes de junio. El número mínimo de trampas que se recomienda es de 18 por hectárea (Dufour, Gónzales, Chávez, & Ramírez, 2004).

Algunos países, como Costa Rica, han adoptado 20 por hectárea. Las trampas se inspeccionan cada quince días y se retira la broca capturada. Las trampas se limpian y se llenan con agua hasta su límite superior. Es importante comprobar que los difusores funcionan correctamente y contienen suficiente atrayente. La trampa recomendada por el Centro Francés de Investigación Agrícola para el Desarrollo Internacional (CIRAD) está patentada bajo la marca BROCAP y se fabrica industrialmente a partir de un prototipo estrictamente diseñado y probado. No es necesario recoger los frutos caídos del suelo, práctica conocida como "pepena" o "junta" en Centroamérica. El trampeo se encarga de capturar y matar cualquier broca que emerjan de dichas bayas (Dufour, Picasso, & González, 2002).

Las hembras son atraídas por kairomonas liberadas por las bayas en desarrollo, estas sustancias están compuestas por diferentes alcoholes. El uso de atrayentes visuales y olfativos se utiliza para mejorar el seguimiento mediante el uso de señuelos. Por ejemplo, el descubrimiento de la respuesta de las hembras al metanol y al etanol permitió la aplicación de trampas basadas en el alcohol para el monitoreo de las poblaciones de la broca en condiciones de campo en México, Centroamérica, Brasil, Hawaii y Colombia (Aristizábal, Jiménez, Bustillo, & Arthurs, 2011).

Las trampas se utilizan para estimar los periodos de dispersión de la broca. En Brasil, la mayor actividad de la broca se observó durante el período de poscosecha (agosto a febrero), con picos durante octubre y noviembre. En la región cafetera central de Colombia, la mayor actividad de vuelo se observó de enero a marzo. Se observaron tasas de captura de hasta 6120 brocas por trampa/semana en fincas con alta infestación (17 al 28% de las bayas). En Hawaii, la actividad máxima de la broca del café se observó en noviembre y enero, durante los periodos de cosecha máxima y tardía respectivamente (Aristizábal, Jiménez, Bustillo, & Arthurs, 2011).

Capítulo III

Metodología

Ubicación del lugar de investigación

Ubicación política

Provincia: Santo Domingo de los Tsáchilas

Cantón: Santo Domingo

Parroquia: San José de Alluriquín

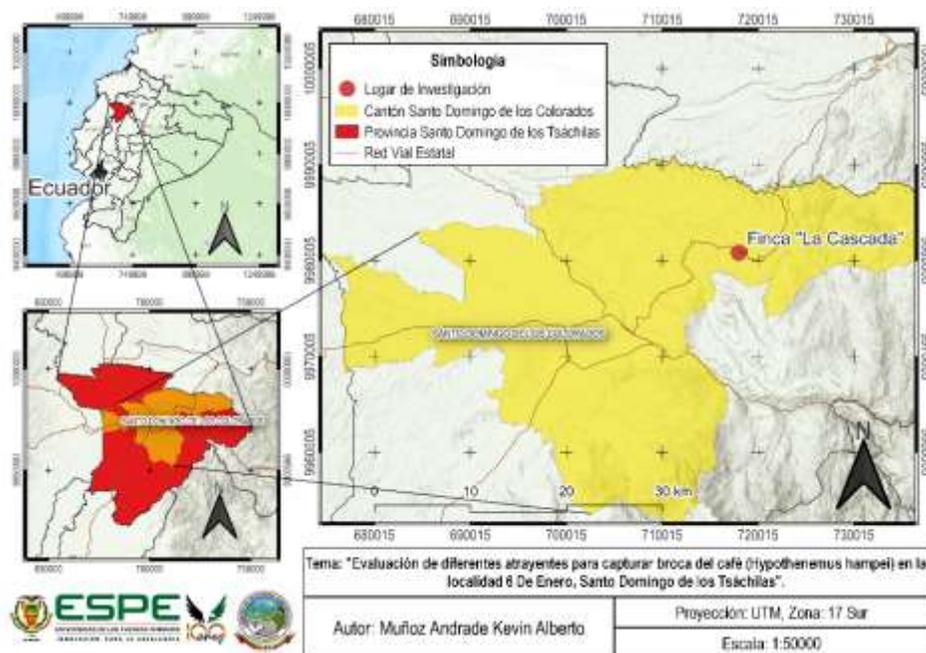
Sector: 6 de Enero

Ubicación geográfica

La Finca “La Cascada” se ubica en las coordenadas $0^{\circ}10'23.8''S$ y $79^{\circ}02'28.3''W$

Figura 1:

Área de investigación.



Nota: la figura representa el lugar donde se realizó la investigación.

Ubicación ecológica

Zona de vida:	Bosque húmedo Subtropical (bh-S)
Heliofanía horas/luz año	739
Altitud:	400 msnm
Temperatura:	22 °C
Precipitación:	3045 mm/año
Humedad relativa:	85.80%

Materiales**Materiales de campo**

- GPS
- Botellas plásticas de 3 L
- Envases plásticos de 120 mL
- Alambre galvanizado
- Tarrinas plásticas
- Cinta métrica
- Libreta de campo
- Cámara fotográfica
- Cinta masking
- Rotulador
- Jeringas
- Colador

Materiales de Oficina

- Computadora
- Calculadora
- Hojas de registro de datos
- Impresora
- Folder
- Esferos

Materiales de Laboratorio

- Cajas Petri
- Equipo de disección
- Piseta

Equipos

- Estereomicroscopio

Insumos

- Alcohol comercial 70%
- Aguardiente
- Vinagre blanco
- Vinagre de manzana
- Vinagre de guineo
- Café tostado molido
- Agua con detergente

Métodos

Diseño experimental

Tratamientos a comparar

Tabla 1 *Tratamientos a comparar.*

Tratamientos	Descripción
T1	Aguardiente + vinagre de manzana + café tostado molido
T2	Aguardiente + vinagre blanco + café tostado molido
T3	Aguardiente + vinagre de guineo + café tostado molido
T4	Etanol comercial + café tostado molido

Nota: La tabla muestra las mezclas de cada tratamiento.

Tipo de diseño

Para el presente trabajo de investigación se empleó un diseño completamente al azar (DCA), con cuatro tratamientos y cinco observaciones, con un total de 20 unidades experimentales (trampas).

El modelo lineal fue el siguiente:

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \varepsilon_{ij}$$

Y_{ij} = Observaciones individuales

μ = Efecto de la media global

τ_i = Efecto del tratamiento

ε_{ij} = Error experimental

Características de las unidades experimentales

Tabla 2 Características de las unidades experimentales de la investigación.

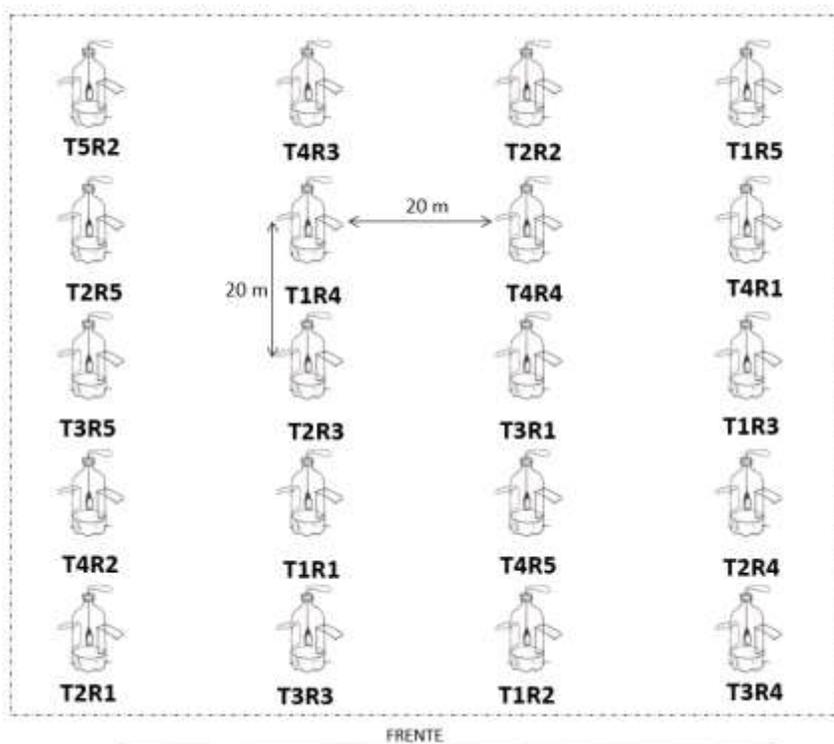
Parámetro	Cantidad
Número de tratamientos	4
Número de observaciones	5
Número de unidades experimentales	20
Distancia entre unidades experimentales (trampas)	20 m

Nota: La tabla indica las características de las unidades experimentales.

Croquis

Figura 2:

Tratamientos a comparar.



Nota: la figura muestra la distribución de los tratamientos en campo.

Análisis estadístico

Esquema del análisis de variables

Tabla 3 *Análisis de la varianza.*

Factores de variación	Grados de libertad	
Tratamiento	t-1	3
Error	t(r-1)	16
Total	tr-1	19

Nota: la tabla demuestra el esquema del análisis de varianza

Transformaciones a raíz cuadrada

Se realizó la transformación de los valores para los cálculos correspondientes al ANOVA y prueba de significancia, debido a que los datos son números enteros procedentes de contajes, la cantidad de brocas capturadas. (Sánchez J. , 2006) dice que si el conteo es entre 2 y 10 se usa la transformación $\sqrt{x + 0,5}$, especialmente cuando existen valores de cero entre los datos.

Coefficiente de variación

La fórmula empleada para el cálculo fue:

$$cv = \frac{\sqrt{CM_e}}{\bar{x}} * 100$$

Donde:

cv = Coeficiente de variación

CM_e = Cuadrado medio del error experimental

\bar{x} = Media general del experimento

Análisis funcional

Para el análisis estadístico de los resultados con varianzas significativas de la investigación se aplicó la prueba de significancia de Tukey al 5% de probabilidad de error.

El coeficiente de variación se empleó para determinar la variabilidad de los datos con respecto a la media.

Análisis económico

Se realizó tomando en cuenta los costos que varían entre los tratamientos a evaluar. Se calculó los costos de cada tratamiento en base a los materiales e insumo utilizados.

Variables a medir

Incidencia de la broca en los cultivos de la localidad

Se realizó un muestreo en cinco diferentes fincas pertenecientes a la localidad 6 de Enero, para determinar el porcentaje de incidencia de la broca en los cultivos de café.

$$\%IB = \frac{\text{Número de granos afectados } (n)}{\text{Número de granos evaluados } (N)} * 100;$$

Donde:

IB = Incidencia de la broca del café (%)

n = Número de granos afectados con broca del café

N = Número total de granos evaluados

Número de brocas capturadas

Esta variable fue medida durante un periodo de diez semanas desde la colocación de los tratamientos, las evaluaciones se realizaron cada siete días a partir de la primera semana.

Métodos específicos de manejo del experimento

Elaboración de trampas artesanales

Se elaboró 20 trampas artesanales con botellas plásticas de 3 litros previamente pintadas de color rojo, en la que se realizó un corte de 10 x 15 cm, se perforó un agujero en la parte inferior de la botella que permite el paso del alambre el cual está unido al difusor y sirve como sostén de la trampa.

Para el difusor de la trampa se ocupó 20 envases plásticos de 120 ml, con un agujero en la tapa de los envases.

Preparación de los atrayentes

Se preparó 4 tipos de atrayentes los cuales contaron con las siguientes concentraciones:

Tabla 4 *Descripción de la concentración de los atrayentes a evaluar.*

Tratamientos	Descripción
T1	250 ml aguardiente + 250ml vinagre de manzana + 50 g café
T2	250 ml aguardiente + 250 ml vinagre blanco + 50 g café
T3	250 ml aguardiente + 250 ml vinagre de guineo + 50 g café
T4	500 ml Etanol comercial + 50 g café

Nota: la tabla indica la concentración de cada tratamiento a evaluar.

Distribución e instalación de las trampas

Se realizó la distribución e instalación de las trampas en el cultivo de café bajo el diseño completamente al azar (DCA), con una distancia de 20 m entre trampas y se etiquetó indicando el número de tratamiento y observación.

Recambio de atrayentes

Se procedió al recambio de atrayentes de los tratamientos cada 15 días, a partir, de la instalación del ensayo.

Evaluación de los tratamientos aplicados

Se realizó la toma de datos de la investigación cada 7 días, a partir, de la primera semana de la instalación del ensayo, donde se contabilizó el número de brocas capturadas. Se obtuvieron 10 tomas de datos, que van desde el 5 de mayo del 2022 al 7 de julio del 2022.

Tabla 5: *Matriz para la toma de datos.*

TOMA No. ___ (dd/mm/aa)						
TRATAMIENTO	REPETICIONES					TOTAL
	R1	R2	R3	R4	R5	
T1	-	-	-	-	-	-
T2	-	-	-	-	-	-
T3	-	-	-	-	-	-
T4	-	-	-	-	-	-

Nota: matriz utilizada para la toma de datos semanales

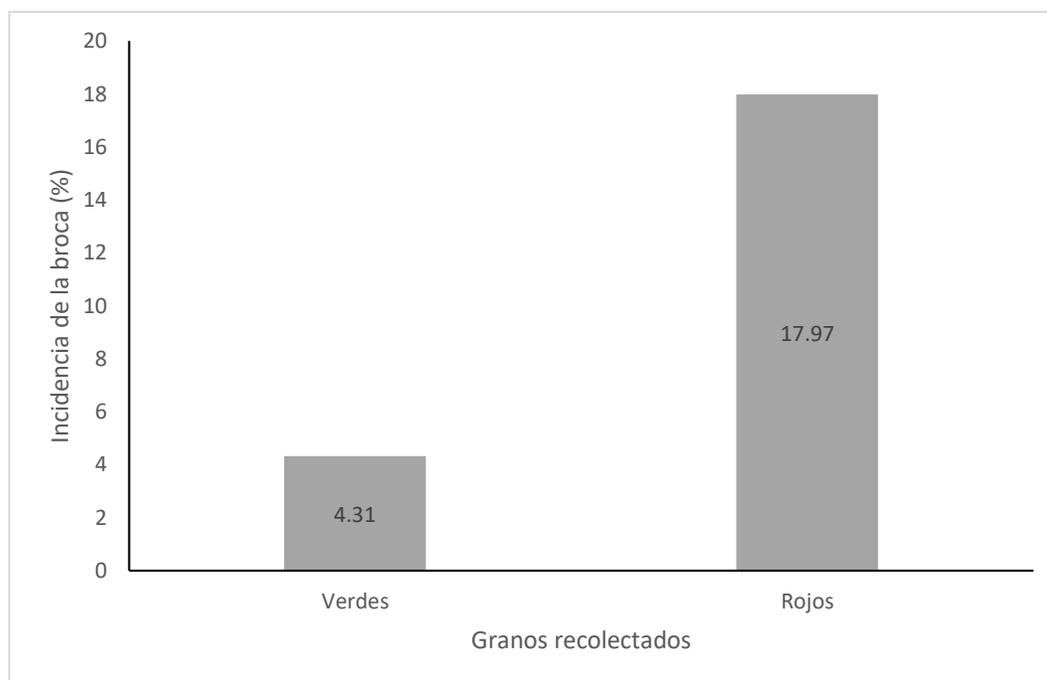
Capítulo IV

Resultados y Discusión

Incidencia de la broca en los cultivos de la localidad

Figura 3:

Incidencia de la broca del café en la localidad 6 de Enero.



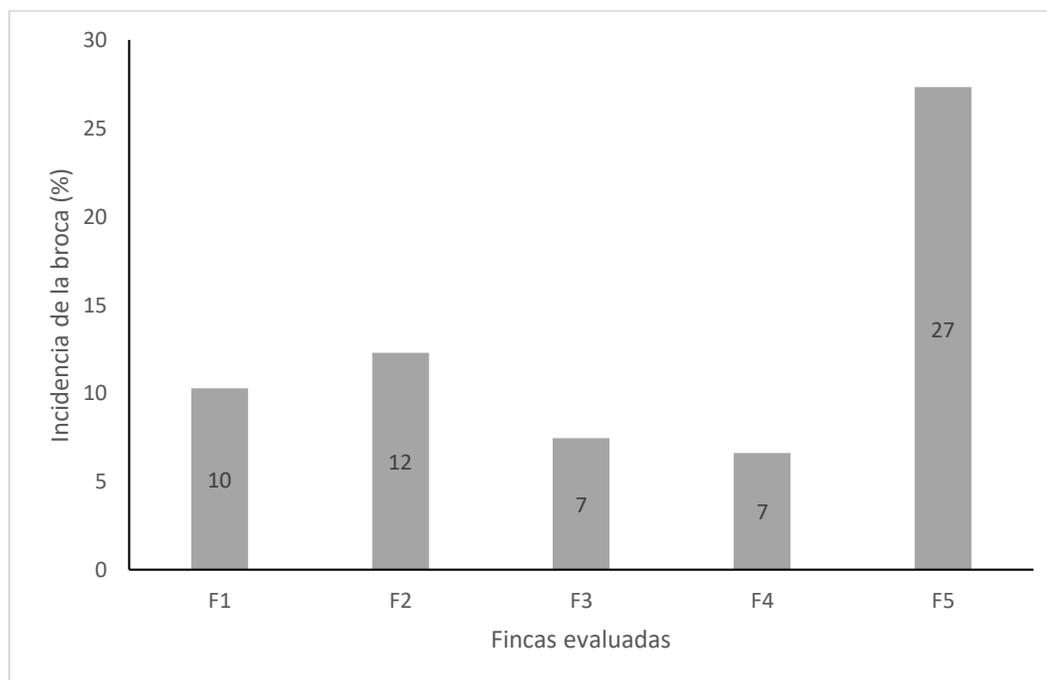
Nota: la figura indica la incidencia de la broca del café en la localidad 6 de Enero.

En la tabla 3 se aprecia el porcentaje de la incidencia de la broca del café en la finca donde se realizó la investigación, los frutos rojos tuvieron un porcentaje del 17,97% a comparación de los frutos verdes que fue del 4,31%.

La localidad 6 de Enero cuenta con un 7,44% de incidencia de broca en los cultivos de café, Según (Campos Almengor, 2020) a niveles de incidencia de infestación de los granos de café mayores al 5% representa riesgo económico.

Figura 4:

Nivel de infestación de la broca del café en la localidad 6 de Enero.



Nota: la figura indica el nivel de infestación de la broca del café en 5 fincas de la localidad 6 de Enero.

La figura 4 nos muestra el porcentaje de infestación de la broca del café en la localidad 6 de Enero, el mayor porcentaje se aprecia en la finca 5 donde tenemos un nivel del 27% de incidencia de la broca del café en el cultivo, la toma de datos se realizó en el mes de junio.

Según (Campos Almengor, 2020) la incidencia de la broca del café es más alta en los meses de mayo a julio, alcanzando niveles mayores al 38% de infestación, esto se debe a las condiciones de lluvia, humedad y altitud en la que se encuentra el cultivo, con el cambio a la época seca este porcentaje disminuye.

Número de brocas capturadas

Tabla 6: Resumen del análisis de varianza de la variable número de brocas.

Fuentes de variación	Grados de libertad	Cuadrados medios									
		S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10
Tratamientos	3	0.38	0.93 *	1.7 **	0.94 *	1.31 *	0.65 *	1.96 *	2.06 *	1.51 *	
Error	16	0.18	0.16	0.17	0.22	0.16	0.15	0.26	0.27	0.19	
Total	19										

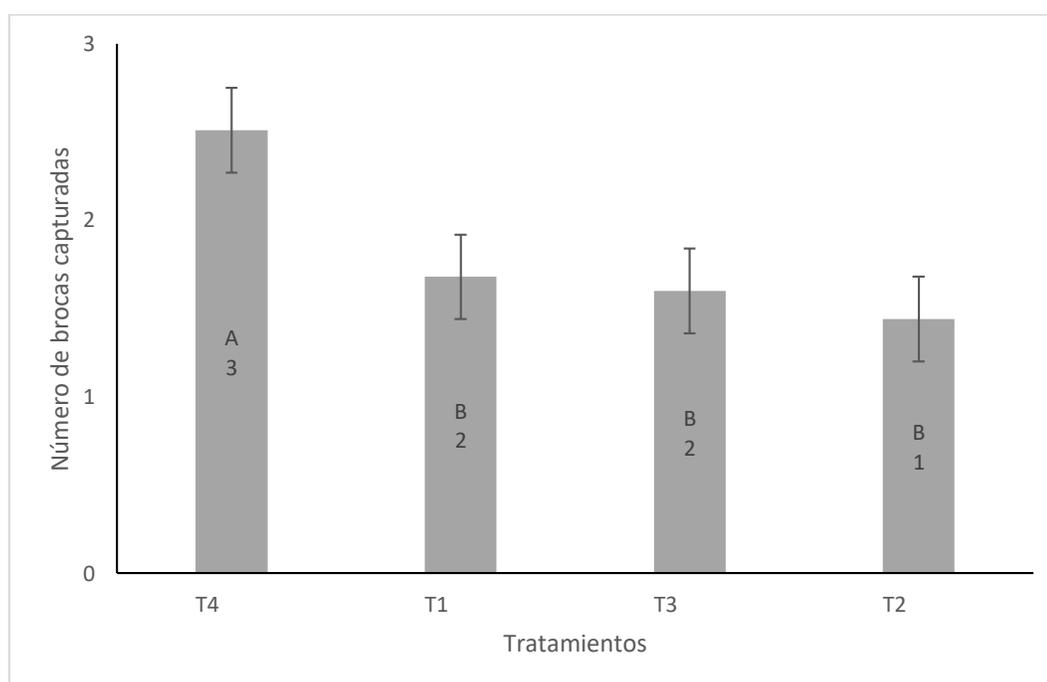
En la tabla 6 se puede observar el análisis de varianza de la variable número de brocas capturadas, el cual nos demuestra que existe diferencia significativa a partir de la segunda semana hasta la semana diez, con un nivel de significancia del 5%.

Se deduce que los atrayentes son diferentes en la captura de broca de café, por ello, se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alternativa, la cual indica que los atrayentes utilizados tienen diferencia estadística en la captura de la broca del café.

En las siguientes figuras se presenta la prueba de significancia de Tukey al 5% para la variable número de brocas capturadas. (cabe recalcar que se está trabajando con una variable numérica discreta, se aplicó la regla del redondeo en los valores de la media).

Figura 5:

Prueba de significancia número de brocas capturadas tercera semana.

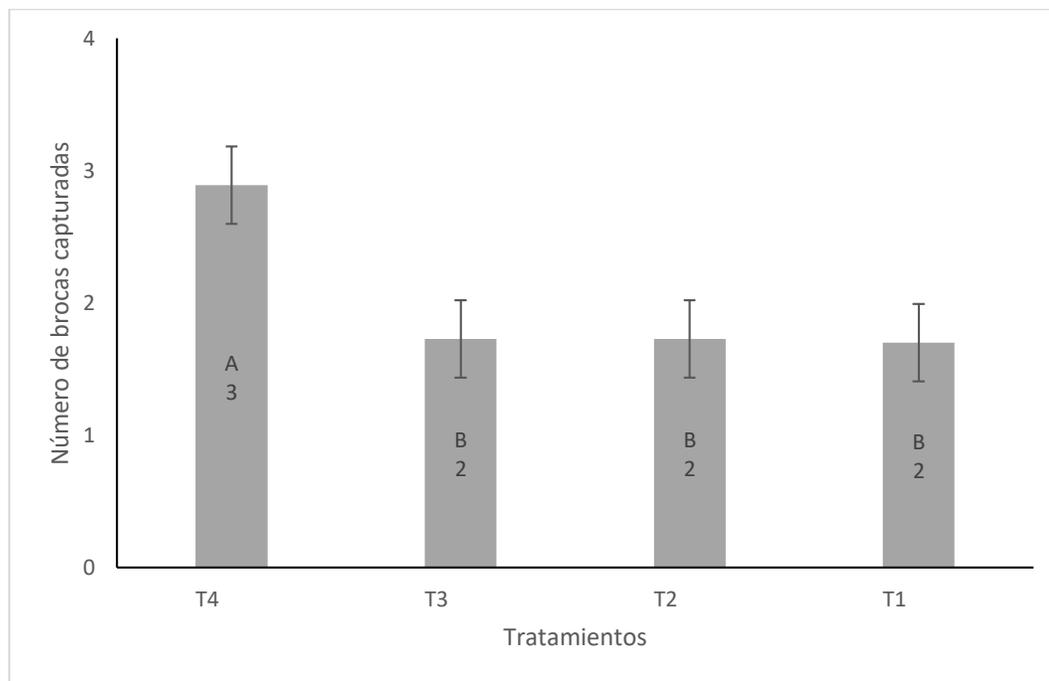


Nota: la figura muestra la media del número de brocas en la tercera toma de datos.

El análisis de varianza (ANOVA) nos demuestra que el tratamiento cuatro fue mejor, ya que presenta diferencia significativa en comparación con los demás tratamientos. La prueba de significancia (figura 4) para la variable número de brocas en la tercera evaluación indica que el primer rango de significancia es el T4 (etanol comercial con café) con una media de 3 brocas por trampa, mientras que el rango más bajo de significancia es el T2 (Aguardiente de caña con vinagre blanco y café) ya que cuenta con una media de 1 broca por trampa.

Figura 6:

Prueba de significancia número de brocas capturadas cuarta semana.

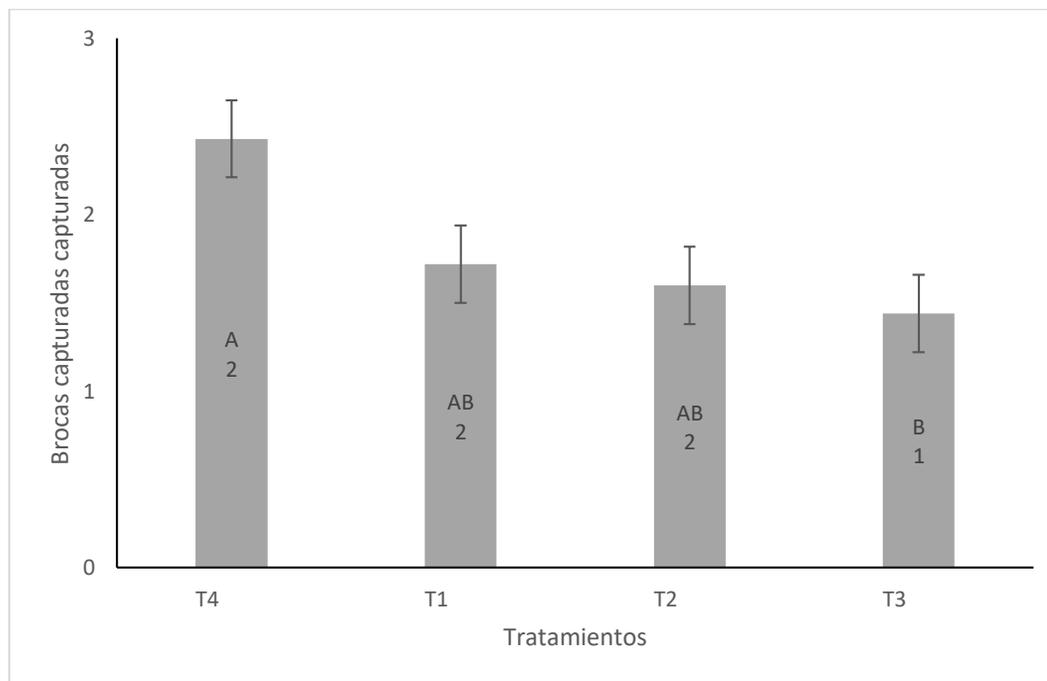


Nota: la figura muestra la media del número de brocas en la cuarta toma de datos.

El análisis de varianza (ANOVA) nos demuestra que el tratamiento cuatro fue mejor, ya que presenta diferencia significativa en comparación con los demás tratamientos. La prueba de significancia (figura 5) para la variable número de brocas en la cuarta evaluación indica que el primer rango de significancia es el T4 (etanol comercial con café) con una media de 3 brocas por trampa, mientras que el rango más bajo de significancia es el T1 (Aguardiente de caña con vinagre de manzana y café) ya que cuenta con una media de 1 broca por trampa.

Figura 7:

Prueba de significancia número de brocas capturadas quinta semana.

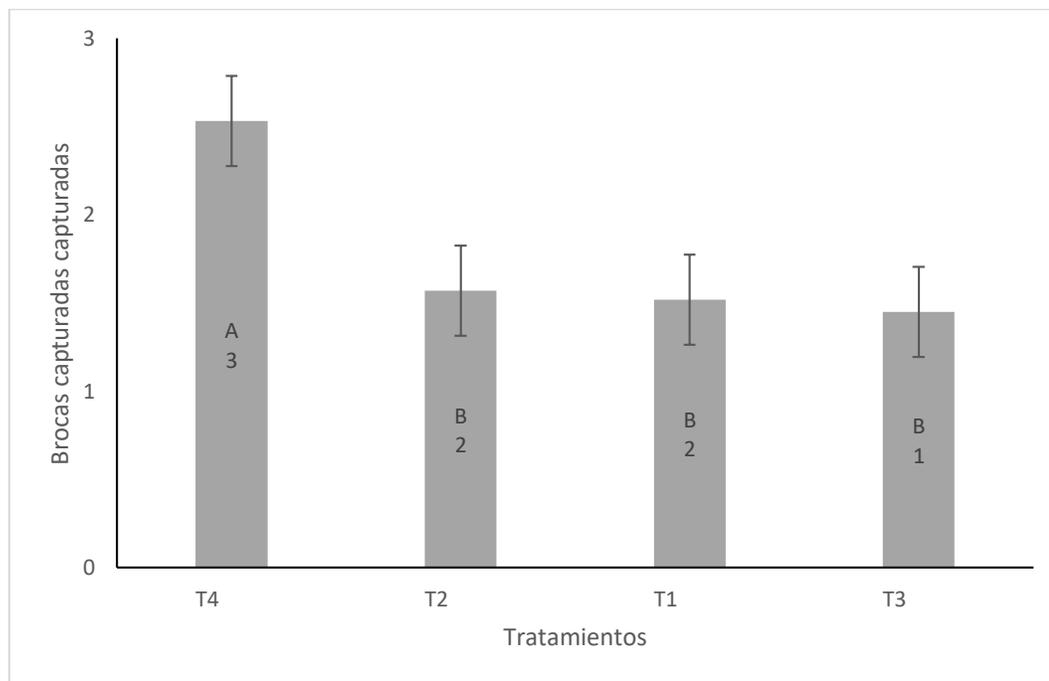


Nota: la figura muestra la media del número de brocas en la quinta toma de datos.

El análisis de varianza (ANOVA) nos demuestra que el tratamiento cuatro fue mejor, ya que presenta diferencia significativa en comparación con los demás tratamientos. La prueba de significancia (figura 6) para la variable número de brocas en la quinta evaluación indica que el primer rango de significancia es el T4 (etanol comercial con café) con una media de 2 brocas por trampa, mientras que el rango más bajo de significancia es el T3 (Aguardiente de caña con vinagre de guineo y café) ya que cuenta con una media de 1 broca por trampa.

Figura 8:

Prueba de significancia número de brocas capturadas sexta semana.

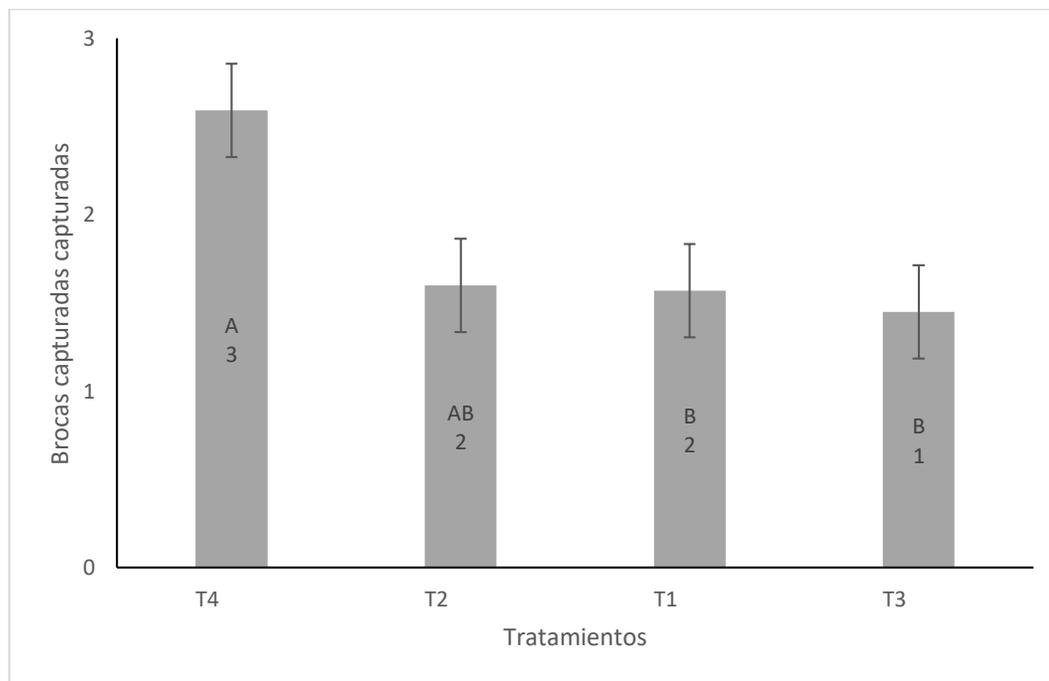


Nota: la figura muestra la media del número de brocas en la sexta toma de datos.

El análisis de varianza (ANOVA) nos demuestra que el tratamiento cuatro fue mejor, ya que presenta diferencia significativa en comparación con los demás tratamientos. La prueba de significancia (figura 7) para la variable número de brocas en la sexta evaluación indica que el primer rango de significancia es el T4 (etanol comercial con café) con una media de 3 brocas por trampa, mientras que el rango más bajo de significancia es el T3 (Aguardiente de caña con vinagre de guineo y café) ya que cuenta con una media de 1 broca por trampa.

Figura 9:

Prueba de significancia número de brocas capturadas séptima semana.

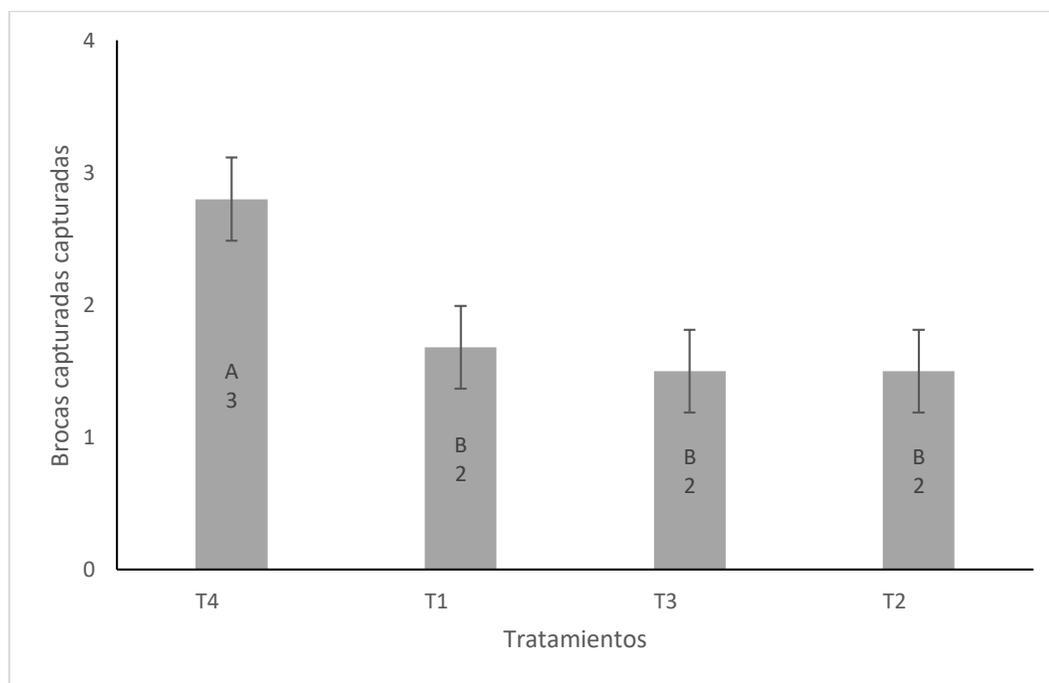


Nota: la figura muestra la media del número de brocas en la séptima toma de datos.

El análisis de varianza (ANOVA) nos demuestra que el tratamiento cuatro fue mejor, ya que presenta diferencia significativa en comparación con los demás tratamientos. La prueba de significancia (figura 8) para la variable número de brocas en la séptima evaluación indica que el primer rango de significancia es el T4 (etanol comercial con café) con una media de 3 brocas por trampa, mientras que el rango más bajo de significancia es el T3 (Aguardiente de caña con vinagre de guineo y café) ya que cuenta con una media de 1 brocas por trampa.

Figura 10:

Prueba de significancia número de brocas capturadas octava semana.

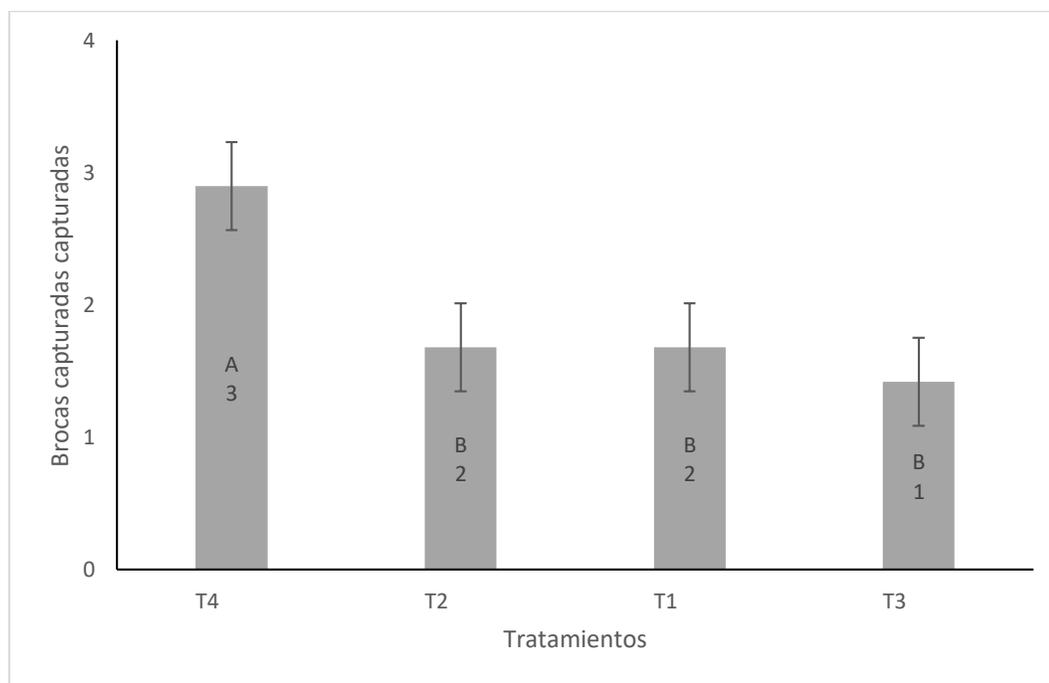


Nota: la figura muestra la media del número de brocas en la octava toma de datos.

El análisis de varianza (ANOVA) nos demuestra que el tratamiento cuatro fue mejor, ya que presenta diferencia significativa en comparación con los demás tratamientos. La prueba de significancia (figura 9) para la variable número de brocas en la octava evaluación indica que el primer rango de significancia es el T4 (etanol comercial con café) con una media de 3 brocas por trampa, mientras que el rango más bajo de significancia es el T2 (Aguardiente de caña con vinagre blanco y café) ya que cuenta con una media de 2 brocas por trampa.

Figura 11:

Prueba de significancia número de brocas capturadas novena semana.

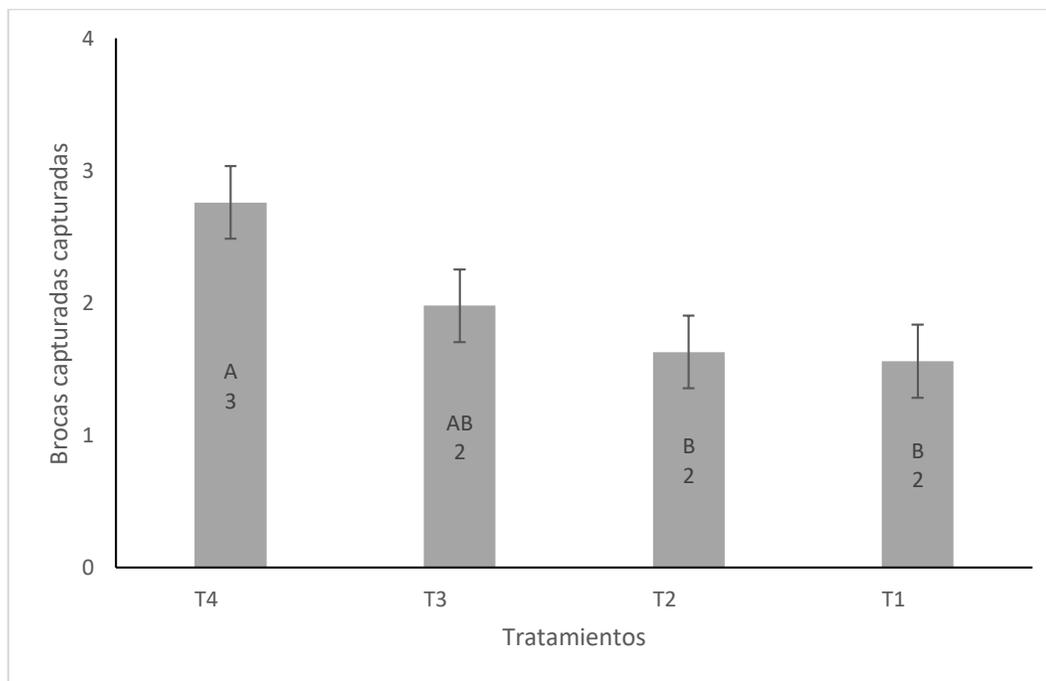


Nota: la figura muestra la media del número de brocas en la novena toma de datos.

El análisis de varianza (ANOVA) nos demuestra que el tratamiento cuatro fue mejor, ya que presenta diferencia significativa en comparación con los demás tratamientos. La prueba de significancia (figura 10) para la variable número de brocas en la novena evaluación indica que el primer rango de significancia es el T4 (etanol comercial con café) con una media de 3 brocas por trampa, mientras que el rango más bajo de significancia es el T3 (Aguardiente de caña con vinagre de guineo y café) ya que cuenta con una media de 1 broca por trampa.

Figura 12:

Prueba de significancia número de brocas capturadas décima semana.



Nota: la figura muestra la media del número de brocas en la décima toma de datos.

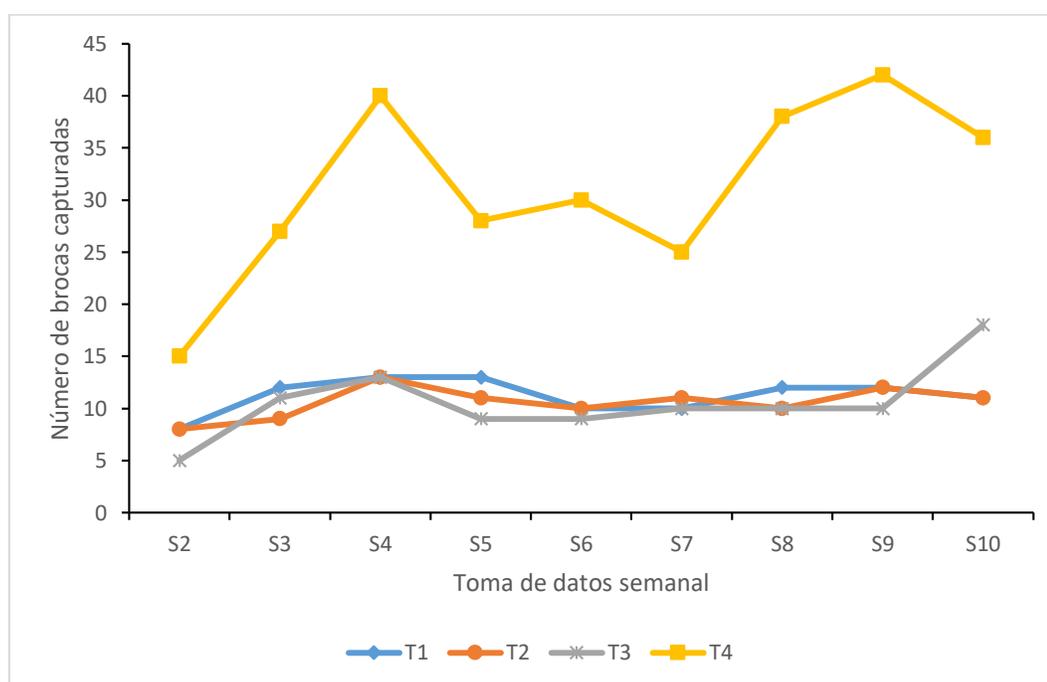
El análisis de varianza (ANOVA) nos demuestra que el tratamiento cuatro fue mejor, ya que presenta diferencia significativa en comparación con los demás tratamientos. La prueba de significancia (figura 11) para la variable número de brocas en la décima evaluación indica que el primer rango de significancia es el T4 (etanol comercial con café) con una media de 3 brocas por trampa, mientras que el rango más bajo de significancia es el T1 (Aguardiente de caña con vinagre de manzana y café) ya que cuenta con una media de 2 brocas por trampa.

(Barrera et al. 2006) nos menciona que el uso de alcoholes como metanol y etanol son efectivos atrayentes para la captura de *H. hampei* bajo condiciones de campo, el etanol es el principal atrayente en la captura de escarabajos escolítidos (Scolytinae) que atacan a árboles forestales.

El uso vinagres como atrayentes para la captura de la broca de café no han sido reportados, sin embargo (Mendoza, Guzmán, & Salinas, 2021) nos mencionan que el uso de etanol con vinagre se presenta como una alternativa de bajo costo para la captura de brocas en estado de adulto.

Figura 13:

Fluctuación poblacional de brocas durante 10 semanas en la localidad 6 de Enero.



Nota: la figura muestra la fluctuación poblacional de las brocas del café en 10 semanas.

En la figura 13 se aprecia la fluctuación semanal sobre la población de brocas del café capturadas de cada tratamiento, donde se aprecia unos picos en la semana 4, 7 y 8, se aprecia la dominancia del tratamiento de alcohol comercial y café tostado molido (T4).

Análisis económico

Tabla 7: Costos de instalación

Costo de instalación de tratamientos							
Descripción	Cantidad	Costo	Tratamientos				
			T1	T2	T3	T4	
Vinagre de manzana 500 mL (\$1.10)	250 ml	\$0.55	\$0.55	--	--	--	
Vinagre blanco 500 mL (\$0.90)	250 ml	\$0.45	--	\$0.45	--	--	
Vinagre de guineo 1 litro (\$2.00)	250 ml	\$0.50	--	--	\$0.50	--	
Aguardiente de caña 1 litro (\$2.00)	750 ml	\$1.50	\$0.50	\$0.50	\$0.50	--	
Etanol comercial 1 litro (\$3.70)	500 ml	\$1.85	--	--	--	\$1.85	
Café tostado y molido 1 kilogramo (\$5.50)	200 gr	\$1.10	\$0.28	\$0.28	\$0.28	\$0.28	
Otros materiales		\$13.00	\$3.25	\$3.25	\$3.25	\$3.25	
Jornal	1	\$15.00	\$3.75	\$3.75	\$3.75	\$3.75	
COSTO POR TRATAMIENTO PARA 5 TRAMPAS			\$8.33	\$8.23	\$8.28	\$9.13	
COSTO INDIVIDUAL POR TRAMPA			\$1.67	\$1.65	\$1.66	\$1.83	

Nota: la tabla muestra los costos de instalación de los cuatro tratamientos.

De acuerdo a la tabla 7 el costo de instalación más económico es el T2 (aguardiente, vinagre blanco y café tostado molido) con un valor de 1,65\$ por cada trampa instalada.

Capítulo V

Conclusiones

La localidad 6 de Enero cuenta con un 7,44% de incidencia de broca en los cultivos de café, teniendo un dominio de frutos rojos afectados (17,97%) a comparación de los frutos verdes los cuales presentan menor afección (4,31%).

Se determinó que el uso de trampas artesanales con la combinación de alcohol comercial (etanol) y café tostado molido (T4) es la mejor alternativa de uso como atrayente para la captura de la broca del café en la localidad 6 de Enero en comparación con los demás tratamientos los cuales presentaron bajos resultados.

El análisis económico refleja una diferencia en el costo de instalación de \$0,18 ctvs por trampa entre los tratamientos T2 y el T4, la eficacia del atrayente T4 para la captura de brocas del café justifica el uso del mismo en la localidad 6 de Enero.

Recomendaciones

Colocar las trampas al final de la cosecha, contribuyendo a un mejor control de *H. hampei*, ya que en ese tiempo se le dificulta el acceso a su medio de alimento y hospedaje (granos).

Realizar podas, debido a que las condiciones de sombra favorecen a la conservación de la humedad generando un ambiente adecuado para la supervivencia de adultos, su reproducción e infestación.

Es necesario considerar investigaciones futuras donde se analicen diferentes concentraciones del tratamiento de etanol comercial y café tostado molido, así como también la época en la que se coloque la trampa.

Bibliografía

- ANECAFÉ. (2002). Manejo de la broca del fruto (*Hypothenemus hampei* Ferrari). En ANECAFÉ, *CAFÉ EN ECUADOR*. Manta: FERIVA S.A.
- Aristizábal, L. F., Jiménez, M., Bustillo, A. E., & Arthurs, S. P. (2011). Monitoring cultural practices for coffee berry borer *Hypothenemus hampei* (Coleoptera: Curculionidae: Scolytinae) management in a small coffee farm in Colombia. En F. E. Society, *The Florida Entomologist* 94 (págs. 685 - 687). Florida.
- Baker, P. S. (1999). *The coffee berry borer in Colombia*. Colombia - Chinchana: CENICAFE - CABI.
- Baker, P. S., Jackson, J., & Murphy, S. T. (2002). Manejo integrado de la plaga de la broca del fruto del café. (*Informe de proyecto*). Silwood Park, Egham.
- Barrera, J., Herrera, J., Villacorta, A., García, H., & Cruz, L. (2006). Simposio sobre Trampas y atrayentes en detección, monitoreo y control de plagas de importancia económica. *Trampas de metanol-etanol para broca del café* (pág. 12). Colima: Sociedad Mexicana de Entomología y El Colegio de la Frontera Sur.
- Benavides, P., Góngora, C., & Bustillos, A. (2012). IPM Program to Control Coffee Berry Borer *Hypothenemus hampei*, with Emphasis on Highly Pathogenic Mixed Strains of *Beauveria bassiana*, to Overcome Insecticide Resistance in Colombia. En F. Khan Perveen, *Insecticides, Advance in Integrated Pest Management* (pág. 724). Karachi - Pakistán: IntechOpen.
- Bustillo, A. E., Benavides, P., & Chaves, B. (1999). Dinámica de *Beauveria bassiana* y *Metarhizium anisopliae* que infectan a las poblaciones de *Hypothenemus hampei* (Coleoptera: Scolytidae) que emergen de las bayas de café caídas. *Florida Entomologist*, 491-498.
- Bustillos, A., Cárdenas, R., Villalba, D., Benavidez, P., Orozco, J., & Posada, F. (1998). *Manejo integrado de la broca del café Hypothenemus hampei (Ferrari)*. Colombia - Chinchana.
- Campos Almengor, O. (2020). Futuro competitivo y sostenible para nuestro café. *Importancia del manejo integrado de plagas y enfermedades emergentes debido al cambio climático*, (pág. 28). Guatemala.
- Dufour, B. P., Franco, F. F., & Hernández, A. (2007). Tropical: Hallazgos y Enfoques, Workshop Internacional, Junio 2007, Acapulco. *Evaluación del trampeo en el marco del manejo integrado de la broca del café*. In: *Memoria: La Broca del Café en América*, (págs. 89-90). Acapulco - México.
- Dufour, B. P., Gónzales, M. O., Chávez, B. A., & Ramírez, A. (2004). Proceedings of the 20th International Conference on Coffee Science, Bangalore, India. *Validation of coffee berry borer (CBB) trapping with the BROCAP® trap*. Paris - Italia.
- Dufour, B. P., Picasso, C., & González, M. O. (2002). Proceedings of the 19th International Conference on Coffee Science, Trieste, Italia. *Contribution au*

développement d'un piège pour capturer le scolyte du café Hypothenemus hampei Ferr. en El Salvador. Trieste - Italia.

- Espinoza, G. (2015). *PERSPECTIVAS DE EXPORTACIÓN DEL CAFÉ ORGÁNICO TOSTADO Y MOLIDO DE LA ASOCIACIÓN AGROPECUARIA CRISTÓBAL COLÓN, AL MERCADO FRANCÉS, SANTO DOMINGO DE LOS TSÁCHILAS 2014*. Santo Domingo.
- Gingerich, D. P., Borsa, P., Suckling, M., & Brun, L. O. (1996). Inbreeding the coffee berry borer, *Hypothenemus hampei* (Coleoptera: Scolytidae) estimated from endosulfan resistance phenotype frequencies. En C. University, *Entomological Research* (págs. 667-674).
- Guitierrez, A., & Ondarza, R. N. (1996). Kairomone effect of extracts from *Coffea canephora* over *Hypothenemus hampei* (Coleoptera: Scolytidae). *Environmental Entomology* 25, 96-100.
- Le Pelley, R. H. (1968). *Pests of coffee*. London: Longmans.
- Lezaun, J. (2016 de Abril de 2016). *CropLife*. Obtenido de Broca del café, el enemigo principal de los cafetales: <https://www.croplifela.org/es/plagas/listado-de-plagas/broca-del-cafe>
- Livelihoods. (14 de Diciembre de 2021). *FROM THE SEEDS TO YOUR CUP*:. Obtenido de LIVELIHOODS FUNDS: <https://livelihoods.eu/from-the-seeds-to-your-cupglobal-coffee-production-in-5-key-facts-figures-2/>
- Mathieu, F. (1995). Mécanismes de la colonisation de l'hôte chez le scolyte du café *Hypothenemus hampei* (Ferr.) (Coleoptera: Scolytidae). (Tesis PhD). Universidad de Paris VII, Francia.
- Medina Robles, M. E. (2021). Incidencia de broca (*Hypothenemus hampei*) y taladrador de ramilla (*Xylosandrus moringerus*) en café robusta (*Coffea canephora*) en Manglaralto Santa Elena. (Trabajo de integración curricular). Universidad Estatal Península de Santa Elena, La Libertad.
- Mendoza, G., Guzmán, O., & Salinas, A. (2021). Manejo de la broca del café, *Hypothenemus hampei* (Ferrari, 1867) (Coleoptera: Curculionidae: Scolytinae), con atrayentes etanólicos en cultivos de café de Coatepec. *Revista Chilena de Entomología*, 265-273.
- Mendoza, J. R. (1991). Resposta da broca-do-café, *Hypothenemus hampei*, a estímulos visuais e semioquímicos. (Magister Scientiae). Universidad Federal de Vicosa, Brasil.
- Mercanta. (06 de Julio de 2020). *Coffee Berry Borer: What it is and what damages it causes*. Obtenido de Mercanta: <https://coffeehunter.com/the-journal/coffee-berry-borer/>
- Molist, P. (28 de Abril de 2011). *Datos económicos del café*. Obtenido de La cultura del café : <http://laculturadelcafe.blogspot.com/2011/04/datos-economicos-del-cafe.html>

- Moura, A. P., Carvalho, G. A., & Botton, M. (2012). Residual effect of pesticides used in integrated apple production on *Chrysoperla externa* (Hagen) (Neuroptera: Chrysopidae) larval. *Revista Chilena de Investigación Agrícola*, 217-223.
- Musoli, P. C., Hakiza, G. J., Birinkunzira, J. B., Kibirige, S., & Kucel, P. (2000). Coffe (Coffea spp). *Agriculture in Uganda Vol. II*, 376-436.
- Ruiz, C. P., & Verle, J. C. (2021). Vertical trapping of the coffee berry borer, *Hypothenemus hampei* (Coleoptera: Scolytinae) in coffee. *Preprints*, 607.
- Saldarriaga, G. (1994). Evaluación de prácticas culturales en el control de la broca del café *Hypothenemus hampei* (Ferrari). (Tesis: *Ingeniero Agrónomo*). Universidad Nacional de Colombia, Medellín - Colombia.
- Sánchez, A., Vayas, T., Mayorga, F., & Freire, C. (2020). Obtenido de Sector Cafetero Ecuatoriano: <https://blogs.cedia.org.ec/obest/wp-content/uploads/sites/7/2020/10/Análisis-del-sector-cafetero-ecuatoriano-final-tres.pdf>
- Souza, J. C. (2013). Controle químico de broca-do-café com Cyantraniliprole. (Tesis *ingeniería agrícola*). Universidad Federal de Lavras, Alfenas - Brasil.
- Vega, F. E., Infante, F., Castillo, A., & Jaramillo, J. (2009). The coffee berry borer, *Hypothenemus hampei* (Ferrari) (Coleoptera: Curculionidae): a short review, with recent findings and future research directions. *Terrestrial Arthropod Reviews* 2, 129–147.
- Velasco, H., Díaz, S., Llavén, J. M., Velásquez, A. F., & Beristain, B. (1997). *Respuesta de la broca del fruto Hypothenemus hampei Ferr. a extractos de cerezas de café utilizados como atrayentes en Tepatlaco, Veracruz, México*. Veracruz - México.