



**Evaluación de diferentes atrayentes para capturar broca del café (*Hypothenemus hampei*) en la
localidad Alianza para el Progreso, Santo Domingo de los Tsáchilas**

Chuchuca Carrión, Jessica Paola

Departamento de Ciencias de la Vida y la Agricultura

Carrera de Ingeniería Agropecuaria

Trabajo de titulación, previo a la obtención del título de Ingeniería Agropecuaria

Ing. Patiño Cabrera, Marcelo de Jesús Mgs

08 de agosto de 2022

Reporte de verificación de contenido



Identical Words	423
Words with Minor Changes	92
Paraphrased Words	342
Omitted Words	0



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 Alianza para el Progreso, Santo Domingo de los Tsáchilas”** fue realizado por la señorita **Chuchuca Carrión, Jessica Paola**, 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 lo sustente públicamente.

Santo Domingo de los Tsáchilas, 08 de agosto de 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, **Chuchuca Carrión, Jessica Paola**, con cédula de ciudadanía n°172482298-4, 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 Alianza para el Progreso, 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 de 2022

Firma:

Chuchuca Carrión, Jessica Paola

C.C.: 172482298-4



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

AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN

Yo **Chucuca Carrión, Jessica Paola**, con cédula de ciudadanía n°172482298-4, 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 Alianza para el Progreso, 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 de 2022

Firma:

Chucuca Carrión, Jessica Paola

C.C.: 172482298-4

Dedicatoria

El presente trabajo de investigación es dedicado con mucho amor:

A Dios, por ser mi motor espiritual y el de mi familia, por guiarme, protegerme y llenarme de sabiduría, fortaleza y salud.

A mis padres Plinio Chuchuca y Rosa Carrión, por ser mi gran ejemplo, soporte, apoyo y motivación para seguir adelante y poder culminar esta etapa profesional, quienes me han enseñado que los sueños y las metas si se cumplen, con responsabilidad, perseverancia, dedicación, trabajo y esfuerzo. Mi triunfo es de ustedes, los amo.

A mis hermanos Andrés y Manuel por su compañía, amor y apoyo constante durante las diferentes etapas de mi vida, son mi fortaleza para seguir adelante.

A mis tías, Diana Chuchuca y Rosa Chuchuca, mujeres luchadoras y ejemplo de superación, por su amor, compañía y apoyo a lo largo de esta etapa.

Finalmente, a mis amigos que me acompañaron en los buenos y malos momentos a lo largo de mi carrera universitaria.

Agradecimiento

En primer lugar, agradezco a Dios, quien me ha dado la fortaleza, sabiduría, fe y salud para poder concluir este trabajo de investigación y mi carrera universitaria.

A mis padres, quienes han velado siempre por mi educación con ejemplo de sus principios de respeto, responsabilidad, trabajo, esfuerzo y perseverancia, han sido el pilar fundamental y mi mayor inspiración para cumplir este sueño. Gracias por su amor y apoyo incondicional en todo este trayecto. Agradezco a mis hermanos, por su cariño infinito y sus palabras que me alientan a seguir adelante.

A la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE sede Santo Domingo, por brindar educación de calidad y abrir sus puertas para mi formación profesional en la carrera de Ingeniería Agropecuaria.

A mi tutor de tesis, Ing. Marcelo Patiño, por su paciencia, orientación brindada y sus enseñanzas a nivel profesional.

Al Sr. Guillermo Ramos y la Sra. Janeth Montero por su acogida y la disposición de sus predios del cultivo de café para la ejecución de la investigación.

A todos los docentes que compartieron sus conocimientos y experiencias, que permitió formarme personal y profesionalmente durante la etapa de estudio, especialmente al Ing. Vinicio Uday y Dr. Iván Naranjo por su apoyo, motivación y credibilidad de mis capacidades.

A mis amigos del combito, Alison, Susana, Carol, Karen, Omar, Fernando, Lenin, John y Alexis, gracias por su amistad, por todo lo compartido y por sus palabras de ánimo. Un agradecimiento especial a Yaritza, Jessenia, Karina, Daniela y Juver por su amistad y por el gran aprecio que me tienen.

Agradezco por su compañía, apoyo y amistad a Kevin M. y Angie Z. durante el desarrollo de la tesis, con quienes compartí momentos de risa, cansancio y trabajo.

Índice de contenido

Carátula	1
Reporte de verificación de contenido	2
Certificación	3
Responsabilidad de auditoría.....	4
Autorización de publicación.....	5
Dedicatoria	6
Agradecimiento	7
Índice de contenido	8
Índice de tablas.....	13
Índice de figuras.....	14
Resumen.....	16
Abstract	17
Capítulo I.....	18
Introducción.....	18
Objetivos.....	20
Objetivo General.....	20
Objetivos Específicos	20
Hipótesis	20
Capítulo II.....	21

Marco teórico	21
Antecedentes	21
Fundamentaciones	22
Origen y distribución de la broca del café	22
Taxonomía	23
Biología	23
Hábitos y ecología	24
Diapausa reproductiva.	24
Emergencia masiva.	24
Daños causados por broca de café.....	25
Momento A – B.	25
Momento C – D.	25
Manejo integrado de la broca	25
Manejo cultural.....	25
Poda y regulación de la sombra.	25
Correcto ordenamiento del cultivo.	26
Fertilización y riego.	26
Manejo biológico.	26
Control químico.	26
Control etológico.	26

	10
Trampa comercial.	28
Trampa artesanal.	28
Capítulo III.....	29
Metodología	29
Ubicación del área de investigación.....	29
Ubicación política.....	29
Ubicación geográfica.....	29
Ubicación ecológica	30
Materiales.....	30
Materiales de campo	30
Materiales de oficina	31
Materiales de laboratorio	31
Equipos	31
Insumos	31
Métodos	32
Diseño experimental.....	32
Tratamientos a comparar.....	32
Tipo de diseño.....	32
Características de las unidades experimentales.....	33
Croquis.....	33

Análisis estadístico	34
Esquema del análisis de varianza	34
Transformación a raíz cuadrada	34
Coeficiente de variación.....	34
Análisis funcional	35
Análisis económico	35
Variables a medir	35
Incidencia de la broca en los cultivos de la localidad	35
Numero de brocas capturadas	35
Métodos específicos de manejo del experimento	36
Elaboración de trampas artesanales	36
Preparación de los atrayentes	36
Distribución e instalación de las trampas.....	36
Recambio de atrayentes	37
Evaluación de los tratamientos aplicados	37
Capítulo IV	38
Resultados y Discusión.....	38
Incidencia de la broca en los cultivos de la localidad	38
Número de brocas capturadas.....	40
Análisis económico	51

Capítulo V	53
Conclusiones.....	53
Recomendaciones.....	54
Capítulo VI	55
Bibliografía.....	55

Índice de tablas

Tabla 1 Identificación y descripción de los tratamientos a comparar.	32
Tabla 2 Descripción de las características de las unidades experimentales de la investigación.	33
Tabla 3 Análisis de varianza	34
Tabla 4 Descripción de la concentración de los atrayentes a evaluar.	36
Tabla 5 Matriz para la toma de datos	37
Tabla 6 Análisis de varianza de la variable número de brocas capturadas mediante la evaluación de diferentes atrayentes en trampas artesanales.	40
Tabla 7 Costos de fabricación e instalación de las trampas artesanales con los respectivos atrayentes a evaluar	51

Índice de figuras

Figura 1 Mapa de la ubicación geográfica del cultivo de café donde se desarrolló la investigación.	29
Figura 2 <i>Croquis del ensayo</i>	33
Figura 3 Porcentaje de incidencia de la broca de café en cinco cultivos de la localidad “Alianza para el Progreso”	38
Figura 4 Porcentaje de incidencia de la broca de café en granos verdes y rojos en la localidad “Alianza para el Progreso”	39
Figura 5 Prueba de significancia de brocas capturadas en la segunda toma de datos mediante la evaluación de diferentes atrayentes en trampas artesanales.	41
Figura 6 Prueba de significancia de brocas capturadas en la tercera toma de datos mediante la evaluación de diferentes atrayentes en trampas artesanales.	42
Figura 7 Prueba de significancia de brocas capturadas en la cuarta toma de datos mediante la evaluación de diferentes atrayentes en trampas artesanales.	43
Figura 8 Prueba de significancia de brocas capturadas en la quinta toma de datos mediante la evaluación de diferentes atrayentes en trampas artesanales.	44
Figura 9 Prueba de significancia de brocas capturadas en la sexta toma de datos mediante la evaluación de diferentes atrayentes en trampas artesanales.....	45
Figura 10 Prueba de significancia de brocas capturadas en la séptima toma de datos mediante la evaluación de diferentes atrayentes en trampas artesanales.	46
Figura 11 Prueba de significancia de brocas capturadas en la octava toma de datos mediante la evaluación de diferentes atrayentes en trampas artesanales.	47
Figura 12 Prueba de significancia de brocas capturadas en la novena toma de datos mediante la evaluación de diferentes atrayentes en trampas artesanales.	48

Figura 13 Prueba de significancia de brocas capturadas en la décima toma de datos mediante la evaluación de diferentes atrayentes en trampas artesanales.	49
Figura 14 Fluctuación poblacional de la broca del café durante 10 semanas consecutivas mediante la evaluación de diferentes atrayentes en trampas artesanales.	50

Resumen

El presente trabajo de investigación se llevó a cabo en la localidad “Alianza para el Progreso” perteneciente a la parroquia San José de Alluriquín, Santo Domingo de los Tsáchilas, con el fin de obtener el atrayente más efectivo para el control de broca de café. Los objetivos planteados fueron 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 y establecer el costo de instalación de los diferentes tratamientos. El diseño experimental utilizado fue un DCA, con 4 tratamientos y 5 observaciones, se aplicó la transformación de raíz cuadrada para los valores de conteo de broca para los cálculos de ANOVA y prueba de significancia de Tukey al 5%. Los resultados indicaron que en la localidad en estudio tiene un 8% de incidencia de broca en los cultivos de café, se demuestra que la mejor alternativa para el control de la broca de café es el T2 (aguardiente + vinagre blanco + café tostado y molido) con una captura de 37 brocas/semana, seguido por el T1 (aguardiente + vinagre de manzana + café tostado y molido) con una cantidad de 20 brocas/semana. Mediante el análisis económico en base a los costos de instalación que varían entre tratamientos, el T2 con el valor más económico de \$1,65 por trampa. En conclusión, las trampas artesanales con el atrayente a base de aguardiente + vinagre blanco+ café tostado y molido fue el más efectivo y económico para la captura de broca de café.

Palabras claves: café, atrayentes, *Hypothenemus hampei*, trampas.

Abstract

The present research work was carried out in the locality "Alianza para el Progreso" belonging to the parish of San José de Alluriquín, Santo Domingo de los Tsáchilas, in order to obtain the most effective attractant for the control of CBB. The objectives were to determine the percentage of CBB infestation in the study site, to evaluate the efficiency of the different attractants for capturing CBB and to establish the cost of installation of the different treatments. The experimental design used was a DCA, with 4 treatments and 5 observations. The square root transformation was applied to the CBB count values for ANOVA calculations and Tukey's 5% significance test. The results indicated that the locality under study has an 8% incidence of CBB in coffee crops, showing that the best alternative for CBB control is T2 (brandy + white vinegar + roasted and ground coffee) with a capture of 37 CBB/week, followed by T1 (brandy + apple cider vinegar + roasted and ground coffee) with a quantity of 20 CBB/week. Through the economic analysis based on the installation costs, which vary among treatments, T2 was the most economical at \$1.65 per trap. In conclusion, the handmade traps with the brandy-based attractant + white vinegar + roasted and ground coffee were the most effective and economical for capturing coffee berry borer.

Key words: coffee, attractants, *Hypothenemus hampei*, traps.

Capítulo I

Introducción

Según (CEFA, 2022), la caficultura en el Ecuador involucra alrededor de 50 mil familias, la mayoría son pequeños productores, tiene relevancia en el ámbito: económico, social y ambiental. El café genera ingresos para todos aquellos que intervienen en la cadena productiva y permiten dinamizar la economía rural. A nivel social, se encuentra relacionado con la participación de los diversos pueblos y etnias, hombres y mujeres, de todas las edades y niveles de escolaridad; contribuye en la generación de empleo. La importancia ambiental, radica en que el cultivo se desarrolla en ricos sistemas agroforestales que contribuyen en la conservación de los recursos filogenéticos, captura de carbono y balance hídrico (Fórum Cultural del Café, 2020).

Ecuador, es uno de los países que produce dos variedades de café exportables, arábigo y robusta y son cultivadas en las cuatro regiones del país. De acuerdo, al II Censo Agropecuario en el 2002 se registró 260 528 hectáreas y según ANECAFE en el 2019 solo 60 mil hectáreas se encuentran en producción. Por lo cual, el MAGAP y ANECAFE implementaron el proyecto “Taza Dorada”, con la finalidad de incentivar a la producción de café (Sánchez, Vayas, Mayorga, & Freire, 2020). La exportación para el año 2010-2019 decreció un 26% y 27,4% de café arábigo y robusta, respectivamente.

A lo largo del tiempo, la actividad cafetalera ha enfrentado un sin número de problemas de orden técnico, lo que ha provocado pérdidas en la producción y competitividad en el mercado internacional y deterioro de la estructura socioeconómica de los productores del grano (SIPA, 2019).

El (Banco Central del Ecuador, 2021) indica que, las plantaciones de café en el país se encuentran el 14% en buenas condiciones, el 71% normal y el 15% están malas; consecuencia de que los cafeteros presentan problemas climáticos, asesoría técnica deficiente, falta de vías de comunicación y

políticas económicas favorables, alto costo y escasez de la mano de obra. (SIPA, 2019) destaca que, la producción y la productividad del cultivo, depende de la edad del cultivo, variedad, fertilización, manejo del cultivo, control e incidencia de plagas y enfermedades.

La roya (*Hemileia vastatrix*) y la broca del fruto (*Hypothenemus hampei*) desde 1981, ha causado impactos negativos en la producción cafetera nacional, lo que provoca precios bajos y menos rentable la producción. Por lo cual, varias instituciones trabajan para promover cambios fundamentales en la tecnología de producción de café (AGROCALIDAD, 2020).

La broca es la plaga más importante del café en el Ecuador, que ha alcanzado el 85% de infestación en el café robusta; los daños son causados por la hembra adulta, la misma, que entra a la corona del fruto hasta llegar a la semilla, lugar de alimento para las larvas y adultos (AGROCALIDAD, 2020). Como consecuencia, granos de mala calidad y peso, podredumbre de semillas, incapacidad para la producción de semillas y pérdida de mercados extranjeros (Lezaun, 2016).

Para el control se han recomendado ejecutar una serie de actividades basadas en prácticas culturales y establecer un MIP. El control etológico permite reducir la población de la broca entre cosechas y la infestación inicial, es un método utilizado con atrayentes y se ha promovido investigaciones para evaluar la eficiencia de diferentes diseños de trampas y atrayentes para el control de la broca del fruto cafeto.

Objetivos

Objetivo General

Evaluar diferentes atrayentes para capturar broca del café en la localidad Alianza para el Progreso, 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 los costos 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

Marco teórico

Antecedentes

El café se encuentra expuesto a desafíos que reducen su productividad, en la investigación realizada por (Cumbicus & Jiménez, 2012), se obtuvo que las causas más importantes de ello según la percepción de los productores son la falta de financiación y asesoría técnica (22,84%) y el aumento de plagas y enfermedades (27,16%).

Entre los problemas fitosanitarios de mayor afectación se encuentran la Roya y la Broca con apariciones del 17,59% y 20,99% de las plantaciones, respectivamente, lo que ocasiona que las pérdidas de cosecha de grano lleguen hasta el 80% (Bustillo, 2008).

La Broca o barrenador de grano de café ha sido catalogada como una plaga de alto impacto mundial, aun así, alcanza diferentes niveles en cada país, en Brasil se evidenció por primera vez en el año 1924, en Guatemala en 1971, surgió en Colombia por el año 1988 y actualmente se localiza el 85% del área cultivada de café a nivel mundial, es decir una cifra de más de 700 000 hectáreas (Canet, y otros, 2016).

Las cifras demuestran que en el Ecuador desde 1981 la dispersión de la Broca del fruto de café (*Hypothenemus hampei* Ferrari.) es el mayor problema en cuanto a la parte fitosanitaria del cultivo comprende; su principal repercusión es a nivel económico ya que ataca directamente al fruto, baja su peso, calidad y adicionalmente ocasiona formación de hongos que perjudica la calidad organoléptica del producto final (ANECAFÉ, 2002).

En Santo Domingo de los Colorados la Broca viene ocasionando daños desde el año de 1986 para lo cual los productores de café han buscado las opciones para convivir y bajar los niveles de daño del insecto (ANECAFÉ, 2002).

Actualmente en la búsqueda de reducir los daños ocasionados por la Broca, los productores optaron ya sea de forma racional o irracional por la aplicación de productos agroquímicos en el cultivo, pero ante los elevados costos, problemas de aplicación, contaminación ambiental y resistencia de los insectos desde el año 2002 se ha buscado sustituir los agroquímicos mediante estudios sobre las relaciones entre las sustancias atrayentes y el insecto en base a aplicación de trampas o control etológico (Bustillo, 2008).

La investigación realizada por (Cueva, 2022), menciona que en la localidad Alianza para el Progreso se tiene que el 80% de las problemáticas se asocian a la presencia de broca de café, además en cuestiones de manejo el 70% de los productores no efectúan labores de control etológico para bajar las poblaciones de la plaga lo que ocasiona pérdidas mayores al 90% de la producción.

Fundamentaciones

Origen y distribución de la broca del café

La broca es originaria del África ecuatorial y fue introducida al continente americano a principios del siglo pasado. Actualmente se encuentra en todos los países productores del café (Bustillo, 2008).

En el Ecuador, la broca se detectó en la provincia de Zamora Chinchipe en 1981 y en 1982 se dispersó a todas las zonas cafetaleras de la provincia, en 1983 se localizó en Loja, en corto tiempo se distribuyó a las regiones productoras de café del país (Cevallos, 2010). En la actualidad, la broca de café se encuentra en casi todo el territorio nacional que causa daños desde el 10% hasta el 100% de infestación.

Taxonomía

(Párraga, 2017), cita la siguiente taxonomía de la broca del café:

- **Clase:** Insecta
- **Orden:** Coleóptera
- **Suborden:** Polyphaga
- **Familia:** Curculionidae
- **Subfamilia:** Scolytinae
- **Género:** *Hypothenemus*
- **Especie:** *Hypothenemus hampei* Ferrari.

Biología

El ciclo de la Broca puede variar según las condiciones meteorológicas de los diferentes sitios, desde que es un huevo a la etapa de adulto tiene una duración estimada de 27,5 días a temperatura de 24,5 °C, para ello la hembra adulta emerge de la pupa lista para aparearse con el macho cuya única función es reproductiva y no perfora los frutos, la postura de huevos está disponible posterior a los tres días y tiene una duración de 15 a 20 días, cada oviposición es de 2-3 huevos por día. El periodo de incubación tiene una duración de 7 días cuando la temperatura es de 23 °C. El periodo larval tiene una extensión de 19 días en hembras y 15 días en machos. El periodo de pre pupa dura dos días, pero el periodo generacional puede alargarse a 45 o 69 días cuando las temperaturas van de un máximo de 22 °C a un mínimo de 19 °C respectivamente (ANECAFÉ, 2002).

La relación macho/hembra es de 1:10 y una vez las hembras inician la postura de huevos cuidan a su descendencia hasta la muerte mediante la penetración de los frutos, en los frutos secos tarda 11 horas con 21 minutos, en los maduros 4 horas con 50 minutos, en frutos pintones tarda 5 horas con 54 minutos y en verdes el periodo es de 5 horas con 36 minutos (Bustillo, 2008).

Hábitos y ecología

Las condiciones óptimas para el desarrollo de la broca se encuentran en altitudes bajas del trópico y subtropical hasta 1000 msnm. Posee una dispersión agregada o de contagio, no tiene una infestación uniforme dentro del cafetal sino en focos, aun dentro de cada planta algunas ramas son más infestadas que otras, la parte del último tercio con las más infestadas (Cevallos, 2010).

Las preferencias de vuelo son las horas a medio día (12:00 y 16:00), cuando las temperaturas son más altas en el transcurso del día, además, realizan vuelos sostenidos y alcanzan una distancia de 350 m aproximadamente (Cevallos, 2010).

En época lluviosa ocurre el periodo de maduración del fruto, pueden presentar 2 o 3 generaciones de broca en un mismo fruto o nido, después de la cosecha e ingreso a la época seca del año, las brocas dejan de emerger y entran a diapausa reproductiva (Cevallos, 2010).

Diapausa reproductiva. Estado fisiológico de las brocas adultas, ocurre cuando dejan de buscar hospedero y sin perder actividad se congregan formando grupo dentro de los frutos infestados negros y secos, lo cual, le permite sobrevivir con mayor éxito al periodo de inter cosecha debido a que en este periodo se presenta mayor sequedad y escasez de alimento. Al congregarse en frutos negros evita la pérdida de humedad y al reducir su actividad, conservarán la energía suficiente para el vuelo de búsqueda del hospedero en la nueva cosecha (Barrera & Montoya, 2006).

Emergencia masiva. Es un fenómeno conocido como “broca en tránsito”, es decir, es el traslado de la población sobreviviente desde los frutos viejos a los frutos de la nueva cosecha. (Barrera & Montoya, 2006) manifiestan que es un periodo crítico en la vida de la broca ya que al salir del grano se exponen a la acción de los factores de mortalidad artificiales (insecticidas, entomopatógenos y trampeo).

Daños causados por broca de café

Las hembras de la broca causan perforaciones y forman galerías en el interior del fruto lo que consecuentemente provoca la caída de los frutos y también la reducción del peso de grano (Bustillo, 2008).

Los daños a causa de la broca pueden conceptualizarse en cuatro momentos.

Momento A – B. Los granos taladrados se vuelven color negro y caen al suelo, las hembras son susceptibles a cualquier tipo de control que se ejerza en este estado (CENICAFÉ, 2008).

Momento C – D. Debido a que ya no es posible causar daños al insecto sin afectar las cerezas, los daños causados al interior de los frutos ya no tienen solución y son muy graves de modo que afecta directamente a la productividad y economía del cultivo (CENICAFÉ, 2008).

Posterior a los daños a causa del insecto, las cerezas perforadas son susceptibles a ser invadidas por estructuras reproductivas de hongos como Penicilina o Aspergillus, los que producen micotoxinas perjudiciales (Bustillo, 2008).

Manejo integrado de la broca

Debido a que los daños que ocasiona la broca ocurren con inmediatez y en la maduración de los frutos para su aprovechamiento, el manejo de la plaga debe hacerse de forma integrada, ello comprende el empleo de diferentes opciones y uso de recursos para que la convivencia con el insecto sea más llevadera, con la menor afectación en el cultivo, evitando los riesgos a la salud de los productores, el ambiente y la biodiversidad (PROMECAFÉ, 2008).

Manejo cultural. Consiste en la cosecha sanitaria de los frutos, el registro de datos de floración, corte de frutos prematuros y labores de manejo agrícola del cultivo (INIAP, 2017).

Entre las actividades de manejo agrícola se encuentran:

Poda y regulación de la sombra. Permite el ingreso de luz y ventilación en las plantas, con la

poda se puede mantener la producción de cantidad específica de brotes productivos sanos, así una vez en el suelo las cerezas caídas se desecan y bajan las poblaciones de broca allí contenidas, esta actividad se realiza después de cosecha (INIAP, 2017).

Correcto ordenamiento del cultivo. Mediante la organización del cultivo, el acondicionamiento de restos de poda y el control de malezas se da la opción de facilitar labores de cosecha de cerezas maduras, eliminación de frutos verdes y secos, además de trampeo (INIAP, 2017).

Fertilización y riego. Permiten un buen desarrollo sano y vigoroso de los cafetales, además, una floración uniforme (Medina, 2021).

Manejo biológico. Implica el estudio previo de la relación parásito y huésped, se caracteriza por la descarga de especies parasitoides en el campo tales como *Phymastichus Coffea*, *Cephalonomia stephanoderis* cuya habilidad al ser dispersadas en campo son reducir las poblaciones del insecto y la avispa *Prorops nasuta* que es enemigo natural de la broca, además de hongos entomopatógenos como *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuillemin que parasita y mata a las brocas en estado adulto (INIAP, 2017).

Control químico. Comprende la aplicación de productos químicos como insecticidas, pero solo cuando los procedimientos culturales, biológicos y etológicos no efectúan resultados, es decir como un último recurso (INIAP, 2017).

(Barrera & Montoya, 2006) mencionan que el uso de los insecticidas químicos, en particular con edosulfan, era la táctica más usada hasta antes de que se presentaran los siguientes acontecimientos:

- Desarrollo del control biológico.
- Crisis del precio de café en el mercado internacional.
- Crecimiento de la cafeticultura orgánica

Control etológico. Se refiere al empleo de sustancias de tipo atrayentes para atrapar a las hembras colonizadoras, para tales efectos se emplea trampas (ANECAPÉ, 2002).

La implementación de trampas se debe efectuar en el mes de marzo y su retiro en junio para

capturar a la broca en su etapa de migración cuando se encuentra volando (INIAP, 2017). Según (ANECAFÉ, 2002), el número de trampas mínimo es de 18 a 20 trampas por hectárea, las revisiones y mantenimiento de las trampas debe realizarse cada quince días.

La sustancia de mayor empleo en el control etológico es el alcohol que ha demostrado utilidad para la toma de decisiones sobre el control eficiente y amigable de la plaga, así como determinación de los periodos de mayor emergencia de broca y seguimiento poblacional. Su funcionamiento está dado particularmente debido al sentido del olfato para buscar a sus hospederos (INIAP, 2017).

De acuerdo con las investigaciones de (PROMECAFE, 2003), el empleo de atrayentes como etanol, metanol y combinaciones de los mismos ha facilitado la captura de brocas en estado adulto; de igual manera mezclas de alcoholes con café o sustancias derivadas de café cumplen con el mismo objetivo.

La combinación del etanol con extractos de las plantas (albahaca, rusa y romero) y con vinagres (manzana y blanco) es otra opción viable para el control de broca de café. (Mendoza, Guzmán, & Salinas, 2021) indican que la mayor captura de broca se observó en las mezclas de etanol: vinagre de manzana y etanol: vinagre blanco con un promedio de 136 y 98 insectos, respectivamente. Además, se presenta como una alternativa de bajo costo para ser utilizada por los caficultores.

La capacidad de las trampas localizadas a 24 m de distancia entre sí y con el uso de atrayentes son de 38 a 99 brocas adultas/trampa/día según la localidad, número de frutos dispersos en el suelo y exposición de los desperdicios o restos de cosechas en el suelo (PROMECAFE, 2003).

(Medina, 2021) manifiesta que el efecto del trampeo ha demostrado que se reduce la infestación de broca y la eficacia es del 80% aproximadamente, además, es compatible con el control biológico ya que no atrae ni captura a los parasitoides. El control etológico evita que exista residuos químicos en el grano y no afecta al ambiente.

En los últimos años el uso de trampas y atrayentes han tenido un desarrollo importante, que proporciona información de forma rápida y sencilla que sirve como indicador del riesgo de ataque de la plaga y permite la toma de decisiones del manejo (Barrera & Montoya, 2006).

Trampa comercial. Es una herramienta eficiente para el manejo integrado en altas poblaciones de broca en los cafetales, la más conocida es la trampa Brocap (Medina, 2021). Posee la siguiente descripción:

- Arriba, el embudo con aletas rojas, color atractivo para la broca.
- En el centro, el difusor y el atrayente actuando por evaporación.
- Abajo, el recipiente de captura, transparente para un control visual.

Trampa artesanal. Para la elaboración de las trampas se requieren los siguientes materiales: botellas de dos o tres litros, frasco de vidrio o plástico oscuro de 100 o 200 ml, estilete, alambre y atrayente (Medina, 2021). La elaboración cuenta con el siguiente proceso:

- Preparación del difusor, en la tapa se debe hacer un orificio para gasificar el atrayente.
- Preparación de la trampa, se debe realizar una abertura en un lado de la botella de 10 x 15 cm y colocar el difusor con su atrayente.
- Distribución de trampas, colocar de 20 a 25 trampas/hectárea, con una distancia de 20 x 20 m, en lugares sombreados, debajo de cafetos frondosos.

Capítulo III

Metodología

Ubicación del área de investigación

Ubicación política

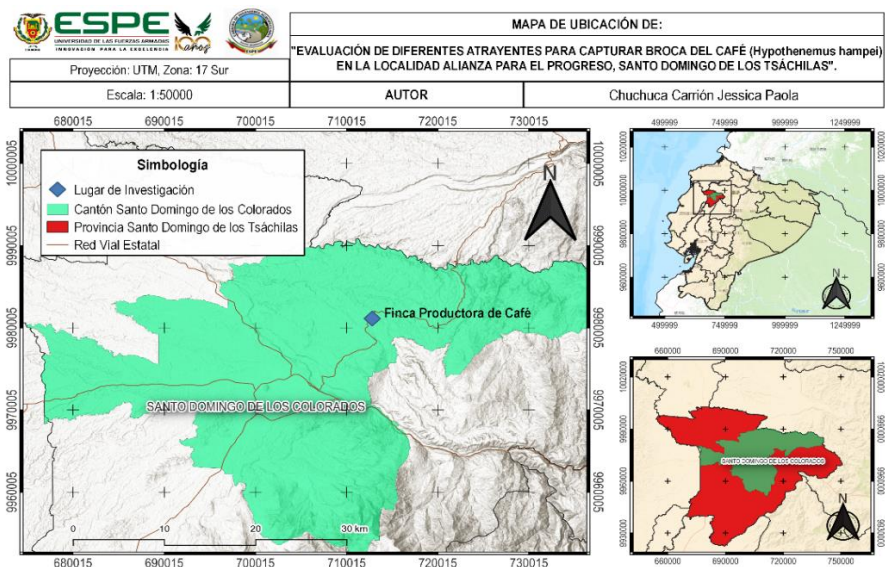
- Provincia: Santo Domingo de los Tsáchilas
- Cantón: Santo Domingo
- Parroquia: San José de Alluriquín
- Sector: Alianza para el Progreso

Ubicación geográfica

El lugar de investigación se ubica en las coordenadas $0^{\circ}10'14''$ S y $79^{\circ}5'16''$ W.

Figura 1

Mapa de la ubicación geográfica del cultivo de café donde se desarrolló la investigación.



Nota. Ubicación geográfica del lugar de investigación en la localidad Alianza para el progreso.

Ubicación ecológica

- Zona de vida: Bosque Húmedo Subtropical (bh-S)
- Altitud: 400 msnm
- Temperatura media anual: 22°C
- Precipitación: 3045 mm/año
- Luminosidad: 739 horas/luz año
- Humedad relativa: 95%

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
- Jeringa de 20 ml
- 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 al 70%
- Aguardiente
- Vinagre blanco
- Vinagre de manzana
- Vinagre de guineo
- Café tostado molido
- Agua con detergente

Métodos

Diseño experimental

Tratamientos a comparar

Tabla 1

Identificación y descripción de los 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. Descripción de cada una de las mezclas de los atrayentes a evaluar.

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:

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

Donde:

- Y_{ij} : Observaciones individuales
- μ : Es el efecto de la media global
- τ_i : Efecto del tratamiento
- ε_{ij} : Error experimental

Características de las unidades experimentales

Tabla 2

Descripción de las características de las unidades experimentales de la investigación.

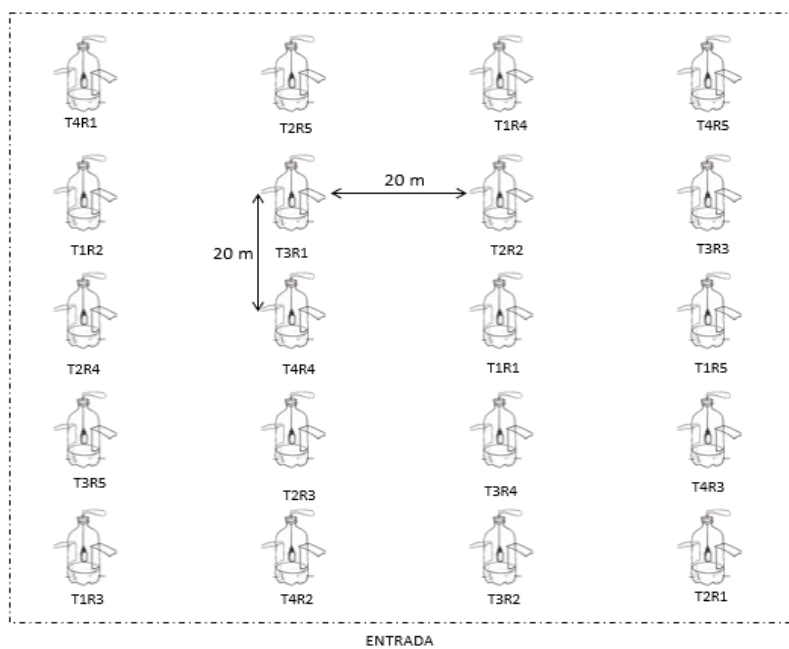
Parámetro	Cantidad
Numero de tratamientos	4
Numero de observaciones	5
Número de unidades experimentales	20
Distancia entre unidades experimentales (trampas)	20 m

Nota. Principales características de las unidades experimentales (trampas) en estudio.

Croquis

Figura 2

Croquis del ensayo



Nota. Croquis de la distribución de las unidades experimentales bajo el DCA.

Análisis estadístico

Esquema del análisis de varianza

Tabla 3

Análisis de varianza

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

Nota. Análisis de varianza con los respectivos grados de libertad.

Transformación 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. Según (Sánchez J. , 2006), si el conteo es entre 2 y 10, se prefiere la transformación $\sqrt{x + 0,5}$, especialmente cuando hay valores de cero entre los datos.

Coefficiente de variación

Para determinar el coeficiente de variación se utilizó la siguiente fórmula:

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

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, en base a los materiales e insumos utilizados para la instalación de las trampas.

Variables a medir

Incidencia de la broca en los cultivos de la localidad

Se realizó un muestreo en cinco fincas pertenecientes a la localidad Alianza para el Progreso 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 broca de café (%)

n = Número de granos afectados con broca de café.

N = Número total de granos evaluados

Numero de brocas capturadas

Esta variable fue medida durante un periodo de 10 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 las que se realizó un corte de 10 x 15 cm, se perforó 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 en la planta.

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 cuatro tipos de atrayentes, se presentan a continuación:

Tabla 4

Descripción de la concentración de los atrayentes a evaluar.

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

Nota. Descripción de las cantidades de los insumos para preparar los atrayentes a evaluar.

Distribución e instalación de las trampas

Se realizó la distribución e instalación de las trampas en el cultivo de café bajo un 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 siete 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 05 de mayo del 2022 al 07 de julio del 2022.

Tabla 5

Matriz para la toma de datos

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

Nota. Matriz utilizada para la toma de datos semanales.

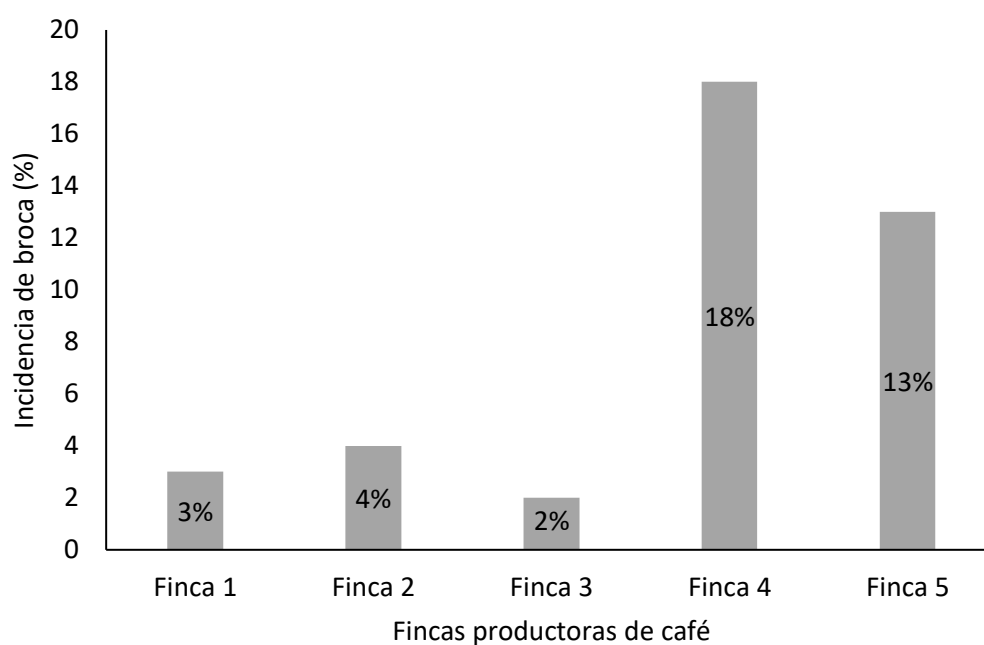
Capítulo IV

Resultados y Discusión

Incidencia de la broca en los cultivos de la localidad

Figura 3

Porcentaje de incidencia de la broca de café en cinco cultivos de la localidad “Alianza para el Progreso”.

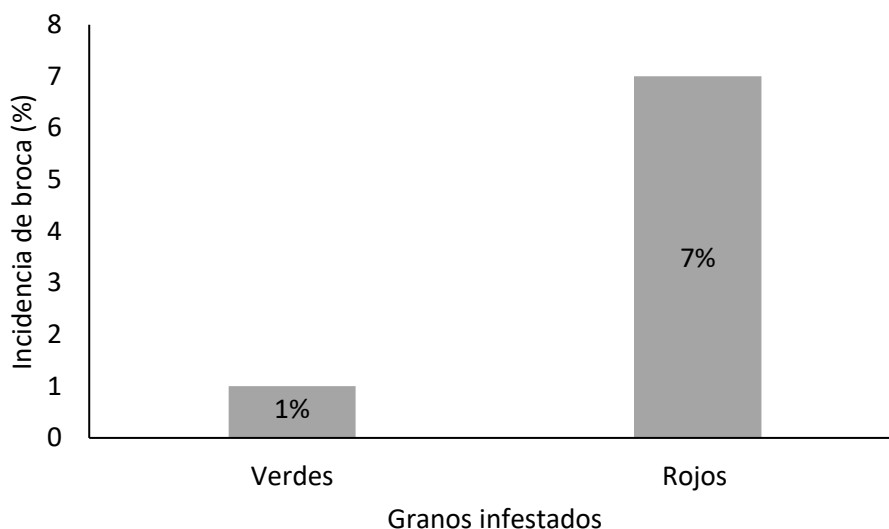


Nota. Incidencia de la broca de café en las cinco fincas para obtener el porcentaje de incidencia de la localidad en estudio.

En la figura 3 se muestra la incidencia de broca de cada una de las cinco fincas que se realizó el muestreo, la misma que se clasificó en granos verdes y rojos brocados (Figura 4) para conocer que frutos son mayormente atacados. La instalación de las trampas con los diferentes atrayentes a evaluar para la captura de broca se llevó a cabo en la Finca 4 que presenta un 18% de incidencia de broca en el cultivo de café, siendo el porcentaje más alto respecto a las otras cuatro fincas.

Figura 4

Porcentaje de incidencia de la broca de café en granos verdes y rojos en la localidad “Alianza para el Progreso”.



Nota. Porcentaje total de infestación de la localidad, clasificado en granos verdes y rojos.

En la localidad “Alianza para el Progreso” se obtuvo un 8% de infestación de broca de café, bajo el muestreo de recolección de granos en cinco fincas diferentes de la localidad. Se observa en la figura 4 que existe una infestación del 1% en granos verdes y en granos rojos el 7%.

(ANECAFÉ, 2002) indica que en Santo Domingo de los Colorados la broca ha ocasionado daños desde 1986 para lo cual los productores han buscado opciones para su control. (Montes & Cadena, 2012), manifiestan que el umbral de daño económico de la broca de café es del 5%, valor estimado por CENICAFÉ, la localidad en la que se realizó la investigación presenta un promedio de 7% de infestación, valor superior al umbral de daño económico. Además, (Ramírez, 2009) menciona que la presencia de broca en el cultivo daña la calidad de los granos y es atraída por el color y en la formación de frutos; en la presente investigación se cuenta con una afectación de 1% en granos verdes y 7% en granos rojos.

Número de brocas capturadas

Tabla 6

Análisis de varianza de la variable número de brocas capturadas mediante la evaluación de diferentes atrayentes en trampas artesanales.

Fuentes de variación	Grados de libertad	Cuadrados medios												
		S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10			
Tratamientos	3	1,49	* 1,71	**	1,35	**	1,77	* 1,56	**	1,67	* 2,04	* 1,31	* 2,69	**
Error	16	0,27	0,19		0,15		0,24	0,15		0,28	0,23	0,23	0,15	
Total	19													
CV		31,68	24,3		19,14		21,16	21,2		21,68	19,07	21,62	15,97	

Nota. Resumen de análisis de varianza de la variable número de brocas capturadas e indicación de la diferencia significativa en las diferentes semanas de evaluación.

En la tabla 6 mediante el análisis de varianza de la variable número de brocas capturadas, se observa que existe diferencia significativa desde la segunda hasta la última fecha que corresponde a la décima evaluación, con un nivel de significancia del 5%.

Los atrayentes que se evaluaron son diferentes en la captura de broca de café, por lo tanto, se acepta la hipótesis alternativa y se rechaza la hipótesis nula que indica que no hay diferencia significativa entre los atrayentes.

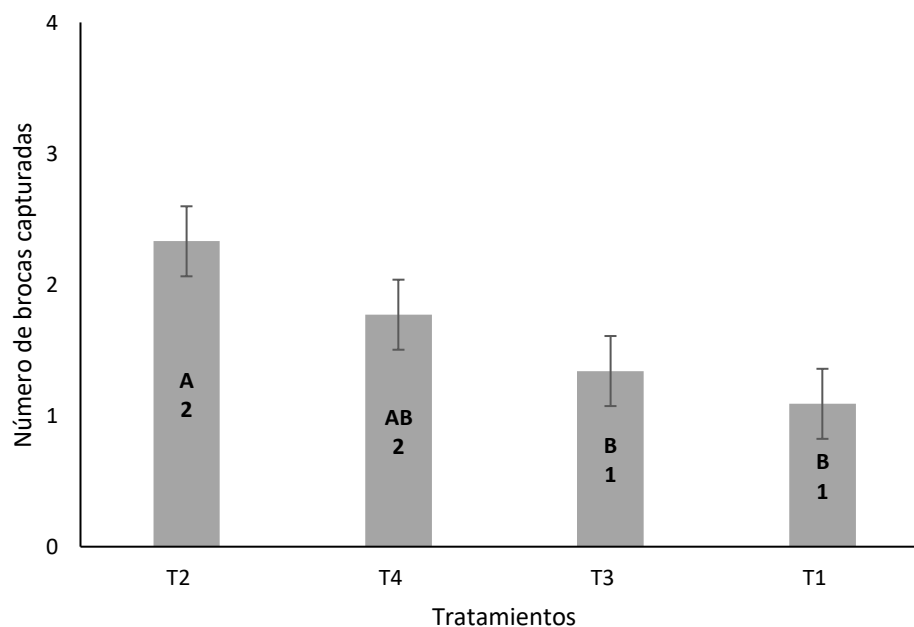
El coeficiente de variación (CV) durante el tiempo de investigación fue de 31,68% en la segunda toma de datos, en la tercera semana de toma de datos bajo a 24,3%. A partir de la cuarta hasta la novena semana de evaluación se mantuvo con un CV entre 19,07% y 21,68% (tabla 6) y en la última semana de evaluación se concluyó con un CV de 15,97%. Por lo tanto, la investigación se encuentra

dentro de los rangos aceptables del CV, según (Gordón & Camargo, 2015) indica que los ensayos sobre insectos el rango aceptable en el CV es entre 25 a 31%, además, que los ensayos en el campo agrícola de campo los CV se consideran bajos menores de 10%, medios de 10 a 20 %, altos de 20 a 30% y muy altos superiores de 30%.

A continuación, se presenta la prueba de significancia de Tukey al 5% para la variable de cantidad de brocas capturadas desde la segunda hasta la décima evaluación. Es necesario indicar que se está trabajando con una variable numérica discreta, por lo cual, se aplicó la regla de redondeo en los valores de la media y los resultados se presentan en números enteros.

Figura 5

Prueba de significancia de brocas capturadas en la segunda toma de datos mediante la evaluación de diferentes atrayentes en trampas artesanales.

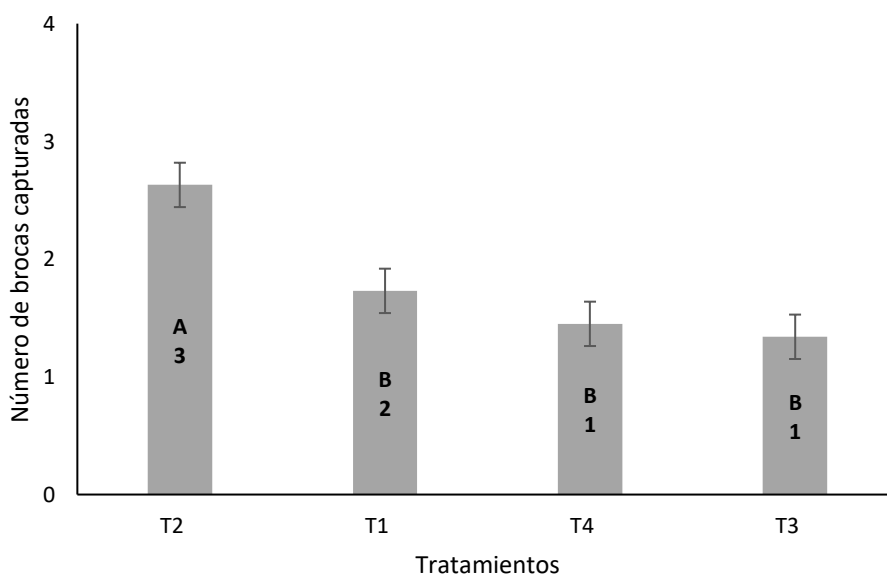


Nota. Prueba de significancia de Tukey al 5% en la segunda toma de datos.

En la figura 5 indica que en la segunda toma de datos bajo la prueba de significancia muestra que se ubican en el primer rango de significancia el T2 (aguardiente + vinagre blanco + café) y el T4 (etanol comercial + café) con una media de 2 brocas capturadas en cada tratamiento. Mientras que la media más baja tiene el T1 (aguardiente + vinagre de manzana + café) con 1 broca.

Figura 6

Prueba de significancia de brocas capturadas en la tercera toma de datos mediante la evaluación de diferentes atrayentes en trampas artesanales.



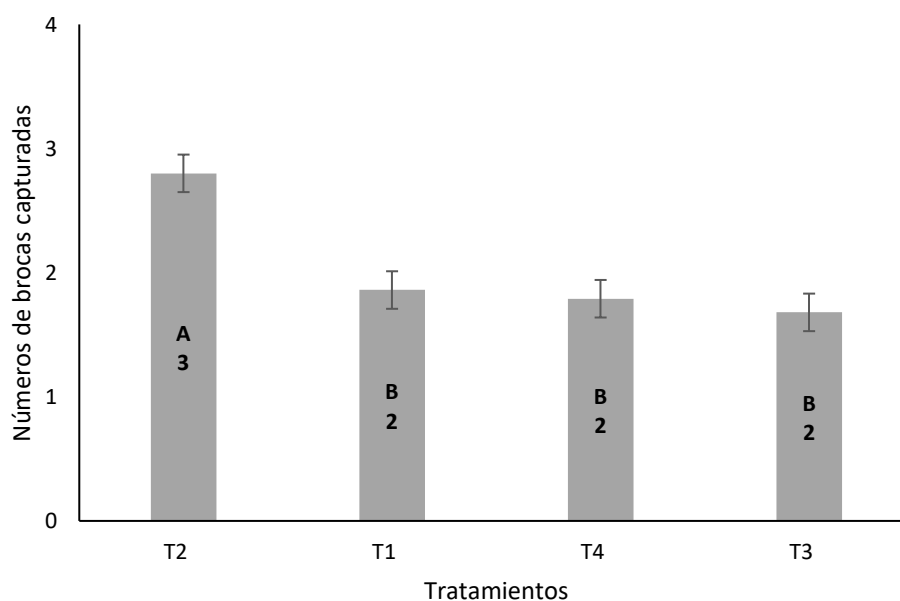
Nota. Prueba de significancia de Tukey al 5% en la tercera toma de datos.

En la figura 6 se observa que en la tercera toma de datos bajo la prueba de significancia muestra que se ubica en el primer rango de significancia el T2 (aguardiente + vinagre blanco + café) con una media de 3 brocas capturadas, seguido por el T1 (aguardiente + vinagre de manzana + café) con una media de 2 brocas, el mismo que no existe diferencia significativa con el T4 (etanol comercial + café) y T3 (aguardiente + vinagre de guineo + café) que tienen 1 broca capturada en cada tratamiento. Por lo

tanto, se deduce que el T2 en la tercera toma de datos es el mejor atrayente para captura de broca en el cultivo de café.

Figura 7

Prueba de significancia de brocas capturadas en la cuarta toma de datos mediante la evaluación de diferentes atrayentes en trampas artesanales.

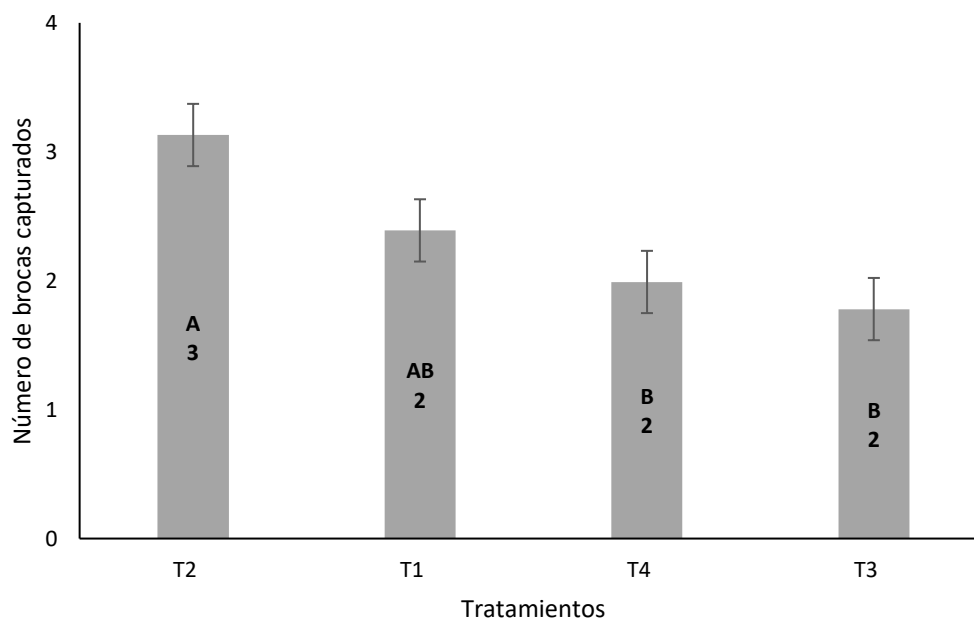


Nota. Prueba de significancia de Tukey al 5% en la cuarta toma de datos.

En la figura 7 se observa que en la cuarta toma de datos bajo la prueba de significancia muestra que se ubica en el primer rango de significancia el T2 (etanol de caña + vinagre blanco + café) con una media de 3 brocas capturadas, seguido por el T1 (etanol de caña + vinagre de manzana + café) con una media de 2 brocas, el mismo que no existe diferencia significativa con el T4 (etanol comercial + café) y T3 (etanol de caña + vinagre de guineo + café) que tienen una media 2 brocas capturadas. Por lo tanto, se deduce que el T2 en la cuarta toma de datos destaca como el mejor atrayente para captura de broca en el cultivo de café.

Figura 8

Prueba de significancia de brocas capturadas en la quinta toma de datos mediante la evaluación de diferentes atrayentes en trampas artesanales.

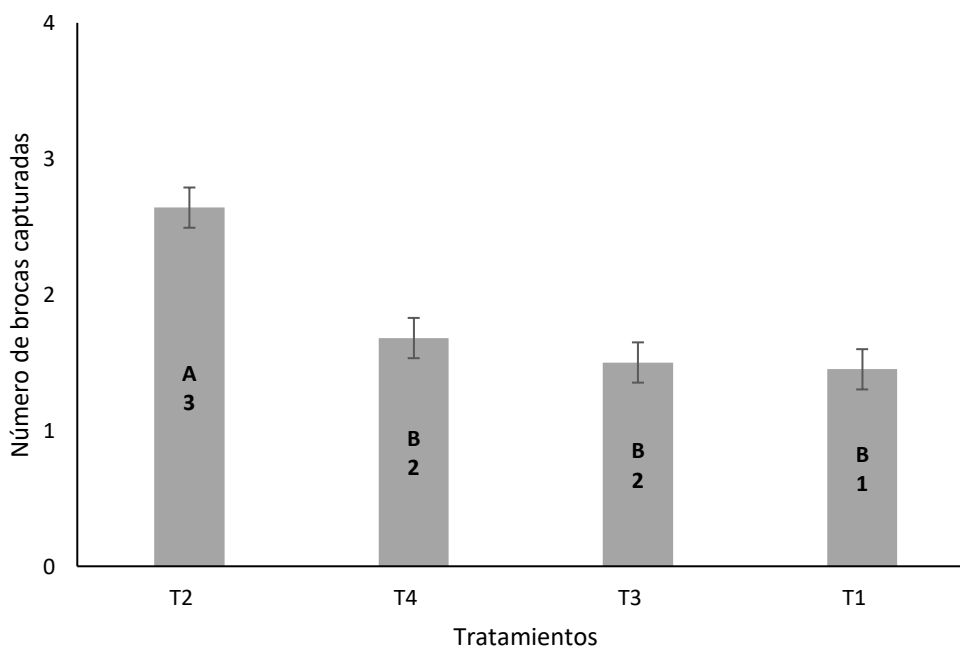


Nota. Prueba de significancia de Tukey al 5% en la quinta toma de datos.

En la figura 8 se observa que en la quinta toma de datos bajo la prueba de significancia muestra que se ubican en el primer rango de significancia el T2 (aguardiente + vinagre blanco + café) y el T1 (aguardiente + vinagre de manzana + café) con una media de 3 y 2 brocas capturadas. Mientras que el T3 (aguardiente + vinagre de guineo + café) es el atrayente con menor cantidad de brocas capturadas con un promedio de 2.

Figura 9

Prueba de significancia de brocas capturadas en la sexta toma de datos mediante la evaluación de diferentes atrayentes en trampas artesanales.

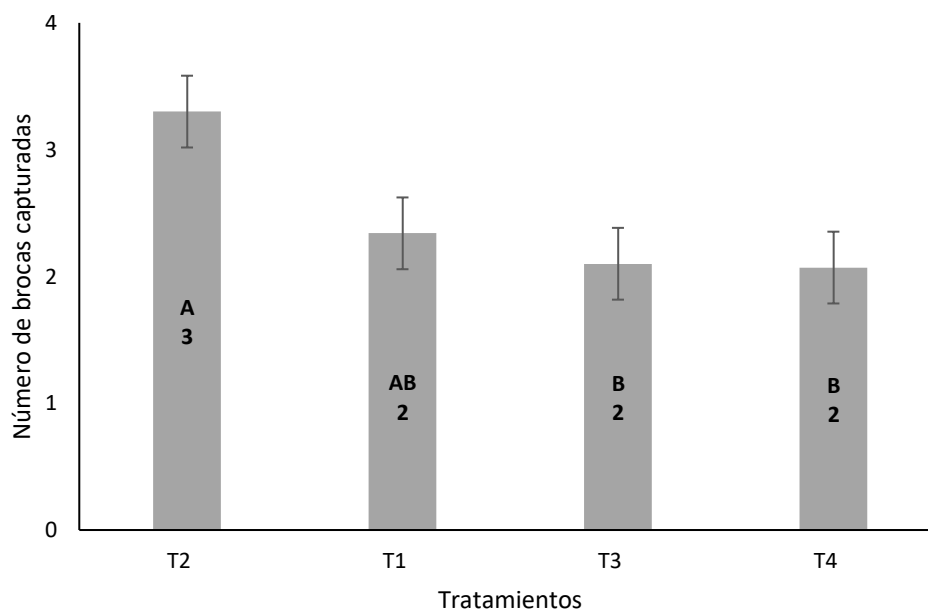


Nota. Prueba de significancia de Tukey al 5% en la sexta toma de datos.

En la figura 9 se observa que en la sexta toma de datos bajo la prueba de significancia muestra que se ubica en el primer rango de significancia el T2 (aguardiente + vinagre blanco + café) con una media de 3 brocas capturadas, seguido por el T4 (etanol comercial + café) con una media de 2 brocas, el mismo que no existe diferencia significativa con el T3 (aguardiente + vinagre de guineo + café) y el T1 (aguardiente + vinagre de manzana + café) que tienen una media de 2 y 1 brocas capturadas, respectivamente.

Figura 10

Prueba de significancia de brocas capturadas en la séptima toma de datos mediante la evaluación de diferentes atrayentes en trampas artesanales.

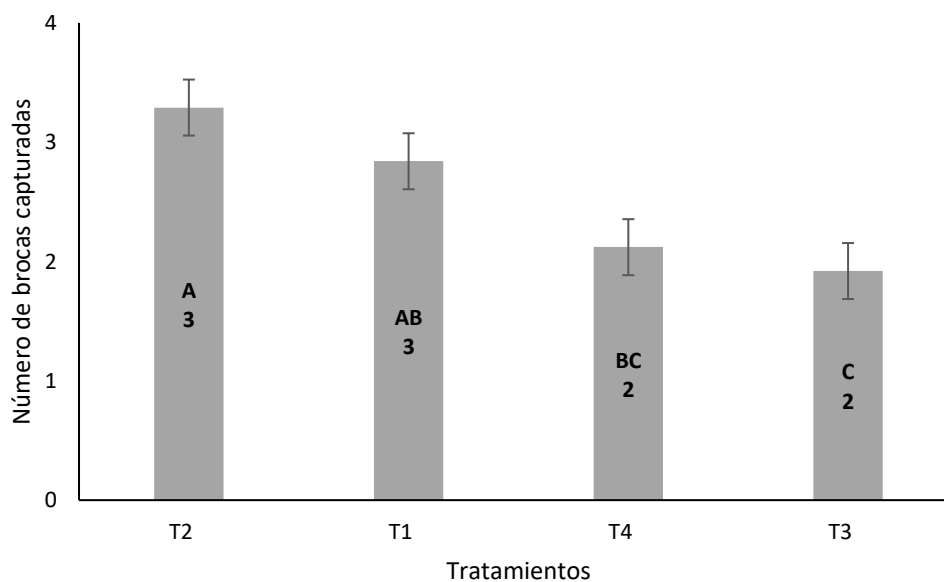


Nota. Prueba de significancia de Tukey al 5% en la séptima toma de datos.

En la figura 10 se observa que en la séptima toma de datos bajo la prueba de significancia muestra que se ubican en el primer rango de significancia el T2 (aguardiente + vinagre blanco + café) y el T1 (aguardiente + vinagre de manzana + café) con una media de 3 y 2 brocas capturadas, respectivamente. Mientras que el T4 (etanol comercial + café) es el atrayente con menor cantidad de brocas capturadas con un promedio de 2.

Figura 11

Prueba de significancia de brocas capturadas en la octava toma de datos mediante la evaluación de diferentes atrayentes en trampas artesanales.

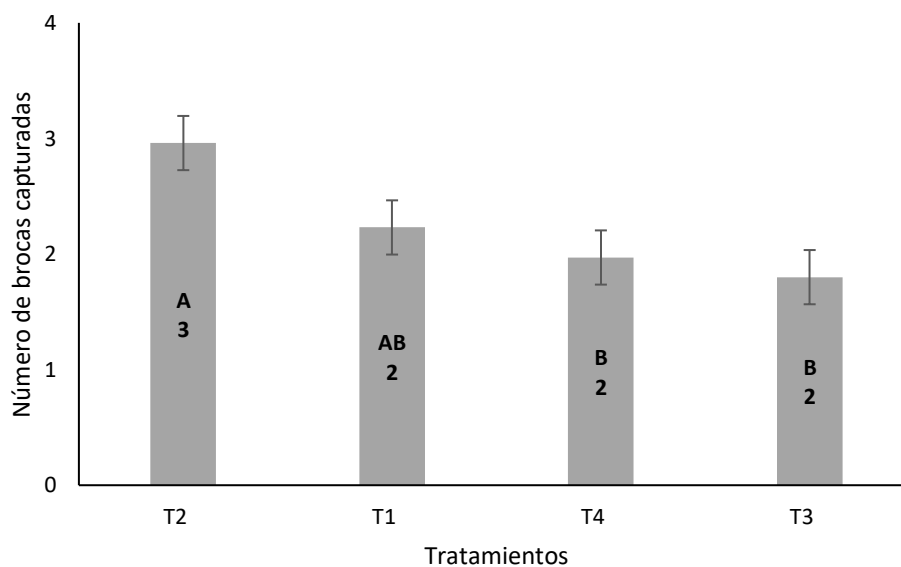


Nota. Prueba de significancia de Tukey al 5% en la octava toma de datos.

En la figura 11 se observa que en la octava toma de datos bajo la prueba de significancia muestra que se ubican en el primer rango de significancia el T2 (aguardiente + vinagre blanco + café) y el T1 (aguardiente + vinagre de manzana + café) con una media de 3 brocas capturadas cada tratamiento. Mientras que el T4 (etanol comercial + café) y T3 (aguardiente + vinagre de guineo + café) tienen una media de 2 brocas.

Figura 12

Prueba de significancia de brocas capturadas en la novena toma de datos mediante la evaluación de diferentes atrayentes en trampas artesanales.

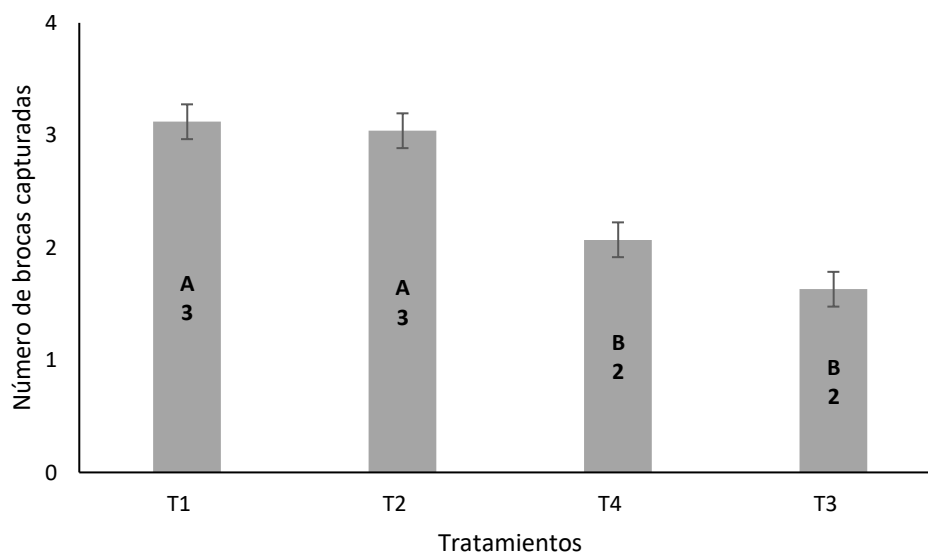


Nota. Prueba de significancia de Tukey al 5% en la novena toma de datos.

En la figura 12 se observa que en la novena toma de datos bajo la prueba de significancia muestra que se ubican en el primer rango de significancia el T2 (aguardiente + vinagre blanco + café) y el T1 (aguardiente + vinagre de manzana + café) con una media de 3 y 2 brocas capturadas, respectivamente. Mientras que el T3 (aguardiente + vinagre de guineo + café) es el atrayente con menor cantidad de brocas capturadas con un promedio de 2.

Figura 13

Prueba de significancia de brocas capturadas en la décima toma de datos mediante la evaluación de diferentes atrayentes en trampas artesanales.



Nota. Prueba de significancia de Tukey al 5% en la décima toma de datos.

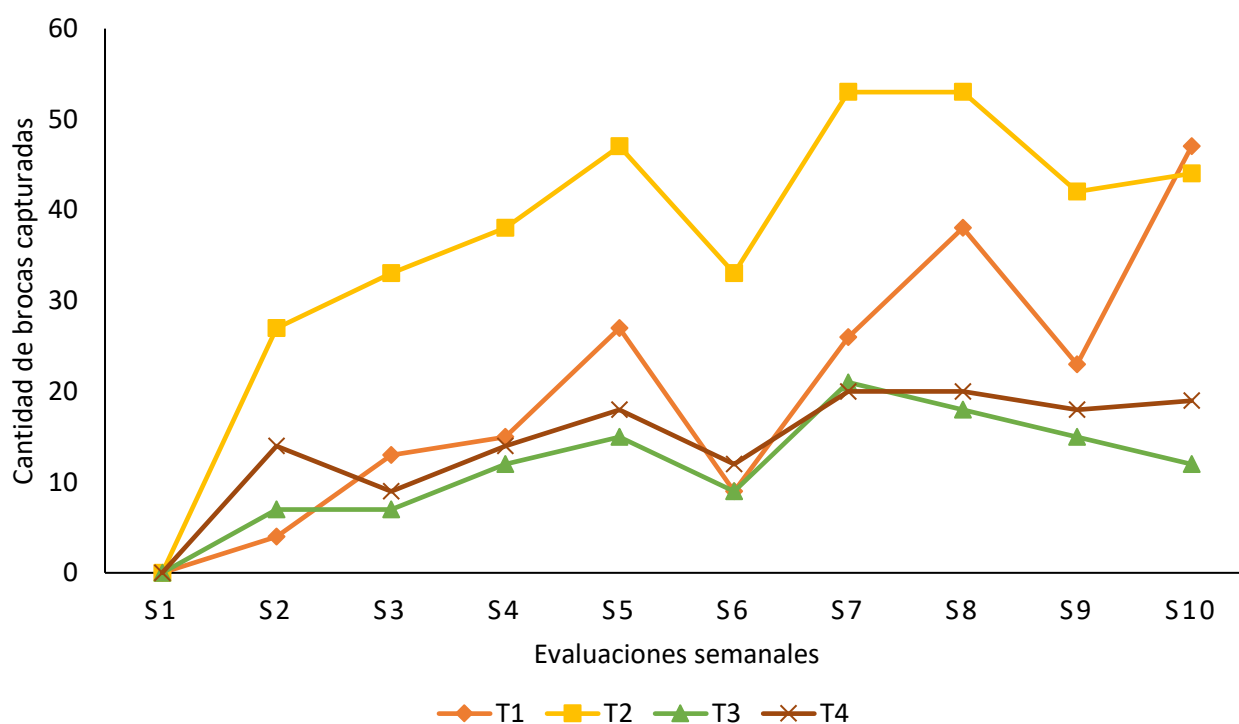
En la figura 13 se observa que en la décima toma de datos bajo la prueba de significancia muestra que se ubican en el primer rango de significancia el T1 (aguardiente + vinagre de manzana + café) y el T2 (aguardiente + vinagre blanco + café) con una media de 3 brocas capturadas cada tratamiento, tales tratamientos que no tienen diferencia significativa entre sí. El T4 (etanol comercial + café) y el T3 (aguardiente + vinagre de guineo + café) con una media de 2 brocas cada tratamiento, no tienen diferencia significativa. Es decir, el T1 y T2 en la décima evaluación destacan como los mejores atrayentes.

Cada una de las figuras presentadas indican que desde la segunda hasta la novena semana de evaluación el T2 (aguardiente + vinagre blanco + café) muestra diferencia significativa respecto a los demás tratamientos. (Párraga, 2017) indica en su investigación que el atrayente a base de aguardiente +

café tostado y molido + panela presentó mayor captura brocas/trampa; además, (Mendoza, Guzmán, & Salinas, 2021) recomiendan mezclas etanol: vinagre de manzana y etanol: vinagre blanco con un promedio de 136 y 98 insectos, respectivamente.

Figura 14

Fluctuación poblacional de la broca del café durante 10 semanas consecutivas mediante la evaluación de diferentes atrayentes en trampas artesanales.



Nota. Fluctuación poblacional de broca a lo largo de las 10 semanas de evaluación.

En la figura 14 indica que el comportamiento de la captura de brocas del café en la primera semana después de la instalación de las trampas artesanales con sus respectivos atrayentes ninguno de los tratamientos capturó broca de café, a partir de la segunda semana de evaluación, el T4 y T3 durante el periodo de las diez semanas en que se realizó el estudio fue por debajo de 14 y 12 brocas/semana, respectivamente. La fluctuación de captura de brocas del T1 está por debajo de 20 brocas/semana, en la semana 6 y 9 se observa una caída de captura de broca debido a las cosechas de café. Sin embargo,

durante las primeras 7 semanas la captura es similar con el T4 y T3. Mientras que el T2, alcanzo valores de capturas de 37 brocas/semana.

En la semana 5, 7 y 8 se observa una alta captura de brocas de café, que corresponde a las fechas de 03 al 24 de junio de 2022; (INIAP, 2017) recomienda que la implementación de trampas se debe efectuar en el mes de marzo y su retiro en junio para capturar a la broca en su etapa de migración cuando se encuentra volando.

(Rodriguez & otros, 2018), mencionan que la broca es más notoria durante la cosecha, también ataca desde la formación de frutos hasta la maduración. En base a esto, se sustenta que la fluctuación de captura de broca en la semana 6 y 9 se contrasta una baja captura, ya que, se cosechó la mayoría de café y pasa a etapa de floración. En la última semana se observa una fluctuación baja de captura debido a que el cultivo se encuentra en etapa de floración, el T1 aumentó su captura de broca.

Análisis económico

Tabla 7

Costos de fabricación e instalación de las trampas artesanales con los respectivos atrayentes a evaluar

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. Descripción de los costos de fabricación e instalación de las trampas artesanales con la preparación de los diferentes atrayentes a evaluar.

Con el presente análisis económico en base a los costos de fabricación e instalación de las trampas artesanales con los atrayentes correspondientes a evaluar se demuestra como una alternativa de bajo costo. El T4 es el tratamiento tiene un costo de \$1,83 por trampa, seguido por el T1 y T3 con un valor de \$1,67 y \$1,66 por trampa y el T2 como el tratamiento más económico con un costo de \$1,65 por trampa.

A lo largo del tiempo se ha incentivado a la evaluación de nuevos atrayentes a base de otros productos que pueden resultar atractivos para la broca de café, debido a que el alcohol metílico es de alto costo y tiene ciertos perjuicios (ANECAFÉ, 2002).

El T2 a base de aguardiente + vinagre blanco + café tostado y molido es el atrayente más efectivo en captura de broca. (Mendoza, Guzmán, & Salinas, 2021) en su investigación indican que la mayor captura de broca se observó en las mezclas de etanol: vinagre de manzana y etanol: vinagre blanco con un promedio de 136 y 98 insectos, respectivamente. Además, se presenta como una alternativa de bajo costo para ser utilizada por los caficultores.

Capítulo V

Conclusiones

La incidencia de broca en la localidad “Alianza para el Progreso” fue del 8%, en el que se encuentra una afectación de 1% en granos verdes y el 7% en granos rojos.

La evaluación de diferentes atrayentes en trampas artesanales resultó ser efectivos para la captura de broca del café, el T2 (aguardiente + vinagre blanco + café) obtuvo el mejor resultado en la captura de broca con un promedio de 37 brocas/semana. Sin embargo, también se considera al T1 (etanol de caña + vinagre de manzana + café) debido a que no existió diferencia significativa en la quinta, séptima, octava y novena evaluación entre dichos tratamientos.

El análisis económico indicó que el producto que genera menor costo es el T2 con un valor de \$1,65 por trampa, el mismo tratamiento que resultó efectivo para el control de broca de café.

Recomendaciones

Es importante mantener un buen manejo agronómico del cultivo, manejo de las enfermedades y plagas mediante un MIP, practica que permite el control y baja incidencia de broca.

Realizar la investigación en otras localidades dedicadas a la producción de café, con la finalidad de validar resultados del ensayo y obtener información técnica.

Se recomienda realizar otra investigación utilizando otros atrayentes y los mejores tratamientos obtenidos en estudio en época seca para determinar la incidencia de broca según las épocas y poder determinar un mejor control etológico de la broca del café.

Capítulo VI

Bibliografía

- AGROCALIDAD. (2020). *Buenas prácticas agrícolas para café*. Obtenido de Agencia de regulación y control fito y zoonosanitario: <https://www.agrocalidad.gob.ec/wp-content/uploads/2020/05/guia6.pdf>
- ANECAFÉ. (2002). *Café en Ecuador: Manejo de la Broca del Fruto (Hypothenemus hampei Ferrari)*. Obtenido de Asociación Nacional de Exportadores de Café: http://www.ico.org/projects/cabi_cdrom/PDFFiles/ECUADOR.pdf
- Banco Central del Ecuador. (Octubre de 2021). *Reporte de Coyuntura Sector Agropecuario*. Obtenido de <https://contenido.bce.fin.ec/documentos/PublicacionesNotas/Catalogo/Encuestas/Coyuntura/Integradas/etc202102.pdf>
- Barrera, J., & Montoya, P. (2006). *Trampas y atrayente en detección, monitoreo y control de plagas de importancia económica*. Obtenido de <https://1library.co/article/la-broca-del-cafe%C3%A9-hypothenemus-hampeii-simposio-trampas.y9rl1vly>
- Bustillo, A. (2008). *La broca del café. Plagas cuarentenarias*. Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/277891182_La_broca_del_cafe_Plagas_cuarentenarias_Perspectivas_Glosario
- Canet, G., Soto, C., Ocampo, P., Rivera, J., Navarro, A., Guatemala, G., & Villanueva, S. (2016). *La situación y tendencias de la producción de café en América Latina y el Caribe*. Obtenido de IICA: <https://repositorio.iica.int/bitstream/11324/2792/1/BVE17048805e.pdf>
- CEFA. (2022). *El café*. Obtenido de <https://cefaecuador.org/productos/cafe/>

CENICAFÉ. (2008). *Manejo Integrado de la broca*. Obtenido de Cartilla 14:

https://www.cenicafe.org/es/publications/cartilla_14_manejo_integrado_de_la_broca.pdf

Cevallos, K. (2010). *La broca del fruto del café (Hypothenemus hampei Ferrari)*. Obtenido de

<http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/183/5/03%20AGP%20104%20CAPITULO%20II.pdf>

Cueva, D. (2022). *Diagnóstico situacional de las plantaciones de café en la localidad Alianza para el Progreso del cantón Santo Domingo*. Obtenido de ESPE:

<http://repositorio.espe.edu.ec/jspui/bitstream/21000/28870/1/T-ESPESD-003178.pdf>

Cumbicus, E., & Jiménez, R. (2012). *Análisis Sectorial del Café*. Obtenido de UTPL:

<https://dspace.utpl.edu.ec/bitstream/123456789/2703/1/338X1227.pdf>

Fórum Cultural del Café. (2020). *El Café en Ecuador*. Obtenido de <https://www.revistaforumcafe.com/el-cafe-en-ecuador>

Gordón, R., & Camargo, I. (2015). *Selección de estadísticos para la estimación de la precisión experimental en ensayos de maíz*. Obtenido de

<https://www.scielo.sa.cr/pdf/am/v26n1/a06v26n1.pdf>

INIAP. (2017). *Ficha técnica de café: Manejo de insectos plaga*. Obtenido de Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias:

<http://tecnologia.iniap.gob.ec/images/rubros/contenido/cafea/broca.pdf>

Lezaun, J. (Abril de 2016). *Broca del café, el enemigo principal de los cafetales*. Obtenido de croplifela.org/es/plagas/listado-de-plagas/broca-del-cafe

- Medina, M. (2021). *Incidencia de broca y taladrador de ramilla en café robusta en Manglaralto, Santa Elena*. Obtenido de <https://repositorio.upse.edu.ec/bitstream/46000/6427/1/UPSE-TIA-2021-0113.pdf>
- 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, Veracruz, México*. Obtenido de <https://scielo.conicyt.cl/pdf/rche/v47n2/0718-8994-rche-47-02-265.pdf>
- Montes, C., & Cadena, R. (2012). *Infestación e incidencia de broca, roya y mancha de hierro en cultivo de café del departamento del Cauca*. Obtenido de <http://www.scielo.org.co/pdf/bsaa/v10n1/v10n1a12.pdf>
- Párraga, Á. (2017). *Una revisión sobre la broca del café, Hypothenemus hampei en Colombia*. Obtenido de <https://repositorio.espam.edu.ec/bitstream/42000/646/1/TA67.pdf>
- PROMECAFE. (2003). *Informe Final del proyecto de Investigación Participativa con Agricultores en el Manejo Integrado de La Broca del Café*. Obtenido de http://www.ico.org/projects/cabi_cdrom/PDFFiles/INFORME.pdf
- PROMECAFÉ. (2008). *Manejo integrado de la broca de café diseñado con tres componentes*. Obtenido de AGRITOP: <https://agritrop.cirad.fr/543114/1/Manejo%20Integrado%20de%20la%20Broca-Promecafe.pdf>
- Ramírez, R. (2009). La broca del café en Líbano. Impacto socioproductivo y cultural en los años 90. *Revista de Estudios Sociales*, 32. pp: 158-170.
- Rodriguez, R., & otros, y. (2018). Nuevas cochinillas (Hemiptera: Pseudococcidae) y plantas hospedantes para la provincia de Sancti Spiritus, Cuba / Nuevos pseudococcidos (Hemiptera: Pseudococcidae)

y sus hospedantes para la provincia de Sancti Spiritus, Cuba. *Revista Colombiana de Entomología*, 193-196.

Sánchez, A., Vayas, T., Mayorga, F., & Freire, C. (2020). *Sector Cafetero Ecuatoriano* . Obtenido de <https://blogs.cedia.org.ec/obest/wp-content/uploads/sites/7/2020/10/Analisis-del-sector-cafetero-ecuatoriano-final-tres.pdf>

Sánchez, J. (2006). *Introducción al Diseño Experimental*. Quito, Ecuador.

SIPA. (2019). *Informe de rendimientos objetivos de café* . Obtenido de Sistema de Información Pública Agropecuaria: <http://sipa.agricultura.gob.ec/index.php/cafe/rendimiento-del-cafe-ecuador>