

UNIVERSIDAD NACIONAL HERMILIO VALDIZÁN

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGRONÓMICA



**COMPORTAMIENTO POBLACIONAL DE LA BROCA DEL
CAFÉ (*Hypothenemus hampei*) ANTE EFECTOS DEL
BIOCIDA NEEM (*Azadirachta indica*) E HIGUERILLA (*Ricinus
communis*) EN CONDICIONES EDAFOCLIMATICAS DEL
DISTRITO MONZÓN – 2018**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE
INGENIERO AGRONOMO**

TESISTA

ALEJO LOYOLA, GLORIA LUZ

ASESOR

M. Sc. AGUSTINA VALVERDE RODRÍGUEZ

HUÁNUCO - PERÚ

2019

DEDICATORIA

A Dios:

Por el éxito y la satisfacción de esta investigación, quien me regala los dones de la sabiduría para enfrentar los retos, las alegrías y principalmente

A MIS PADRES:

María Loyola Jara y Epifanio Alejo Criollo porque ellos me trajeron al mundo y les quiero con mucho amor por estar siempre conmigo a mi lado

A MIS HERMANOS:

Gracias sus consejos y el apoyo incondicional, el sacrificio que ellos hicieron para que yo saliera adelante y pensando siempre en mis deseos de desarrollarme profesionalmente.

AGRADECIMIENTO

Le doy gracias a Dios por darme la vida, la fuerza y la inteligencia para salir adelante, también por poner en mi vida a personas extraordinarias

A los profesores de la EP de Ingeniera agronómica - Sección Monzón por sus sabias enseñanzas en mi formación profesional.

Por ello les doy gracias a todos mis compañeros que supieron ser amigos verdaderos.

Y mi agradecimiento a mi asesora Agustina Valverde Rodríguez por darme su apoyo incondicional y por su valiosa colaboración durante la ejecución del presente estudio.

RESUMEN

La investigación tuvo el propósito de evaluar el efecto de biocida neem (*Azadirachta indica*) e higuierilla (*Ricinus communis*) en el comportamiento poblacional de la broca de café (*Hypothenemus hampei*) en condiciones edafoclimáticas de Chaupiyacu, siendo el tipo de investigación aplicada, nivel experimental y el Muestreo Aleatorio Simple (MAS), para la prueba de hipótesis se utilizó el Diseño de Bloques Completamente al Azar (DBCA) y el Análisis de Variancia (ANDEVA) para determinar la diferencia estadística entre repeticiones y tratamientos al nivel de significancia del 0,05 y 0,01 y para la comparación de las medias de los tratamientos se utilizó Duncan. Las variables evaluadas fueron: Número de cerezo brocado, numero de broca por cerezo, posición de ataque y porcentaje de incidencia. Los tratamientos fueron T0, T1N1, T2N2, T3H1 y T4H2. Los resultados obtenidos demostraron que el tratamiento T2N2 (4L de extracto de neem) reporta mayor efectividad en el control de la broca de café. Finalmente se recomienda la implementación del 1L de extracto de neem/20 H2O, debido a que su efectividad es superior al 95%. El biocida Neem es la alternativa más razonable para preservar el medio ambiente y no tener residuos tóxicos.

Palabras claves: Eficacia, posesión e ataque de la broca, porcentaje de infestación, cerezos brocados.

ABSTRAC

The purpose of the research was to evaluate the effect of biocid neem (*Azadirachta indica*) and castor bean (*Ricinus communis*) on the population behavior of the coffee berry borer (*Hypothenemus hampei*) under edaphoclimatic conditions of Chaupiyacu, being the type of applied research, experimental level and Simple Random Sampling (MAS), for the test of hypothesis the Design of Completely Random Blocks (DBCA) and the Analysis of Variance (ANOVA) was used to determine the statistical difference between repetitions and treatments at the level of significance of 0.05 and 0.01 and Duncan was used to compare the means of the treatments. The variables evaluated were: number of cherry brocade, number of drill per cherry tree, attack position and percentage of incidence. The treatments were T0, T1N1, T2N2, T3H1 and T4H2. The results obtained showed that the T2N2 treatment (4L of neem extract) reported greater effectiveness in the control of the coffee berry borer. Finally, the implementation of 1L of neem / 20 H2O extract is recommended, due to its effectiveness is greater than 95%. The Neem biocide is the most reasonable alternative to preserve the environment and not have toxic waste.

Keywords: Efficacy, possession and attack of the bit, percentage of infestation, cherry brocades.

INDICE

DEDICATORIA

AGRADECIMIENTO

RESUMEN

ABSTRAC

INDICE

I.	INTRODUCCIÓN	08
II.	MARCO TEÓRICO	11
	2.1. Fundamentación teórica	11
	2.1.1. Generalidades de <i>Hypothenemus hampei</i>	11
	2.1.1.1. La broca del fruto del café	11
	2.1.1.2. Origen y distribución de la broca del café	11
	2.1.1.3. Taxonomía	12
	2.1.1.4 Hábitos y ecología	12
	2.1.1.5 ciclo de vida	14
	2.1.1.6. Daños Causados por la Broca del Café	16
	2.1.1.7. Penetración y Posición de la Broca en los Frutos	17
	2.1.1.8. Importancia económica a causa de la broca	17
	2.1.2. Generalidades de neem	18
	2.1.2.1. Propiedades bioinsecticidas del neem	18
	2.1.2.2. Efectos del neem como bioinsecticida	19
	2.1.2.3. Preparación y dosificación de neem	20
	2.1.2.4. Plagas que combate el neem	21
	2.1. 3. Generalidades de higuera	21
	2.1.2.1. Propiedades y aplicaciones de la higuera	21
	2. 2. Antecedentes	22
	2. 3. Hipótesis	22
	2. 4. Variables	24

III. MATERIALES Y METODOS	25
3. 1. Lugar de ejecución del experimento	25
3. 2. Tipo y nivel de investigación	25
3. 3. Población, muestra y unidad de análisis	26
3. 4. Factores y tratamientos en estudio	26
3. 5. Prueba de Hipótesis	27
3.5. 1. Diseño de la investigación	27
3. 5.2. Datos registrados	30
3. 5.3. Técnicas e instrumentos de recolección de información	32
3.5.3.1. Técnicas bibliográficas y de campo	32
3.5.3.2. Instrumentos de recolección de información	32
3. 6. Materiales y equipos	33
3.7. Conducción de la investigación	34
IV. RESULTADOS	37
4.1. Número de cerezo brocado	37
4.2. Número de broca por cerezo	46
4.3. Número de posición de ataque de broca en el cerezo	53
4.4. Porcentaje de infestación de la broca de café	58
V. DISCUSIÓN	59
VI. CONCLUSIONES	62
VII. RECOMENDACIONES	63
VIII. LITERATURA CITADA	64
ANEXOS	68

I. INTRODUCCIÓN

En el año 2012 el señor Juan Varillas, presidente de la Asociación de Exportadores (ADEX) manifestaba orgulloso que, el café peruano tenía una demanda de aproximadamente cinco veces más de lo que se ofertaba en el mercado internacional; de aquel entonces su cultivo y producción se ha incrementado paulatinamente y a la fecha ocupa el segundo lugar después del petróleo. Pero también, en las dos últimas décadas los costos de producción se han incrementado considerablemente, siendo una de las causas las plagas y enfermedades, entre ellas la broca del café (*Hypothenemus hampei*).

La broca de café es considerada como plaga clave y de mayor importancia económica en el cultivo de café a nivel mundial, este comportamiento es favorecido por su capacidad de dispersión, puede infestar rápidamente áreas nuevas y colonizar parcelas enteras haciendo cada vez más complicado el control de sus poblaciones. Es uno de los insectos más temibles para el cultivo de café. Siendo África, su lugar de origen y actualmente diseminado en todas las zonas cafetaleras del mundo. Sus daños son sinónimo de disminución del rendimiento y de la calidad de los granos reduciendo su valor comercial. Se encuentra en todos los países productores de café.

En base a lo descrito, es urgente y necesario buscar nuevas alternativas de control, nuevas herramientas y establecer estrategias de manejo integrado de la plaga. El uso de biocidas puede ser de gran utilidad para generar métodos de control viable y eficaz, además se trata de equilibrar el medio ambiente.

El cultivo de café es de gran importancia económica en la población cafetalera de Distrito de Monzón ya que promueve ingreso económico en los agricultores. Pero sin embargo los rendimientos de café son bajos y no satisfacen la demanda nacional e internacional, siendo la causa broca de café (*Hypothenemus hampei*), que perjudica directamente en el rendimiento

del cultivo que beneficia a los productores y en un mundo creciente donde el mercado es cada vez más exigente en producir lo orgánico.

La progresiva demanda que presenta el mercado por cafés sanos y de excelente calidad, lleva a proponer nuevas técnicas de manejo para obtener mayores rendimientos, entre ellas el manejo integrado de plagas de forma adecuada sin afectar el equilibrio ecológico y la economía del agricultor.

El propósito de la investigación es llevar a los agricultores de la zona para promover nuevas alternativas de solución para el manejo de la broca (*Hypothenemus hampei*) con biocida neem e higuierilla en el cultivo de café, con la posibilidad de no crear resistencia en plaga, ya que es también es saludable con el medio ambiente.

La investigación permitió formular el problema de la siguiente manera.

Problema general

¿Cuál será el efecto de biocida neem (*Azadirachta indica*) e higuierilla (*Ricinus communis*) en el comportamiento poblacional de la broca de café (*Hypothenemus hampei*) en condiciones edafoclimáticas de Chaupiyacu – Monzón-2018?

Problemas específicas

- ¿Cuál será el efecto de 1L de extracto de neem en 20L H₂O en el comportamiento poblacional de la broca del café en las condiciones de clima y suelo?
- ¿Cuál será el efecto de 4L de extracto de neem en 20L H₂O en el comportamiento poblacional de la broca del café en las condiciones de clima y suelo?
- ¿Cuál será el efecto de 1L de extracto de higuierilla en 20L H₂O en el comportamiento poblacional de la broca del café en las condiciones de clima y suelo?
- ¿Cuál será el efecto de 4L de extracto de higuierilla en 20L H₂O en el comportamiento poblacional de la broca del café en las condiciones de clima y suelo?

Asimismo, se planteó objetivo general evaluar el comportamiento poblacional de la broca del café (*Hypothenemus hampei*) ante efectos integrados del biocida neem (*Azadirachta indica*) e higuierilla (*Ricinus communis*) en las condiciones edafoclimáticas de Chaupiyacu – Monzón-2018, y los objetivos específicos fueron:

1. Evaluar el efecto de 1L de extracto de neem en 20L H₂O en el comportamiento de la broca (*Hypothenemus hampei*) en el cultivo de café.
2. Evaluar el efecto de 4L de extracto de neem en 20L H₂O en el comportamiento de la broca (*Hypothenemus hampei*) en el cultivo de café.
3. Evaluar el efecto de 1L de extracto de higuierilla en 20L H₂O en el comportamiento de la broca (*Hypothenemus hampei*) en el cultivo de café.
4. Evaluar el efecto de 4L de extracto de higuierilla en 20L H₂O en el comportamiento de la broca (*Hypothenemus hampei*) en el cultivo de café.

II. MARCO TEORICO

2.1. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

2.1.1. Generalidades de la broca

2.1.1.1. La broca del fruto del café (*Hypothenemus hampei* Ferrari)

La plaga principal del café es la broca (*Hypothenemus hampei* Ferrari), es considerada como originaria de las zonas orientales y centrales del África. Se encuentra entre las plagas de mayor importancia y constituye una serie amenaza para la caficultura. (Franqui y Medina, 2003).

Desde su introducción a Colombia en 1988 se ha extendido a más de la mitad del área cafetera causando pérdidas considerables que amenazan esta industria agrícola. Es una plaga muy perjudicial porque ataca y daña los granos de café. El insecto perfora el ombligo de los frutos verdes, maduros y sobre maduros y se alimenta de la almendra (semilla) del café, el daño lo hace al perforar las cerezas y completar su ciclo de vida internamente; esto ocasiona un daño directo al grano debido a las galerías que hace en el interior de la semilla para la alimentación de larvas y adultos (CENICAFE, 1990).

2.1.1.2. Origen y distribución de la broca del café

El café al igual que *H. hampei* es originario de África. Esta plaga fue descrita originalmente por Ferrari en 1867; sin embargo, fue hasta 1891 que es citada por Gabón como plaga en el campo. Posteriormente, en los años de 1902 -1904 se reporta en el Congo, 1908 en Uganda y 1909 en Java. En la actualidad esta plaga se encuentra en casi todas las regiones del mundo donde se cultiva el café. Ésta se ha dispersado de un país a otro mediante semillas infestadas en sacos, contenedores y barcos. Por atacar directamente al grano, *H. hampei* es considerada una de las plagas de

mayor importancia económica del café en el mundo. Las características biológicas y las bajas poblaciones de controladores naturales en América Latina, le ha permitido adaptarse rápidamente a diferentes zonas agroecológicas e incrementar sus poblaciones rápidamente (Guharay *et al.*, 2000).

2.1.1.3. Taxonomía

Quemé (2013) manifiesta, la clasificación taxonómica de la siguiente manera:

Clase	: Insecta
Orden	: Coleóptera
Sub orden	: Polyphaga
Familia	: Curculionidae
Sub familia	: Scolytinae
Género	: <i>Hypothenemus</i> .
Especie	<i>Hypothenemus hampei</i> Ferr.

2.1.1.4 Hábitos y ecología

(Bustillo, 2008) indica que los cafés de diferentes edades de desarrollo, pueden ser atacados por la broca. Sin embargo, la broca solo coloca huevos en aquellos frutos que tienen más de 120-150 días de desarrollo. Si la broca ataca frutos de café menores 90 días, esta se queda en el canal de penetración esperando que la almendra alcance la consistencia óptima para iniciar la oviposición. Durante este tiempo puede ocurrir que el fruto se caiga o que la hembra busque otro fruto. El periodo crítico del ataque de la broca comienza entre los 120-150 después de las floraciones principales y se extiende hasta el comienzo de la cosecha.

Una vez la broca entra al grano de café, deposita sus huevos al cabo de 4 a 5 días. Bajo estas condiciones, la broca solo es capaz de tener dos generaciones durante un ciclo reproductivo de café que dura 240 días. Por lo general, la broca se dispersa involuntariamente con el personal de campo, durante las labores propias del cultivo, pero la dispersión mediante el vuelo de los adultos también es importante, ya que la broca puede mantenerse en el aire hasta por 3 horas y el viento la puede llevar a grandes distancias en

corto tiempo para encontrar los frutos de café, la broca se guía por los volátiles emitido desde las plantas

Cuba (2007) menciona que, en muchas zonas cafetaleras existen floraciones discontinuas es decir que existen otras floraciones antes de la floración principal lo que provoca que existan frutos que maduran a destiempo, sin embargo, en la mayoría de los cafetales, aun después de la cosecha, quedan frutos tanto en las plantas como en el suelo, durante el periodo de post-cosecha (junio, julio) la broca sobre vive y se multiplica en estos frutos. Durante este tiempo, dos generaciones de broca cumplen su ciclo y la población aumenta entre 5 a 6 veces. Al final se la época seca la población de broca que vive en los frutos del suelo está constituido por adultos.

Por lo general, son hembras jóvenes recién fecundadas y listas para infectar nuevos frutos, la sobrevivencia de estos en los frutos caídos no está influenciada por la ausencia o presencia de maleza o coberturas muertas, con la llegada de las primeras lluvias fuertes del año (enero, febrero), los insectos salen de los frutos debido al aumento de la humedad relativa y vuelan hasta encontrar nuevos frutos, alcanzando así el crecimiento máximo de la población, esta población aumenta significativamente a partir de los 90 a 140 días después de la floración principal, a partir de este momento hasta el inicio de la cosecha (mayo, junio) la broca se multiplica en los frutos que se encuentran en condiciones óptimas, lo que acelera el crecimiento poblacional para alcanzar el mayor nivel poblacional y daño antes de iniciar la cosecha principal.

Ruiz (1996), señala que la broca hembra permanece en el interior del fruto hasta su muerte cuidando su progenie. En el fruto del café desde el momento de ataque de la broca hasta la cosecha se pueden producir dos generaciones; si estos no se cosechan pueden alcanzar hasta cuatro generaciones. El macho es de menor tamaño siempre permanece en los frutos, es incapaz de volar y perforar un fruto.

Otros factores como la altitud también inciden en la duración del ciclo. El rango óptimo para el desarrollo de la broca está entre los 800 y 1000 m, aunque algunos estudios han reportado infestaciones a menores y mayores

alturas, lo cual puede estar evidenciando una posible adaptación de la especie (Sibaja y Jiménez, 1989).

Damon (2000) manifiesta que, la proporción de hembras y de machos varía de acuerdo al estado de la infestación, sin embargo, predominan el número de hembras, con una relación aproximada de 10 a 1.

El proceso de infestación consta de cuatro etapas, la primera cuando el fruto del cafeto cae al suelo, la segunda cuando la broca emerge de los frutos caídos, la tercera con la lluvia, la broca sale del fruto y vuela y la cuarta cuando los nuevos frutos son colonizados.

Las condiciones que favorecen el desarrollo de la broca del café es:

Temperatura: dentro de la variación altitudinal del cultivo de café en la región andina, existe una relación entre la dinámica de infestación de la broca y la altitud, siendo más rápido el desarrollo y mayor el impacto del insecto en localidades con temperaturas superiores a 21 °C y el desarrollo es menor en sitios con temperatura medias por debajo de 19 °C, donde no hay impacto de la broca en la producción de café. (Constantino, 2010)

Humedad relativa: está estrechamente relacionada con la salida de la broca de los granos. Las mayores emergencias de la broca de los frutos infestados se incrementan con altas temperaturas, entre 90 y 100%, y es menor por debajo de 80%. Igualmente (90 y 93.5 % H.R) se incrementa la fecundidad (Constantino, 2010).

2.1.1.5 ciclo de vida

El ciclo de vida (de huevo a adulto) de este insecto dura entre 24 y 45 días variando en función de las condiciones climáticas. Generalmente la hembra perfora el fruto por la corola o disco, aunque también lo puede perforar por un lado si este presenta un 20% o más de materia seca. Dos días luego de instalarse en el fruto la hembra comienza a poner huevos, este se queda con los 35-50 huevos que eclosionarán en una proporción de 13 hembras por cada macho (Camilo *et al.*, 2003).

Llegar a la adultez toma entre una semana y un mes, dependiendo de la temperatura y la consistencia del endosperma de la semilla. Las hembras viven entre 35 y 190 días y los machos aproximadamente 40 días. Las

nuevas hembras se aparean con los pequeños machos dentro de la semilla. Algunas hembras depositan sus huevos en la misma planta donde eclosionaron, pero también pueden mudarse a otra. Si dos hembras han colonizado la misma planta sus proles pueden aparearse entre sí. (Camilo *et al.*, 2003).

Los machos incapaces de volar nunca abandonan el fruto. Una misma planta generalmente alberga más de tres generaciones; se cree que podrían llegar a ocho generaciones al año, pero sólo en casos excepcionales pasarían de las cinco en este período. En los frutos maduros se pueden llegar a encontrar más de 100 individuos (Camilo *et al.*, 2003).

En el campo, una hembra penetra la depresión distal u ombligo del fruto; cuando la broca ataca frutos en estado verde espera hasta cuando el contenido de humedad sea apropiado antes de depositar los huevos. La hembra pone hasta 70 huevos en diferentes frutos; los cuales eclosionan en 7,6 días y de ellos emergen las larvas que son de color crema y miden 0,8 cm de largo; las larvas se alimentan de los tejidos de la almendra y su duración es aproximadamente de 15 días.

La siguiente fase es la de pupa, son de color blanco, parecidas a granos de arroz. En la cabeza se notan claramente la parte bucal y las antenas. En el tórax se aprecian los élitros (alas) y en la parte ventral se observan las patas. En promedio, el estado de pupa dura de 6,4 días, (Bustillo *et al.* 1998).

Se completa el desarrollo total desde huevo hasta adulto en un promedio de 27,5 días a 24,5°C, el cual presenta una coloración castaño clara. A los tres o cuatro días de permanecer en el interior del grano donde nacieron se tornan más oscuros y maduran sexualmente.

Las hembras miden alrededor de 1,6 mm de largo y 0,7 mm de ancho. Son de cuerpo cilíndrico, ligeramente encorvado hacia la región ventral y de color negro brillante. La hembra es capaz de volar cortas distancias y vive hasta por cinco meses, su función es la de poner huevos y esta sale del grano donde nace y puede dañar otros granos.

El macho, es de menor tamaño que la hembra, mide 1,1 mm de largo y 0,5 mm ancho. Además, posee vestigios de alas membranosas que le

impiden volar, vive hasta por 2 meses y su única función es la de fecundar a las hembras, pues este muere en el mismo grano, (Decazy 1990).

2.1.1.6. Daños Causados por la Broca del Café

CIBC (1990) afirma que, las pérdidas ocurren en dos formas como consecuencia directa del ciclo de vida de la broca: primero el daño más severo ocurre en las cerezas casi inmaduras perdiendo su calidad, en segundo lugar, muchas cerezas se pueden perder por caída prematura o por descomposición, después de que las hembras de la broca perforan parcialmente la cereza y la abandonan.

Barrientos (2000) señala que, de los granos atacados salen las hembras ya fecundadas a perforar nuevos frutos y poner más huevos, siendo la diseminación de la plaga de manera lenta en virtud de la pequeña capacidad de vuelo que tiene la hembra (empezando de fruto en fruta, de árbol en árbol y de cafetal en cafetal). Pero el traslado de zona en zona se debe a varios factores como ser en las bolsas que circulan de lugar en lugar en el momento de la cosecha, los arroyos de fermentación el hombre y los animales.

El inicio de la infestación en la zona de los Yungas comienza generalmente a fines de verano, siendo el mayor ataque durante el otoño, situación que se adelanta en las zonas cafetaleras más bajas. En alturas por encima de los 1500 m.s.n.m. el ataque es menor.

La broca se constituye en una plaga clave, puesto que se presenta todos los años con un grado de infestación que ocasiona un nivel de daño económico alto, pudiendo subsistir todo el año en granos no cosechados que quedan en los extremos altos de las ramas y en granos derramados en el suelo durante la cosecha, desarrollándose de esa forma varias generaciones durante el año que dan lugar a una reproducción epidémica de la plaga.

CENICAFE (2003) manifiesta que, el mayor daño causado es cuando las hembras colonizan en frutos en estado semi lechoso o maduros. En esta

etapa la hembra perfora el grano, excava galerías y oviposita, las larvas se alimentan y desarrollan en el endospermo causando mayor pérdida.

La broca aumenta los costos de producción debido a que las prácticas adicionales necesarias para el manejo de esta plaga, estas prácticas no aumentan el rendimiento del cafetal, sino que, en mejor de los casos, únicamente se recuperan los niveles de rendimiento que existían antes de la llegada de la broca.

2.1.1.7. Penetración y Posición de la Broca en los Frutos

El tiempo que demora una hembra en penetrar un fruto, varía de acuerdo al estado de desarrollo del fruto de la siguiente manera: frutos verdes 5 horas 36 minutos, frutos pintones 5 horas 54 minutos, frutos maduros 4 horas 50 minutos y frutos secos 11 horas 21 minutos. (Miguel y Pauline, 1975 citado por Bustillos, 2002)

Fischersworrying y Robkamp (2001); la plaga ataca el fruto después de la décima semana de formados, pero tan solo en frutos mayores de 15 semanas logran reproducirse, las hembras viven de 5 a 6 meses y pueden perforar varias cerezas poniendo en total 74 huevos, Las brocas son atraídas al fruto por el olor, el color y la forma del mismo, así como por los desechos de frutos brocados.

Bustillo (2002) manifiesta que, la infestación se determina de acuerdo a la posición de la broca dentro del fruto siendo la posición (A), una broca en busca de fruto o iniciando su perforación; la posición (B), cuando la broca está en el canal de penetración; la posición (C), donde la broca está perforando la almendra, la posición (D), cuando la broca se establece dentro del cerezo con descendiente.

2.1.1.8. Importancia económica a causa de la broca

Dicha importancia está relacionada con los porcentajes de infestación, ya que varían de un año a otro dependiendo de las condiciones climáticas de la región, que nos dará el número de floraciones que se da en las zonas cafetaleras del país anualmente.

De Cazy (1988) señala que, el tipo de daño y pérdida que ocasiona la hembra de la broca inicia con una perforación en la mayoría de los casos, en la corona del fruto, la hembra perfora hasta el endospermo donde principia a

depositar sus huevos, si el fruto no tiene la consistencia adecuada (20% de materia seca), la hembra permanece en el canal de perforación sin penetrar en el endospermo, si la perforación se inicia cuando los frutos están muy pequeños (estado lechoso) el principal daño consiste en la caída del fruto con la consecuente reducción del rendimiento. El mayor daño es causado cuando el fruto está en el estado semi-consistencia (más del 20% de peso seco) ya que en esta etapa de la fenología del fruto el endospermo se torna un tanto duro, ofreciendo un sustrato apropiado para la ovoposición y alimentación de los adultos y el desarrollo de los estados inmaduros, este daño da como resultado la pérdida de peso del grano reduciendo el rendimiento.

Hernández y Sánchez (1972) indica que, el tipo de daño se debe a varios aspectos como los son:

- a. El fruto joven perforado puede caer al suelo en cantidades considerables.
- b. El fruto verde y maduro perforado que no cae, pierde peso en proporción al grado de parasitismo que haga.
- c. El fruto carcomido arroja un café vano con poco peso y baja calidad.
- d. El fruto comido que no flota como vano, también pesa menos y castiga una partida de pergamino en oro por su apariencia, si el daño es muy conspicuo puede eliminar una partida como café de exportación.
- e. La pérdida de peso de los frutos infestados disminuye los rendimientos de la cosecha. La oportunidad de dispersarse en dos direcciones, es decir al Noreste y al Sureste, por lo que actualmente dicha plaga se encuentra distribuida por toda el área cafetalera del territorio nacional, causando pérdidas en la producción, incremento de los costos de producción, bajas en la calidad del café y ocasionando daños ecológicos a causa del uso de químicos para su control.

2.1.2. Generalidades del neem

2.1.2.1. Propiedades bioinsecticidas del neem

La azadiractina es el ingrediente activo que detiene el crecimiento de los insectos dañinos. Las plantas tratadas con insecticidas de neem pueden

ser comidas por esos insectos, pero al llegar a cierto punto de ingestión, el insecto, todavía en su etapa de larva, empieza a comer cada vez menos, hasta que deja de comer y muere, sin alcanzar la madurez sexual. El daño causado al cultivo por los insectos que alcanzaron a comer, puede considerarse una inversión para ir reduciendo la plaga en sucesivas generaciones (Martínez, 1999).

2.1.2.2. Efectos del neem como bioinsecticida

Las propiedades del neem están basadas en el parecido que presentan sus componentes con las hormonas reales, de tal forma que los cuerpos de los insectos absorben los componentes del neem como si fueran hormonas reales y estas bloquean su sistema endocrino, dejan a los insectos tan confundidos, que no pueden reproducirse y sus poblaciones se reducen. (Ramos, 2001):

- Destruyendo e inhibiendo el desarrollo de huevos, larvas o crisálidas.
- Bloqueando la metamorfosis de las larvas o ninfas.
- Destruyendo su apareamiento y comunicación sexual.
- Repeliendo a las larvas y adultos.
- Esterilizando adultos.
- Envenenando a larvas y adultos.
- Impidiendo su alimentación.
- Bloqueando la habilidad para tragar (reduciendo la movilidad intestinal).
- Bloqueando su metamorfosis en varios periodos de desarrollo del insecto.
- Inhibiendo la formación de quitina (material del que se compone el esqueleto del insecto).
- Impide que se realicen las mudas, necesarias para entrar en la siguiente etapa del desarrollo, de tal forma que actúa como regulador de crecimiento del insecto.

De todos estos efectos, se puede decir que actualmente el poder repelente es probablemente el efecto más débil. La actividad anticomida (aunque interesante y valiosa en gran extremo) presenta corta vida y es variable. La más importante cualidad del Neem, es el bloqueo en el proceso de metamorfosis de la larva (Ramos, 2001).

2.1.2.3. Preparación y dosificación de neem

(Estrada *et al.* 2007) manifiesta que, la técnica operatoria seguida tanto para preparar como para aplicar los bioinsecticidas es simple, por lo que, permite al agro productor disponer de una herramienta eficaz y ecológica para utilizar en el control de las plagas de ácaros, insectos y nemátodos que inciden sobre los cultivos agrícolas. Para la preparación de los bioinsecticidas deben seguirse las siguientes indicaciones:

a. Cosecha, despulpado y lavado

La cosecha se inicia con un 25% de maduración de los frutos, los cuales se pueden despulpar o secar directamente, constituyendo la materia prima fundamental para la elaboración de los bioinsecticidas. En el caso de las hojas, estas serán acopiadas verdes, durante la operación de poda de formación o asociada a la cosecha.

b. Secado de semillas y hojas

Las semillas de Nim se secan al sol durante un período de 4-6 horas y, se mantienen a la sombra entre 3 y 4 semanas, hasta haber alcanzado una humedad inferior al 10%. Se almacenan en sacos de yute y en un lugar seco y aireado. Las semillas bien secadas pueden ser almacenadas entre 3 y 6 meses. En el caso de las hojas, después de secadas al sol durante dos a tres sesiones de 4 horas, son sometidas a la molienda.

c. Molienda

Las semillas y hojas secas de Nim son molinadas con molinos manuales o eléctricos; la molienda se regulará hasta partícula entre 1 y 2 Mm. que permita realizar un buen proceso de extracción del principio activo cuando se prepare el bioinsecticida para usar como extracto acuoso. El polvo obtenido se envasa en bolsas plásticas para su conservación en lugares frescos.

d. Preparación, dosificación y aplicación:

- **Control de plagas agrícolas:** Semilla seca molinada: 20 g (2 cucharadas rasas)/L de agua; fruto seco molinado: 40 g (4 cucharadas rasas)/L de agua; hoja seca molinada: 50 g (10 – 12 cucharadas rasas) /L de agua y hoja fresca: 100 g (400 hojitas)/L de agua.
- **Para espolvoreo en plagas agrícolas:** semilla seca molinada: 3 g/planta (1 cucharadita); fruto seco molinado: 5 g/planta (2 cucharaditas) y hoja seca molinada: 5 g/planta (1 cucharada rasa)
- **Control de plagas de granos almacenados para la siembra:** semilla seca molinada: 5 g (2 cucharaditas)/kg de semilla; fruto seco molinado: 15 g (6 cucharaditas)/kg de semilla y hoja seca molinada: 50 g (10 - 12 cucharadas rasas)/kg de semilla
- **Control de nematodos en suelo:** semilla seca molinada: 100 a 120 g/m², solo para producción de plántulas en semilleros o bandejas

2.1.2.4. Plagas que combate el Nim

Estrada *et al.* (2007) indican que, por su gran espectro de acción, los bioinsecticidas derivados del Nim, pueden ser usados en el combate contra un número variado de especies de insectos, ácaros y fitonemátodos que atacan las plantas cultivadas creando pérdidas considerables en las producciones.

2.1.3. Generalidades de higuera

2.1.3.1 Propiedades y aplicaciones

La ricina es una poderosa toxina proteica que se encuentra en la planta de ricino, *Ricinus communis*. La ricina está presente en todas las partes de la planta, pero se concentra particularmente en las semillas. La toxina se podría utilizar como arma biológica. La toxina purificada se puede encontrar en forma cristalina, como polvo liofilizado seco, o disuelto en líquido. La ricina actúa al inhibir la síntesis de la proteína en plagas (Pita *et al.* 2004).

Millán (2008) manifiesta que la higuerrilla presenta toxicidad frente a ácaros, hongos, nemátodos, insectos y ratas. Es una planta hospedadora de insectos benéficos y su incorporación al suelo en forma de residuos (dosis 1-2 %) le otorga una mayor fertilidad y mejora su textura. Se utiliza también, para la protección de granos almacenados, actúa como repelente de moscas a nivel doméstico y sus formas de utilización son:

1. Para el control de hongos y nemátodos se hierve 1 Kg. de hojas durante 30 minutos en 10 litros de agua. Se deja enfriar y luego se cuele. Se diluyen 5 litros de la solución en 11 litros de agua, se agregan 20 gramos de jabón neutro y se aplica en aspersión al suelo.
2. Para la protección de granos almacenados se secan y se pulverizan las hojas; se utilizan 50 g. de polvo cada 50 Kg. de semillas.
3. Para el control de plagas del follaje se deja macerando $\frac{1}{2}$ Kg. De semillas en 500 ml de alcohol 90° durante dos días. Para la aplicación se diluyen 75 ml del extracto alcohólico en 20 litros de agua.
5. Para el control de hormigas cortadoras se recomiendan las siguientes acciones: plantar ricino como barrera o intercalarlo en el cultivo o jardín, introducir en el hormiguero el humo producido al quemar las semillas y emplear el aceite como atrayente en los cebos alimenticios.²

2.2 Antecedentes

Bustamente y sabillón (1995) manifiesta donde las parcelas donde se aplicó neem tuvieron mayor rendimiento. Este extracto protegió al cultivo del ataque de larvas perforadoras del fruto y de enfermedades que fueron las causantes de pérdidas.

Blanco-Metzler y Pacheco-Alvarado (2015) evaluaron el efecto del insecticida botánico Capsoil 9.82 EC para el control de la broca del café en una plantación de café caturra en Ujarrás, Cartago, Costa Rica. Se evaluaron 3 dosis de Capsoil (1, 1.5 y 2 L/ha) y del AK-42 (0.5 L/ha) (testigo). Se presentaron diferencias significativas para el porcentaje de infestación de frutos entre tratamientos y el testigo. La dosis de Capsoil de 2 L/ha presentó el menor porcentaje de infestación. Con base en los resultados se sugiere el uso de 2 L/ha de Capsoil para el control de broca de café.

Gonzales *et al.* (2017) evaluaron el “Efecto de los exudados radiculares de la “higuerilla” *Ricinus communis* L.(Euphorbiaceae) en la mortalidad de larvas de *Gymnetis bonplandii* Schaum (Coleóptera, Scarabaeidae)”. Los resultados indican que las larvas de primer estadio de *G. bonplandii* Schaum durante el tiempo que estuvieron en la jaula cilíndrica, se alimentaron de las raíces de “higuerilla”, debido a que fue el único alimento disponible. Cuando la larva se alimentó de las raíces de *R. communis* se produjo la mortalidad de las larvas, en comparación con el testigo. Los exudados liberados por las raíces deben haber causado la muerte de las larvas utilizadas en el experimento. Las larvas muertas presentaron un desecamiento en todo el cuerpo es decir que los exudados radiculares tuvieron efecto letal sobre las larvas de primer estadio de *G. bonplandii* Schaum y el rango de mortalidad osciló entre el 30 y 90 %, pudiendo ser utilizados como componentes biológicos en el manejo de plagas. También indican que la mortalidad sobre las larvas es mayor cuando hay gran cantidad de raíces.

Collavino *et al.* (2006) manifiesta que la aplicación de insecticidas sintéticos como principal sistema de control de plagas de granos y productos almacenados ha originado el desarrollo de poblaciones de insectos resistentes a dichos químicos, la contaminación del medio ambiente y la acumulación de sustancias tóxicas en los alimentos. En este trabajo se evaluaron los efectos de la aplicación de molido de hojas de ricino sobre larvas de la «polilla de las harinas» (Lepidoptera: Phycitinae). Los resultados

de mortalidad indicaron que la concentración al 15 % superó significativamente al resto de los tratamientos y al testigo.

2.3 Hipótesis.

2.3.1. Hipótesis general.

Aplicando biocida neem e higuierilla en el cultivo de café, se obtuvo efecto significativo en el comportamiento de la broca (*Hypothenemus hampei* Ferrari) en condiciones edafoclimáticas de Chaupiyacu – Monzón.

2.3.2. Hipótesis específicas.

- a) Aplicando 1L de extracto de neem en 20L de H₂O en el cultivo de café se obtuvo efecto significativo en el comportamiento de la broca del café.
- b) Aplicando 4L de extracto de neem en 20L de H₂O en el cultivo de café supero estadísticamente en forma significativa en el comportamiento de la broca del café.
- c) Aplicando 1L de extracto de higuierilla en 20L de H₂O en el cultivo de café se obtuvo efecto significativo en el comportamiento de la broca del café.
- d) Aplicando 4L de extracto de higuierilla en 20L de H₂O en el cultivo de café se obtuvo efecto significativo en el comportamiento de la broca del café.

2.4. VARIABLES

Variable independiente : Biocida neem e higuierilla

Indicadores : Niveles de dosificación

Variable dependiente : comportamiento poblacional de la broca de café

Indicadores : Número de broca por cerezo

: Número total de cerezos con broca

	: Porcentaje de infestación
	: Número de posición de ataque por la "broca del café" <i>Hypothenemus hampei</i>
Variable interviniente	: Condiciones agroecológicas
Indicadores	: Clima y suelo

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Lugar de ejecución.

La investigación se desarrolló en la propiedad de Yordi Baylon Mallqui ubicado en sector de Chaupiyacu, Distrito de Monzón y Provincia de Huamalies, cuya posición geográfica y ubicación política es la siguiente:

Posición geográfica

Latitud sur	: 9° 17' 49"
Longitud oeste	: 76° 22' 00"
Altitud	: 1100 msnm

Ubicación política

Región	: Huánuco
Provincia	: Huamalies
Distrito	: Monzón
Localidad	: Chaupiyacu

Según el sistema de clasificación de las informaciones vegetales o zonas de vida natural del mundo, la microcuenca de Monzón corresponde a las zonas de vida, bosques muy húmedo-Premontano tropical (bmt-PT); bosque muy húmedo-Tropical (bmh-T); bosque pluvial-Premontano Tropical (bp-PT) y bosque pluvial-Montano Bajo Tropical (bp-MBT). Las condiciones climáticas en el sector de Chaupiyacu, está situado en la región selva, con

una altitud de 1100 msnm. El clima esta con de temperatura que varían entre los 19.3°C y 29.4°C y un régimen pluvial de los 3,100 mm/anuales.

3.2. TIPO Y NIVEL DE INVESTIGACIÓN

Tipo de investigación

Aplicada porque se recurrió a los conocimientos pre constituidos de las ciencias biológicas para generar conocimientos científicos y tecnológicos sobre biocidas a base de plantas que actúa contra plagas y enfermedades, para obtener mejores producciones de café para solucionar el problema de bajo rendimiento y calidad del producto.

Nivel de investigación

Experimental porque se manipuló la variable independiente biocida neem e higuierilla con diferentes niveles de dosificación, se evaluó la variable dependiente comportamiento poblacional de broca de café comparando con el testigo sin aplicación de biocida.

3.3. POBLACIÓN, MUESTRA, TIPO DE MUEZTRA Y UNIDAD DE ANÁLISIS

Población

Estuvo constituida por 990 plantas de café en campo experimental.

Muestra

Constituida por 6 plantas de café de cada área neta experimental haciendo un total de 90 plantas por las áreas netas experimentales y se recurrió la parcela en forma de zigzag.

Tipo de muestra

Probabilística (estadístico), en su forma de Muestreo Aleatorio Simple (MAS), en vista que cualquiera de las plantas de la población de café tienen la misma probabilidad de ser integrante de la muestra al momento de evaluar.

Unidad de análisis

Fueron las plantas de café del área neta experimental.

3.4. FACTORES Y TRATAMIENTOS EN ESTUDIO

Los factores son las biocidas (neem e higuerrilla) y la dosificación que se indican en el cuadro siguiente:

Factores	tratamiento	Clave	Dosis (L)	Frecuencia de aplicación
Neem	T1	N1	1 L/20L de agua	8 días
	T2	N2	4 L/20L de agua	8 días
Higuerrilla	T3	H1	1 L/20L de agua	8 días
	T4	H2	4L/20L de agua	8 días
Testigo	T0	T0	----	----

3.5. PRUEBA DE HIPÓTESIS

3.5.1. Diseño de la investigación

Experimental en la forma de Diseño de Bloques Completamente al Azar (DBCA) con 5 tratamientos, 3 repeticiones haciendo un total de 15 unidades experimentales.

El análisis estadístico fue el Análisis de Variancia (ANDEVA) a los niveles de 0,05 y 0,01 de significancia y para la comparación de los promedios, se utilizó la Prueba de Duncan, a los niveles de significación del 0,05 y 0,01.

Esquema del análisis estadístico

Se utilizó el Análisis de Variancia (ANDEVA) al 0,05 y 0,01 para determinar la significación estadística entre repeticiones, biocidas y tratamientos, para la comparación de los promedios la Prueba de Duncan, al 0,05 y 0,01 de nivel de significancia.

Esquema de Análisis de Variancia para el diseño (DBCA)

Fuente de Variación (FV)	Grados de Libertad (GL)
--------------------------	-------------------------

Bloques (r – 1)	2
Tratamientos (t – 1)	4
Error experimental (r – 1) (t – 1)	8
TOTAL (r t – 1)	14

Siendo el modelo aditivo lineal es el siguiente:

Dónde:

$$Y_{ij} = U + T_i + B_j + E_{ij}$$

Y_{ij} = Observación o variable de respuesta

U = Media general.

T_i = Efecto del i-esimo tratamiento.

B_j = Efecto del i-esimo bloque.

E_{ij} = Error experimental.

Características del campo del campo experimental

Características del Campo

Longitud del campo experimental	58 m
Ancho del campo experimental	38 m
Área total del campo experimental	2,204 m ²

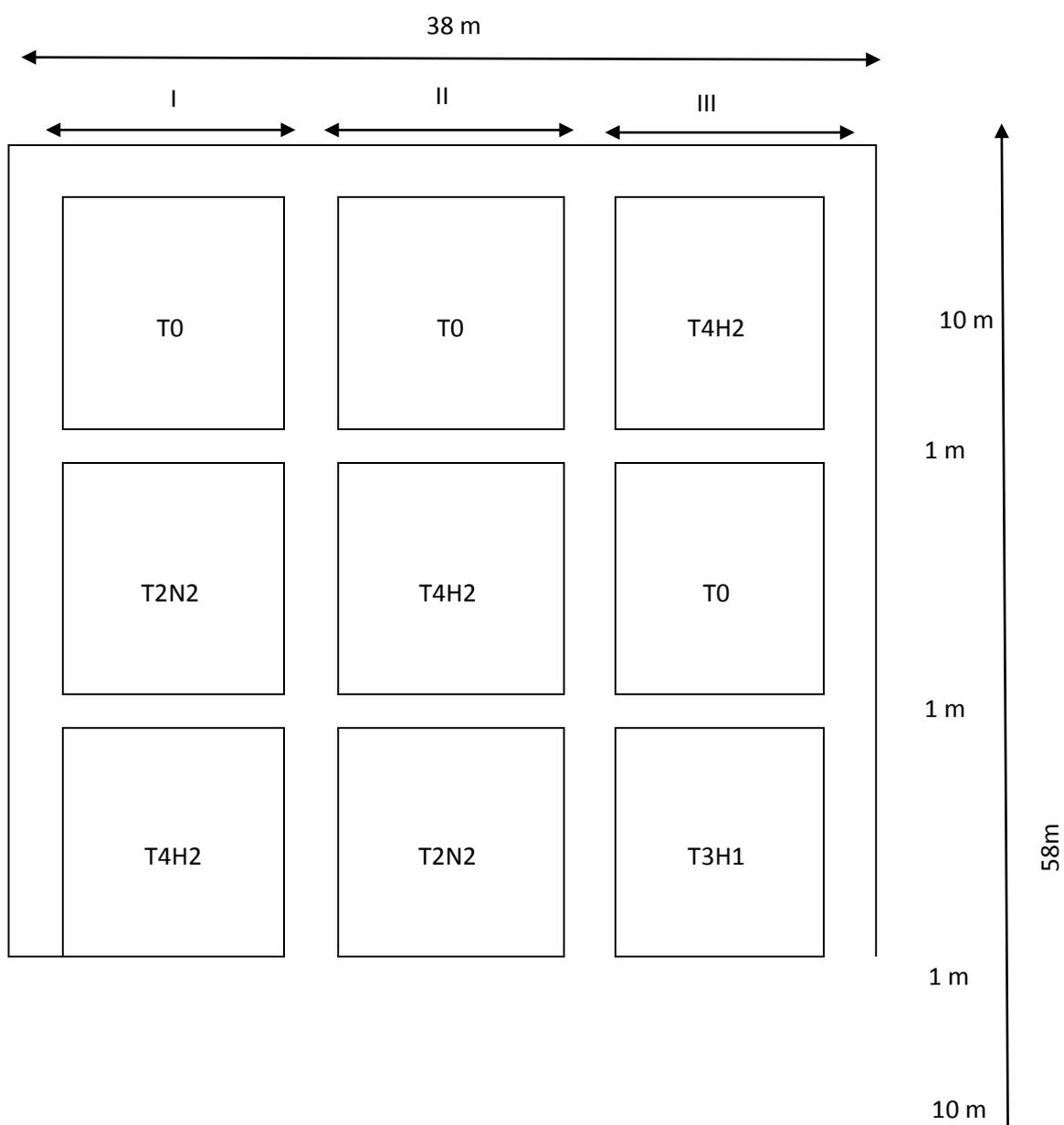
Características de los Bloques

Bloques	3
Tratamientos por bloque	5
Longitud de bloque	50 m
Ancho de bloque	30 m
Área total de bloque	1,500 m ²
Ancho de camino	2 x1 m

Características de la parcela experimental

Longitud de parcela	10 m
Ancho de la parcela	10 m

Área total de parcela principal	100 m ²
Área neta de la parcela	24 m ²
Total de plantas por parcela	66



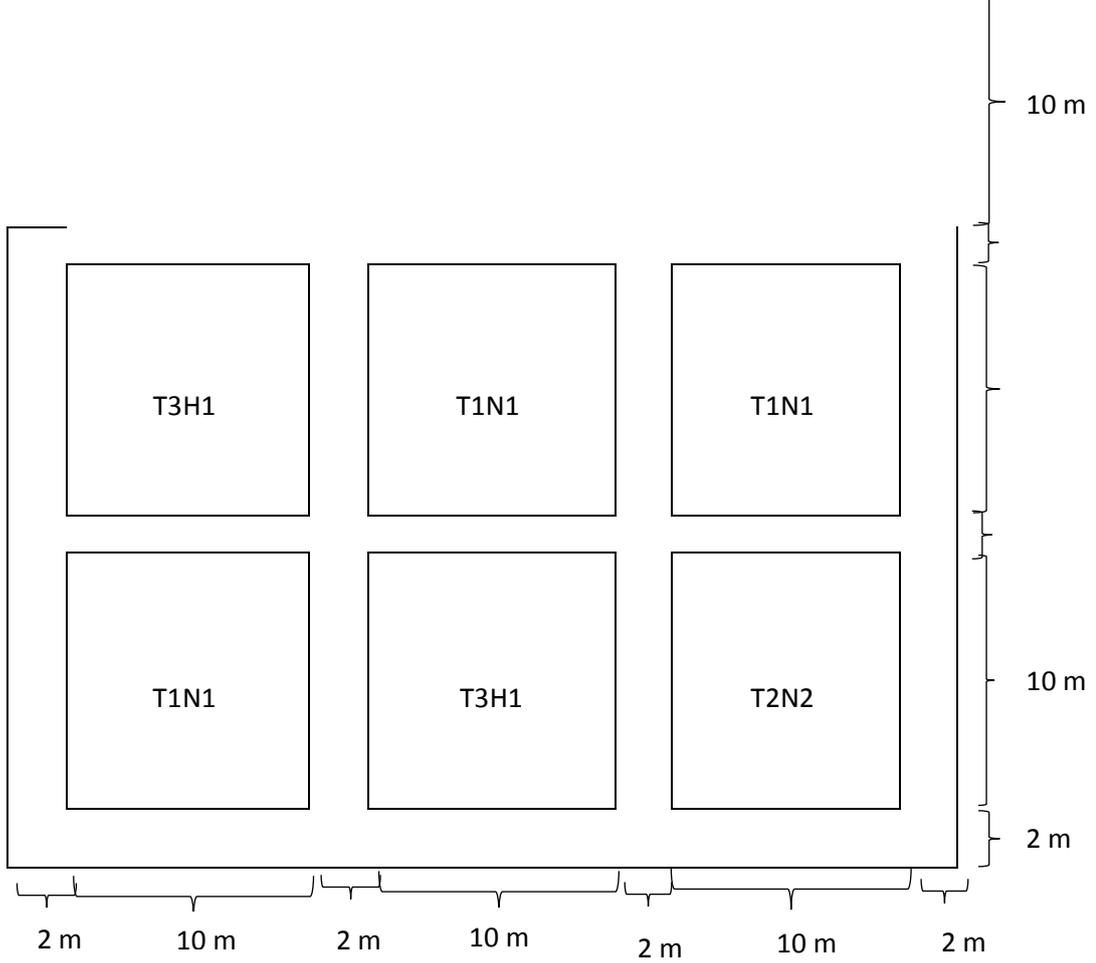


Fig. 1 Croquis del campo experimento

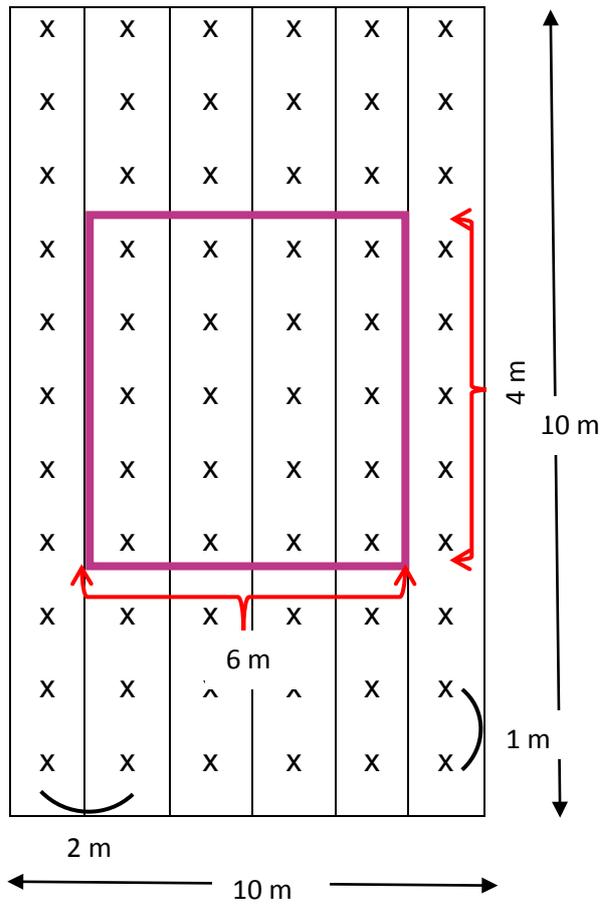


Fig. N° 02. Croquis de unidad neta experimental

3.5.2. Datos registrados

Los datos registrados son los siguientes:

a) Número de frutos brocados

Las evaluaciones se realizaron cuando los cerezos obtuvieron de 90 días para arriba después de la floración. La evaluación en número de frutos brocados se realizó cada 5 días. Se tomaron 6 plantas de café al azar, haciendo un conteo total de 90 frutos por unidad neta experimental.

b) Número de brocas por cerezo

Se realizó cada 5 días después de aplicación de biocida neem e higuerilla, haciendo un corte vertical del cerezo brocado recolectado para realizar el conteo de brocas (huevo, larva, pupa, adulto).

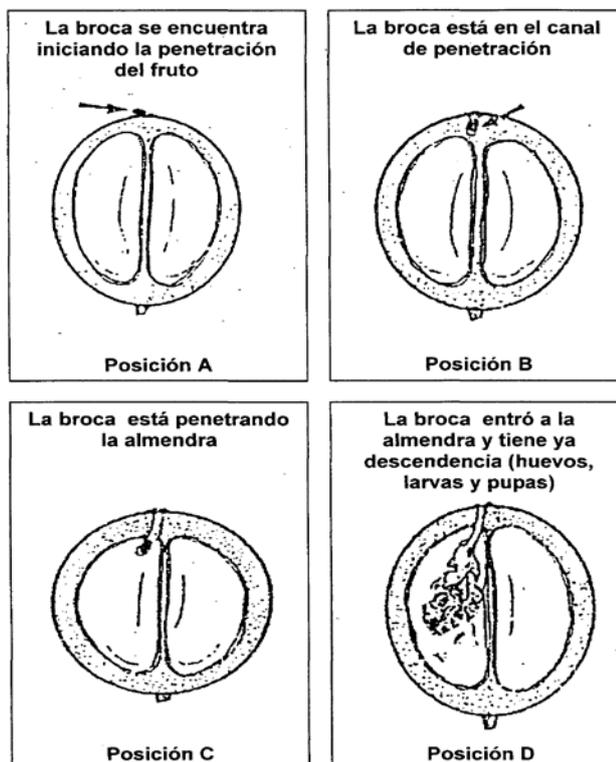
c) Número de posición de ataque por la "broca del café" *Hypothenemus hampei* Ferr.

Se realizó en cerezos recolectados de cada tratamiento haciendo un corte vertical con cúter, la evaluación se tomó de acuerdo a la metodología de Bustillo (2002) que se indica en el siguiente cuadro:

Cuadro N° 01. Posición de ataque de la "broca de café" dentro del fruto de café

Posición	Descripción
A	La "broca" se encuentra iniciando su penetración en el fruto de café, es decir se ubica a nivel del exocarpo.
B	La "broca" se encuentra en el canal de penetración, es decir en el mesocarpo del fruto de café
C	La "broca" está penetrando la semilla a la altura del pergamino o endocarpo
D	La "broca" se encuentra dentro de la semilla y tiene descendencia (huevos, larvas, pupas y adultos).

Fig. N° 03. Posición de ataque de la "broca de café" dentro del fruto de café.



d) Porcentaje de infestación de la "broca del café"

Las evaluaciones se realizaron cada 5 días después de la aplicación de biocida neem e higuerrilla. Para realizar las evaluaciones se contó al azar 5 frutos en la parte superior, 5 frutos en la parte media y 5 frutos en la parte inferior siendo en total 15 frutos de café por planta. Se tomaron 6 plantas de café, haciendo un conteo total de 90 frutos por unidad neta experimental. Para determinar el porcentaje de infestación (P.I.) de la "broca de café", se usó la siguiente fórmula:

$$P. I = \frac{\text{Total de café brocado}}{\text{Total de frutos de café contados}} \times 100$$

3.5.3. Técnicas e instrumentos de recolección de información

3.5.3.1. Técnicas bibliográficas y de campo

A) Instrumentos bibliográficos

Fichas

Fue la recopilación de los elementos bibliográficos de los documentos leídos para elaborar la literatura consultada la literatura citada fue de

acuerdo al modelo de redacción de IICA – CATIE (Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura – Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza).

Análisis de contenido

Estudio y análisis de manera objetiva y sistemática de los documentos leídos para elaborar el sustento teórico.

B) Instrumento de campo

Libreta de campo

Se registraron todas las observaciones realizadas sobre la variable dependiente, independiente desde el inicio de la ejecución hasta la finalización de dicho trabajo de investigación.

3.6. MATERIALES Y EQUIPOS

Materiales

a) Materiales de escritorio y campo

Lapicero

Lápiz

Cuaderno de campo

Plumón indeleble

Apu de color amarillo y negro

Engrampador

Plásticos de colores

Wincha o cinta métrica

Rafia

Guantes y mascarilla

2 bidones de 7L

Una jarra

Una jeringa de 30 ml

Cuter

Machete

18 tableros de triplay

b) Material vegetal

Hojas secas de neem

Hojas verdes de higuera

Raíz fresca de higuera

c) Insumos

Adherente

Equipos e instrumentos

Laptop

Cámara fotográfica

Calculadora

Balanza de precisión

Fumigadora de 20L

Licuada

3.7. CONDUCCIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

La investigación se ejecutó durante los meses octubre de 2018 a marzo del 2019, en el predio del señor Yordi Baylon Mallqui ubicado en el sector de Chaupiyacu- distrito de Monzón, para ello se realizaron las siguientes actividades:

Elección de la parcela experimental

Se eligió un predio en etapa de fructificación ubicado en el sector de Chaupiyacu, el estado fenológico de la planta fue el factor condicionante para determinar el porcentaje de infestación de la "broca" en campo y se recolectaron los frutos brocados para hacer conteo de broca y realizar las evaluaciones de la posesión de ataque en cerezos.

Delimitación del campo experimental

Para la delimitación del campo experimental se utilizaron 5 colores de plásticos hechos en banderines, cada uno se distribuyó al azar, un color representa los niveles dosificación de biocida neem e higuera, es decir:

Banderín rojo : T1N1

Banderín amarillo : T2N2

Banderín blanco : testigo

Banderín morado : T3H1

Banderín rosado : T4H2

Preparación y dosificación de biocidas (neem e higuierilla)

Para la preparación de extracto de neem se utilizó 1 kg de hoja seca en 5L de agua, una vez adherido en el agua se le remojó durante 48 horas cuando ya cumplió el tiempo de remojo se procedió al colado con una tela. El extracto de 5 L de neem obtenido se utilizó de acuerdo a la dosificación que es la siguiente:

1L de extracto de neem en 20L de agua

4L de extracto de neem en 20L de agua

Para la preparación de extracto de higuierilla se utilizó 125 gramos de hojas verdes en 500ml de agua y 66 gramos de raíz machacado en 500 ml de agua ambas dosis uniéndole hace 1 litro de extracto de higuierilla y la dosificación es similar al del extracto de neem. Por lo tanto, en general se utilizó 625 gramos de hoja verde licuado y 330 gramos de raíz machacado de higuierilla en 5L de agua, en el cual se remojó durante 24 horas, una vez cumplido el tiempo dado se realizó el colado con una tela. El extracto de 5L de higuierilla obtenido se utilizó de acuerdo a la dosificación que es la siguiente:

1L de extracto de higuierilla en 20L de agua

4L de extracto de higuierilla en 20L de agua

Aplicación de las biocidas

La primera aplicación se realizó cuando los cerezos tenían 90 días después de la floración, se fumigó un día después de la pre evaluación, la pre evaluación tuvo como finalidad para saber el porcentaje de frutos brocados, numero de brocas por cerezo u otros en el campo experimental. Las aplicaciones de las biocidas (neem e higuierilla) se hicieron cada ocho días sumando en total 16 aplicaciones.

En caso que hubo lluvia se usó adherente para que permite fijar las moléculas de las biocidas sobre la superficie vegetal, reduciendo las pérdidas de lavado por acción de las lluvias aumentando la persistencia de las biocidas por más tiempo. La dosificación del adherente es la siguiente:

10-15 ml/ 20 L de agua ----- Zona de baja precipitación

30 ml/ 20 L de agua ----- Zona de alta precipitación

Evaluación después de las aplicaciones de biocidas

Para realizar las evaluaciones se contabilizaron 15 frutos; 5 en la parte superior, 5 en la parte media y 5 en la parte inferior por planta, es decir 6 plantas haciendo un total de 90 cerezos por unidad neta experimental, los frutos brocados fueron recolectados en una bolsa. En total 1350 cerezos evaluados en el campo experimental. La evaluación se efectuó después de la aplicación de las biocidas cada 5 días. Con un total de 16 evaluaciones.

Deshierbo

El primer deshierbo se realizó en mes de octubre y el segundo deshierbo en mes de enero en forma manual cuando se notó la presencia de malezas el cual tuvo que ser controlado a tiempo, con el objetivo de favorecer el desarrollo normal de las plantas y evitar la competencia con las malezas en cuanto a luz, agua, nutrientes y eliminar las malezas hospederas de plagas y enfermedades.

Manejo de sombra

El café se encontraba asociado con guaba por lo tanto se realizó poda de las ramas en mes de octubre junto con el deshierbo porque el café poseía a más de 70 % de sombra. A mayor porcentaje de humedad aumenta la proliferación de plagas y enfermedades.

IV. RESULTADOS

Los datos obtenidos fueron ordenados y procesados por computadora, utilizando el programa estadístico Infostat y Excel de acuerdo al diseño de investigación propuesto. Los resultados expresados en promedios se presentan en cuadros y figuras interpretados estadísticamente con la técnica de Análisis de Varianza (ANDEVA) a los niveles de significación del 5 y 1 %, a fin de establecer las diferencias significativas entre bloques y tratamientos, donde los parámetros que son iguales se denota con (ns), quienes tienen significación (*) y altamente significativo (**).

Para la comparación de los promedios, se aplicó la prueba de significación de Duncan a los niveles de significación del 5 y 1 % donde los tratamientos representados con la misma letra (aa) indican que no existe diferencias estadísticas significativa, mientras los tratamientos representados con diferentes letras (ab) indican diferencia estadística significativa.

4.1. Evaluación de cerezos brocados

a) Pre evaluación

CUADRO N° 02: Análisis de varianza para cerezos brocados mes de octubre, 2018.

F.V.	GL	SC	CM	FC	FT	
					0.05	0.01
Bloques	2	0.13	0.07	0.29 ns	4.46	8.65
Tratamientos	4	0.93	0.23	1.00 ns	3.84	7.01
Error	8	1.87	0.23			
Total	14	2.93				

CV: 181.14 %

SX: 0.28

Según el ANDEVA a nivel de 0.05 y 0.01. No existen diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos y bloques. Así mismo el coeficiente de variabilidad (CV) es 181.14 % y la desviación estándar es (SX)=0.28, lo que da mayor confiabilidad a los resultados.

CUADRO N° 03: Promedio en número de cerezos brocados mes de octubre, 2018.

O.M	TRATAMIENTOS	PROMEDIO	SIGNIFICACION	
			0.05	0.01
1	T2 (4L de neem)	0.00	a	a
2	T4 (4L de higuerrilla)	0.00	a	a
3	T0 (testigo)	0.33	a	a
4	T3 (1L de higuerrilla)	0.33	a	a
5	T1 (1L de neem)	0.67	a	a

La prueba de significación de Duncan confirma los resultados del Análisis de Varianza, indica que no existen diferencias estadísticas entre los tratamientos en ambos niveles de significación. El número promedio de los cerezos brocados pre aplicación en el campo experimental oscila entre 00,00 y 0.67. Bajas infestaciones demuestran la homogeneidad en la distribución de daños en todo el campo experimental.

b) Evaluación al primer mes de intervención con biocidas

CUADRO N° 04: Análisis de varianza para número de cerezo brocado mes de noviembre, 2018.

F.V.	GL	SC	CM	FC	FT	
					0.05	0.01
Bloques	2	0.21	0.10	0.87 ns	4.46	8.65
Tratamientos	4	29.27	7.32	61.08 **	3.84	7.01
Error	8	0.96	0.12			
Total	14	30.43				

CV: 14.94 %

SX: 0.20

Según la prueba de F del análisis de varianza (ANDEVA), no se encontró diferencias estadísticas entre los bloques, pero si existe diferencias estadísticas altamente significativas, entre los tratamientos, es decir al menos uno de los biocidas ha generado un efecto diferente respecto en el comportamiento de la broca. Así mismo el coeficiente de variabilidad (CV) es 14.94 % y la desviación estándar es (SX)=0.20, lo que da mayor confiabilidad a los resultados.

CUADRO N° 05: Promedio en número de cerezos brocados mes de noviembre, 2018.

O.M	TRATAMIENTOS	PROMEDIO	SIGNIFICACION	
			0.05	0.01
1	T2 (4L de neem)	1.17	a	a
2	T4 (4L de higuera)	1.42	a	a b
3	T1 (1L de neem)	1.67	a	a b
4	T3 (1L de higuera)	2.33	b	b
5	T0 (Testigo)	5.00	c	c

La prueba de significación de Duncan (cuadro n° 05), al nivel de 5% los tratamientos T2, T4 y T1 son los que reportan menor número de cerezos brocados/planta diferenciándose estadísticamente con el tratamiento T3 y el Testigo. Al nivel de significancia 0,01 el tratamiento T2 reporta el menor

número de cerezos brocados/planta diferenciándose estadísticamente del tratamiento testigo y los demás.

A corto plazo el biocida (4L de neem) resulta ser el más eficaz en el control de la broca, con menor número de cerezos brocados (1.17/planta).

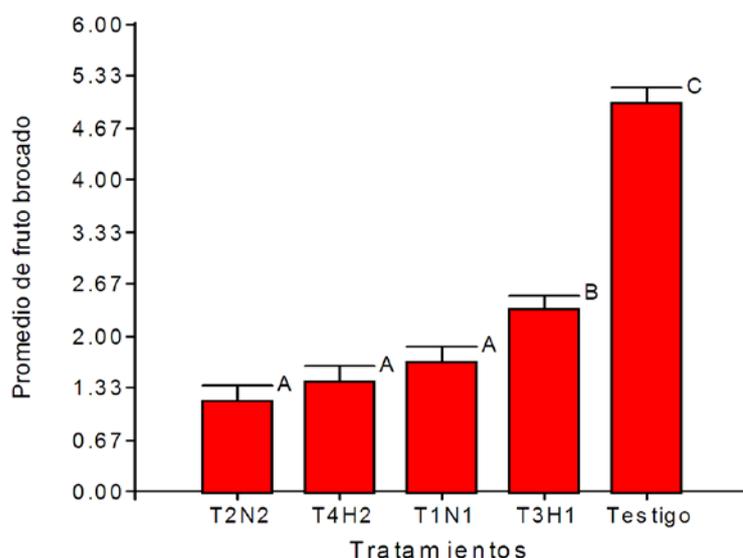


Fig. N° 04. Promedio en fruto brocado mes de noviembre, 2018.

c) Evaluación al segundo mes de intervención con biocidas

CUADRO N° 06: Análisis de varianza para número de cerezos brocados mes de diciembre, 2018.

F.V.	GL	SC	CM	FC	FT	
					0.05	0.01
Bloques	2	0.48	0.24	0.32 ns	4.46	8.65
Tratamientos	4	67.40	16.85	22.37 **	3.84	7.01
Error	8	6.02	0.75			
Total	14	73.90				

CV: 24.45 %

SX: 0.50

Los resultados de ANDEVA indican que existe diferencia estadística altamente significativa para los tratamientos. Así mismo el coeficiente de

variabilidad (CV) es 24.45 % y la desviación estándar es (SX)=0.50, que dan confiabilidad a los resultados.

CUADRO N° 07: Promedio en número de cerezo brocado mes de diciembre, 2018.

O.M	TRATAMIENTOS	PROMEDIO	SIGNIFICACION	
			0.05	0.01
1	T2 (4L de neem)	1.92	a	a
2	T4 (4L de higuierilla)	2.00	a	a
3	T1 (1L de neem)	3.00	a	a
4	T3 (1L de higuierilla)	3.17	a	a
5	T0 (Testigo)	7.67	b	b

La prueba de Duncan indica dos rangos de significancia al 0,05 y 0,01. Los tratamientos T2, T4, T1 y T3 comparten el mismo nivel de significancia, pero difieren estadísticamente del tratamiento Testigo.

El menor número de cerezos brocados (1.92/planta) se obtuvo con el tratamiento T2. El producto apropiado como alternativa para el control de la broca del café a corto y mediano plazo es el biocida Neem a dosis de 4L /20L H₂O.

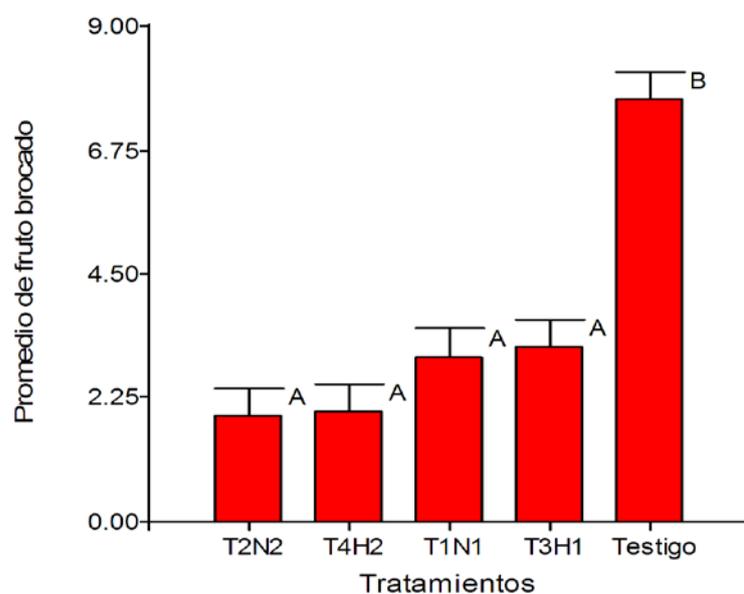


Fig. N° 05. Promedio en fruto brocado mes de diciembre, 2018.

d) Evaluación al tercer mes de intervención con biocidas

CUADRO N° 08: Análisis de varianza para número de cerezos con broca mes de enero, 2019

F.V.	GL	SC	CM	FC	FT	
					0.05	0.01
Bloques	2	0.06	0.03	0.15 ns	4.46	8.65
Tratamientos	4	111.73	27.93	142.64 **	3.84	7.01
Error	8	1.57	0.20			
Total	14	113.36				

CV: 12.24%

SX: 0.26

Los resultados en ANDEVA respecto al número de cerezos brocados por planta del área neta experimental indican que no existe significancia estadística para los bloques y es altamente significativa para los tratamientos. Así mismo el coeficiente de variabilidad (CV) es 12.24 % y la desviación estándar (SX) es 0.26 que dan confiabilidad a los resultados

CUADRO N° 09: Promedio en número de cerezos brocados mes de enero, 2019.

O.M	TRATAMIENTOS	PROMEDIO	SIGNIFICACION	
			0.05	0.01
1	T2 (4L de neem)	1.33	a	a
2	T4 (4L de higuerilla)	2.00	a b	a
3	T1 (1L de neem)	2.50	b	a b
4	T3 (1L de higuerilla)	3.33	c	b
5	T0 (Testigo)	8.92	d	c

La prueba de significación de Duncan al 5% indica que el tratamiento T2 difiere estadísticamente de los tratamientos T1, T3 y el Testigo. Al 1% el tratamiento T2 y T4 son similares estadísticamente pero difieren en comparación con T3 y el testigo.

El menor número de cerezos brocados se obtuvo con el tratamiento T2 con respecto a los demás tratamientos (1.33 cerezos brocados/planta)

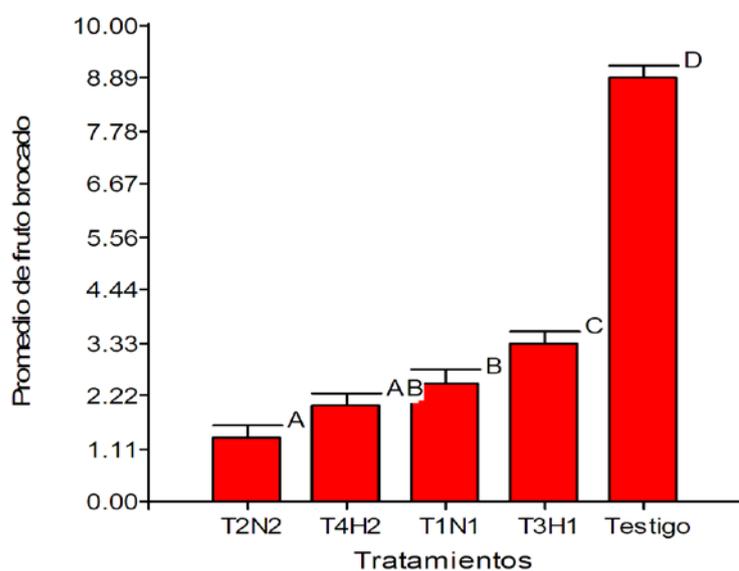


Fig. N° 06. Promedio en fruto brocado mes enero, 2019.

e) Evaluación al cuarto mes de intervención con biocidas

CUADRO N° 10: análisis de varianza para número de cerezo brocado mes de febrero, 2019.

F.V.	GL	S	CM	FC	FT	
					0.05	0.01
Bloques	2	0.06	0.03	0.74 ns	4.46	8.65
Tratamientos	4	139.43	34.86	880.63 **	3.84	7.01
Error	8	0.32	0.04			
Total	14	139.81				

CV: 5.28%

SX: 0.11

Los resultados en ANDEVA respecto al número de cerezo brocado indican que no existe significancia estadística para los bloques y es altamente significativa para los tratamientos. Así mismo el coeficiente de variabilidad (CV) = 5.28% y la desviación estándar (SX) = 0.11 indican confiabilidad en los resultados.

CUADRO N° 11: Promedio en número de cerezos brocados/planta mes de febrero, 2019.

O.M	TRATAMIENTOS	PROMEDIO	SIGNIFICACION	
			0.05	0.01
1	T2 (4L de neem)	1.58	a	a
2	T4 (4L de higuerrilla)	1.67	a	a
3	T1 (1L de neem)	2.75	b	b
4	T3 (1L de higuerrilla)	3.08	b	b
5	T0 (Testigo)	9.75	c	c

La prueba de significación de Duncan al 5% indica que los tratamientos T2 y T4 tienen el mismo nivel de significancia estadística diferenciándose del tratamiento T1, T3 y el tratamiento Testigo. Al 1% el tratamiento T2 y T4 difiere estadísticamente en comparación con T1, T3 y el testigo.

El menor número de cerezos brocados se obtuvo con los tratamientos T2 y T4, siempre resultando el tratamiento T2 (4L de neem) con mayor

eficacia en el control de la plaga, reportándose en promedio 1.58 cerezos brocados por planta.

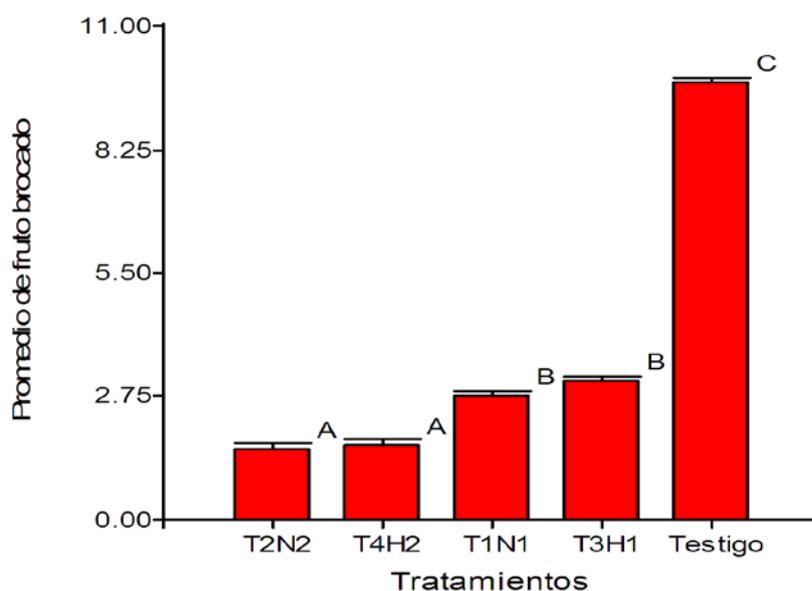


Fig. N° 07. Promedio en cerezo brocado mes de febrero, 2019.

f) Comportamiento de daño de la broca del café en el número de cerezos brocados por planta durante el periodo de intervención con los biocidas.

CUADRO N° 12: Promedios de número de cerezo brocado mes de octubre (pre evaluación), noviembre, diciembre, enero y febrero.

Tratamientos	Pre evaluación	Noviembre	Diciembre	Enero	Febrero
T0	0.33	5.00	7.67	8.92	9.75
T1	0.67	1.67	3.00	2.50	2.75
T2	0.00	1.17	1.92	1.33	1.58
T3	0.33	2.33	3.17	3.33	3.08
T4	0.00	1.42	2.00	2.00	1.67

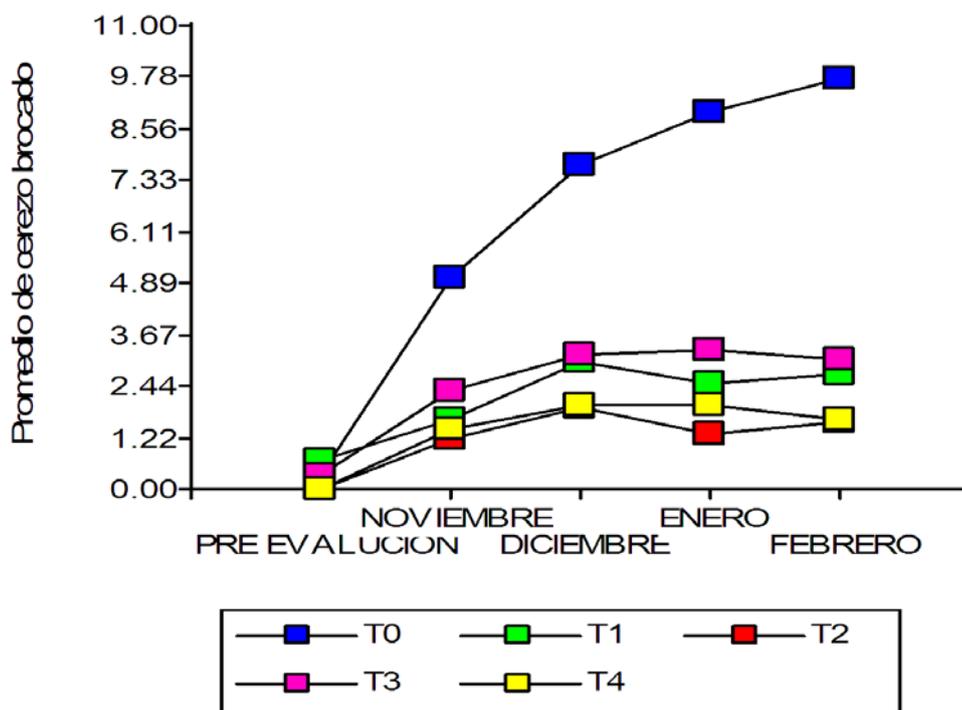


Fig. N° 08. Número de cerezos brocados por planta en los meses de octubre (pre evaluación), noviembre y diciembre-2018; enero y febrero-2019

En la figura n° 08: El registro del número de cerezos brocados por planta se mantiene entre los promedios 0.33 ± 3.08 durante todo el periodo de evaluación de los tratamientos en comparación con el testigo. Existen diferencias altamente significativas entre el testigo y los tratamientos al analizar el ANDEVA. En las parcelas sin aplicación, a partir del primer mes se registran cerezos brocados para luego incrementarse en el segundo y tercer mes, llegando en un pico alto en el último mes de evaluación (9.75 cerezos brocados/planta)

4.2 Evaluación de número de brocas por cerezo

a) Pre evaluación en número de brocas por cerezo antes de la aplicación de los biocidas

CUADRO N° 13: análisis de varianza para número de broca/cerezo mes de octubre, 2018.

F.V.	GL	SC	CM	FC	FT	
					0.05	0.01
Bloques	2	0.13	0.07	0.29 ns	4.46	8.65
Tratamientos	4	0.93	0.23	1.00 ns	3.84	7.01
Error	8	1.87	0.23			
Total	14	2.93				

CV: 181.14 **SX: 0.28**

ANDEVA a nivel de 0.05 y 0.01 indica que no existe diferencia estadística significativa para los tratamientos y bloques. Así mismo el coeficiente de variabilidad (CV) es 181.14 % y la desviación estándar es (SX)=0.28. Por lo tanto hay mayor confiabilidad a los resultados.

CUADRO N° 14: Promedio en número de broca en el cerezo

O.M	TRATAMIENTOS	PROMEDIO	SIGNIFICACION	
			0.05	0.01
1	T2 (4L de neem)	0.00	a	a
2	T4 (4L de higuera)	0.00	a	a
3	T0 (Testigo)	0.33	a	a
4	T3 (1L de higuera)	0.33	a	a
5	T1 (1L de neem)	0.67	a	a

La prueba de significación de Duncan, indica que no hay diferencias estadísticas al nivel de significación del 0,05 y 0,01 siendo similar al cuadro N° 03. Estos resultados coinciden con los reportes del número de cerezos brocados por planta en pre evaluación. Esto se debe a los ataques iniciales

coincidiendo con la posición de ataque tipo A, eso quiere decir que en el fruto solamente se encontró a la hembra iniciando su daño.

b) Evaluación al primer mes de intervención con biocidas

CUADRO N° 15: análisis de varianza para número de broca por cerezo mes de noviembre, 2018.

F.V.	GL	SC	CM	FC	FT	
					0.05	0.01
Bloques	2	0.00	0.00	0.00 ns	4.46	8.65
Tratamientos	4	0.7	0.02	1.60 ns	3.84	7.01
Error	8	0.08	0.01			
Total	14	0.15				

CV: 10.74

SX: 0.06

ANDEVA a nivel de 0.05 y 0.01, no existe diferencia estadística significativa para los tratamientos y bloques. Así mismo el coeficiente de variabilidad (CV) es 10.74 % y la desviación estándar es (SX)=0.06, lo que da mayor confiabilidad a los resultados.

CUADRO N° 16: Promedio en número de broca por cerezo mes de noviembre, 2018

O.M	TRATAMIENTOS	PROMEDIO	SIGNIFICACION	
			0.05	0.01
1	T2(4L de neem)	0.83	a	a
2	T4(4L de higuera)	0.92	a	a
3	T0 (Testigo)	1.00	a	a
4	T3 (1L de higuera)	1.00	a	a
5	T1 (1L de neem)	1.00	a	a

La prueba de significación de Duncan, indica que no hay diferencias estadísticas al nivel de significación del 0,05 y 0,01 entre los tratamientos. El menor promedio de número de brocas por cerezo se tiene en el tratamiento

T2 con 0.83 siendo la dosificación efectiva a diferencia de los demás tratamientos.

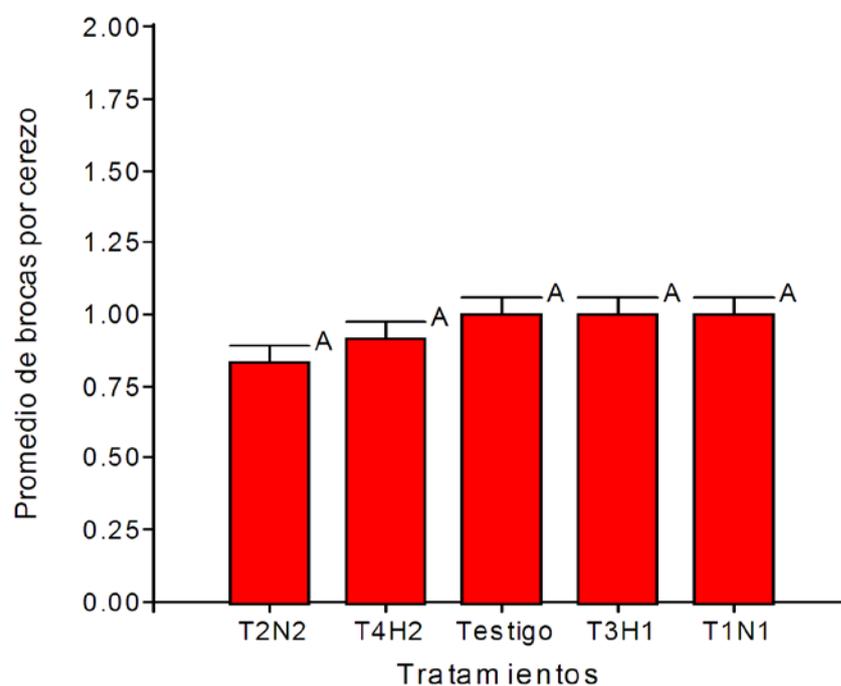


Fig. N° 09. Promedio en número de broca mes de noviembre, 2018.

c) Evaluación al tercer mes de intervención con biocidas

CUADRO N° 17: análisis de varianza para número de broca/ cerezo mes de enero, 2019.

F.V.	GL	SC	CM	FC	FT	
					0.05	0.01
Bloques	2	0.01	4.2	1.00 ns	4.46	8.65
Tratamientos	4	62.02	15.50	3721.00 **	3.84	7.01
Error	8	0.03	4.2			
Total	14	62.06				

CV: 3.20%

SX: 0.04

Los resultados de ANDEVA muestran que existe diferencia estadística altamente significativa para los tratamientos. Así mismo el coeficiente de

variabilidad (CV) es 3.20 % y la desviación estándar es (SX)=0.04, dando mayor confiabilidad a los resultados.

CUADRO N° 18: Promedio en número broca/cerezo

O.M	TRATAMIENTOS	PROMEDIO	SIGNIFICACION	
			0.05	0.01
1	T2 (4L de neem)	1.00	a	a
2	T4 (4L de higuierilla)	1.00	a	a
3	T1 (1L de neem)	1.00	a	a
4	T3 (1L de higuierilla)	1.00	a	a
5	T0 (Testigo)	6.08	b	b

La prueba de significación de Duncan, indica que hay diferencias estadísticas al nivel de significación del 0,05 y 0,01. Para el primer caso los tratamientos T2, T4, T1 y T3 comparten el mismo nivel de significancia diferenciándose del tratamiento Testigo.

El menor número de broca se obtuvo con los tratamientos T2, T4, T1 y T3 con promedio 1.00.

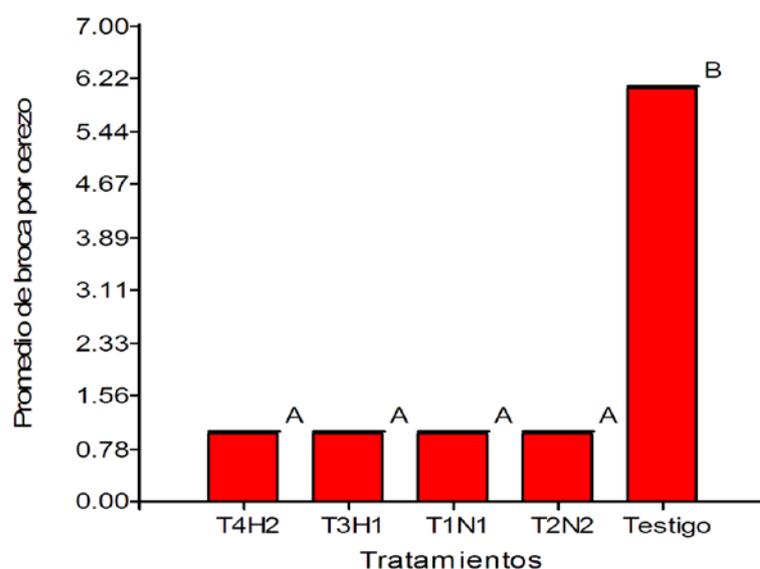


Fig. N° 10. Promedio en número de broca mes de enero, 2019.

d) Evaluación al cuarto mes de intervención con biocidas

CUADRO N° 19: análisis de varianza para número de broca/cerezo mes de febrero

F.V.	GL	SC	CM	FC	FT	
					0.05	0.01
Bloques	2	1.63	0.82	1.85 ns	4.46	8.65
Tratamientos	4	99.07	24.77	56.08 **	3.84	7.01
Error	8	3.53	0.44			
Total	14	104.23				

CV: 28.8 **SX: 0.38**

Los resultados de ANDEVA indican que existe diferencia estadística altamente significativa para los tratamientos. Así mismo el coeficiente de variabilidad (CV) es 28.8 % y la desviación estándar es (SX)=0.38, que dan confiabilidad a los resultados.

CUADRO N° 20: Promedio en número de broca/cerezo mes de febrero.

O.M	TRATAMIENTOS	PROMEDIO	SIGNIFICACION	
			0.05	0.01
1	T2 (4L de neem)	1.00	a	a
2	T4 (4L de higuerrilla)	1.00	a	a
3	T1 (1L de neem)	1.00	a	a
4	T3 (1L de higuerrilla)	1.33	a	a
5	T0 (Testigo)	7.50	b	b

La prueba de significación de Duncan, indica que hay diferencias estadísticas al nivel de significación del 0,05 y 0,01. Para el primer caso los tratamientos T2, T4, T1 y T3 comparten el mismo nivel de significancia

diferenciándose del tratamiento Testigo, similar al mes anterior en los tratamientos con biocidas se registra el promedio de 1.00 en el número de brocas por cerezo a diferencia del tratamiento testigo que se eleva a un promedio de 7.50 brocas/cerezo.

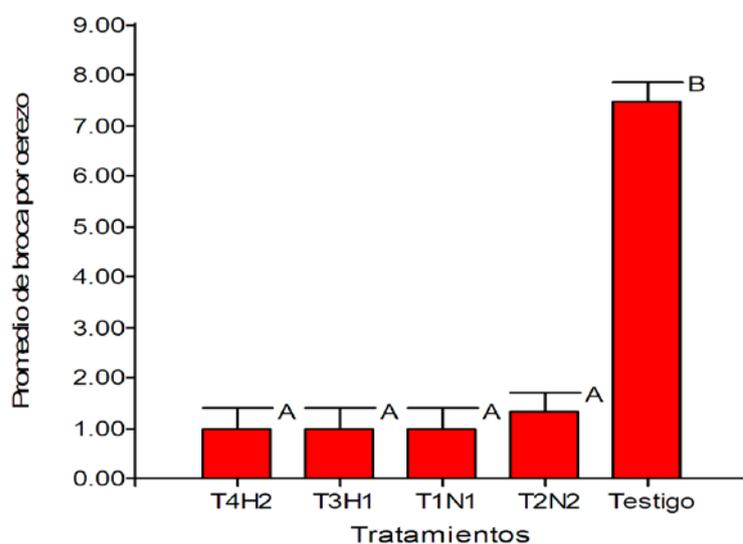


Fig. N° 11. Promedio en número de broca/cerezo, mes de febrero, 2019.

e) Número de broca/cerezo durante el periodo de intervención con los biocidas.

CUADRO N° 21: Promedios de número de brocas/cerezo mes de octubre, noviembre, diciembre, enero y febrero.

Tratamientos	Pre evaluación	Periodo de evaluación 2018-2019			
		Nov.	Dic.	Ene.	Feb.
T0	0.33	1.00	1.00	6.08	7.50
T1	0.67	1.00	1.00	1.00	1.00
T2	0.00	0.83	1.00	1.00	1.00
T3	0.33	1.00	1.00	1.00	1.33
T4	0.00	0.92	1.00	1.00	1.00

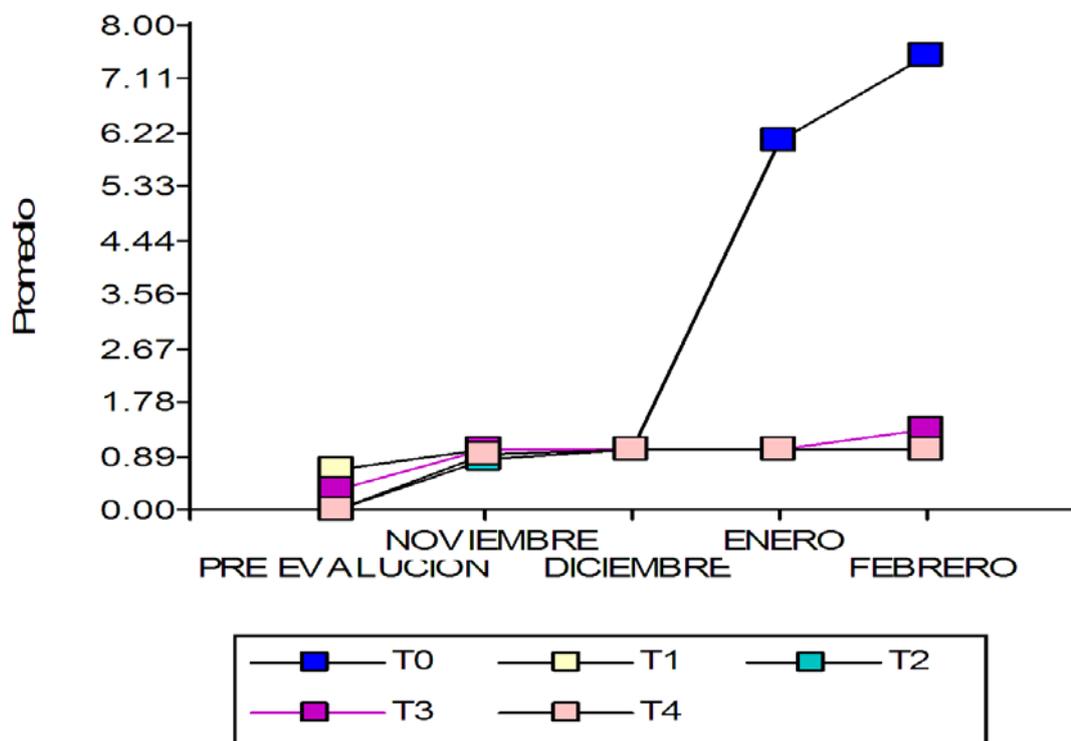


Fig. N °12. Promedios de número de broca de café mes de octubre, noviembre, diciembre, enero y febrero.

En la figura nº 12 indica que el testigo ascendió en los meses de enero y febrero de 1.00 a 7.50 en promedio a diferencia de los tratamientos T1, T2, T3 y T4 en promedio de número de broca por cerezo. Los tratamientos que fueron aplicadas con biocidas presentaron rango mínimo de broca.

4.3 Evaluación de posición de ataque de *Hypothenemus hampei* en el cerezo

- a) **Pre evaluación:** Posición de ataque de *Hypothenemus hampei* en el cerezo de mes de octubre, 2018.

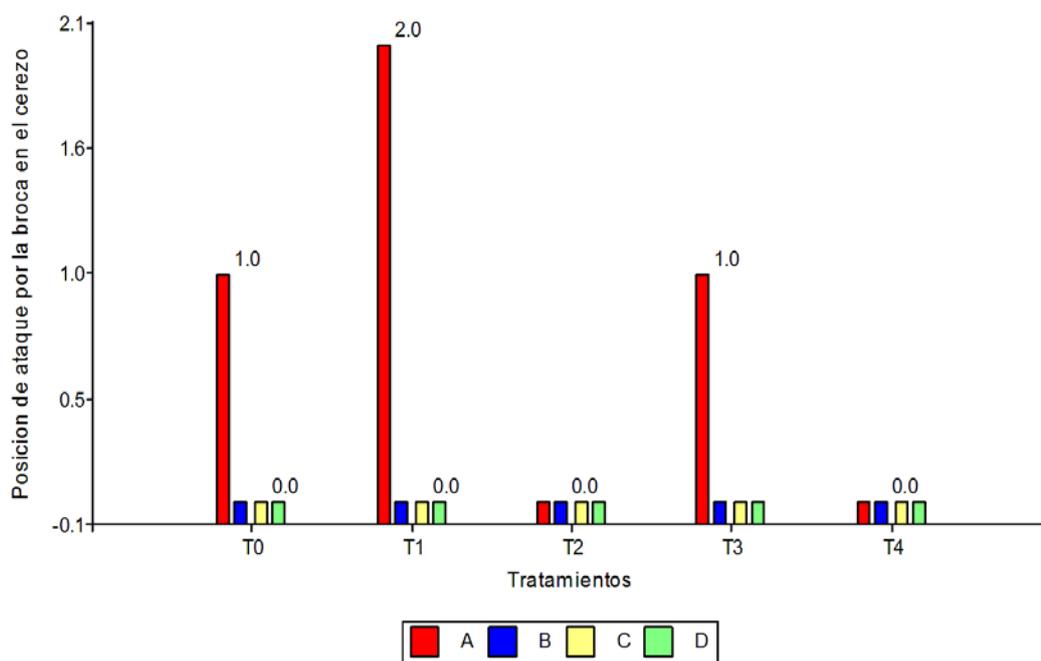


Fig. Nº 13. Posición de ataque de *Hypothenemus hampei* en el cerezo de mes de octubre, 2018.

En la figura nº 13 muestra el lugar de ingreso y/o posición de ataque de la broca del café en los cerezos. Los tratamientos T1, T3 y el testigo registran el ingreso de la broca al cerezo a través de la posesión tipo A, quiere decir que la "broca" se encuentra iniciando su penetración en el fruto de café, que se ubica a nivel del exocarpo en el cerezo.

b) Evaluación al primer mes de intervención con biocidas

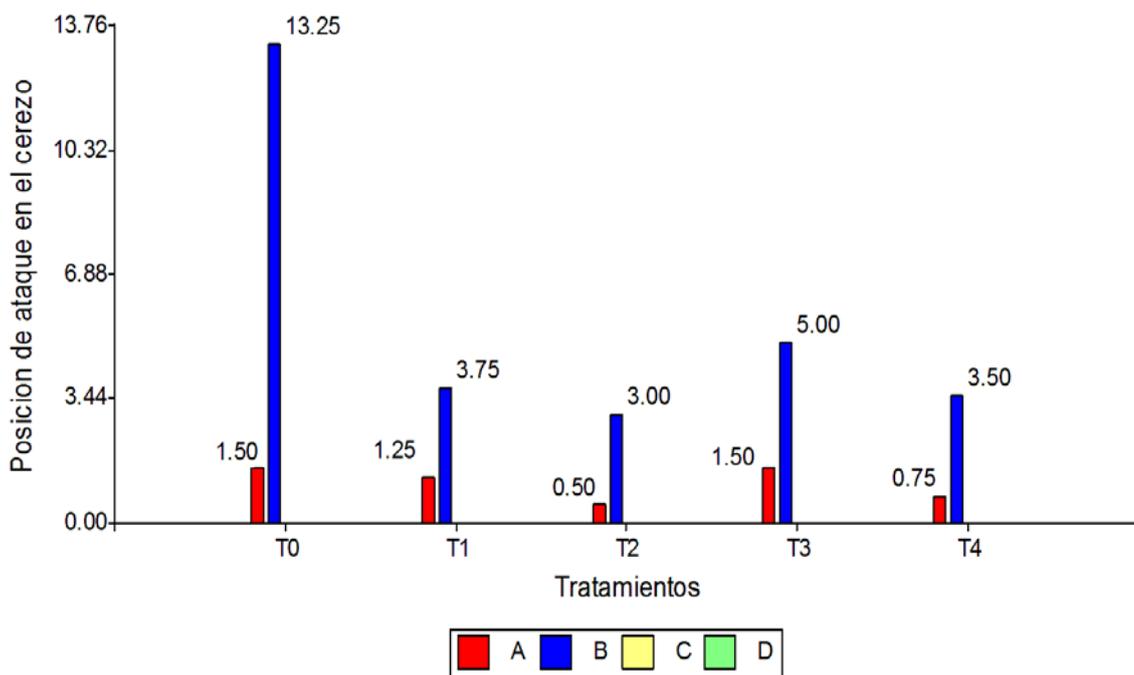


Fig. N° 14: Posición de ataque de *Hypothenemus hampei* en el cerezo de mes de noviembre, 2018.

Se registra dos rangos de posesión (A y B) de ataque de la broca para los tratamientos, en el caso del tratamiento testigo existe mayor número de cerezos brocados con alto índice de daño e ingreso de la broca al cerezo en la posesión B, es decir la "broca" se encuentra en el canal de penetración en el mesocarpo del fruto (13.25 en promedio de cerezos brocados/planta) seguida por el tratamiento T3 que también muestra un rango significativo de daño en el cerezo en posesión B. Todos los tratamientos registran ataques de la broca en el rango de posesión A (La "broca" inicia su penetración en el fruto).

c) Evaluación al segundo mes de intervención con biocidas

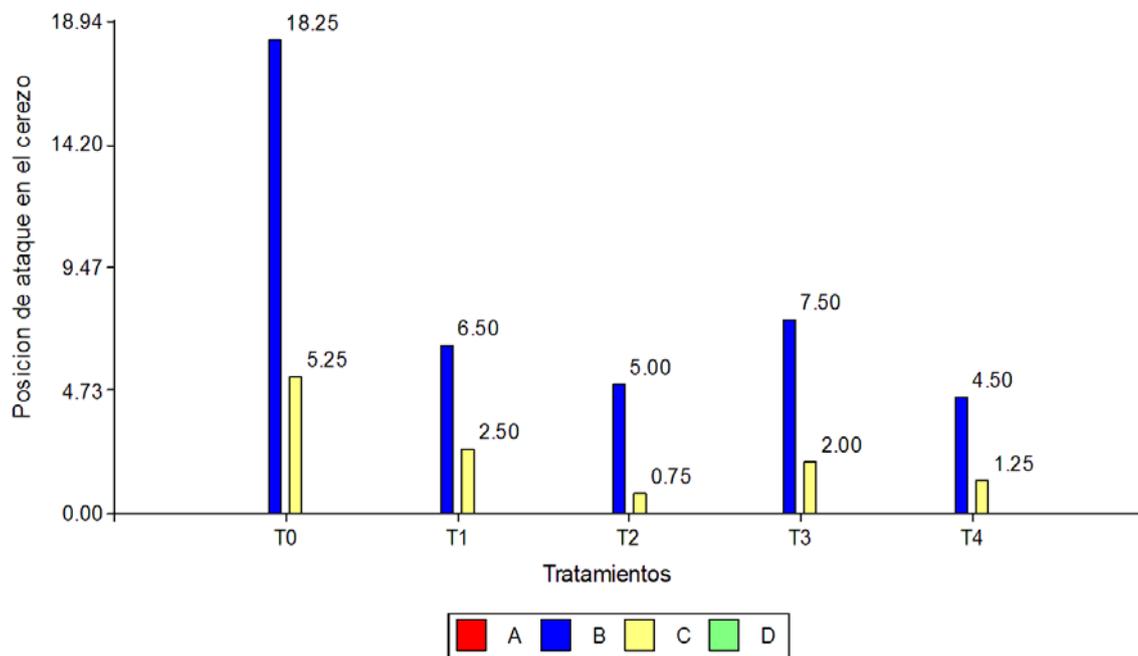


Fig. N° 15: Posición de ataque de *Hypothenemus hampei* en el cerezo de mes diciembre, 2018.

En la figura nº 15 nos muestra que en los tratamientos se presentan la posición de ataque B y C, siendo el testigo que presenta mayor número ataques (18.25) en el rango de posición B (la "broca" se encuentra en el canal de penetración, en el mesocarpo del fruto de café) y las que tienen menor números de cerezos atacados en B son los tratamientos T1=6.5, T2=5, T3=7.5 y el T4=4.5. Así mismo el Testigo presenta mayor número de cerezos (5.25) con de posición de ataque C (La "broca" está penetrando la semilla a la altura del pergamino o endocarpo) en tanto los tratamientos T1=2.5, T2=0.75, T3=2 y T4=1.25 presentan menor números de cerezos dañados en posición tipo C

d) Evaluación al tercer mes de intervención con biocidas

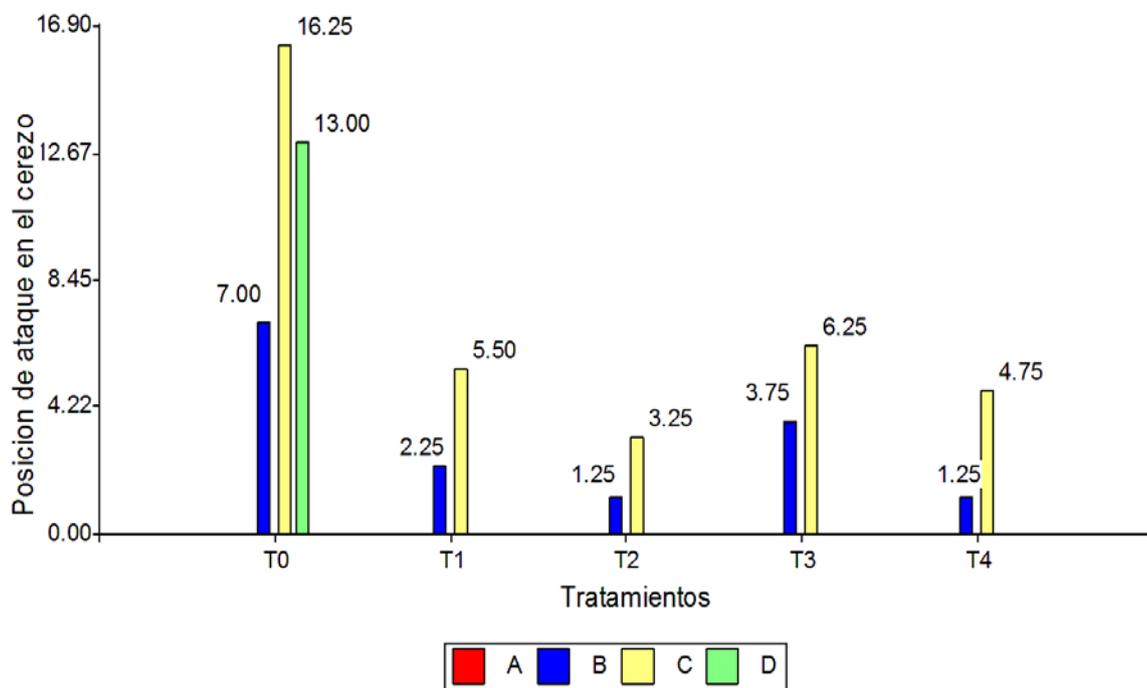


Fig. N° 16: Posición de ataque de *Hypothenemus hampei* en el cerezo de mes de enero, 2019.

En la figura nº 16 nos muestra que en los tratamientos se presentan la posición de ataque B, C y D, siendo el testigo que presenta mayor número de ataques con posición B y las que tienen menor número de cerezos dañados en posición de ataque en B se encuentra T1=2.25, T2=1.25, T3=3.75 y el T4=1.25. Así mismo el testigo registra mayor daño (16.25) de cerezos en la posición de ataque C (La "broca" está penetrando la semilla a la altura del pergamino o endocarpo). La posición ataque D (La "broca" se encuentra dentro de la semilla y tiene descendencia (huevos, larvas, pupas y adultos) se registra en el tratamiento testigo, ya que aquí se encontró descendientes de la broca de café.

a) Evaluación al cuarto mes de intervención con biocidas

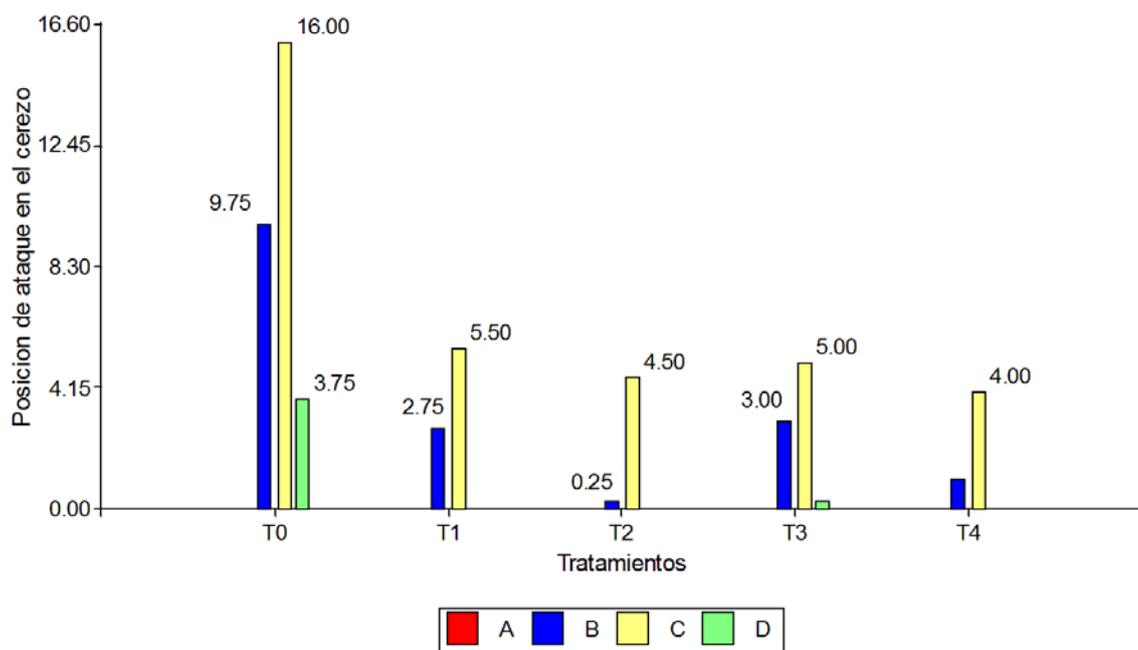


Fig. N° 17: Posición de ataque de *Hypothenemus hampei* en el cerezo de mes de febrero, 2019.

En la figura N° 17 nos muestra que en los tratamientos se presentan la posición de ataque B, C y D, siendo el testigo que presenta mayor número de posición cerezos dañados con posición de ataque B, las que tienen menores números de posición de ataque en B se encuentra T1=2.75, T2=0.25, T3= y el T4=1. Así mismo el Testigo presenta mayor número de posición de ataque C con 16 y la que tienen menores números de posición C está el T1=5.5, T2=4.5, T3=5 y T4=4. La posición D (la "broca" se encuentra dentro de la semilla y tiene descendencia (huevos, larvas, pupas y adultos) se encuentra en el testigo con 3.75 y T3 con 0.25, ya que aquí se encontró descendientes de la broca de café.

4.4. Porcentaje de infestación de la broca de café

CUADRO N° 22: Porcentaje de infestación (%) de *Hypothenemus hampei* en el cultivo de café durante los meses de octubre, noviembre, diciembre, enero y febrero.

Tratamientos	Pre evaluación	Noviembre	Diciembre	Enero	Febrero
T0	0.37	5.56	8.52	9.91	10.83
T1	0.74	1.85	3.33	2.78	3.06
T2	0.00	1.30	2.13	1.48	1.76
T3	0.37	2.59	3.52	3.70	3.43
T4	0.00	1.57	2.22	2.22	1.85

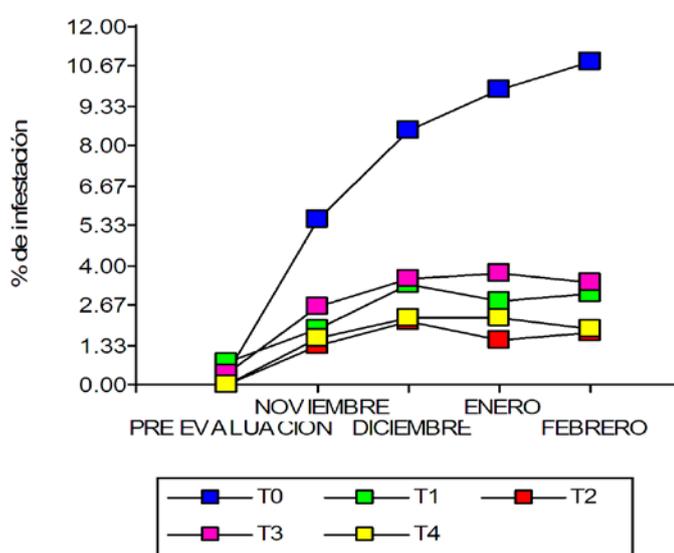


Fig. N° 18: Porcentaje de infestación de *Hypothenemus hampei*

En la figura n° 18, el porcentaje de infestación ascendió en testigo llegando a tener 10.83%, ya que en ello no se utilizó ningún biocida a diferencia de los demás tratamientos. El tratamiento T1 y T3 fue en ascenso hasta alcanzar un pico 2.13% y 3.43% respectivamente en el mes de diciembre, el T2 es la que mantiene bajos porcentajes de infestación durante todo el periodo de evaluación siendo la máxima de 2.13% en el mes de diciembre para luego decaer a 1.76% en el último mes de evaluación, en tanto el tratamiento testigo va en ascenso durante todos los meses de evaluación registrando un alto porcentaje de infestación en el último mes de evaluación 10.83%.

V. DISCUSIÓN

De los resultados obtenidos en el presente trabajo de investigación, se procedió a discutir ordenadamente según las variables estudiadas:

5.1. Número de frutos brocados

Los resultados indican que el tratamiento T2 (**4L de extracto de neem**) fue el más efectivo en número de frutos brocados, en 122 días después de la floración con un promedio de 1.17, en 154 días después de la floración con un promedio de 1.92, en 186 días después de la floración con un promedio de 1.33 y en 215 días después de la floración con un promedio de 1.58, habiendo superado estadísticamente a todos los demás tratamientos T1, T3, T4 y al testigo. En cambio, **el testigo** a los 215 días después de la floración tiene en promedio 9.75 frutos brocados siendo el mayor promedio de los demás tratamientos. El mismo resultado obtuvieron Bustamante y sabillón (1995) quienes manifiestan que el efecto del extracto de Neem en plagas es significativo; tal y como muestra en el tratamiento T2. Martínez (2007) encontró que aplicaciones de extractos acuosos de semillas y hojas de neem (*Azadirachta indica*) tuvieron una reducción significativa en el número de frutos de café infestados, sugiriendo como posible explicación al efecto fagodisuasivo de los extractos en la colonización de los frutos por las hembras. Borbón y Mora (2000); Blanco-Metzler (2004) indican sobre la importancia del uso de control etológico como alternativa al control químico de plagas insectiles. No se observó fitotoxicidad por ninguno de los productos en las dos evaluaciones realizadas

5.2. Número de brocas por cerezo

Los resultados indican que el tratamiento T2 (**4L de extracto de neem**) fue el más efectivo en número de broca (*Hypothenemus hampei*), en 122 días después de la floración con un promedio de 0.83, en 154 días después de la floración con un promedio de 1.00, en 186 días después de la floración con un promedio de 1.00 y en 215 días después de la floración con

un promedio de 1.00, ya que tiene menor número de broca que todos los demás tratamientos T1,T3,T4 y al testigo. **El testigo** a los 215 días después de la floración tiene en promedio 7.50 brocas por cerezo siendo el mayor promedio de los demás tratamientos. Sin embargo, según Ramos (2001) manifiesta que las propiedades del neem son absorbidos por la plaga, de tal forma los insectos absorben los componentes del neem como si fueran hormonas reales y estas bloquean su sistema endocrino, dejan a los insectos tan confundidos, que no pueden reproducirse y sus poblaciones se reducen. Por lo tanto, el extracto de neem mantuvo a la broca (*Hypothenemus hampei*) adulta sin descendientes.

5.3. Número de posición de ataque por la "broca del café" *Hypothenemus hampei* Ferr.

Los resultados indican que el tratamiento T2 (**4L de extracto de neem**) fue lo que presentó menor número de ataque A, B y C considerándose efectivo a diferencia de los demás tratamientos. El testigo muestra mayor posición de ataque en A, B, C y D, es donde aquí se presenta el crecimiento poblacional de broca de café. En cuanto a los tratamientos que han sido aplicadas con biocida no presentan crecimiento poblacional.

5.4. Porcentaje de infestación de la "broca del café"

Los resultados indican que el tratamiento T2 (**4L de extracto de neem**) obtuvo menor porcentaje de infestación a diferencia de los demás tratamientos. El testigo tiene mayor porcentaje de infestación llegando hasta un 10.83% (se sabe que el punto crítico es < 5% del porcentaje de infestación). Por lo tanto, los tratamientos aplicados con biocidas estaban por debajo de 5% de porcentaje de infestación un máximo de 3.43% para el caso del tratamiento T3, seguida por T1 (3.06%), T4 (1.85%) y el porcentaje de infestación se registra en el tratamiento T2 (1.76%). Con un promedio de 98.24% y un 96.94% de eficacia con la dosis de **4L y 1L de extracto de neem respectivamente, superando a los reportados por Rodríguez et al.** (1998) que entre los análisis de resultados muestra que los extractos

acuoso de las semillas elaborados 24 y 48 h a concentraciones de 1L de extracto de frutos de neem tienen una efectividad del 75% de protección de los frutos de café, posiblemente es bajo la eficacia porque Rodrigo utilizó una baja dosis de producto. Blanco-Metzler y Pacheco-Alvarado (2015) utilizando Capsoil de 2 L/ha (producto formulado a base de neem), a partir de la segunda fecha de evaluación, registró un rango máximo de infestación de 1.6% siendo alta la efectividad del producto.

VI. CONCLUSIONES

Del presente estudio se concluye lo siguiente:

1. La broca del café (*Hypothenemus hampei* Ferr.) en el campo experimental aplicados con biocidas tuvo menor infestación con un máximo de 3.43% para el caso del tratamiento T3, seguida por T1 con 3.06%, T4 con 1.85% y el tratamiento T2 con 1.76%.
2. Al aplicar 1L y 4L de extracto de neem en 20L H₂O en el cultivo de café tiene efecto significativo, debido a que tiene en promedio de 98.24% de eficacia el T2N2 y un 96.94% de eficacia el T1N1.
3. Al aplicar 1L y 4L de extracto de higuera en 20L H₂O en el cultivo de café tiene efecto significativo, debido a que la broca de café no supera a los 5% (se sabe que el punto crítico es < 5% del porcentaje de infestación) a diferencia del testigo que llegó a 10.83%.

VII. RECOMENDACIONES

1. Promover el uso de biocidas a base de neem en el cultivo de café a dosis de 1L/ 20L H₂O y 4L/ 20L/H₂O.
2. Realizar ensayos con extracto de neem e higuera con diferentes dosis tanto de hojas y semillas por que tuvieron efecto en el comportamiento poblacional de la broca en el cultivo de café.
3. Realizar trabajos similares en diferentes cultivos, lugares y épocas de la región por ser la alternativa razonable para preservar el medio ambiente y de no tener residuos tóxicos en el fruto.
4. Asociar el cultivo de café con plantas de neem con la finalidad de no estar comprando de otro lugar las hojas o semillas para la aplicación contra plagas y enfermedades.

VIII. LITERATURA CITADA

- Barrientos, ZR (2000). El cultivo del café en la Región de los Yungas de La Paz – Bolivia. P. 185
- Blanco-Metzler, H. 2004. Las feromonas y sus usos en el Manejo Integrado de Plagas. *Revista Manejo Integrado de Plagas* 71:112-118
- Blanco-Metzler y Pacheco-Alvarado (2015). Efectividad del insecticida botánico Capsoil 9.82 EC en el control de la broca (*Hypothenemus hampei* Ferrari) (coleoptera: curculionidae) en el cultivo del café (*Coffea arabica*). *Entomología mexicana* Vol.2:468-473.
- Bustamante M. y Sabillon A. (1995). Evaluación de extractos botánicos para el control de plagas del tomate (*Lycopersicon esculntuem* Mill). Pag.179-187.(consultado en 5 de enero 2018) Disponible en <https://revistas.zamorano.edu/index.php/CEIBA/article/viewFile/294/287>
- Bustillo, P., A. E. (2002). El manejo de cafetales y su relación con el control de la broca del café en Colombia. Programa de Investigación Científica CENICAFE (Colombia). N° 24: 1- 40
- Bustillo, P., A. E. (2008). Los insectos y su manejo en la caficultura colombiana. Chinchiná: CENICAFE, Editorial Blanecolor Ltda, Manizales - Colombia 2008.466 p.
- Borbón, O., Mora, O. 2000. Proyecto de trampas, atrayentes y repelentes para el control de la broca del fruto del cafeto. En: XIX Simposio Latinoamericano de Caficultura, Costa Rica, 2000, ICAFE, IICA/PROMECAFE p. 331 – 348.
- Camilo, J.; Olivares, F. y Jiménez, H. (2003). Fenología y reproducción de la broca del café (*Hypothenemus hampei*, Ferr.) durante el desarrollo del fruto. Nota técnica. *Revista Agronomía Mesoamericana* No. 14. República Dominicana. p. 59 – 63.
- CENTRO NACIONAL DE INVESTIGACIONES DE CAFÉ (CENICAFE)1990. Manual de Capacitación en control biológico. Ed. H. F. Ospina. Chinchiná, Colombia. CENICAFE-CAB-ODA, 174p.

CENTRO NACIONAL DE INVESTIGACIONES DEL CAFÉ (CENICAFE) 2003. Avances técnicos de CENICAFE. Tomo II. Chinchiná, Caldas, Colombia. 243 – 254 p.

Collavino M. *et al.* (2006). Actividad insecticida de *Ricinus communis* L sobre *Plodia interpunctella* HBN. (Lepidoptera: Phycitinae). Revista de la Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Cuyo Mendoza, Argentina vol. XXXVIII, núm. 1, pp. 13-18. Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=382838552003>

COMMONWEALTH INSTITUTE OF BIOLOGICAL CONTROL (CIBC) 1990. Manual de capacitación en control biológico. Traducido del Inglés y publicado por CENICAFE. Chinchina Colombia. P. 104-105. 142, 145.

Constantino CH., L. M. (2010). La broca del café un insecto que se desarrolla con la temperatura y la altitud Chinchiná: CENICAFE, 2p. (Brocarta N° 39)

Cuba, N.(2007). Manual para el Cultivo del Café en Yungas, Coroico, La Paz-Bolivia. p.164

Damon, A. (2000). Una revisión de la biología y el control de la broca de café *Hypothenemus hampei* (Coleoptera: Scolytidae). Boletín de la revista entomológica 90:453-465.

De Cazy B. (1988). Manejo integrado de la broca del fruto del cafeto (*Hypothenemus hampei* F.) en memoria del Simposio de Avances Científicos y Tecnológicos en caficultura. Publicado por ANACAFE – INTECAP pp. 65 – 88.

Decazy, B.(1990). Descripción, biología, ecología y control de la broca del cafeteo *H. hampei* (Ferrari). En: 50 años de Cenícafé 1938-1988. Conferencias conmemorativas. CENICAFE, Chinchiná, Caldas. p 133-139.

Estrada Jesús *et al.* (2007). Bioinsecticidas de Nim en la Agricultura Urbana. En línea (ingresado el 15 de enero de 2018). Disponible en: http://www.actaf.co.cu/revistas/revista_ao_95-2010/Rev%202007-3/20-Nim.pdf

Fischersworing Homberg Beatriz y Robkamp Ripken Robert (2002). Guía para la caficultura ecológica, Publicado con el apoyo de la República Federal de Alemania GTZ 158 pág.

- Franqui, R y Medina, G. (2003). La broca del café: Biología y Aspectos Básicos de Control y Catastro de Broca en Puerto Rico. 23p.
- Gonzales Diaz, Andie Alexander y Cabrera La Rosa, Juan Carlos (2017). Efecto de los exudados radiculares de la "higuerilla" *Ricinus communis* L. (Euphorbiaceae) en la mortalidad de larvas de *Gymnetis bonplandii* Schaum (Coleoptera, Scarabaeidae). *Arnaldoa* [online]. 2017, vol.24, n.1, pp.351-358. ISSN 1815-8242. <http://dx.doi.org/http://doi.org/10.22497/arnaldoa.241.24117>.
- Guharay, F *et al.*(2000). Manejo integrado de plagas en el cultivo del café. Managua, NI. Serie Técnica, manual técnico N0 44 CATIE. 267p.
- Hernández P. M. y Sánchez D. (1972). La broca del fruto del café. Boletín No. 11 ANACAFE/G, 72.
- Martínez, A. (1999). El nim. (Consultado 08 en agosto de 2010). Disponible en <http://cienciapc.idict.cu/index.php/cienciapc/article/view/148/346>
- Martínez, S.S. 2007. Control de broca de café con insecticidas botánicos: avances e perspectivas. Brasil, IAPAR. p 177-185.
- Miguel y Pauline (1975 citado por Bustillos, 2002) El manejo de cafetales y su relación con el control de la broca del café en Colombia. Programa de Investigación Científica CENICAFE (Colombia). N° 24: 1- 40
- Millán c.(2008).Las plantas: una opción saludable para control de plagas. Pág. 73
- Pita, R, Anadón, A, & Martínez, L. M. (2004). Ricina: una fitotoxina de uso potencial como arma. *Revista de Toxicología*, Pág.1.
- Quemé, J. (2013). Clasificación taxonómica de *Hypothenemus hampei*. (En línea). Consultado el 17 de Enero del 2017. Formato PDF. Disponible en: <http://biblio3.url.edu.gt..>
- Ramos R. (2001). Aceite de neem un insecticida ecológico. Consultado en Octubre de 2010. (en red). Disponible en: www.zoetecnocampo.com/Documentos/Neem/neem01. enero de 2018). Disponible en: http://www.actaf.co.cu/revistas/revista_ao_95-2010/Rev%202007-3/20-Nim.pdf

- Rebolledo, W., Luis, M. L. S., Peña, A. S., & Rodríguez, I. (2016). Regulación biológica de *Hypothenemus hampei* (FERRARI) en café (*COFFEA ARÁBICA* L.) con el uso de extractos vegetales en el municipio JUNÍN, TÁCHIRA. *Universidad&Ciencia*, 5(2), 167-174.
- Rodríguez Lagunes, D. A., Lagunes Tejeda, A., Riestra Díaz, D., Rodríguez Maciel, C., Velásquez Mendoza, J., Becerril Román, E., & Pacheco Velasco, E. (1998). Extractos acuosos de nim para el combate de la broca del café. *Manejo Integrado de Plagas (CATIE)* (no. 49) p. 73-77.
- Ruiz, R. (1996). Efecto de la fonología del fruto del café sobre los parámetros de la tabla de vida de la broca del café; *Hypothenemus hampei* (Ferrari). Universidad de Caldas, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Manizales (Colombia), Tesis: Ingeniero Agrónomo. 87 p.
- Sibaja, G; Jiménez, M. 1989. La broca del café. San José, CR, MAG. 16 p.

ANEXOS

Cuadro N° 01: Pre evaluación de cerezo brocado y porcentaje de infestación brocado mes de agosto, 2018

tratamientos	bloques			promedio	%de fruto brocado
	I	II	III		
T0	0	0	1	0.33	0.37
T1	1	1	0	0.67	0.74
T2	0	0	0	0.00	0.00
T3	0	0	1	0.33	0.37
T4	0	0	0	0.00	0.00

Cuadro N° 02: Post evaluación de cerezo brocado y porcentaje de infestación brocado mes de noviembre, 2018.

tratamientos	bloques			promedio	%de fruto brocado
	I	II	III		
T0	4.75	5.25	5	5.00	5.56
T1	1.25	2	1.75	1.67	1.85
T2	1	1.5	1	1.17	1.30
T3	2	2.25	2.75	2.33	2.59
T4	1.75	1	1.5	1.42	1.57

Cuadro N° 03: Post evaluación de cerezo brocado y porcentaje de infestación brocado mes de diciembre, 2018.

tratamientos	bloques			promedio	%de fruto brocado
	I	II	III		
T0	7.75	9	6.25	7.67	8.52
T1	2.5	3.5	3	3.00	3.33
T2	1.5	2.5	1.75	1.92	2.13
T3	3.5	2.25	3.75	3.17	3.52
T4	1.75	1.75	2.5	2.00	2.22

Cuadro N° 04: Post evaluación de cerezo brocado y porcentaje de infestación brocado mes de enero, 2019.

Tratamientos	bloques			promedio	%de fruto brocado
	I	II	III		
T0	8.75	8.5	9.5	8.92	9.91
T1	2.75	2.75	2	2.50	2.78
T2	1.25	1.75	1	1.33	1.48
T3	3	3.25	3.75	3.33	3.70
T4	2	1.75	2.25	2.00	2.22

Cuadro N° 05: Post evaluación de numero de cerezo brocado y porcentaje de infestación brocado mes de febrero, 2019.

Tratamientos	bloques			promedio	%de fruto brocado
	I	II	III		
T0	9.75	9.5	10	9.75	10.83
T1	2.75	2.75	2.75	2.75	3.06
T2	1.75	1.5	1.5	1.58	1.76
T3	2.75	3.25	3.25	3.08	3.43
T4	1.5	1.75	1.75	1.67	1.85

Cuadro N° 06: Evaluación en número de broca por cerezo al primer mes de intervención con biocidas

Tratamientos	bloques			Total	promedio
	I	II	III		
T0	1	1	1	3	1.00
T1	1	1	1	3	1.00
T2	0.75	1	0.75	2.5	0.83
T3	1	1	1	3	1.00
T4	1	0.75	1	2.75	0.92

Cuadro N° 07: Evaluación en número de broca por cerezo al segundo mes de intervención con biocidas

tratamientos	bloques			Total	promedio
	I	II	III		
T0	1	1	1	3	1.00
T1	1	1	1	3	1.00
T2	1	1	1	3	1.00
T3	1	1	1	3	1.00
T4	1	1	1	3	1.00

Cuadro N° 08: Evaluación en número de broca por cerezo al tercer mes de intervención con biocidas

Tratamientos	bloques			Total	promedio
	I	II	III		
T0	6.25	6	6	18.25	6.08
T1	1	1	1	3	1.00
T2	1	1	1	3	1.00
T3	1	1	1	3	1.00
T4	1	1	1	3	1.00

Cuadro N° 09: Evaluación en número de broca por cerezo al cuarto mes de intervención con biocidas

tratamientos	bloques			Total	promedio
	I	II	III		
T0	6	9	7.5	22.5	7.50
T1	1	1	1	3	1.00
T2	1	1	1	3	1.00
T3	1	2	1	4	1.33
T4	1	1	1	3	1.00

PANEL DE FOTOGRAFÍAS**Fig. N° 01:** Delimitación**Fig. N° 02:** Colocación de banderín**Fig. N° 03:** Peso de hoja de higuera**Fig. N° 04:** peso de raíz de higuera**Fig. N° 05:** Hojas de neem seco**Fig. N° 06:** Licuado de hojas de higuera



Fig. N° 07: extracto de neem e higuierilla



Fig. N° 08: Dosificación



Fig. N° 09: Fumigación



Fig. N° 10: Evaluación



Fig. N° 11: Recolección de las muestras



Fig. N° 12: Corte del cerezo