

Uso de trampas de colores y atrayentes alcohólicos para la captura de la broca del café (*Hypothenemus hampei*) en plantaciones de café altamente infestadas

Use of color traps and alcoholic attractants for the capture of the coffee berry borer (*Hypothenemus hampei*) in highly infested coffee plantations

SANTOS LEIVA-ESPINOZA¹; MANUEL OLIVA-CRUZ²; KAROL RUBIO-ROJAS³;
JORGE MAICELO-QUINTANA⁴; MANUEL MILLA-PINO⁵

¹ M. Sc. en Gestión Para el Desarrollo Sustentable, Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas, Chachapoyas, Amazonas, Perú, santos.leiva@untrm.edu.pe, <https://orcid.org/0000-0003-1710-1994>. ² M. Sc. en Innovación Agraria, Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas, Chachapoyas, Amazonas, Perú, soliva@indes-ces.edu.pe, <https://orcid.org/0000-0002-9670-0970>. ³ Dr. en Ingeniería Agrónoma, Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas, Chachapoyas, Amazonas, Perú, krubio@indes-ces.edu.pe, <https://orcid.org/0000-0001-9091-1542>. ⁴ Dr. en Ciencias, Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas, Chachapoyas, Amazonas, Perú, jmaicelo@untrm.edu.pe, <https://orcid.org/0000-0001-9109-0504>. ⁵ Dr. en Ciencias, Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas, Chachapoyas, Amazonas, Perú, memilla22@yahoo.com.mx, <https://orcid.org/0000-0003-3931-9804>.

Autor para correspondencia: Santos Leiva-Espinoza, M. Sc. en Gestión Para el Desarrollo Sustentable, Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas, Chachapoyas, Amazonas, Perú, santos.leiva@untrm.edu.pe, <https://orcid.org/0000-0003-1710-1994>.

Citación sugerida / Suggested citation:
LEIVA-ESPINOZA, S.; OLIVA-CRUZ, M.; RUBIO-ROJAS, K.; MAICELO-QUINTANA, J.; MILLA-PINO, M. 2019. Uso de trampas de colores y atrayentes alcohólicos para la captura de la broca del café (*Hypothenemus hampei*) en plantaciones de café altamente infestadas. Revista Colombiana de Entomología 45 (2): e8537. <https://doi.org/10.25100/socolen.v45i2.8537>

Recibido: 14-mar-2018

Aceptado: 08-ago-2019

Publicado: 17-ene-2020

Revista Colombiana de Entomología
ISSN (Impreso): 0120-0488
ISSN (En línea): 2665-4385
<http://revistacolombianaentomologia.univalle.edu.co/>

Open access



BY-NC-SA 4.0
(<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/deed.es>)

Publicadores / Publishers:
Sociedad Colombiana de Entomología
SOCOLEN (Bogotá, D. C., Colombia)
<http://www.socolen.org.co>
Universidad del Valle (Cali, Colombia)
<http://www.univalle.edu.co/>

© 2019 Sociedad Colombiana de Entomología
- SOCOLEN y Universidad del Valle - Univalle

Resumen: La captura masiva es una técnica ampliamente considerada en el control de la plaga del café de mayor importancia económica en el ámbito mundial. Este trabajo se efectuó en la provincia de Rodríguez de Mendoza, región Amazonas, Perú, con el objetivo de analizar el efecto de trampas artesanales de diferentes colores y atrayentes alcohólicos en la captura de adultos de broca del café *Hypothenemus hampei*, en una plantación altamente infestada, y su implicancia en la reducción de la incidencia del daño causado por esta plaga. Se evaluaron seis tratamientos generados a partir de la combinación de niveles de los siguientes factores color (transparente, rojo y verde) y atrayentes alcohólicos (sin y con esencia de café). El ensayo fue conducido en un diseño de experimento en bloques completos al azar y se midió la incidencia de daño por broca del café en mediciones periódicas de cada 30 días, mientras que los niveles de captura (adultos/trampa) se evaluaron cada 15 días. Los datos obtenidos se sometieron a un análisis de covarianza, detectando diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos y una vez aplicada la prueba de comparaciones múltiples, específicamente diferencia mínima significativa, se evidenció que la trampa de color rojo sin esencia de café capturó un mayor número de adultos (con un máximo de 4.000 adultos/trampa/semana) y resultó ser más efectiva en la reducción de la incidencia (43,7 % menos respecto a la incidencia inicial). Por otro lado, la trampa menos efectiva fue la transparente sin esencia de café.

Palabras clave: Esencia de café, incidencia, trampa artesanal, Coleoptera, Curculionidae.

Abstract: Mass capture is a technique widely considered in the control of the coffee plague of greater economic importance in the world. This work was carried out in the province of Rodríguez de Mendoza, Amazonas region, Peru, with the objective of analyzing the effect of artisanal traps of different colors and attractive alcohols in the capture of adults of coffee borer adults, *Hypothenemus hampei*, in a highly infested plantation, and its implication in reducing the incidence of damage caused by this pest. Six treatments generated from the combination of levels of the following color factors (transparent, red and green) and alcoholic attractants (without and with coffee essence) were evaluated. The test was conducted in a randomized complete block experiment design. The incidence of coffee berry bore damage was measured in periodic measurements every 30 days, while the capture levels (adults / trap) were evaluated every 15 days. The obtained data was subjected to an analysis of covariance, detecting statistically significant differences between the treatments and once applied the multiple comparisons test, specifically minimum significant difference, it was evidenced that the red trap without essence of coffee captured a greater number of adults (with a maximum of 4,000 adults / trap / week) and proved to be more effective in reducing the incidence (43.7 % less than the initial incidence). On the other hand, the least effective trap was the transparent one without coffee essence.

Keywords: Essence of coffee, incidence, artisan trap, Coleoptera, Curculionidae.

Introducción

El café, es el cultivo tropical más valioso a nivel mundial y está siendo afectado por el incremento de los daños asociados a una variedad de plagas y enfermedades

(Jaramillo *et al.* 2011); puntualmente, la broca del café (BC), *Hypothenemus hampei* (Ferrari, 1967) (Coleoptera: Curculionidae: Scolytinae), es la plaga más dañina de las plantaciones existentes en todos los países productores de café (Morris y Perfecto 2016). Las larvas de este insecto se han adaptado a la vida en el interior de los tejidos vegetales de los granos de café tanto verdes como maduros y pueden reducir hasta en 30 % los rendimientos de la cosecha (Rubio 2009).

Diversas son las estrategias de control que se proponen para contrarrestar este importante problema fitosanitario; sin embargo, el uso de insecticidas no es recomendable dado su impacto ambiental: alta toxicidad, afectación a la salud del ser humano, contaminación del ambiente e impacto negativo sobre la biodiversidad (Barrera *et al.* 2006b) y por la exigencia en los mercados de alimentos certificados sin plaguicidas. Esto ha conllevado a la búsqueda de alternativas de control, pues las preocupaciones ambientales y de salud están creciendo, estimulando el desarrollo de estrategias seguras y respetuosas con el medio ambiente (Emura-Lima *et al.* 2010).

El uso de trampas con atrayentes es una estrategia para la captura de los insectos plagas, conocida desde hace mucho tiempo. Su utilización en la agricultura ha sido ampliamente difundida antes de la aparición de los primeros insecticidas sintéticos durante del siglo pasado (Balachowsky 1951). La aplicación de estrategias de control etológico, como la captura de adultos con trampas atrayentes es un método común, eficaz, de fácil manejo y constituye un buen complemento de la cosecha sanitaria (recolección de todos los granos maduros y sobre maduros) porque elimina la broca de los frutos no recolectados (Acacio y Gil 2013). Existen factores, como el tipo de atrayente utilizado y el color de las trampas, que podrían afectar la efectividad de las mismas. La broca es primero atraída por metabolitos secundarios que produce el café en su proceso de formación del fruto y luego por el color y la forma del fruto (Giordanengo *et al.* 1993), se ha comprobado además que la broca tiene marcada preferencia por el color negro, verde y el rojo, tanto en frutos naturales como en frutos simulados (Mendoza 1991). Por otro lado, estudios realizados en El Salvador confirman que una mezcla de los alcoholes metanol:etanol, fue el tratamiento más eficiente en la captura de BC (Dufour y Frérot 2008; Vargas *et al.* 2016). Así, el uso de las trampas artesanales con atrayentes alcohólicos se presenta como una alternativa de bajo costo, factible de usar por parte de los productores en programas de manejo integrado (Quispe-Condori *et al.* 2015). Aunque actualmente existen diferentes propuestas para el diseño de una trampa que incluye el uso de atrayentes del tipo alcohol y esencia de café (Borbón *et al.* 2002), los resultados del nivel de eficacia en la reducción de la incidencia alcanzados no son del todo claros, hasta siendo en muchos casos contradictorios (Leiva 2016). Del mismo modo, estudios que evalúan el efecto del color de la trampa sobre la captura de adultos muestran resultados controversiales, siendo necesario mayores análisis que determinen la importancia del color de la trampa en la captura (Barrera *et al.* 2006a; Da Silva *et al.* 2006).

En la provincia de Rodríguez de Mendoza, Amazonas, Perú, la producción de café es la actividad económica más representativa y genera el mayor porcentaje de ingresos monetarios familiares, debido a que prácticamente todos los agricultores de esta zona poseen parcelas con cultivo de café (INDES-CES 2015). Existe plantaciones altamente infestadas por la broca según la escala de Franqui y Medina (2003) y se

estima que al menos un 35 % de fincas cafetaleras ubicadas por debajo de los 1.600 msnm estarían afectadas por niveles que superan el 50 % de incidencia de daño (Leiva 2016), valores que se asemejan a lo informado en diferentes partes del país y del mundo (Sierra y Marroquín 2013; Aristizábal *et al.* 2016; Vargas *et al.* 2016). En la actualidad, se vienen desplegando innumerables esfuerzos por parte de productores, instituciones públicas y privadas, y de investigadores, a fin de proponer alternativas prácticas de bajo costo y amigables con el medio ambiente, que puedan contribuir al control de la principal plaga del café (Jaramillo *et al.* 2015; Quispe-Condori *et al.* 2015; Valdés *et al.* 2016). Con base en estos criterios, en el presente estudio se planteó evaluar trampas artesanales de diferentes colores, adicionando alcohol y esencia de café para la captura de la broca del café y su implicancia en la reducción de incidencia de daño originado por esta plaga.

Materiales y métodos

El estudio fue realizado entre junio 2016 y julio 2017 en la localidad de Chaupimonte, provincia Rodríguez de Mendoza, Amazonas, Perú, en una plantación de café en diferentes estados de desarrollo de grano (llenado de grano, inicio de maduración y cerezo maduro), de la variedad Typica de 9 años de edad, altamente infestada por BC (> 90 %), 60 % de sombra por la especie *Inga edulis* y manejada bajo un sistema orgánico. La parcela experimental está ubicada a una altitud de 1.630 msnm, suelo franco arcilloso y un pH de 5,8. Durante los meses del experimento se informaron temperaturas que variaron de 18,2 a 26,5 °C, reportando además un promedio de 1.480 mm de precipitación pluvial, valores que corresponden, normalmente, a los promedios anuales. La zona de estudio es representativa del sector cafetalero regional.

Para el ensayo se utilizó un modelo de trampa con cuatro ventanas, las cuales se elaboraron con botellas descartables plásticas de bebidas gaseosas de 2,0 litros de capacidad. Éstas se colocaron de forma invertida (gancho sujeto desde la base) (Fig. 1). Como diseminador de los atrayentes alcohólicos se utilizaron frascos plásticos de 10 ml de capacidad, tipo gotero. Las trampas además contenían agua jabonosa.

Con el objeto de evaluar la atracción por el color, las botellas plásticas (trampas) se pintaron de color rojo y verde (Mendoza 1991; Giordanengo *et al.* 1993) y también se usaron trampas sin pintura (transparentes), cuyo diseño estuvo basada en la trampa PROCAFÉ utilizada por Barrera *et al.* (2008) modificada y con la metodología utilizada por Quispe-Condori *et al.* (2015) para la trampa propuesta por ANACAFÉ de Guatemala. Así mismo, los difusores se cargaron con dos mezclas de atrayentes para cada color de trampa (etanol: metanol en una proporción de 1:1 y etanol:



Figura 1. A. Trampa artesanal de color rojo. B. Tamiz que contiene adultos capturados en una semana. Las imágenes son representativas de los resultados.

metanol: esencia de café en una proporción de 1:1:1), esto basado en estudios anteriores donde se informa que la mezcla etanol:metanol obtiene mejores capturas.

El ensayo fue conducido en base a la estructura de un diseño bloques completos al azar debido a la necesidad de controlar la pendiente del terreno, se evaluaron seis tratamientos con tres repeticiones cada uno, generando un total de 18 unidades experimentales, las cuales estuvieron separadas por una distancia de 10 m entre sí. Este distanciamiento se considera razonable para minimizar la migración y desplazamiento de los adultos de BC entre tratamientos, motivado por el viento y vuelo (Baker 1984; Dufour 2004), aunque que el insecto viaja distancias cortas en la etapa fenológica en el que se desarrolló el ensayo (Román-Ruiz *et al.* 2017). Cada unidad experimental tuvo un área de 100 m², lo que determinó un área total de 9.100 m² donde se realizó la ejecución física del experimento (Tabla 1).

Sobre la base de trapeo a alta densidad, se colocó una trampa por cada unidad experimental (Cardona y Bustillo 2006) y se ubicaron por arriba de 1,0 m hasta 2,5 m, alturas que coinciden con el centro del tercio inferior de la copa de la planta de café (Fantón 2001; Fantón *et al.* 2003; Borbón 2004; Bustillo 2004).

Las evaluaciones de incidencia de los daños presentes en los frutos de café se realizaron cada 30 días y en ocho ocasiones, adicionalmente se realizó una evaluación inicial a todos los tratamientos. Para ello, se recolectaron al azar un total de 100 cerezos o frutos de café pintones a maduros, extraídos equitativamente del tercio inferior, medio y superior de una muestra representativa representada por 5 plantas de café ubicadas en la parte central de cada tratamiento (Chamorro *et al.* 1995; Leiva 2016). Posteriormente, se efectuó el conteo de frutos dañados o brocados para obtener el porcentaje de incidencia de daño por broca en las plantaciones intervenidas con los tratamientos, el referido procedimiento se repitió en cada evaluación (Castaño *et al.* 2005; Suárez *et al.* 2013).

Por otro lado, el conteo del número de adultos capturados/trampa se realizaron cada 15 días y durante 9 meses, momentos en el que además se cambiaron los difusores de cada trampa (Borbón *et al.* 2002; Serrano-Domínguez *et al.* 2012; Quispe-Condori *et al.* 2015). Para el conteo, se procedió a separar los insectos del líquido de captura contenido en la trampa, acción que fue realizada con ayuda de un tamiz o colador de malla fina de 1,0 mm de diámetro.

El procesamiento de datos se realizó usando el paquete estadístico Statistix v8.0 (Analytical software 2003), mediante el cual se efectuaron pruebas de análisis de covarianza motivado a que en el ensayo se midió para cada una de las unidades experimentales la incidencia inicial de BC, lo cual constituye una variable concomitante. Este análisis se realizó con el propósito de determinar el comportamiento de los

tratamientos y una vez detectadas diferencias significativas se procedió a la aplicación de una prueba de comparaciones múltiples, específicamente diferencia mínima significativa, a objeto de discriminar las medias de los tratamientos.

Resultados y discusión

En la Tabla 2 se presentan los resultados de la aplicación del análisis de covarianza a los valores de daño por BC encontrados en el estudio.

Los resultados de la aplicación del análisis de covarianza (Tabla 2) arrojan la existencia de diferencias altamente significativas entre los tratamientos en todas las evaluaciones, exceptuando la evaluación N° 4 en la que no se observaron diferencias significativas entre los tratamientos. Según la prueba de diferencia mínima significativa, las evaluaciones N° 1, 2 y 3 mostraron que las parcelas bajo los tratamientos T₅ (TREME) y T₆ (TVEME) evidenciaron una mayor incidencia de daños causados por la BC. En las evaluaciones restantes, la mayor incidencia se presenta en las parcelas bajo el tratamiento T₁ (TTEM). Es importante resaltar que las parcelas bajo el tratamiento T₂ (TREM) evidenciaron menores valores de incidencia.

En la Figura 2 se aprecia que, en las cuatro primeras evaluaciones, aunque existen diferencias entre los valores de incidencia alcanzados en cada tratamiento y sobre el cual se van mostrando el efecto de las trampas, éstos presentan una tendencia similar. Es a partir de la quinta evaluación que los tratamientos T₁ (TTEM) y T₄ (TTEME) mantienen una incidencia visiblemente constante a lo largo de las evaluaciones posteriores hasta la final. Esto indicaría que los tratamientos T₁ y T₄ no tendrían mayor efecto sobre la incidencia de los daños causados por la BC. En concordancia, estudios similares realizados por Dufour *et al.* (2005), en El Salvador donde demostró que con el uso de trampas se reduciría en un 84,6 % la incidencia de daño en el primer año. Los altos niveles de incidencia existentes en los cuatro primeros meses también se debería a que durante este periodo habría coincidencia con la época de emergencia masiva de la broca que busca granos nuevos para infestar, en estos meses los frutos son susceptibles al ataque de la plaga puesto que ya alcanza el 20 % de su peso seco del grano, estado conocido como “semiconsistencia”, y ocurre a los 120 días después de la floración (Quispe-Condori *et al.* 2015) que para la

Tabla 2. Resultados del análisis de covarianza de la incidencia de daños ocasionados por broca del café *H. hampei*.

N° Evaluación	Análisis de covarianza		Incidencia Mayor/Menor
	F	P	
Inicial (EVI)	10,17**	0,0000	4,6,5/1
1 (EV1)	12,64**	0,0000	5/3,4,2
2 (EV2)	10,01**	0,0000	6/4,2
3 (EV3)	35,98**	0,0000	5/2
4 (EV4)	1,58 ns	0,1750	Iguals
5 (EV5)	14,69**	0,0000	1/2
6 (EV6)	56,15**	0,0000	1/2
7 (EV7)	160,59**	0,0000	1/2
8 (EV8)	109,60**	0,0000	1/2

ns: no significativo; *: significativo; **: altamente significativo; ° Tratamientos que generaron una mayor o menor incidencia de daños de la BC.

Tabla 1. Descripción de los tratamientos utilizados en el estudio.

Tratamiento	Descripción (color de la trampa/atrayente)		Código
T1	Transparente	Etanol: metanol; 1:1	TTEM
T2	Rojo	Etanol: metanol; 1:1	TREM
T3	Verde	Etanol: metanol; 1:1	TVEM
T4	Transparente	Etanol: metanol: Esc. Café; 1:1:1	TTEME
T5	Rojo	Etanol: metanol: Esc. Café; 1:1:1	TREME
T6	Verde	Etanol: metanol: Esc. Café; 1:1:1	TVEME

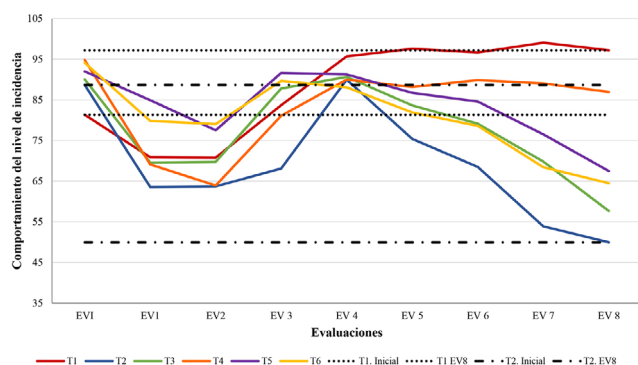


Figura 2. Comportamiento del nivel de incidencia de daños ocasionados por broca del café *H. hampei*.

zona aconteció durante los meses de octubre y noviembre; sin embargo, en otros países productores de café, como Venezuela, los mayores niveles de incidencia y máxima captura de adultos de BC se produjo durante el mes de abril (Fernández y Cordero 2005); del mismo modo, Barrera *et al.* (2006a) sostienen que las mayores capturas de *H. hampei*, fueron entre marzo y abril.

Por otro lado, los resultados posteriores a la cuarta evaluación mostraron para los tratamientos T_2 , T_3 , T_5 y T_6 una evidente tendencia a la disminución de los niveles de incidencia de daño causado por la BC, siendo el tratamiento T_2 (TREM) la que condujo al menor valor de incidencia con 49,95 % al momento de la última evaluación, valores que además son estadísticamente diferentes al resto. Al respecto, Acacio y Gil (2013), comparando diferentes colores de trampas y un atrayente comercial, con un testigo de trampa transparente, encontraron que el porcentaje de infestación inicial y final de brocas del café fue de 16,88 a 14,95 %, 13,89 a 23,12 % y 9,48 a 8,36 % para las localidades peruanas de Afilador, Las Vegas y La Divisoria, respectivamente. Estos valores encontrados podrían guardar cierto nivel de coincidencia con el presente trabajo.

Los niveles de incidencia encontrados durante las últimas evaluaciones dan cuenta de un probable efecto eficiente de las trampas sobre la reducción de los daños causados por altas poblaciones de la BC, lo que podría indicar que la densidad de trampas, su momento de instalación, su ubicación y posición en la planta así como los atrayentes y colores empleados complementan un dispositivo de captura que podría ser utilizado como una importantes alternativa de control que un productor cafetalero pueda tomar para un manejo más eficientes del problema al poder decidir entre otros factores, sobre el momento más oportuno de controlar la broca de café (Bustillo 2004).

La broca del café es atraída a trampas complementadas con una mezcla de alcoholes (Bustillo 2006) cuyos resultados muestran que éstas, sirven como una herramienta de alerta que además de permitir conocer los niveles de incidencia de daño, también indican cuando la broca estaría volando en busca de nuevos frutos (Cárdenas 2000; Dufour 2002; Bustillo y Jiménez 2003; Posada *et al.* 2003; Quispe-Condori *et al.* 2015). Estudios previos documentan la acción de distintos atrayentes alcohólicos (Mendoza 1991; Cárdenas 2000; Gonzales *et al.* 2008), del modelo y color de trampa (Giordanengo *et al.* 1993; Mendoza *et al.* 1999; Borbón 2004), del momento del trapeo (Mathieu *et al.* 1999; Ortiz *et al.*

2004) de la densidad de trampas y su ubicación en la planta (Borbón 2004; Dufour *et al.* 2005; Rodríguez *et al.* 2009), los resultados alcanzados en cada uno de estos trabajos permiten analizar, discutir y respaldar los resultados encontrados en el presente trabajo, y en conjunto dan fe de su posible utilidad en la reducción de los niveles de incidencia de daños causados por la BC en esta parte del mundo.

Respecto al nivel de captura los resultados del análisis de covarianza indican que en la mayoría de las evaluaciones los tratamientos presentan valores similares, no siendo así en las evaluaciones 8, 9, 13, 14, 15, 16 y 17, en las cuales se detectaron diferencias altamente significativas entre ellos con respecto al nivel de captura (Tabla 3). La prueba de diferencia mínima significativa mostró que el tratamiento T_2 (TREM) es el que tiene mayores valores de captura (447,67 adultos) y los tratamientos T_4 (TTEME) y T_1 (TTEM) muestran los menores valores de captura con 56,94 y 39,25 adultos capturados en promedio, respectivamente. Los resultados comprueban que las sustancias volátiles proporcionan señales a los insectos sobre su existencia, para poder dirigirse a ellos. La broca es primero atraída por metabolitos secundarios que produce el café en su proceso de formación del fruto y luego por el color y la forma del fruto (Mendoza 1991; Giordanengo *et al.* 1993; Bustillo 2006); aunque en lo que refiere al color de la trampa, los valores obtenidos difieren de lo encontrado por Acacio y Gil (2013), quienes concluyeron que en Tingo María, Perú, las trampas que capturaron en promedio mayor número de adultos de broca fueron la transparente (3,32 adultos/semana) y el amarillo limón (3,27 adultos/semana) en la localidad de Afilador y, la transparente (2,97 adultos) y el rojo vino (2,69 adultos/semana) en la localidad de Las Vegas, valores que se diferencian con el nivel promedio de captura encontrado en el presente estudio, en el cual los tratamientos alcanzan máximos niveles de captura en la evaluación 8, donde el T_2

Tabla 3. Resultados del análisis de covarianza de captura de adultos de broca del café *H. hampei*.

Nº Evaluación	Análisis de covarianza		Captura Mayor/Menor
	F	P	
1 (EV1)	2,10ns	0,1488	Iguals
2 (EV2)	0,59ns	0,7071	Iguals
3 (EV3)	0,25ns	0,9291	Iguals
4 (EV4)	2,22ns	0,1328	Iguals
5 (EV5)	0,26ns	0,9223	Iguals
6 (EV6)	0,91ns	0,5129	Iguals
7 (EV7)	1,53ns	0,2652	Iguals
8 (EV8)	9,67**	0,0014	2/3,5,6,4,1
9 (EV9)	6,93**	0,0049	2/3,5,4,6,1
10 (EV10)	1,70ns	0,2211	Iguals
11 (EV11)	3,17ns	0,0569	Iguals
12 (EV12)	3,03ns	0,0639	Iguals
13 (EV13)	18,94**	0,0001	2/3,6,5,4,1
14 (EV14)	6,06**	0,0078	2/4,1
15 (EV15)	9,12**	0,0017	2/4,1
16 (EV16)	7,68**	0,0033	2/3,6,4,5,1
17 (EV17)	142,38**	0,0000	2/4,5,1

ns: no significativo; *: significativo; **: altamente significativo; ° Tratamientos que generaron una mayor o menor captura de broca del café.

(TREM) obtiene un promedio de 3.156 adultos por trampa, mientras que el T₁ (TTEM) obtiene en promedio 141,3 adultos por trampa en la mencionada evaluación.

Entre tanto, se observa que la adición de esencia de café como parte del componente difusor y atrayente alimenticio a base de alcoholes, aunque muestra un nivel de captura, estaría afectando de forma negativa la eficacia de las trampas en evaluación. Esto se sustenta debido a que en los tratamientos T₂ (TREM) y T₃ (TVEM) se encontraron medias de captura estadísticamente superiores a los tratamientos T₅ (TREM) y T₆ (TVEME). Lo encontrado concuerda con los resultados observados por Fernández y Cordero (2005), quienes observaron que las mezclas de atrayente a base de alcohol metílico: etílico 1:1 y metílico: etílico 3:1, presentaron mayores promedios de captura que la mezcla metílico: etílico: café molido 1:1:1. Por su parte Dufour y Frérot (2008) concluyeron que al adicionar esencia de café como parte de un atrayente alcohólico, éste, no presentó un efecto sinérgico en el atrayente, lo que podría deberse a que el metabolito secundario liberado por la esencia de café, tiene baja volatilidad y consecuentemente limita su capacidad de atraer los insectos (Rojas 2005).

El tratamiento T₂ (TREM) alcanzó un nivel de captura estadísticamente superior al resto con 3.156 y 677,33 adultos en promedio para las evaluaciones 8 y 13, respectivamente (Fig. 3), mientras que el tratamiento T₁ (TTEM) presenta un nivel de captura inferior (141,3 y 46,33 adultos en promedio para las evaluaciones 8 y 13, respectivamente). Esto sugiere que los niveles de captura son significativamente superiores y diferentes a los encontrados en otros trabajos de naturaleza similar, tal es el caso de Fernández y Cordero (2005), quienes en las trampas con atrayentes alcohólicos capturaron en promedio 417,88 adultos de broca por semana. Los altos niveles en el presente trabajo, guardan relación directa con el estado fenológico del cultivo que coincide con la floración, fructificación y cosecha y, consecuentemente, con la elevada disponibilidad de alimento al momento de las capturas (Bustillo 2006) puesto que la broca puede atacar los frutos desde 70 días después de la floración, y después de 120 días de formado el fruto inicia las altas tasas de reproducción (Salazar *et al.* 1993) y endogamia en un ciclo del cultivo (Brun *et al.* 1995) lo que es congruente con los elevados niveles de incidencia de daño, encontrados en la parcela experimental.

Es de notar que en la evaluación 8 existe una tendencia al incremento en los niveles de captura para todos los tratamientos

(1.112,4 adultos en promedio), aspecto que también se observa en la evaluación 13 (229,5 adultos en promedio) aunque en menor cuantía. Estos valores probablemente se deben a que las evaluaciones de captura coinciden con los momentos de mayor concentración de carga de frutos maduros en la planta de café, debido a la entrada en campaña de cosecha. Estos picos guardan relación con lo informado por Barrera *et al.* (2004), quienes observaron que las mayores capturas obtenidas en trampas ECO-IAPAR (trampa con una sola ventana) son en el periodo de cosecha, momento en el cual se produjo mayor nivel de atracción hacia el insecto.

Los resultados también evidencian que, bajo las condiciones del estudio, el periodo de captura se produce durante los ocho meses de evaluación, debido a que en toda la región en la plantación de café existen diferentes estados de desarrollo de grano (llenado de grano, inicio de maduración y cerezo maduro) que permitiría al insecto disponer de alimento durante todo el año (Moreno *et al.* 2001; Herrera *et al.* 2016) por lo que debido a la necesaria asociación existente entre la dinámica de población de la plaga, la fenología y el manejo del cultivo, se han definido situaciones en las cuales se espera que el uso de las trampas resulte en una estrategia de manejo eficiente. Al respecto, estudios en Centroamérica determinan que el periodo de captura no excedió de cuatro meses, correspondientes al intervalo entre marzo y junio. Este periodo corresponde a la época de migración masiva de la broca, que luego de las cosechas no encuentra recurso para la alimentación y reproducción y se ve obligada a desplazarse (Rodríguez *et al.* 2009). Al respecto y bajo estas condiciones, Dufour (2004) empleando 17 trampas por hectárea en El Salvador, obtuvo una reducción en la infestación de frutos del 84,6 % en el primer año de uso de trampas, y de 87,1 % en el segundo año, respecto a los lotes testigo. Estos valores son mayores a los encontrados en el presente estudio.

Conclusiones

La trampa artesanal de color rojo con atrayente alcohólico y sin esencia de café ha demostrado ser más eficiente y se recomienda para su uso en plantaciones altamente infestadas por la broca del café; los mayores niveles de captura así como los menores niveles de incidencia de daños alcanzados en los tratamientos evaluados, así lo determinan. No es recomendable el uso de trampas artesanales transparentes.

Literatura citada

- ACACIO, G.; GIL, J. 2013. Efecto del color de trampa en la captura de la broca del café (*Hypothenemus hampei* Ferr.) en tres localidades de Tingo María. Investigación y Amazonía 2 (1-2): 27-34.
- ANALYTICAL SOFTWARE. 2003. Statistix V.8.0. Disponible en: <https://www.statistix.com/>
- ARISTIZÁBAL, L. F.; BUSTILLO, A. E.; ARTHURS, S. P. 2016. Integrated pest management of coffee berry borer: Strategies from latin america that could be useful for coffee farmers in Hawaii. Insects 7: 6. <https://doi.org/10.3390/insects7010006>
- BAKER, P. S. 1984. Some aspects of the behavior of the coffee berry borer in relation to its control in southern Mexico (Coleoptera: Scolytidae). Folia Entomológica Mexicana 62: 9-24.
- BALACHOWSKY, A. S. 1951. La lutte contre les insectes. Paris (Francia): Payot. 380 p.
- BARRERA, J. F.; VILLACORTA, A.; HERRERA, J. 2004. Fluctuación estacional de las capturas de la broca del café (*Hypothenemus hampei*) con trampas de etanol - metanol

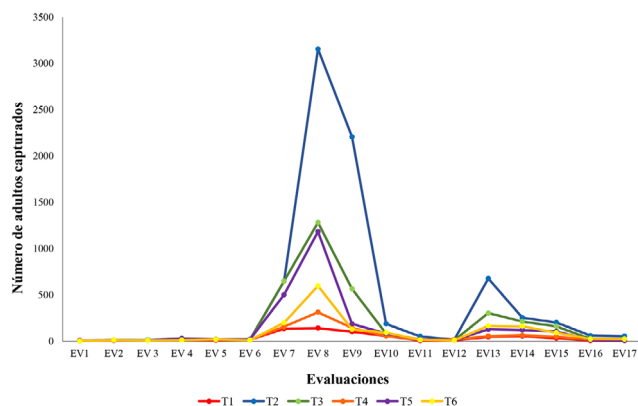


Figura 3. Comportamiento del nivel de captura de adultos de broca del café *H. hampei*.

- e implicaciones sobre el número de trampas. *Entomología Mexicana* 3: 540-544.
- BARRERA, J. F.; MONTOYA, P.; ROJAS, J. 2006a. Bases para la aplicación de sistemas de trampas y atrayentes en manejo integrado de plagas. pp. 1-16. En: Barrera, J. F.; Montoya, P. (Eds.). Simposio. Trampas y atrayentes en detección, monitoreo y control de plagas de importancia económica. Sociedad Mexicana de Entomología y El Colegio de la Frontera Sur. Manzanillo, Colima, México. 83 p.
- BARRERA, J. F.; HERRERA, J.; VILLACORTA, A.; GARCÍA, L.; CRUZ, L. 2006b. Trampas de metanol-etanol para detección, monitoreo y control de la broca del café *Hypothenemus hampei*. pp. 71-83. En: Barrera, J. F.; Montoya, P. (Eds.). Simposio. Trampas y atrayentes en detección, monitoreo y control de plagas de importancia económica. Sociedad Mexicana de Entomología y El Colegio de la Frontera Sur Manzanillo, Colima, México. 83 p.
- BARRERA, J. F.; HERRERA, J.; CHIU, M.; GÓMEZ, J.; VALLE J. 2008. The one window trap (ECOIPAR) captures more coffee berry borer *Hypothenemus hampei* than the three windows trap (ETOTRAP). *Entomología Mexicana* 7: 619-624.
- BORBÓN, M. O. 2004. Eficacia de las trampas de vasos para el monitoreo y control de la broca del café *Hypothenemus hampei* (Coleoptera: Curculionidae) en Nicaragua y Costa Rica. Manejo da broca do café. Workshop internacional. Londrina. Brasil. 124 p.
- BORBÓN, M. O.; MORA, A. O.; OEHLISCHLAGER, A. C.; GONZÁLEZ, L. M. 2002. Proyecto de trampas, atrayentes y repelentes para el control de la broca del fruto de café, *Hypothenemus hampei* (Ferrari) (Coleoptera: Scolytidae). Informe ICAFE, San José, Costa Rica, 18 p.
- BRUN, L. O.; STUART, J.; GAUDICHON, V.; ARONSTEIN, K.; FRENCH-CONSTANT, R. H. 1995. Functional haplodiploidy: a mechanism for the spread of insecticide resistance in an important international insect pest. *Proceedings National Academy of Sciences of the U.S.A.* 92: 9861-9865. <https://doi.org/10.1073/pnas.92.21.9861>
- BUSTILLO, A. E. 2004. Un nuevo modelo de trampa para la captura de adultos de la broca del café, *Hypothenemus hampei* (Ferrari). *Nota Científica. Entomólogo* 32 (97): 2-4.
- BUSTILLO, A. E. 2006. Una revisión sobre la broca del café, *Hypothenemus hampei* (Coleoptera: Curculionidae: Scolytinae), en Colombia. *Revista Colombiana de Entomología* 32 (2): 101-116.
- BUSTILLO, A. E.; JIMÉNEZ, M. 2003. Captura de adultos de la broca del café en trampas con atrayentes. *Cenicafé. Brocarta* No. 36. 29 p.
- CÁRDENAS, R. 2000. Trampas y atrayentes para monitoreo de poblaciones de broca del café. *Hypothenemus hampei* (Ferrari) (Col., Scolytidae). pp. 369-379. En: Simposio Latinoamericano de Caficultura, 19, San José (Costa Rica), Octubre 2-6, 2000, Memorias ICAFE-PROMECAFE. 514 p.
- CARDONA, G. E.; BUSTILLO A. E. 2006. Captura de la broca del café *Hypothenemus hampei* (Ferrari) usando trampas en tres densidades diferentes. pp. 133. En: Resúmenes XXXIII Congreso de la Sociedad Colombiana de Entomología (Socolen). Manizales, 26-28 de julio.
- CASTAÑO, A.; BENAVIDES, P.; BAKER, P. S. 2005. Dispersión de *Hypothenemus hampei* en cafetales zoqueados. *Revista Cenicafé* 56 (2): 142-150.
- CHAMORRO, T.; CÁRDENAS, R.; HERRERA, H. 1995. Evaluación económica y de la calidad en taza del café proveniente de diferentes sistemas de recolección manual, utilizables como control en cafetales infestados de *Hypothenemus hampei*. *Revista Cenicafé* 46 (3): 164-175.
- DA SILVA, F. C.; URCI, M.; MORALES, L. 2006. Capture of *Hypothenemus hampei* Ferrari (Coleoptera, Scolytidae) in response to trap characteristics. *Scientia Agricola* 63 (6): 567-571. <https://doi.org/10.1590/S0103-90162006000600010>
- DUFOUR, B. 2002. Importance du piégeage pour la lutte intégrée contre le scolyte du café, *Hypothenemus hampei* (Ferr.). *Plantations, Recherche, Développement*, 5 p.
- DUFOUR, B. 2004. Condiciones de uso de las trampas en el control de la broca del café. pp. 85-93. En: Workshop Internacional sobre o Manejo da Broca-do-Café, Londrina, Paraná, Brasil, 283 p.
- DUFOUR, B. P.; FRÉROT, B. 2008. Optimization of coffee berry borer, *Hypothenemus hampei* Ferrari (Col., Scolytidae), mass trapping with an attractant mixture. *Journal of Applied Entomology* 132 (7): 591-600. <https://doi.org/10.1111/j.1439-0418.2008.01291.x>
- DUFOUR, B.; GONZÁLEZ, M. O.; MAURICIO, J. J.; CHAVEZ, B. A.; RAMÍREZ, R. 2005. Validation of coffee berry borer (CBB) trapping with the Brocap Trap. pp. 1243-1247. En: XX International Conference on Coffee Science. Bangalore. India. 85 p.
- EMURA-LIMA, D.; VENTURA, M.; MIKAMI, A.; DA SILVA, F.; MORALES, L. 2010. Responses of coffee berry borer, *Hypothenemus hampei* (Ferrari) (Coleoptera: Scolytidae), to vertical distribution of methanol: ethanol traps. *Neotropical Entomology* 39 (6): 930-933. <https://doi.org/10.1590/S1519-566X2010000600013>
- FANTON, C. J. 2001. Ecología da broca-do-café *Hypothenemus hampei* (Ferrari, 1867) (Coleoptera: Scolytidae) na zona da mata de Minas Gerais. Tesis de Doctorado. Universidade Federal de Viçosa. Brasil. 135 p.
- FANTON, C. J.; VILELA, E. F.; SOUZA, O. F. 2003. Distribuição da broca-do-café, *Hypothenemus hampei*, em ramos de cafeiro. pp. 336. En: Simpósio de pesquisa dos cafés do Brasil e Workshop Internacional de Café & Saúde. Brasília.
- FERNÁNDEZ, S.; CORDERO, J. 2005. Evaluación de atrayentes alcohólicos en trampas artesanales para el monitoreo y control de la broca del café, *Hypothenemus hampei* (Ferrari). *Bioagro* 17 (3): 143-148.
- FRANQUI, R. A.; MEDINA, G. S. 2003. La broca del café *Hypothenemus hampei* (Ferrari): Biología y aspectos básicos de control. *Entomología asociada*, Universidad de Puerto Rico, estación experimental agrícola, departamento de producción de cultivos, Río Piedras, Puerto Rico. 97 p.
- GIORDANENGO, P.; BRUN, L. O.; FRÉROT, B. 1993. Evidence for allelochemical attraction of the coffee berry borer *Hypothenemus hampei*, by coffee berries. *Journal Chemical Ecology* 19: 763-769. <https://doi.org/10.1007/BF00985007>
- GONZALES, E.; CASAREZ, R.; MENESES, H.; CASTILLO, A.; MÁRQUEZ, Y. 2008. Agrotecnología para el cultivo del Cafeto. Guía para realizar actividades prácticas relacionadas con la Broca del café en un día de campo. Resúmenes XIX Congreso Venezolano de Entomología. 130 p.
- HERRERA, J.; MEDINA, S.; MARTÍNEZ, G.; BELEÑO, K.; BERRIO, J. 2016. Classification of coffee fruits based on ripeness and broca detection using image processing techniques. *Prospect* 14 (1): 15-22. <https://doi.org/10.15665/rp.v14i1.640>
- INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN PARA EL DESARROLLO SUSTENTABLE DE CEJA DE SELVA INDES-CES. 2015. Diagnóstico fitosanitario de la producción cafetalera en el distrito de Huambo, provincia de Rodríguez de Mendoza, región Amazonas. Informe final. Chachapoyas, Perú. 67 p.
- JARAMILLO, J.; MUCHUGU, E.; VEGA, F. E.; DAVIS, A.; BORGEMEISTER, C.; CHABI-OLAYE, A. 2011. Some like it hot: the influence and implications of climate change on coffee berry borer (*Hypothenemus hampei*) and coffee production in East Africa. *PLoS One* 6 (9), e24528. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0024528>
- JARAMILLO, J.; MONTOYA, E. C.; BENAVIDES, P.; GÓNGORA, C. C. 2015. *Beauveria bassiana* y *Metarhizium anisopliae* para el control de broca del café en frutos del suelo. *Revista Colombiana de Entomología* 41 (1): 95-104.
- LEIVA, S. T. 2016. Sostenibilidad de las fincas cafetaleras a través del manejo integrado de la broca del café (*Hipotenemus hampei*) en el Distrito de Huambo, Rodríguez de Mendoza, Amazonas.

- Tesis maestro en gestión para el desarrollo sustentable. Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas. Chachapoyas, Perú. 137 p.
- MATHIEU, F.; BRUN, L. O.; FREROT, B.; SUCKLING, D. M.; FRAMPTON, C. 1999. Progression in field infestation is linked with trapping of coffee berry borer, *Hypothenemus hampei* (Coleoptera, Scolytidae). *Journal of Applied Entomology* 123 (9): 535-540. <https://doi.org/10.1046/j.1439-0418.1999.00400.x>
- MENDOZA, J. R. 1991. Reposta da broca-do-café, *Hypothenemus hampei*, a estímulos visuais e semiquímicos. Tese Magister Scientiae, Universidade Federal de Viçosa, Brasil. 44 p.
- MENDOZA, J. R.; GOMES DE LIMA J. O.; VILELA, E. F.; FANTÓN, C. J. 1999. Atratividade de frutos à broca-do-café, *Hypothenemus hampei* (Ferrari): estímulos visuais e olfativos. pp. 313-331. En: Anais, Londrina (Brasil), UFPR-IAPAR-IRD, 2000. 523 p.
- MORENO, V. D.; BUSTILLO P., A. E.; MONTOYA R., E. C. 2001. Escape y mortalidad de *Hypothenemus hampei* en los procesos de recolección y beneficio del café en Colombia. *Cenicafé* 52 (2): 111-116.
- MORRIS, J. R.; PERFECTO, I. 2016. Testing the potential for ant predation of immature coffee berry borer (*Hypothenemus hampei*) life stages. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 233: 224-228. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2016.09.018>
- ORTIZ, A.; ORTIZ, A.; VEGA, F. E.; POSADA, F. J. 2004. Volatile composition of coffee berries at different stages of ripeness, and their possible attraction to the coffee berry borer *Hypothenemus hampei* (Coleoptera: Curculionidae). *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 52: 5914-5918. <https://doi.org/10.1021/jf049537c>
- POSADA, F. J.; BUSTILLO, A. E.; JIMÉNEZ, M. 2003. Seguimiento y captura de brocas usando trampas en cafetales. *Cenicafé*. Brocarta 35: 2.
- QUISPE-CONDORI, R.; LOZA-MURGIA, M.; MARZAMAMANI, F.; GUTIÉRREZ, R.; RIQUELME, C.; ALIAGA, F.; FERNÁNDEZ, C. 2015. Trampas artesanales con atrayentes alcohólicos en el control de la broca del café, *Hypothenemus hampei* (Ferrari, 1867) en la Colonia Bolinda, Caranavi. *Journal of the Selva Andina Biosphere* 3 (1): 2-14.
- RODRÍGUEZ, D.; CURE, J.; CANTOR, F. 2009. Use of traps for the control of coffee berry borer (*Hypothenemus hampei* Ferrari Coleoptera: Curculionidae: Scolytinae): designs, field use criteria and effectivity. *Revista Facultad de Ciencias Básicas* 5 (1): 12-21.
- ROJAS, J. 2005. Ecología química de la broca del café y sus parasitoides. pp. 13-21. En: Barrera, J. F. (Ed.). Simposio sobre situación actual y perspectivas de la investigación y manejo de la broca del café en Costa Rica, Cuba, Guatemala y México. Sociedad Mexicana de Entomología y El Colegio de la Frontera Sur. Tapachula, Chiapas, México. 67 p.
- ROMÁN-RUIZ, A. K.; RIBEYRE, F.; ROJAS, J. C.; CRUZ-LÓPEZ, L.; BARRERA, J. F.; DUFOUR, B. P. 2017. Short-distance dispersal of *Hypothenemus hampei* (Ferrari) females (Coleoptera: Curculionidae: Scolytidae) during the coffee tree fruiting period. *Bulletin of Entomological Research*. Cambridge University Press. 9 p. <https://doi.org/10.1017/S0007485317001122>
- RUBIO, D. 2009. Morfología externa de los estados inmaduros de *Hypothenemus hampei* Ferrari (Coleoptera: Curculionidae). U.D.C.A. Actualidad & Divulgación Científica 12 (2): 157-161.
- SALAZAR, M. R.; ARCILA, J.; RIAÑO, N.; BUSTILLO, A. E. 1993. Crecimiento y desarrollo del fruto del café y su relación con la broca. *Cenicafé*. Avances Técnicos 194: 4.
- SERRANO-DOMÍNGUEZ, A.; BARRERA-GAYTÁN, J. F.; VALLE-MORA, F. J.; ROJAS-LEÓN, J. C.; CRUZ-LÓPEZ, L.; ALBORES-FLORES, V. J. 2012. Dosis óptima del atrayente para la captura de la broca del café *Hypothenemus hampei* (Coleoptera: Curculionidae). *Entomología Mexicana* 11 (2): 614-619.
- SIERRA, C. P.; MARROQUÍN, L. C. 2013. Control de broca de café (*Hypothenemus hampei*) por medio del microorganismo benéfico *Beauveria bassiana* en la zona de reserva La Botija, San Marcos de Colón. *Portal de la Ciencia* 4: 31-37.
- SUÁREZ, A.; ARRIECHE, N.; PAZ, R. 2013. Monitoreo digitalizado de *Hypothenemus hampei* Ferrari, 1867 (Coleoptera: Curculionidae) en el Parque Nacional Terapeima, estado Lara, Venezuela. *Bioagro* 25 (3): 201-206.
- VALDÉS, D.; RAMÍREZ, R.; CHAVIANO, M.; MORALES, B. I.; DUARTE, A. C. 2016. Efecto de *Heterorhabditis bacteriophora* sobre la broca del café en la zona del Algarrobo, Trinidad, Cuba. *Centro Agrícola* 43 (1): 15-20.
- VARGAS, D. L.; SIERRA, A.; SISNE, M. L.; RODRÍGUEZ, A. A.; IPARRAGUIRRE, M. A. 2016. Incidencia de la broca del café (*Hypothenemus hampei*, Ferrari) y control etológico en la finca «La Compínche», Bramón, municipio Junín estado del Táchira - Venezuela. *Universidad & Ciencia* 5 (2): 121-129.

Origen y financiación

Este artículo es el resultado del trabajo de tesis realizado por Santos Triunfo Leiva Espinoza para la obtención de su grado de M. Sc. en Gestión para el Desarrollo Sustentable, el trabajo fue autofinanciado en su totalidad.

Contribución de los autores

Santos Leiva-Espinoza: concepción y dirección metodológica del estudio, recolección de datos, redacción manuscrito original, redacción y edición.

Manuel Oliva-Cruz: supervisión, análisis de datos, revisión de escritura.

Karol Rubio-Rojas: recolección de datos, redacción de manuscrito original (borrador), curación de datos.

Jorge Maicelo-Quintana: supervisión, redacción, revisión y edición del manuscrito.

Manuel Milla-Pino: análisis formal, curación de los datos, conservación de los datos, revisión y edición del manuscrito.