

Estrategia de control de la broca del cafeto en Jalapa, Nicaragua

Coffee berry borer control strategy in Jalapa, Nicaragua

Sailyng Dayana Siu Palma ^{1,2}, Juan Carlos Morán Centeno ^{1,3}.

¹Universidad Nacional Agraria. Managua, Nicaragua ²  sdsiupalma87@hotmail.com; ³  juan.moran@ci.una.edu.ni



<https://doi.org/10.15446/acag.v72n4.115551>

2023 | 72-4 p 385-391 | ISSN 0120-2812 | e-ISSN 2323-0118 | Rec.: 2024-07-03 Acep.: 2024-10-31

Resumen

En Nicaragua el café (*Coffea arabica* L.) constituye el principal rubro de exportación; y es en la región norte del país donde se cultiva el 80 % de las áreas productivas. La finalidad de esta investigación fue evaluar opciones de control para *Hypothenemus hampei* (Ferrari), (Coleoptera, Curculionidae), en el municipio de Jalapa en el periodo de octubre 2023 a enero 2024. Para ello se empleó un diseño de bloques completos aleatorizados, con 6 tratamientos. Se definieron parcelas experimentales de 180 m², con 105 plantas de cafeto por parcela (n = 2 520 plantas). Se efectuó análisis de varianza, separación de Tukey (p < 0.05) y análisis económico. Igualmente, se determinó que los tratamientos tuvieron un comportamiento similar en el control de la plaga: la incidencia de *Beauveria bassiana* correspondió a los tratamientos T1 (5 x 10⁹ hasta 2.5 x 10¹¹ conidios por gramo) y T2 (1 x 10⁹ esporas por gramo) con mayor colonización del insecto. El mayor rendimiento fue para el tratamiento T3 (solución acuosa al 87 % de concentración) y el tratamiento T1 tuvo el mayor beneficio neto.

Palabras claves: *Beauveria bassiana*, bioplaguicidas, *Coffea arabica* L., disección de fruto, frutos brocados.

Abstract

Coffee (*Coffea arabica* L.) is Nicaragua's main export item, with 80 % of the production areas located in the northern region of the country. The purpose of this research was to evaluate control options for *Hypothenemus hampei* (Ferrari) (Coleoptera, Curculionidae) in the municipality of Jalapa in the period from October 2023 to January 2024, using a randomized complete block design with six treatments. Experimental plots of 180 m² were defined, with 105 coffee plants per plot (n = 2,520 plants). Analysis of variance, Tukey's separation (p < 0.05), and economic analysis were conducted. It was determined that the treatments exhibited similar effectiveness in controlling the pest. The incidence of *Beauveria bassiana* was 5 x 10⁹ to 2.5 x 10¹¹ conidia per gram in treatment T1, and 1 x 10⁹ spores per gram in treatment T2, with greater colonization of the insect. The highest yield was observed in treatment T3 (aqueous solution at 87 % concentration), while treatment T1 resulted in the greatest net benefit.

Keywords: *Beauveria bassiana*, biopesticides, brocade fruits, *Coffea arabica* L., fruit dissection.

Introducción

En el mundo se cultivan 11 000 000 de hectáreas de café en 82 países, en donde 500 000 000 de pequeños agricultores dependen de este cultivo (Chain-Guadarrama et al., 2019; Gasperín-García et al., 2023). En Nicaragua la producción de café se divide en la región productiva Norte Central, que produce el 80 % del café (departamentos de Matagalpa, Jinotega y Boaco); la región Noreste produce el 15 % del café (departamentos de Madriz, Nueva Segovia y Estelí); y la región Sur produce solo el 5 % en otros departamentos del país (Naranjo, 2024). Este cultivo está en manos de 44 519 productores, quienes cultivan 126 154 hectáreas, de estos el 97.4 % son pequeños y medianos productores con extensiones cultivadas menores a 20 hectáreas, con rendimientos promedios de 845.37 kg ha⁻¹. El costo promedio de producción de 100 libras de café oro (45.45 kg), es de 80 a 90 dólares americanos de forma tradicional, y de manera tecnificada es de 110 a 130 dólares. El 85 % del costo se incurre en la recolección, beneficio y fertilización, lo que deja un margen de ganancia del 10 al 15 % (Escobedo et al., 2017).

En la actualidad las plantaciones cafetaleras presentan problemas fitosanitarios, entre los cuales la broca (*H. hampei*) es una plaga relevante por su capacidad de causar daños directos a la producción y, por ende, reducir los ingresos de las familias (Green et al., 2015; Lima y Cunha, 2021). Este insecto completa su ciclo de vida dentro del fruto, y llega a colonizar todas las zonas cafetaleras (Alvarado, 2018).

El control de *H. hampei* se ha realizado mediante tácticas de manejo cultural, uso de hongos entomopatógenos, parasitoides, predadores y por vía etológica; dichas estrategias de manejo reducen el uso de aplicaciones de insecticidas contra las plagas en las fincas cafetaleras (Infante et al., 2013; Cerda et al., 2020). Por otra parte, para disminuir las afectaciones los cafeticultores recurren al uso de agroquímicos (Infante, 2018), que son productos tóxicos, por lo

que la búsqueda de alternativas de manejo de este insecto es cada vez más habitual. Por ello, el objetivo de este estudio consistió en evaluar alternativas en el control de la broca del café en el municipio de Jalapa, haciendo énfasis en aspectos productivos y económicos.

Materiales y métodos

Ubicación del estudio

La investigación se realizó en el municipio de Jalapa, Nicaragua, en una finca cafetalera ubicada a 13°55'37" de latitud norte y 86°11'05" de longitud oeste. Las áreas de producción de café (*Coffea arabica* L.) se encontraron a 1220 m s. n. m., con mezcla de variedades (catuai, caturra y catimor) y con topografía irregular. La edad de la plantación es de 19 años, con 4 años de haber sido recepado (poda efectuada a la planta de café).

Diseño metodológico

El estudio fue experimental longitudinal, empleando un diseño en campo de bloques completos al azar, con 4 réplicas, y evaluando 4 alternativas a base de hongos entomopatógenos y extractos botánicos comparados con un manejo cultural y un testigo absoluto (Tabla 1). El ensayo constó con 2 520 plantas de café, distribuidas en 4 bloques de 840 m² cada uno (180 m² por parcela experimental). Con una distancia de dos metros entre bloques, para un total de 3 360 m² en el experimento.

Para efectuar el muestreo de la broca se empleó la metodología del Servicio Nacional de Sanidad Agraria [SENASA] (2003). Se eligieron 5 puntos al azar, muestreando 10 plantas de café por cada uno, para un total de 50 cafetos por parcela experimental. Se tomó y marcó la bandola del estrato medio, seleccionando 20 frutos para efectuar las disecciones, con una frecuencia quincenal.

Tabla 1. Tratamientos evaluados como alternativas de control de *Hypothenemus hampei* (Ferrari), en sistema de producción de café, en Jalapa, Nueva Segovia, Nicaragua, periodo octubre 2023 a enero 2024

Tratamiento	Descripción	Ingrediente activo	Concentración	Dosis
T1	Insecticida microbiológico	<i>Beauveria bassiana</i>	5 x 10 ⁹ hasta 2.5 x 10 ¹¹ conidios por gramo	330 g ha ⁻¹
T2	Insecticida microbiológico	<i>Beauveria bassiana</i>	1 x 10 ⁹ esporas por gramo	300 g ha ⁻¹
T3	Insecticida botánico	<i>Allium sativum</i> L.	Solución acuosa al 87 % de concentración	1 000 ml ha ⁻¹
T4	Insecticida acaricida orgánico	Aceite de <i>Cinnamomum verum</i> Ness	Aceite de canela al 10 %	1 000 ml ha ⁻¹
T5	Modelo comercial de trampas patentado y registrado	Atrayente con una combinación de etanol más metanol	30 ml por trampa (10 ml etanol + 20 ml de metanol)	12 trampas ha ⁻¹
T6	Testigo (se aplicó solo agua)	Ninguno	Ninguno	Ninguno

T= Tratamiento evaluado en el estudio.

VARIABLES EVALUADAS

Se cuantificó el total de frutos sanos y perforados en cada bandola de las plantas de café. Así mismo se contabilizaron aquellos frutos brocados con presencia de *B. bassiana*. En las disecciones de los frutos de café se identificó el total de insectos adultos, pupas, larvas y huevos.

Para determinar el rendimiento (kg ha^{-1}), se consideraron todos los frutos maduros, los cuales se cuantificaron en kg ha^{-1} . La estimación económica se calculó aplicando la metodología del Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo [CIMMYT] (1988). Se tomó el rendimiento promedio ($R\chi$) y ajustado ($\text{Rajust} = 25\% \text{ de } R\chi$) por tratamiento, para determinar su rentabilidad (Ecuación 1).

$$\text{TRM} = \frac{\text{BM}}{\text{CM}} * 100 \quad (\text{Ec. 1})$$

*TRM= Tasa de retorno marginal; BN= Beneficio marginal, CM= Costo marginal

ANÁLISIS ESTADÍSTICO

La información se tabuló por cada variable, las cuales fueron transformadas a escala logarítmica ($\log 10$), ajustándose a la normalidad (Test de Bartlett) y homogeneidad de varianza (Kolmogorov-Smirnov); de igual manera se hizo análisis de varianza mediante modelos lineales, seleccionando el de menor índice de Akaike (AIC), prueba de Tukey (0.05) y se usó el programa R v.4.2.3 (R Core Team, 2023).

RESULTADOS

Los frutos totales analizados indican que en la primera fecha de muestreo (06 de octubre 2023) se contabilizó la mayor cantidad de estos y que se

presentó una reducción en las diferentes fechas, con lo cual se observó, al final de los muestreos (20 de enero 2024), que la plantación contaba con menor cantidad de frutos totales; a su vez, el testigo mostró el menor número de frutos para cosechar (Figura 1). Esto se atribuye a que el grano de café presenta las condiciones óptimas para el corte en esta zona del país.

Al analizar el comportamiento de la afectación de broca en los frutos de café, se observó que en la fecha 2 (mes de octubre) ocurrieron las mayores afectaciones, cuando los frutos de café presentaron semiconsistencia, por lo cual la broca puede penetrar los granos; el tratamiento 4 seguido del tratamiento 3 registraron los mayores porcentajes; y en el tratamiento 5 se registraron los menores porcentajes de frutos brocados (Figura 2).

Al analizar los frutos brocados se pudieron observar frutos brocados con la presencia del hongo *Beauveria bassiana* (Figura 3). Se encontró el mayor porcentaje de colonización en la primera fecha de muestreo, lo que puede atribuirse a las condiciones climáticas que favorecieron la colonización del hongo en los frutos perforados. El menor porcentaje se encontró en el último muestreo, y fue el tratamiento 1, seguido del 2, los que mostraron mayor colonización de *B. bassiana* en los frutos perforados por broca.

Los frutos diseccionados mostraron diferencias significativas para los tratamientos y fechas (Tabla 2), el uso de trampa (tratamiento 5), presentó la menor población promedio de huevos, larvas, pupas y adultos, método de control que es muy utilizado por los productores para mantener la población de broca en niveles bajos. En la primera fecha de muestreo fue en la que se registró la mayor población promedio de estadios de desarrollo de broca de café en los granos perforados y diseccionados; esto se debió a que las hembras emergieron de frutos caídos en busca de frutos de café óptimos para perforarlos, alimentarse y colonizarlos (Tabla 3).

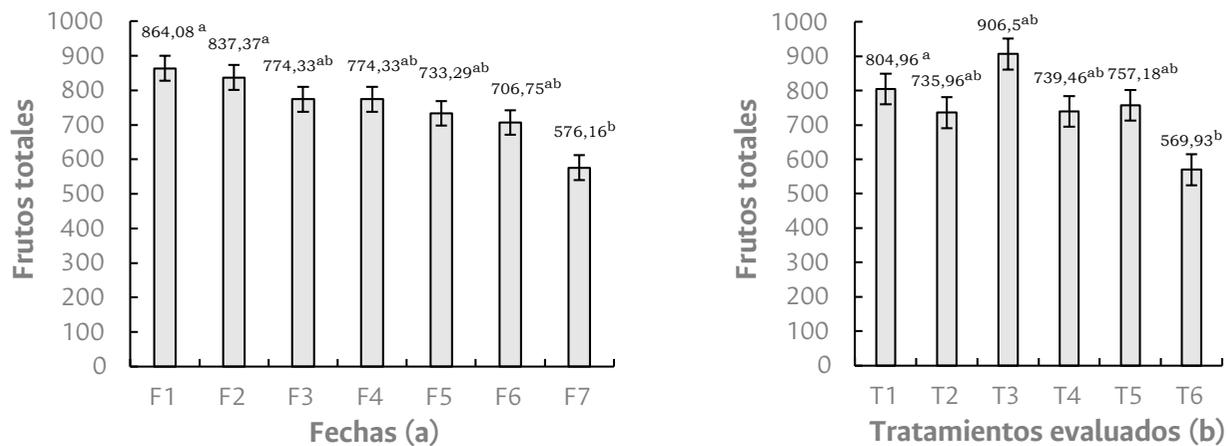


Figura 1. Número de frutos totales (a) por fechas de muestreo y (b) tratamientos evaluados en Jalapa, Nicaragua, periodo octubre 2023 a enero 2024. **Promedios con letra en común no difieren estadísticamente ($\alpha = 0.05$), HSD= prueba de Tukey al 95 % de confianza.

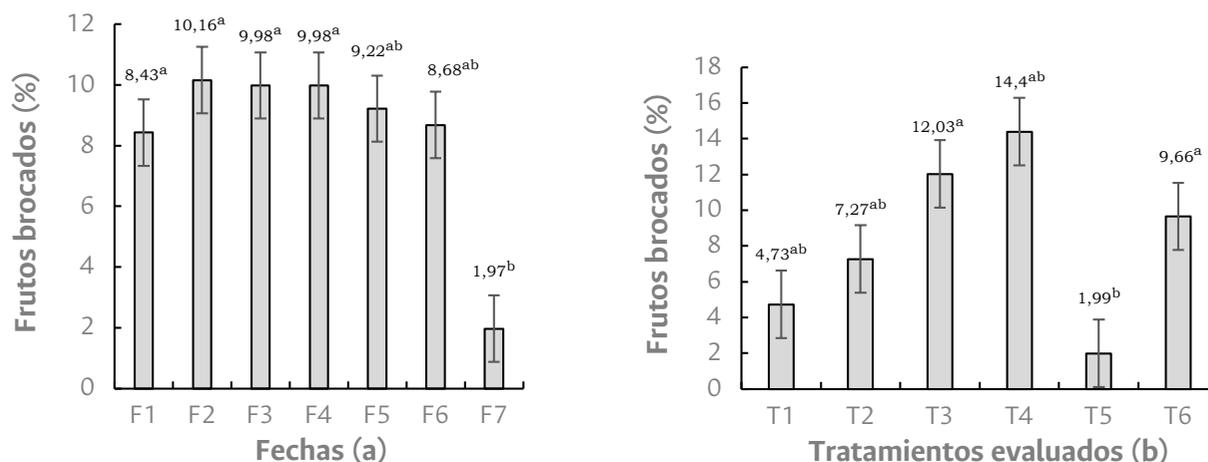


Figura 2. Comportamiento de la afectación de *Hypothenemus hampei* (Ferrari), (a) en las diferentes fechas de muestreo y (b) tratamientos (en Jalapa, Nicaragua, periodo octubre 2023 a enero 2024). **Promedios con letra en común no difieren estadísticamente ($\alpha = 0.05$), HSD= prueba de Tukey al 95 % de confianza.

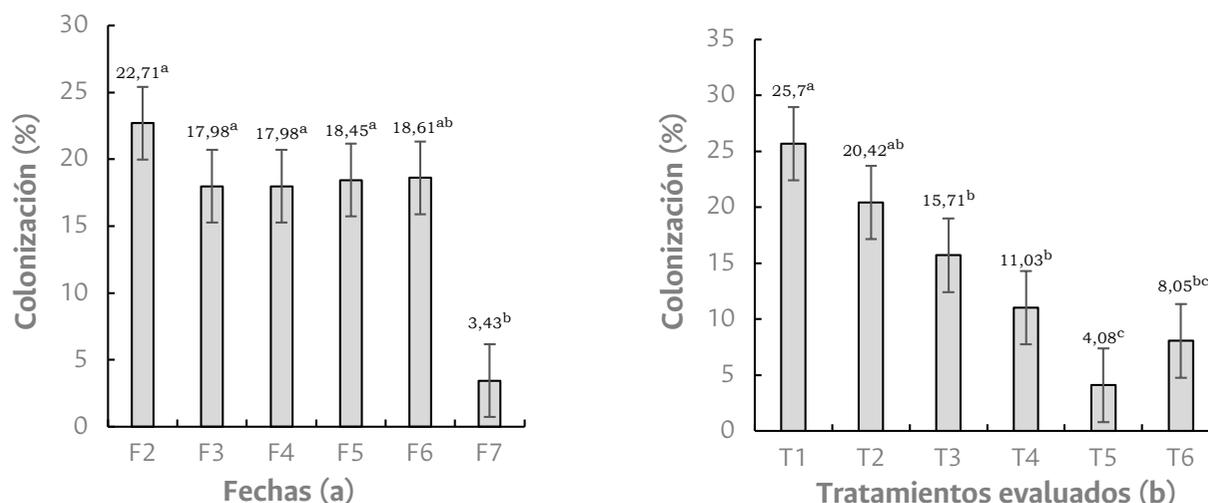


Figura 3. Número de frutos perforados por *Hypothenemus hampei* (Ferrari), (a) con presencia de *Beauveria bassiana* en las diferentes fechas de muestreo y (b) tratamientos en Jalapa, Nicaragua, periodo octubre 2023 a enero 2024. **Promedios con letra en común no difieren estadísticamente ($\alpha = 0.05$), HSD= prueba de Tukey al 95 % de confianza.

Al analizar los tratamientos evaluados, se observó que los rendimientos fueron estadísticamente iguales con excepción del testigo, que fue el que presentó el menor rendimiento (T6) (Figura 4).

Por su parte, el análisis económico determinó que el mayor costo fue para el tratamiento 5 y el menor lo consiguieron el testigo y tratamiento 1. El tratamiento con el mayor beneficio neto fue el T1; el precio de venta en la finca fue de 3.96 dólares americanos (Tabla 4).

Mediante el análisis de dominancia realizado indico que ninguno de los tratamientos evaluados fue dominado por el tratamiento seis o testigo absoluto (Tabla 5).

La tasa de retorno marginal reflejó que las alternativas evaluadas en esta investigación son recomendables para el control de la broca, lo cual indica que se puede utilizar cualquier tratamiento, ya que se recupera la inversión realizada. El tratamiento 4 reflejó la mayor tasa de retorno marginal; en segundo lugar, estuvieron el tratamiento 1 y el tratamiento 2 (Tabla 6).

Discusión

Las pérdidas causadas por la broca ocurren por la perforación y daño del grano (Aristizábal *et al.*, 2016). Se pudo observar que el porcentaje de infestación de broca se mantuvo alto durante todas

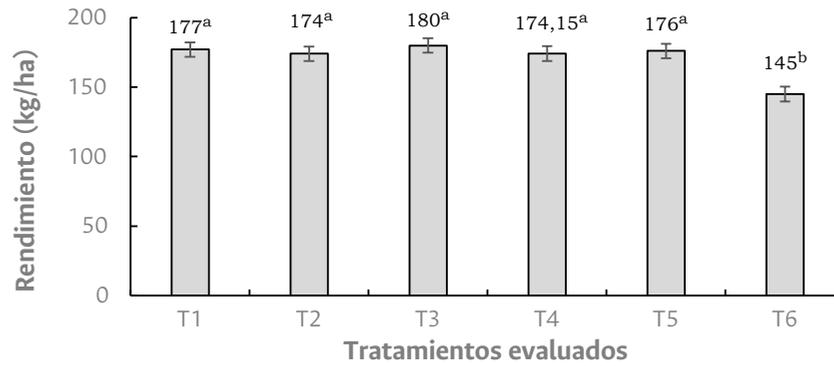


Figura 4. Producción (kg ha⁻¹) en los tratamientos evaluados en Jalapa, Nicaragua, periodo octubre 2023 a enero 2024. **Promedios con letra en común no difieren estadísticamente ($\alpha = 0.05$), HSD= prueba de Tukey al 95 % de confianza.

Tabla 2. Significancia estadística para los estadios de *Hypothenemus hampei* (Ferrari) encontrados en frutos brocados diseccionados en Jalapa, Nicaragua

Estadios de <i>Hypothenemus hampei</i>	Tratamientos	Fechas	R ²	CV %	AIC
Huevos	0.0006**	0.0001**	0.64	15.61	8.39
Larvas	0.0030**	0.0001**	0.50	13.83	18.95
Pupas (crisálida)	0.1060 ^{NS}	0.0001**	0.60	13.25	23.31
Adultos	0.0030**	0.0001**	0.72	12.25	37.71

NS= no Significativo, *significativo (0.05), **altamente significativo (0.01). R² = coeficiente de determinación; CV= coeficiente de variación; AIC= índice de Akaike.

Tabla 3. Comparación de promedios de la población de huevos, larvas, pupas y adultos en frutos por tratamientos y fechas en Jalapa, Nicaragua

Tratamiento	Estadios de <i>Hypothenemus hampei</i> (Ferrari)			
	Huevos	Larvas	Pupas (crisálida)	Adultos
T1	18.08 ^{ab}	21.25 ^{ab}	28.17 ^{ab}	29.58 ^a
T2	25.91 ^a	29.41 ^a	31.25 ^a	29.00 ^a
T3	30.17 ^a	34.75 ^a	31.41 ^a	30.83 ^a
T4	33.42 ^a	29.50 ^a	30.75 ^a	31.25 ^a
T5	10.75 ^b	14.92 ^b	16.92 ^b	16.83 ^b
T6	24.75 ^a	22.00 ^{ab}	24.67 ^{ab}	21.00 ^{ab}
Fechas de muestreo				
F1 (06-oct-2023)	38.37 ^a	35.00 ^a	42.87 ^a	45.08 ^a
F2 (20-oct-2023)	20.78 ^b	24.52 ^a	23.04 ^b	20.04 ^b
F3 (04-nov-2023)	12.12 ^c	16.72 ^b	15.96 ^c	14.36 ^b

**Promedios con letra en común no difieren estadísticamente ($\alpha = 0.05$), HSD= prueba de Tukey al 95 % de confianza.

Tabla 4. Análisis económicos efectuados a los tratamientos evaluados en Jalapa, Nicaragua

Tratamiento	Rendimiento ajustado	Beneficio bruto	Costos variables	Beneficio neto
	kg/ha	US\$/ha	US\$/ha	US\$/ha
T1	132.75	525.69	23.60	502.09
T2	130.50	516.78	35.62	481.16
T3	135.00	534.60	37.60	497.00
T4	130.61	517.22	59.60	457.62
T5	132.00	522.72	135.60	387.12
T6	108.75	430.65	15.60	415.05

* Cambio oficial del dólar americano (US\$): 36.62 córdobas nicaragüenses.

Tabla 5. Cálculo de dominancia para los diferentes tratamientos evaluados en Jalapa, Nicaragua

Tratamiento	Costos variables US\$/ha	Beneficio neto US\$/ha	Observaciones
T6	15.60	415.05	T6
T1	23.60	502.09	T6 a T1 ND
T2	35.62	481.16	T1 a T2 ND
T3	37.60	497.00	T2 a T3 ND
T4	59.60	457.62	T3 a T4 ND
T5	135.60	387.12	T4 a T5 ND

*ND= no dominados.

Tabla 6. Cálculo de dominancia para los tratamientos evaluados en Jalapa, Nicaragua, periodo octubre 2023 a enero 2024

Tratamiento	Costos variables US\$/ha	Beneficio neto US\$/ha	Diferencia del beneficio neto	Diferencia en los costos variables	Tasa de retorno marginal %
T2	35.62	497.00	15.84	12.02	131.78
T1	23.60	481.16	23.54	14.00	168.14
T3	37.60	457.62	42.57	98.00	43.44
T5	135.60	415.05	27.93	76.00	36.75
T4	59.60	387.12	114.97	44.00	261.29

las fechas de muestreo, oscilando entre 10 % y 60 % de frutos brocados, datos que son próximos al nivel de daño económico y otras por encima de este. Según la Federación Nacional de Cafeteros (2024) las estrategias de manejo para esta plaga deben aplicarse cuando las afectaciones superen el 2 %. Por su parte, en un estudio efectuado por Mendoza-Cervantes *et al.* (2021), se encontró que en septiembre, octubre y noviembre ocurren las mayores incidencias por broca.

El tratamiento 5, que empleó trampas, presentó el menor porcentaje de frutos brocados. De acuerdo con Messing (2012) y Pereira *et al.* (2012), la implementación de trampas cebadas con semioquímicos es un método muy utilizado para el manejo de esta plaga, la cual es una alternativa de bajo costo (Quispe-Condori *et al.*, 2015); los productores pueden diseñar el tipo de trampa artesanal que deseen utilizar dentro del cafetal. En segundo lugar, estuvieron los tratamientos 1 y 2; Lima y Cunha (2021) reportaron que las alternativas biológicas controlan entre el 15 y 65 % de insectos adultos en los cafetales. La eficiencia de este hongo depende de las condiciones climáticas del cafetal, la forma de aplicación, la cepa utilizada y la concentración del producto.

En el conteo de los frutos brocados se pudo observar la presencia del hongo *B. bassiana*, cuyo mayor porcentaje de colonización se encontró en la primera fecha de muestreo (06 octubre del 2023), pues se presentaron las condiciones climáticas para que el hongo colonizara el fruto perforado por broca, lo que se debe a la mayor presencia de esporas y mayor viabilidad de estas (Castillo-Arévalo *et al.*, 2023; León Romero, 2015; Lima y Cunha, 2021; Pérez Constantino *et al.*, 2023). En contraste, el menor porcentaje se dio en el último muestreo, lo que se atribuye a la recolección de los granos por el corte de los frutos de café (Siu Palma *et al.*, 2023); el tratamiento T1, seguido por el T2, fueron los que presentaron mayor porcentaje de colonización en los frutos perforados por broca.

El ataque fuerte de la plaga ocurre cuando las cerezas alcanzan el estado de semiconsistencia (20 % de peso seco), lo que, de acuerdo con la zona altitudinal, ocurre después de 132 días (zona baja), 147 días (zona media) y 157 días (zona alta) después de la floración principal (Asociación Nacional de Café [Anacafé], 2023); en este estado la broca los encuentra aptos para iniciar la oviposición, invadir el fruto y mantenerse en frutos perforados.

El análisis económico reflejó que el mayor rendimiento se encontró en el tratamiento en el que se realizaron aplicaciones del tratamiento T3 a base de *A. sativum*, lo cual concuerda con lo publicado por la Asociación Nacional de Café [Anacafé] (2022). El extracto de ajo (*A. sativum*), contiene compuestos bioactivos que actúan como repelente o insecticidas naturales contra esta plaga. El segundo en rendimiento fue el tratamiento T1 y

el menor rendimiento se presentó en el testigo (T6); estos resultados se asemejan al estudio realizado por Siu Palma *et al.* (2023), en el que se encontró que los tratamientos T1 y testigo obtuvieron los menores costos.

Conclusiones

Los frutos de café fueron afectados por *H. hampei* en todos los tratamientos y muestreos efectuados; en octubre se presentaron las mayores afectaciones en cuanto a perforación de frutos.

El comportamiento de la población de broca fue diferente en los tratamientos; el uso de trampas (T5) fue el que registró la menor población promedio de huevos, larvas, pupas y adulto.

El tratamiento T3 mostró mayores rendimientos promedios, pero T1 reflejó el mayor beneficio neto; el menor beneficio neto correspondió al T5, debido a mayores costos variables.

Referencias

- Alvarado, V. (2018). Distribución espacial de *Hypothenemus hampei* (Ferrari) en agroecosistemas cafetaleros de la selva central del Perú. *Bosques Latitud Cero*, 8(1), 58-69. <https://revistas.unl.edu.ec/index.php/bosques/article/view/413>.
- Aristizábal, L. F.; Bustillo, A. E. y 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(1), 6. <https://doi.org/10.3390/insects7010006>.
- Asociación Nacional de Café [Anacafé]. (2022). *Recomendaciones para el manejo integrado de broca (MIB)*. <https://www.anacafe.org/uploads/file/b4aa09fcbda4be1b2af8957b9444a86/Boletin-CEDICAFE-Marzo2022.pdf>.
- Asociación Nacional de Café [Anacafé]. (2023). *Manejo integrado de la broca de café*. <https://www.anacafe.org/uploads/file/63bc1c69bb064bfc8df9e89cea3d4d94/Boletin-Broca-Abril-2023.pdf>.
- Castillo-Arévalo, T.; Blandón Díaz, J. U.; Romero, S. D. y Castro, I. Z. (2023). Isolation, identification, and morphometric characterization of native isolates of *Beauveria* spp. from banana crops. *Scholars Journal of Agriculture and Veterinary Sciences*, 10(06), 43-56. <https://doi.org/10.36347/sjavs.2023.v10i06.001>.
- Centro Internacional para el Mejoramiento del Maíz y el Trigo [CIMMYT]. (1998). *La formulación de recomendaciones a partir de datos agronómicos. Un manual metodológico de evaluación económica*. CIMMYT. <https://repository.cimmyt.org/server/api/core/bitstreams/ac4c267d-bdf2-4b1c-a46b-97d85442c0eb/content>.
- Cerda, R.; Avelino, J.; Harvey, C. A.; Gary, C.; Tixier, P. y Allinne, C. (2020). Coffee agroforestry systems capable of reducing disease-induced yield and economic losses while providing multiple ecosystem services. *Crop Protection*, 134, 105149. <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2020.105149>.
- Chain-Guadarrama, A.; Martínez-Rodríguez, M. R.; Cárdenas, J. M.; Vilchez-Mendoza, S. y Harvey, C. A. (2019). Uso de prácticas de Adaptación basada en Ecosistemas por pequeños

- cafetaleros en Centroamérica. *Agronomía Mesoamericana*, 34(1), 1-18. <https://dx.doi.org/10.15517/am.v30i1.32615>.
- Escobedo, A.; Bendaña, E. y Gutiérrez, R. (2017). Cartilla cadena de valor: Café de Nicaragua. Programa Agroambiental Mesoamericano (MAP) Noruega. https://repositorio.catie.ac.cr/bitstream/handle/11554/8657/Cafe_de_Nicaragua_Cartilla.pdf?sequence=1.
- Federación Nacional de Cafeteros. (2024). El manejo integrado de la broca. <https://federaciondefcafeteros.org/wp/blog/el-manejo-integrado-de-la-broca-del-cafe/>.
- Gasparín-García, E. M.; Platas-Rosado, D. E.; Zetina-Córdoba, P.; Vilaboa-Arróniz, J. y Dávila, F. M. (2023). Calidad de vida de los cafecultores en las altas montañas de Veracruz, México. *Agronomía Mesoamericana*, 34(1), 50163. <https://doi.org/10.15517/am.v34i1.50163>.
- Green, P. W., Davis A. P.; Cossé A. A. y Vega F. E. (2015). Can coffee chemical compounds and insecticidal plants be harnessed for control of major coffee pests? *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 63(43), 9427-9434. <https://doi.org/10.1021/acs.jafc.5b03914>.
- Infante, F.; Castillo, A.; Pérez, J. y Vega, F. E. (2013). Field-cage evaluation of the parasitoid *Phymastichus coffea* as a natural enemy of the coffee berry borer, *Hypothenemus hampei*. *Biological Control*, 67(3), 446-450. <http://dx.doi.org/10.1016/j.biocontrol.2013.09.019>.
- Infante, F. (2018). Pest management strategies against the coffee berry borer (Coleoptera: Curculionidae: Scolytinae). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 66(21), 5275-5280. <https://doi.org/10.1021/acs.jafc.7b04875>.
- León Romero, C. J. (2015). Aproximación al reconocimiento de los depredadores y parasitoides benéficos asociados al cultivo de café (*Coffea arabica*) en Silvania (Cundinamarca-Colombia): una estrategia para que los cafecultores valoren la biodiversidad. [Tesis de pregrado]. Universidad Pedagógica Nacional. <http://hdl.handle.net/20.500.12209/1884>.
- Lima, L. M. P. de y Cunha, W. V. da. (2021). Controle de *Hypothenemus hampei* com *Bacillus* spp. *Perquirere*, 2(18), 32-40. <https://revistas.unipam.edu.br/index.php/perquirere/article/view/2208>.
- Mendoza-Cervantes, G.; Guzmán-López, O. y Salinas-Castro, A. (2021). Manejo de la broca del café, *Hypothenemus hampei* (Ferrari, 1867) (Coleoptera: Curculionidae: Scolytinae), con atrayentes etanólicos en cultivos de café de Coatepec, Veracruz, México. *Revista Chilena de Entomología*, 47(2), 265-273. <https://www.biotaxa.org/rce/article/view/69174>.
- Messing, R. H. (2012). The coffee berry borer (*Hypothenemus hampei*) invades Hawaii: Preliminary investigations on trap response and alternate hosts. *Insects*, 3(3), 640-652. <https://doi.org/10.3390/insects3030640>.
- Naranjo, D. (2024). *Café de Nicaragua, del bosque a la taza*. Café calentito <https://cafecalentito.com/cafe-de-nicaragua/>.
- Pereira, A. E.; Vilela, E. F.; Tinoco, R. S.; De Lima, J. O. G.; Fantine, A. K.; Morais, E. G. y França, C. F. (2012). Correlation between numbers captured and infestation levels of the coffee berry-borer, *Hypothenemus hampei*: A preliminary basis for an action threshold using baited traps. *International Journal of Pest Management*, 58(2), 183-190. <https://doi.org/10.1080/09670874.2012.676219>.
- Pérez Constantino, A.; Ramírez Dávila, J. F. y Figueroa Figueroa, D. K. (2023). Infestación de broca del café, *Hypothenemus hampei* (Coleoptera: Scolitydae) en zonas cafetaleras del Estado de México, México. *Revista Colombiana de Entomología*, 49(1), e12097. <https://doi.org/10.25100/socolen.v49i1.12097>.
- Quispe-Condori, R.; Loza-Murguía, M.; Marza-Mamani, F.; Gutiérrez, R.; Riquelme, C.; Aliaga, F. y 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. http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_ext&pid=S2308-38592015000100002.
- R Core Team. (2023). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing. <https://www.R-project.org/>.
- Servicio Nacional de Sanidad Agraria [SENASA]. (2003). Norma para la ejecución y remisión de información de actividades del programa manejo integrado de plagas del café. https://www.senasa.gob.pe/senasa/descargasarchivos/jer/SUB_DIR_CONTEP/1222.pdf.
- Siu Palma, S. D.; Jiménez-Martínez, E. S. y Morán Centeno, J. C. (2023). Alternativas biológicas para el manejo de *Hypothenemus hampei* (Ferrari), en *Coffea arabica* L., Jalapa, Nicaragua. *Siembra*, 10(2), e5306. <https://doi.org/10.29166/siembra.v10i2.5306>.