



EVALUACIÓN DE LA EFICIENCIA BIOLÓGICA DE *CEPHALONOMIA STEPHANODERIS* EN ECOSISTEMAS CAFETALEROS DE BUEY ARRIBA, GRANMA, CUBA

EVALUATION OF THE BIOLOGICAL EFFICIENCY OF *CEPHALONOMIA STEPHANODERIS* IN COFFEE ECOSYSTEMS OF BUEY ARRIBA, GRANMA, CUBA

Y BORRERO RUÍZ*, A CABRERA MOJENA, J ERÓ NIETO

Unidad Científico Tecnológica de Base Estación Experimental Agro-Forestal Guisa,
Sub Estación de Control Fitosanitario Coronel Liens, Granma, Cuba

*Autor para correspondencia: yusneborrero1981@gmail.com

RESUMEN

La broca del café, *Hypothenemus hampei*, es una plaga que afecta gravemente los cultivos de café a nivel mundial. En Cuba, fue detectada por primera vez en 1995 en Buey Arriba, Granma, lo que motivó la introducción del parasitoide *Cephalonomia stephanoderis* para su control biológico. El objetivo de este trabajo fue evaluar la eficiencia biológica de *C. stephanoderis* en los ecosistemas cafetaleros de la región de Buey Arriba, entre enero de 2022 y enero de 2023, en una finca de 1.52 ha dedicada al cultivo de café arábico. Se realizaron evaluaciones de infestación del insecto antes y después de la aplicación del control biológico, con un diseño aleatorio de 30 plantas y análisis de viabilidad de la broca en el laboratorio. Los resultados mostraron que la aplicación del parasitoide redujo el índice de infestación en un 39.7%, lo que indicaba una mejora significativa en el control de la plaga. Además, la ausencia de sombra en algunas parcelas contribuyó a una mayor infestación, debido a la elevación de la temperatura y la disminución de la humedad. El parasitoide atacó todos los estadios del insecto, desde los instares iniciales hasta los adultos, con una reducción de más del 90% de la población en los estadios seleccionados para su reproducción. En conclusión, *C. stephanoderis* es una herramienta eficaz y prometedora para el control biológico de la broca del café en Cuba, ofreciendo una alternativa sostenible frente a este problema agrícola.

Palabras clave: control biológico, broca del café, *Cephalonomia stephanoderis*, eficiencia biológica, *Hypothenemus hampei*

INTRODUCCIÓN

Existen más de 100 especies de café en el mundo; sin embargo, solo dos son las más comerciales: *Coffea arabica* y

ABSTRACT

The coffee berry borer, *Hypothenemus hampei*, is a pest that seriously affects coffee crops worldwide. In Cuba, it was first detected in 1995 in Buey Arriba, Granma, which motivated the introduction of the parasitoid *Cephalonomia stephanoderis* for biological control. The objective of this work was to evaluate the biological efficiency of *C. stephanoderis* in the coffee ecosystems of the Buey Arriba region, between January 2022 and January 2023, on a 1.52 ha farm dedicated to the cultivation of Arabica coffee. Pest infestation assessments were carried out before and after the application of biological control, using a random design of 30 plants and viability analysis of the borer in the laboratory. The results showed that the application of the parasitoid reduced the infestation rate by 39.7%, indicating a significant improvement in pest control. In addition, the absence of shade in some plots contributed to a greater infestation, due to the rise in temperature and the decrease in humidity. The parasitoid attacked all stages of the pest, from the initial instars to the adults, achieving a reduction of more than 90% of the population in the stages selected for reproduction. In conclusion, *C. stephanoderis* is an effective and promising tool for the biological control of the coffee berry borer in Cuba, offering a sustainable alternative to this agricultural problem.

Keywords: biological control, coffee berry borer, *Cephalonomia stephanoderis*, biological efficiency, *Hypothenemus hampei*

Coffea canephora (o Robusta). El café arábico es el de mayor producción y el más antiguo en la agricultura. Estas dos variedades representan el 99 % del café consumido a nivel mundial (Lino, 2021).

Recibido: 17/2/2024

Aceptado: 09/5/2024

Conflicto de Intereses: Los autores declaran no tener conflictos de interés



Este artículo se encuentra bajo los términos de la licencia Creative Commons Attribution-NonCommercial (CC BY-NC 4.0).
<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>



El café se cultiva en más de 50 países ubicados en el cinturón tropical. A nivel global, alrededor de 25 millones de personas dependen directamente del cultivo, aunque se estima que aproximadamente 100 millones están involucradas en este sector agrícola. Además, el 70 % de las fincas cafetaleras están en manos de pequeños propietarios que poseen menos de 10 hectáreas. Este cultivo se lleva a cabo principalmente en América Latina, África y Asia (Livelihoods, 2021).

La broca del café, *Hypothenemus hampei* (Ferrari) (Coleoptera: Curculionidae: Scolytinae), es el insecto plaga de mayor importancia económica en los cultivos de café a nivel mundial. Este insecto es originario de África ecuatorial y fue descubierto por Ferrari en 1897, cuando se encontraba en granos de café comercializado.

Un análisis de distribución global de la broca, realizado mediante herramientas moleculares y la ampliación de cientos de loci a partir de muestras recolectadas en 17 países de tres continentes (África, América y Asia), indica que la broca del café fue introducida inicialmente en Asia y, posteriormente, en América. Los insectos que causaron esta dispersión provenían del occidente de África y fueron transportados a través de la comercialización del grano (Bustillo, 2006) citado por Mateo (2023). *Hypothenemus hampei* (Ferrari) fue detectada por primera vez en Cuba en 1995, en el municipio Buey Arriba, provincia Granma. En este contexto, se estableció la relación entre las fenofases del fruto y la presencia de *H. hampei*, lo cual es un aspecto clave en el manejo integrado según Vásquez (2007) citado por Consuegra et al. (2022).

Los programas de control biológico clásico para el manejo de *H. hampei* han sido fundamentados en la importación de parasitoides específicos (García et al., 2008). En Cuba, como parte de este programa, se introdujo *Cephalonomia stephanoderis* Bretem (Hymenoptera: Bethyilidae) desde el Colegio de la Frontera Sur (ECOSUR), ubicado en Tapachula, Chiapas, México, en 2003. El objetivo de esta introducción fue evaluar la eficiencia biológica de este parasitoide en el control de la broca en los ecosistemas cafetaleros del municipio Buey Arriba, Granma, Cuba.

MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se llevó a cabo entre enero de 2022 y enero de 2023, en áreas seleccionadas de la granja estatal EJT, perteneciente a la Empresa Agroforestal Ataque a Bueycito. El área en estudio, con una extensión de 1.52 ha, se dedica al cultivo de la especie arábica, específicamente de la variedad caturra rojo, con un marco de plantación de 2 m x 1.25 m. Se registró un porcentaje de plantación del 96 % y el predominio de *Samanea saman* como árbol de sombra.

Se seleccionaron 30 plantas de manera aleatoria, en las cuales se evaluó el índice de infestación antes y después de aplicar el control biológico, siguiendo la metodología de Rodríguez et al. (2010). Además, se tomó una muestra aleatoria de 100 frutos afectados por broca antes y después

de la aplicación del control para realizar una disección en el laboratorio. Esto permitió estimar la viabilidad del insecto mediante el uso de un estereomicroscopio de la marca Ivymen, equipado con lente de 20x y escala milimetrada.

Los datos del índice de infestación fueron analizados para determinar si se ajustaban a una distribución normal mediante la prueba de Kolmogorov-Smirnov. Los resultados mostraron que el índice de infestación antes de aplicar el control biológico presentó una distribución significativa, mientras que, después de la aplicación, no fue significativa. Debido a la ausencia de una distribución normal en los datos previos al control, se realizó una comparación para identificar diferencias significativas entre ambos momentos. Para ello, se aplicó la prueba de Wilcoxon para variables pareadas.

Todo el procesamiento estadístico fue realizado mediante el paquete estadístico SPSS 25. Este enfoque permitió evaluar con precisión la efectividad del control biológico implementado en el estudio.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En este estudio se evaluó el conteo de granos sanos y afectados en plantas seleccionadas con el fin de determinar el índice de afectación por broca antes de la aplicación del control biológico. Para ello, se subdividió la parcela en tres mini parcelas de 0.51 ha cada una, lo que evidenció la presencia del insecto en forma de focos (Figura 1).

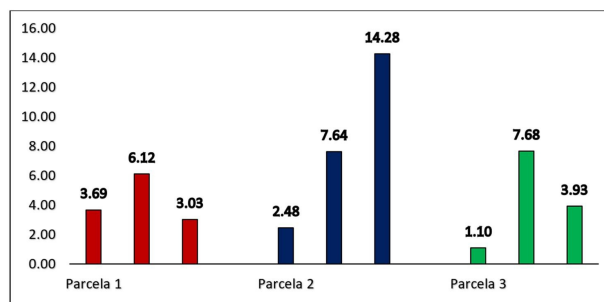


Figura 1. Porcentaje de infestación por broca antes de la aplicación de *Cephalonomia stephanoderis*.

En la parcela número 1 se registraron valores de índice que oscilaron entre un mínimo de 3,03 y un máximo de 6,12, con un promedio de 4,27 índices por planta. En la segunda parcela, se observaron índices con un comportamiento diferente, con valores que fueron desde 2,48 como mínimo hasta 14,28 como máximo, con un promedio de 5,50 índices por planta.

Es importante destacar que en esta parcela se observó una menor protección del cultivo debido a la falta de sombra. Como resultado, los rayos de luz solar penetraron con mayor intensidad, lo que incrementó la temperatura y redujo la humedad relativa. Estas condiciones favorecieron el desarrollo de la plaga, ya que mantienen un ambiente adecuado para su proliferación. Estos hallazgos confirman lo

señalado por [Bustillo \(2006\)](#), quien indicó que la humedad influye en la mortalidad y el potencial reproductivo de la broca; a bajas humedades, se produce una mayor mortalidad del insecto.

En la tercera parcela se registraron valores mínimos de 1,10 y máximos de 7,68, con una media de 4,46. Esta parcela presentó un mayor número de granos totales y una menor afectación, observándose solo focos dispersos del insecto. La prueba de Kolmogorov-Smirnov realizada en una población de 30 plantas mostró que, antes de la aplicación del control biológico, el índice alcanzó un valor promedio de 5,75, con una desviación estándar de 3,73. Los valores mínimos fueron de 1,10 y el valor máximo fue de 14,28.

El valor de la significación obtenido fue menor de 0,05, lo que indica que los datos no se ajustan a una distribución normal ([Tabla 1](#)). Después de la aplicación del control biológico, el índice promedio disminuyó a 2,28, lo que representa una reducción del 39,7%. Además, tanto la desviación estándar como los valores máximos y mínimos se redujeron, lo que refleja una menor dispersión del índice en la población de plantas muestreadas. Este cambio contribuyó a la ausencia de significación en el valor de la probabilidad bilateral, sugiriendo que, después de la aplicación del control, los datos se ajustan a una distribución normal.

La comparación de los valores del índice de infestación antes y después de la intervención, mediante la prueba de Wilcoxon, evidenció diferencias significativas entre ambos momentos ([Figura 2](#)). Cabe resaltar que casi el 50,0 % de los 30 valores del índice antes de la aplicación se ubicaron en el cuarto cuartil, en el rango más alto, entre valores cercanos a 7,5 y 15,0. Mientras tanto, el otro 50,0 % se distribuyó entre los primeros tres cuartiles, con índices entre 1 y ligeramente superiores a 7,5. Esto confirma la alta dispersión de los datos antes del control biológico, en contraste con los resultados obtenidos después de la intervención.

El valor de la mediana o punto central de la base de datos estuvo por encima del valor de la media en ambos casos. Sin embargo, se observó que la mediana estaba más alejada del promedio antes de aplicar el control que después de haberlo aplicado. Esta diferencia sugiere que la aplicación del control tuvo un impacto significativo en la distribución de los datos.

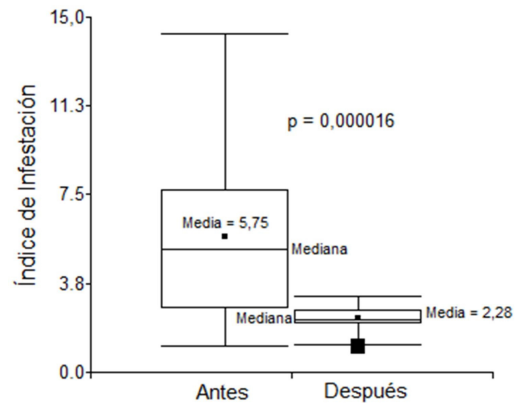


Figura 2. Índice de infestación antes y después de la aplicación del control biológico. Valores de $p < 0,05$ indican diferencias significativas para la prueba de Wilcoxon.

El daño causado por este insecto ocurre cuando perfora los frutos para utilizarlo en su reproducción. En este proceso, la hembra acondiciona sus huevos en el interior del fruto, los cuales eclosionan y dan lugar a larvas que se alimentan del tejido del café. Este daño provoca el deterioro del grano, la pérdida de calidad del fruto y, en consecuencia, una mayor pérdida económica al momento de comercializar el producto final ([Hernández, 2015](#)).

La evaluación mediante el método de zigzag en cuatro puntos del área de estudio permitió analizar la viabilidad de la broca del café en todos sus estadios dentro de las condiciones del ecosistema. En la [Tabla 2](#) se destacó que la metamorfosis del insecto ocurrió en todas sus fases. Esto proporcionó información valiosa sobre el comportamiento y desarrollo de la broca en el área investigada.

Los estadios observados mostraron un 100 % de viabilidad en los primeros cuatro instares. La última fase de desarrollo (adulto) presentó una mortalidad del 0,78 %, lo cual puede estar relacionado con el proceso biológico conocido como terminación del ciclo de vida. Este resultado respalda lo planteado por [Ruiz et al. \(1996\)](#) y [Bustillo \(2006\)](#), quienes mencionan que, una vez que la hembra colonizadora comienza la oviposición, permanece en el interior del fruto hasta su muerte, cuidando de su prole.

Tabla 1. Prueba de Kolmogorov-Smirnov para el índice de infestación antes y después de aplicado el control biológico. Valores de $p < 0,05$ corregidos por la prueba de Lilliefors, indican diferencias significativas, y un no ajuste de los datos a la distribución normal.

Estadísticos		Índice infestación antes	Índice infestación después
Cantidad plantas evaluadas al azar		30	30
Parámetros normales	Media	5,75	2,28
	Desviación	3,73	0,54
Máximas diferencias extremas	Mínimo	1,10	1,04
	Máximo	14,28	3,23
Significación asintótica (bilateral)		0,035	0,078

Tabla 2. Evaluación de la viabilidad de los estadios inmaduros por fruto antes de la aplicación.

Estadio	Punto 1		Punto 2		Punto 3		Punto 4		Total
	Vivo	Muerto	Vivo	Muerto	Vivo	Muerto	Vivo	Muerto	
Huevo	94	0	135	0	91	0	103	0	423
Larva	142	0	176	0	192	0	115	0	625
Pre-pupa	231	0	194	0	157	0	139	0	721
Pupa	140	0	99	0	164	0	123	0	526
Adulto	71	4	53	7	69	6	44	3	237
total	678	4	657	7	673	6	524	3	2552

Para realizar las comparaciones, se evaluó la viabilidad de los estadios de la broca después de las aplicaciones del parasitoide, 15 días después de la intervención. Se tomó como referencia los diferentes estadios del insecto, las evaluaciones realizadas a las muestras tras las aplicaciones (Tabla 3) permitieron identificar una disminución significativa de las poblaciones de la broca.

Los resultados mostraron una disminución considerable en los estadios de la broca debido a la acción del parasitoide. Su efecto depredador resultó particularmente importante, ya que no solo redujo la cantidad de los primeros instares, sino que también afectó a las pupas y pre pupas, e incluso aniquiló a los adultos una vez que el parasitoide se introdujo en el fruto. Estos resultados coinciden con los planteados por (Peña et al., 2006, citado por Consuegra 2022), quienes afirman que la utilización de *Cephalonomia stephanoderis* Betrem como control biológico es una solución prometedora y viable debido a su capacidad parasítica y depredadora sobre todos los estadios de *Hypothenemus hampei*.

La acción parasítica del parasitoide también intervino en la disminución de la progenie de esta plaga devastadora, como lo indican los resultados mostrados en la figura 3. Estos resultados representan más del 90 % de la reducción de la población en los estadios que el parasitoide selecciona para su reproducción, principalmente pupas y pre pupas.

Este hallazgo corrobora lo señalado por Bustillo (2007), quien destacó que *Cephalonomia stephanoderis* ataca todos los estadios de la broca cuando esta coloniza los frutos infestados. Primero mata al adulto de la broca y se alimenta de su hemolinfa, luego consume los huevos y las larvas de primer instar. Posteriormente, paraliza las pre pupas y pupas, sobre las cuales oviposita y se desarrolla.

Tabla 3. Evaluación de la viabilidad de los estadios inmaduros por fruto después de la aplicación.

Estadios	Punto 1		Punto 2		Punto 3		Punto 4		Total
	Vivo	Muerto	Vivo	Muerto	Vivo	Muerto	Vivo	Muerto	
Huevo	7	0	12	0	23	0	14	0	56
Larva	9	12	5	31	4	15	8	91	310
Pre-pupa	24	117	12	134	19	142	9	94	551
Pupa	2	121	7	95	5	116	3	134	483
Adulto	3	59	5	64	7	72	5	41	256
total	45	309	41	324	58	345	39	360	1521

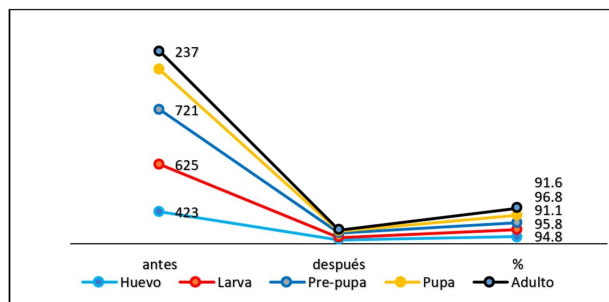


Figura 3. Efectividad biológica de *Cephalonomia stephanoderis*.

CONCLUSIONES

La aplicación del control biológico mostró una disminución significativa en los índices de infestación por broca después del tratamiento.

Las condiciones ambientales, como la falta de sombra en la segunda parcela, favorecen la proliferación de la broca al incrementar la temperatura y reducir la humedad relativa. Estos factores contribuyeron a un mayor índice de infestación en esa área, lo que respalda la teoría de que la humedad juega un papel crucial en la mortalidad y el potencial reproductivo del insecto plaga, tal como lo indican estudios previos.

El parasitoide *Cephalonomia stephanoderis* es una herramienta eficaz en el control de la broca del café, que ataca y reduce significativamente los estadios del insecto, desde los primeros instares hasta los adultos. Este control biológico es una alternativa prometedora para el manejo sostenible de *Hypothenemus hampei*.

BIBLIOGRAFÍA

- 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. http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S0120-04882006000200001&script=sci_arttext
- Bustillo, A. E. (2007). *El manejo de cafetales y su relación con el control de la broca del café en Colombia*. <http://biblioteca.cenicafe.org/handle/10778/579>
- Consuegra, P. L. A., Rodríguez, A. L., Rodríguez, C. E. M., Porres, R. D., & Rodríguez, Y. P. (2022). Evaluación de los parámetros de calidad y efectividad biológica de *Cephalonomia stephanoderis* Betrem en condiciones de la provincia de Cienfuegos. *Revista Científica Agroecosistemas*, 10(1), 130-138. <https://scholar.archive.org/work/jottn5yqozauvbisrlv6ztlwloy/access/wayback/> <https://aes.ucf.edu.cu/index.php/aes/article/download/527/501/>
- García, M., de Estrada, C. T. D., Vedey, Y. R., Ruiz, Y. B., Rodríguez, D. C., & Corrales, Y. C. (2008). Reproducción, ciclo biológico y relación sexual de *Cephalonomia stephanoderis* Betrem en condiciones de laboratorio en Cuba. *Fitosanidad*, 12(4), 227-232. <https://www.redalyc.org/pdf/2091/209115566004.pdf>
- Hernández, F. L. (2015). *Evaluación de la efectividad de tres diferentes dosis de insecticida químico y tres dosis de insecticida biológico para el control de la broca del café (Hypothenemus hampei) diagnóstico y servicios, en Aldea El Jocotillo, Villa Canales, Guatemala, CA* [PhD Thesis, Universidad de San Carlos de Guatemala]. <http://www.repositorio.usac.edu.gt/2946/>
- Lino, M. (2021). *Evaluación de tres híbridos de café arábigo (Coffea arabica) en dos tipos de germinadores en la Parroquia El Anegado* [Tesis de Grado]. Universidad Estatal del Sur de Manabí.
- Livelihoods. (2021). *From the sedes to your cup*. LIVELIHOODS. <https://livelihoods.eu/from-the-seeds-to-yourcupglobal-coffee-production-in-5-key-facts-figures-2>
- Mateo, I. D. (2023). *Estrategias biológicas, botánicas y químicas para el manejo de Hypothenemus hampei FERRARI, en tres zonas cafetaleras de Honduras* [PhD Thesis, Universidad Nacional de Colombia]. <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/83457>
- Ruiz, L., Bustillo-Panley, A. E., Flórez, F. J. P., & González, M. T. (1996). Ciclo de vida de *Hypothenemus hampei* en dos dikfas melúdicas. *Cenicafé*, 47(2), 77-84. https://www.researchgate.net/profile/Alex-Bustillo/publication/274835746_CICLO_DE_VIDA_DE_Hypotbenemus_hampe_EN_DOS_DIETAS_MERIDICAS/links/552acae0cf2e089a3aa1047/CICLO-DE-VIDA-DE-Hypotbenemus-hampe-EN-DOS-DIETAS-MERIDICAS.pdf