

BIOLOGÍA DEL PARASITOIDE *Prorops nasuta* (Hymenoptera: Bethyridae) EN EL CAMPO Y SU TOLERANCIA A INSECTICIDAS

Paulo Armando Rivera-España*; Esther Cecilia Montoya-Restrepo**, Pablo Benavides-Machado***

RESUMEN

RIVERA E., P.A.; MONTOYA R., E.C.; BENAVIDES M., P. Biología del parasitoide de *Prorops nasuta* (Hymenoptera: Bethyridae) en el campo y su tolerancia a insecticidas. Cenicafé 61 (2):99-107.2010

El parasitoide *Prorops nasuta* se estableció en Colombia después de su introducción, cría y liberación. Con el propósito de conocer los aspectos de su biología, que permitieron este establecimiento, se realizó un experimento en tres fincas cafeteras, en diferentes altitudes, con condiciones climáticas variables, donde se llevaron a cabo tres actividades: (1) evaluación del parasitismo causado por la avispa sobre la broca, (2) determinación de la longevidad del adulto de *P. nasuta* en el campo, y (3) evaluación de la tolerancia del parasitoide a los insecticidas clorpirifos y endosulfan, en el laboratorio. Los resultados de la primera actividad permitieron concluir que *P. nasuta* se reprodujo a temperaturas promedio día de 19,4°C, 20,3°C y 21,6°C, aunque fue menor en la mayor altitud, asociada a la menor temperatura. La segunda actividad permitió establecer que las hembras de *P. nasuta* tienen una longevidad de $66 \pm 1,63$ y $74 \pm 1,63$ días, siendo menor a la menor temperatura. Finalmente, no se reporta a *P. nasuta* tolerando los productos químicos endosulfan y clorpirifos en concentraciones desde 200 ppm. Se recomienda el uso de este parasitoide en cualquier altitud, dentro de un programa de manejo de la broca, y se sugiere adelantar estudios sobre el potencial depredador, parasítico y de reproducción de los adultos hembra de *P. nasuta* en relación con su edad.

Palabras clave: Control biológico, *Coffea arabica*, avispa de Uganda, parasitismo, resistencia.

ABSTRACT

The parasitoid *Prorops nasuta* established in Colombia after its introduction, rearing and releasing. In order to evaluate the aspects of its biology that allowed this establishment, a work of research was carried out in three coffee farms located at different altitudes under variable climatic conditions. Three activities were conducted: (1) Evaluation of the parasitism caused by the wasp in coffee berry borer, (2) determination of the *P. nasuta* adults longevity in the field, and (3) evaluation of *P. nasuta* tolerance to chlorpyrifos and endosulfan insecticides under laboratory conditions. The results of the first activity allowed concluding that *P. nasuta* reproduced at average day temperatures of 19.4°C, 20.3°C and 21.6°C even though the reproduction was lower at the highest altitude associated to the lowest temperature. The second activity showed that *P. nasuta* females can live between 66 ± 1.63 and 74 ± 1.63 days, being lower at the lowest temperature. Finally, we reported no tolerance of *P. nasuta* to chlorpyrifos and endosulfan insecticides from concentration of 200 ppm. We recommend the use of this parasitoid at any altitude as part of an integrated *H. hampei* control program and suggest carrying out research on the predatory and parasitic potential as well as on reproduction of *P. nasuta* females in relation to their age.

Keywords: Biological control, *Coffea arabica*, Uganda wasp, parasitism, resistance.

* Estudiante Ingeniería Agronómica, Universidad de Nariño, Pasto.

** Investigador Científico III. Biometría. Centro Nacional de Investigaciones del Café, Cenicafé.

*** Investigador Científico II. Entomología. Centro Nacional de Investigaciones del Café, Cenicafé. Chinchiná, Caldas, Colombia.

La broca del café, *Hypothenemus hampei* (Ferrari) (Coleoptera: Curculionidae: Scolytinae), es el insecto plaga más importante de este cultivo en todo el mundo, pues al atacar los frutos causa pérdidas, tanto en la cantidad como en la calidad del producto (7, 9, 10). La broca es originaria de África ecuatorial y fue descrita en 1867 por el entomólogo austriaco J. A. Graft Ferrari (5, 7). En Colombia se registró por primera vez en 1988, en el municipio de Tumaco (Nariño), cerca a la frontera con Ecuador, lugar desde el cual se ha venido distribuyendo en más de 350 municipios en todos los departamentos productores de café, infestando en la actualidad cerca de 800.000 ha y constituyéndose en una de las principales limitantes de la producción en nuestro país (3, 5, 7).

Después de la aparición de la broca del café en Colombia, el Centro Nacional de Investigaciones de Café, Cenicafé, desarrolló un programa de manejo integrado. El desarrollo de esta estrategia de control, en las condiciones ecológicas de Colombia, hizo necesario contemplar el desarrollo del cultivo, la biología del insecto plaga, el conocimiento de sus enemigos naturales, las condiciones agroecológicas del cultivo y el tipo de agricultores. De acuerdo con lo anterior, el esquema del manejo integrado de la broca comprende el control manual, el uso racional de insecticidas de moderada toxicidad y el control biológico, donde el uso de parasitoides ha ocupado una importante atención (2, 7, 8, 9).

Actualmente, el uso de enemigos naturales contra las plagas ha experimentado mayor aceptación debido, principalmente, a los problemas que conlleva el uso de agroquímicos y las fuertes presiones por parte de los consumidores, quienes escogen productos que no tengan efectos negativos sobre

la salud humana y el medio ambiente (20). La broca en su sitio de origen tiene numerosos enemigos naturales, siendo los más importantes los parasitoides del orden Hymenoptera *Prorops nasuta* Waterston (Bethyridae), *Cephalonomia stephanoderis* Betrem (Bethyridae), *Heterospilus coffeicola* Schmiedeknecht (Braconidae) y *Phymastichus coffea* La Salle (Eulophidae) (5, 6).

En Colombia, las primeras liberaciones de parasitoides se realizaron entre 1990 y 1993, en la zona cafetera del Suroccidente del departamento de Nariño, e incluyeron a *P. nasuta* y *C. stephanoderis* (21). Después de cinco años, se observó que *P. nasuta* presentaba una mejor adaptación y distribución con relación a *C. stephanoderis*, a pesar de las menores cantidades liberadas. Este parasitoide registró un parasitismo que osciló entre 1,5% y 3,8%, en altitudes entre 1.380 y 1.750 m (21). Entre 1994 y 2000, en cafetales colombianos, se liberaron cerca de 500 millones de *P. nasuta*, con una gran capacidad de adaptación, siete años después, en las distintas zonas cafeteras donde se liberó. El parasitoide se encontró en el 65% de 80 fincas evaluadas, en 17 municipios cafeteros localizados entre los 1.200 y 1.800 m de altitud, causando parasitismos hasta del 50% (17).

Prorops nasuta es conocida como la avispa de Uganda; es una especie de parasitoide originario de África ecuatorial y fue descrito por Waterston en 1923. Este parasitoide se introdujo a Brasil en 1929, y a pesar de que su introducción fue considerada exitosa, el programa de control biológico con *P. nasuta* se abandonó en la década del 40, con el surgimiento en el mercado de los insecticidas clorados, usados para el control de la broca. En 1978, se recuperó *P. nasuta* en Brasil, en cafetales de la zona de Mata, Minas Gerais, con niveles de parasitismo entre el 27,0%

y 33,2% (7, 12, 13). Bacca (1), demostró que el parasitoide *P. nasuta* disminuye las poblaciones de broca en forma inmediata, debido a que causa la muerte a todos los estados de broca, por su efecto depredador y parasítico. Además, concluyó que la diferencia altitudinal entre 1.160 y 1.620 m, con temperaturas anuales promedio de 19,7 y 23,6°C, respectivamente, no influye en el efecto del parasitoide sobre las poblaciones de broca del café. Los resultados encontrados en los estudios de campo permiten considerar establecido el parasitoide *P. nasuta* y sugieren a esta especie como la más promisoría en el control biológico de la broca del café en Colombia (18).

Según Brun y Decazy (4), la toxicidad del endosulfán (insecticida organoclorado) en la entomofauna parasitaria de la broca, bajo condiciones de laboratorio, es más baja para los parasitoides que para la broca; sin embargo, Guzmán (14) y Mejía *et al.* (19) demostraron que la formulación de endosulfán no es selectiva a los parasitoides de la broca, usando las dosis comerciales recomendadas para el control de este insecto.

Esta investigación tuvo como objetivo determinar el desarrollo de *P. nasuta* y la longevidad de los adultos en el campo, a diferentes temperaturas, en tres ecosistemas

cafeteros. Igualmente, se evaluó la tolerancia de este parasitoide a insecticidas empleados en el manejo de la broca en Colombia. Los resultados permitieron identificar las temperaturas a las cuales el parasitoide tuvo mejor adaptación y desarrollo, y explica las razones por las cuales éste se ha adaptado a las condiciones agroecológicas de la caficultura colombiana. Esta información será considerada en esfuerzos futuros de establecimiento de *P. nasuta* en el campo.

+

MATERIALES Y MÉTODOS

Esta investigación se realizó en tres fincas localizadas en los Ecotopos Cafeteros 211A, 210A y 209A (11), y en el laboratorio de Entomología de Cenicafé, entre septiembre de 2007 y septiembre de 2008. Las características de los lotes experimentales, en cuanto a las variables de clima, se presentan en la Tabla 1. En cada sitio se seleccionó un lote de café de segunda a tercera cosecha y llevaron los registros permanentes de temperaturas diarias mínimas y máximas.

Para alcanzar los objetivos propuestos se realizaron tres actividades, de tal manera que en la primera, en cada sitio se evaluó el comportamiento de la infestación por broca y las variables asociadas al parasitoide, en la segunda se estimó la longevidad del adulto

Tabla 1. Descripción de las fincas.

Sitio	Municipio/ Departamento	Altitud (m)	Temperatura (°C)	Lluvia (mm)	Humedad relativa(%)
Estación Experimental Paraguaicito	Buenavista/Quindío	1.218	21,6	2.142	78
La Bella	Calarcá/Quindío	1.450	20,3	2.146	78
Santa Cruz	Santa Rosa de Cabal/ Risaralda	1.700	19,4	2.590	81

de *P. nasuta* en el campo y en la tercera se estableció la tolerancia de *P. nasuta* a insecticidas usados para el control de broca.

Actividad 1. Evaluación de la infestación por broca y las variables asociadas al parasitoide *P. nasuta*.

En cada uno de los sitios se seleccionaron aleatoriamente 200 árboles, y en cada uno se escogió una rama productiva del tercio medio, con frutos sanos, de 150 días de desarrollo fisiológico (unidad de muestreo).

Las unidades de muestreo fueron acondicionadas con una estructura metálica de alambre calibre 10, de 50 cm de longitud por 25 cm de diámetro, cubierta con una manga entomológica de muselina (22), para luego proceder a infestarlas con broca, en proporción de cuatro brocas por cada fruto. Las brocas se obtuvieron de la unidad de cría de Biocafé y se transportaron en frascos plásticos, de 5 cm de alto por 3 cm de diámetro, con papel picado, con el fin de evitar la mutilación entre ellas.

En el lote de la Estación Experimental Paraguaicito, a los 35 días después de la infestación, se seleccionaron aleatoriamente diez de las unidades de muestreo. De cada una de ellas se desprendieron todos los frutos perforados por broca, se depositaron en un recipiente plástico y se transportaron a Cenicafé para ser disecados. Se contabilizaron los estados biológicos de la broca para asegurar un promedio mayor a seis estados de broca por fruto, según prueba de *t* al 5%. Posteriormente, a los 6 y 12 días siguientes, se procedió de igual manera en las localidades La Bella y Santa Cruz; una vez cumplido este requisito se continuó con el siguiente procedimiento.

En las unidades de muestreo restantes, de cada sitio, se retiraron las mangas entomológicas y se depositaron avispa adultas de *P. nasuta* sobre los granos brocados, en una proporción de dos avispa por grano brocado, inmediatamente se colocó la manga entomológica. Cada tres días, posterior a la liberación de los parasitoides y hasta completar 15 evaluaciones, se seleccionaron aleatoriamente diez unidades de muestreo, a las cuales se les registró el número total de frutos, frutos perforados por broca, frutos infestados parasitados por *P. nasuta* y el número de estados biológicos del parasitoide y de la broca, dentro de cada fruto.

Con la información registrada se estimó el promedio por unidad de muestreo de las siguientes variables para cada sitio y en cada fecha: porcentaje de frutos perforados por broca (infestación), porcentaje de frutos parasitados por *P. nasuta* (parasitismo), número de estados biológicos de *P. nasuta* y número de adultos de *P. nasuta*.

Actividad 2. Estimación de la longevidad del adulto de *P. nasuta* en el campo

Se seleccionaron aleatoriamente diez árboles en el lote experimental. En cada árbol se colgó una estructura metálica, conteniendo 100 hembras adultas de *P. nasuta* y 100 granos de café pergamino, con 47% de humedad, con 22 días de infestados con broca, obtenidos de la unidad de cría de Biocafé. A partir de la instalación de la estructura en el árbol (unidad de muestreo), cada 10 días (fechas de muestreo), se retiraron y se contaron las avispa vivas y muertas. Las avispa vivas se colocaron en nuevos frutos brocados. El tiempo de longevidad (variable de interés) se determinó como el tiempo en el cual todas las avispa murieron.

Con el tiempo de longevidad, se estimó el promedio y la variación para cada sitio, por unidad de muestreo, y se realizó un análisis de varianza de una vía para evaluar el efecto de la temperatura media del sitio en la variable de interés.

Actividad 3. Tolerancia de *P. nasuta* a insecticidas usados actualmente para el control de broca

Para determinar la tolerancia de *P. nasuta* a los insecticidas clorpirifos y endosulfán, se realizó un experimento en el laboratorio. Los insecticidas se aplicaron en dosis de 200, 400, 600 y 800 ppm de ingrediente activo (tratamientos), utilizando una torre de Potter (Burkard Manufacturing Co) como equipo de aspersión experimental, calibrada a 10 libras de presión y dosificada con 2 cm³ de solución.

La unidad experimental estuvo conformada por 100 avispas colocadas en una caja Petri con papel filtro, y por cada insecticida y dosis (tratamientos) se tuvieron seis unidades experimentales. Como testigo se realizaron aplicaciones con agua estéril, para estimar la mortalidad natural de las avispas y corregir la mortalidad de los tratamientos.

A las 24 horas de haber aplicado los tratamientos se registró el número de avispas vivas, para obtener el porcentaje de sobrevivencia. Con esta variable se estimó el promedio y variación por insecticida y dosis. Para cada insecticida, se verificó que el promedio de cada dosis fuera diferente de cero, estadísticamente, según prueba t al 5%, lo que indicó la tolerancia de la avispa a la dosis de el insecticida. Aquella dosis a partir de la cual el porcentaje de sobrevivencia fuera cero, implicaría que ésta sería la dosis en la cual no habría tolerancia.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Actividad 1. Evaluación de la infestación por broca y las variables asociadas al parasitoide *P. nasuta*

La variable porcentaje de infestación presentó diferencias estadísticas entre las temperaturas promedio, asociadas a las altitudes evaluadas. Para el sitio a 1.700 m.s.n.m. con un promedio de temperatura por día de 19,4°C, la infestación por unidad de muestreo fluctuó entre 51,6% y 78,5%, con un promedio de 61,9% \pm 4,36. La localidad a una altitud de 1.450 m, con una temperatura de 20,3°C, presentó niveles de infestación superiores al 90,6% y un promedio de 96,4% \pm 2,02 durante todas las fechas evaluadas. El sitio a 1.200 m.s.n.m. y una temperatura de 21,6°C presentó una infestación que osciló entre 68,6% y 100%, con un promedio de 91,7% \pm 4,97. Estos resultados muestran que el sitio con menor infestación fue aquel que presentó el menor promedio de temperatura por día, según prueba t al 5%. La infestación en las otras dos temperaturas promedio por día fue estadísticamente igual.

El porcentaje de parasitismo osciló entre 29,4% y 51,2% a 1.700 m.s.n.m., entre 53% y 82,4% a 1.450 m de altitud y entre 43,6% y 75,8% a 1.200 m de altitud. El porcentaje promedio de parasitismo fue de 44,8% \pm 2,9 para la menor temperatura, 67,2% \pm 4,8 a 20,3°C y 69,9% \pm 5,2 a la mayor temperatura. Al igual que en el comportamiento de la infestación, el menor promedio de parasitismo se registró en el sitio con una temperatura menor, de acuerdo con la prueba t al 5%, y en los otros dos sitios fueron iguales estadísticamente.

El número de estados biológicos de *P. nasuta* fluctuó entre 0 y 81 para huevos, 2 y 168 para larvas, 0 y 148 para pupas, en las temperaturas de 19,4°C, 20,3°C y 21,6°C,

respectivamente; el número de adultos fluctuó entre 23 y 70 a 19,4°C, entre 48 y 90 a 20,3°C, y entre 37 y 68 a 21,6°C (Figura 1). Una avispa hembra produjo su primer adulto en su progenie a los 54,36 y 39 días en las tres temperaturas evaluadas, respectivamente; el mayor tiempo para la obtención de la progenie se registró en la menor temperatura, a 1.700 m de altitud. Estos resultados muestran que el parasitoide *P. nasuta* tuvo capacidad de reproducirse adecuadamente en todas las altitudes evaluadas, con mayor descendencia en menores altitudes y mayores temperaturas. El número máximo de estados biológicos de la avispa se obtuvo entre los 21 y 30 días, en las temperaturas evaluadas.

Actividad 2. Estimación de la longevidad del adulto de *P. nasuta* en el campo

La longevidad fue en promedio de $66 \pm 1,63$ días, por unidad de muestreo, en la localidad con menor promedio de temperatura

día; este tiempo fue estimado en $74 \pm 1,63$ y $73 \pm 1,53$ días por unidad de muestreo, a 20,3°C y 21,6°C, respectivamente. Se registraron diferencias significativas en la longevidad de los adultos, con un menor valor de esta variable en la mayor altitud. No hubo diferencias estadísticas para la longevidad en las mayores temperaturas evaluadas en el campo. En las dos temperaturas mayores se observaron valores de longevidad de 80 días, mientras que el tiempo mínimo observado de 60 días, se registró en la menor temperatura. Los valores encontrados en este estudio, con respecto a esta variable, fueron similares a los obtenidos por Maldonado (18), quien registró una longevidad de 77 ± 2 días, a 22°C, en el laboratorio. Estos resultados fueron superiores a los encontrados por Infante *et al* (16), quienes reportaron un promedio de longevidad de 27,7 días y un máximo de 57 días, en estudios desarrollados en México. Además, Infante (15) mostró que a menor temperatura la longevidad del adulto fue mayor, contrario a lo encontrado en este estudio.

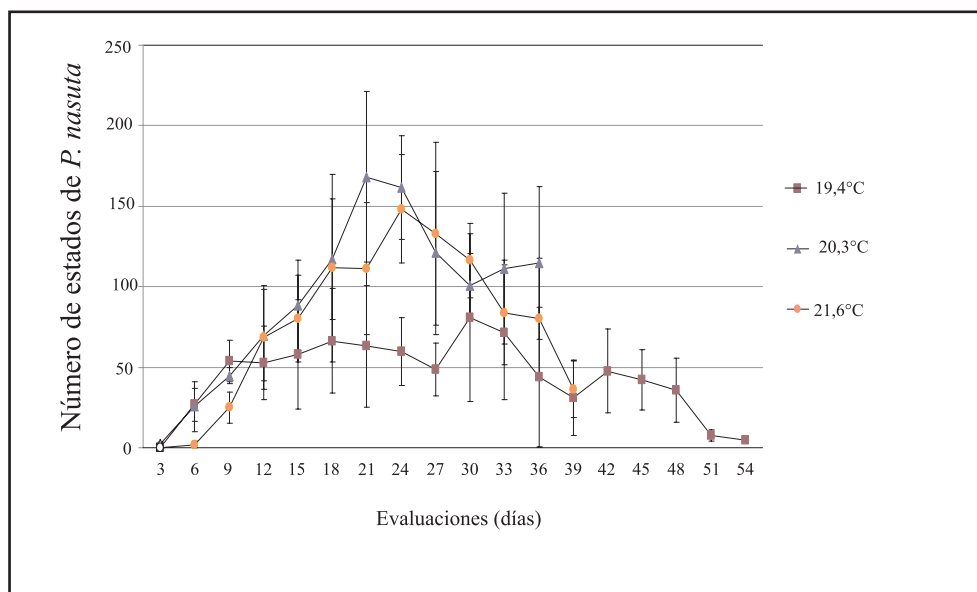


Figura 1. Estados biológicos del parasitoide *Prorops nasuta* en tres localidades, a diferentes altitudes y temperaturas promedio.

Estos resultados contrastantes podrían explicarse por las diferentes condiciones genéticas y de cría de los parasitoides usados en los estudios, o por otros factores ambientales en las diferentes latitudes de evaluación. Teóricamente, la longevidad de los adultos de *P. nasuta* permitiría la depredación y parasitismo hasta de tres ciclos de broca en el campo, quizás ésta es la característica biológica que mejor explicaría las razones del éxito del establecimiento de esta avispa en Colombia (17).

Actividad 3. Tolerancia de *Prorops nasuta* a los insecticidas usados actualmente para el control de broca.

En la Tabla 2 se presentan los promedios de mortalidad y sobrevivencia de *P. nasuta* por insecticida y dosis. *Prorops nasuta* fue susceptible a la menor dosis del insecticida clorpirifos; igualmente con el insecticida endosulfán, a pesar de observar sobrevivencia de algunos individuos hasta los 600 ppm, no hubo sobrevivencia significativa en ninguna de las concentraciones evaluadas. Estos resultados concuerdan con lo observado por Mejía *et al* (19), quienes registraron mortalidad de las avispas por los insecticidas endosulfán, clorpirifos, pirimifos metil y fenitrotion, en las dosis comerciales, y permiten concluir que las poblaciones de *P. nasuta* que se están criando y liberando en Colombia, no deben presentar resistencia a insecticidas

químicos. Estudios realizados por Brun y Decazy (4), en el laboratorio, indican que *P. nasuta* pudo resistir concentraciones altas de endosulfán, resultado que no fue corroborado experimentalmente en este estudio.

Los resultados de este experimento permiten sugerir los factores que han podido contribuir al establecimiento del parasitoide *P. nasuta* en Colombia. Primero, una alta longevidad de los adultos liberados en el campo, le han permitido al parasitoide desarrollar todo su potencial depredador y parasítico durante varias generaciones de la broca; y segundo, la capacidad del parasitoide de producir progenie viable en todas las temperaturas evaluadas en este estudio, el cual a su vez es representativo de las altitudes, en las cuales se encuentra la mayoría de las fincas cafeteras de Colombia. Igualmente, no se corrobora la hipótesis de que el parasitoide presente resistencia a insecticidas usados en los últimos años en la caficultura colombiana, de tal manera que la presencia del parasitoide en regiones donde se hace uso intensivo del control químico, debe obedecer a que el parasitoide escapa a las aspersiones, al permanecer protegido dentro de los frutos de café, al interior de las galerías de la broca.

Los resultados obtenidos en esta investigación indican que *P. nasuta* tiene un gran potencial de uso en programas de manejo integrado de plagas y permiten

Tabla 2. Promedio (\bar{x}) y error estándar (E.E.) del porcentaje de sobrevivencia corregida de *P. nasuta* a los insecticidas endosulfán y clorpirifos, a diferentes dosis.

Insecticida	Dosis en ppm	Porcentaje de sobrevivencia corregida	
		\bar{X}	E.E
Clorpirifos	200	0,000	0,000
Endosulfán	200	1,386	0,567
Endosulfán	400	0,557	0,249
Endosulfán	600	0,546	0,244
Endosulfán	800	0,000	0,000

recomendar el uso de este parasitoide en todas las altitudes en las cuales se encuentra la caficultura colombiana, igualmente se sugiere adelantar estudios sobre el potencial depredador, parasítico y de reproducción de los adultos hembra de *P. nasuta* en relación con su edad.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a la Federación Nacional de Cafeteros y a Cenicafé por la financiación de esta investigación. Al profesor Tito Bacca de la Universidad de Nariño, por sus aportes en la planeación del experimento. A Diana Rodríguez y Jhon Jairo García, de Cenicafé, por su ayuda en la toma de la información, a Diego Montoya y a todo el personal de la Estación Experimental Paraguaicito. Un agradecimiento muy especial al Comité de Cafeteros del Quindío, por su importante apoyo en el desarrollo de esta investigación en la finca La Bella.

LITERATURA CITADA

1. BACCA I., R.T. Efecto del parasitoide *Prorops nasuta* Waterston (Hymenóptera: Bethyridae) sobre poblaciones de broca del café *Hypothenemus hampei* Ferrari (Coleoptera: Scolytidae). Bogotá : Universidad Nacional de Colombia. Facultad de agronomía, 1999. 186 p. Trabajo de grado: Maestría en ciencias agrarias.
2. BENAVIDES M., P. Genetic variability and global distribution of the coffee berry borer, *Hypothenemus hampei* (Ferrari) (Coleoptera: Scolytidae). West Lafayette : Purdue University, 2003. 95 p. Trabajo de grado: Doctor of philosophy.
3. ----- . Classical biological control of coffee berry borer, *Hypothenemus hampei* (Coleoptera: Scolytidae) in Colombia with african parasitoids. p.430-434. En: INTERNATIONAL Symposium on biological control of arthropods. (January 14-18 2002 : Honolulu, Hawaii)

4. BRUN, L.O.; DECAZY, B. Étude de la toxicité de l'endosulfan sur l'entomofaune parasitaire du scolyte des fruits de caféier, *Hypothenemus hampei* (Ferrari) (Coleoptera: Scolytidae) Café cacao thé 36(2):121-128. 1992.
5. BUSTILLO P., A.E. Perspectivas de un manejo integrado de la broca del café, *Hypothenemus hampei*, en Colombia. p. 106-118. En: Seminario sobre la broca del café. Medellín : Socolen, 1990. 118 p.
6. ----- . Producción masiva y uso de parasitoides para el control de la broca del café en Colombia. Cenicafé 47(4):215-230. 1996.
7. ----- . Manejo integrado de la broca del café *Hypothenemus hampei* (Ferrari) en Colombia. Chinchiná : Cenicafé, 1998. 134 p.
8. ----- . El papel del control biológico en el manejo integrado de la broca del café, *Hypothenemus hampei* (Ferrari) (Coleoptera: Curculionidae: Scolytinae). Revista de la academia colombiana de ciencias 29(110):55-68. 2005.
9. ----- . Parasitoides para el control biológico clásico de la broca del café, *Hypothenemus hampei* (Ferrari), en Colombia. Asiava 78:26-29. 2007.
10. CÁRDENAS M., R. La broca del café *Hypothenemus hampei* (Ferrari 1867). p. 1-13. En: BUSTILLO P., A.E. Seminario sobre la broca del café. Medellín : Socolen, 1990. 118 p.
11. CENICAFÉ. Anuario meteorológico cafetero 2005. Chinchiná : El Centro, 2008. 550 p.
12. CISNEROS, P.; TANDAZO, A. Evidencias sobre el establecimiento y adaptación del parasitoide *Prorops nasuta* en el sur del Ecuador. p.50-57. En: BUSTILLO P., A.E. Seminario sobre la broca del café. Medellín : Socolen, 1990. 118 p.
13. FANTON, C.J.; [et al.]. Biología e controle da broca do café: Situação atual e perspectivas. p. 451-469: En: O estado da arte de tecnologias na producao de café. **Vicosa : Universidade Federal de Vicosa**, 2002. 568 p.
14. GUZMÁN E., D.B. Efecto de varios insecticidas sobre el parasitoide de la broca del café *Cephalonomia stephanoderis* Betrem (Hymenoptera: Bethyridae). Manizales : Universidad de Caldas, 1996. 131 p.
15. INFANTE M., F. Development and population growth rates of *Prorops nasuta* (Hym., Bethyridae) at constant temperatures. Journal of applied entomology 194:343-348. 2000.

16. -----. Life history studies of *Prorops nasuta*, a parasitoid of the coffee berry borer. *BioControl* 50:259-270. 2005.
17. MALDONADO L., C.E. Variabilidad genética y evaluación biológica del parasitoide *Prorops nasuta* Waterston en Colombia. Pamplona : Universidad de Pamplona, 2007. 73 p. Trabajo de grado: Magíster en biología molecular y biotecnología.
18. -----. Evaluación del establecimiento de *Cephalonomia stephanoderis* y *Prorops nasuta*, controladores de *Hypothenemus hampei*, en Colombia. *Cenicafé* 58(4):333-339. 2007.
19. MEJÍA M., J.W.; [et al.]. Efecto de cuatro insecticidas y de *Beauveria bassiana* sobre *Prorops nasuta* (Hymenoptera: Bethylidae), parasitoide de la broca del café, Colombia. *Revista colombiana de entomología* 26(3/4):117-123. 2000.
20. MUÑOZ H., R.; ULLOA, M.A. Metodología de cría de *Cephalonomia stephanoderis* y *Prorops nasuta* enemigos naturales de la broca del café *Hypothenemus hampei*. p. 226-238. En: IHCAFE. Seminario nacional de investigación y transferencia en caficultura (6: 1999 : Tegucigalpa).
21. QUINTERO H., C.; BUSTILLO P., A.; [et al.]. Evidencias del establecimiento de *Cephalonomia stephanoderis* y *Prorops nasuta* (Himenóptera: Bethylidae) en cafetales del departamento de Nariño, Colombia. *Revista colombiana de entomología* 24(3/4):141-147. 1998.
22. VILLALBAG., D.A.; [et al.]. Evaluación de insecticidas para el control de la broca del café en Colombia. *Cenicafé* 46(3):152-163. 1995.