

EVALUACIÓN DEL ESTABLECIMIENTO DE *Cephalonomia stephanoderis* Y *Prorops nasuta*, CONTROLADORES DE *Hypothenemus hampei*, EN COLOMBIA

Carlos Ernesto Maldonado-Londoño*, Pablo Benavides-Machado**

RESUMEN

MALDONADO L., C.E.; BENAVIDES M., P Evaluación del establecimiento de *Cephalonomia stephanoderis* y *Prorops nasuta*, controladores de *Hypothenemus hampei*, en Colombia. *Cenicafé* 58(4): 333-339.2007.

Una de las estrategias fundamentales del programa de manejo integrado de la broca del café es el control biológico. Este incluye a los parasitoides que han coevolucionado con la broca en su sitio de origen. Hasta el año 2000 se liberaron en Colombia alrededor de 2.000 millones de individuos de *Cephalonomia stephanoderis* Betrem y cerca de 500 millones de *Prorops nasuta* Waterston. Con el propósito de determinar el establecimiento de estos parasitoides, después de 15 años del inicio de sus liberaciones, se recolectaron muestras de café infestado por broca en 80 fincas de 17 municipios de los departamentos de Nariño, Quindío, Risaralda, Caldas y Norte de Santander. No se encontró *C. stephanoderis* en las muestras evaluadas, mientras que *P. nasuta* se registró en todos los departamentos en el 65% de las fincas, en un intervalo altitudinal entre 1.150 y 1.840m. Se destacan los resultados obtenidos en el departamento de Nariño, donde este parasitoide se encontró en todas las fincas con parasitismos hasta del 50%. Se demuestra que *P. nasuta* fue superior en su capacidad de adaptación a las condiciones del ecosistema cafetero colombiano, estableciéndose y contribuyendo al control natural de poblaciones de broca en el campo.

Palabras clave: Control biológico clásico, broca del café, establecimiento de parasitoides, avispa de Uganda, avispa de Costa de Marfil.

ABSTRACT

One of the main strategies of the integrated pest management program is biological control, which includes parasitoids that have co-evolved with coffee berry borer in its origin place. Until the year 2000, around two-thousand-million *Cephalonomia stephanoderis* Betrem individuals and around five-hundred-million *Prorops nasuta* Waterston individuals had been released. In order to determine the establishment of these parasitoids 15 years after their release, samples of infested coffee beans were collected in 80 farms of 17 towns in the departments of Nariño, Quindío, Risaralda, Caldas and Norte de Santander. *C. stephanoderis* was not found in the evaluated samples, whereas *P. nasuta* was documented in all sampled departments in 65% of all the evaluated farms, covering an altitude between 1150 and 1840 meters. The findings in Nariño stand out since the parasitoid was found with parasitism levels of up to 50% in all the sampled farms. The results obtained demonstrated that *P. nasuta* was superior in adaptation capacity to the conditions of the Colombian coffee ecosystem, achieving establishment and contributing to the natural control of the coffee berry borer populations in the field.

Keywords: Classical biological control, coffee berry borer, parasitoid establishment, Uganda wasp, Ivory Coast wasp.

* Estudiante de Maestría en Biología Molecular y Biotecnología de la Universidad de Pamplona, Norte de Santander, Colombia.

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

La broca del café, *Hypothenemus hampei* (Ferrari) (Coleoptera: Curculionidae: Scolytinae), es considerada la plaga más importante de este cultivo en el mundo, debido a que ocasiona la caída de frutos y la pérdida de peso del grano, y disminuye el precio y la calidad del producto (5, 6, 14, 21).

Desde la llegada de la broca del café a Colombia, en 1988, al departamento de Nariño, el Centro Nacional de Investigaciones de Café-Cenicafé, comenzó a diseñar y estructurar un programa de manejo integrado de este insecto, y tuvo como uno de sus pilares básicos el control biológico. De esta manera se introdujeron al país tres especies de avispas, parasitoides de alta especificidad a la broca del café, originarias de África ecuatorial: *Prorops nasuta* Waterston, *Cephalonomia stephanoderis* Betrem y *Phymastichus coffea* LaSalle, las dos primeras pertenecientes a la familia Bethyilidae y la última, a la familia Eulophidae (11, 12, 13).

Entre 1989 y 1990 se introdujo *C. stephanoderis* a Colombia, de una colonia criada en Ecuador y de muestras recolectadas en Togo; de esta avispa se obtuvo una cría exitosa en los laboratorios ubicados en el departamento de Nariño (9). Durante 1990 se estableció una cría de *P. nasuta* en el mismo laboratorio, con individuos enviados desde Ecuador, los cuales eran originarios de Kenia (5, 8, 19). En 1996, las crías de parasitoides mantenidas en Nariño se trasladaron a los laboratorios de Cenicafé, en Chinchiná (Caldas). En este mismo año, se realizó una nueva introducción de *P. nasuta* desde Brasil, donde la especie había sido introducida en 1929, con individuos recolectados en Uganda (22, 29).

Las primeras liberaciones de estos parasitoides se realizaron en Nariño, inicialmente con *C. stephanoderis*, en 1990, y con cantidades

menores de *P. nasuta* en 1991 (7, 12). La dispersión de la broca fue acelerada, nueve años después de su registro, se encontraba en el 75% de los cultivos en Colombia (5, 8). De acuerdo a su avance, entre 1994 y 2000, el programa de liberaciones de parasitoides alcanzó 17 departamentos, con un poco más de 1.845 millones de individuos de *C. stephanoderis* y cerca de 516 millones de individuos de *P. nasuta*, llevados al campo (18, 23).

Aunque el concepto de establecimiento de enemigos naturales es simple, en la práctica es difícil de lograr. De 4.769 introducciones de parasitoides realizadas en el mundo hasta 1990, sólo se establecieron 1.445 (30,3%) (15). Las dos especies de la familia Bethyilidae se han establecido en Brasil (4, 28, 29, 32), Ecuador (20) y Honduras (30, 31). En México se estableció *C. stephanoderis*, mientras que la permanencia en el campo de *P. nasuta* no fue superior a 15 días (3, 16, 17). En Colombia, cinco años después de la primeras liberaciones de los betílidos en Nariño, se demostró su establecimiento en el campo, y se encontró que *P. nasuta* tuvo mayores valores de establecimiento que *C. stephanoderis*, en términos de su presencia en los lotes muestreados, de sus niveles de parasitismo y de su adaptación en un amplio intervalo altitudinal (25).

Con base en lo anterior se evaluó el establecimiento de *P. nasuta* y *C. stephanoderis* en la zona cafetera colombiana, después de 15 años de iniciado el programa de liberaciones en el campo.

MATERIALES Y MÉTODOS

Esta investigación se realizó en fincas cafeteras de los departamentos de Nariño, Quindío, Risaralda, Caldas y Norte de

Santander, así como en los laboratorios de Cenicafé, en Planalto, Chinchiná.

Se recolectaron muestras en 80 fincas, ubicadas en 62 veredas, de 17 municipios de los departamentos de Nariño, Quindío, Risaralda, Caldas y Norte de Santander. Cada una de las muestras estuvo conformada por al menos 200 frutos de café infestados con broca, provenientes de un lote por finca, en el cual se realizó el recorrido en zigzag, y no se tomaron más de dos frutos de café por árbol. El muestreo se realizó entre agosto de 2005 y febrero de 2006, en la fase final de la cosecha principal, en cada región visitada, la cual está determinada por los patrones de floración, de acuerdo con las condiciones climáticas de franjas delimitadas por su posición latitudinal (1).

En el laboratorio se disecaron las muestras y se determinó la presencia de los parasitoides y el porcentaje de parasitismo en el campo, por medio de la relación entre el número de frutos con broca parasitada por los betílidos y el total de frutos de la muestra infestados con broca. Con esta información se estimó el promedio del porcentaje de parasitismo por municipio y departamento, y se utilizó la prueba de Duncan al 5% para establecer diferencias entre los promedios.

La identificación de los parasitoides encontrados en los frutos de café, se basó en las características morfológicas del adulto del insecto. Uno de los caracteres diagnósticos de la especie *P. nasuta* es la presencia de un proceso bífido por encima de las inserciones antenales y el clípeo, y para la identificación de *C. stephanoderis* se evaluó la ausencia total del proceso bífido y de la vena radial alar (27).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En este estudio se registró la presencia del parasitoide *P. nasuta* en todos los departamentos de Colombia evaluados, y la ausencia de *C. stephanoderis*. Los porcentajes de parasitismo ocasionados por *P. nasuta* oscilaron entre 0,25 y 50%, y fueron menos frecuentes en Risaralda, donde se encontró en el 17% de las fincas evaluadas, y mayor en Nariño donde se registró el parasitoide en todas las fincas (Tabla 1). Existen varios aspectos para resaltar en estos hallazgos: (a) en el municipio de Palestina (Caldas), a pesar de la alta presión de selección a la que se enfrentan estos organismos por el uso de insecticidas en las zonas de alta tecnificación, el parasitoide se encontró en el 75% de las fincas muestreadas, con niveles de parasitismo hasta del 10,2%; (b) en el departamento de Nariño, a pesar de que en esta zona la disponibilidad de frutos de café durante todo el año es menor debido a la concentración de la cosecha principal (1), se encontró a *P. nasuta* en todas las fincas muestreadas, con niveles de parasitismo hasta del 50%; (c) *P. nasuta* se encontró en un intervalo altitudinal amplio, entre los 1.150 y 1.840m (Figura 1), en diferentes zonas climáticas, y en cafetales con condiciones de manejo del cultivo contrastantes, es decir, se evidencia una alta capacidad de adaptación de esta especie en Colombia. No se encontró ninguna relación entre el porcentaje de parasitismo en los sitios de recolección de la muestra y la altitud (Figura 1).

El establecimiento de *P. nasuta* en el departamento de Nariño fue estadísticamente mayor que en los otros departamentos, y no se encontraron diferencias al comparar los promedios por municipio (Tabla 1).

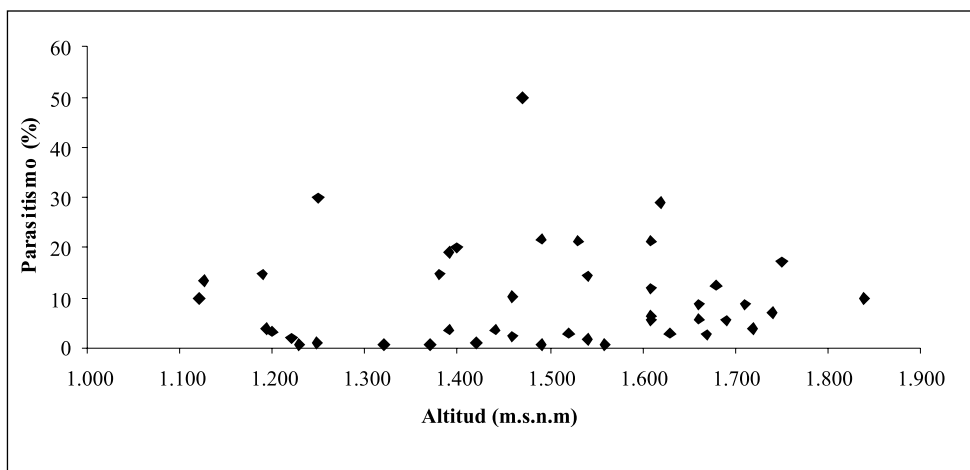


Figura 1. Relación entre el porcentaje de parasitismo de *Prorops nasuta* y la altitud del sitio de establecimiento.

Algunos autores consideran que *C. stephanoderis* es el parasitoide más eficiente para el control biológico de la broca del café (3, 24), con registros de mortalidad de la broca en el campo entre el 35 y el 45% en Togo (10), y capacidad de establecimiento en países latinoamericanos como Brasil, México, Ecuador, Honduras y Colombia (7, 12, 26). Por medio de pruebas realizadas en condiciones controladas se ha demostrado que ocurre competencia por el huésped entre *C. stephanoderis* y *P. nasuta*, siendo más exitosa la primera especie, que en la mayoría de los casos mata al parasitoide oponente (2, 24).

Cinco años después de las primeras liberaciones en Colombia, en el departamento de Nariño, se registró el establecimiento de *C. stephanoderis* en el 27,3% de los predios donde se había liberado y en el 10% de los predios vecinos, mientras que *P. nasuta* se encontró en el 72,7% de los sitios muestreados y en el 52,5% de los lotes vecinos a los sitios de liberación (25). Estos resultados muestran las ventajas adaptativas de *P. nasuta* sobre *C. stephanoderis* y las evidencias encontradas

en esta investigación lo corroboran, ya que *P. nasuta* se encontró en el 65,1% de los sitios de muestreo, mientras que no se encontraron individuos de *C. stephanoderis*. El caso contrario ocurrió en México donde *C. stephanoderis* se estableció en el campo mientras que la permanencia de *P. nasuta* en las mismas condiciones no fue superior a los 15 días (3, 16, 17).

Es probable que la superioridad de *P. nasuta* para adaptarse al ecosistema cafetero colombiano se pueda explicar por la presencia de genes de resistencia a insecticidas químicos, debido a que el origen del pie de cría fue Brasil, o quizás que el parasitoide presente una mayor variabilidad genética debido al origen múltiple de las introducciones a Colombia (Uganda y Kenia) que le proporcione mejores características biológicas como longevidad, fecundidad y capacidad reproductiva que las presentes en *C. stephanoderis*. No se puede descartar que contrario a las evidencias en el laboratorio y en el campo, *P. nasuta* haya desplazado a *C. stephanoderis* en su competencia por la broca del café.

Tabla 1. Sitios de muestreo, establecimiento de *P. nasuta* y porcentaje de parasitismo encontrado en el campo.

	Municipio	Fincas evaluadas	Porcentaje de parasitismo*			
			Establecimiento	Intervalo	Promedio	Error estándar
Norte de Santander	Pamplonita	2	2	0,74% - 3,7%	2,26 A	1,52
	Chinácota	3	2	1,02% - 3,25%	1,42 A	0,96
	Bochalema	1	0	0%	0,00 A	0
	Total	6	4	66,67%	1,46 A	0,67
Caldas	Palestina	8	6	0,49% - 10,2%	3,06 A	1,58
	Chinchiná	1	1	1,85%	1,85 A	0
	Manizales	2	1	1,20%	0,60 A	0,6
	San José	3	1	0,25%	0,085 A	0,085
	Risaralda	3	0	0%	0,00 A	0
Total	17	9	52,94%	1,63 A	0,8	
Risaralda	Pereira	7	2	0,5% - 1,38%	0,27 A	0,2
	Marsella	5	0	0%	0,00 A	0
	Total	12	2	16,67%	0,16 A	0,12
Quindío	Pueblo Tapao	1	0	0%	0,00 A	0
	Quimbaya	10	4	0,5% - 3,5%	0,67 A	0,37
	Buenavista	2	1	0,50%	0,25 A	0,25
	Montenegro	1	1	3,75%	3,75 A	0
Total	14	6	42,86%	0,8 A	0,35	
Nariño	Sandoná	11	11	13,43% - 29,9%	10,51 A	2,52
	Consacá	10	10	1,5% - 50%	14,64 A	4,77
	Ancuyá	10	10	2,36% - 21,63%	13,38 A	2,17
	Total	31	31	100%	12,77 B	1,87
Total	80	52	65%	5,57	0,98	

* Promedios seguidos por letras distintas indican diferencias estadísticas según la prueba Duncan al 5%.

AGRADECIMIENTOS

Los autores expresan su agradecimiento a los Comités de Cafeteros de Nariño, Caldas, Quindío y Risaralda por la selección de las fincas y acompañamiento en la recolección de muestras; a los auxiliares de investigación Mauricio Jiménez, Diana S. Rodríguez, Carlos Quintero, Jhon Jairo García y Arturo Gómez; a los doctores Álex E. Bustillo, Luis Miguel Constantino, a la doctora Esther Cecilia Montoya, de Cenicafé; a los señores Gonzalo Villamizar y Tulio M. Villamizar por su colaboración durante la recolección de muestras en Norte de Santander y a la empresa Biocafé, y en especial a Óscar Gómez, por su apoyo en la cría de avispas en confinamiento.

LITERATURA CITADA

1. ARCILA P., J.; JARAMILLO R., A.; BALDIÓN R., J.V.; BUSTILLO P., A.E. La floración del café y su relación con el control de la broca. *Avances Técnicos Cenicafé* No.193:1-6. 1993.
2. BATCHELOR, T.P.; HARDY, I.C.W.; BARRERA, J.F.; PÉREZ L., G. Insect gladiators. II. Competitive interactions within and between bethylid parasitoid species of the coffee berry borer, *Hypothenemus hampei* (Coleoptera: Scolytidae). *Biological Control* 33: 194–202. 2005.
3. BATCHELOR, T.P.; HARDY, I.C.W.; BARRERA G., J.F. Interactions among bethylid parasitoid species attacking the coffee berry borer, *Hypothenemus hampei* (Coleoptera: Scolytidae). *Biological Control* 36:106-118. 2006.
4. BENASSI, V.L.R.M. Parasitoides da broca-do-café no Brasil. *In: Workshop Internacional Sobre Manejo da Broca-do-Café. Londrina, Novembro 28 -Dezembro 2, 2004. Programa e resumos. Londrina, IAPAR-SEAB, 2004. p. 193-198.*
5. 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. (Thesis: Doctor of Philosophy).
6. BENAVIDES M., P; ARÉVALO, H. Manejo Integrado: una estrategia para el control de la broca del café en Colombia. *Cenicafé* 53:50-59. 2002.
7. BENAVIDES M., P.; BUSTILLO P., A.E.; MONTOYA R., E.C. Avances sobre el uso del parasitoide *Cephalonomia stephanoderis* (Hym.: Bethyidae) para el control de broca del café, *Hypothenemus hampei*. *Revista Colombiana de Entomología* 20 (4):247-253. 1994.
8. BENAVIDES M., P.; BUSTILLO P., A.E.; PORTILLA R., M.; OROZCO H., J. Classical biological control of coffee berry borer *Hypothenemus hampei* (Coleoptera: Scolytidae) in Colombia with african parasitoids. *In: International Symposium on Biological Control of Arthropods, 1. Honolulu, Hawaii, Enero 14-18, 2002. Washington, USDA, 2003. p. 430-434.*
9. BENAVIDES G., M.; PORTILLA R., M. Uso del café pergamino para la cría de la broca del café, *Hypothenemus hampei* y de su parasitoide *Cephalonomia stephanoderis* Betrem en Colombia. *Cenicafé* 41 (4):114-116. 1990.
10. BORBÓN M., O. La broca del fruto del caféto *Hypothenemus hampei* (Ferrari, 1867). San José, ICAFE – MAG, 1991. 50 p.
11. BUSTILLO P., A.E. 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.
12. BUSTILLO P., A.E.; OROZCO H., J.; BENAVIDES M., P.; PORTILLA R., M. Producción masiva y uso de parasitoides para el control de la broca del café en Colombia. *Cenicafé* 47: 215-230. 1996.
13. BUSTILLO P., A.E.; CÁRDENAS M., R; VILLALBA G., D.A.; BENAVIDES M., P.; OROZCO H., J.; POSADA F., F.J. Manejo integrado de la broca del café *Hypothenemus hampei* (Ferrari) en Colombia. Chinchiná, Cenicafé, 1998. 134 p.
14. DUQUE O., H. Cómo reducir los costos de producción en la finca cafetera. 2. ed. Chinchiná, Cenicafé, 2004. 99 p.
15. GREATHEAD, D.J; GREATHEAD, A.H. Biological control of insect pests by insect parasitoids and predators: the BIOCAT database. *Biocontrol News Information* 13: 61N-68N. 1992.

16. INFANTE, F.; MUMFORD, J.; MENDEZ, I. Non-recovery of *Prorops nasuta* (Hymenoptera : Bethyilidae), an imported parasitoid of the coffee berry borer (Coleoptera:Scolytidae) in Mexico. *Southwestern Entomologist* 26: 159–163. 2001.
17. INFANTE, F.; MUMFORD, J.; GARCIA, A. Predation by native arthropods on the African parasitoid *Prorops nasuta* (Hymenoptera: Bethyilidae) in coffee plantations of Mexico. *Florida Entomologist* 86: 86–88. 2003.
18. INSTITUTO COLOMBIANO AGROPECUARIO - ICA. BOGOTÁ. COLOMBIA. Protección sanitaria del cultivo del café Convenio ICA-FNC. Informe 1998. Bogotá, ICA, 1999. 48 p.
19. KLEIN, D.C; ESPINOZA, O.; TANDAZO, A.; CISNEROS, P.; DELGADO, D. Factores naturales de regulación y control biológico de la broca del café *Hypothenemus hampei* (Ferr.) Sanidad Vegetal 3 (3):5-30. 1988.
20. MENDOZA, J.; QUIJIJE, R. Informe de ocho años de investigación en el control biológico de la broca del café en Ecuador. INIAP, Quevedo, Ecuador. In: Consejo Cafetero Nacional - COFENAC. Informe Técnico 2005. Ecuador. 52 p. Portoviejo – Manabí (Ecuador), COFENAC, 2005. On line Internet. Disponible en: <www.cofenac.org/documentos/Informe-Tecnica.pdf> (Consultado en octubre 17 de 2006).
21. MONTROYA, E.C. Caracterización de la infestación del café por la broca y efecto del daño en la calidad de la bebida. *Cenicafé* 50(4): 245-258. 1999.
22. OROZCO H., J. Producción de *Prorops nasuta* cepa Brasil. In: CENTRO NACIONAL DE INVESTIGACIONES DE CAFÉ – Cenicafé. CHINCHINÁ. COLOMBIA. Informe anual de actividades de la Disciplina de Entomología, octubre de 1995 – Septiembre 1996. Chinchiná, Cenicafé, 1996. 22 p.
23. OROZCO H., J. Programa de introducción de parasitoides en la zona cafetera. In: CENTRO NACIONAL DE INVESTIGACIONES DE CAFÉ - Cenicafé. CHINCHINÁ. COLOMBIA. Informe anual de actividades de la Disciplina de Entomología, Octubre de 1999 – Septiembre 2000. Chinchiná, Cenicafé, 1996. 20 p.
24. PÉREZ L., G.; HARDY, I.C.W.; LACHAUD, J.-P. Insect Gladiators: Competitive interactions between three species of Bethyilid wasps attacking the Coffee Berry Borer, *Hypothenemus hampei* (Coleoptera: Scolytidae). *Biological Control* 25: 231–238. 2002.
25. QUINTERO H., C; BUSTILLO P., A; BENAVIDES M., P; CHAVES C., B. Evidencias del establecimiento de *Cephalonomia stephanoderis* y *Prorops nasuta* (Hymenoptera: Bethyilidae) en cafetales del departamento de Nariño, Colombia. *Revista Colombiana de Entomología* 24 (3-4):141-147. 1998.
26. SALAZAR E., H.M.; BAKER, P.S. Impacto de liberaciones *Cephalonomia stephanoderis* sobre poblaciones *Hypothenemus hampei*. *Cenicafé* 53: 306-316. 2002.
27. SANTOS M., A.; GONZÁLEZ D., P.E. Bethyilidae (Hymenoptera) de Costa Rica y Panamá. San José (Costa Rica), Instituto Nacional de Biodiversidad - INBio, 2004. On line Internet. Disponible en: <<http://www.inbio.ac.cr/papers/bethyilidae/general.htm>> (Consultado en septiembre 15 de 2004)
28. SOUZA, M.S.; TEIXEIRA, C.A.D; COSTA, V.A.; COSTA J.N.M. Ocorrência de *Cephalonomia stephanoderis* Betrem (Hymenoptera: Bethyilidae) em Cafezais da Amazônia Brasileira. *Neotropical Entomology* 35 (4): 560-562. 2006.
29. TOLEDO, A.A. DE; DUVAL, G.; SAUER, H.F.G. Abroca do café. *O Biológico* 13 (7):113 –118. 1947.
30. TREJO S., A.R.; FÚNEZ, C.R. Evaluación del establecimiento de los parasitoides *Cephalonomia stephanoderis* y *Prorops nasuta* sobre la broca del fruto del café (*Hypothenemus hampei*) en 14 años de liberación en Honduras. In: Congreso Internacional de Manejo Integrado de Plagas, 9. San Salvador, Noviembre 3-5, 2004. Memorias. p. 72.
31. TREJO S., A.R.; FÚNEZ, C.R. Manejo integrado de la broca del café. Basado en criterios bioecológicos de la broca y el cultivo del café. Santa Bárbara, Instituto Hondureño del Café, 2005. 44 p.
32. YOKOYAMA, M.; NAKAMO, O.; RIGITANO, R. L.; NAKAYAMA, K. Situação atual da vespa de Uganda *Prorops nasuta* Waterston, 1923 (Hymenoptera: Bethyilidae) no Brasil. *Científica* 5(3):394. 1978.