

PARASITISMO DE *Phymastichus coffea* SOBRE POBLACIONES DE *Hypothenemus hampei* EN FRUTOS DE CAFÉ DE DIFERENTES EDADES

Juliana Jaramillo-Salazar* ; Alex Enrique Bustillo-Pardey** ; Esther Cecilia Montoya-Restrepo**

RESUMEN

JARAMILLO S., J; BUSTILLO P., A.E.; MONTOYA R., E.C. Parasitismo de *Phymastichus coffea* sobre poblaciones de *Hypothenemus hampei* en frutos de café de diferentes edades. *Cenicafé* 53(4):317-326. 2002

En la Estación Central Naranjal de Cenicafé se evaluó el parasitismo de *P. coffea* sobre *H. hampei* en frutos de café de tres edades, usando mangas entomológicas e infestando con adultos de broca frutos de café de 90, 150 y 210 días de edad. Uno, cinco y nueve días después de la infestación se liberaron adultos de *P. coffea* en relación 1:1 (avispa: broca). Diez días después de cada liberación se evaluó el parasitismo de *P. coffea*. Se utilizó un diseño experimental de parcelas divididas, con 9 tratamientos y 8 repeticiones. La evaluación comparativa del parasitismos mostró que este depende tanto de la edad de los frutos como del tiempo de liberación de *P. coffea*. Los niveles más altos se presentaron cuando el parasitoide se liberó un día después de la infestación para las edades de 90 días (77,6%) y 150 días (85%). La edad de los frutos juega un papel importante en la penetración de la broca en éstos y por consiguiente en los porcentajes de parasitismo de *P. coffea*. Los niveles más altos se registraron en las posiciones B y C para todas las edades del fruto. El porcentaje de brocas encontradas en la posición D (huevos, larvas, pupas y adultos de broca dentro de los frutos) fue muy bajo (1,7 a 8,7%) y sólo se registró a partir de los 150 días de edad.

Palabras claves: *Coffea arabica*, *Hypothenemus hampei*, *Phymastichus coffea*, parasitismo, control biológico, café.

ABSTRACT

This research was carried out on a coffee plantation at the Central Research Station Naranjal to evaluate *P. coffea* parasitism on *H. hampei* in coffee berries of 90, 150 and 210 days of age that were infested with adult borer females by using sleeve cages. Adult parasitoids of *P. coffea* were released inside the sleeve cages at 1, 5, and 9 days after borer infestation in a relationship of 1:1 (wasp:borer). Ten days after each release parasitism by *P. coffea* was evaluated. A split plot experimental design with 9 treatments and 8 repetitions was used. The comparative evaluation of *P. coffea* parasitism, when released on the coffee plots in berries of different ages (90, 150 y 210 days) and three parasitoid releasing times (1, 5 and 9 days after borer infestation), showed that it depends on the berry ages and on the release time of *P. coffea*. Parasitism was higher when *P. coffea* was released one day after borer infestation for the 90-day-old (77.6%) and 159-day-old (85%). The berry age plays an important role in the penetration of the borer and therefore in its parasitism by *P. coffea*. Higher parasitisms were reported on positions B and C in the berry for all the berry ages. The percentage of borers found in position D (eggs, pupae, and adults) was very low (1.7 to 8.7%) and it was only registered starting at 150-day-old.

Keywords: *Hypothenemus hampei*, *Phymastichus coffea*, parasitism, biological control, coffee.

* Estudiante de Agronomía. Universidad de Caldas – Manizales.

** Investigador Principal I. Entomología. Centro Nacional de Investigaciones de Café, Cenicafé. Chinchiná, Caldas, Colombia

*** Investigador Científico I. Biometría. Centro Nacional de Investigaciones de Café, Cenicafé. Chinchiná, Caldas, Colombia.

La broca del café *Hypothenemus hampei* es considerada la plaga más importante y que mayor daño causa al cultivo del café en el mundo, debido a las pérdidas que causa a la producción del cultivo y en la calidad de la bebida (14). El conocimiento total del proceso de floración, crecimiento y desarrollo del fruto de café es decisivo para establecer los patrones de desarrollo de la cosecha, las épocas de mayor susceptibilidad de los granos al ataque de la broca y estimar el momento adecuado para ejercer prácticas de control (2, 21)

Desde la llegada de la broca al país la Federación Nacional de Cafeteros por intermedio de Cenicafé, inició un programa de investigaciones en control biológico. Con el fin de evaluar sus posibilidades dentro de un programa de Manejo Integrado de Broca (MIB) fueron introducidos al país tres parasitoides de origen Africano *Cephalonomia stephanoderis* Betrem, *Prorops nasuta* Waterston (Hymenoptera: Bethyilidae) y *Phymastichus coffea* LaSalle (Hymenoptera: Eulophidae).

Phymastichus coffea se encontró en 1988 en Togo, Oeste de África. Es un endoparasoide primario de adultos de la broca del café (7), gregario, sinovigénico, presenta arrenotoquia y es idiobionte (15). Una vez parasitadas, las brocas suspenden su oviposición, pierden movilidad y después de 12 días mueren (10, 13).

Su biología ha sido estudiada recientemente por Vergara *et al.* (23). Ellos observaron que los adultos de *P. coffea* vivieron en promedio 2,5 días. El huevo tuvo una duración de 5 días; larvas L1 5 días; L2 6 días; L3 12 días y las pupas 15 días. El ciclo de vida desde huevo hasta la aparición de los primeros adultos fue de 43 días y de adulto a emergencia del fruto: 3 días.

En estudios de campo Echeverry (9) encontró que *P. coffea* logra parasitar a la broca en cualquier posición de penetración en los frutos. Midió

parasitismo entre 34,32% y 81%, cuando la broca se encuentra en el interior del fruto y cuando apenas esta comenzando a colonizar el fruto de café, respectivamente.

Phymastichus coffea tiene buena capacidad de dispersión como lo muestran los estudios en cafetales de Vergara *et al.* (23). Ellos encontraron que cuando se liberó el parasitoide desde un punto central de un lote de café, al cabo de 25 días se encontró al parasitoide penetrando en frutos infestados con broca hasta 60m de distancia y un nivel de parasitismo del 32%. La mayor actividad del parasitoide se encontró hasta los 23m a partir del punto de liberación, con valores de parasitismo entre 15 y 95%.

Varios autores (7, 10, 12) afirman que este parasitoide puede tener un impacto significativo sobre la dinámica poblacional de *H. hampei* ya que ejerce su acción cuando el daño al fruto apenas comienza, logrando de esta manera reducir las pérdidas en la calidad. Además, es el único parasitoide conocido que ataca el estado adulto de la broca.

Con estos antecedentes y buscando contribuir al manejo integrado de la broca utilizando parasitoides de origen africano, se propuso esta investigación, específicamente, para evaluar el efecto de la interacción edad del fruto y tiempo de liberación del parasitoide sobre el parasitismo.

MATERIALES Y MÉTODOS

Localización. Este estudio se desarrolló entre los meses de febrero y octubre de 2001 en un lote de café variedad Colombia de tres años de edad, de la Estación Central Naranjal de Cenicafé. En el lote donde se llevó a cabo el experimento no se habían hecho liberaciones de parasitoides, ni se habían realizado

aplicaciones de insecticidas químicos, ni biológicos.

Metodología. La parcela experimental estuvo conformada por nueve árboles. El árbol central de estas nueve plantas constituyó la parcela efectiva. Dicho árbol fue marcado usando plásticos de colores según los tratamientos, con el fin de identificarlos. Dentro del lote se ubicaron 72 parcelas experimentales equivalentes a un total de 648 árboles.

Para este estudio se seleccionó una floración de la cosecha principal, la cual se presentó en la última semana de febrero de 2001. En cada parcela efectiva se marcó una rama de la zona productiva que presentara por lo menos 50 frutos sanos, no brocados, y que tuvieran 30 días de desarrollo fisiológico. Con el fin de asegurar que todos los frutos de la rama escogida tuvieran la misma edad. Al momento de aplicar los tratamientos se eliminaron los frutos de otras edades y las yemas florales. Estas ramas se marcaron usando tarjetas plásticas.

Utilizando la metodología de mangas entomológicas propuesta por Villalba *et al.*, (24), se realizaron infestaciones artificiales con 5 brocas por fruto en las 72 ramas, a los 90, 150 y 210 días de desarrollo fisiológico. Los frutos que se encontraban atacados por la broca antes de realizar la infestación artificial fueron eliminados. Luego de 24 horas de realizada la infestación, se retiraron las mangas entomológicas.

La liberación de los parasitoides se hizo abriendo los recipientes que los contenían, permitiendo que escaparan alrededor de la rama marcada, según los tratamientos (Tabla 1), 1, 5, y 9 días después de la infestación artificial de los granos. La relación de liberación utilizada fue de 1:1 (avispa: broca). Los adultos del parasitoides se obtuvieron en la unidad de cría experimental de parasitoides de Cenicafé. Inmediatamente después de emergidos, se transportaron durante 30 minutos hasta el campo en recipientes de película fotográfica de 35mm, tapados con muselina.

Los tratamientos se asignaron aleatoriamente a las parcelas experimentales de acuerdo con el diseño de bloques completamente aleatorios en un arreglo de parcelas divididas, donde la parcela principal fue la edad de los frutos en la cual se realizó la infestación con adultos de broca: 90, 150, 210 días de desarrollo fisiológico y la subparcela el tiempo de liberación del parasitoides 1, 5 y 9 días después de la infestación con brocas.

Diez días después de cada liberación se colectaron todos los frutos de la rama marcada y se llevaron a los laboratorios de entomología de Cenicafé para su disección. Allí se registró la posición de la broca dentro de los frutos (Posiciones A, B, C, D), y ellas se disecaron al estereoscopio, con el fin de buscar los diferentes estados biológicos del parasitoides (Figura 1).

Figura 1.
A. Disección de una broca
B. Broca con larvas de *Phymastichus coffea* en su interior, aumento 10X. 4, 5. Pupas de *P. coffea* en la broca. (Fotografías: Cenicafé; CABI – BioScience. UK).

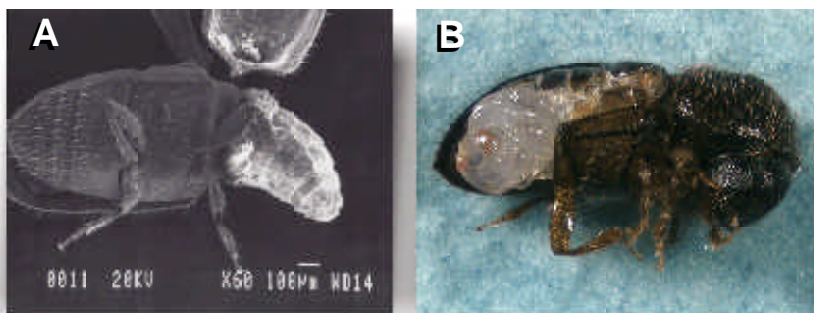


Tabla 1. Porcentaje de parasitismo promedio de *Phymastichus coffea* sobre la broca del café cuando se libera en frutos de tres edades del fruto y tres tiempos de liberación

TRATAMIENTO	DESCRIPCIÓN	PARASITISMO (%)	CV (%)	DE
1	Infestación con brocas a los 90 días de desarrollo del fruto (DDF) y liberación del parasitoide 1 día después	77,60	17,79	4,88
2	Infestación con brocas a los 90 DDF y liberación del parasitoide 5 días después	54,31	18,16	3,48
3	Infestación con brocas a los 90 DDF y liberación del parasitoide 9 días después	49,75	13,83	2,43
4	Infestación con brocas a los 150 DDF y liberación del parasitoide 1 días después	85,0	7,11	2,13
5	Infestación con brocas a los 150 DDF y liberación del parasitoide 5 días después	81,0	7,34	2,10
6	Infestación con brocas a los 150 DDF y liberación del parasitoide 9 días después	75,0	5,13	1,36
7	Infestación con brocas a los 210 DDF y liberación del parasitoide 1 días después	31,75	46,09	5,17
8	Infestación con brocas a los 210 DDF y liberación del parasitoide 5 días después	31,75	42,64	4,78
9	Infestación con brocas a los 210 DDF y liberación del parasitoide 9 días después	30,75	28,44	3,09

Como variable de respuesta se tomó el porcentaje de parasitismo por *P. coffea* y se analizaron los siguientes parámetros: Promedios y variación por tratamiento, análisis de varianza bajo el modelo de análisis para el diseño experimental aplicado, prueba de contraste, para determinar con cual edad del fruto y tiempo de liberación se lograba el mayor porcentaje de parasitismo, y por último, prueba de Duncan

para comparar el porcentaje de parasitismo por posición.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los niveles de parasitismo de *P. coffea* encontrados (Tabla 1), se consideran altos si se comparan descriptivamente con aquellos

registrados en trabajos anteriores con *P. coffea*. Echeverry (9), en experimentos de campo encontró promedios de parasitismo a los 150 días de desarrollo del fruto de 61,52%, en liberaciones dentro de mangas entomológicas. De la misma manera, los niveles de parasitismo observados en este estudio fueron superiores a los registrados para *C. stephanoderis* y *P. nasuta* (3, 4, 5, 17, 19).

Las liberaciones realizadas a los 150 días muestran descriptivamente los niveles de parasitismo más altos, comparados con los registrados a los 90 y 210 días. Para los tres tiempos de liberación se esperaba que los mayores porcentajes de parasitismo se presentaran para la edad de 90 días, ya que en estos frutos la broca espera en el canal de penetración y por tanto, permanece por más tiempo en las posiciones A y B, lo cual sería una ventaja para el parasitoide. Sin embargo, a los 90 días se presentaron los mayores porcentajes de frutos perforados, pero sin broca, posiblemente debido a abandono por la consistencia interna. Este fenómeno ya ha sido registrado por otros autores, (1, 6), quienes sostienen que las brocas que penetran frutos

aún no consistentes, esto es, con contenidos de materia seca inferiores al 20%, esperan a que éstos tengan una consistencia adecuada o los abandonan sin depositar huevos, por que las larvas no se desarrollan en un medio acuoso o pastoso.

El análisis de varianza al 5%, mostró efecto de la interacción edad del fruto por tiempo de liberación del parasitoide, lo cual implica que la respuesta del porcentaje de parasitismo depende tanto del estado de desarrollo del fruto como del momento de liberación de la avispa (Figura 2).

La prueba de contraste mostró que los menores porcentajes de parasitación se dieron a los 210 días de edad del fruto y para los tres días de liberación evaluados, lo cual se explica por la velocidad de penetración de la broca dado el grado de madurez del fruto. Estos datos coinciden con lo encontrado por Echeverry (9), quien demostró que el ~~parasitismo de~~ *P. coffea* se reduce a medida que la broca penetra aún más en los frutos. Por otro lado Quicke (18), afirma que muchos insectos fitófagos realizan construcciones y

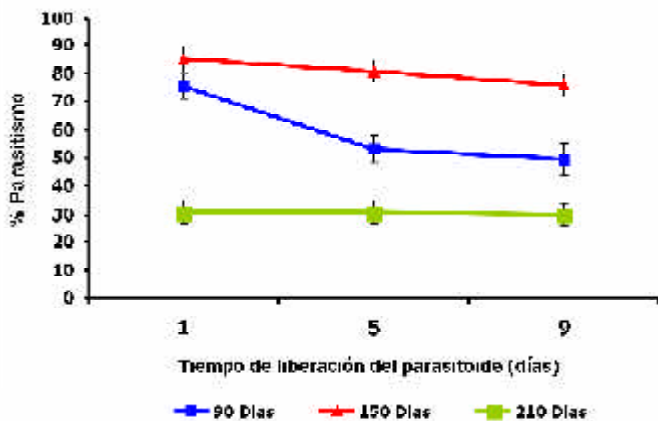


Figura 2. Parasitismo de *Phymastichus coffea* cuando se libera en frutos de 90, 150 y 210 días de edad, al cabo de 1, 5 y 9 días después de la infestación con la broca del café.

excavaciones dentro de sus plantas hospedantes, lo cual es una barrera física de protección contra el parasitismo.

La respuesta en parasitismo, cuando *P. coffea* se liberó un día después de la infestación en frutos de 90 días y 150 días se puede explicar por el hecho que la avispa parasita a las brocas apenas están entrando al fruto. Estos datos coinciden con observaciones de Borbón (7), Echeverry (9), Infante *et al.*, (13) y López y Moore (16), quienes registran que *P. coffea* prefiere parasitar a la broca cuando ésta se encuentra iniciando la colonización de los frutos, en las posiciones A y B.

Se hizo un ajuste del porcentaje de parasitismo en función de la edad del fruto, el tiempo de liberación y la interacción de éstos a través de un modelo de regresión múltiple con coeficientes de regresión estadísticamente diferentes de cero y con un coeficiente de determinación del 81%. Se determinó así que los mayores porcentajes de parasitismo pueden ocurrir a los 90 días de desarrollo fisiológico y los menores a los 210 días para los tres tiempos de liberación (Tabla 2).

En la Tabla 3 se presentan los promedios de los porcentajes de parasitismo y el coeficiente de variación, de acuerdo con la posición de la broca dentro de los frutos. La prueba de

Duncan al 5%, evidenció diferencias en los promedios de parasitación por posición. Los mayores porcentajes de parasitismo para este estudio se encontraron en la posición B para los 90 días de desarrollo del fruto y un día de liberación y para la posición C en las demás edades de infestación y tiempos de liberación del parasitoide. Esto se explica por el tiempo de evaluación realizada diez días después de la liberación, lo cual hace suponer que las brocas fueron parasitadas en las posiciones A y B del fruto pero para el momento de la evaluación ya habían avanzado a la posición C. Lo anterior ya ha sido registrado por Feldhege (10) quien observó que la broca después de parasitada continúa barrenando el fruto por unos pocos días hasta cuando muere.

Al momento de la evaluación se encontró que las brocas que tenían descendencia dentro de los frutos (Posición D), se les veía frecuentemente en el canal de penetración, como si estuvieran en posición B, posiblemente como un mecanismo de protección de los estados inmaduros o realizando la limpieza del fruto y se cree que este comportamiento fue aprovechado por el parasitoide para atacar a la broca con mayor facilidad. De esta manera se registraron los parasitismos en la posición D. Eberhard (8) ha registrado en algunos chinches de la familia Pentatomidae un comportamiento similar en el cuidado de la progenie y cree que

Tabla 2. Estimación del porcentaje de parasitismo de *Phymastichus coffea* sobre *Hypothenemus hampei* en función de la edad del fruto y el tiempo de liberación del parasitoide

Edad de infestación	Tiempo de liberación	Parasitismo calculado
210	9	43,1
210	5	42,8
210	1	42,6
150	9	50,9
150	5	57,4
150	1	63,9
90	9	58,8
90	5	72,0
90	1	85,2

Tabla 3. Porcentaje promedio de parasitismo de *Phymastichus coffea* de acuerdo con la penetración de la broca en los frutos, su edad y tiempos de liberación del parasitoide después de la infestación.

Posición de la broca	90 Días				150 Días				185 Días							
	1 Día		5 Días		1 Día		5 Días		1 Día		5 Días		9 Días			
	\bar{X}	C.V	\bar{X}	C.V	\bar{X}	C.V	\bar{X}	C.V	\bar{X}	C.V	\bar{X}	C.V	\bar{X}	C.V		
A	12,2 b*	83,90	0,0 c	0,0	0,0 c	0,0	0,0 c	0,0	0,0 c	0,0 c	0,0	0,2 c	282,8	0,5 c	185,1	
B	61,5 a	27,77	19,7 b	39,56	20,2 b	45,54	145,5 b	72,14	14,2b	38,57	25,5b	76,35	3,2 b	139,3	0,5 c	185,1
	3,8 bc	120,5	34,5 a	35,56	29,5 a	24,2	70,5	11,8	66,5	12,5	47,2	38,9	23,0 a	48,5	22,5 a	48,8
C	0,0 c	0,0	0,0 c	0,0	0,0 c	0,0	0,0 c	0,0	0,0 c	0,0	0,0	1,7 c	5,5 b	72	8,7 b	42,2
D																

* Promedios seguidos por la misma letra en cada columna no presentan diferencias significativas de acuerdo a la prueba de Duncan (P = 0,05).

este se debe a un mecanismo de protección contra parasitoides de estados inmaduros del insecto.

Puede decirse que este parasitoide en condiciones de liberación a campo abierto (sin manga entomológica) ataca preferiblemente cuando la broca se encuentra en posiciones A y B, lo cual difiere de lo encontrado por Echeverry (9), quien asegura que la avispa parasita en cualquier posición de penetración de la broca dentro de los frutos.

El proceso de parasitismo de *P. coffea* es difícil que ocurra en las posiciones C y D, debido a que la avispa para parasitar debe asumir una posición vertical sobre el hospedante (10) lo cual se dificulta en un espacio tan reducido como una cámara de oviposición realizada por la broca dentro de los frutos de café. Observaciones al respecto han sido realizadas por Gardiner (11) y Ramírez (20), quienes demostraron que el tamaño del ovipositor limita biológicamente a la avispa y hace que esta deba alinearse perpendicularmente contra el hospedante asumiendo una clase de postura en la cual el ápice del metasoma sostiene el cuerpo y el ápice del ovipositor se alinea entre las patas traseras.

Las brocas que se encontraron en posición C para todas las evaluaciones apenas iniciaban su daño en el endospermo y no habían realizado cámaras de oviposición. El porcentaje de brocas encontradas en la posición D fluctuó entre 1,75% y 8,75%, que puede considerarse muy bajo, lo que muestra una buena regulación de las poblaciones de broca cuando el daño al fruto apenas comienza.

En general, la respuesta del porcentaje de parasitismo depende tanto del estado de desarrollo del fruto como del momento de liberación del parasitoide. *P. coffea* ataca brocas que se encuentren preferiblemente en posiciones A y B del fruto. El parasitismo tiende a disminuir

a medida que el tiempo entre la infestación con brocas y la liberación del parasitoide es mayor debido al grado de penetración de las brocas dentro del fruto. Los mayores porcentajes de parasitismo, pueden presentarse a los 90 días de desarrollo fisiológico con un día de liberación del parasitoide, de desarrollo fisiológico y 1 día de liberación de la avispa y los menores porcentajes se presentan a los 210 días para los tres tiempos de liberación.

LITERATURA CITADA

1. ALONZOP., F. El problema de la broca (*Hypothenemus hampei* (Ferr.)) (Col: Scolytidae) y la caficultura. Aspectos relacionados con importancia, daño, identificación, biología, ecología y control. San José, IICA – PROMECAFE, 1984. 242 p.
2. 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 193:1-4. 1993.
3. ARISTIZÁBAL A., L. F.; BUSTILLO P., A. E.; OROZCO H., J.; CHAVES C., B. Efecto del parasitoide *Cephalonomia stephanoderis* Betrem (Hymenoptera: Bethyilidae) sobre las poblaciones *Hypothenemus hampei* Ferrari (Coleoptera: Scolytidae) durante y después de la cosecha. Revista Colombiana de Entomología 24(3-4): 149-155. 1998.
4. BACCA I., R.T. 1999. Efecto del parasitoide *Prorops nasuta* Waterston (Hymenoptera: Bethyilidae) sobre poblaciones de broca del café *Hypothenemus hampei* Ferrari (Coleoptera: Scolytidae). Bogotá, Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Agronomía, 1999. 186 p. (Tesis: Maestría en Ciencia Agrarias).
5. BENAVIDES M., P.; BUSTILLO P., A. E.; MONTOYA R., E. C. Avances sobre el uso del parasitoide *Cephalonomia stephanoderis* para el control de la broca del café *Hypothenemus hampei*. Revista Colombiana de Entomología 20 (4): 247 – 253. 1994.
6. BERGAMIN, J. ContribuiVao çao conhecimento da biologia da broca do café (*Hypothenemus*

- hampei*), Ferrari, 1867. (Col: Ipidae). Arquivos do Instituto Biológico 14: 31 - 72. 1943.
7. BORBÓN M., O. Bioecologie d'un ravageur des baies de caféier, *Hypothenemus hampei* Ferr. (Coleoptera: Scolytidae) et de ses parasitoides au togo. Toulouse (Francia), Université Paul Sabatier de Toulouse, 1989. 185 p. (Thèse de doctoraux).
 8. EBERHARD, W.G. The ecology and behavior of a sub social Pentatomid bug and two scelionid wasps: Strategy and counterstrategy in a host and its parasites. *Smithson. Contrib. Zool.* 205, 1975. 1-39. In: QUICKE, D.L.J. Parasitic wasps. London, Chapman and Hall, 1997. p.
 9. ECHEVERRY A., O. A. Determinación del impacto de *Phymastichus coffea* LaSalle (Hymenoptera: Eulophidae) sobre poblaciones de broca del café *Hypothenemus hampei* (Ferrari) (Coleoptera: Scolytidae) en la zona cafetera. Palmira, Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Ciencias Agropecuarias, 1999. 94 p. (Tesis: Ingeniero Agrónomo).
 10. FELDHEGE, M.R. Rearing techniques and aspects of biology of *Phymastichus coffea* (Hymenoptera: Eulophidae) a recently described endoparasitoid of the coffee berry borer *Hypothenemus hampei* (Ferrari) (Coleoptera: Scolytidae). *Café Cacao Thé* 36(1): 45-54. 1992.
 11. GARDINER, L.M. A photographic record of oviposition by *Rhyssa lineolata* (Kirby) (Hymenoptera: Ichneumoidea). *Canadian Entomologist* 98:95-97. 1996.
 12. GUTIÉRREZ, A.P.; VILLACORTA, A.; CURE, J.H.; ELLIS, C.K. A tritrophic analysis of the coffee *Coffea arabica*, Coffee Berry Borer *Hypothenemus hampei* Ferrari - parasitoid system. *Anais da Sociedade Entomologica do Brasil* 27 (3):357 - 385. 1998.
 13. INFANTE, F.; MURPHY, S.T.; BARRERA, J.F.; GÓMEZ, J.; ROSA, W. DE LA; DAMON, A. Cría de *Phymastichus coffea* parasitoides de la broca del café y algunas notas sobre su historia de vida. *Southwestern Entomologist* 19(3): 313-315. 1994.
 14. LE PELLEY, R. H. Pests of coffee. London, Longmans Green and Co, 1968. 509 p.
 15. LÓPEZ V., C.; BAKER, P.; COCK, J. W.; OROZCO H., J. Dossier on *Phymastichus coffea* (Hymenoptera: Eulophidae, Tetrastichinae) a potencial biological control agent for *Hypothenemus hampei* (Ferrari) (Coleoptera: Scolytidae) in Colombia. Chinchiná, Cenicafé, 1997. 23 p.
 16. LÓPEZ V., C.; MOORE, D. Developing methods for testing host specificity of *Phymastichus coffea* LaSalle (Hymenoptera: Tetrastichinae) a potencial biological control agent of *Hypothenemus hampei* (Ferrari) (Coleoptera: Scolytidae) in Colombia. *Biocontrol Science and Technology* 8(3): 397-411. 1998.
 17. PORTILLA, M.; BUSTILLO P., Á. E. Nuevas investigaciones en la cría masiva de *Hypothenemus hampei* y de sus parasitoides *Cephalonomia stephanoderis* y *Prorops nasuta*. *Revista Colombiana de Entomología* 21 (1): 25-33. 1995.
 18. QUICKE, D.L.J. Parasitic wasps. London, Chapman and Hall, 1997. 470 p.
 19. QUINTERO H., C.E.; BUSTILLO P., A.E.; BENAVIDES M., P.; CHÁVES C., B. Evidencias del establecimiento de *Cephalonomia stephanoderis* y *Prorops nasuta* (Hymenoptera: Bethyloidea) en cafetales del departamento de Nariño, Colombia. *Revista Colombiana de Entomología* 24 (3-4): 141-147. 1998.
 20. RAMÍREZ, W. Oviposition behaviour of *Critogaster* and *Idarnes* (Sycophaginae, Torymidae: Chalcidoidea) long-tailed parasites of the New World *Pharmacosycea* and *Urostigma* figs. *Brenesia*. 1986. 25 - 26, 323 - 325. In: QUICKE, D.L.J. Parasitic wasps. London, Chapman and Hall, 1997. p.
 21. SALAZAR G., M. R.; CHAVES C., B.; RIAÑO H., N.M.; ARCILA P., J.; JARAMILLO R., A. Crecimiento y desarrollo del fruto del café *Coffea arabica* L. var. Colombia. *Cenicafé* 45 (2): 41-50. 1994.
 22. VERGARA, J. D., OROZCO H., J., BUSTILLO P., A.E., CHÁVES C., B. Biología de *Phymastichus coffea* en condiciones de campo. *Cenicafé* 52 (2): 97-103. 2001.

23. VERGARA, J. D., OROZCO H., J., BUSTILLO P., A. E., CHÁVES C., B. Dispersión de *Phymastichus coffea* en un lote de café infestado de *Hypothenemus hampei*. Cenicafé 52 (2): 104 – 110. 2001.

24. VILLALBA G., D.; BUSTILLO P., A. E; CHAVES C., B. Evaluación de insecticidas químicos para el control de la broca del café en Colombia. Cenicafé 46 (3): 152- 163. 1995.