

Publicado en:

BUSTILLO, A. E. 2007. Control biológico de la broca del café, *Hypothenemus hampei* (Ferrari) en Colombia. Memorias XX Congreso Venezolano de Entomología. San Cristóbal, Venezuela, 22 – 26 de julio 2007, Universidad Nacional Experimental del Táchira, p. 11 – 17.

CONTROL BIOLÓGICO DE LA BROCA DEL CAFÉ EN COLOMBIA

Alex Enrique Bustillo Pardey
Investigador Principal I, Disciplina de Entomología
Cenicafé, Chinchiná, Colombia
Alexe.bustillo@cafedecolombia.com

La broca del café, *Hypothenemus hampei* (Ferrari) (Coleoptera: Scolytinae), es el insecto plaga más importante afectando la caficultura a nivel mundial. Este insecto fue introducido del Africa al continente americano a comienzos del siglo pasado y llegó sin sus enemigos nativos que regulan sus poblaciones en Africa. Los enemigos más importantes son cuatro parasitoides y el hongo *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuillemin. Las especies de la familia Bethyilidae: *Prorops nasuta* Waterston y *Cephalonomia stephanoderis* Betrem, se han colonizado en laboratorio en Inglaterra, México, Ecuador y Colombia. En Colombia estos betílidos se introdujeron al principio de la década de los 90 y se desarrollaron procesos de producción masiva y liberación en cafetales colombianos (Bustillo *et al.* 1998).

En 1996 se introdujo también a Colombia, *Phymastichus coffea* La Salle, previa colonización en Togo y cuarentena en Inglaterra. A partir de esa época se han desarrollado estudios para su producción masiva y liberación en cafetales colombianos (Orozco y Aristizábal 1996). Este parasitoide durante 1999 fue enviado de Colombia a Guatemala, Ecuador y la India a través de convenios internacionales para establecer colonias en esos países. En cuanto a *B. bassiana* los avances en la investigación son notables y el hongo a través de procesos sencillos de producción se ha distribuido en toda la zona cafetera colombiana infestada con *H. hampei* (Bustillo *et al.* 1998).

En Colombia el objetivo inicial del programa con parasitoides fue la introducción de las diferentes especies en las zonas cafeteras infestadas por la broca a manera de un control biológico clásico y un objetivo posterior fue determinar si los parasitoides pueden jugar un papel importante en un esquema de manejo integrado.

Hongos en el control de la broca del café

El hongo *Beauveria bassiana* se encuentra naturalmente infectando la broca en casi todas las regiones en donde la broca hace su aparición. Hasta el momento Cenicafé posee 102 aislamientos procedentes de diferentes países y colectados localmente, de los cuales aproximadamente la mitad han mostrado actividad contra broca. Los avances en los estudios con hongos entomopatógenos han sido muy importantes no solo para el control de la broca sino para aplicar estos conocimientos a otras situaciones de insectos- plagas en el país (Posada y Bustillo 1994).

La eficiencia de *B. bassiana* en el campo se ha experimentado ampliamente (Bustillo *et al.* 1991, 1995, Bustillo y Posada 1996, Flórez *et al.* 1997). Los resultados son muy variables y están influenciados por condiciones climáticas y condiciones del cultivo, los niveles de control pueden fluctuar entre valores muy bajos, p. e. 20% hasta niveles del 75%. Las investigaciones sobre equipos para asperjar el hongo *B. bassiana* demostraron que este se puede aplicar eficientemente con todos los equipos disponibles para el cultivo del café, sin embargo el equipo motorizado de espalda Motax con una descarga de 60 litros / ha mostró ser muy eficiente y más económico (Flórez *et al.* 1997).

El efecto patogénico de *B. bassiana* cepa Bb9295, se estudió bajo diferentes aspectos en condiciones de cafetales (Arcila *et al.* 2006). Al evaluar el efecto de diferentes niveles de infestación de la broca se encontró que esta es independiente del porcentaje de infestación de broca. En relación con la sombra se encontró una tendencia a incrementarse la eficacia del hongo cuando se incrementa la sombra, esta posiblemente no fue más evidente debido al auto sombrío que normalmente tiene el café en altas densidades.

En cuanto a la posición de la rama en el árbol se observó un incremento en la mortalidad en las ramas bajas. Mediciones previas de la radiación fotosintética activa (RFA), mostraron que los dos tercios superiores reciben significativamente más RFA que el inferior. Al comparar la mortalidad entre la parte interna y externa de la rama no se encontraron diferencias significativas (Arcila *et al.* 2006).

La permanencia ó residualidad de *B. bassiana* Bb9205 en una preparación sin formular en el cafetal, se evaluó infestando con broca las ramas del árbol el mismo día, 2, 4, 8 y 15 días después de la aspersión de Bb. El control obtenido con el hongo fue de 74, 24, 21, 20 y 19% para cada caso respectivamente, mostrando una disminución en su eficacia a medida que transcurre el tiempo de su aspersión. La evaluación de cuatro dosis comprendidas entre 1×10^8 y 5×10^9 esporas/árbol de Bb9205 permitió encontrar que a medida que se incrementa la dosis la mortalidad sobre la broca es mayor. (Arcila *et al.* 2006). Se espera que el efecto de ese hongo sea mayor a medida que se desarrollen formulaciones que confieran una mayor longevidad en el ambiente a este entomopatógeno. Recomendaciones prácticas sobre su uso se presentan en Bustillo (2004)

Los avances logrados con el hongo *Beauveria bassiana* han permitido que el mismo caficultor sea capaz de producir su propio hongo en la finca a costos muy reducidos. Este programa ha sido muy exitoso desde su inicio ya que se produjo suficiente hongo, que se distribuyó a los caficultores libre de costo durante tres años, para que pudieran inocular todas las fincas con el hongo tan pronto apareciera la broca.

El hongo *B. bassiana* se ha utilizado en casi toda la zona cafetera infestada con broca, a través de un programa de introducción patrocinado por la Federación Nacional de Cafeteros, convirtiéndose en el factor de mortalidad natural más importante de la broca en Colombia, durante 1995 se estimó que en promedio el 49% de la población total de broca murió a causa de este hongo (Ruiz 1996).

Los desarrollos de estas investigaciones han permitido que muchos laboratorios particulares se dediquen a la producción de entomopatógenos especialmente dirigidos a la broca del café y que el hongo si no es producido en la finca, el agricultor pueda adquirirlo en alguno de estos laboratorios.

Las investigaciones actuales están dirigidas a mejorar la eficacia de estos hongos en el control de la broca. Para esto se han realizado estudios de selección y caracterización de aislamientos de *B. bassiana* y *M. anisopliae* teniendo en cuenta su morfología (Padilla *et al.* 2000), su patogenicidad (Jiménez 1992, Bernal *et al.* 1994), sus características fisiológicas y de reproducción (Valdés *et al.* 1999, Vélez *et al.* 1999, 2001) y utilizando técnicas moleculares (Valderrama *et al.* 2000, Gaitan *et al.* 2002). Recientemente se está intentando la transformación genética de estos hongos con genes que incrementen su virulencia y puedan ser más eficaces en el control de la broca del café en el campo. (Góngora 2000, 2005).

Parasitoides contra la broca del café

Con el fin de incrementar la fauna de enemigos biológicos de la broca se introdujeron tres especies de parasitoides desde Africa: *Cephalonomia stephanoderis* Betrem, *Prorops nasuta* Waterston y *Phymastichus coffea*. La Salle. La producción masiva de estas especies ha sido bien documentada (Orozco 1995, Portilla y Bustillo 1995, Orozco y Aristizábal 1996, Bustillo *et al.* 1996). Estos parasitoides se han liberado en los cafetales a través de actividades conjuntas con el servicio de Extensión de la Federación Nacional de Cafeteros, con el propósito inicial de establecerlos en el ecosistema cafetero y que se distribuyan a todos los cafetales infestados con la broca. Los métodos de producción aún no son lo suficientemente baratos para poder justificar su uso a nivel comercial.

Estudios de campo han mostrado la viabilidad de *C. stephanoderis* y *P. nasuta* para reducir los niveles de infestación de la broca pero utilizando relaciones altas de parasitoides que oscilan entre 3 y 10 parasitoides por fruto infestado (Salazar y Baker 2002, Bacca 1999) Estos parasitoides atacan todos los estados de la broca cuando colonizan los frutos infestados. Primero matan el adulto de la broca y se alimentan de su hemolinfa, luego consumen los huevos y las larvas de primer instar y posteriormente paralizan las larvas de segundo instar, las prepupas y pupas sobre las cuales ovopositan y se desarrollan (Bustillo *et al.* 1996).

Debido a este comportamiento *C. stephanoderis* y *P. nasuta* están dirigidos a los frutos maduros, sobremaduros y secos que no fueron recolectados y se quedaron en el árbol. Por tanto, las épocas más oportunas para liberar las avispidas son al terminar la cosecha principal y después de la mitaca. Los parasitoides se liberan en los "focos" de la finca donde los niveles de infestación son más altos. No se recomienda su aplicación en forma generalizada debido a los altos costos de producción de los parasitoides (Aristizábal *et al.* 1998b).

El establecimiento de los parasitoides es evidente en todas las zonas donde se han liberado. El parasitismo ocasionado por *C. stephanoderis*, es dependiente de las densidades de *H. hampei* y aumenta cuando las poblaciones de la broca son mayores (Benavides *et al.* 1994). En estudios de campo se ha determinado que *C. stephanoderis* disminuyó significativamente el número de estados biológicos de la broca, tanto en frutos recolectados en árboles como en frutos del suelo (Aristizábal *et al.* 1997).

Observaciones en Nariño después de cuatro años de realizar liberaciones de las especies *P. nasuta* y *C. stephanoderis* en cafetales del Departamento, se comprobó su establecimiento en la región. Sin embargo, *P. nasuta* demostró más adaptación al medio ya que se encontró en mayor proporción y en más lugares que *C. stephanoderis* (Quintero *et al.* 1998).

Tanto para *C. stephanoderis* como para *P. nasuta* se ha encontrado que realizan una acción depredadora sobre los adultos que se encuentran colonizando los frutos. El nivel de ataque se ha encontrado que puede variar entre un 48% hasta un 65% para *C. stephanoderis*. (Aristizábal *et al.* 1998a), en el caso de *P. nasuta* estos niveles se han registrado entre el 60 y 70% de predación (Bacca 1999).

Un programa similar se adelanta con *Phymastichus coffea*, parasitoide de adultos de la broca. Para esta especie también se ha desarrollado un proceso de producción masiva (Orozco y Aristizábal 1996, Orozco 2002) y después de comprobar su selectividad a especies de Scolytinae (López – Vaamonde *et al.* 1997) se autorizó su liberación en cafetales colombianos. *P. coffea* parasita el adulto de la broca que está penetrando los frutos, siendo un complemento ideal para las otras dos especies. En condiciones de campo se ha comprobado una alta capacidad de búsqueda y adaptación de *P. coffea* sobre poblaciones de la broca (Vergara 2001a, Echeverry 1999). Los estudios sobre dispersión han mostrado una buena capacidad para establecerse en el campo, aún en presencia de poblaciones de broca inferiores al 5% de infestación (Vergara 2001b).

Jaramillo *et al.* (2002, 2005) determinaron la capacidad de parasitismo de *P. coffea* sobre poblaciones de *H. hampei* en frutos de café de diferentes edades, la cual es mayor cuando la broca se encuentra en posiciones de penetración en el fruto y la edad de estos esta entre los 70 y 170 días después de la floración del fruto. Por otra parte Aristizábal *et al.* (2004) a través de investigación participativa con caficultores demostró que estos parasitoides pueden convertirse en reguladores importantes de las poblaciones de broca en cafetales y establecerse en el ecosistema cafetero colombiano.

Compatibilidad de los parasitoides con otros métodos de control

Los hongos *B. bassiana* y *M. anisopliae* bajo condiciones de campo cuando se expusieron a adultos de *C. stephanoderis* y *P. nasuta* causaron mortalidades muy bajas. Los entomopatógenos y los parasitoides se pueden emplear en un programa de manejo integrado de la broca del café, donde el intervalo de tiempo entre aplicación de los hongos y liberación de los parasitoides sea de 8 días para disminuir los

riesgos de infección en el parasitoide los cuales de acuerdo con este estudio fueron inferiores al 7%. El riesgo de la infección en los parasitoides se reduce si éstos se liberan antes de asperjar los hongos (Reyes *et al.* 1995, Mejía *et al.* 2000).

En relación con el uso de insecticidas para el control de la broca se demostró que todos los productos con licencia del ICA, causan altas mortalidades a los parasitoides introducidos en los cafetales. Solo se recomienda la aspersión cuando han transcurrido como mínimo 30 días después de la liberación de los parasitoides. Si los insecticidas se asperjan primero, se deben esperar 21 días para liberar los parasitoides (Guzmán 1996, Bustillo *et al.* 1998).

Para la producción masiva de parasitoides de la broca se desarrolló una metodología que permite la producción de millones de avispitas mensuales en los laboratorios de Cenicafé de las especies *C. stephanoderis*, *P. nasuta* y *P. coffea*. Esta información ha sido puesta a prueba y en marcha con 11 laboratorios particulares con los cuales se contrató la producción masiva para poder iniciar liberaciones masivas de avispitas en fincas cafeteras infestadas con la broca. Hasta el momento se han liberado más de 1600 millones de parasitoides en los departamentos cafeteros infestados con la broca del café. El objetivo final de este programa se ha cumplido con el establecimiento de estos parasitoides en la zona cafetera infestada con broca, incrementando así sus enemigos en los cafetales. (Bustillo *et al.* 1998).

LITERATURA CITADA

- ARCILA, A.E. BUSTILLO; B. CHAVES. 2006. Estudio de la cepa Bb9205 de *Beauveria bassiana* en el control de la broca del café. Revista Cenicafé, en prensa. 20p.
- ARISTIZÁBAL, L. F.; BAKER, P. S.; OROZCO, J.; CHAVES, B. 1997. Parasitismo de *Cephalonomia stephanoderis* Betrem sobre una población de *Hypothenemus hampei* (Ferrari) con niveles bajos de infestación en campo. Revista Colombiana de Entomología, 23 (3-4): 157-164.
- ARISTIZÁBAL, L. F.; BUSTILLO, A. E.; BAKER, P. S.; OROZCO, J.; CHAVES, B. 1998a. Efecto depredador del parasitoide *Cephalonomia stephanoderis* (Hymenoptera: Bethyridae) sobre los estados inmaduros de *Hypothenemus hampei* (Coleoptera: Scolytidae) en condiciones de campo. Revista Colombiana de Entomología, 24 (1-2): 35-42.
- ARISTIZÁBAL, L. F.; BUSTILLO, A. E.; OROZCO, J.; CHAVES, B. 1998b. Efecto del parasitoide *Cephalonomia stephanoderis* (Hymenoptera: Bethyridae) sobre las poblaciones de *Hypothenemus hampei* (Coleoptera: Scolytidae) durante y después de la cosecha. Revista Colombiana de Entomología, 24 (3-4): 149-155.
- ARISTIZÁBAL, L. F.; SALAZAR, H. M.; MEJÍA, C. G.; BUSTILLO, A. E. 2004. Introducción y evaluación de *Phymastichus coffea* (Hymenoptera: Eulophidae) en fincas de pequeños caficultores a través de investigación participativa. Revista Colombiana de Entomología, 30 (2): 219- 224.
- BACCA, R. T. 1999. Efecto del parasitoide *Prorops nasuta* Waterston (Hymenoptera: Bethyridae) sobre poblaciones de broca del café *Hypothenemus hampei* (Ferrari) (Coleoptera: Scolytidae). Santafé de Bogotá, Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Agronomía. 186 p. 76, Refs. (Tesis: Maestría en Ciencias Agrarias)
- BENAVIDES, P.; A. E. BUSTILLO; E. C. MONTOYA. 1994. 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.
- BERNAL, M. G.; A. E. BUSTILLO; F. J. POSADA. 1994. Virulencia de aislamientos de *Metarhizium anisopliae* y su eficacia en campo sobre *Hypothenemus hampei*. Revista Colombiana de Entomología, 20 (4):225-228.

- BUSTILLO, A. E.; H. CASTILLO; D. VILLALBA, E. MORALES; P. VÉLEZ. 1991. Evaluaciones de campo con el hongo *Beauveria bassiana* para el control de la broca del café, *Hypothenemus hampei* en Colombia. ASIC, 14e. Colloque, San Francisco, EE.UU., 1991. p.679-686.
- BUSTILLO, A. E.; D. VILLALBA.; J. OROZCO; P. BENAVIDES; I. C. REYES; B. CHÁVES. 1995. Integrated pest management to control the coffee berry borer, *Hypothenemus hampei*, in Colombia. ASIC, 16e. Colloque, Kyoto, Japan, p. 671-680.
- BUSTILLO, A. E.; POSADA, F. J. 1996. El uso de entomopatógenos en el control de la broca del café en Colombia. Manejo Integrado de Plagas (Costa Rica), 42: 1-13.
- BUSTILLO, A. E.; J. OROZCO; P. BENAVIDES; M. PORTILLA. 1996. Producción masiva y uso de parasitoides para el control de la broca del café, *Hypothenemus hampei*, en Colombia. Cenicafé (Colombia), 47 (4): 215-230.
- BUSTILLO., A. E; R. CÁRDENAS.; D. VILLALBA; P. BENAVIDES; J. OROZCO F. POSADA. 1998. Manejo integrado de la broca del café, *Hypothenemus hampei* (Ferrari) en Colombia. Chinchiná, Cenicafé, 134p.
- BUSTILLO, A. E.; M. G. BERNAL; B. CHAVES; P. BENAVIDES. 1999. Dynamics of *Beauveria bassiana* and *Metarhizium anisopliae* infecting *Hypothenemus hampei* (Coleoptera: Scolytidae) populations emerging from fallen coffee berries. Florida Entomologist 82 (4): 491-498
- BUSTILLO, A. E. 2004. Un nuevo modelo de trampa para la captura de adultos de la broca del café, *Hypothenemus hampei* (Ferrari). Nota Científica. Entomólogo (Colombia), 32 (97): 2 - 4.
- ECHEVERRY, O. A. 1999. Determinación del impacto de *Phymastichus coffea* La Salle (Hymenoptera: Eulophidae) sobre poblaciones de broca del café *Hypothenemus hampei* (Ferrari) (Coleoptera: Scolytidae), en la zona cafetera. Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Ciencias Agropecuarias - Palmira. 113 p. 64 Refs. (Tesis Ingeniero Agrónomo)
- FLÓREZ, E.; BUSTILLO, A. E.; MONTOYA, E. C. 1997. Evaluación de equipos de aspersión para el control de *Hypothenemus hampei* con el hongo *Beauveria bassiana*. Cenicafé (Colombia), 48 (2): 92- 98.
- GAITAN, A; VALDERRAMA, A.; SALDARRIAGA, G.; VELEZ, P.; BUSTILLO, A. 2002. Genetic variability of *Beauveria bassiana* associated with the coffee berry borer *Hypothenemus hampei*. Mycological Research. Vol. 106, Part 11, nov. 2002: 1307 – 1314.
- GONGORA C. E., C. E.; S. WANG, R. V.. BARBEHENN; R. M. BROADWAY. 2000. Chitinolytic enzymes from *Streptomyces albidoflavus* expressed in tomato plants: effects on *Trichoplusia ni*. Entomologia Experimentalis et Applicata. In press. 26p.
- GONGORA, C. 2005. Avances en conocimiento y mejoramiento del hongo entomopatógeno *Beauveria bassiana* para el control de la broca del café, *Hypothenemus hampei*). En: Memorias XXXII Congreso Sociedad Colombiana de Entomología, Socolen, Ibagué, 27 – 29 de julio 2005. Editorial Produmedios ISBN:958-33-7959-X, p. 27 – 32.
- GUZMÁN, D. B. 1996. Efecto de varios insecticidas sobre el parasitoide de la broca del café *Cephalonomia stephanoderis* Betrem (Hymenoptera: Bethyridae). Manizales (Colombia). Universidad de Caldas. Facultad de Ciencias Agropecuarias. 131 p. 85 Refs. (Tesis: Ingeniero Agrónomo)
- JARAMILLO, J.; BUSTILLO, A. E.; MONTOYA, E. C. 2002. Parasitismo de *Phymastichus coffea* sobre poblaciones de *Hypothenemus hampei* en frutos de café de diferentes edades. Revista Cenicafé, 53 (4): 317-326.

- JARAMILLO J., A. E. BUSTILLO, E. C. MONTOYA; C. BORGEMEISTER. 2005. Biological control of the coffee berry borer *Hypothenemus hampei* (Ferrari) (Coleoptera: Curculionidae, Scolytinae) by *Phymastichus coffea* LaSalle (Hymenoptera: Eulophidae) in Colombia. Bulletin of Entomological Research, 95: 1 – 6.
- JIMÉNEZ, J. A. 1992. Patogenicidad de diferentes aislamientos de *Beauveria bassiana* sobre la broca del café. Revista Cenicafé, 43(3): 84-88.
- LÓPEZ-VAAMONDE, C.; P. S BAKER; M. J. W. COCK; J. OROZCO. 1997. Dossier on *Phymastichus coffea* (Hymenoptera: Eulophidae, Tetrastichinae), a potential biological control agent for *Hypothenemus hampei* (Coleoptera: Scolytidae), in Colombia. CABI, IIBC, Ascot, UK & Cenicafé, Chinchiná, Colombia. 23p.
- MEJÍA, J. W.; BUSTILLO, A. E., OROZCO, J.; CHÁVES, B. 2000. Efecto de cuatro insecticidas y de *Beauveria bassiana* sobre *Prorops nasuta* (Hymenoptera: Bethyridae), parasitoide de la broca del café. Revista Colombiana de Entomología, 26 (3-4): 117-123
- OROZCO, J. 1995. Uso de parasitoides de origen africano para el control de la broca en Colombia. Memorias XXII Congreso de SOCOLEN. Bogotá, Julio 26 - 28, p. 102-108.
- OROZCO, J; L. F. ARISTIZÁBAL. 1996. Parasitoides de origen africano para el control de la broca del café. Avances Técnicos de Cenicafé Nos. 223. Chinchiná, enero de 1996.
- OROZCO, J. 2002. Guía para la producción del parasitoide *Phymastichus coffea* para el control de la broca del café. CFC -Cenicafé – Cabi Commodities, ICO, 19 p.
- PADILLA, G. N.; M. G. BERNAL.; P. E. VÉLEZ; E. C. MONTOYA. 2000. Caracterización patogénica y morfológica de aislamientos de *Metarhizium anisopliae* obtenidos de diferentes órdenes insectiles. Cenicafé 51 (1): 28-40.
- PORTILLA, M.; BUSTILLO A. E.. 1995. 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.
- POSADA, F. J.; BUSTILLO A. E. 1994. El hongo *Beauveria bassiana* y su impacto en la caficultura Colombiana. Agricultura Tropical (Colombia), 31 (3): 97 - 106.
- QUINTERO, C., BUSTILLO A. E., BENAVIDES, P., CHAVES B. 1998. Evidencias del establecimiento de *Cephalonomia stephanoderis* y *Prorops nasuta* (Hymenoptera: Bethyridae) en cafetales del departamento de Nariño, Colombia. Revista Colombiana de Entomología, 24 (3-4): 141-147.
- REYES, I. C.; A. E. BUSTILLO; B. CHAVES. 1995. Efecto de *Beauveria bassiana* y *Metarhizium anisopliae* sobre el parasitoide de la broca del café, *Cephalonomia stephanoderis*. Revista Colombiana de Entomología, 21 (4): 199-204.
- RUIZ, R. 1996. Efecto de la fenología del fruto del café sobre los parámetros de la tabla de vida de la broca del café; *Hypothenemus hampei* (Ferrari). Universidad de Caldas, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Manizales (Colombia), 87 p. 62 Refs. (Tesis: Ingeniero Agrónomo).
- SALAZAR, H. M.; BAKER, P. S. 2002. Impacto de liberaciones de *Cephalonomia stephanoderis* sobre poblaciones de *Hypothenemus hampei*. Revista Cenicafé, 53 (4): 306-316.
- VALDERRAMA, A. M.; M. A. CRISTANCHO; B. CHAVES. 2000. Análisis de la variabilidad genética del hongo entomopatógeno *Beauveria bassiana* con marcadores RAPD. Revista Colombiana de Entomología, 26 (1-2): 25-30.

- VALDÉS, B. E.; P. E VÉLEZ; E. C. MONTOYA. 1999. Caracterización enzimática y patogenicidad de aislamientos de *Beauveria bassiana* sobre la broca del café. *Cenicafé*, 50 (2): 106-118.
- VÉLEZ, P. E.; M. T GONZÁLEZ; A. RIVERA; A. E. BUSTILLO; M. N. ESTRADA; E. C. MONTOYA. 1999. Caracterización de aislamientos de *Beauveria bassiana* y *Metarhizium anisopliae* de la colección de Cenicafé. *Revista Colombiana de Entomología* 25 (3-4): 191-207.
- VÉLEZ, P. E.; ESTRADA, M. N; GONZÁLEZ, M. T.; VALDERRAMA, A. M.; BUSTILLO, A. E. 2001. Caracterización de aislamientos de *Beauveria bassiana* para el control de la broca del café. *Manejo Integrado de Plagas (Costa Rica)*, 62: 38 -53.
- VERGARA, J. D., OROZCO, J., BUSTILLO, A. E., CHÁVES, B. 2001a. Biología de *Phymastichus coffea* en condiciones de campo. *Revista Cenicafé (Colombia)*, 52 (2): 97-103.
- VERGARA, J. D., OROZCO, J., BUSTILLO, A. E., CHÁVES, B. 2001b. Dispersión de *Phymastichus coffea* en un lote de café infestado de *Hypothenemus hampei*. *Revista Cenicafé (Colombia)*, 52 (2): 104 – 110..