

HONGOS ENTOMOPATÓGENOS DE LAS HORMIGAS ARRIERAS *Atta mexicana* EN MÉXICO

por Gloria Carrión
Luis Quiroz y
Jorge Valenzuela

ENTOMOPATHOGENIC FUNGI OF LEAF CUTTING ANTS *Atta mexicana* IN MEXICO

ABSTRACT

The entomopathogenic fungi isolated from bodies of dead females of *A. mexicana* are reported and described in this paper. Ants were collected in the State of Morelos, Mexico, after their nuptial flight, while they were trying to bury for nesting. Three fungal species were found: *Aspergillus parasiticus*, *Beauveria bassiana* and *Metarhizium anisopliae* var. *anisopliae*. This is the first record of entomopathogenic fungi on *Atta mexicana*.

KEY WORDS: Entomopathogenic fungi, *Atta mexicana*, *Aspergillus parasiticus*, *Beauveria bassiana*, *Metarhizium anisopliae* var. *anisopliae*.

RESUMEN

Se reportan y describen los hongos entomopatógenos aislados del cuerpo de hembras muertas de *A. mexicana*. Las hormigas fueron colectadas en el estado de Morelos, inmediatamente después del vuelo nupcial, al momento en que comenzaban a enterrarse para anidar. Las especies fúngicas encontradas fueron: *Aspergillus parasiticus*, *Beauveria bassiana* y *Metarhizium anisopliae* var. *anisopliae*. Este es el primer registro de hongos entomopatógenos aislados sobre *Atta mexicana*.

PALABRAS CLAVE: Hongos entomopatógenos, *Atta mexicana*, *Aspergillus parasiticus*, *Beauveria bassiana*, *Metarhizium anisopliae* var. *anisopliae*.

INTRODUCCIÓN

Las hormigas del género *Atta* están ampliamente distribuidas en las regiones tropicales y subtropicales de América (Weber, 1972). Algunas especies son consideradas plagas porque constantemente defolian plantas de importancia agrícola, forestal y ornamental (Cherret, 1982; 1986a; Cherret y Peregrine, 1976). Las hormigas ocupan estas hojas para cultivar un hongo que utilizan como alimento, el cual se ha determinado como *Leucoagaricus gongylophorus* (Möller) Singer en *Atta cephalotes* (Fisher *et al.*, 1994).

Instituto de Ecología, Apartado Postal 63, Xalapa, Ver.

Recibido: 3 de octubre, 1996. Aceptado: 12 de enero, 1997.

Solicitud de sobretiros: Gloria Carrión¹.

En México existen tres especies: *Atta cephalotes* L., *A. mexicana* F. Smith y *A. texana* Buckley siendo las dos primeras las de mayor importancia económica ya que defolían cultivos como cítricos, cacao, café, algodón y maíz entre otros (McGregor y Gutiérrez, 1983; Morón y Terrón 1988).

El combate de estos insectos se hace comúnmente con insecticidas organoclorados, los cuales han sido prohibidos en algunos países debido a los problemas ambientales que provocan (Cherret, 1986b). Por esta razón es conveniente buscar métodos alternativos y/o complementarios para su combate.

En el caso de las hormigas, el género *Cordyceps* ha sido uno de los más estudiados dentro de los hongos entomopatógenos (Evans, 1974; Evans y Samson, 1982; 1984). Varios autores han registrado la presencia de hongos parásitos en algunas especies de *Atta* (Alves y Soza Gomes, 1983; Jouvenaz, 1986; Kermarrec *et al.*, 1986; Wilcken y Berti Filho, 1994). Estos últimos registraron para Brasil *Beauveria bassiana* sobre *Acromyrmex* spp., *Atta sexdens piriventris* Santschi y *A. sexdens rubropilosa* Forel y *Metarhizium anisopliae* sobre las dos últimas. También se ha registrado *B. bassiana* para *Solenopsis invicta* de Brasil (St. Leger *et al.*, 1992) y se ha usado como agente de control en esta hormiga que fue introducida a Estados Unidos (Stimac *et al.*, 1993; Oi *et al.*, 1994). Los registros de hongos entomopatógenos para México son escasos. En la literatura no existen datos de hongos entomopatógenos sobre *A. mexicana* aunque en otros insectos estos hongos son ampliamente conocidos.

En el transcurso de colectas realizadas con el fin de estudiar el comportamiento de fundación del nido de *A. mexicana* se encontró que algunas hormigas reinas mueren por efecto del ataque de hongos. La frecuencia de los hongos así como su patogenicidad es motivo de otro trabajo. En el presente trabajo se describen tres especies de hongos parásitos que fueron aislados de estas hormigas.

MATERIALES Y MÉTODOS

Las colectas fueron realizadas en áreas verdes de la ciudad de Cuernavaca y sus alrededores, en el estado de Morelos. Los muestreos se efectuaron durante tres años consecutivos 1994 (642 reinas), 1995 (607) y 1996 (740). Las hembras fueron colectadas después del vuelo nupcial, una vez que volvían a posarse en el suelo, algunas incluso antes de despojarse de sus alas. La mayoría fueron encontradas cuando estaban enterrándose para formar su celda claustral. En los tres años muestreados los vuelos nupciales ocurrieron al inicio de la época de lluvias, durante el mes de junio. Las reinas fueron confinadas individualmente en frascos de plástico con un poco de papel en su interior para proporcionar una superficie de sujeción a las hormigas y evitar su daño durante el transporte. Una vez en el laboratorio se les colocó de manera individual en recipientes de plástico de 100 ml de capacidad, que contenían vermiculita húmeda, previamente esterilizada. De esta manera es posible mantener a las reinas vivas y en buenas condiciones hasta la emergencia de las primeras obreras (Mintzer *et al.*, 1991). Las hormigas fueron revisadas cada cinco días, separando los ejemplares muertos, los que fueron conservados y mantenidos en observación para detectar la presencia de hongos entomopatógenos. Los cuerpos de las hormigas que presentaron hongos se colocaron en una cámara húmeda para que el micelio terminara su desarrollo hasta su esporulación. Se revisaron al microscopio estereoscópico los hongos que estaban parasitando a las hormigas y se determinaron con ayuda de literatura especializada mediante las estructuras reproductivas bajo el

microscopio compuesto (De Hoog, 1972; Klich y Pitt, 1988; Raper y Fennell, 1977; Rombach *et al.*, 1987; Samson *et al.*, 1988). Para el aislamiento de los hongos se utilizaron placas de agar con papa y dextrosa (PDA) y agar con extracto de malta (EMA), mantenidas a $20 \pm 2^\circ\text{C}$. Todos los cuerpos de las hormigas fueron depositados en el herbario del Instituto de Ecología (XAL) y las cepas están conservadas en nitrógeno líquido en el cepario del Departamento Hongos del mismo Instituto.

ESPECIES CONSIDERADAS

Aspergillus parasiticus Speare

Figs. 1-2

Micelio blanco algodonoso denso en PDA, crece 20 mm de diámetro en 5 días. Cabeza conidial de 40-70 μm , columnar cuando esporula en las hormigas reinas debido a la densidad de los conidióforos, y radial columnar cuando esporula en medios de cultivo. Conidióforos amarillo-verdosos cuando jóvenes, cambiando a verdes hasta llegar a café-oliváceos, de 440-760 μm de altura y 4-8 μm de ancho, de pared delgada, septado, ornamentado con finas vellosidades. Parte apical del conidióforo globoso de 24-40 μm de diámetro. Fiálides uniseriadas en forma de botella 8-17 x 2-3 μm . Conidios globosos de 3-6 μm de diámetro de color verdes, de pared delgada, finamente rugosas. No se observaron esclerocios.

Hábitat: Hormigas hembras de *A. mexicana*.

Material estudiado. MORELOS, Mpio. Cuernavaca, Jardines de Cuernavaca, Quiroz *sin número-junio 1994; 1995; 1996*, cepa IE-P15.

Al inicio de la esporulación los conidióforos salen a través del cuerpo de la hormiga generalmente en la cabeza y el dorso, aunque pueden salir de las articulaciones de las patas. Posteriormente los cuerpos de las hormigas pueden quedar completamente cubiertos por este hongo.

Las fiálides citadas por Raper y Fennell (1977) son menos largas que las del material estudiado (7-9 x 3-4 μm).

A. parasiticus pertenece al grupo *A. flavus*, siempre se le ha relacionado como parásito de insectos, aunque ha habido confusión para la delimitación de esta especie porque es muy similar morfológicamente a *A. sojae* el cual es utilizado en fermentación de alimentos en el oriente. En cambio *A. parasiticus* produce una potente sustancia carcinógena. Klich y Pitt (1988) propusieron una clave para la diferenciación de estas especies, esta clave se usó para la determinación de la cepa aquí estudiada. Klich y Mullaney (1989) usaron un medio conteniendo bleomicina para distinguir *A. parasiticus* de *A. sojae* Sakaguchi & Yamada.

Beauveria bassiana (Bals.) Vuill.

Fig. 3

Colonia blanco-lanosa en PDA, crece 20 mm de diámetro a los 5 días. Conidióforos formados por racimos de células conidiógenas dispuestas en verticilos, hialinas, de pared lisa. Célula conidiógena simpodial, globosa en la parte basal de 3-4 x 2-3.5 μm ó elongadas formando un raquis denticulado,

dando la apariencia de crecimiento en zig zag de 10-20 μm de largo. Conidios hialinos globosos o ampliamente elipsoidales, algunas veces con la base apiculada de 2.5-3 (-4) x 2.5-3 μm .

Hábitat: Hormigas hembras de *A. mexicana*.

Material estudiado. MORELOS, Mpio. Cuernavaca, Jardines de Cuernavaca, *Quiroz sin número-junio 1994; 1995; 1996*, cepa IE-P14.

Pocos fueron los cadáveres de hormigas en donde se encontró esporulando *B. bassiana*. La esporulación semeja un masa blancuzca, algodonosa granulosa y pulverulenta, puede presentarse en todo el cuerpo de la hormiga. La esporulación empezaba por la cabeza y continuaba hacia el tórax, en otros cuerpos de hormigas iniciaba por la región anal y continuaba por el abdomen, posteriormente cubría prácticamente todo el cuerpo (Fig. 3).

B. bassiana se ha registrado para muchas especies de insectos de los grupos Coleoptera, Hymenoptera, Hemiptera, Orthoptera, Lepidoptera, Diptera, Homoptera, Heteroptera (De Hoog, 1972; St. Leger *et al.*, 1992). Muchos trabajos se han realizado con esta especie con la intención de usarla como agente de control biológico, incluso se han llevado a cabo programas de combate de diversas especies de insectos, consideradas como plagas. *B. bassiana* se ha registrado sobre varias especies de hormigas (Stimac *et al.*, 1993; St. Leger *et al.*, 1992; Wilcken y Berti Filho, 1994).

St. Leger *et al.* (1992) trabajaron con cepas de *B. bassiana* de diversas partes del mundo y entre ellas tres cepas colectadas en México sobre Coleoptera, Attini y Homoptera; estas cepas quedaron en diferentes clases de genotipos. Asimismo dichas cepas difieren del genotipo que fue colectado sobre *Solenopsis* sp. en Brasil. No se ha determinado el genotipo de la cepa aislada de *A. mexicana*.

Metarhizium anisopliae (Metschn) Sorokin var. *anisopliae*

Micelio blanco aterciopelado, abundante en EMA, crece 42 mm de diámetro a los 5 días. Masa conidial color verde grisáceo pálido. Conidióforo formando placas compactas por su proximidad, de 50-70 μm de longitud. Células conidiógenas fialídicas, cilíndricas a estrechamente elipsoidales 8-12 x 3-5 μm , ramificándose en verticilos o estructuras que semejan un candelabro. Conidios arreglados en masas columnares de 30-55 μm de altura, cilíndricos, de 5-8 x 3 μm , pared lisa.

Hábitat: Sobre cadáveres de hormigas hembras de *Atta mexicana*.

Material estudiado. MORELOS, Mpio. Cuernavaca, Jardines de Cuernavaca, *Quiroz sin número-junio 1994; 1995; 1996*, cepa IE-P17.

El micelio cubre todo el cuerpo de la hormiga y posteriormente se puede observar una gruesa capa de esporas de color verde-grisáceo a manera de un cojín de esporas.

Esta especie ha sido ampliamente estudiada como agente de control biológico de diversos insectos plaga. Hasta ahora se reconocen tres especies de *Metarhizium*; *M. album* Petch, *M. anisopliae*, de la cual se reconocen dos variedades var. *anisopliae* y var. *majus* (Johnston) Tulloch y *M. flavoviride* W. Gams & Rozsypal, esta última también con dos variedades, *M. flavoviride* var. *flavoviride* y *M. flavoviride* var. *minus* Rombach, Humber & D.W. Roberts (Pipe *et al.*, 1995).

Rombach *et al.* (1987) separaron estas especies con base en sus caracteres morfológicos; principalmente forma de conidios y células conidiógenas, presencia o ausencia de una zona subhimenal de cuerpos hifales hinchados y el tipo de cadenas conidiales; considerando el tamaño de los conidios para delimitar variedades y el color de la masa de conidios de valor taxonómico secundario. Tulloch (1976) fue el primero en reconocer dos variedades de *M. anisopliae* considerando el tamaño de las conidios para separarlos. La separación de estas variedades ha sido confirmada mediante el estudio de la variabilidad de isoenzimas y la secuencia parcial 28S rRNA (Rakotonirainy *et al.*, 1994).

De igual manera las dos variedades aceptadas de *Metarhizium flavoviride* están separadas por el tamaño de sus conidios (Rombach *et al.*, 1986).

La cepa aquí estudiada fue determinada de acuerdo a la clave propuesta por Rombach *et al.* (1987), donde las esporas de la var. *anisopliae* son de menor tamaño ($\leq 7 \mu\text{m}$ hasta $9 \mu\text{m}$) que las de la var. *majus* ($\geq 11 \mu\text{m}$).

DISCUSIÓN

Las tres especies de hongos entomopatógenos encontradas, ya han sido aisladas a partir de otros insectos incluyendo de hormigas (Samson *et al.*, 1988; Kermarrec *et al.*, 1986). Sin embargo, éste es el primer reporte de su presencia en *A. mexicana*.

Con relación a la forma en que se infectan las reinas lo más probable es que esto ocurra cuando se están enterrando para anidar. El intervalo de tiempo transcurrido desde que las reinas salían de sus colonias hasta el momento en que fueron colectadas es relativamente breve, de entre una y dos horas. Es poco factible que las hormigas estén infectadas desde que salen del nido el cual es mantenido limpio por las propias hormigas mediante el uso de sustancias con propiedades antibióticas (Kermarrec *et al.*, 1986). En consecuencia puede haber dos posibilidades de infección de las hormigas, ya sea durante el vuelo nupcial, lo que parece poco probable, o después de éste al momento en que las reinas se vuelven a posar en el suelo, se cortan las alas y buscan un sitio adecuado para anidar.

Algunos estudios realizados en campo han encontrado que la frecuencia de aparición de hongos entomopatógenos en las colonias de hormigas es baja (Jouvenaz *et al.*, 1977; Beckham *et al.*, 1982; Jaffe, 1986). Este fenómeno probablemente se debe al hecho de que las hormigas poseen estrategias eficientes para controlar la proliferación de hongos parásitos y de otras enfermedades microbianas en sus colonias. Este control se ejerce tanto a través de su comportamiento de limpieza como por el uso de sustancias antibióticas con las cuales "fumigan" los hormigueros (Mackay *et al.*, 1990; Evans, 1989). De hecho a la fecha los casos de combate de hormigas por medio del uso de parásitos, han tenido sólo una eficiencia parcial, ya que aunque generalmente se logra disminuir la actividad de las colonias, no se consigue la eliminación de los hormigueros (Oi *et al.*, 1994).

Sin embargo, no se han realizado estudios sobre la incidencia de estos hongos en las reinas fundadoras, las cuales pueden ser mucho más susceptibles al salir del nido para realizar el vuelo nupcial, debido a que para anidar tienen que entrar en contacto con un substrato ajeno al nido y no poseen aún obreras que las limpien.

A. parasiticus fue el hongo más frecuente en el material colectado. Sin embargo, la patogenicidad de este hongo en las hormigas Attini y otros insectos no se ha demostrado aún (Kermarrec *et al.*, 1986).

Resultados preliminares de patogenicidad obtenidos por los autores sugieren que *A. parasiticus* no tiene un efecto muy importante sobre la mortalidad de obreras de *A. mexicana* bajo condiciones de laboratorio. Estos resultados indican la importancia de hacer pruebas de la patogenicidad de *A. parasiticus* sobre los insectos de que ha sido aislada, antes de considerarlo como causa de mortalidad.

En lo que se refiere a *B. bassiana* y *M. anisopliae* var. *anisopliae*, tienen un amplio rango de hospederos y de distribución geográfica. Su patogenicidad ha sido ampliamente demostrada en diversos grupos de insectos incluyendo algunas especies de hormigas (Samson *et al.*, 1988; Mugnai *et al.*, 1989; Wilcken y Berti Filho, 1994). Estudios quimiataxonomicos muestran que existe una gran variabilidad de genotipos en los hongos aislados de diferentes hospederos y/o zonas geográficas (Mugnai *et al.*, 1989; Rakotonirainy *et al.*, 1994). Por este motivo es importante realizar estudios de especificidad que comparen el efecto de las cepas aisladas en diferentes hospederos y bajo diversas condiciones climáticas. Por otra parte también sería de gran interés encontrar cepas específicas de los insectos que se deseen combatir de manera que su aplicación no afecte a otras especies.

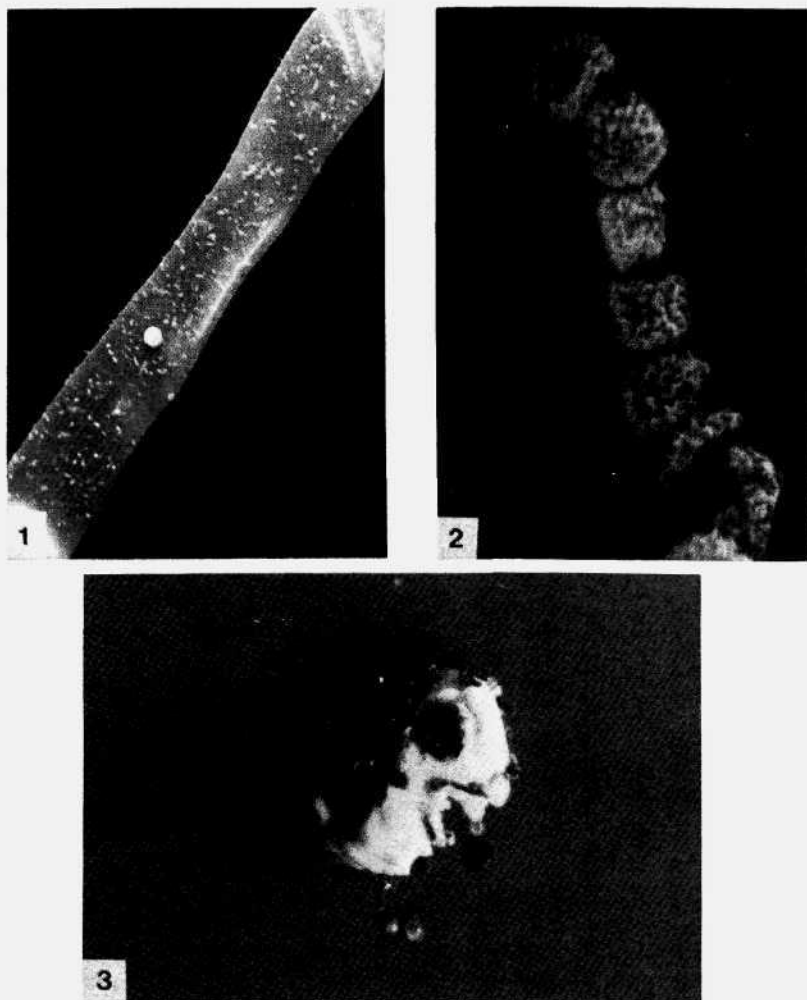
AGRADECIMIENTOS

Se agradece a los Biól. Adriana Trejo y Armando Burgos por su ayuda en la colecta de las hormigas y las facilidades brindadas para trabajar en las instalaciones del Laboratorio de Parasitología Vegetal de la UAEM. A la Biól. Ileana Viveros Torres por su ayuda en el mantenimiento de las hormigas. A la Biól. Zelene Durán por el aislamiento y mantenimiento y conservación de las cepas, al Sr. Tiburcio Laez por las muestras observadas al microscopio electrónico de barrido y a la M. en C. Rosario Medel por la revisión del manuscrito.

LITERATURA CITADA

- Alves, S.B. y D. Soza Gomes, 1983. Virulência do *Metarhizium anisopliae* (Metschn) Sorok e *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill. para duas castas de *Atta sexdens rubropilosa* (Forel, 1908). *Poliagro* 5: 1-9.
- Beckham, R.D., S.L. Bilimoria y D.P. Bartell, 1982. A survey for microorganisms associated with ants in western Texas. *Southwest. Entomol.* 7: 225-229.
- Cherret, J.M., 1982. The economic importance of leaf-cutting ants. In: M.D. Breed, C.D. Michener, H.C. Evans (eds.) *The Biology of Social Insects*. Westview Press, Boulder.
- Cherret, J.M., 1986a. History of the leaf-cutting ants problem. In: C.S. Lofgren, R.K. Vander Meer (eds.) *Fire Ants and Leaf-cutting Ants, Biology and Management*. Westview Press, Boulder.
- Cherret, J.M., 1986b. Chemical control and bait formulations for leaf cutting ants. In: C.S. Lofgren, R.K. Vander Meer (eds.) *Fire Ants and Leaf-cutting Ants, Biology and Management*. Westview Press, Boulder.
- Cherret, J.M. y D.J. Peregrine D.J., 1976. A review of the status of leaf-cutting ants and their control. *Ann. Appl. Biol.* 84: 124-128.
- De Hoog, G.S., 1972. The genera *Beauveria*, *Isaria*, *Tritirachium*, and *Acrodontium* gen. nov. *Stud. Mycol.* 1: 1-41.
- Evans, H.C., 1974. Natural control of arthropods, with special reference to ants (Formicidae), by fungi in the tropical high forest of Ghana. *J. Appl. Ecol.* 11: 37-49.
- Evans, H.C., 1989. Mycopathogens of insects of epigeal and aerial habitats. In: N. Wilding, N.M. Collins, P.M. Hammond, J.F. Webber (eds.) *Insect-Fungus Interactions*. Academic Press, London.

- Evans, H.C. y R.A. Samson, 1982. *Cordyceps* species and their anamorphs pathogenic on ants (Formicidae) in tropical forest ecosystems. I. The *Cephalotes* (Myrmicinae) complex. *Trans. Br. Mycol. Soc.* 79: 431-453.
- Evans, H.C. y R.A. Samson, 1984. *Cordyceps* species and their anamorphs pathogenic on ants (Formicidae) in tropical forest ecosystems. II. The *Camponotus* (Formicinae) complex. *Trans. Br. Mycol. Soc.* 81: 127-150.
- Fisher, P.J., D.J. Stradling y D.N. Pegler, 1994. Leaf cutting ants, their fungus gardens and the formation of basidiomata of *Leucoagaricus gongylophorus*. *Mycologist* 8: 128-131.
- Jaffe, K., 1986. Control of *Atta* and *Acromyrmex* spp. in pine tree plantations in the Venezuelan llanos. In: C.S. Lofgren, R.K. Vander-Meer (eds.) *Fire ants and leaf-cutting ants: biology and management*. Westview Press, Boulder.
- Jouvenaz, D.P., 1986. Diseases of fire ants: Problems and opportunities. In: C.S. Lofgren, R.K. Vander-Meer (eds.) *Fire Ants and Leaf-cutting Ants, Biology and Management*. Westview Press, Boulder.
- Jouvenaz, D.P., G.E. Allen, W.A. Banks y D.P. Wojcik, 1977. A survey for pathogens of fire ants, *Solenopsis* spp., in the southeastern United States. *Fla. Entomol.* 60: 275-279.
- Kermarrec, A., G. Febvay y M. Decharme, 1986. Protection of leaf-cutting ants from biohazards: Is there a future for microbiological control? In: C.S. Lofgren, R.K. Vander-Meer (eds.) *Fire ants and leaf-cutting ants: biology and management*. Westview Press, Boulder.
- Klich, M.A. y J.I. Pitt, 1988. Differentiation of *Aspergillus flavus* from *A. parasiticus* and other closely related species. *Trans. Br. Mycol. Soc.* 91: 99-108.
- Klich, M.A. y E.J. Mullaney, 1989. Use of a bleomycin-containing medium to distinguish *Aspergillus parasiticus* from *A. sojae*. *Mycologia* 81: 159-160.
- MacGregor R. y O. Gutiérrez, 1983. *Guía de insectos nocivos para la agricultura en México*. Ed. Alhambra Mexicana, México, D.F.
- Mackay, W.P., E.E. Mackay y S. Bradleigh-Vinson, 1990. La biología de *Solenopsis invicta* (Hymenoptera: Formicidae). *Folia Entomol. Mex.* 78: 209-240.
- Mintzer, A., L.N. Quiroz-Robledo y C. Deloya, 1991. Foundation of colonies of *Atta mexicana* (F. Smith) (Hymenoptera: Formicidae) in the laboratory. *Folia Entomol. Mex.* 82: 133-138.
- Morón M.A. y R. Terrón, 1988. *Entomología Práctica*. Publicación 22 del Instituto de Ecología, México.
- Mugnai, L., P.D. Bridge y H.C. Evans, 1989. A chemotaxonomic evaluation of the genus *Beauveria*. *Mycol. Res.* 92: 199-209.
- Oi, D.H., R.M. Pereira, J.L. Stimac y L.A. Wood, 1994. Field applications of *Beauveria bassiana* for control of the red imported fire ant (Hymenoptera: Formicidae). *J. Econ. Entomol.* 87: 623-630.
- Pipe, N.D., D. Chandler, B.W. Bainbridge y J.B. Heale, 1995. Restriction fragment length polymorphisms in the ribosomal RNA gene complex of isolates of the entomopathogenic fungus *Metarhizium anisopliae*. *Mycol. Res.* 99: 485-491.
- Rakotonirainy, M.S., M.L. Cariou, Y. Brygoo y G. Riba, 1994. Phylogenetic relationships within the genus *Metarhizium* based on 28S rRNA sequences and isozyme comparison. *Mycol. Res.* 98: 225-230.
- Raper, K.B. y D. I. Fennell, 1977. *The genus Aspergillus*. Robert E. Krieger Publishing Company, Huntington, Nueva York.
- Rombach, M.C., R.A. Humber y D.W. Roberts, 1986. *Metarhizium flavoviride* var. *minus*, var. nov., a pathogen of plant- and leafhoppers on rice in the Philippines and Solomon Islands. *Mycotaxon* 27: 87-92.
- Rombach, M.C., R.A. Humber y H.C. Evans, 1987. *Metarhizium album*, a fungal pathogen of leaf- and planthoppers of rice. *Trans. Br. Mycol. Soc.* 88: 451-459.
- Samson, R.A., H.C. Evans y J.P. Latgé, 1988. *Atlas of entomopathogenic fungi*. Springer-Verlag, Berlin.
- St. Leger, R.J., L.L. Allee, B. May, R.C. Staples y D.W. Roberts, 1992. World-wide distribution of genetic variation among isolates of *Beauveria* spp. *Mycol. Res.* 96: 1007-1015.
- Stimac, J.L., R.M. Pereira, S.B. Alves y L.A. Wood, 1993. *Beauveria bassiana* (Balsamo) Vuillemin (Deuteromycetes) applied to laboratory colonies of *Solenopsis invicta* Buren (Hymenoptera: Formicidae) in soil. *J. Econ. Entomol.* 86: 348-352.
- Tulloch, M., 1976. The genus *Metarhizium*. *Trans. Br. Mycol. Soc.* 66: 407-411.
- Weber, N. A., 1972. Gardening ants, the attines. *Mem. Amer. Phil. Soc.* 92: 1-146.
- Wilcken, C.F. y E. Berti Filho, 1994. Controle biológico de formigas cortadeiras. *Anais do III Curso de Atualizacao no Controle de Formigas Cortadeiras*. Sao Paulo, Brasil, 1-5 agosto, 1994.



Figs. 1-3. 1-2: *Aspergillus parasiticus*, 1: Ornamentación del pie del conidióforo, 1500X; 2: Conidiosporas, 3500X; 3: *Beauveria bassiana* esporulando en una reina de *A. mexicana*.