

USO DEL COMPLEJO DE HONGOS DE LA TORTILLA DE MAÍZ (*Zea mays* L.) PARA EL COMBATE DE LA HORMIGA ARRIERA *Atta mexicana* (Smith 1858) (HYMENOPTERA: FORMICIDAE)

Agustín Aragón-García¹✉, Betzabeth Cecilia Pérez-Torres¹, Guadalupe Calderón-García², Dalia Castillo-Hernández², Miguel Aragón-Sánchez³ y Dionicio Juárez Ramón¹

¹Centro de Agroecología, Instituto de Ciencias, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. 14 sur 6301. C. U. 72570 Puebla, Pue.

²Centro de Investigación en Biotecnología Aplicada, Tlaxcala Instituto Politécnico Nacional.

³Unidad de Protección de Cultivos. Departamento de Agricultura y Alimentación. Universidad de La Rioja, España.

✉ Autor de correspondencia: agustin.aragon@correo.buap.mx

RESUMEN. La hormiga arriera *Atta mexicana* es una plaga que ocasiona pérdidas importantes en los agroecosistemas, y para combatirla se propone el uso del complejo de hongos obtenidos de la tortilla de maíz, siendo el objetivo de este trabajo, desarrollar una técnica para la producción del complejo de hongos que se desarrollan en la tortilla de maíz (*Zea mays*), y probar su efectividad en el combate de la hormiga arriera en cautiverio. Se obtuvo la producción del complejo de hongos que se desarrollan en la tortilla de maíz, determinando las especies presentes y probándolas en bioensayos a nivel de laboratorio sobre el hongo simbiote que producen las hormigas. De una tortilla de maíz se puede obtener hasta 1.096g del complejo de hongos, del cual se determinaron a *Penicillium purpurogenum*, *Aspergillus flavus*, *Monilia* sp., *Mucor* sp. y *Rhizopus* sp., siendo los mejores tratamientos para combatir la población de *A. mexicana* la aplicación de 0.08 g de *A. flavus* a una concentración de 2.9×10^6 y 0.08 g. de *P. purpurogenum* a una concentración 7.2×10^6 .

Palabras clave: *Zea mays*, *Penicillium purpurogenum*, *Aspergillus flavus*.

The tortilla of maize fungus complex for control leaf-cutter ant *Atta mexicana* (Smith 1858) (Hymenoptera: Formicidae)

ABSTRACT. Leaf-cutter ant is a pest causing high agroecosystems losses; the use of fungus complex obtained of maize tortilla is proposed for control this pest. The objective this work was develop technique for fungus complex production complex obtained of maize tortilla (*Zea mays*), and show effectiveness for leaf-cutter ant control in captivity. The production of fungus complex of maize tortilla was obtained, the species were determinate and bioassays were established to try these species about the symbiotic fungus of ants. 1.096 g of fungus complex was obtained in one maize tortilla, identifying as species this complex to *Penicillium purpurogenum*, *Aspergillus flavus*, *Monilia* sp., *Mucor* sp. y *Rhizopus* sp. The best applications for control of *A. mexicana* were 0.08 g of *A. flavus* in concentration of 2.9×10^6 and 0.08 g. of *P. purpurogenum* in concentration of 7.2×10^6 .

Keywords: *Zea mays*, *Penicillium purpurogenum*, *Aspergillus flavus*.

INTRODUCCIÓN

Los hongos son organismos eucarióticos que se reproducen por medio de esporas y se han descrito unas 100.000 especies fúngicas, sólo unas cuantas son patógenas para el hombre y animales, y aproximadamente unas 5.000 son patógenas de plantas (National Academy of Sciences, 1980), pero las mismas cualidades que los convierten en problemas para la agricultura son las que los hacen apreciables en términos económicos (Lumsden, 1981). El hombre ha empleado a los hongos en la industria alimentaria; en la producción industrial de productos bioquímicos como los ácidos orgánicos y los fitorreguladores, así como los antibióticos naturales y semisintéticos (penicilina, estreptomina, etc.), en la industria agrícola, los hongos ha permitido obtener

importantes avances, la eficacia que presentan los hongos como agentes de control biológico aumenta, ya que utiliza distintos mecanismos como la antibiosis, la competencia o el parasitismo, y son capaces de reducir las poblaciones de hongos, bacterias e insectos que dañan a los cultivos, ocasionando pérdidas económicas en la agricultura (Fernández-Larrea, 2001). En la actualidad hay productos obtenidos a partir de diversos hongos que están siendo utilizados como plaguicidas en la protección de los cultivos (Yamaguchi, 1992) siendo una alternativa a productos de síntesis química, que pueden tener efectos perjudiciales a la salud y el ambiente.

La hormiga arrieras *Atta mexicana* (Smith) es cultivadora de hongos y dependen en gran medida para su alimentación, mismo que mantienen en el interior de sus hormigueros (Weber, 1966). Para alimentar al hongo, estas hormigas utilizan exclusivamente materia vegetal fresca, en su mayor parte hojas. De acuerdo con Longino y Hanson (1995) las hormigas pueden clasificarse en función de sus preferencias alimenticias en omnívoras, micófagas, granívoras y depredadoras. Todas las hormigas micófagas o cultivadoras de hongo pertenecen a la tribu Attini, cuya distribución se encuentra restringida al continente Americano (Escobar y García, 2002). La hormiga arriera tiene la capacidad de defoliar plantaciones completas de sistemas agrícolas forestales y ornamentales y por ende, suelen causar importantes pérdidas económicas (Ricci *et al.*, 2005). En los bosques tropicales las hormigas arrieras o forrajeras consumen entre el 12 y el 17 % de las hojas (Sánchez y Urcuqui, 2006). Es debido a su potencial defoliador que han sido catalogadas como una de las cinco plagas de mayor importancia en América Latina (Ricci *et al.*, 2005).

Actualmente se ha desarrollado un método, que consiste en la aplicación de hongos antagonistas de los géneros *Trichoderma* y *Metarhizium* Banderas, 2004; y *Penicillium* (Vergara, 2005; Mora y Tirado, 2008), los cuales tienen el potencial de afectar de forma indirecta a la colonia de la hormiga arriera, puesto que al ingresar a los hormigueros se instalan en los jardines del hongo simbiote de las Attini y compiten con este por los nutrientes del sustrato. El resultado de esta competencia se ve reflejado en la reducción de los jardines y en consecuencia la reducción de alimento que conlleva a la disminución de la población forrajera activa de las arrieras. Sin embargo uno de los problemas que se ha tenido es la obtención en forma masiva y económica la producción de *Penicillium*, hongo utilizado en el manejo de la hormiga arriera (Vergara, 2005; Mora y Tirado, 2008) que se desarrolla en pan, queso y frutas como la naranja y mandarina, así como en medios de cultivo. En base a lo anterior se realizó el presente trabajo, en donde el objetivo fue desarrollar una técnica para la producción del complejo de hongos que crecen en la tortilla de maíz (*Zea mays*) así como probar su efectividad en el combate de la hormiga arriera *A. mexicana* en condiciones controladas de temperatura y humedad.

MATERIALES Y MÉTODO

El trabajo se desarrolló en el Laboratorio de Entomología del Centro de Agroecología de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, en donde se cuenta con un espacio con condiciones controladas de temperatura y humedad para la producción del hongo que se desarrolla en la tortilla de maíz, este espacio cuenta con condiciones asépticas, escasa ventilación y sin luz natural directa.

El hongo fue cultivado en bolsas de plástico de 33.5 x 25.3 cm, colocando en su interior una tortilla de maíz elaborada a mano, comprada en diferentes expendios de la ciudad de Puebla, con un promedio de 16 cm de diámetro, se cuidó que la tortilla no se pegaran a la bolsa, para esto, se le colocaron popotes de plástico en forma transversal a la tortilla; con un atomizador se le roció 1 ml de agua purificada, obteniendo una humedad relativa de 80 % \pm 10 %, fueron cerradas y se mantuvieron a temperatura de 26 \pm 2 °C en una cámara totalmente cerrada y designado para este fin, se realizaron observaciones a los tres y cinco días para verificar el crecimiento del micelio del hongo. Después de seis días, fueron retiradas de las bolsas y se secaron sobre papel filtro a

temperatura ambiente por 48 horas; una vez secas, con una brocha de dos pulgadas se removió el micelio y las esporas, el micelio obtenido fue tamizado con un maya de número 20, se pesó y se colocó en bolsas de plástico, se etiquetaron y se guardaron en un lugar seco a temperatura ambiente hasta su uso. Como las condiciones de crecimiento de hongos no se realizaron de forma estéril, ni se inoculó con una cepa específica las tortillas, sino que se recurrió a las esporas ambientales, fue necesario mantener un monitoreo constante de las tortillas para descartar aquellas que no coincidieran con las características morfológicas del hongo de interés.

La purificación de los hongos consistió en el aislamiento de los hongos encontrados en la tortilla de maíz, utilizando medio de cultivo Agar Dextrosa Papa (PDA, BIOXON®) en cajas Petri y de las esporas de hongo tamizado directamente de la tortilla de maíz; se realizaron diluciones a partir de 1:10 a 1: 1 000 000 de las cuales se hicieron sembrados, con dos repeticiones, se incubaron a 30 °C, haciendo una revisión cada tercer día, con la finalidad de evaluar la concentración a la cual crecían más las colonias de los respectivos géneros de hongos. Las concentraciones óptimas fueron de 1: 10 y 1: 100, mismas que se seleccionaron para hacer resiembras de las respectivas colonias que crecieron más aisladas, este proceso se repitió hasta obtener un cultivo puro para cada especie. Posteriormente se hizo el microcultivo para cada cepa, se tomaron muestras directas de cada especie de hongo purificado, mismas que fueron teñidas con azul de algodón y observadas en el microscopio de fluorescencia OLYMPUS Bx5®, de esta forma se observaron las características morfológicas y se obtuvo la caracterización macroscópica y microscópica correspondiente. Ya purificadas las cepas se procedió a realizar un resembrado masivo de cada una para tener la cantidad suficiente y continuar con la recuperación de esporas para su aplicación a diferentes tratamientos en hormigueros en cautiverio.

Se realizó un bioensayo aplicando las cinco cepas obtenidas y previamente purificadas de la tortilla de maíz, sobre el hongo que cultiva la hormiga cortadora de hojas. el bioensayos se realizó en un diseño en bloques completamente al azar con 4 repeticiones y siete tratamientos (1 el testigo libre de esporas de hongos antagonistas; 2 el hongo obtenido directamente de la tortilla (combinación de esporas); 3 *Monilia* sp., con una concentración de 2×10^5 ; 4 *Penicillium* sp., con una concentración de 7.2×10^6 ; 5 *Aspergillus* sp., con una concentración de 2.9×10^6 ; 6 *Mucor* sp., con una concentración de 3.2×10^6 y 7 *Rizhopus* sp., con una concentración de 3×10^6 , sobre el hongo de la hormiga), siendo la unidad experimental una caja Petri, en donde se colocaron 0.15 g del hongo simbionte *Leucocoprinus* sp., y 0.02 gramos del hongo antagonista junto con un algodón húmedo, cada tercer día se observaron las características fúngicas usando un microscopio y se anotaron los cambios en la apariencia del hongo *Leucocoprinus* sp. (color y tamaño), y respecto al hongo antagonista se observó el crecimiento del micelio y esporangios. Cada tratamiento se aplicó a las unidades experimentales espolvoreando las esporas y se colocaron en un cuarto de cría de insectos a temperatura de 25 ± 1 °C y humedad relativa de 70 ± 10 %. El parámetro que se evaluó fue, el porcentaje de invasión de los hongos sobre el *Leucocoprinus* sp., a los dos, cinco y ocho días, mediante una escala de porcentaje. Los tratamientos que mostraron mayor eficiencia ante el antagonista de *Leucocoprinus* sp., se evaluaron en micro-hormigueros en cautiverio, siendo los géneros *Aspergillus* sp., y *Penicillium* sp.

Los micro-hormigueros se construyeron con frascos de 250 ml, transparentes con tapa, conectados con una manguera de 15 cm de longitud y 1 cm de diámetro, en uno de los frascos se colocó hojas de plantas de durazno (*Prunus pérsica* Batsch, 1801) y en el otro 2 gramos del hongo simbionte, mismo que se tomó de un hormiguero establecido en el Laboratorio de Entomología del Centro de Agroecología de la BUAP, junto con 20 hormigas obreras. Una vez establecidos los micro-hormigueros se colocaron en el cuarto de cría bajo las condiciones ya comentadas, antes de establecer el bioensayo se dejaron 72 horas con la finalidad de que los hormigueros estuvieran

estables. Los bioensayos se diseñaron en bloques completamente al azar, con 4 repeticiones y nueve tratamientos (1 Testigo; 2 *Aspergillus* sp sobre *Leucocoprinus* sp.; 3 *Aspergillus* sp., directamente a las hormigas cuando acarreaban las hojas de durazno; 4 *Aspergillus* sp., sobre las hojas que se les dio a las hormigas; 5 *Aspergillus* diluidos en 20 ml de agua destilada sobre las hojas que se les dio a las hormigas; 6 *Penicillium* sp., sobre *Leucocoprinus* sp.; 7 *Penicillium* sp., sobre hormigas; 8 *Penicillium* sp., sobre hojas y 9 *Penicillium* sp., sobre hojas (diluido)), siendo la unidad experimental el micro-hormiguero, las cantidades y concentraciones que se aplicaron fueron 0.08 g de *Aspergillus* sp., a una concentración de 2.9×10^6 y 0.08 g. de *Penicillium* sp., a una concentración 7.2×10^6 . Cada 72 hrs se observaron las características fúngicas usando un microscopio y se anotaron los cambios en la apariencia del hongo que cultivan las hormigas (color y tamaño) se evaluó la mortalidad de las hormigas a los 2.5 y ocho días. Se verificó la hipótesis de varianzas homogéneas mediante la prueba de Bartlett, se realizó el análisis de la varianza de acuerdo con el diseño experimental utilizado y la comparación múltiple de medias mediante la prueba de Tukey. Todos los cálculos y pruebas estadísticas se realizaron utilizando el software estadístico Statgraphics Centurion XVI, a un nivel de confianza del 95 %.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Con la técnica propuesta para la obtención del complejo de hongos que se desarrollan en la tortilla de maíz, en promedio se obtuvieron 0.686 g. por tortilla, con una producción máxima de 1.096 g y la producción mínima fue de 0.227 g, con un tiempo de cinco días, esta variación en la cantidad del hongo obtenido puede deberse a la variedad de maíz utilizado en la elaboración de la tortilla, ya que estas se obtuvieron de diferentes establecimientos, con la finalidad de percibir esta variación, resultando que con la variedad de maíz criollo blanco regional es en la que mejor producción se obtuvo, mientras que las tortillas elaboradas con maíz híbrido la producción fue menor. Los hongos se identificaron a partir de las esporas obtenidas de la tortilla de maíz, ya purificadas las cepas y teniendo en cuenta aspectos macro y microscópicos de la colonia se determinaron: *Penicillium purpurogenum*, *Aspergillus flavus*, *Monilia* sp., *Mucor* sp. y *Rhizopus* sp. (Fig. 1).

Los datos del efecto de los hongos sobre *Leucocoprinus* sp., en cajas Petri, se presentan en el cuadro 1, al someter los datos al análisis de varianza se observó una diferencia significativa entre el efecto de los tratamientos sobre la mortalidad del hongo *Leucocoprinus* sp., a los dos, cinco y ocho días. En la primera y segunda evaluación se presentan dos grupos de medias, siendo los mejores tratamientos, *Penicillium* sp., y *Aspergillus* sp., mientras que para la tercera evaluación se presentaron cuatro grupos de medias, siendo los mejores tratamientos *Penicillium* sp., y *Aspergillus* sp., con mortalidades del 90 y 95 % respectivamente, presentando evidencias estadísticas importantes con respecto al testigo, donde la mortalidad fue del 0 %. Estos resultados concuerdan con lo reportado por Vergara (2005); Rengifo-Ruiz *et al.* (2013), quienes citan que los hongos del género *Aspergillus* sp., y *Penicillium* sp., inhiben al hongo que cultiva la hormiga arriera, presentando un potencial antagonico.

Los datos sobre la mortalidad de las hormigas en los micro-hormigueros se presentan en el cuadro 2, observando que el análisis de varianza reportó que la mortalidad de *A. mexicana*, evaluados a los cinco y ocho días de haber aplicado las esporas, mostro diferencia significativa entre el efecto de los tratamientos, a los ocho días se presentaron dos grupos de medias siendo los mejores tratamientos *Penicillium* sp., sobre el *Leucocoprinus* sp., y *Aspergillus* sp., sobre el *Leucocoprinus* sp., con mortalidades de 65 y 76.6 % respectivamente.

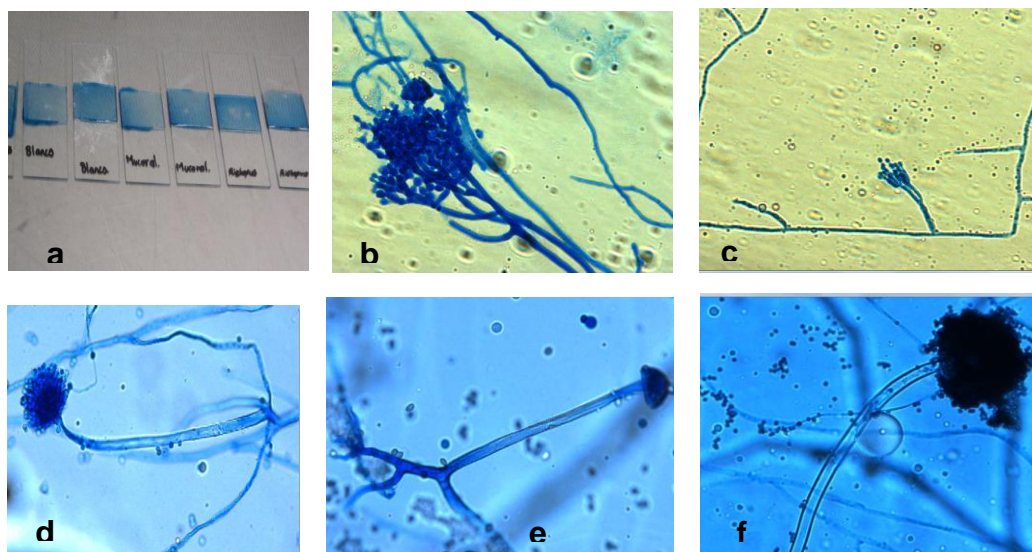


Figura 1. a) Placas de microcultivos, b) *Monilia* sp., c) *P. purpurogenum*, d) *A. flavus*, e) *Mucor* sp., f) *Rhizopus* sp.

Cuadro 1. Porcentaje de invasión de cinco cepas de hongos sobre el *Leucocoprinus* sp.

Tratamientos	% de mortalidad del hongo <i>Leucocoprinus</i> ± Error estándar y significancia		
	2 días	5 días	8 días
Testigo	0.0 ± 0.0 a	0.0 ± 0.0 a	0.0 ± 0.0 a
<i>Mucor</i> sp [3.2x10 ⁶]	2.5 ± 1.4 a	12.5 ± 2.5 a	50.0 ± 17.7 b
Combinado sp	5.0 ± 0.0 a	15.0 ± 2.0 a	57.5 ± 2.5 bc
<i>Monilia</i> sp [2x10 ⁵]	8.7 ± 4.2 a	18.7 ± 7.7 a	25.0 ± 6.4 ab
<i>Rhizopus</i> sp [3x10 ⁶]	48.7 ± 8.7 b	86.2 ± 4.7 b	87.5 ± 4.7 cd
<i>Penicillium</i> sp [7.2x10 ⁶]	50.0 ± 7.0 b	87.5 ± 7.5 b	90.0 ± 5.7 cd
<i>Aspergillus</i> sp [2.9x10 ⁶]	66.2 ± 2.3 b	90.0 ± 5.7 b	95.0 ± 5.0 d

*Medias con la misma letra, no difieren significativamente. Prueba de Tukey ($p \leq 0.05$).

Cuadro 2. Mortalidad de *A. mexicana* bajo diferentes tratamientos aplicando *Aspergillus* sp., y *Penicillium* sp.

Tratamientos	% de mortalidad ± Error estándar y significancia		
	2 días	5 días	8 días
Testigo	0.0 ± 0.0 a*	0.0 ± 0.0 a	0.0 ± 0.0 a
<i>Aspergillus</i> sp-hojas (diluido)	0.0 ± 0.0 a	0.0 ± 0.0 a	5.0 ± 5.0 a
<i>Aspergillus</i> sp-hojas (polvo)	0.0 ± 0.0 a	0.0 ± 0.0 a	5.0 ± 2.8 a
<i>Penicillium</i> sp-hojas (polvo)	1.6 ± 1.6 a	1.6 ± 1.6 a	1.6 ± 1.6 a
<i>Penicillium</i> sp-hojas (diluido)	1.6 ± 1.6 a	1.6 ± 1.6 a	1.6 ± 1.6 a
<i>Aspergillus</i> sp- <i>Leucocoprinus</i>	3.3 ± 1.6 a	73.3 ± 26.6 b	76.6 ± 23.3 b
<i>Penicillium</i> sp-hormigas	10.0 ± 2.8 a	13.3 ± 1.6 a	18.3 ± 3.3 ab
<i>Penicillium</i> sp- <i>Leucocoprinus</i>	11.6 ± 6.6 a	48.3 ± 16.6 ab	65.0 ± 20.2 b
<i>Aspergillus</i> sp-hormigas	13.3 ± 6.0 a	26.6 ± 7.2 ab	41.6 ± 12.0 ab

* Medias con la misma letra, no difieren significativamente. Prueba de Tukey ($p \leq 0.05$).

Estos datos concuerdan con lo reportado por Vergara (2005), quien cita que la población de hormigas tiende a disminuir por la falta de alimento, así mismo con la aplicación de *Aspergillus* sp., sobre las hojas (diluido), *Aspergillus* sp., sobre las hojas (polvo), *Penicillium* sp., sobre las hojas (polvo) y *Penicillium* sp., sobre las hojas (diluido) no se observó una mortalidad significativa $\alpha \leq 0.05$ con respecto al testigo, Peña-Estrella *et al.* (2013) citan que al asperjar las hojas que cortan con una solución de esporas, las obreras de *Atta* realizan labores de limpieza sobre el sustrato

vegetal, este es un comportamiento que limita el ingreso de microorganismos patógenos a las colonias.

CONCLUSIÓN

En promedio se obtienen 0.686 g. del complejo de hongos por tortilla de maíz, y de este complejo se determinaron las especies de *Penicillium purpurogenum*, *Aspergillus flavus*, *Monilia* sp., *Mucor* sp., y *Rhizopus* sp., siendo los mejores tratamientos para combatir la población de *A. mexicana* la aplicación de 0.08 g de *A. flavus* a una concentración de 2.9×10^6 y 0.08 g. de *P. purpurogenum* a una concentración 7.2×10^6 .

Literatura Citada

- Banderas, G. A. E. 2004. *Control de Atta colombica con los hongos Trichoderma harzianum, Beauveria bassiana y el insecticida Malation*. Tesis de Licenciatura. Proyecto especial del Programa de Ingeniero Agrónomo. Zamorano, Honduras. 18 p.
- Escobar, D. R y F. García. 2002. Manejo y control de hormiga arriera (*Atta* spp., y *Acromyrmex* spp.) en sistemas de producción de importancia económica en el departamento de Chocó. Cartilla No.1: *Hormiga arriera, biología, ecología y hábitos*. Ministerio de Agricultura. Programa Nacional de Transferencia de Tecnología Agropecuaria en Colombia. Universidad Tecnológica de Chocó. Colombia. 28 p.
- Fernández-Larrea, V. O. 2001. Microorganismos antagonistas para el control fitosanitario. *Manejo Integrado de Plagas*, 62: 96–100.
- Longino, J. T. and P. E. Hanson. 1995. The ants (Formicidae). Pp. 588–620. In: Hanson, P. E. and I. D. Gauld, (Eds.) *The Hymenoptera of Costa Rica*. New York. US.
- Lumsden, R. D. 1981. Ecology of Mycoparasitism. Pp. 295–318. In: The Fungal Community. Its Organization and Role in the Ecosystem. Wicklow, D. T. and G. C. Carroll, (Eds.). *Mycology Series*. Marcel Dekker, Inc. New York.
- Mora, A. Y y C. M. Tirado. 2008. Pruebas preliminares para regular el alimento de la hormiga arriera *Atta mexicana* (Hymenoptera:Formicidae) con el hongo *Penicillium* sp. Pp. 121–130. In: *Memorias del I Simposio Internacional de Manejo Agroecológico de Sistemas*. Aragón, G. A., Jiménez, M. A., Damián H. y J. F. López. (Eds.). Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. Puebla
- National Academy of Sciences. 1980. *Desarrollo y Control de las Enfermedades de las Plantas*. Control de Plagas de Plantas y Animales. Vol 1. Editorial Limusa. México. 223 p.
- Peña-Estrella, S., Rodríguez, J., Valencia-Giraldo, S.M. y J. Montoya-Lerma. 2013. Efecto de la limpieza del sustrato vegetal por la casta obrera en colonias de *Atta cephalotes* (Hymenoptera: Myrmicinae). 2 ed. Bolivia: *Boletín del Museo de Entomología de la Universidad del Valle*, 14(2) Suplemento: 1–40.
- Rengifo-Ruiz, M., Giraldo-Echeverry, C. y J. Montoya-Lerma. 2013. Protección de *Serratia marcescens* sobre el hongo simbionte *Leucoagaricus gongylophorus*, asociado a *Atta cephalotes* (Hymenoptera: Myrmicinae). 2 ed. Bolivia: *Boletín del Museo de Entomología de la Universidad del Valle*, 14(2) Suplemento: p. 41.
- Ricci, M., Benítez, D., Padin, S. y A. Maceiras. 2005. *Hormigas argentinas: comportamiento, distribución y control*. Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales. Universidad Nacional de La Plata. Argentina. 27 p.
- Sánchez, G. J. A y A. M. Urcuqui B. 2006. Distancias de forrajeo de *Atta cephalotes* (L.) (Hymenoptera:Formicidae) en el bosque seco tropical del jardín botánico de Cali. *Boletín del Museo de Entomología de la Universidad del Valle*, 7(1): 1–9.
- Vergara, C. J. C. 2005. *Biología, manejo y control de la hormiga arriera*. Imprenta departamental del Valle de Cauca. Santiago de Cali. 20 p.
- Weber, N. A, 1966. Fungus-Growing Ants. *Science*, 153: 587–604.
- Yamaguchi, I. 1992. Natural products as agrochemical and leads. Extended Summary Sci Pesticide. Group Symposium. Novel approaches in agrochemical research III. *Pesticide Science*, 35: 391–392.