

USO DE LA DIVERSIDAD VEGETAL POR *ATTA CEPHALOTES* L. 1758 EN SAN RAFAEL PIÑA, MUNICIPIO DE ZENTLA, VERACRUZ, MÉXICO

IVONNE LANDERO-TORRES¹, HÉCTOR OLIVA-RIVERA¹, JULIETA RAMOS-ELORDUY², MARÍA ELENA GALINDO TOVAR¹,
HILDA LEE-ESPINOSA¹ & JOAQUÍN MURGUÍA-GONZÁLEZ¹

¹Facultad de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, Universidad Veracruzana, Apdo. Postal 177, C.P. 45000, Córdoba, Veracruz (ilt62@hotmail.com) (hongoliva@hotmail.com) (megalindo@uv.mx) (kalapana@2004prodigy.net.mx) (jmurguia@uv.mx)

²Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, Apdo. Postal 70-153, 04510, México, D.F. (relorduy@ibiologia.unam.mx)

(Uso de la diversidad vegetal por *Atta cephalotes* L. 1758 en San Rafael Piña, municipio de Zentla, Veracruz, México)

– Las hormigas ocupan un lugar importante en los ecosistemas de los bosques lluviosos tropicales y son herbívoros que se destacan en muchas comunidades neotropicales. Sin embargo, en muchos casos, como es el de *Atta cephalotes* L. 1758, la relación hormiga-planta ha sido poco estudiada. En este trabajo se determinaron las especies vegetales utilizadas por 16 colonias de *A. cephalotes* localizadas en tres localidades del municipio de Zentla, Veracruz, México. Aunque el número de especies vegetales utilizadas por colonia está relacionado con la diversidad del lugar, las hormigas son selectivas y atienden a necesidades de organización interna de sus nidos.

Palabras-clave: Diversidad vegetal, Hymenoptera, forrajeo.

(Use of the vegetal diversity by *Atta cephalotes* L. 1758 in San Rafael Piña, municipality of Zentla, Veracruz, Mexico)

– Ants have an important role in the tropical rainy forest because they are prominent herbivores in many Neotropical communities. However, in many cases, as with *Atta cephalotes* L. 1758, the ant-plant relationships have not been enough studied. In this paper, plants used by *A. cephalotes* in 16 ant colonies at two localities in the Zentla municipality, in Veracruz, Mexico have been surveyed. It was found that the number of plant species used by ant colonies is related to the place diversity and that ants are selective and focus on the colony self-organization.

Key words: Plant diversity, Hymenoptera, forage.

INTRODUCCIÓN

Las relaciones ecológicas entre los animales y su medio natural se manifiestan en una gran gama de interrelaciones biológicas que van desde la dispersión de diásporas, de refugio o escondite, la reproducción y la alimentación (GRANADOS, 1994). Una interacción ecológica interesante es la desarrollada entre las hormigas y las plantas que se encuentran en su hábitat; interacción probablemente desarrollada desde el Cretáceo, dando lugar a un proceso coevolutivo independiente, en el que las hormigas desarrollaron diferentes conductas (DELABIE *et al.*, 2003). Actualmente, las hormigas son probablemente el grupo de insectos sociales más exitoso en la tierra, ya que representan del 10% al 15% de la biomasa animal en los ecosistemas terrestres (BRADY *et al.*, 2006). En América tropical, *Atta cephalotes* L. 1758 es una especie ampliamente distribuida que vive en diversas condiciones ecológicas y en diferentes tipos de vegetación. Se le encuentra ampliamente distribuida en el neotrópico, desde el sur de México hasta Colombia y Brasil. Los únicos países en los que no se ha reportado su presencia son Canadá y Chile (DJAJADI, 1999).

A. cephalotes es una hormiga herbívora importante en los ecosistemas neotropicales. Aunque la interacción de diferentes tipos de hormigas con las plantas que viven en su hábitat ha sido estudiada, poco se conoce sobre la relación de esta especie y las plantas que se encuentran en su hábitat natural.

Según LANDERO-TORRES (1985), una colonia de *A. cephalotes*, en el municipio de Fortín de las Flores, en el Estado de Veracruz, México, vive más de 20 años y cuándo está madura puede contener hasta 100.000 individuos, de los cuales el 46% son cultivadoras de hongos, 20% son forrajeras y un 25% son soldados. Las hormigas del género *Atta*, al igual que otros animales en condiciones naturales, dependen de la vegetación para su alimentación. Comúnmente se les llama “cortadoras de hojas”, “arrieras”, “chicatanas” ó “chicantanas”. Son defoliadoras y dependen del corte de trozos pequeños de hojas frescas, aunque también pueden utilizar flores y frutos que poco a poco transportan, desde distancias hasta de 80 metros, al interior de sus nidos y los colocan en cámaras especiales (WETTERER, 1994).

Las diferentes especies de plantas que están disponibles en las regiones donde habitan las hormigas cortadoras de hojas son utilizadas para cultivar hongos, de los cuales se alimentan (SCHULTZ & BRADY, 2008). De acuerdo a ROCES (2002), las hormigas cortan, en el interior de sus nidos, las hojas en trozos más pequeños para que los hongos procesen el material, por lo que se espera que las hormigas seleccionen las plantas para promover el máximo crecimiento de los hongos, y ponen poca atención en los efectos directos de estas plantas sobre ellas.

El objetivo de este trabajo es conocer y determinar las especies de plantas que utiliza *A. cephalotes* en las localidades de San Rafael Piña, Mi Ranchito y Colonia Dos de Abril, en el

municipio de Zentla, Veracruz.

ÁREA DE ESTUDIO

El municipio de Zentla se encuentra en la parte central del Estado de Veracruz, en la zona montañosa de la Sierra Madre Oriental, por lo que el suelo es accidentado, recorrido por la barranca Quemada. Este municipio se encuentra ubicado en las coordenadas 19°07' latitud norte y 96°52' longitud oeste a una altitud de 940 metros sobre el nivel del mar. Limita al norte con el municipio de Comapa, al este con Soledad de Doblado y al sur con Tapatlxco. Tiene una superficie de 241 Km² (INEGI, 2000).

El clima es semi-cálido con una temperatura promedio de 26°C. La precipitación pluvial media anual es de 1.650 mm. Actualmente, muy alterada y perturbada, la flora del municipio la componen relictos del bosque tropical caducifolio y encinares de mediana altitud; dominan los cultivos de café, mango, plátano y caña de azúcar.

El suelo es de tipo aluvial y coluvial y se caracteriza por su textura arcillosa-arenosa y franco arcillosa con tonalidades negro, gris muy oscuro, café oscuro y café rojizo (INEGI, 2000).

Este estudio se realizó en tres localidades: Mi Ranchito y San Rafael Piña que se ubican en la UMA Mi Ranchito, donde la vegetación corresponde a relictos de bosques de encino de mediana altitud y selvas bajas; y la Colonia Dos de Abril, que es un predio en el que se ha sembrado café; por lo que de la vegetación nativa sólo se dejaron algunos árboles para sombra de café.

Una característica importante de esta área es que los habitantes procuran aprovechar al máximo los recursos naturales, sin dañarlos para mantener una producción durante todo el año. Ejemplos de estas actividades son el cuidado de los nidos de la hormiga chicatana, la producción de trucha, puerco, aves de corral y el cuidado de diversos cultivos agrícolas.

METODOLOGÍA

Este trabajo se realizó en cuatro fases, durante los meses de abril a julio del año 2007:

Búsqueda y recopilación de información sobre la zona de estudio, para lo que se realizaron entrevistas directas con los habitantes de la zona y se recopilaron datos sobre las plantas que usa la especie *A. cephalotes*.

En la fase de campo, se realizaron cuatro salidas periódicas (una por mes) a las localidades de San Rafael Piña, Mi Pueblito y a la Colonia Dos de Abril. En esta fase se reconoció el terreno y se entrevistó a los dueños de los terrenos en estudio para localizar los nidos de la hormiga.

Caracterización de las colonias de *A. cephalotes*; para ello se midieron dos rectángulos de 200 x 200 metros (4 ha de superficie), en cada rectángulo se determinó la ubicación de los nidos de hormigas y se tomaron datos de latitud, longitud y altitud sobre el nivel del mar con un geoposicionador satelital

de campo. Además, para determinar la edad, se observó la presencia de hormigas soldados y se entrevistó a personas del lugar que utilizan las hormigas para preguntarles desde cuando han observado los nidos y cuando fue el primer vuelo nupcial. La determinación de las hormigas de cada nido se realizó de acuerdo a ALAYO (1974). Para corroborar la determinación de las hormigas y como material de respaldo, se obtuvieron muestras de hormigas de cada nido, mismos que se depositaron en la Colección Nacional de Insectos del Instituto de Biología de la Universidad Nacional Autónoma de México.

Se hicieron entrevistas directas con los pobladores de las localidades (hombres y mujeres) para obtener información adicional sobre las plantas que usan las hormigas, los nombres comunes de las plantas y los daños que causan las hormigas. Posteriormente, se determinó la especie de cada planta y las colonias en que es utilizada, y de acuerdo a PINEDA-GARCÍA *et al.* (2007) se calculó el índice de Jaccard para analizar la similitud de las especies vegetales consumidas por los 16 nidos de *A. cephalotes*.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el área de estudio se ubicaron 16 colonias de *A. cephalotes*. En el rectángulo de las localidades de Mi Ranchito y San Rafael Piña, se identificaron seis colonias y en el de la Colonia Dos de Abril se encontraron diez. La posición geográfica de todos los nidos se muestra en la Tabla 1.

La presencia de un mayor número de colonias de hormigas en la Colonia Dos de Abril parece ser favorecida, entre otras razones, por el hombre; ya que en el manejo del cafetal se cuida de conservar los nidos de las hormigas, pues su uso y aprovechamiento representa un ingreso extra. Además los nidos de las hormigas se encuentran ubicados cerca de la población humana.

Se identificaron 20 especies de plantas utilizadas por esta especie de hormiga; aunque no en todos los nidos, las hormigas no utilizan todas las plantas, ni las mismas plantas. Esto indica que en las tres áreas de estudio *A. cephalotes* es una hormiga selectiva en cuanto a las especies vegetales que lleva a sus nidos; pues no todas las especies vegetales que rodean sus nidos son utilizadas. Esto coincide con RAMÍREZ & CALLE (2003), quienes citan que aunque las hormigas cortadoras utilizan una gran diversidad de especies vegetales como alimento, se ha observado que muestran ciertas preferencias. Además, refieren que *A. cephalotes* consume la mitad de las especies que encuentra en el hábitat que la rodea. En la Tabla 2 se muestran las especies vegetales que se identificaron como útiles para *A. cephalotes* y en la Tabla 3 los nidos en los que son utilizadas.

Al comparar el número de especies vegetales utilizadas por cada colonia (Tabla 3) se observó que las hormigas de las colonias del cuadrante Mi Ranchito y San Rafael utilizan 15 especies de plantas y en la Colonia Dos de Abril utilizan 10; lo que indica que en los lugares en los que hay mayor variedad de especies (Mi Ranchito y San Rafael

Tabla 1. Características generales de los nidos de la hormiga *Atta cephalotes* encontrados en las localidades de Mi Ranchito*, San Rafael Piña** y Colonia Dos de Abril, durante los meses de abril a julio del año 2007.

Nido	Grados de Latitud Norte	Grados de Longitud Oeste	Altitud m.s.n.m.	Antigüedad del nido (años)	Nº de spp. de plantas usadas
1*	19°03.67'	96°49.57'	717	5	9
2*	19°03.59'	96°49.57'	762	4	8
3*	19°03.56'	96°49.58'	742	6	6
4*	19°03.59'	96°49.58'	727	5	4
5*	19°03.56'	96°49.58'	758	2	8
6**	19°03.56'	96°49.6'	758	5	5
7	19°02.95'	96°48.70'	746	4	2
8	19°2.97'	96°48.6'	741	6	2
9	19°2.95'	96°48.61'	738	5	2
10	19°2.96'	96°48.65'	730	6	5
11	19°2.98'	96°48.65'	737	5	3
12	19°02.97'	96°48.63'	731	5	4
13	19°2.94'	96°48.73'	742	5	4
14	19°2.95'	96°48.63'	728	4	5
15	19°2.96'	96°48.60'	729	4	7
16	19°2.9'	96°48.61'	738	5	6

Tabla 2. Especies vegetales utilizadas por *Atta cephalotes* en las localidades de San Rafael Piña, Mi Ranchito y Colonia dos de Abril en el Municipio de Zentla, Veracruz, México, durante los meses de abril a julio del año 2007. La lista se encuentra ordenada alfabéticamente por familia.

Familia	Especie	Nombre común
Agavaceae	<i>Yucca elephantipes</i>	Izote
Anacardiaceae	<i>Mangifera indica</i>	Mango
Araceae	<i>Xanthosoma robustum</i>	Mafafa
Bignoniaceae	<i>Spathodea campanulata</i>	Tulipan africano
Euphorbiaceae	<i>Alchornea latifolia</i>	Sopa de pan
	<i>Croton draco</i>	Sangregado
Guttiferae	<i>Vismia mexicana</i>	Huacalillo
Imaceae	<i>Trema micrantha</i>	Ixpepe
Leguminosae	<i>Acacia comigera</i>	Comezuelo
	<i>Inga spuria</i>	Vainillo
	<i>Inga jinicuil</i>	Jinicuil
Leguminosae	<i>Inga</i> sp.	...
Malpighiaceae	<i>Byrsonima crassifolia</i>	Nanche
Meliaceae	<i>Cedrela odorata</i>	Cedro rojo
Moraceae	<i>Ficus elastica</i>	Hule
	<i>Cecropia obtusifolia</i>	Guarumbo
Musaceae	<i>Musa paradisiaca</i>	Plátano
Palmae	<i>Acrocomia mexicana</i>	Palma de coyol
Rubiaceae	<i>Coffea arabica</i>	Café
Rutaceae	<i>Citrus reticulata</i>	Naranja Malta

Piña), las hormigas tienen un espectro de utilización más amplio del que seleccionan una mayor variedad de plantas.

El nido que utiliza el mayor número de plantas se ubica en la localidad de Mi Ranchito. Las hormigas de este

nido utilizan nueve plantas diferentes; dos nidos utilizan ocho plantas y el resto de los nidos estudiados en este cuadrante utilizan entre seis y cuatro plantas diferentes.

Las diferencias en el número de plantas que consumen las hormigas en este cuadrante no parecen deberse a las condiciones del terreno, ni de la vegetación, ya que las diferencias no son evidentes. De acuerdo a PORTHA *et al.* (2002), en ambientes homogéneos las hormigas pueden desarrollar asimetrías espaciales como resultado de estrategias que responden a las necesidades internas del nido, como la presencia de larvas. Estos autores observaron que las colonias con mayor número de larvas tienen una mayor movilización de hormigas forrajeras.

Otra explicación es la propuesta por ROCES (2002), quien reporta que debido a que los hongos cultivados por las hormigas procesan el material vegetal colectado antes de ser consumido por ellas, se espera que las hormigas coleccionen material que responda a las necesidades físicas y químicas que promuevan un mayor crecimiento de los hongos y que a la vez les permitan alimentar y hacer crecer la colonia (MCGLYNN & KIRKSEY, 2000), una vez que las hormigas se alimentan del crecimiento micelial sobre la masa vegetal (ROMERO-PARISSI, 1987). Además, de acuerdo a CAZIN *et al.* (1989), como no todas las colonias cultivan los mismos hongos, es probable que las diferencias entre las especies vegetales colectadas por hormigas de diferentes colonias respondan a las necesidades de diferentes tipos de hongos.

En la Colonia Dos de Abril se encontró un mayor número de nidos; sin embargo, el número de especies utilizadas por cada colonia es menor a las utilizadas por las colonias del otro cuadrante. En este cuadrante, todas las colonias utilizan la planta de café, lo que se explica debido a que es la planta que

Tabla 3. Especies vegetales utilizadas por *Atta cephalotes* en las localidades de San Rafael Piña, Mi Ranchito y Colonia dos de Abril en el Municipio de Zentla, Veracruz, México, durante los meses de abril a julio del año 2007. Los seis primeros nidos corresponden a las colonias de San Rafael Piña, Mi Ranchito y los siguientes diez a la Colonia Dos de Abril.

Especie	Nidos															
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
<i>Yucca elephantipes</i>	X															
<i>Mangifera indica</i>	X		X	X	X	X										
<i>Xanthosoma robustum</i>	X															
<i>Spathodea campanulata</i>	X															
<i>Alchornea latifolia</i>		X	X	X	X	X				X		X	X			
<i>Croton draco</i>		X														
<i>Vismia mexicana</i>	X	X	X	X	X	X								X	X	X
<i>Trema micrantha</i>		X	X	X	X	X										
<i>Acacia cornígera</i>														X	X	X
<i>Inga spuria</i>	X	X	X							X	X	X	X			
<i>Inga jinicuil</i>	X		X		X											
<i>Inga sp.</i>					X										X	
<i>Byrsonima crassifolia</i>														X	X	X
<i>Cedrela odorata</i>															X	X
<i>Ficus elastica</i>					X											
<i>Cecropia obtusifolia</i>		X						X		X	X	X	X	X	X	X
<i>Musa paradisiaca</i>	X															
<i>Acrocomia mexicana</i>		X				X										
<i>Coffea arabica</i>	X	X					X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Citrus reticulata</i>					X		X		X	X						

se encuentra en mayor cantidad (Tabla 3).

Aunque la planta del café es utilizada por todas las colonias de hormigas de la Colonia Dos de Abril, datos obtenidos en las encuestas indican que las hormigas utilizan poco la planta de café para llevar material vegetal a sus nidos; y son defoliadoras principalmente de algunos árboles de sombra del cafetal y de plantas frutales que el hombre siembra en el mismo ambiente, que sólo ocasionalmente terminan por defoliar. Por esta razón, ni la producción cafetalera de la zona, ni el ambiente del mismo se ven afectados, y los habitantes de la zona no consideran a las hormigas como una plaga. Con respecto a las plantas utilizadas para sombra del café, se encontró, igual que para el otro cuadrante, que no todas las colonias utilizan las mismas especies.

De acuerdo al índice de similitud a nivel de especies vegetales, calculado con el índice de Jaccard, los microambientes vegetales que rodean los nidos de *A. cephalotes* se parecen poco entre sí; lo que explica porque las hormigas de los diferentes nidos aprovechan diferentes especies. Por ejemplo, en la Colonia Dos de Abril, en la que se ubica el mayor número de nidos de hormigas, sólo se encontró similitud de un 35% entre los vegetales consumidos por los nidos 15 y 16. Los nidos 3, 4 y 5 de Mi Ranchito y San Rafael Piña son diferentes con el 8 de la Colonia Dos de Abril y el nido 4 con el 8 y el 9; todos con valores de cero por ciento.

En las localidades de Mi Ranchito y San Rafael Piña

hay mayor diversidad vegetal y un menor número de colonias, lo que reduce la competencia. En cambio, en la localidad Dos de Abril el número de colonias es mayor y la vegetación menor, lo que propicia que la competencia sea mayor, reduciendo el número de especies utilizadas por colonia. Esto coincide con HÖLLDOBLER & WILSON (1990), quienes reportan que la diferencia en el número de especies utilizadas en diferentes localidades puede ser debido a la competencia.

Las observaciones del ambiente biológico de los cafetales muestran heterogeneidad vegetal entre las plantas cultivadas y las silvestres que sirven de sombra a las plantas de café, por lo que las hormigas seleccionan las diferentes especies vegetales según sea la disponibilidad de las especies en los sitios que rodean a los nidos y a través del año, cuando aparecen diferentes plantas anuales en las diferentes estaciones del año. Esto coincide con lo citado por DELABIE *et al.* (2003) de que en los bosques tropicales la probabilidad de que las hormigas acaben con los árboles es muy reducida, ya que es común que busquen nuevas plantas para el consumo y además se han observado preferencias alimenticias de acuerdo a la estacionalidad.

Esta condición favorece que los dueños de los cafetales manejen sus cultivos procurando conservar los nidos de las hormigas, a los que dejan evolucionar de manera natural (sin manejo) para aprovechar y usar este recurso natural, que conservan como fuente de ingreso adicional. En la época de

cosecha de chicanas (vuelo nupcial), cada nido grande les puede proporcionar hasta cuatro kilos de hormigas, cuya ganancia monetaria en el mercado representa cerca de 250 pesos ó más (un cuarto de kilo de chicanas congeladas se llega a vender hasta en 100 pesos).

En la zona de estudio, *A. cephalotes* es la única especie de hormiga que es aprovechada como alimento, especialmente los individuos hembras adultos, de manera similar a lo consignado por COSTA-NETO & RAMOS-ELOURDY (2006) en Brasil y para otras hormigas, donde se consumen larvas y pupas tostadas al fuego y las consideran como un manjar muy apreciado y como un sustituto de la carne.

CONCLUSIONES

Se determinó *Atta cephalotes* como la única especie de hormiga que formó los nidos estudiados.

Se determinaron 20 especies de plantas utilizadas por esta hormiga. El hecho de que no todas las plantas son utilizadas en todas las colonias de hormigas indica que las hormigas son selectivas en el material vegetal que utilizan.

Además, se observó que la selección del material vegetal depende de la disponibilidad de diferentes especies, de la organización interna y necesidades de la colonia de hormigas.

Debido a que las hormigas son consideradas como un recurso natural aprovechable y representan una fuente de alimento y de ingreso económico para los habitantes de la región, sus nidos son conservados y se dejan crecer de manera natural, es decir, sin manejo.

El agroecosistema cafetalero de la región, que incluye árboles de sombra, proporciona un hábitat adecuado para el desarrollo de las colonias de *A. cephalotes*, lo que representa una opción para la diversificación de las actividades de subsistencia de los habitantes de la región.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece la ayuda en campo a Blas García Altamirano, a su esposa Amelia Corona Cribelli, a Luis Cribelli Demenegui y Miguel Guillermo Sáinz Jaspeado.

REFERENCIAS

- ALAYO PD. 1974. Introducción al estudio de los himenópteros en Cuba. **Serie Biológica** 53: 1- 48.
- BRADY SG, TR SCHULTZ, BL FISHER & PS WARD. 2006. Evaluating alternative hypotheses for early evolution and diversification of ants. **Proceedings of the National Academy of Sciences** 103: 18172-18177.
- CAZIN J JR, F DAVID, J WIEMER & J HOWARD. 1989. Isolation, growth characteristics, and long-term storage of fungi cultivated by Attine ants. **Applied Environmental Microbiology** 55: 1346 -1350.
- COSTA-NETO EM & J RAMOS-ELOURDY. 2006. Los insectos comestibles de Brasil: Etnicidad, diversidad e importancia en la alimentación. **Boletín SEA** 38: 423 - 442.
- DELABIE JHC, M OSPINA & G ZABALA. 2003. Relaciones entre hormigas y plantas: una introducción. In: F Fernández (ed.). **Introducción a las hormigas de la región neotropical**. Bogotá: Instituto de Investigaciones de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.
- DJAJADI A. 1999. **The biogeography of leaf-cutter ants (*Atta cephalotes*)**. Disponible en: <<http://bss.sfsu.edu/holzman/courses/Fall99Projects/lcants.htm>>.
- GRANADOS SD. 1994. **Ecología y dispersión de plantas**. 1ª ed. México: Universidad Autónoma Chapingo.
- HÖLLDOBLER B & EO WILSON. 1990. **The ants**. Cambridge: Bellknapp Press.
- INEGI. 2000. **Anuario estadístico del Estado de Veracruz**. Gobierno del Estado de Veracruz: Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática.
- LANDERO-TORRES I. 1985. **Estructura y composición de la sociedad de un nido de *Atta cephalotes* L. (insecta-Hymenoptera-Formicidae) en Tlacotengo, Municipio de Fortín, estado de Veracruz, México**. Tesis de Licenciado en Biología. Universidad Veracruzana. Córdoba, Veracruz.
- MCGLYNN TP & SE KIRKSEY. 2000. The effects of food presentation and microhabitat upon resource monopoly in a ground foraging ant (Hymenoptera: Formicidae) community. **Revista de Biología Tropical** 48: 629 - 642.
- PINEDA-GARCÍA F, L ARREDONDO-AMEZCUA, G IBARRA-MANRÍQUEZ. 2007. Riqueza y diversidad de especies leñosas del bosque tropical caducifolio El Tarimo, Cuenca del balsas, Guerrero. **Revista Mexicana de Biodiversidad** 78: 129 -139.
- PORRHA S, J-L DENEUBOURG & C DETRAIN. 2002. Self-organized asymmetries in ant foraging: a functional response to food type and colony needs. **Behavioral Ecology** 3: 776 -781.
- RAMÍREZ M & Z CALLE. 2003. Ecología de hormigas en sistemas silvopastoriles. In: CONFERENCIA ELECTRÓNICA, 2, 2001. **Memorias...** Disponible en <www.fao.org/006/Y44355/y4435s00.HTM>.
- ROCES F. 2002. Individual complexity and self-organization in foraging by leaf-cutting ants. **Biological Bulletin** 202: 306 -313.
- ROMERO-PARISSI D. 1987. **Primer registro de *Phialocladus zsolzii* Kreisel (Fungi: Deuteromycetes) y su relación con *Atta mexicana* Smith y *Atta cephalotes* L. (Hymenoptera: Formicidae) en el centro del estado de Veracruz**. Tesis de Licenciatura en Biología. Universidad Veracruzana, zona Xalapa.
- SCHULTZ TR & S BRADY. 2008. Major evolutionary transitions in ant agriculture. **Proceedings of the National Academy of Sciences. Early edition** 1 of 6.
- WETTERER JK. 1994. Ontogenic changes in forager polymorphism and foraging ecology in the leaf-cutting ant *Atta cephalotes*. **Oecologia** 98: 235-238.