

¿CÓMO RESPONDE LA HORMIGA CORTADORA DE HOJAS *ATTA CEPHALOTES* (HYMENOPTERA: MYRMICINAE) A LA REMOCIÓN MECÁNICA DE SUS NIDOS?

Mavir Montoya-Correa

Universidad del Valle. Departamento de Biología. A.A. 25360. Cali, Colombia; correo electrónico: mavir29@hotmail.com

James Montoya-Lerma

Grupo de Investigaciones Entomológicas, Departamento de Biología, Universidad del Valle, A.A. 25360 Cali, Colombia; correo electrónico: jamesmon@univalle.edu.co

Inge Armbrecht

Grupo de Investigación en Biología, Ecología y Manejo de Hormigas, Departamento de Biología, Universidad del Valle, A.A. 25360 Cali, Colombia; correo electrónico: inge@univalle.edu.co

María Cristina Gallego Ropero

Grupo de Estudios Ambientales, Departamento de Biología, Universidad del Cauca, Popayán, Colombia; correo electrónico: mgallego@unicauca.edu.co

RESUMEN

En Colombia, eventualmente, se utiliza la excavación y extracción de la reina de los nidos para eliminar sociedades incipientes de la hormiga cortadora de hojas *Atta cephalotes*. Sin embargo, no es claro si éste controla colonias ya establecidas (mayores que 30 cm de diámetro). Este estudio se dirigió a determinar cómo responde la hormiga cortadora de hojas a la remoción mecánica del suelo y cámaras de cría de sus nidos, sin búsqueda activa de la reina. En el campus de la Universidad del Valle, Meléndez, se seleccionaron 53 nidos, con tamaños entre 0.85 y 79.31 m². En un diseño en bloques completamente aleatorio, 30 se trataron mecánicamente y 23 se dejaron como testigo (sin perturbación). Durante tres meses consecutivos se midieron las variables área superficial del nido, área de bocas, soldados en defensa y ancho de pistas activas y los datos fueron comparados con medidas obtenidas antes de la intervención. La mortalidad de nidos al finalizar el estudio fue del doble para el tratamiento remoción mecánica comparada con el testigo. Aunque en los dos primeros meses se observó disminución en las variables respuesta en el tratamiento mecánico, ésta no fue sostenida y varios nidos se recuperaron al último mes de evaluación. Es posible que este método, aplicado regularmente, permita controlar nidos pequeños y medianos (producto de la muerte de la reina) pero debe ser complementado con otros métodos. Además, de resultar efectivo, sería poco costoso y eventualmente podría generar empleo y sensibilidad entre los pobladores del campo y la ciudad.

Palabras clave: Control cultural, plagas urbanas, hormiga arriera, Cali.

SUMMARY

In Colombia, disturbance and extraction of the queen is a common method by which people control populations of *Atta cephalotes*, the leaf cutting ant, especially when they are under the colonization process. However, it is not clear whether this method controls already established colonies (nests more than 30 cm diameter). This study determined whether and how this ant responds to mechanical disturbance of the soil and brood chambers of their nests, without actively searching for the queen. Fifty three ant nests (0.85 to 79.31 m²) were selected at the campus of Universidad del Valle, Cali, 30 of them were mechanically removed with a hand shovel and 23 were left untouched. Nest area, total holes, number and width of trails were measured before the treatment and monthly three times. Mortality was found to be 27 and 13% for mechanical treatment and control respectively at the end of the study. It was observed that response variables decreased for the mechanical treatment within the first two months. However, this tendency was not continuous and several nests recovered at the end of the study. Nevertheless, mechanical disturbance can be effective to maintain ants at

low population levels when used with complementary methods. In addition it is a low cost control, with a potential to generate employment opportunities and sensibility in both country and urban communities.

Key words: Cultural control, urban pests, leaf-cutting ant, Cali, Colombia.

INTRODUCCIÓN

Las hormigas cortadoras de hojas o “arrieras”, pertenecientes al género *Atta* (Formicidae: Myrmicinae), son Attini que cultivan jardines de hongos sobre sustratos compuestos por pedazos de hojas de plantas que cortan y transportan a sus nidos (Madrigal & Yepes 1997). Muchas de las plantas tienen importancia económica y por esta razón las hormigas arrieras son, quizás, los insectos eusociales más conspicuos para las comunidades humanas que habitan las Américas (excepto la región norte). El éxito de estas especies se debe en parte a que sostienen un mutualismo obligado con un hongo, del cual se alimentan, y al cual a su vez retribuye proporcionando el sustrato vegetal, dispersión y protección (Forti, 1998; Holldobler & Wilson 1990). Ambos grupos (hormiga y hongo) han coevolucionado con bacterias filamentosas que producen antibióticos inhibidores del crecimiento de *Escovopsis*, otro hongo que destruye el cultivo fúngico alimenticio (Currie et al. 2003). Esto significa que, en términos ecológicos, existe una relación “tetrapartita” (hormiga-cultivo fúngico-parásito-bacteria) considerada como una de las asociaciones simbióticas más complejas conocidas en la naturaleza (Currie et al. 2003).

Uno de los grandes cuestionamientos sobre el éxito de la hormiga arriera es qué factores favorecen o desfavorecen su crecimiento poblacional. Se ha demostrado que una alta abundancia de plantas palatables (pioneras de rápido crecimiento) y poco control hacia arriba (“bottom-up”) ocasiona un aumento anormal de las poblaciones de *Atta cephalotes* en ecosistemas neotropicales fragmentados (Urbas 2004). Aunque en ecosistemas naturales las hormigas arrieras pueden estar ejerciendo importantes funciones ecológicas, en zonas productivas o perturbadas antropogénicamente se convierten en plagas, por su efecto defoliador en cultivos agrícolas y forestales. Aunque se han invertido grandes sumas de dinero a través de toda Latinoamérica para su control, son pocos los resultados alentadores.

En Colombia no existen trabajos que permitan determinar los niveles de daño económico de las hormigas cortadoras de hojas pero algunos hechos

evidencian su competencia fuerte con los agricultores de Urabá, Magdalena Medio, Bajo Cauca, Atrato Medio por los daños que producen a sus cultivos. En las zonas cafeteras y de cultivo de caña, la hormiga cortadora de hojas ha sido objeto de campañas de control, ejecutadas durante las labores culturales de este agroecosistema (Cárdenas, 1992; A. Lastra, com. pers.).

En los últimos años las empresas agropecuarias y dueños de viveros en el Valle del Cauca, han destinado millones de pesos en insecticidas (Mora 2006), en especial clorpirifos, para el control de esta hormiga, sin lograr mantener sus poblaciones bajas a través del tiempo, pero acarreado efectos negativos en los ecosistemas (contaminación de tierra y de aguas subterráneas). Existen diferentes alternativas de control, que se han usado en el suroccidente colombiano, como el uso mezclas de cal y clorpirifos, quema de gasolina y detergente, entre otros (Ravnborg et al. 2000), pero de igual forma contaminan los suelos y pueden ser, además, peligrosos (i.e. explosiones con gasolina).

Uno de los métodos usados por los campesinos, que no requiere uso de insumos químicos de ninguna naturaleza, es la remoción mecánica del material de los nidos con pala. En esta acción, por accidente, puede morir la reina, o quedar susceptible a depredadores o enfermedades; además se crea una crisis interna en la colonia donde parte de la cría muere. Hasta el presente no se conocen estudios comparando cuantitativamente el efecto de esta acción mecánica a corto y mediano plazo sobre nidos ya establecidos de hormiga arriera. El presente trabajo responde a esta necesidad.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio. Los ensayos se realizaron en el campus de la Universidad del Valle, Meléndez (3°32'22"N y 76°31'57"W) ubicado a 976 m.s.n.m., municipio de Santiago de Cali, Departamento del Valle del Cauca, Colombia que, según el sistema de Holdridge, se incluye en sistema de bosque seco tropical (Bs-T) (Espinal 1967). El área tiene una extensión aproximada de 100ha, posee una vegetación arbórea densa y bien estructurada, que hace de ella una de las más arboriza-

das de la ciudad, brindando refugio y alimento a una gran variedad de fauna silvestre (Arévalo 1998). Su topografía es completamente plana, en la cual desde el punto de vista estructural, se identifican tres categorías: edificios, zonas verdes y campos abonados (Universidad del Valle 2007). Estas dos últimas contienen una gran biodiversidad arbórea que afecta, de manera considerable, el contenido de calor y la humedad del suelo y el aire, debido a la intercepción de la radiación y la precipitación por medio de hojas y ramas, regulando las condiciones atmosféricas en el área y, presumiblemente, contribuye a hacer del campus un lugar propicio para el asentamiento constante de colonias de *Atta cephalotes*.

Evaluación y diagnóstico (fase inicial). Para la ubicación e identificación de los nidos de hormiga arriera, se dividió el campus en seis zonas y se realizaron recorridos (“barridos”) diarios durante dos meses (enero-febrero 2005), y en cada una de ellas se registraron los nidos con áreas entre 1m^2 y 80m^2 y se marcaron individualmente con cintas de colores. En marzo de 2006 se tomaron las mediciones de las siguientes variables pre-intervención: 1. área del nido (Figura 1); 2. número y ancho de pistas; 3. área total de bocas abiertas y 4. número de soldados por minuto que salieron a defender el nido después de saltar 10 segundos sobre él (un minuto de conteo) (Giraldo-Echeverry 2005).

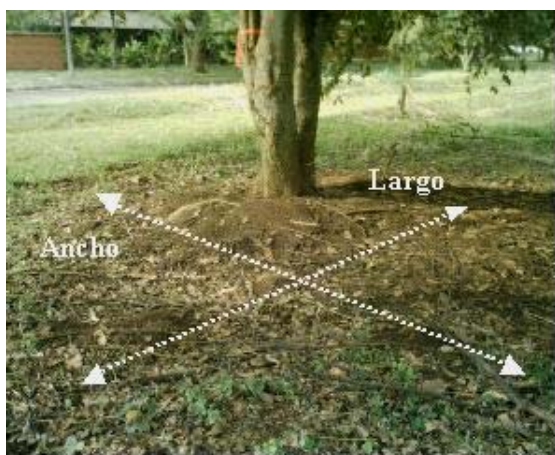


Figura 1. Esquema de la toma de largo y ancho de uno de los hormigueros.

Para determinar el área del nido se multiplicaron las distancias, en metros, entre las bocas más externas a lo largo por lo ancho. Según Rodas (1998) el producto de estas dos medidas representa el

área del hormiguero. Para el número y ancho de pistas en cada nido se contó el número de caminos o pistas con signo de actividad de forrajeo, como pedazos de hojas y/o limpieza del sendero transitado. Seguidamente, se ubicó la boca de entrada del material forrajeado de cada pista y se midió 50 cm en sentido del camino y en ese punto se tomó el ancho de la pista en centímetros. El número de bocas se obtuvo a partir del conteo de las bocas abiertas presentes en el nido. Todos los datos fueron ingresados a una hoja de datos Microsoft Excel versión 2003.

Tratamientos. De un total de 53 nidos seleccionados, 30 fueron asignados aleatoriamente al tratamiento de remoción mecánica y 23 asignados como testigos (sin perturbación). Al primer grupo se realizó remoción de la tierra del hormiguero mediante palas y barretón (Figura 2) y en cada nido se cavó, aproximadamente, a 60cm de profundidad, desarticulando caminos y removiendo cámaras y galerías. Luego, fueron dejados imperturbados. Cada mes y durante tres meses consecutivos, en todos los nidos (tratados y testigos) se tomaron las mismas variables descritas en la fase inicial de diagnóstico.

Análisis de datos. Aunque no hay razones para suponer que el origen de las colonias sea diferente para aquellas que han sido asignadas aleatoriamente al tratamiento remoción mecánica o al testigo, las unidades experimentales (*i.e.* colonias) podrían considerarse como pseudorréplicas, *sensu* Hurlbert (1984) y, por tanto, las conclusiones estrictamente se aplican para las condiciones específicas del sitio de estudio. Para el análisis de datos se promediaron los valores a través del tiempo y se compararon mediante una ANOVA de medidas repetidas (Zar 1996), donde el factor entre sujetos es tratamiento y el factor intrasujetos es el tiempo. Los datos fueron transformados a su raíz cuadrada. Todos los análisis estadísticos se realizaron con el programa SPSS versión 14 para Windows (www.spss.com, 2005).

RESULTADOS

En general, se observó una respuesta diferencial en la mortalidad de los nidos a través del tiempo, con una tendencia a la baja marcada en los nidos removidos que en los nidos testigo. La mortalidad de nidos al finalizar el estudio fue de 26.7% y 13.0% para tratamiento remoción mecánica y para testigo, respectivamente (Tabla 1).



Figura 2. Fase I: Remoción del hormiguero

Aunque el objetivo no era buscar reproductores (alados o sin alas), si estos se encontraban en la labor se extraían y eliminaban (Figura 3).



Figura 3. Foto de una pala conteniendo parte de una colonia de *A. cephalotes* en donde se encontraban varios alados, cerca del hongo simbionte en una cámara de cría.

Tabla 1. Área de los nidos (m^2) antes del tratamiento y después de tres meses (marzo-junio) en los nidos perturbados mecánicamente (tratamiento remoción mecánica, $n = 30$) y sin perturbar (testigo, $n = 23$). El valor de las áreas de los nidos está organizado de forma decreciente y en negrilla se resaltan aquellos cuya área aumentó; subrayadas las colonias que murieron.

	AREA TRATAMIENTO REMOCIÓN MECÁNICA		AREA TESTIGOS		
	Nido #	Antes	Después	Antes	Después
	1	59.66	70.53	79.31	60.58
	2	57.01	29.93	68.56	62.53
	3	48.00	56.61	55.34	67.69
	4	47.52	61.56	43.36	0.00
	5	42.12	17.92	42.34	41.06
	6	37.50	0.00	36.67	20.27
	7	31.42	0.00	35.50	18.88
	8	29.47	0.00	32.06	28.03
	9	25.09	17.61	28.50	46.88
	10	23.74	45.50	20.19	22.41
	11	17.43	18.52	20.09	28.70
	12	16.67	8.14	13.33	52.00
	13	15.61	11.59	12.07	6.90
	14	13.74	0.00	9.77	3.74
	15	8.38	1.94	7.70	4.10
	16	7.81	4.13	6.51	2.54
	17	7.20	9.72	5.30	2.70
	18	6.12	1.49	2.50	0.00
	19	5.92	13.94	2.45	4.76
	20	4.50	2.30	2.04	0.00
	21	3.85	3.15	1.60	3.15
	22	3.78	2.08	1.40	5.82
	23	3.39	0.00	0.99	1.15
	24	2.93	3.24	-	-
	25	2.84	1.00	-	-
	26	2.64	0.49	-	-
	27	1.82	6.40	-	-
	28	1.38	0.00	-	-
	29	1.13	0.00	-	-
	30	0.85	0.00	-	-
Promedio		17.65	12.93	22.94	21.04

En algunos hormigueros inesperadamente se encontraron varias formas reproductoras e individuos hembras que habían perdido sus alas, que sugiere que podría tratarse, ya sea de colonizaciones múltiples o de colonias (oligo)- poliginas.

Área superficial del nido. El área externa del nido mostró, en general, una reducción en el tratamiento remoción mecánica comparada con el grupo testigo (Tabla 1, Figura 4). De los 30 nidos tratados un 26.7% estaban completamente inactivos para junio. Sin embargo, la media de la variable transformada a raíz cuadrada no fue significativamente diferente entre los dos tratamientos ($F_{1, 51} = 3.28$; $p = 0.076$); y no hubo interacción tratamiento-tiempo (Figura 4).

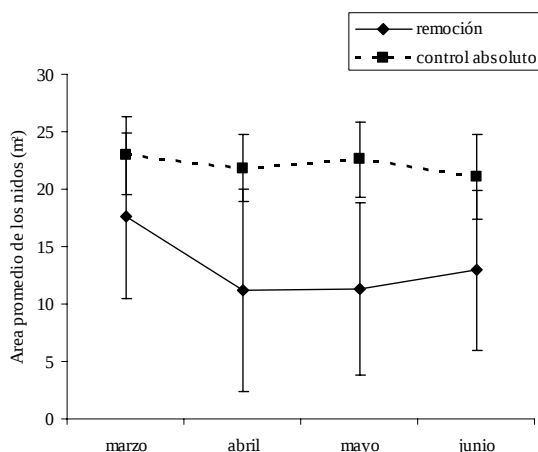


Figura 4. Área (m^2) promedio de los nidos asignados a tratamiento remoción mecánica (rombos) y testigo (cuadrados) ($n = 30$ y 23 , respectivamente) para los cuatro meses estudiados en 2006. Las barras verticales representan el error estándar.

Área total de bocas. Se presentó una baja repentina en la media de los datos de esta variable para el tratamiento remoción mecánica inmediatamente después de implementado (Figura 5), con respecto al control. Los dos tratamientos fueron estadísticamente diferentes ($F_{1, 51} = 134.86$; $p < 0.001$). No se presentaron interacciones significativas ni tendencia lineal con el tiempo.

Número de pistas y sumatoria del ancho de las pistas. El número de pistas disminuyó, en los primeros meses hasta abril, a un 22% en su porcentaje promedio, ya sea expresado en inactividad o

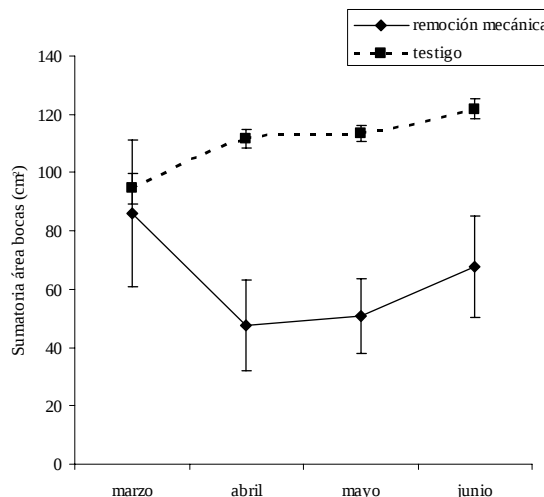


Figura 5. Promedio de la sumatoria del área de las bocas, en cm^2 , por nido para el tratamiento remoción mecánica (rombos) y el testigo (cuadrados) durante el periodo de muestreo.

desaparición. El número de pistas por nido en el tratamiento remoción mecánica bajó de 1.77 (antes de la remoción mecánica) a 1.2, al final del estudio. En contraste, en los nidos control el número de pistas promedio fue de 1.72 al comienzo y terminó en junio con 1.77, ligeramente superior. Por otro lado, la sumatoria del ancho de las pistas por nido disminuyó drásticamente a medida que el número de pistas se redujo (Figura 6), ya sea por desaparición de las pistas de forrajeo o por la disminución del tránsito de las hormigas a medida que pasó el tiempo. Inmediatamente después de la perturbación mecánica y hasta abril, la sumatoria del ancho de las pistas por nido en promedio disminuyó a menos de la mitad en el primer mes, manteniéndose así, hasta empezar a recuperarse en junio. La diferencia entre los tratamientos fue altamente significativa ($F_{1, 50} = 276.66$; $p < 0.001$), también se observó una tendencia lineal a través del tiempo ($p = 0.033$) y una interacción significativa entre tratamiento y tiempo ($p = 0.016$).

Presencia de soldados en la defensa: Se detectó presencia de soldados en 43% de los nidos antes del tratamiento de remoción mecánica y este valor alcanzó el 47% al finalizar el estudio. Los valores respectivos en los nidos sin perturbar fueron del 57 y 74%. El número promedio de soldados por nido antes de iniciar el experimento fue de 8.27 y 7.76 para tratamiento remoción mecánica y testigo, respectivamente y al finalizar el estudio en junio 2006 fue 10.87 y 11.18, respectivamente.

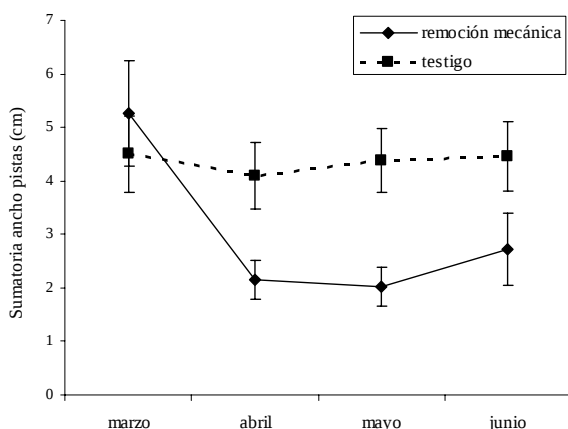


Figura 6. Promedio de la sumatoria del ancho de las pistas de cada nido en el tratamiento remoción mecánica (rombos) y del testigo (cuadrados) a lo largo del tiempo observado. Las barras verticales indican el error estándar.

DISCUSIÓN

Con excepción de la presencia de soldados, el tratamiento de remoción mecánica tuvo un efecto negativo evidente, aunque no siempre estadísticamente significativo, sobre las variables medidas en los nidos de *A. cephalotes*. Esto representa una evidencia en la disminución de todas ellas con respecto al control, específicamente un mes después de aplicado el control mecánico. En general, la disminución de nidos durante los tres primeros meses de evaluación fue de un 26.67%. Esto representa un área total controlada de 118.8 m² en un tiempo no mayor de dos meses de tratamiento mecánico. Además, el 70% de los nidos no controlados totalmente, tuvieron una disminución notoria de su actividad. Aunque es posible que la dificultad de estos nidos a ser controlados se deba a su mayor tamaño. En la tabla 1 se observa que nidos pequeños y medianos también sobrevivieron al final del estudio, pero crecieron más en el testigo que en el control mecánico.

El diseño en bloques permite confiar en que los mismos factores bióticos y microclimáticos pudieran estar afectando de forma similar a los nidos tratados y no tratados y por tanto es, razonable, pensar que la sola acción física ejerce un daño del cual algunas colonias no se recuperan. Los nidos pequeños y medianos favorecen este tipo de control posiblemente porque, según Madrigal y Yepes (1997) es más fácil encontrar y remover la reina de su cámara principal, erradicando así el nido. El impacto sobre nidos medianos fue menor, sin em-

bargo, en tres nidos su actividad fue cero, lo cual sugiere que la remoción interrumpe ciertas actividades primordiales de la colonia. Es posible que al ser destruidas, el ritmo de trabajo de la colonia disminuya.

A pesar del aumento del área de nidos grandes (Tabla 1), estos mostraron disminución en otras variables medidas a través del tiempo pues el área se distorsiona por la actividad de remoción que realizan las obreras en los bordes de la zona perturbada. Por ejemplo el área acumulada de las bocas de un nido refleja el grado de comunicación con el exterior y podría indicar el grado de intercambio de materia y energía con el ambiente, esta dinámica de bocas se ve drásticamente alterada tanto en los cambios climáticos (Sánchez & Urcuqui 2006) como después de la perturbación mecánica. Lo anterior corrobora los hallazgos de Boaretto & Forti (1997) quienes concluyen que las técnicas de preparación y remoción del suelo como el arado de la tierra y la rastrillada, pueden contribuir a disminuir las colonias de *A. cephalotes*. Sin embargo, es muy posible que las colonias se recuperen a una escala de tiempo mayor si no vuelven a ser intervenidas. Manzano *et al.* (2003) y Montoya-Lerma *et al.* (2006), discutieron que entre más grande y complejo sea el nido de *Atta*, este presenta mayor cantidad de bocas activando la dinámica interna del hormiguero.

De este estudio se podría afirmar que el tratamiento mecánico es recomendable como método complementario, más de ningún modo único, para nidos pequeños (de 1-30m²) y medianos (de 31-60 m²) (Chaves 2006), puesto que casi un tercio de los mismos fueron eliminados, cerca de la mitad disminuyeron su área, y el resto crecieron. Es posible que logre desestabilizar las colonias grandes, pero el presente estudio no incluyó nidos de más de 80m² de área. Es posible que con continuas remociones sobre el nido, se alcance mayor éxito con este método. A pesar que la práctica de remover constantemente las colonias, en busca de la reina, puede ser desalentadora y costosa (en mano de obra o tiempo) es preferible a un tratamiento con clorpirifós que, regularmente es inefectivo porque se aplica inapropiadamente, y es además muy tóxico. Hasta donde lo demostró la experiencia en este estudio, el método de remoción mecánica no resulta peligroso para las personas, pues aunque al remover los nidos de hormigas se provoca una reacción agresiva de parte las obreras y soldados, las mordeduras no implican inyección

de veneno y el uso de botas de caucho ayuda a evitarlas.

No se conocen casos en que el control químico, por más indiscriminado que haya sido, haya erradicado un insecto plaga del planeta, y es poco realista pensar que este va a ser el caso con *A. cephalotes*. En cambio, muchos organismos vulnerables, como aves rapaces, han estado a punto de extinguirse a causa del uso de algunos insecticidas. Cualquier técnica que se desee implementar para controlar la hormiga arriera exige una aproximación multidimensional, multimetodológica, con monitoreos constantes y trabajo en equipo. La remoción mecánica no contamina y airea el

suelo. Por otra parte, se constituye en una oportunidad de empleo y, adicionalmente, puede ayudar a mejorar la percepción de las personas acerca de su entorno y de los insectos que las afectan.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a Walter Angulo, Dagoberto Muñoz, Blanca Ramos y Janine Herrera por ayuda logística y trabajo de campo en la Universidad del Valle. A la Vicerrectoría de Investigaciones de la Universidad del Valle por la financiación y apoyo a través de la Convocatoria Interna 2005, proyecto CC7693.

LITERATURA CITADA

- Arévalo, D. P. 1998. Agenda Ambiental: Comuna 17. Departamento Administrativo de Gestión del Medio Ambiente. DAGMA. Alcaldía Santiago de Cali.
- Boaretto, M. A. C. & L. C. Forti 1997. Perspectivas no controle de formigas cortadeiras. Serie Técnica IPEF. 1(30):31-46
- Cárdenas, M. R. 1992. Manejo de la hormiga arriera *Atta cephalotes* (L) en zonas cafeteras de Colombia. Miscelánea Sociedad Colombiana de Entomología No. 24.
- Chaves, M. C. 2006. Evaluación preliminar del compostaje "arrierón" para el control de la hormiga *Atta cephalotes* (L.) en Jamundí Valle. Boletín del Museo de Entomología de la Universidad del Valle 7(1):10-21.
- Cameron, R. C., B. Wong, A. E. Stuart, T. R. Schultz, S. A. Rehner, U. G. Mueller, G. H. Sung, J. W. Spatafora, N. A. Straus. 2003. Ancient tripartite coevolution in the attine ant-microbe symbiosis. Science, 299:386-388.
- Espinal, S. 1967. Apuntes sobre ecología colombiana. Universidad del Valle, Departamento de Biología. Cali. Colombia.
- Forti, L. C. 1998. Importancia y manejo de las hormigas cortadoras. Memorias XXV Congreso de la Sociedad Colombiana de Entomología. Cali.
- Giraldo-Echeverry, C. 2005. Efecto del botón de oro, *Tithonia diversifolia* sobre la herbivoría de hormiga arriera *Atta cephalotes* en una plantación de arboloco *Montanoa quadrangularis*. Trabajo de Grado. Universidad de Antioquia-Universidad del Valle. Medellín-Cali, Colombia.
- Hölldobler, B. & E. O. Wilson. 1990. The Ants. Harvard University Press, Cambridge. EEUU.
- Hurlbert, S. H. 1984. Pseudoreplication and the design of ecological field experiments. Ecological Monographs, 54:187-221.
- Madrigal, C. A. & F. C. Yepes. 1997. Las hormigas cortadoras. Cuadernos Divulgativos de Entomología N° 3. Universidad Nacional de Medellín. Colombia (Mimeo).
- Manzano, M. R., P. Chacón de Ulloa, J. Montoya-Lerma, R. García, G. Vargas & L. A. Neira. 2003. Expansión de la hormiga arriera *Atta cephalotes* L. (Formicidae: Myrmicinae) en tres comunas del municipio de Cali (Valle). Resúmenes XXX Congreso Sociedad Colombiana de Entomología, Cali. Colombia.
- Montoya-Lerma, J., P. Chacón de Ulloa & M. R. Manzano. 2006. Caracterización de nidos de la hormiga arriera *Atta cephalotes* (Hymenoptera: Myrmicinae) en Cali (Colombia). Revista Colombiana de Entomología, 32:151-158
- Mora, O. 2006. La Hormiga Arriera. Fundación Agroecológica EDAFON. Palmira, Colombia. http://www.controlbiologico.com/hormiga_arriera.htm (consultada 03/09/2006).

- Ravnborg, H. M., A.M. de la Cruz, M. P. Guerrero & O. Westermann. 2000. Collective action in ant control. CIAT Capri Working paper No 7. CGIAR System-wide program on property right and collective action. International Food Policy Research Institute, Washington. EEUU.
- Rodas, C. 1998. La hormiga arriera: estrategias de control. Seminario Manejo Integrado de Hormigas Cortadoras de Hojas. Instituto Colombiano Agropecuario, ICA y Federación Nacional de Cafeteros. Restrepo, Valle (Mimeo).
- Sánchez, J. A. & A. M. Urcuqui, 2006. Distancias de forrajeo de *Atta cephalotes* (Hymenoptera: Formicidae) en el bosque seco tropical del jardín botánico. Boletín del Museo de Entomología de la Universidad del Valle, 7:1-9.
- Universidad del Valle, 2007. <http://www.univalle.edu.co/> (consultada 10/29/2006).
- Urbas, P. 2004. Effects of forest fragmentation on bottom-up control in leaf-cutting ants. Dissertation. Fachbereich Biologie. Technische Universität Kaiserslautern. Kaiserslautern, Alemania.
- Zar, J. H. 1996. Biostatistical Analysis. Tercera edición. Nueva Jersey.