

**EVALUACIÓN PRELIMINAR DEL COMPOSTAJE “ARRIERÓN”
PARA EL CONTROL DE LA HORMIGA *Atta cephalotes* (L.)
EN JAMUNDÍ (VALLE, COLOMBIA)**

Martha Cecilia Chaves

*Grupo de Investigación en Biología, Ecología y Manejo de Hormigas. Departamento de Biología,
Universidad del Valle, A.A. 25360 Cali, Colombia; correo electrónico: martachaves@telesat.com.co*

RESUMEN

En la Reserva Natural Pozo Verde local (Jamundí, Valle del Cauca), se evaluó el efecto del control orgánico mediante la aplicación del compostaje Arrierón para el manejo de la hormiga arriera *Atta cephalotes*. Se seleccionaron 14 nidos (área externa entre 5.0 y 132.1 m²); nueve de los cuales fueron tratados con Arrierón y cinco actuaron como testigo. El compostaje Arrierón (estiércol animal, material vegetal, melaza, levadura y cal agrícola) se preparó directamente sobre cada nido a tratar y se mezcló con tierra removida del mismo hormiguero. Seguidamente, se cubrió la superficie externa del nido con un plástico y se dejó bajo esas condiciones por 10 semanas. Durante éste tiempo se observaron las actividades de forrajeo, construcción y defensa del nido, y al final de la décima semana se midió de nuevo el área externa. El 80% de los nidos testigo aumentó su área en un 27%, mientras que el 67% de los nidos tratados sufrió una reducción que fluctuó entre 3.2 y 100%, encontrando éste último valor en nidos pequeños (< 30m²). En contraste, el 33% de los nidos tratados aumentaron su área en un 35 a 200%, como consecuencia de la construcción de nuevos orificios de salida en la periferia del plástico. Los nidos pequeños, a diferencia de los nidos testigo y de nidos tratados de mayor tamaño, presentaron reducción total (100%) en sus actividades de forrajeo y defensa; y mostraron una disminución del 93.4% en su actividad de construcción. Los resultados indican que el Arrierón es promisorio para erradicar nidos pequeños de *A. cephalotes* y que en el caso de nidos más desarrollados, puede complementarse con otros métodos de control de ésta especie.

Palabras clave: Hormiga cortadora de hojas, control orgánico, área de nidos, forrajeo, defensa

ABSTRACT

The effectiveness of an organic method for leaf-cutting ant control (*Atta cephalotes*), called “Arrierón” composting, was evaluated at the Natural Reserve Pozo Verde located in Jamundí, Valle del Cauca, Colombia. Fourteen nests were selected (with external area between 5.0 and 132.1 m²); nine of them were treated with Arrierón and five acted as controls of the experiment. Arrierón composting (animal manure, plant material, molasses, yeast and lime (calcium carbonate) was prepared directly above every treated nest and was mixed with the soil removed from the nests. Then they were cover with plastic sheets and were left in those conditions for 10 weeks. During this time the forage, construction and defense of nest activities were observed and at the end of the 10th week the external areas of the nests were measured again. Eighty percent of the control nests had a 27% increase of their external area. On the other hand, 67% of the treated nests had a decrease between 3.2 and 100%; this last percentage was found only in small nests (< 30m²). In contrast, 33% of the treated nests had an increase between 35 and 200% in their external area, caused by the construction of new nest openings at the periphery of the plastic sheet. Small nest, contrary to control nests and larger treated nest, presented a total decrease (100%) in their forage and defense activities; and they showed a reduction of 93.4% in their construction activity. These results indicate that Arrierón is a promising method to eradicate small nests of *A. cephalotes* and that in the case of larger nests; it can be complemented with other methods used to control this species.

Key words: Leaf cutting ant, organic control, nest area, forage, defense

INTRODUCCION

Las hormigas arrieras o cortadoras de hojas representan uno de los grupos de insectos con mayor dispersión, adaptabilidad y éxito evolutivo en el Neotrópico (Fowler et al. 1986; 1990a). Aunque importantes en términos de biodiversidad, su mayor impacto está representando en su gran adaptabilidad biológica, ecológica y de comportamiento, características que han contribuido a convertirlas en una de las plagas más problemáticas e importantes en sistemas agrícolas, pecuarios y silvícolas (Cherrett 1986; Wilson 1986; Villela 1986; Fowler et al. 1990a; 1990b; Forti 1998; Madrigal 2003; Della Lucia 2003). Sin embargo, en términos de cuantificación de los daños provocados por las hormigas arrieras, los estimativos numéricos son escasos y los valores no siempre están disponibles (Fowler et al. 1999b; Della Lucia 2003; Madrigal 2003). Se ha calculado que en áreas tropicales, varias especies de *Atta* son responsables de la destrucción de un 15% de la producción de hojas (i.e. 30-250 kg. de peso seco por año) (Holldobler & Wilson 1990); y de más del 75 % de los costos y tiempo destinados al manejo de plantaciones forestales (Villela 1986).

En Colombia, las condiciones de suelo y la tala indiscriminada de los bosques ha propiciado los ataques de la hormiga arriera principalmente en los departamentos de Santander, Antioquia, Cundinamarca y Cauca, afectando la producción de cultivos de yuca, cítricos, café, frutales, pastos y árboles forestales, entre otros (ICA 2000; Madrigal 2003). En la década de los ochenta, la Asamblea Departamental de Antioquia invirtió más de 700 millones de pesos en una campaña de control de esta hormiga en ocho municipios sin lograr resultados satisfactorios (Madrigal 2003). En el departamento del Valle del Cauca, el Programa de Asistencia Técnica Directa Rural informó que la arriera ha invadido alrededor de 12'969.000 m² de tierras rurales y urbanas, causando graves daños (Manrique 2005). En un estudio realizado en el 2004 por la Secretaría de Agricultura y Pesca, se detectaron 60 mil hormigueros en 35 de los 42 municipios de este mismo departamento (Manrique 2005). Aunque las entidades oficiales apenas comienzan a hacer el diagnóstico de daños, las Unidades de Asistencia Técnica Agropecuarias (UMATAS), han establecido que se trata de una plaga que ha acabado con el 40% de los cultivos generando un promedio de pérdidas anuales que sobrepasa los

mil millones de pesos en el Valle (Castillo 2002). Por otro lado, en el municipio de Caldono los pequeños agricultores estiman que pierden entre 20 y 50% de la yuca que cultivan debido a los ataques de hormiga arriera (Ravnborg et al. 2000).

En forma desarticulada, los métodos de manejo de las hormigas arrieras incluyen control mecánico, cultural y biológico y el empleo de productos químicos. Estos últimos, aunque pasajeramente efectivos, tienen efectos dañinos y de valor incalculable como son la intoxicación humana y contaminación ambiental (Della Lucia 2003). Actualmente, una de las prácticas más comunes para controlar esta hormiga en Colombia es el uso del fosforado clorpirifos (Ravnborg et al. 2000), y recientemente se han evaluado los cebos con Carbaril (Téllez & Serna 2005).

Por lo anteriormente expuesto, es de primordial importancia implementar estudios sobre métodos de control de la hormiga arriera que no causen un impacto negativo sobre el medio ambiente. La presente investigación se propuso evaluar la eficacia del Abono Compostado Convencional de Hormiga Arriera "Arrierón", método propuesto para reducir la densidad de nidos a la vez que puede contribuir a mejorar la calidad de los suelos (Mora 2006).

METODOLOGÍA

Área de estudio

El ensayo se realizó en los predios de la Reserva Natural Pozo Verde localizada en el municipio de Jamundí (Valle del Cauca) a una elevación de 1000 msnm, precipitación anual de 1800 mm y temperatura promedio de 24°C (Zapata 1997), condiciones que la clasifican en la zona de vida de Bosque Seco Tropical (bs-T) (Espinal 1967). La reserva abarca una extensión de 50 ha, funciona como una granja pecuaria donde se integra la producción bovina (vacas y búfalos), porcina y avícola; además posee estanques dedicados al cultivo de plantas acuáticas, árboles forrajeros y caña de azúcar para alimentación animal (Zapata 1997; Chará et al. 2002). La granja forma parte de la Red de Reservas Naturales de la Sociedad Civil porque se dedica a la producción animal intensiva con un enfoque hacia la conservación del medio ambiente pues la producción agropecuaria se realiza a través de la diversificación de especies, utilización de recursos locales y aprovechamiento de los desechos a través del reciclaje; además no se usan herbicidas, plaguicidas y fertilizantes químicos (A. Madriñan, com.pers.). Los predios

de la Reserva presentan una densidad aproximada de cinco nidos de hormiga arriera por hectárea, algunos de los cuales han alcanzado gran tamaño, ocasionando daños a plantaciones y construcciones.

Selección y tratamiento de nidos

Se escogieron 14 nidos de hormiga arriera cuya área externa tuvo un rango entre 5 y 132,1 m² (Tabla 1). Para medir esta área se siguió la metodología de Manzano et al. (2003) y de Montoya et al. (en prensa), que consistió en identificar las bocas más extremas tanto a lo ancho como a lo largo de cada nido y luego, con una cinta métrica, se midió la distancia entre estas bocas. Al multiplicar el largo por el ancho se obtuvo el área externa del hormiguero.

Los nidos se clasificaron en tres categorías de tamaño: pequeños (1 a 30m²), medianos (31 a 60m²) y grandes (> 61m²), según las recomendaciones de Montoya et al. (en prensa). Nueve de los nidos se trataron con el compostaje Arrierón y cinco nidos actuaron como testigos negativos del experimento.

Tabla 1. Descripción de 14 nidos de hormiga arriera usados en el ensayo de control con el compostaje Arrierón. Para la variable Tamaño (P: Pequeño, M: Mediano, G: Grande) y para la variable Grupo (T: Nido tratado, C: Nido Testigo).

Nido	Área (m ²)	Tamaño	Grupo
T6	5.0	P	T
T5	8.5	P	T
C13	15.0	P	C
T2	15.1	P	T
T3	23.5	P	T
T1	43.9	M	T
T4	45.4	M	T
T8	47.8	M	T
C12	52.2	M	C
T9	56.0	M	T
C10	62.4	G	C
T7	121.6	G	T
C11	127.6	G	C
C14	132.1	G	C

El abono compostado convencional de hormiga arriera denominado Arrierón (Mora 2006) es una mezcla de aproximadamente 50 k de estiércol animal (vaca o cerdo), la misma cantidad de material vegetal (desyerbas), 5k de cal agrícola, 3k de melaza y 25 g de levadura fresca de panadería. La forma de aplicación del compostaje se describe en la Figura 1. Primero, se excavó el nido a tratar removiendo su superficie externa procurando descubrir el mayor número posible de cámaras y galerías (Figura 1A); luego se adicionó el Arrierón y se mezcló vigorosamente con la tierra excavada del hormiguero (Figura 1B); seguidamente se cubrió toda el área externa del nido con la ayuda de un plástico (Figura 1C) y se dejó bajo esas condiciones durante 10 semanas. Para el transporte de los materiales del compostaje a los nidos, se utilizó una carreta tirada por una búfala de la granja.

Seguimiento de los nidos

Después del tratamiento, se hicieron observaciones durante 10 semanas; inicialmente cada siete días durante el primer mes y luego cada 15 días. Las observaciones se enfocaron hacia tres tipos de actividad:

1. Actividad de forrajeo

Para medir la actividad de forrajeo se tomaron las siguientes tres variables: número de pistas o caminos de forrajeo del nido, ancho (cm) de la pista de forrajeo que mostrara mayor tráfico de obreras, y número de obreras por minuto pasando por un punto fijo en la pista de forrajeo más activa (Montoya et al. en prensa).

2. Actividad de construcción

Dentro de las actividades de construcción se consideró la apertura de nuevos orificios de salida que se muestran como bocas y respiraderos en la superficie externa del nido y la reconstrucción de antiguos orificios. Así, para los nidos testigo se contabilizó el número de bocas activas, es decir aquellas que presentaran hormigas entrando y saliendo; y para los nidos tratados, se contó el número de bocas que iban apareciendo en la periferia del plástico y sobre el mismo plástico que tapaba el nido. Al retirar el plástico de los nidos tratados en la décima semana de observación, se contabilizaron también las bocas que se encontraban tapadas por el plástico.



Figura 1. Proceso de tratamiento de nidos de hormiga arriera. A. Remoción de la parte superior del nido y perturbación de cámaras y galerías. B. Adición del compostaje Arrierón y mezcla con la tierra excavada. C. Cubrimiento de toda la superficie externa del nido.

3. Actividad de defensa del nido

Ya que las variables anteriores representan la actividad superficial externa de los nidos, se escogió esta categoría para medir la actividad al

interior de los nidos tratados. Un nido puede parecer inactivo superficialmente, pero cuando es perturbado (por ejemplo mediante fuertes pisadas), las hormigas que se encuentran en las cavidades internas del nido, exhiben comportamiento de alarma produciendo estridulación, lo que genera la salida de sus congéneres a defender el nido (Holldobler & Wilson 1990). Por lo tanto, se contabilizó el número de hormigas que salen en un minuto después de 30 segundos de perturbar el nido con fuertes pisadas sobre el nido. Al finalizar la décima semana, se procedió a quitar los plásticos de los nidos tratados y a medir de nuevo el área exterior de todos los nidos tal como se realizó al inicio del ensayo.

Para el análisis de datos se calcularon valores promedio, porcentajes de aumento o reducción de área externa de nidos y mediante el test pareado de Wilcoxon se compararon las medias de las variables relacionadas con forrajeo de hormigas y construcción de nidos, antes y después del tratamiento (Zar 1996).

RESULTADOS

Cambios en el área externa de los nidos

En la Figura 2 se compara el área de cada uno de los nidos cinco nidos testigo, antes de iniciar el ensayo y al final de las 10 semanas. El 80% de los nidos presentó una expansión de su área externa la cual aumentó en un promedio del 27%; solamente un nido (C11) disminuyó su área en un 16.4%.

La Figura 3 muestra el área de los nueve nidos tratados, antes de iniciar el tratamiento y 10 semanas después de su aplicación. El 67% de los nidos sufrió una reducción en su área externa, tal disminución fluctuó entre sólo un 3.2% (nido T8) hasta el 100% (nidos T6, T5 y T3) y pareció guardar estrecha relación con el tamaño del nido. Así que en los nidos pequeños (excepto T2), la reducción fue del 100% mientras que en los nidos medianos y el nido grande se alcanzó un máximo del 51.4% (nido T1) y del 10% (nido T7), respectivamente. Por otro lado, el 33% de los nueve nidos tratados mostró una expansión importante en su área externa: 35% (nido T9), 54.3% (nido T1) y 215% (nido T2), como consecuencia de la apertura de nuevas bocas y respiraderos en la periferia del plástico (Figura 4). Por eso al descubrir los nidos al final de décima semana, la superficie externa cubría más área que al inicio del ensayo.

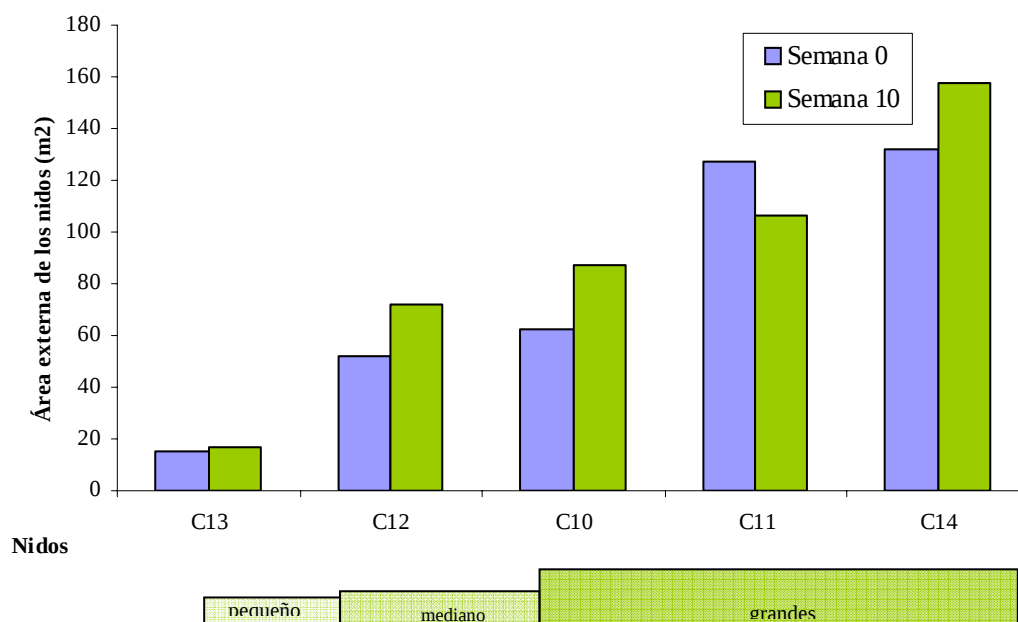


Figura 2. Comparación del área externa de cinco nidos testigo. Semana 0: agosto 2005 y semana 10: noviembre 2005.

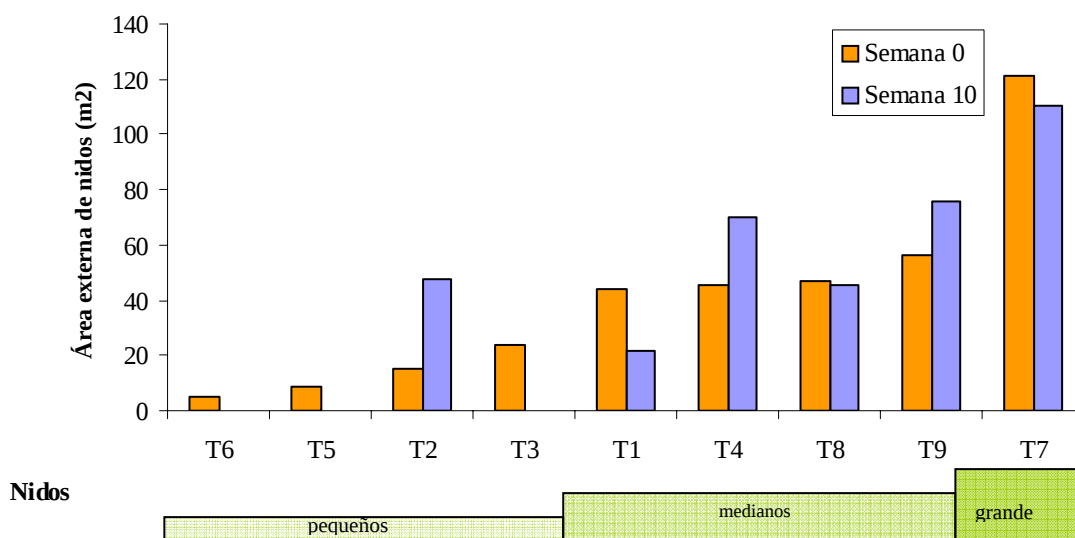


Figura 3. Cambios en el área externa de nueve nidos tratados con el compostaje Arrierón. Semana 0: antes de recibir el tratamiento (agosto 2006) y semana 10 (noviembre 2006) al descubrir los nidos.

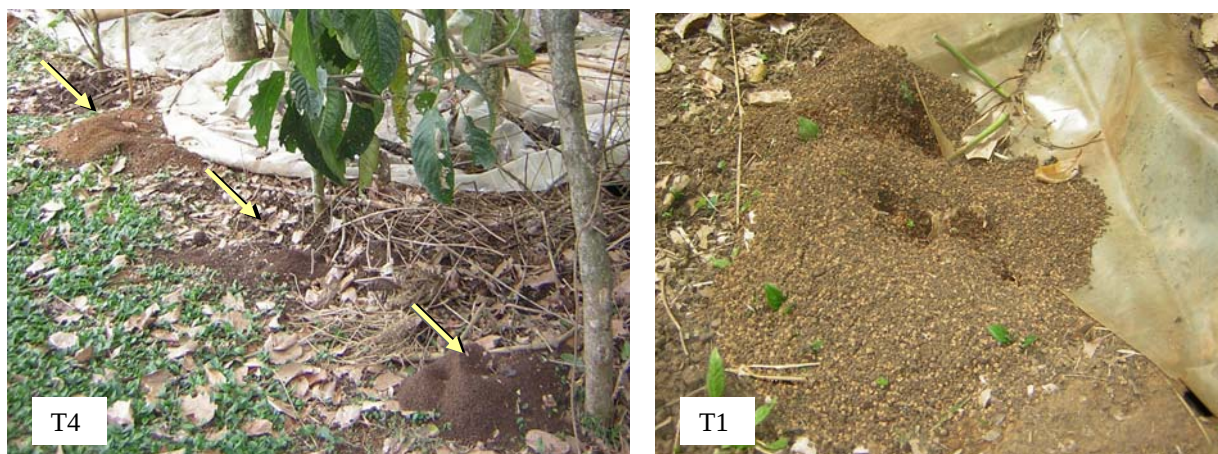


Figura 4. Construcción de nuevos orificios de salida (bocas) en la periferia del área cubierta con plástico en dos de los nidos tratados con el compostaje Arrierón a las cuatro semanas de la aplicación .

A continuación, se presentan los valores promedio de las variables indicadoras de los diferentes tipos de actividad de las hormigas (forrajeo, construcción y defensa). Atendiendo a los resultados ya descritos sobre los cambios en el área externa de los nidos tratados y para efectos de una mejor comprensión, se separaron los nidos tratados en dos grupos: 1. nidos tratados controlados (erradicados) que son aquellos en los cuales se constató una reducción del 100% en su área externa y 2. nidos tratados no controlados que son aquellos que mostraron reducción parcial de su área o que por el contrario, mostraron un aumento de la misma.

Actividad de Forrajeo

En la Tabla 2 se dan los valores promedio y se comparan (test de Wilcoxon) las variables

relacionadas con el forrajeo de hormigas, antes y después del tratamiento, es decir al final de la décima semana. En los nidos tratados controlados (T3, T5 y T6) desaparecieron completamente las pistas de forrajeo y el tráfico de obreras, lo cual se alcanzó a lo largo de diez semanas como se observa en la Figura 5. La evolución de estos nidos fue diferente en cada caso: T3 redujo su actividad de forrajeo desde la segunda semana y cesó completamente en la sexta semana; T5 fue el nido que más rápido se logró controlar ya que cesó su actividad desde la segunda semana después del tratamiento, mientras que el nido más pequeño (T6) sólo mermó su actividad de forrajeo hasta la octava semana.

Tabla 2. Comparación de las variables relacionadas con la actividad de forrajeo en nidos testigo (N=5) y en nidos tratados (controlados N=3 y no controlados N=6), antes y después del tratamiento con Arrierón.

Tipo de Nidos	No. promedio de obreras/minuto $\pm$ D.E. (rango)		Cambio observado ó Test de Wilcoxon (valor crítico de Z:1.96)
	Antes	Después	
Tratados controlados	63.7 $\pm$ 33.2 (35-100)	0	Reducción del 100%
Tratados no controlados	27.5 $\pm$ 17.3 (0-45)	59.7 $\pm$ 41.3 (19-124)	Z=1.22; P=0.22
Testigo	26.8 $\pm$ 26.1 (8-72)	56.8 $\pm$ 34.9 (11-103)	Z=0.89; P=0.37
Ancho de la pista de forrajeo (cm)			
Tratados controlados	6.0 $\pm$ 3.6 (3-10)	0	Reducción del 100%
Tratados no controlados	12.8 $\pm$ 5.3 (7-20)	6.8 $\pm$ 2.9 (2-10)	Z=2.04; P=0.04
Testigo	7.9 $\pm$ 1.7 (9-17)	9.9 $\pm$ 3.6 (8-15)	Z=1.50; P=0.13
No. de pistas de forrajeo			
Tratados controlados	1.7 $\pm$ 0.6 (1-2)	0	Reducción del 100%
Tratados no controlados	2.0 $\pm$ 0.6 (1-3)	2.7 $\pm$ 1.4 (1-4)	Z=0.89; P=0.37
Testigo	1.2 $\pm$ 0.4 (1-3)	1.6 $\pm$ 0.9 (0-4)	Z=0.71; P=0.48

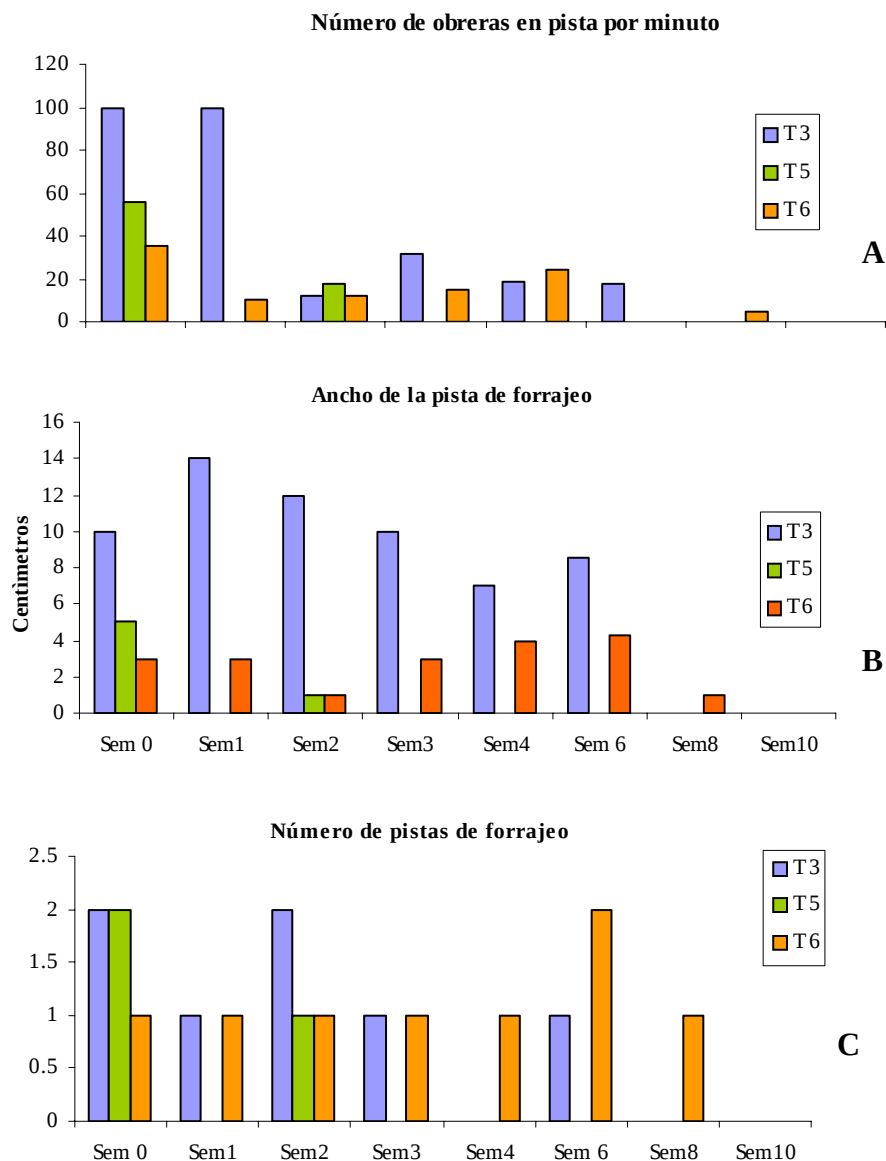


Figura 5. Evolución de la actividad de forrajeo de hormigas en tres nidos (T3, T5, T6) controlados con Arrierón. **A.** Número de pistas de forrajeo activas. **B.** Tráfico de obreras en la pista más activa. **C.** Ancho de la pista de forrajeo de mayor actividad (en cm).

Los nidos tratados no controlados, se comportaron de manera comparable a los nidos testigo en cuanto al aumento en el número de pistas de forrajeo y al tráfico de obreras a lo largo de la pista principal (Tabla 2); pero se observó una disminución (47%) estadísticamente significativa en el ancho de sus pistas de forrajeo cuando se compararon antes y después del tratamiento. En

los nidos testigo, el ancho de las pistas tendió a aumentar en un 25% aunque no de manera significativa.

Actividad de construcción

En la Tabla 3 se dan los valores promedio de la variable número de bocas activas, antes y después del tratamiento, en los dos tipos de nidos tratados

y en los nidos testigo. Los nidos controlados mostraron en promedio una reducción del 93.4% en su actividad de construcción, debido a que en el nido T5 apareció una boca en la décima semana de observación (Figura 6). En los nidos no controlados, se observó (desde la S₂) apertura de nuevas bocas en la periferia y sobre el plástico que cubría los nidos (Figura 7); sin embargo, hubo una disminución aproximada, aunque no significativa, del 50% en el número de bocas activas (Tabla 3). En los nidos testigo, la construcción promedio de nuevas bocas llegó prácticamente a triplicarse, pero mostró alta variación entre los nidos (Tabla 3).

Actividad de defensa

Antes de aplicar el tratamiento con Arrierón, en nueve nidos, la respuesta promedio exhibida ante la perturbación causada por el pisoteo tuvo un promedio de 38.1 ± 46.2 (0-120) hormigas saliendo en un minuto por las bocas de los nidos; después del tratamiento al final de la décima semana, éste valor fue de sólo 7.56 ± 17.0 (0-50) hormigas/minuto. Aunque la comparación de estos dos valores no fue estadísticamente significativa ($Z = 1.77$; $P = 0.08$), se observa una disminución del 80% en la respuesta defensiva de los nidos tratados. En la Figura 8, se describen los valores observados en los nidos tratados que fueron erradicados, y se deduce que entre la sexta (nido T5) y octava semana (T6 y T3) ya no hay ninguna respuesta a la perturbación.

Tabla 3. Comparación de la actividad de construcción en nidos tratados (controlados y no controlados) y en nidos testigo, antes y después del tratamiento con Arrierón.

Tipo de Nidos	Número de bocas activas Promedio $\pm$ D.E. (rango)		Cambio observado ó Test de Wilcoxon (valor crítico de Z:1.96)
	Antes	Después	
Tratados controlados (n=3)	5.0 ± 3.61 (2-9)	0.3 ± 0.6 (0-1)	Reducción del 93.4%
Tratados no controlados (n = 6)	21.7 ± 24.1 (2-55)	11.0 ± 5.6 (3-20)	$Z = 0.41$; $P = 0.68$
Testigo (n = 5)	7.8 ± 3.11 (5-13)	23.0 ± 15.3 (6-41)	$Z = 0.89$; $P = 0.37$

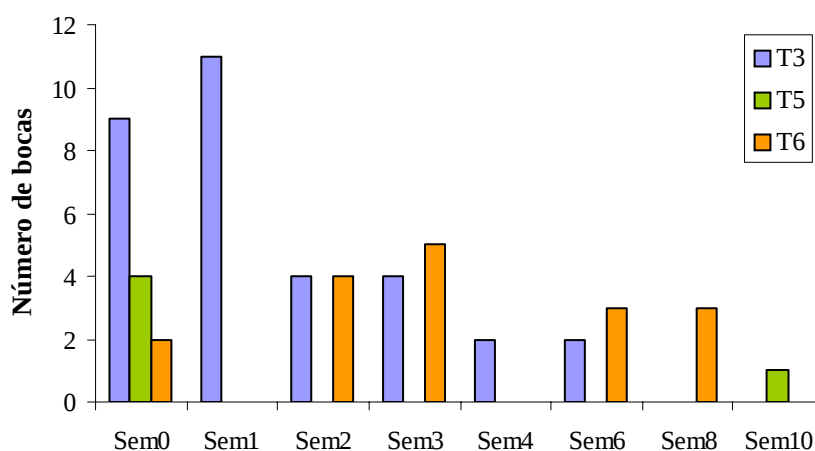


Figura 6. Medidas de la variable número de bocas sobre el plástico durante las diez semanas de observación en cada uno de los tres nidos tratados controlados (T3, T5 y T6).



Figura 7. Montículos y bocas (orificio de salida) construidas encima del plástico que cubrió los nidos tratados con Arrierón.

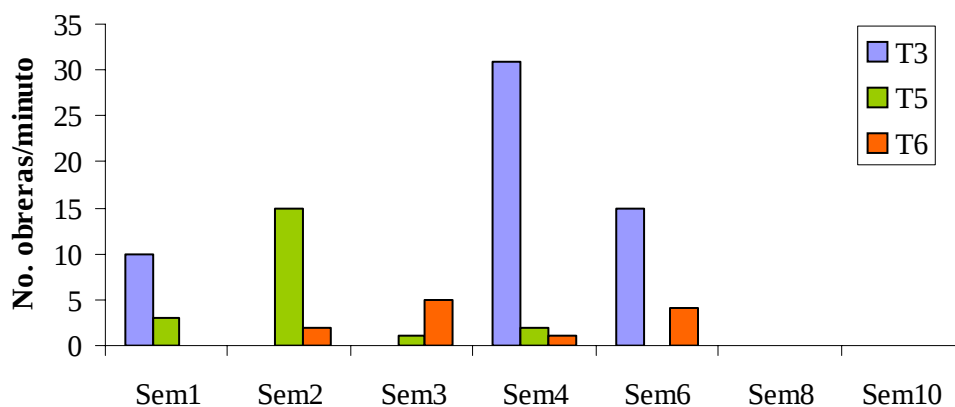


Figura 8. Medidas de la variable número de obreras por perturbación en un minuto durante las diez semanas de observación en cada uno de los tres nidos tratados controlados (T3, T5 y T6).

DISCUSION

Se comprobó que el compostaje Arrierón para el control orgánico de la hormiga *A. cephalotes* es muy eficaz en nidos de tamaño pequeño cuya área externa no exceda los 30m². Estos nidos se lograron controlar entre la sexta y octava semana después de aplicado el compostaje (tratamiento), y dos de ellos continuaban totalmente inactivos cuando se volvió a visitar la granja al cabo de seis meses (nidos T6 y T3). Lo anterior nos permite concluir que el control orgánico se hace eficaz después de dos meses de aplicación lo cual

concuera con Mora (2006), ya sea porque elimina los nidos o los vuelve vulnerables. Por ejemplo, a los seis meses se encontró que el nido T5 presentaba una sola boca; se procedió a excavar y a pocos centímetros de la superficie se encontró y se retiró su reina. Se recomienda entonces, aprovechar la vulnerabilidad de los nidos después de haber sido tratados con Arrierón, para complementar con otro tipo de métodos fáciles de aplicar y eficaces como la erradicación manual de la reina o uso de cebos con productos biológicos.

El único nido de tamaño pequeño que no se logró controlar fue el nido T2, debido probablemente a que su área fue subestimada. Cuando se excavó éste nido, para la aplicación del compostaje, se notaron algunas bocas y caminos aparentemente abandonados y localizados a varios metros de los conglomerados activos que fueron tomados como referencia para calcular las medidas de área superficial. Luego del tratamiento, pudo haber ocurrido que las hormigas volvieron a utilizar los antiguos túneles y cámaras abandonadas, aumentando así el área del nido; o que los túneles no se encontraran realmente abandonados en las profundidades por lo que el nido era mucho más grande de lo que se podía observar.

Otros nidos definitivamente fueron afectados y bajaron su actividad considerablemente, lo que se pudo constatar a los seis meses del tratamiento, como fue el caso del nido T1 que disminuyó su área superficial sustancialmente (51.4%). Por el contrario, hubo nidos que aparentemente no fueron afectados por el tratamiento, aumentaron su actividad y su área externa (54.3% en T4 y 35% en T9) probablemente porque trasladaron sus cámaras y construyeron nuevas galerías, o porque tuvieron un crecimiento normal como se percibió en los nidos testigo.

La actividad de forrajeo en general es buena indicadora del estado de los nidos, ya que si éstos han sido afectados, el forrajeo va decreciendo poco a poco hasta alcanzar la reducción total. De las tres variables evaluadas, el ancho de la pista más activa tuvo una disminución más consistente en los nidos controlados, y se redujo significativamente (47%) en los nidos no totalmente controlados.

Posiblemente esta variable refleja con más claridad lo que ocurre en los nidos porque no está influenciada por el clima ni la hora del día en que se toma la medición. Si bien hay momentos en que no hay actividad en las pistas, la huella persiste y se puede medir su ancho. Por el contrario, la variable número de obreras por minuto es afectada por la lluvia, puesto que las hormigas no forrajean en estas condiciones, o a veces ocurre que las hormigas han estado activas en horas de la noche y no en el día, lo cual afecta las mediciones.

El número de caminos de forrajeo tendió a aumentar en los nidos no controlados; esto puede deberse a que en varios de ellos se observó que antes del tratamiento tenían pocas pistas pero

bastante largas y anchas, después de la segunda semana post-tratamiento aparecían mas pistas pero nunca tan anchas ni largas como la inicial. Pareciera que ante la perturbación las hormigas prefieren forrajear cerca del nido, condición que puede ser aprovechada para su manejo. Sin embargo, esto debe estudiarse con más precisión en trabajos futuros, ya que en estado natural el número de caminos cambia también con el tiempo, como se observó en los nidos testigo.

La variable de actividad de construcción fue diferente entre los nidos tratados, en donde tendió a disminuir, y los nidos testigo, en donde aumentó en el tiempo. Esto nos confirma que todos los nidos tratados fueron afectados por el compostaje en diferente medida, ya que no se comportan como lo harían naturalmente. En las observaciones semanales se percibió que generalmente esta variable aumenta vertiginosamente en las primeras semanas después del tratamiento, pero con el tiempo va disminuyendo hasta cero en los nidos controlados. Esto puede deberse a que después de destruidos los nidos, las hormigas inician rápidamente las tareas de reconstrucción para que el nido pueda volver a funcionar.

La variable número de obreras por minuto que responden a la perturbación (pisoteo), puede ser buena indicadora de la situación al interior los nidos y un excelente complemento de otras variables que estiman la actividad en el medio exterior. Sin embargo, este estudio se queda corto ya que no se midió la respuesta en los nidos testigo.

Se concluye que el Arrierón debe utilizarse para nidos pequeños y preferiblemente jóvenes, logrando incluso su erradicación; pero puede funcionar como desestabilizador en nidos de mayor tamaño al tornarlos más vulnerables para la posterior aplicación de otros métodos complementarios. Es importante hacer un seguimiento continuo y a largo plazo de los nidos tratados para asegurar un control eficaz e implementar nuevos métodos cuando sea necesario.

AGRADECIMIENTOS

Colciencias y la Vicerrectoría de Investigaciones de la Universidad del Valle apoyaron a la autora de éste trabajo mediante una beca de joven investigadora año 2005. Se agradece el excelente apoyo logístico de Alfonso Madriñan, propietario de la Reserva Pozo Verde, que al igual que nosotros está en búsqueda de soluciones

amigables con el ambiente. Al equipo de trabajadores de la granja por su esfuerzo y colaboración; y a Mariposa, la búfala porque sin ella hubiera sido imposible trasladar los insumos hasta los nidos. A la estudiante Mavir Montoya por su ayuda en la toma de datos. A los profesores

James Montoya e Inge Armbrrecht por sus consejos en la planeación del estudio y escogencia de algunas variables; y a la Profesora Patricia Chacón de Ulloa por su apoyo en el análisis de datos y revisión del manuscrito.

LITERATURA CITADA

- Castillo, A. 2002. La Hormiga Arriera, una amenaza para agricultores. El País (Noviembre 13). Cali, Colombia.
- Chará, J.D., E.D Pulido & P. Cuellar. 2002. Material flow in “Pozo Verde” integrated farm in Cauca Valley Province, Colombia. Fundación CIPAV, Cali- Colombia <http://www.ias.unu.edu/proceedings/icibs/ic-mfa/chara/> (consultada 02/05/06).
- Cherrett, J.M. 1986. History of the leaf-cutting ant problem. Pp. 10-17, en Fire ants and leaf-cutting ants – Biology and Management (C.S. Lofgren & R.K. Vander Meer, eds.). Westview Press. Colorado, EEUU.
- Della Lucia, T.M.C. 2003. Hormigas de importancia económica en la región Neotropical. Pp. 337-349, en Introducción a las Hormigas de la Región Neotropical (F. Fernández, ed.). Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá, Colombia.
- Espinal, L. 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. Pp. 125. Memorias XXVI Congreso de la Sociedad Colombiana de Entomología. Cali, julio 16-18 de 1998.
- Fowler, H. G., L.C. Forti, V. Perieira-da-Silva & N.B. Saes. 1986. Economics of grass-cutting ants. Pp. 18-35, en Fire Ants and Leaf- Cutting Ants: Biology and Management (C.S. Lofgren & R.K. Vander Meer, eds.). Westview Press, Boulder Colorado.
- Fowler, H.G., J.V.E. Bernardi, J.C. Delabie, L.C. Forti & V. Pereira-da-Silva. 1990a. Major ant problems of South America Pp. 3-14, en Applied Myrmecology – a world perspective (R.K. Vander Meer, K. Jaffé & A. Cedeño, eds.). Westview Press, Boulder Colorado.
- Fowler, H.G., L.C. Forti & L.F.T. di Romagnano. 1990b. Methods for evaluation of leaf-cutting ant harvest. Pp. 228-241, en Applied Myrmecology – a world perspective (R.K. Vander Meer; K. Jaffé & A. Cedeno, eds.). Westview Press. Boulder Colorado, Estados Unidos.
- Hölldobler, B. & E.O. Wilson. 1990. The Ants. Harvard University Press, Cambridge, Massachusetts.
- ICA. 2000. Alerta sobre los estragos que causa la hormiga arriera. Instituto Colombiano Agropecuario. Cali- Colombia <http://www.pronatta.gov.co/proyectos/ficha.php?ficha=981193070> (consultada 20/03/2006).
- Madrigal, A. 2003. Las hormigas cortadoras *Atta* y *Acromyrmex*: Biología, Hábitos y Ecología. Pp. 369-396, en Insectos Forestales en Colombia: Biología, Hábitos, Ecología y Manejo (L. F. Calderón, ed.). Editorial Marín Vieco Ltda. Bogotá, Colombia.
- Manrique, D. 2005. Arrieras invaden campos y ciudades. UNPeriódico, Universidad Nacional de Colombia (Febrero 27). Bogotá, Colombia.
- Manzano, M.R., Chacón de Ulloa, P., Montoya-Lerma, J., Olaya, L.A., García, R., Vargas, G. & Neira, L. A. 2003. Expansión de la hormiga Arriera *Atta cephalotes* L. (Formicidae: Myrmicinae) en tres comunas del municipio de Cali (Valle) P. Resúmenes XXX Congreso Sociedad Colombiana de Entomología, Cali.
- Montoya, J., P. Chacón de Ulloa & M.R. Manzano. Caracterización de nidos de la hormiga arriera *Atta cephalotes* (L.) (Hymenoptera: Myrmicinae) en el municipio de Cali. Revista Colombiana de Entomología. En prensa.
- Mora, O. 2006. La Hormiga Arriera. Fundación Agroecológica EDAFON. Palmira, Colombia. http://www.controlbiologico.com/hormiga_arriera.htm (consultada 29/06/2006).
- Ravnborg, H. M., A. M. Cruz, M. P. Guerrero & O. Westermann. 2000. Collective Action in Ant Control. CAPRI Working Paper No. 7. CIAT. 1-5.
- Téllez, L. & F. Serna. 2005. Evaluación de la eficacia del cebo con ingrediente activo carbaryl en el control de la hormiga arriera *Atta cephalotes* (L) (Hymenoptera: Formicidae) en el municipio de San Francisco-Cundinamarca. Pp. 129. Memorias de V Coloquio de Insectos Sociales IUSI- Sección Bolivariana, Cali Septiembre 7 al 9 del 2005.

- Villela, E.F. 1986. Status of leaf-cutting ant control in forest plantation in Brazil Pp. 45-52, en Fire ants and leaf-cutting ant: Biology and Management (C.S. Lofgren & R.K. Vander Meer, eds.). Westview Press, Colorado, EEUU.
- Wilson, E.O. 1986. The defining trails of fire ants and leaf-cutting ants. Pp.1-9, en Fire Ants and Leaf-cutting Ants - Biology and Management (C.S. Lofgren & R.K. Vander Meer, eds.). Westview Press, Colorado, EEUU.
- Zapata, A. 1997. Utilización de biogas para generación de electricidad. Fundación CIPAV, Cali-colombia. <http://www.cipav.org.co/cipav/resrch/energy/alvaro1.htm> (consultada 02/05/06).
- Zar, J. H. 1996. Biostatistical Analysis. Prentice Hall, New Jersey, EEUU.