

See discussions, stats, and author profiles for this publication at: <https://www.researchgate.net/publication/340661588>

# Revisión de la biología y métodos de control de la hormiga arriera *Atta cephalotes* (Hymenoptera: Myrmicinae).

Chapter · November 2019

CITATIONS

2

READS

19,425

1 author:



[Karen Castaño](#)

Fundación Centro para la Investigación en Sistemas Sostenibles de Producción Agropecuaria

11 PUBLICATIONS 55 CITATIONS

[SEE PROFILE](#)



**MANEJO INTEGRADO  
DE INSECTOS HERBÍVOROS  
EN SISTEMAS GANADEROS SOSTENIBLES**

**Editores**

*Karen Castaño Quintana  
Julián Chará Orozco  
Carolina Giraldo  
Zoraida Calle*

# MANEJO INTEGRADO DE INSECTOS HERBÍVOROS EN SISTEMAS GANADEROS SOSTENIBLES

---

Editores

Karen Castaño Quintana  
Julián Chará Orozco  
Carolina Giraldo  
Zoraida Calle

ISBN 978-958-9386-92-7 Impresión

ISBN 978-958-9386-93-4 Digital

Cali - Colombia

---



## Título

Manejo integrado de insectos herbívoros en sistemas ganaderos sostenibles

## Editores

Karen Castaño Quintana  
Julián Chará Orozco  
Carolina Giraldo  
Zoraida Calle

## Fotografías portada

Juan Fernando Escobar  
Juan David Sánchez  
Carolina Giraldo

## Fotografías contraportada

Juan Fernando Escobar  
Francisco López Machado  
Juan David Sánchez  
Tatiana Meza

## Ilustraciones

Naturaleza Creativa

## Diseño gráfico

José Antonio Riascos de la Peña

## Impresión

Ingeniería Gráfica S.A.

Primera edición, noviembre 2019

ISBN 978-958-9386-92-7 Impresión

ISBN 978-958-9386-93-4 Digital

## Para citar este libro:

Castaño-Quintana, K., Chará, J., Giraldo, C., Calle, Z. 2019. Manejo integrado de insectos herbívoros en sistemas ganaderos sostenibles. CIPAV, Cali Colombia. 306p.

Manejo integrado de insectos herbívoros en sistemas ganaderos sostenibles / Castaño Quintana, Karen; Chará Orozco, Julián; Giraldo, Carolina; Calle, Zoraida. -- Cali, CIPAV, 2019

306 páginas ilustradas

ISBN 978-958-9386-92-7 Impresión

ISBN 978-958-9386-93-4 digital

1. Ganadería sostenible – 2. Sistemas silvo-pastoriles. – 3. Control biológico de insectos. – 4. Manejo integrado de plagas – 5. Insectos herbívoros. – 6. Hormiga arriera: *Atta cephalotes*. – 7. Insectos en sistemas ganaderos. – 8. Problemas del control químico. -- I. Karen Castaño Quintana, Julián Chará Orozco, Carolina Giraldo, Zoraida Calle, Editores; Juan Fernando Escobar, Juan David Sánchez, Carolina Giraldo, Francisco López Machado, Tatiana Meza, Fotógrafos. -- II. Título

632.96 CD 21

Fundación Centro para la Investigación en Sistemas Sostenibles de Producción Agropecuaria CIPAV.



CIPAV - Fundación Centro para la Investigación en Sistemas Sostenibles de Producción Agropecuaria  
Carrera 25 No. 6-62 Barrio El Cedro  
Cali, Valle del Cauca, Colombia  
A.A. 20591  
Teléfono (57) (2) 524 30 61  
Fax: (57) (2) 519 00 61  
e-mail: [cipav@fun.cipav.org.co](mailto:cipav@fun.cipav.org.co)  
<http://www.cipav.org.co>



## **CAPÍTULO 5**

### ***Revisión de la biología y métodos de control de la hormiga arriera *Atta cephalotes* (Hymenoptera: Myrmicinae)***

*Karen Castaño-Quintana*<sup>1,2</sup>

---

<sup>1</sup>Centro para la Investigación en Sistemas Sostenibles de Producción Agropecuaria – CIPAV, Cali, Colombia.

<sup>2</sup>Grupo GEAHNA, Universidad del Valle, Cali-Colombia  
karen@fun.cipav.org.co



## Resumen

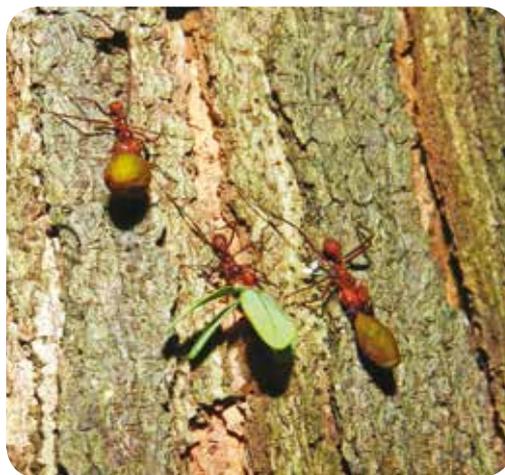
Las hormigas cortadoras de hojas, también llamadas arrieras, son insectos herbívoros de amplia distribución en Colombia. Estas hormigas son reconocidas como plaga en el sector agrícola, forestal y pecuario, debido al corte y transporte de grandes cantidades de material vegetal fresco al interior del nido para cultivar un hongo, con el que mantienen una relación simbiótica mutualista. En fincas ganaderas, el daño de las arrieras se ve reflejado en la disminución del alimento a causa de la defoliación de pastos y plantas para el ganado. Como método de control, la mayoría de los productores y campesinos utilizan productos de síntesis química para atacar a las hormigas cortadoras de hojas. Sin embargo, este método no es eficiente y genera diversos impactos negativos en la salud humana y animal, en el medio ambiente y en la economía de la finca. Es por esta razón que, en el presente capítulo, se comparte información importante sobre aspectos biológicos y métodos de control de las hormigas cortadoras de hojas, para tener en cuenta a la hora de seleccionar las estrategias más adecuadas que se ajusten a las condiciones del productor y de cada finca.





## Introducción

Las hormigas cortadoras de hojas o arrieras, como se conocen comúnmente en Colombia, son un grupo de insectos perteneciente a la familia Formicidae dentro del orden Hymenoptera. Estas hormigas son reconocidas por su hábito de cortar y cosechar una gran cantidad de material vegetal fresco, que incluye principalmente hojas, así como flores, frutos, tallos y semillas de diversas especies de plantas (Della Lucia 2011) (Figura 1). Por esta razón, las hormigas cortadoras de hojas son consideradas los principales herbívoros de los ecosistemas Neotropicales (Wirth *et al.* 1997, Hölldobler & Wilson 2011) y su impacto se relaciona con el corte y transporte de millones de fragmentos de hojas que pueden alcanzar una cifra anual entre 70 y 500 Kg de material vegetal seco por nido (Correa *et al.* 2016).



**Figura 1.** Obreras de hormiga arriera *Atta cephalotes* cosechando material vegetal (hojas y semillas) para ingresar al nido.



En Colombia, las hormigas arrieras son conocidas en todas las regiones del país, especialmente en el sector agropecuario, debido a la frecuente presencia de estos insectos en el campo, donde los productores y campesinos las perciben como organismos plaga. En fincas ganaderas, por ejemplo, los productores deben enfrentarse al daño ocasionado por la defoliación que las hormigas arrieras realizan a las plantas forrajeras y pastos de los predios, lo cual afecta la cantidad de alimento disponible para el ganado (Contexto ganadero 2016).



**Figura 2.** Hormiga arriera en la Hacienda El Hatico, El Cerrito, Valle del Cauca. Izquierda: Parte exterior del nido con numerosas bocas. Derecha: Ataque a árbol de caoba *Swietenia macrophylla*.

Giraldo (2005) también confirma este hecho al reportar que, durante la implementación y desarrollo de sistemas ganaderos sostenibles en tres municipios del eje cafetero de Colombia, estas hormigas ocasionan un problema importante en el establecimiento inicial de silvopastoriles intensivos, cercos vivos, y arborización de potreros, debido al ataque sobre plántulas y arbustos, tanto en la etapa de vivero como recién plantados en los potreros.



Si bien las hormigas cortadoras de hojas son ampliamente conocidas en el país, el control de estos organismos en los sistemas productivos es aún poco eficiente. Prueba de ello es la búsqueda constante de productos y métodos para combatir estas hormigas en zonas rurales y urbanas de Colombia. En el municipio de Cali, por ejemplo, se destinan anualmente alrededor de 50 millones de pesos del presupuesto municipal para invertir en el control de esta especie, debido a la alta densidad de hormigueros en zonas verdes de la ciudad (Chacón de Ulloa *et al.* 2019).



La poca eficiencia en el control de las hormigas arrieras se debe, en parte, a que no se tienen en cuenta aspectos biológicos y comportamentales de estos organismos a la hora de diseñar los diferentes métodos para controlar sus poblaciones. Entre los comportamientos más observados en estos insectos está el reconocimiento de sustancias tóxicas que perjudican a las hormigas o al hongo simbiote (Della Lucia 2011). Una vez es detectada la sustancia en cuestión, las obreras transportan el producto tóxico hacia cámaras aisladas del nido (Marinho *et al.* 2006) o lo descartan fuera del hormiguero.

Por esta razón, en este documento se comparte información biológica importante para tener en cuenta en el momento de seleccionar un método de control para este insecto. También se presenta información recopilada sobre las diferentes experiencias de manejo en el ámbito nacional e internacional, con el fin de que los productores y campesinos tengan a la mano amplias opciones de manejo y puedan seleccionar las estrategias que mejor se ajusten a sus condiciones.

## Hormigas cortadoras de hojas

---

Las hormigas cortadoras de hojas son un grupo de insectos sociales, que, como se mencionó anteriormente, se caracterizan por el corte y acarreo de material vegetal, especialmente de hojas frescas, al interior de su colonia. Sin embargo, lo que algunos desconocen es que el transporte de forraje hacia el interior del nido se realiza con el fin de cultivar internamente un hongo para su alimentación. Las hormigas arrieras hacen parte de los pocos animales que cultivan hongos simbiotes para alimentarse, conformando de esta forma un grupo especial dentro de las hormigas, llamado Tribu Attini. Es así como toda esta labor de corte y acarreo es realizada para ofrecerle al hongo los nutrientes necesarios para su crecimiento y desarrollo (Martínez & Servin-Montoya 2002, Della Lucia 2003).

El hongo cultivado por las hormigas pertenece a la familia Lepiotaceae (Agaricales: Basidiomycota) dentro del grupo de los Basidiomicetos, y género *Leucocoprinus* (Mueller *et al.* 2017), el cual es transmitido verticalmente dentro de las especies de hormigas. Esto quiere decir que el hongo es transmitido de generación en generación y esa transferencia sucede antes del vuelo nupcial, cuando futuras reinas recogen un trozo del hongo con el cual comenzarán una nueva colonia, después de aparearse.

Dentro de la colonia el hongo es un organismo fundamental ya que es empleado para alimentar a las hormigas, especialmente a la reina y a las larvas (Hölldobler & Wilson 1990, Fernández *et al.* 2003) (Figura 3). Por esta razón, algunos métodos de control están enfocados en contaminar el hongo, para así atacar indirectamente a las hormigas y dejarlas sin alimento. Sin embargo, las hormigas no son las únicas que se benefician en esta relación. Debido a que el hongo necesita de la ayuda de las hormigas para su crecimiento y dispersión, se considera su relación como una simbiosis mutualista, es decir, que tanto las hormigas como el hongo se benefician y dependen el uno del otro de manera obligada.



**Figura 3.** Interior de un nido de hormiga arriera. Izquierda: Cámara subterránea con hongo simbiote. Derecha: Hongo simbiote con presencia de la reina y obreras.

## Características principales de los nidos de hormigas cortadoras de hojas *Atta* y *Acromyrmex*

Las hormigas de los géneros *Atta* y *Acromyrmex* son las únicas que emplean material vegetal fresco para cultivar el hongo simbiote (Della Lucia 2011). Por esta razón, las hormigas pertenecientes a estos dos géneros son conocidas como hormigas cortadoras de hojas (Figura 4). De acuerdo con Fernández *et al.* (2015), existen 19 especies del género *Atta* y 30 especies de *Acromyrmex*, distribuidas desde Texas (EE. UU.) hasta el norte de Argentina. Es decir, las hormigas arrieras se encuentran únicamente en el continente americano.



**Figura 4.** Obreras de hormiga arriera cortando material vegetal para ingresar al nido.

En Colombia se encuentran ambos géneros, siendo más común el género *Atta*, el cual está representado por cuatro especies: *Atta cephalotes*, *Atta colombica*, *Atta laevigata* y *Atta sexdens*. La especie *A. cephalotes* ha sido registrada en 29 de los 32 departamentos del país, solamente en Atlántico, Guajira y San Andrés y Providencia, no se han reportado nidos de esta especie (Fernández *et al.* 2015). A continuación, se presenta información sobre los nidos de *Atta* y *Acromyrmex*.

**Tabla 1.** Características de los nidos de hormigas cortadoras de hojas.

Género <i>Atta</i>	Género <i>Acromyrmex</i>
Las colonias alcanzan un gran tamaño. Algunos nidos de <i>Atta cephalotes</i> pueden superar los <b>900 m<sup>2</sup></b> de área externa (Chacón de Ulloa <i>et al.</i> 2019)	Las colonias son de menor tamaño que las de <i>Atta</i> . Nidos de <i>Acromyrmex rugosus</i> reportan áreas externas de <b>9,89 m<sup>2</sup></b> (Versa <i>et al.</i> 2007).
Los nidos tienen un gran número de cámaras en su interior. El número promedio de cámaras reportadas para <i>Atta laevigata</i> es de <b>1.149</b> (en una colonia madura) (Hölldobler & Wilson 2011).	Las colonias tienen pocas cámaras al interior del nido. El número de cámaras reportadas para <i>Acromyrmex rugosus rugosus</i> es de <b>26</b> (Versa <i>et al.</i> 2007).
Nidos más profundos. Se han encontrado cámaras entre <b>7 y 8 metros</b> de profundidad (Hölldobler & Wilson 2011).	Nidos menos profundos que los de <i>Atta</i> . Se han encontrado cámaras del nido que sobrepasan los <b>4 metros</b> de profundidad en <i>A. landolti</i> (Della Lucia 2011).
Población abundante (de <b>1 a 7 millones de hormigas</b> , dependiendo de la especie) (Fowler <i>et al.</i> 1986)	Alcanzan poblaciones de entre <b>10.000 y 20.000 hormigas</b> (Fernández <i>et al.</i> 2015).
Tienen casta de hormigas grandes llamadas <b>soldados</b> , que aparecen cuando la colonia alcanza la madurez (aproximadamente a los 3 años) (Fernández <i>et al.</i> 2015).	<b>No tienen casta de soldados.</b>

## Organización social y castas

Como todas las hormigas, las arrieras presentan una compleja organización social que según Hölldobler & Wilson (1990), se caracteriza por:

1. Las hormigas obreras protegen y alimentan a las crías que se encuentran en diferentes estados de desarrollo (huevo, larva y pupa).
2. En un mismo periodo de tiempo convive la reina y sus hijas obreras, lo cual se denomina superposición de generaciones.
3. Existe una clara división del trabajo donde se distingue la casta reproductora (reinas y machos) de la casta obrera.

Las hormigas cortadoras de hojas están compuestas por grupos de hormigas o castas. Una casta es un grupo de individuos, que se especializan en desempeñar ciertas funciones o actividades (Della Lucia 2011). En conjunto, las diferentes castas contribuyen al efectivo funcionamiento y reproducción de la colonia. En una colonia se pueden presentar tres grupos de hormigas: Reina, zánganos o machos y obreras (Fernández *et al.* 2015).

## 1. Reina

La reina es la hormiga más grande de la colonia, llega a medir alrededor de 2,5 cm de longitud (Figura 5) y tiene la función de perpetuar la especie a través del proceso reproductivo. La reina es la única hormiga de la colonia, que puede poner huevos fertilizados y llega a producir de 150 a 200 millones de hormigas hembras durante todo su tiempo de vida (Hölldobler & Wilson 2011), que está alrededor de 15 años (Fernández *et al.* 2015). Durante los procesos de manejo y control, extraer la reina del nido es un método efectivo ya que elimina directamente a la única hormiga capaz de reproducirse.



Figura 5. Reina de la hormiga arriera *Atta cephalotes*.

## 2. Zánganos o machos alados

Los zánganos son los únicos machos en la colonia y solo se encuentran durante las épocas de producción de nuevos nidos. Miden alrededor de 2 cm de longitud y tienen una función netamente reproductiva (Figura 6). Se encargan de proveer de espermatozoides a la reina, mientras ella lo almacena y mantiene vivo por muchos años en un órgano especial del aparato reproductor llamado espermateca. Los machos viven un tiempo muy corto y mueren después de la cópula que ocurre durante el vuelo nupcial (Vélez 1997).



Figura 6. Zángano o macho alado de *Atta cephalotes*.



**Figura 7.** Alados hembra (derecha) y macho (izquierda) de *Atta cephalotes* después del vuelo nupcial. La hembra en proceso de excavación para la construcción de la nueva colonia.



**Figura 8.** Obreras de *A. cephalotes*, se observan diferentes tamaños.

### 3. Casta de obreras

Las obreras componen la mayoría de las hormigas que se encuentran en la colonia (Figura 8). Presentan un polimorfismo marcado con fuertes diferencias en tamaño y proporción anatómica (Hölldobler & Wilson 2011). En el caso del género *Atta*, se pueden encontrar tres subcastas de obreras: mínimas, medianas y mayores (Wetterer 1999).

A diferencia de la reina, las obreras pueden vivir muy poco, desde un mes hasta un año (Fernández *et al.* 2003).

### 3.1. Obreras mínimas

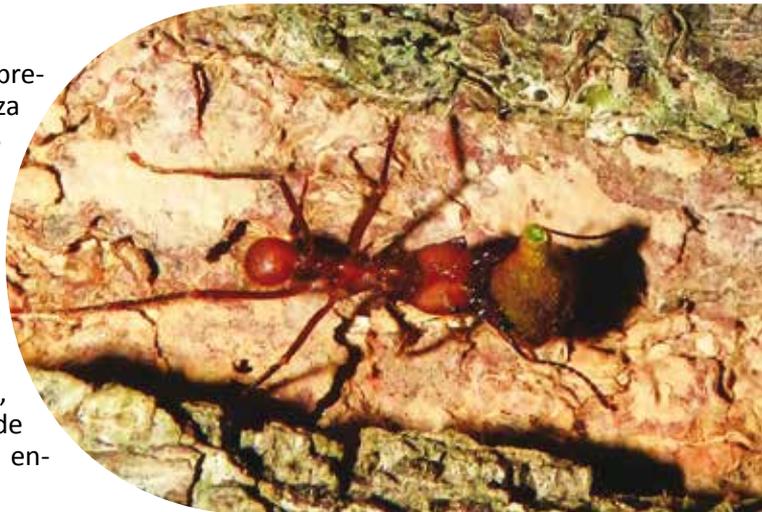
Son de tamaño pequeño (con ancho de la cabeza entre 0,8 a 1,6 mm), tienen la labor de cultivar el hongo simbiote dentro de la colonia, así como cuidar y alimentar a las crías y a la reina (Figura 9). En algunos casos, obreras mínimas son observadas fuera del hormiguero, en la pista de forrajeo. Se considera que estas hormigas se encargan de mantener la feromona de pista, usada por las hormigas para marcar el camino entre el nido y las plantas que son cortadas.



**Figura 9.** Obreras mínimas de *A. cephalotes* realizando la labor de cuidar a los estados inmaduros (larvas y pupas) (Izquierda) y de ayudar en el cultivo del hongo simbiote (Derecha).

### 3.2. Obreras medianas

Son de mayor tamaño que las obreras mínimas (ancho de la cabeza entre 0,8 a 2,2 mm), y tienen las funciones de cortar y transportar el material vegetal al interior del nido (Figura 10), participar del cultivo del hongo, ayudar a construir las cámaras y túneles al interior del nido y retirar los desechos que se generan como: hormigas muertas, material contaminado, trozos de hongo contaminado o muerto, entre otros.



**Figura 10.** Obrera mediana ayudando a transportar material vegetal al interior del nido.

### 3.3. Obreras mayores

Son conocidas también como hormigas soldados que se encargan principalmente de la defensa de la colonia, al enfrentar grandes enemigos, especialmente vertebrados (Hölldobler & Wilson 2011). También colaboran en el corte de material vegetal de gran tamaño. Se caracterizan por poseer grandes mandíbulas y el ancho de su cabeza varía entre 4,4 y 8,8 mm (Giraldo-Echeverri 2009).



**Figura 11.** Arriba: Soldado de hormiga arriera.  
Abajo: soldado y obreras medianas de *Atta cephalotes*.

## Reproducción y fundación de nuevas colonias

Cuando un nido de hormiga arriera está maduro (más de tres años de conformado), la reina decide propagar su especie en la naturaleza, para lo cual, empieza a poner huevos especiales que van a dar origen a futuras reinas y zánganos (Figura 12).



**Figura 12.** Grandes larvas y pupas de hormiga arriera (Izquierda) se transformarán en reproductores alados (Derecha).

Para algunas zonas de Colombia, en dos periodos del año (abril-mayo y octubre-diciembre) que coinciden con las épocas de lluvia, nacen y emergen del nido las reinas y machos, los cuales vuelan y copulan en el aire. Este comportamiento se conoce como vuelo nupcial y es el preámbulo a la colonización y fundación de nuevos nidos. La futura reina copula con varios machos (se ha reportado de tres a ocho machos en reinas de la hormiga *A. sexdens*), para guardar gran cantidad de espermia en su interior. Se calcula que cada reina almacena aproximadamente 200 a 320 millones de células espermáticas (Hölldobler & Wilson 2011), y luego se entierra para formar el nuevo hormiguero (Figura 13). El macho por su parte muere pocas horas después de la cópula.



**Figura 13.** Formación de nuevas colonias de las hormigas cortadoras de hojas *Atta cephalotes*.  
A. Reina alada excavando para formar el nuevo hormiguero.  
B. Reina enterrándose durante la formación del hormiguero.  
C. Interior de un nuevo hormiguero de *A. cephalotes*.

Después del vuelo nupcial las reinas jóvenes se encuentran expuestas en el suelo mientras realizan la excavación de su nuevo nido, proceso que puede tomar algunas horas y durante el cual es muy fácil capturar las reinas y así evitar la formación de nuevos hormigueros. De igual manera, las reinas son vulnerables al ataque de aves o mamíferos. Las reinas que consiguen finalizar la excavación construyen una pequeña cámara entre 20 y 30 cm de profundidad (a veces menos), después de cerrar el ingreso desde el exterior (Hölldobler & Wilson 2011). Debido a su poca profundidad, es relativamente sencillo realizar su extracción.

La formación del nuevo nido se puede observar externamente a través de la presencia de un pequeño montículo de tierra (Figura 14), el cual aparece con el nacimiento de las primeras obreras, aproximadamente 60 días después del vuelo nupcial.



Figura 14. Nido incipiente de hormiga arriera *A. cephalotes*.

## ¿Por qué la hormiga arriera es considerada plaga?

Las hormigas cortadoras ofrecen diferentes funciones ecológicas importantes en la naturaleza como la dispersión de semillas, la incorporación de nutrientes al suelo, y la descompactación y remoción de suelo (Montoya-Lerma *et al.* 2012). En Panamá, por ejemplo, la especie *Atta colombica* incrementa las concentraciones de macronutrientes en los nidos, comparado con suelos de áreas circundantes donde no hay nidos de hormigas (Haines 1978).



**Figura 15.** Mango defoliado por la hormiga arriera *A. cephalotes*. Los árboles de mango también son altamente atacados por las hormigas arrieras.

A pesar de estos beneficios ecológicos, las arrieras han sido acusadas de ser organismos plaga, especialmente por el sector agrícola y forestal, debido a su hábito de cortar una gran variedad de vegetación. Esta defoliación conlleva a la disminución de la producción en los cultivos, afectando la rentabilidad de los sistemas agropecuarios.

Sin embargo, calcular las pérdidas económicas resultantes del ataque de las hormigas cortadoras es difícil debido a un amplio rango de daño que ellas causan (Knapp 1990). De acuerdo con

Montoya-Lerma *et al.* (2012), las hormigas cortadoras de hojas se consideran una plaga “cuando su presencia y abundancia amenazan el retorno o la ganancia de una inversión en una granja, disminuyendo la cantidad y/o calidad de un producto agrícola”.

Debido a la distribución principalmente tropical de las hormigas arrieras, los cultivos más atacados son el café, cacao, cítricos, yuca y algodón (Montoya-Lerma *et al.* 2012). Se calcula que 47 cultivos agrícolas y hortícolas y 13 especies de pastos son atacados por las cortadoras de hojas (Fernández *et al.* 2015). También, algunas especies que se encuentran en bosques o especies utilizadas en sistemas silvopastoriles son afectadas (Cherrett 1968, Moulart *et al.* 2002, Montoya-Lerma *et al.* 2012).

En fincas ganaderas la hormiga arriera constituye un problema por la defoliación de plantas forrajeras y pastos. En Colombia, los sistemas silvopastoriles intensivos con *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit son altamente atacados por las arrieras, limitando el cultivo durante la fase de establecimiento (Giraldo 2007).

En Cuba la situación es similar. Los cultivos de *L. leucocephala* utilizados en alimentación animal, son altamente sensibles al ataque de *Atta insularis*, especialmente durante el período de establecimiento de las plántulas (Barrientos 1987).

Por su parte, Serrano *et al.* en el año 1993 encontro que *Acromyrmex landolti* y *Atta laevigata* son las hormigas arrieras más importantes de pastos en América del Sur. Las colonias pequeñas de *A. laevigata* muestran una alta preferencia por los pastos y son más difíciles de controlar, causando un mayor daño económico a los pastizales. La hormiga *Ac. landolti* puede ser responsable de pérdidas de productividad de hasta el 98% en los pastos de ganado en la región de Caquetá en Colombia (Serrano *et al.* 1993) y, además, parece que la presencia de estos insectos afecta la actividad de los rebaños y reduce el valor económico de las tierras (Fowler & Saes 1986).



Figura 16. *Atta cephalotes* anidando en carretera (zona urbana de Cali, Colombia).

Más allá del efecto evidente de defoliación de las hormigas cortadoras sobre las plantas y pastos, el desarrollo de los nidos subterráneos y las excavaciones realizadas por las hormigas, ejercen un efecto importante en el suelo. En estructuras como diques, carreteras, o edificaciones, la presencia de la hormiga arriera se identifica como un potencial problema (Figura 16), dado que durante la construcción de sus nidos remueven gran cantidad de tierra, desestabilizan las bases y facilitan los procesos de subsidencia en las construcciones. Básicamente, sus nidos pueden alcanzar hasta siete metros de profundidad con cámaras interconectadas por túneles (para la especie *Atta laevigata*) (Moreira *et al.* 2004, Della Lucia 2011), generando vacíos al interior o debajo de estructuras, lo que ocasiona una disminución en la resistencia de éstas. Por su parte, en las zonas verdes también genera inconvenientes al anidar en parques, zonas de recreación y deportes. En Cali se ha estimado que afecta aproximadamente el 60% de las zonas verdes de la ciudad (Chacón de Ulloa 2003).

## Control de hormigas arrieras

---

Los métodos de control para las hormigas cortadoras involucran el uso de sustancias químicas como principal estrategia, seguido en menor proporción por el control biológico, mecánico y cultural (Della Lucia 2003). Sin embargo, el uso de plaguicidas de síntesis química es un procedimiento limitado e insatisfactorio (Boulogne *et al.* 2014, Hebling *et al.* 2000, Castaño *et al.* 2013). Además, ocasiona grandes desventajas en los sistemas agroecológicos debido a que genera una disminución de los enemigos naturales que ayudan a controlar naturalmente a la hormiga arriera. Por otro lado, las hormigas adquieren resistencia a los insecticidas, a través del despliegue de comportamientos que evitan los efectos negativos causados por estos, lo cual ocasiona una demanda de productos más tóxicos y costosos.

Sumado a esto, los efectos nocivos en la salud animal y humana, la contaminación de los alimentos y el medio ambiente, así como el incremento en los costos de producción, hacen necesaria la implementación de métodos alternativos para el control de las hormigas arrieras.

En este sentido, el Manejo Integrado de Plagas – MIP, se perfila como una buena alternativa de control, ya que, además de reducir el uso de los insecticidas y su efecto nocivo, tiene la ventaja de combinar diferentes métodos de control (biológico, físico, cultural, mecánico o incluso el control químico bajo condiciones reguladas), con el fin de buscar la estrategia más eficiente para combatir a las arrieras. En el caso de las hormigas cortadoras de hojas, la efectividad de cualquier tipo de control está ligada a la afectación del hongo simbiote o de la reina, eslabones claves en el funcionamiento de la colonia (Chacón de Ulloa *et al.* 2019).



**Figura 17.** Obrera de *A. cephalotes* infectada por un hongo entomopatógeno.

A continuación, se describen algunas estrategias de manejo de las hormigas cortadoras de hojas dentro de un Manejo Integrado de Plagas:

### Control biológico

---

Consiste en la utilización de organismos vivos para combatir a las hormigas arrieras. Dentro del control biológico, el método más usado en la actualidad es la aplicación de microorganismos que afecten al hongo simbiote (hongos antagonistas) o a las hormigas (microorganismos entomopatógenos). Por ejemplo, Quiroz *et al.* (1996) encontraron que los hongos entomopatógenos son uno de los agentes más importantes en la mortalidad de reinas *A. mexicana*.

Los microorganismos registrados en el control de las hormigas arrieras se presentan en la tabla 1.

**Tabla 1.** Microorganismos con actividad entomopatógena y antagonista usados en el control de hormigas arrieras de acuerdo con estudios llevados a cabo por López & Orduz 2003, Pérez 2002, Quiroz *et al.* 1996, Rodríguez *et al.* 2008 y Santos *et al.* 2007.

MICROORGANISMO	CLASE	ACCIÓN SOBRE
<i>Beauveria bassiana</i> (Hypocreales: Clavicipitaceae)	Hongo	Hormigas
<i>Metarhizium anisopliae</i> (Hypocreales: Clavicipitaceae)	Hongo	Hormigas
<i>Aspergillus parasiticus</i> (Eurotiales: Trichocomaceae)	Hongo	Hormigas
<i>Bacillus subtilis</i> (Bacillales: Bacillaceae)	Bacteria	Hormigas
<i>Aspergillus</i> sp. (Eurotiales: Trichocomaceae)	Hongo	Hormigas
<i>Fusarium</i> sp. (Hypocreales: Nectriaceae)	Hongo	Hormigas
<i>Paecilomyces</i> sp. conocido ahora como <i>Isaria</i> (Hypocreales: Clavicipitaceae)	Hongo	Hormigas
<i>Paecilomyces farinosus</i> o <i>Isaria farinosa</i> (Hypocreales: Clavicipitaceae)	Hongo	Hormigas
<i>Lecanicillium</i> sp. (Hypocreales: Clavicipitaceae)	Hongo	Hormigas
<i>Trichoderma</i> sp. (Hypocreales: Hypocreaceae)	Hongo	Hongo mutualista
<i>Trichoderma viride</i> (Hypocreales: Hypocreaceae)	Hongo	Hongo mutualista
<i>Trichoderma lignorum</i> (Hypocreales: Hypocreaceae)	Hongo	Hongo mutualista

A nivel comercial, *Beauveria*, *Metarhizium* y *Trichoderma* son los géneros de hongos más utilizados en el control de la hormiga arriera (López & Orduz 2002, Castro & Martínez 2008, Ortiz-Giraldo *et al.* 2013, Chacón de Ulloa *et al.* 2019).

En las casas comerciales es posible encontrar productos biológicos que tengan los microorganismos mencionados en la tabla 1. En algunos casos los productos utilizan solo un microorganismo y en otros contienen mezclas de ellos con el fin de buscar acción sobre las hormigas y sobre el hongo simbiote al mismo tiempo.

De acuerdo con el Instituto Colombiano Agropecuario - ICA, en el país existen alrededor de 120 productos comerciales a base de microorganismos, los cuales están clasificados como agentes de control biológico, y pueden emplearse teniendo en cuenta la información de la tabla 1. Los productos comerciales se pueden consultar en la página web de ICA que se enseña a continuación: <https://www.ica.gov.co/getdoc/2a-d9e987-8f69-4358-b8a9-e6ee6dcc8132/productos-bioinsumos-mayo-13-de-2008.aspx>

Insumos biológicos a base de microorganismos pueden encontrarse en presentaciones líquidas, polvos, granulados, soluciones o incluso en cebos, por tanto, se pueden aplicar a través de fumigadora (líquidos y soluciones), insufladora (polvos) o manual (cebos y polvos), de acuerdo a las instrucciones de la etiqueta de cada producto, y siguiendo siempre las recomendaciones de seguridad. La termonebulizadora puede emplearse en la aplicación de microorganismos termoresistentes como la bacteria *Bacillus subtilis*, que, de acuerdo a ensayos realizados en la Universidad del Valle, continúa viable y con buen crecimiento en laboratorio después de su paso por la termonebulizadora (Castaño-Quintana & Rodríguez 2015).

Sin embargo, es importante tener en cuenta que las hormigas tienen diferentes mecanismos de defensa que pueden dificultar la efectividad de los métodos de control con microorganismos. Uno de esos mecanismos consiste en la limpieza constante que realizan las obreras a sus compañeras (Abramowski *et al.* 2011) y al material vegetal que ingresan al nido (Peña-Estrella *et al.* 2013). Además, las hormigas tienen glándulas metapleurales, que secretan varias sustancias ácidas y que inhiben la germinación de algunos hongos entomopatógenos (Poulsen *et al.* 2002).

Por otro lado, *A. cephalotes* tiene asociado a su exoesqueleto una bacteria, *Serratia marcescens* (Enterobacteriaceae), que al parecer protege a la colonia al inhibir el crecimiento de hongos entomopatógenos (Ortíz-Giraldo *et al.* 2013; Rengifo-Ruiz *et al.* 2013). Asimismo, se ha reportado que hormigas del género *Acromyrmex* podrían presentar sistemas, probablemente olfativos, con la función de reconocer hongos entomopatógenos (Machado *et al.* 1988).

Todos estos comportamientos de las hormigas cortadoras de hojas podrían ayudar a la defensa y reducción en la diseminación, y en los efectos de los microorganismos aplicados a las colonias.

## Enemigos naturales

Entre los enemigos naturales de las hormigas cortadoras de hojas, los dípteros de la familia Phoridae son uno de los grupos más reconocidos y estudiados (Della Lucia 2011). Los Phoridae son moscas de tamaño pequeño que se caracterizan por sobrevolar y perseguir a las hormigas cuando éstas salen del nido a forrajear, para introducir en ellas sus huevos a través de un ovipositor (órgano para depositar huevos). Posteriormente, la larva eclosiona dentro de la hormiga y consume los tejidos internos, causándole la muerte (Della Lucía *et al.* 2014, Montoya-Lerma *et al.* 2012, Holldobler & Wilson 2011).



Figura 18. Enemigo natural de hormiga arriera: Mosca de la familia Phoridae.

Por otra parte, aves como el Pellar *Vanellus chilensis*, la Pigua *Milvago chimachima*, el garrapatero *Crotophaga anni* y el Coclí *Therysticus caudatus*, han sido observadas consumiendo alados de hormiga arriera, evitando así la formación de nuevos nidos (Giraldo *et al.* 2015). Otras aves reportadas en la depredación de hormigas arrieras son: el sirirí común (*Tyrannus melancholicus*), el bichofué (*Pitangus sulphuratus*), las golondrinas (Hirundinidae), los vencejos (Apodidae), los pinches (*Zonotrichia capensis*), y el abejero escarlata (*Merops rubicus*) (Madrigal 2003, Fernández *et al.* 2015).



Figura 19. Pellar *Vanellus chilensis*, consumidor de alados de *A. cephalotes*.

Entre los mamíferos se conocen el armadillo (*Dasyus novemcincta*) y los osos hormigueros del género *Tamandua*, quienes ayudan al control natural de las hormigas arrieras a través de la depredación. Así mismo, las hormigas *Nomamymex esenbecki*, *N. hartigi* y *Paratrechina longicornis*; los chinches *Vescia agrensis* (Hemiptera: Reduviidae) y cucarrones como *Canthon virens* (Scarabaeidae) y *Taenilobus sulcipes* (Carabidae) depredan a las arrieras (Madrigal 2003, Della Lucia 2011, Fernández *et al.* 2015).

Para fortalecer la regulación de las poblaciones de hormigas arrieras a través de la acción de enemigos naturales, es necesario favorecer la presencia de estos organismos en los sistemas productivos a través de prácticas agroecológicas, entre las que se incluye la reducción del uso de plaguicidas y la siembra de vegetación nativa. En plantaciones de Eucalipto en Brasil, por ejemplo, un estudio realizado por Zaneti *et al.* (2000) verificaron una reducción de la densidad de colonias de hormigas cortadoras cuando el cultivo era rodeado por franjas de vegetación nativa, sugiriendo que estas podrían servir de refugio para los enemigos naturales de las hormigas.

### **Control físico**

Consiste en el uso de barreras físicas que impidan el acceso de obreras forrajeras a las plantas. Las barreras más comunes consisten en el uso de neumáticos, pegantes y fibras o algodón, que obstruyan o dificulten el paso de las obreras. De acuerdo con Yepes (1999), anteriormente ataban manojos de hierbas, a los trancos de los árboles para reducir el ataque de las hormigas arrieras. El uso de tiras de plástico embebidas en grasa o vaselina también es una práctica común. El control físico es un método fácil y económico para usar a pequeña escala (Montoya-Lerma *et al.* 2012). Dentro de este método, también se puede emplear los desechos de otros nidos de hormigas cortadoras alrededor de las plantas, aplicados como abono. Estos desechos tienen un olor particular que repele el ataque de las obreras forrajeras y minimiza la defoliación de las plantas por varias semanas (Zeh *et al.* 1999).



**Figura 20.** Barrera de papel impregnado de vaselina para dificultar el paso de la hormiga arriera.

Este método se recomienda utilizar en árboles aislados y áreas pequeñas.

## Control cultural

Se refiere a la aplicación de técnicas artesanales como el consumo de reinas (hormigas culonas), entierro de cadáveres en los nidos, preparación de compostaje, siembra de plantas repelentes, diversificación de cultivos, entre otros. En el departamento de Santander, en Colombia, las personas tienen la costumbre de capturar las reinas aladas de la especie *A. laevigata* durante el vuelo nupcial, y consumirlas en diferentes preparaciones. En esta zona las reinas son llamadas hormigas “culonas” o “santandereanas”. La captura de alados y la ingestión de las hormigas reinas como alimento ejerce una presión sobre la población de hormigas cortadoras.

Por otra parte, la siembra de plantas que afectan la actividad de forrajeo por parte de las hormigas, es otra técnica de control cultural. Por ejemplo, plantas con acción repelente se siembran alrededor de los cultivos como barreras, para disminuir el ataque de las hormigas. En la tabla 2 se mencionan algunas plantas utilizadas en el control de las hormigas arrieras de acuerdo con diferentes investigadores (Bigi *et al.* 2004, Bueno *et al.* 2005, Castaño-Quintana *et al.* 2013, Giraldo-Echeverri 2005, Méndez 2000, Oliveira *et al.* 2006, Rodríguez *et al.* 2015, Serna & Correa 2003, Valderrama-Eslava *et al.* 2009 y Yepes 1999).



**Figura 21.** Plato especial preparado con abdomen o “culitos” de hormiga arriera en el departamento de Santander, Colombia.



**Figura 22.** Botón de oro: Planta repelente de la hormiga arriera

**Tabla 2.** Uso de plantas con diferentes propiedades que afectan el forrajeo de las hormigas arrieras.

NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTÍFICO	USO	AUTOR
Botón de oro, falso girasol, mirasol.	<i>Tithonia diversifolia</i> (hemsl.) Gray (Asteraceae)	<p><b>Abono verde:</b> se corta la mayor parte de la biomasa de la planta y se deposita sobre la base del árbol que se quiere abonar y proteger. Aplicación cada diez semanas aprox.</p> <p><b>Cultivo de barrera:</b> se siembra alrededor o al interior del cultivo de interés para evitar o reducir el ingreso y la defoliación por parte de las hormigas. Tiene efecto insectida en las hormigas.</p> <p><b>Mulche:</b> se cubre el nido de arriera completamente con ramas y hojas de la planta. Aplicación cada 15 días. Nidos pequeños a medianos.</p> <p><b>Cebo:</b> Se utiliza las hojas secas del botón de oro para preparar un cebo y así estimular el acarreo del cebo al interior del nido. La elaboración del cebo se explica más adelante.</p>	Giraldo-Echeverri 2005, Castaño-Quintana <i>et al.</i> 2013, Rodríguez <i>et al.</i> 2015, Universidad Tecnológica del Chocó 2013.
Frijol blanco, Haba blanca	<i>Canavalia ensiformis</i> L. (Fabaceae)	<p><b>Cultivo trampa:</b> Se siembra el frijol blanco alrededor del cultivo, o intercalado con el cultivo principal, con el fin de que el frijol blanco sea objeto de defoliación.</p> <p><b>Mulche:</b> Se cubre el hormiguero y sus alrededores con 10 o 20 kilogramos de hojas de Canavalia. La Canavalia posee metabolitos secundarios que afecta tanto a las hormigas como al hongo de la colonia.</p>	Yepes 1999, Universidad Tecnológica del Chocó 2013, Méndez 2000, Valderrama-Eslava <i>et al.</i> 2009.
Ajonjolí o sésamo	<i>Sesamun indicum</i> L. (Pedaliaceae)	<p><b>Cultivo trampa:</b> Se siembra el ajonjolí alrededor del cultivo, para que sea defoliado en lugar del cultivo de interés. Esta planta posee metabolitos secundarios que afectan a las hormigas.</p>	Yepes 1999, Universidad Tecnológica del Chocó 2013.
Caléndula, clavel	<i>Tagetes sp.</i> (Asteraceae)	<p><b>Cultivo de barrera:</b> la caléndula es una planta repelente, por tanto se siembra cerca de los hormigueros o alrededor del cultivo de interés para evitar o reducir el ingreso y forrajeo de las hormigas a los cultivos.</p>	Méndez 2000.

NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTÍFICO	USO	AUTOR
Tomate	<i>Solanum lycopersicum</i> L. (Solanaceae).	<b>Cultivo trampa:</b> Debido al efecto fagoinhibidor encontrado en algunos extractos de esta planta, se puede utilizar como cultivo trampa, sembrando alrededor o interior de otros cultivos.	Serna & Correa (2003).
Higuerilla, ricino	<i>Ricinus comunis</i> L. (Euphorbiaceae)	<b>Cultivo trampa:</b> Se siembra la higuerilla alrededor o interior del cultivo, para que sea defoliada en lugar del cultivo de interés. Estas plantas poseen metabolitos secundarios que afectan a las hormigas y a su hongo.	Universidad Tecnológica del Chocó 2013, Bigi <i>et al.</i> 2004.
Batata, camote, papa dulce	<i>Ipomoea batata</i> L. (Lam) (Convolvulaceae)	<b>Cultivo trampa:</b> Se siembra la batata alrededor o interior del cultivo, para que sea defoliada en lugar del cultivo de interés. Estas plantas poseen metabolitos secundarios que afectan al hongo de las colonias.	Universidad Tecnológica del Chocó 2013.
Cedro misionero	<i>Cedrela fissilis</i> Vell. (Meliaceae)	<b>Cultivo trampa:</b> Gracias al efecto insecticida encontrado en algunos extractos de esta planta, se puede utilizar como cultivo trampa, sembrando alrededor o interior de otros cultivos.	Bueno <i>et al.</i> 2005.
Neem	<i>Azadirachta indica</i> A. Juss (Meliaceae)	<b>Cultivo trampa:</b> El efecto insecticida encontrado en algunos extractos de esta planta, hace posible utilizarla como cultivo trampa, sembrando alrededor o interior de otros cultivos.	Oliveira <i>et al.</i> 2006.
Clibadium	<i>Clibadium asperum</i> (Aubl.) DC. (Asteraceae)	<b>Cebo:</b> Se utiliza las hojas secas del botón de oro para preparar un cebo y así estimular el acarreo del cebo al interior del nido. La elaboración del cebo se explica más adelante.	Universidad Tecnológica del Chocó 2013.
Chirrinchao, barbasquillo, jobillo, candelillo, catalina.	<i>Phyllanthus acuminatus</i> (Phyllanthaceae)	<b>Cebo:</b> Se utiliza las hojas secas del chirrinchao para preparar un cebo y así estimular el acarreo del cebo al interior del nido.	Universidad Tecnológica del Chocó 2013.

A continuación, se describen los pasos de acuerdo con la información reportada por la Universidad Tecnológica del Chocó (2013) para elaborar cebos con hojas de algunas plantas mencionadas en el cuadro anterior, que afectan a las hormigas o al hongo simbiote o a ambos:

1. Recolectar suficiente material verde de alguna de las especies mencionadas anteriormente, y secar al aire, bajo sombra, durante dos a tres semanas. Remover periódicamente el material para lograr un secado uniforme.
2. Después de este tiempo, extraer los tallos gruesos y los peciolo de las hojas.
3. Pulverizar las hojas. Se puede utilizar un molino casero.
4. Mezclar 5 kilogramos de avena en hojuelas con un kilogramo del polvo vegetal (proporción 5:1) y luego agregar 1 litro de jugo de naranja, el cual actúa como atrayente. Durante la mezcla se recomienda proteger las manos con guantes o bolsas plásticas.
5. Mezclar los ingredientes uniformemente.
6. Aplicar entre 20 y 30 gramos del cebo preparado por metro cuadrado de hormiguero.

La aplicación del cebo debe realizarse a un lado de los caminos y cerca a las bocas activas del hormiguero, y se recomienda hacer la aplicación en horas tempranas de la mañana o al anochecer, donde las arrieras tienen picos altos de actividad. No aplicar cuando hay lluvia y evitar exponer el cebo a los rayos directos del sol.

Si es necesario se puede realizar una nueva aplicación a la quinta o sexta semana con una planta diferente a la que se utilizó inicialmente



El compostaje, por su parte, es otra técnica evaluada por Ambrecht et al. (2012) quienes observaron que el 26,5 % de los nidos cubiertos con “compost” murieron. El compostaje evaluado por los investigadores estaba constituido por materia orgánica e inorgánica. Los materiales se describen a continuación:

- Hojarasca (5 kg).
- Estiércol de aves (15 kg).
- Melaza (1 kg) puede ser reemplazada por azúcar.
- Levadura (1 kg).
- Cal agrícola (5 kg).
- Agua 25 litros.

De acuerdo con los autores, la melaza y la levadura se disuelven previamente en el agua. Previo a la aplicación de los materiales, recomiendan palear mecánicamente el suelo, y luego distribuir los materiales descritos uniformemente sobre el nido. Todo el compostaje se distribuye en 25 m<sup>2</sup> del área externa del nido, donde están concentradas las bocas activas. Posteriormente se cubre inmediatamente el compost y el nido con una lámina de plástico negro durante 30 días.

Esta es una práctica económica y ecológicamente sustentable, que además de controlar la población de hormiga arriera, enriquece el suelo.

En la Reserva Natural Pozo Verde, ubicada en Jamundí (Valle del Cauca), la aplicación de abono compostado en nidos pequeños resultó en la reducción total de los hormigueros, mientras que en nidos grandes la reducción fue del 67% (Chaves 2006). La autora de este estudio recomienda erradicar nidos pequeños (<30m<sup>2</sup>) a través de la aplicación de compostaje, y para nidos grandes (>62m<sup>2</sup>) sugiere complementar con otros métodos de control.



## Control mecánico

Consiste en la excavación del nido para sacar a la reina y parte del hongo, destruyendo físicamente el hormiguero. Es un método muy efectivo, ya que, al eliminar la única reina de la colonia, el hormiguero perece al cabo de unos meses. Por esta razón, es el método más efectivo y recomendado en la actualidad para el control de colonias de hormiga arriera (Chacón de Ulloa *et al.* 2019).



**Figura 23.** Control mecánico en nido mediano de hormiga arriera.

El control mecánico es fácil de realizar en nidos pequeños (menores a 20m<sup>2</sup>), donde la reina está ubicada superficialmente y aún no se han formado numerosas cámaras subterráneas.

Autores como Vélez (1997), Madrigal (2003) y Vergara (2005) consideran que el mejor momento para localizar la reina es tres meses después de los vuelos nupciales. Es en este tiempo, donde las primeras obreras salen al exterior y la única cámara se encuentra entre unos 20 y 30 cm de profundidad, permitiendo encontrar fácilmente la reina, con la ayuda de herramientas como palín, pala o barra.

Este método también es posible hacerlo en nidos grandes y maduros, teniendo en cuenta la actividad, el tamaño y la ubicación del nido. En este caso, es necesario evaluar el costo-beneficio del control, ya que un nido más grande requiere de mayor esfuerzo, trabajo y mano de obra. Sin embargo, es más rentable económica y ambientalmente realizar una inversión de uno o dos días de excavación, que varios años de aplicación de plaguicidas.

Para el control mecánico de nidos grandes se recomienda trabajar con un equipo de personas expertas en identificar la reina y el hongo, además de conocer la estructura interna del nido, para tener mayor probabilidad de éxito en encontrar a la reina. En un estudio reciente se logró realizar la extracción de reinas de nidos de 100 m<sup>2</sup> e incluso más grandes, con personas experimentadas, en zonas verdes de la ciudad de Cali.

Sin embargo, es importante tener en cuenta algunas características como la ubicación del nido, que puede dificultar la remoción. Cuando los hormigueros se encuentran establecidos cerca de raíces de árboles o edificaciones, por ejemplo, no es posible realizar excavación y se debe recurrir a la implementación de otras estrategias de control. En la época previa al vuelo nupcial, también es difícil realizar la captura de la reina, debido a la cantidad de futuras reinas y machos alados que se encuentran al interior del nido en ese momento, los cuales se confunden con la reina madre del hormiguero, a pesar de que esta no tiene alas.

Algunas recomendaciones para tener en cuenta en el momento de excavar un nido de hormiga arriera se mencionan a continuación:

1. Emplear buenas herramientas para realizar la excavación, las más importantes son la barra para profundizar, la pala para extraer tierra y una pala pequeña de jardinería que se utiliza para sacar las porciones del hongo simbiote en cada una de las cámaras.
2. Utilizar buena protección personal para reducir las mordidas por parte de las hormigas. Utilizar guantes, botas altas (se les puede aplicar un aceite o vaselina para dificultar la subida de las hormigas) y ropa protectora.
3. Empezar la excavación por donde se encuentra el conglomerado de bocas del hormiguero, o por donde se observa que las hormigas están ingresando las hojas forrajeadas (Figura 24).
4. Seguir internamente los túneles y cámaras. Para no perder los túneles internos durante la excavación se recomienda señalarlos con una rama o palito.
5. Una vez se encuentren las cámaras con hongo simbiote, extraer todo el hongo y revisar cuidadosamente si en él se encuentra la reina (Figura 25). En la mayoría de los estudios de control mecánico realizados por el grupo de investigación de hormiga arriera de la Universidad del Valle, la reina se encuentra dentro del hongo simbiote. La búsqueda de la reina se debe intensificar en el momento que se encuentran las cámaras de hongo con formas inmaduras (larvas y pupas), ya que generalmente ella se encuentra en esta parte del hormiguero. Estas cámaras no reciben material vegetal y son dedicadas exclusivamente al cuidado de las hormigas en sus primeras etapas de vida.



**Figura 24.** Conglomerado de bocas en un nido de *A. cephalotes*. El control mecánico del hormiguero se podría iniciar con la excavación alrededor del conglomerado central.

6. Se recomienda colocar el hongo simbiote en una bandeja u otra superficie para facilitar la búsqueda de la reina. La reina generalmente se encuentra rodeada de obreras, quienes la resguardan y protegen (Figura 26).



**Figura 25.** Secuencia de extracción del hongo simbiote del hormiguero.

Otro método de control mecánico consiste en arar el suelo durante su preparación previa a la siembra de plántulas o semillas, ya que en el proceso de arado se destruyen principalmente los nidos superficiales. Las especies del género *Acromyrmex* son las más perjudicadas en el proceso de arado, debido a la estructura superficial de sus nidos, los cuales pueden ser eliminados durante el proceso de preparación del suelo (Lapointe *et al.* 1993, Ambrecht *et al.* 2012). Este tipo de manejo de los hormigueros puede ser una buena opción en sistemas ganaderos de Caquetá, donde la hormiga arriera *Acromyrmex landolti* ha generado grandes problemas en la productividad de los pastos.



**Figura 26.** Hongo simbiote a la izquierda y reina encontrada a la derecha.

## Control químico

La mayoría de los agricultores utilizan productos de síntesis química para el control de las hormigas cortadoras de hojas. Los productos químicos contra las arrieras presentan acción por contacto e ingestión (Boaretto & Forti 1997), y tienen varias presentaciones y formas de aplicación. Estos productos se pueden encontrar en polvos secos, cebos granulados y soluciones líquidas (Mariconi 1970, Della Lucia 2011).

Los cebos granulados contienen un atrayente para que las hormigas transporten el producto directamente hacia el hongo simbiote al interior del nido. La aplicación de los cebos se realiza de forma manual directamente sobre el suelo, los caminos o las bocas de los hormigueros.

Para nidos de tamaño pequeño a mediano se utilizan ampliamente insufladoras (productos en polvo) y fumigadoras (productos líquidos) para la aplicación de insecticidas (Montoya-Lerma *et al.* 2012) (Figura 27).

Sin embargo, cuando los hormigueros son muy grandes (mayores a 100 m<sup>2</sup>) se emplea una termonebulizadora, la cual genera una niebla, que se forma por la quema de un combustible (gasolina o aceite mineral), en la que se suspende y disemina el insecticida (Chacón de Ulloa *et al.* 2019). La formación de la niebla permite la entrada del producto químico a una mayor cantidad de compartimientos en las colonias de las hormigas (Figura 28).

Dentro de los compuestos químicos que más se utilizan en el control de las hormigas arrieras se encuentran los organofosforados, piretroides y sulfuramidas (Della Lucia 2014, Fernández *et al.* 2015). Sin embargo, existen restricciones de uso para la mayoría de estos productos, debido a alta toxicidad que perjudica a las especies no blanco y al medio ambiente.



Figura 27. Aplicación de insecticida a un nido de hormiga arriera a través de fumigadora.



Figura 28. Aplicación de insecticida a través de una termonebulizadora.

A pesar de la alta toxicidad de los plaguicidas, el control químico es insatisfactorio porque no siempre llega a eliminar el hormiguero, sino que, en muchos casos, lo inactiva temporalmente. Por otro lado, el método de aplicación del producto químico puede no ser adecuado para las características del nido. La aplicación de los productos por fumigadoras o insufladoras no alcanza a llegar a todas las cámaras internas del nido, afectando de esta forma solo una parte del hormiguero. De esta manera, se reducen las posibilidades de alcanzar la reina por el producto aplicado.

Por todo lo anterior, se recomienda utilizar este método solo cuando sea estrictamente necesario, en combinación con otras estrategias de control y a través del uso de agroquímicos de baja toxicidad, siguiendo siempre las dosificaciones estipuladas en el producto y las normas de seguridad. No se recomienda el uso de plaguicidas de categorías toxicológicas IA, IB y II por su alta peligrosidad. Las categorías menos tóxicas de plaguicidas que se encuentran en el mercado son las categorías III y IV.

CLASIFICACIÓN DE PLAGUICIDAS DE ACUERDO CON SU SEGURIDAD			
Categoría	Leyenda	Frase de advertencia	Color de la banda
Ia	Extremadamente peligrosos	Muy tóxico	Rojo
Ib	Altamente peligroso	Tóxico	Rojo
II	Moderadamente peligrosos	Nocivo	Amarillo
III	Ligéramente peligroso	Cuidado	Azul
IV	No representa riesgo agudo en uso normal	Precaución	Verde

Finalmente, un factor importante para tener en cuenta en el éxito de control de los nidos de hormiga arriera consiste en la constancia y frecuencia de aplicación de las estrategias de manejo seleccionadas. Un control continuo dificulta la recuperación de los hormigueros y disminuye su actividad externa. Debido a que las colonias de hormiga arriera son complejas y tienen diferentes estrategias de defensa, se recomienda un manejo integrado que involucre diversas acciones que se apliquen continuamente, para obtener resultados más satisfactorios.





## ***Conclusiones y recomendaciones***

---

Las hormigas cortadoras de hojas son percibidas como insectos plagas por productores y campesinos del país, debido a la actividad de corte y acarreo de material vegetal fresco que afecta a diferentes cultivos en sistemas agrícolas, forestales y pecuarios.

La poca efectividad de control de las hormigas arriera se debe en parte a la falta de articulación de la biología y comportamiento de las arriera con las estrategias de manejo. En este sentido, es importante resaltar que la efectividad de los métodos de control está ligada al efecto que éstos tengan, principalmente, sobre el hongo simbiote y/o la reina.

El método más efectivo para controlar a las hormigas cortadoras de hojas consiste en realizar un control mecánico a los nidos. De esta forma se elimina el problema de raíz, al extraer la única reina del nido, lo que conlleva a la muerte de la colonia. Sin embargo, esta actividad debe ser realizada en nidos pequeños y medianos. Para nidos grandes es necesario de experiencia y mayor esfuerzo físico y logístico.

Existen diferentes alternativas que, dentro de un manejo agroecológico en las fincas, pueden ayudar a reducir las poblaciones de hormiga arriera. Sin embargo, es importante que los métodos empleados se realicen frecuentemente para una mayor probabilidad de éxito.





## **Fotografías**

---

Andreas Kay: Figura 11 izquierda (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.0/legalcode>)

Cristhian Alessandro Perez: Figura 4 (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.0/legalcode>)

Karen Castaño Quintana: Figuras 1B, 2A, 2B, 3 izquierda, 3 derecha, 5, 7 izquierda, 7 derecha, 9 izquierda, 9 derecha, 10, 12 izquierda, 12 derecha, 13 A, 13B, 13C, 17, 19, 21 izquierda, 21 derecha, 22, 23, 24, 25A, 25B, 25C, 25D, 26 izquierda, 26 derecha, 27, 28.

Francisco López Machado: Figuras 1A y 8

Gustavo Zabala: Figura 6

Joao P. Burini: Figura 18 (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.0/legalcode>)

Jim Skovrider: Figura 11 derecha (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.0/legalcode>)

Archivo Hormiga Arriera Univalle: Figura 14 izquierda, 14 derecha, 15 y 16.

## Literatura citada

---

- Abramowski, D., Currie, C.R., Poulsen, M. 2011. Caste specialization in behavioral defenses against fungus garden parasites in *Acromyrmex octospinosus* leaf-cutting ants. *Insectes Sociaux*, 58:65-75.
- Armbrecht, I., Montoya-Correa, M., Gallego-Ropero, M.C., Montoya-Lerma, J. 2012. Composting to control the leaf-cutting ant *Atta cephalotes* (Hymenoptera: Formicidae). *Revista Facultad de Ciencias Universidad del Valle* 16:47-56.
- Barrientos, A. 1987. Plagas y enfermedades. En: Ruiz, T. E., Febles, G. (Eds). *Leucaena, una opción para la alimentación bovina en el trópico y el sub-trópico*. EDICA, Instituto de Ciencia Animal, La Habana, Cuba. 167-175p.
- Bigi, M. F. M. A., Torkomian, V. L. V., De Grote, S. T. C. S., Hebling, M. J. A., Bueno, O. C, Pagnocca, F. C., Fernandes, J. B., Vieira, P. C., Silva., M. F. G. F. 2004. Activity of *Ricinus communis* (Euphorbiaceae) and ricinine against the leafcutting ant *Atta sexdens rubropilosa* (Hymenoptera: Formicidae) and the symbiotic fungus *Leucoagaricus gongylophorus*. *Pest Management Science*, 60: 933-938.
- Boaretto, M. A. C., Forti, L. C. 1997. Perspectivas no controle de formigas cortadeiras. *Série Técnica IPEF*, 11 : 31–46.
- Boulogne, I., Ozier-Lafontaine, H., Loranger-Merciris, G. 2014. Leaf-Cutting Ants, Biology and Control. In: Lichtfouse, E. (Eds.). *Sustainable Agriculture Reviews* 13. Springer International Publishing, Suecia. 2210-4410p.
- Castaño-Quintana, K., Montoya-Lerma, J., Giraldo-Echeverri, C. 2013. Toxicity of foliage extracts of *Tithonia diversifolia* (Asteraceae) on *Atta cephalotes* (Hymenoptera: Myrmicinae) workers. *Industrial Crops and Products*, 44: 391– 395.
- Castaño-Quintana, K., Rodríguez, J. 2015. Viabilidad y efectividad de microorganismos patógenos para colonias de hormigas cortadoras, aplicados a través de termonebulizadora. Informe Cipreses. Grupo de estudio en Hormiga Arriera, Grupo de Ecología de Agroecosistemas y Hábitats Naturales – GEAHNA. Universidad del Valle, Cali, Colombia. 13p.
- Castro, J. F., Martínez, G. 2008. Evaluación de *Beauveria bassiana* y *Metarhizium anisopliae* como control biológico de la hormiga arriera *Atta cephalotes* con diferentes técnicas de aplicación en el Centro de Investigaciones Macagual. *Momentos de Ciencia*, 5 (1-2):41-45.
- Chacón de Ulloa, P. 2003. Hormigas urbanas. En: Fernández, F. (ed.). *Introducción a las hormigas de la región Neotropical*. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, Bogotá, Colombia. 398 p.
- Chacón de Ulloa, P., Montoya-Lerma, J., Abadía, J. C., Rodríguez, J., Castaño-Quintana, K. 2019. Hormigas urbanas. En: Fernández, F., Guerrero, R. J., Delsinne, T. *Hormigas de Colombia*. Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, Colombia. 1171-1185p.
- Chaves, M. C. 2006. Evaluación preliminar del compostaje “Arrieron” para el control de la hormiga arriera *Atta cephalotes* (L.) en Jamundí (Valle Colombia). *Boletín del Museo de Entomología de la Universidad del Valle* 7(1): 10-21.

- Cherrett, J. M. 1968. The Foraging Behaviour of *Atta cephalotes* L. (Hymenoptera, Formicidae). *The Journal of Animal Ecology*, 37 (2): 387-403.
- Contexto ganadero, 2016. Hormiga arriera, un nuevo dolor de cabeza para los ganaderos. Publicado 29 de enero de 2016. <https://www.contextoganadero.com/regiones/hormiga-arriera-un-nuevo-dolor-de-cabeza-para-los-ganaderos>.
- Correa, M. M., Silva, P. S. D., Wirth, R., Tabarelli, M., Leal, I. R. 2016. Foraging activity of leaf-cutting ants changes light availability and plant assemblage in Atlantic forest. *Ecological Entomology* (41): 442–450
- Della Lucia, T. M. C. 2003. Hormigas de importancia económica en la región Neotropical. 337-349 p., en *Introducción a las Hormigas de la Región Neotropical* (F. Fernández, ed.) Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá. Colombia. 398 p.
- Della Lucia, T. M. C. 2011. Formigas-Cortadeiras da Bioecologia ao Manejo. Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, Minas Gerais, Brasil. 420 p.
- Della Lucia, T.M.C., Gandra, L.C., Guedes, N.C.R. 2014. Managing leaf-cutting ants: peculiarities, trends and challenges. *Pest Management Science*. 70: 14–23
- Fernández, F. 2003. *Introducción a las hormigas de la región neotropical*. Instituto de investigación de recursos biológicos Alexander von Humboldt, Bogotá, Colombia. 398p.
- Fernández, F., Castro-Huertas, V., Serna, F. 2015. Hormigas cortadoras de Colombia: *Acromyrmex* & *Atta* (Hymenoptera: Formicidae). *Fauna de Colombia, Monografía No.5*, Instituto de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá D.C., Colombia. 350p.
- Fowler, H.G., Saes, N.B. 1986. Dependence of the activity of grazing cattle on foraging grass-cutting ants (*Atta* spp.) in the southern neotropics. *Journal of Applied Entomology*, 101: 154–158
- Giraldo 2005. Valoración de los Bienes y Servicios de la biodiversidad para el desarrollo sostenible de paisajes rurales colombianos: Complejo Ecorregional de los Andes del Norte (CEAN). Informe de Proyecto. 29p.
- Giraldo-Echeverri, C. 2005. Efecto del botón de oro *Tithonia diversifolia* sobre la herbivoría de hormiga arriera *Atta cephalotes* en una plantación de arboloco *Montanoa quadrangularis*. Tesis de pregrado. Universidad del Valle, Departamento de Biología, Cali, Colombia. 66p.
- Giraldo C. 2007. Manejo integrado de la hormiga arriera *Atta cephalotes* en fincas ganaderas. *Revista Carta Fedegan*, 99: 58–65.
- Giraldo-Echeverri, C. 2009. Microbiota asociada a la casta obrera de la hormiga arriera *Atta cephalotes* (Hymenoptera: Myrmicinae). Tesis de Maestría. Universidad del Valle, Programa de Biología, Cali, Colombia. 86p.

- Giraldo, C., Castaño, K., Reyes, K., Giraldo, N. V., Calle, Z., Montoya-Lerma, J. 2015. Enemigos naturales de la hormiga arriera en sistemas de reconversión productiva. *En: Memorias del II Taller nacional sobre hormiga arriera y caracol gigante africano: Avances y retos.* Cali, Colombia. 21p.
- Haines, B. L. 1978. Element and energy flow through colonies of the leaf-cutting ant, *Atta columbica*, in Panama. *Biotropica*, 10: 270-277.
- Hebling, M.J.A., Bueno, O.C., Pagnocca, F.C., Silva, O.A. da, Maroti, P.S. 2000. Effects of *Ipomoea batatas* (Convolvulaceae) on nest development and on respiratory metabolism of leaf-cutting ants *Atta sexdens* L. (Hym., Formicidae). *Journal of Applied Entomology*, 124: 249–252.
- Hölldobler, B., E.O. Wilson. 1990. *The Ants.* Harvard University Press, Estados Unidos. 746p.
- Hölldobler, B., Wilson, E.O. 2011. *The leafcutter ants. Civilization by instinct.* W.W. Norton & Company, Inc. New York, Estados Unidos. 160p.
- Knapp, J., Howse, P., Kermarrec, A.1990. Factors controlling foraging patterns in the leaf-cutting ant *Acromyrmex octospinosus* (Reich). *In: Vander Meer, R., Jaffe, K. (eds). Applied Myrmecology: A World Perspective.* Westview Press, Boulder, Colorado, Estados Unidos. 382-409p.
- Lapointe, S.L. 1993. Manejo de dos plagas clave para forrajes de las sabanas neotropicales. *Pasturas Tropicales.* 15:1–8.
- López, E., Orduz, S. 2002. *Metarhizium anisopliae* y *Trichoderma viride* controlan colonias de *Atta cephalotes* en campo mejor que in insecticida químico. *Revista Colombiana de Biotecnología* 4(1):71-78.
- López, E.; Orduz, S. 2003. *Metarhizium anisopliae* and *Trichoderma viride* for control of nests of the fungus-growing ant, *Atta cephalotes*. *Biological Control* 27: 194-200.
- Machado, V., Diehl-Fleig, E., Silva, M.E., Lucchese, M.E.P. 1988. Reações observadas em colônias de algumas espécies de *Acromyrmex* (Hymenoptera-Formicidae) quando inoculadas com fungos entomopatogênicos. *Ciência e Cultura, São Paulo* 40(11): 1106-1108.
- Mackay, W., Mackay, E. 1986. Las hormigas de Colombia: arrieras del género *Atta* (Hymenoptera: Formicidae). *Revista Colombiana de Entomología* 12: 23-30.
- Madrigal, C.A. 2003. *Insectos Forestales en Colombia.* Ed. Marín Vieco Ltda. Universidad Nacional de Colombia Facultad de Ciencias. Medellín, Colombia. 847p.
- Mariconi, F. A. M. 1970. *As saúvas.* Agronômica Ceres, São Paulo, Brasil. 167p.
- Marinho, C.G.S., Della Lucia T.M.C., Picanco, M.C. 2006. Fatores que dificultam o controle das formigas cortadeiras. *Bahia Agrícola* 7(2): 18-21
- Martínez, J. F.; Servin-Montoya, M. E. 2002. Desechos de hormiga arriera (*Atta mexicana* Smith), un abono orgánico par la producción hortícola. *Terra* 20 (2):1-8.

- Méndez, L. 2000. Controle la hormiga arriera. El tiempo. Fecha de revisión: 20 de junio de 2019. <https://www.eltiempo.com/archivo/documento/MAM-1307745>
- Montoya-Lerma, J.; Chacón De Ulloa, P.; Manzano, M.R. 2006. Caracterización de nidos de la hormiga arriera *Atta cephalotes* (Hymenoptera: Myrmicinae) en Cali (Colombia). Revista Colombiana de Entomología 32 (2): 151-158.
- Montoya-Lerma, J., Giraldo-Echeverri, C., Armbrrecht, I., Farji-Brener, A., Calle, Z., 2012. Leaf-cutting ant revisited: towards rational management and control. International Journal of Pest Management, 58 (3), 225–247.
- Moreira, A. A., Forti, L. C., Andrade, A. P. P., Boareto, M. A. C., Lopes, J. F. S. 2004. Nest architecture of *Atta laevigata* (F. Smith, 1858) (Hymenoptera: Formicidae). Studies Neotropical Fauna Environment, 39 (2): 109-116.
- Moulaert, A., Mueller, J. P., Villareal, M., Piedra, R., Villalobos, L. 2002. Establishment of two indigenous timber species in dairy pastures in Costa Rica. Agroforestry Systems, 54: 31–40.
- Mueller, U. G., Ishak, H. D., Bruschi, S. M., Smith, C. C., Herman, J. J., Solomon, S. E., Mikheyev, A. S., Rabeling, C., Scott, J. J., Cooper, M., Rodrigues, A., Ortiz, A., Brandão, C. R. F., Lattke, J. E., Pagnocca, F. C., Rehner, S. A., Schultz, T. R., Vasconcelos, H., Adams, R. M. M., Bollazzi, M., Clark, R. M., Himler, A. G., LaPolla, J. S., Leal, I. R., Johnson, R. A., Roces, F., Sosa-Calvo, J., Wirth, R., Bacci, M. 2017. Biogeography of mutualistic fungi cultivated by leafcutter ants. Molecular Ecology 6: 6921-6937.
- Ortiz-Giraldo, D., Valencia-Giraldo, S. M., Giraldo-Echeverry, C., Montoya-Lerma, J. 2013. Actividad de *Serratia marcescens* sobre tres hongos de uso comercial para el control biológico de la hormiga arriera, *Atta cephalotes*. Boletín del Museo de Entomología de la Universidad del Valle 14(2): 1-69.
- Peña-Estrella, S., Rodríguez, J., Valencia-Giraldo, S.M, Montoya-Lerma, J. 2013. Efecto de la limpieza del sustrato vegetal por la casta obrera en colonias de *Atta cephalotes* (Hymenoptera: Myrmicinae). Boletín del Museo de Entomología de la Universidad del Valle 14(2) Suplemento:1-69:40.
- Pérez, R.P. 2002. Lucha biológica contra la bibijagua (*Atta insularis* Güerin). Instituto de Investigaciones de Sanidad Vegetal (INISAV), Laboratorio de Manejo de Plagas. La Habana, Cuba.
- Quiroz L.J.V., Valenzuela, J., Carrión, G. 1996. Factores de mortalidad natural de reinas de *Atta mexicana* (Fr. Smith) en el Estado de Morelos, México. In: Congreso Latinoamericano de Entomología, 6, Mérida, Yucatán, Memorias. Mérida: Sociedad Mexicana de Entomología. 56p.
- Rengifo-Ruiz, M., Giraldo-Echeverri, C., Montoya-Lerma, J. 2013. Protección de *Serratia marcescens* sobre el hongo simbiote *Leucoagaricus gongylophorus* asociado a *Atta cephalotes* (Hymenoptera: Myrmicinae). Boletín del Museo de Entomología de la Universidad del Valle 14(2) Suplemento:1-69:41.