

La hormiga arriera (*Atta cephalotes*).
Manejo y control

Guía práctica de consulta para agricultores



UNIVERSIDAD DE
SAN BUENAVENTURA
CALI



COLCIENCIAS
Departamento Administrativo de Ciencia, Tecnología e Innovación

Raúl Cuervo Mulet • Fabián Felipe Fernández Daza • Luz Patricia Varón Morales • Gloria Carmenza Rodríguez

La hormiga arriera (*Atta cephalotes*). Manejo y control
Guía práctica de consulta para agricultores

Agradecimientos

A Colciencias por la financiación del proyecto mediante contrato mercantil No. 3-1-44842 (2014-0401 Colciencias), contrato 025-201. A la Institución Antonio José Camacho, por el trabajo en conjunto para la determinación de los posibles riesgos del uso de insecticidas y bioinsecticidas en los campesinos que lo utilizan. A la Universidad Católica Dom Bosco, en especial a la doctora Marney Pascolli Cereda, por el acompañamiento técnico durante todo el proyecto. Y a la Universidad de San Buenaventura Cali, entidad ejecutora del proyecto, así como a las diferentes unidades municipales de asistencia técnica agropecuaria que nos brindaron apoyo.

A detailed black and white photograph of an Atta cephalotes ant head, showing its large mandibles, antennae, and textured surface.

La hormiga arriera (*Atta cephalotes*). Manejo y control

Guía práctica de consulta para agricultores



UNIVERSIDAD DE
SAN BUENAVENTURA
CALI



COLCIENCIAS

Raúl Cuervo Mulet • Fabián Felipe Fernández Daza • Luz Patricia Varón Morales • Gloria Carmenza Rodríguez

La hormiga arriera (*Atta cephalotes*). Manejo y control. Guía práctica de consulta para agricultores

La hormiga arriera (*Atta cephalotes*). Manejo y control. Guía práctica de consulta para agricultores / Raúl Cuervo Mulet, editor y otros tres.--Cali : Editorial Bonaventuriana, 2018

56 p.

ISBN: 978-958-5415-16-4

1. Control de plagas - Hormiga arriera. *Atta cephalotes* 2. Control biológico de plagas 3. Plagas agrícolas 4. Insecticidas biológicos 5. Hormiga arriera, *Atta cephalotes* 6. Taxonomía zoológica 7. Insectos dañinos I. Cuervo Mulet, Raúl, editor II. Fernández Daza, Felipe, editor III. Varón Morales, Luz Patricia, editora IV. Rodríguez de la Pava, Carmenza, editora V. Tit.

632.7 (D 23)

H812

© Universidad de San Buenaventura Cali



Editorial Bonaventuriana

La hormiga arriera (*Atta cephalotes*). Manejo y control Guía práctica de consulta para agricultores

© Autores: Raúl Cuervo Mulet, Fabián Felipe Fernández Daza, Luz Patricia Varón Morales, Gloria Carmenza Rodríguez de la Pava. Grupo de investigación en biotecnología, Universidad de San Buenaventura Cali.

© Editorial Bonaventuriana, 2018

Universidad de San Buenaventura

Dirección Editorial de Cali

Calle 117 No. 11 A 62, Bogotá

PBX: 57 (1) 520 02 99 - 57 (2) 318 22 00 - 488 22 22

e-mail: editorial.bonaventuriana@usb.edu.co

<http://www.editorialbonaventuriana.usb.edu.co>

Cali, Colombia, S. A.

El autor es responsable del contenido de la presente obra.

Prohibida la reproducción total o parcial de este libro por cualquier medio, sin permiso escrito de la Editorial Bonaventuriana.

© Derechos reservados de la Universidad de San Buenaventura.

ISBN: 978-958-5415-16-4

Tiraje: 150 ejemplares

Cumplido el depósito legal (Ley 44 de 1993, Decreto 460 de 1995 y Decreto 358 de 2000)

Diseño de carátula: Ximena Rosero R.

Foto de carátula tomada de <https://www.arkive.org/leaf-cutter-ant/atta-cephalotes/image-G58007.html>

Impreso en Colombia - Printed in Colombia.

2018

CONTENIDO

Introducción.....	11
-------------------	----

CAPÍTULO 1

Aspectos biológicos de la hormiga arriera

• Distribución	14
• Características.....	15
• Impacto agroindustrial.....	17
• Métodos de control de la hormiga arriera.....	18

CAPÍTULO 2

Formulaciones. presentaciones de insumos agrícolas (insecticidas)

• Generalidades de las formulaciones.....	21
– Formulaciones líquidas.....	21
– Concentrados emulsionables (EC).....	21
– Concentrado soluble en agua (SL).....	21
– Suspensión concentrada (SC).....	21
– Microencapsulado, suspensión en cápsulas (CS).....	22
• Formulaciones sólidas.....	22
– Polvo mojable (WP).....	22
– Polvos solubles (SP).....	22
– Granulados (GR).....	22
– Gránulos dispersables en agua (WG).....	22

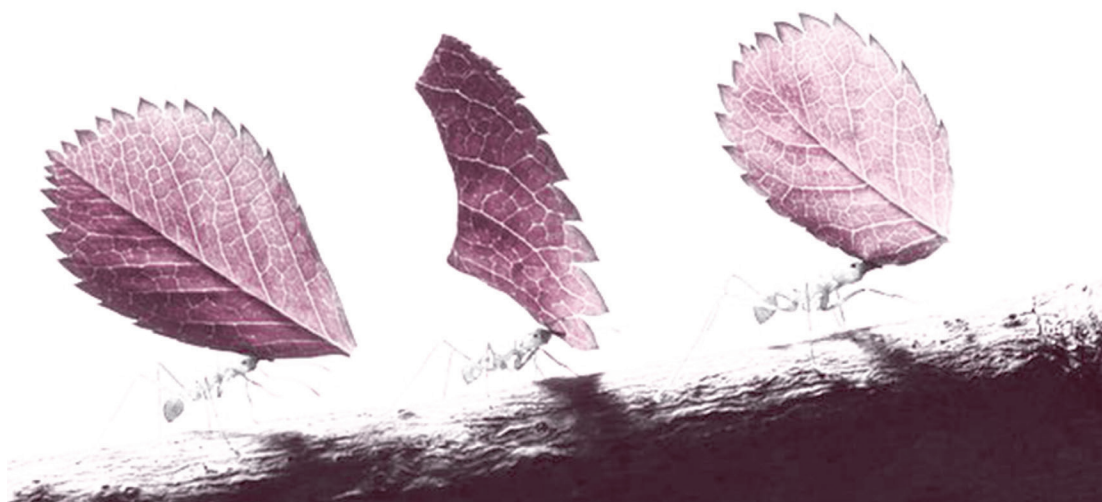
CAPÍTULO 3

Métodos de control de la hormiga arriera

• Control mecánico.....	24
– Control mecánico por barreras.....	24
– Control orgánico (compostaje)	24
• Control cultural.....	25
– <i>Tithonia diversifolia</i> (Hemsl.) (botón de oro).....	25
– Extractos vegetales.....	26
– Tóxicos por herbivoría.....	28
– Aceites esenciales.....	28
– Controles biológicos.....	30
– Control mediante la utilización de bioinsecticida prototipo USB.....	30
Presentación del bioinsecticida.....	30
Método de aplicación.....	31
Evaluación de la efectividad.....	33
Riesgos para la salud.....	35
Ventajas y desventajas.....	35
– Bioinsectidas del mercado.....	36
Peletizados.....	36
TROMPA [®] SB.....	36
Arrieril.....	36

CONTENIDO

– Riesgos para la salud.....	36	– Tipos de intoxicación.....	44
– Ventajas y desventajas.....	36	Intoxicaciones agudas.....	44
• Control químico	37	Intoxicaciones subagudas o retardadas.....	44
– Cebos tóxicos.....	37	Intoxicaciones crónicas.....	44
Atta Kill®.....	37	• Efectos en la salud de los agentes químicos para el control de la hormiga arriera.....	44
Attamix®SB y Hormix SB.....	38	• Efectos ambientales.....	45
Baythion GR.....	38	• Resistencia de las plagas y la destrucción de organismos benéficos.....	48
– Polvos para aplicar con bomba insufladora.....	38	• Ventajas desventajas del control químico.....	48
Arriero®.....	39	– Ventajas.....	48
Lorsban®.....	39	– Desventajas.....	48
• Insecticidas líquidos.....	40	Referencias.....	49
– Sumithion®.....	40		
– Lorsban®4EC.....	40		
• Riesgos para la salud por insecticidas químicos... 40			
– Vías de intoxicación por exposición.....	42		
Intoxicación por ingesta.....	42		
Intoxicación por inhalación.....	43		
Intoxicación por contacto.....	43		
– Signos y síntomas de una intoxicación.....	43		
Intoxicación leve.....	44		
Intoxicación moderada.....	44		
Intoxicación grave.....	44		



INTRODUCCIÓN

La publicación de este manual corresponde a un esfuerzo conjunto entre la Universidad de San Buenaventura Cali, la Universidad Católica Dom Bosco (Brasil), la Institución Universitaria Antonio José Camacho y Colciencias (025-2016), en el marco del proyecto *Estudio de campo y de mercado de un bioinsecticida para el control de la hormiga arriera* (*Atta cephalotes*), mediante el uso de esporas de los hongos filamentosos *Beauveria bassiana* y *Trichoderma lignorum*.

La hormiga arriera (*Atta cephalotes* Linnaeus, 1758), puede encontrarse desde Argentina hasta la parte central de Texas (Estados Unidos). En Colombia es frecuente en las regiones pacífica y central.^[1] Esta especie es considerada una plaga debido a su actividad cortadora (defoliadora) que hace sobre las hojas de las plantas. Estos fragmentos son conducidos al interior del hormiguero donde serán utilizados para cultivar su alimento, el hongo *Leucoagaricus gongylophorus*.^[2]

En su entorno natural, la hormiga arriera contribuye a la aireación y recirculación del suelo, factores asociados al mantenimiento de su fertilidad. En este ambiente, sus poblaciones son controladas naturalmente sin que impliquen efectos para los humanos.^{[3][4]} Con el incremento de las necesidades de alimento y por ende de suelos para el cultivo, la dinámica natural se ve afectada al eliminar las fuentes naturales de alimento y control de

la hormiga. Es así como esta se ve forzada a buscar nuevas fuentes, entre ellas los cultivos de interés comercial y seguridad alimentaria,^{[2],[5]–[12]} lo que impulsa al diseño de diferentes estrategia de control.

Los métodos para el control de la hormiga arriera se clasifican en controles mecánicos,^[13] controles químicos^{[6],[8],[9],[14]–[16]} y controles biológicos, estos últimos por el empleo de extractos vegetales^[17] o microorganismos (bacterias y hongos).^{[18]–[20]} Cada uno posee ventajas y desventajas. En el caso de los controles mecánicos, su efectividad se asocia a las dimensiones de los hormigueros.^[13] Por su parte, los controles químicos presentan riesgos a la salud y el medioambiente y en cuanto a los controles biológicos, la actividad controladora está relacionada con las condiciones del lugar de aplicación y la resistencia del insecto.

Este manual es el resultado de la búsqueda de información bibliográfica sobre la temática mediante el empleo de los buscadores *Google academic* y *Science direct*, con el objetivo de ser una herramienta informativa sobre los aspectos biológicos y de importancia agroindustrial de la hormiga arriera, así como la descripción de las diferentes metodologías de control en las que se incluye la utilización de un bioinsecticida prototipo. Así mismo, se hace un breve análisis sobre los riesgos ocupacionales y de salud a los que están expuestos los trabajadores por el uso de insecticidas y bioinsecticidas, según lo dispone el Decreto 2379 de 1991 citado a continuación:

INTRODUCCIÓN

Decreto 2379 de 1991 (octubre 21)

El Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, reglamenta los decretos-ley 77 de 1987 y 501 de 1989 en lo relativo a la prestación del servicio de asistencia técnica agropecuaria a pequeños productores, y se modifica parcialmente el decreto 1946 de 1989.

Artículo 1o. El reglamento de asistencia a agropecuaria directa a pequeños productores comprende los siguientes títulos: Los principios, cobertura y beneficiarios; definición, constitución, conformación y funciones de las Unidades Municipales de Asistencia Técnica Agropecuaria, funciones de los municipios y distritos, Secretarías de Agricultura y de las entidades dentro del Sistema Nacional de Transferencia de Tecnología y recursos, costos y cofinanciación.

Artículo 2o. La reglamentación del servicio de asistencia técnica directa a los pequeños productores tiene por objeto dotar a los municipios y a los distritos de un estatuto que técnica y administrativamente les permita prestar el servicio, promover y asegurar su participación en el desarrollo agropecuario, garantizar la atención de los pequeños productores y propiciar la integración de la producción agropecuaria entre municipios.



NOTA

Las unidades municipales de asistencia técnica agropecuaria (Umata) están a cargo de las secretarías de agricultura departamentales o de quien desempeñe sus funciones.

CAPÍTULO 1

ASPECTOS BIOLÓGICOS DE LA HORMIGA ARRIERA



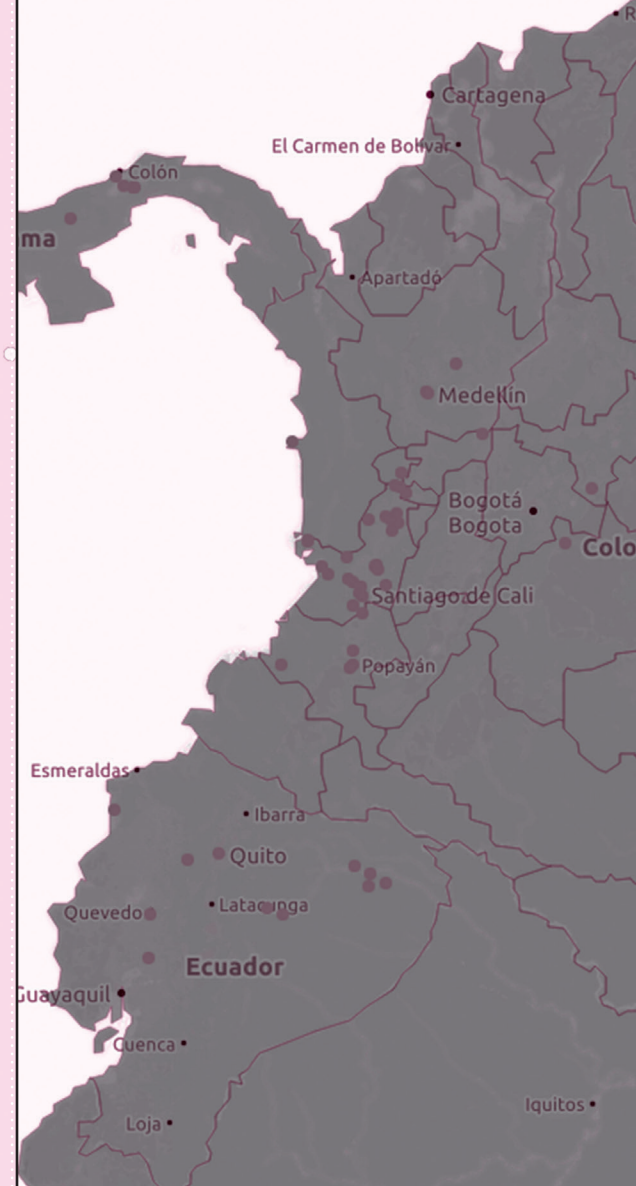
Distribución

La hormiga arriera (*Atta cephalotes* Linnaeus, 1758), pertenece a la clase insecta, tribu attini, orden hymenoptera, superfamilia vespoidea y subfamilia myrmicinae. Se distribuye desde Argentina hasta la parte central de Texas, desde los 0 a los 1500 metros sobre el nivel del mar, en ambientes con promedio de precipitaciones anuales del rango de 700 a 2500 mm, en suelos arenosos y arcillosos (Figura 1). En Colombia, se encuentra en las regiones pacífica y central.^[1] Entre sus principales características está su actividad defoliadora que aprovecha los fragmentos de hojas para el cultivo de su alimento en el interior de los hormigueros. Este alimento corresponde a hongos generalmente del género *L. gongylophorus*^[2]

FIGURA 1

Distribución de la hormiga arriera (*Atta cephalotes*) en el continente americano (A) y en Colombia (B). El color oscuro señala, respectivamente, los países o regiones (departamentos) donde se ha reportado. Los puntos indican reportes científicos asociados a las regiones.^[21]

Fuente: <http://antmaps.org/>





Características

Las hormigas son organismos sociales, razón por la cual se distinguen castas o clases. En el caso de la hormiga arriera se pueden observar:

Hormiga reina: asociada a la supervivencia de la colonia. Se encarga de poner entre 3000 y 5000 huevos por día y puede vivir hasta quince años.

Hormigas soldado: son de mayor tamaño. Poseen fuertes mandíbulas para mantener la colonia segura. Viven hasta dos años.

Hormigas obreras: con una supervivencia entre cuatro y siete meses. Se clasifican en:

- hormigas exploradoras: seleccionan las plantas que se van a cortar.
- hormigas cortadoras: cortan las hojas.
- hormigas cargadoras: llevan el fragmento de la hoja al nido.
- hormigas escoteras: limpian las hojas.
- hormigas jardineras: fraccionan las hojas depositadas en los jardines, cultivan el hongo (*L. gongylophorus*) y alimentan la colonia con él. Adicionalmente cuidan de las larvas.

En la Figura 2 se aprecia la coloración blanca del hongo *L. gongylophorus*, el cual es cultivado por las hormigas jardineras empleando los fragmentos de las hojas introducidas al nido. Al desenterrarlo, se observa como una estructura porosa de color blanquecino.

FIGURA 2

Hongo *L. Gonogylophorus*



Fuente: http://agencia.fapesp.br/un_estudio_devela_el_mecanismo_evolutivo_que_puede_llevar_al_control_de_las_hormigas/22572/

La Figura 3 presenta las características físicas de las diferentes clases sociales en un nido de hormiga arriera.

FIGURA 3

Castas en la sociedad de la hormiga arriera.

De derecha a izquierda se observa la reina alada, la reina sin alas, la soldado y las obreras. Es notoria la diferencia en tamaños y se destacan las diferencias en la tonalidad de la coloración de las hormigas de la misma especie.



Fuente: <https://commons.wikimedia.org/wiki/File%3AAtta.cephalotes.gamut.selection.jpg>

La supervivencia del hormiguero está ligada a la reina al igual que su desarrollo. Se estima entre 62 y 66 días la cópula a la reina, su penetración en el suelo y la aparición de la primera obrera adulta; 90 días para la aparición de la primera boca del nido; 510 para la segunda y 606 para la décima. Las soldado serán observables luego de 22 meses. A los 38 meses saldrán reinas aladas para su primer vuelo nupcial. La identificación de la especie se asocia a las características de forma (morfología), entre las cuales el tamaño es una de las principales y hace la diferencia con otras hormigas (entre 0,5 y 1 cm las obreras, y entre 1 y 1,5 cm las soldado). Poseen tres espinas en su parte dorsal, sus hormigueros son grandes y visibles, con entradas y salidas fácilmente distinguibles y caminos amplios, largos y despejados (Figura 4).

FIGURA 4

Características de la hormiga arriera, forma, nido y caminos.



En el recuadro A se observa la morfología de una hormiga arriera tipo obrera (*Atta cephalotes*). Las flechas señalan tres pares de cuernos en el torso característicos de esta especie. En el recuadro B se aprecian las bocas de entrada y salida de un hormiguero. Nótese su tamaño y forma pronunciados tipo volcán. Se observa el ingreso de hormigas con fragmentos de hojas. En el recuadro C, la flecha señala un camino característico de la especie. Es despejado y ancho, similar a las carreteras y autopistas. Se nota el flujo de hormigas hacia el hormiguero.

Impacto agroindustrial

Las zonas tropicales y subtropicales cuentan con ecosistemas propicios para la supervivencia de diferentes tipos de insectos. *Atta cephalotes* (Linnaeus, 1758) u hormiga arriera es una de estas especies, que gracias a su gran adaptabilidad prospera en estas zonas del planeta. Se encuentra catalogada como una de las cinco plagas más importantes de Suramérica, al punto de que en muchas ocasiones se opta por no sembrar cultivos que son atacados por estas hormigas. Esta especie defolia cultivos de importancia económica y alimentaria, como algodón, cacao, yuca, maíz,^[3] caucho,^[4] caña de azúcar,^[5] frutales, hortalizas, gramíneas, papa china, café, uva, plátano, cítricos,^[8] arroz, tomate, cebolla junca, coco, ñame, cacao, árbol del pan, bacao, papaya, marañón, borjé, chontaduro, piña, lulo, granadilla, limón, musáceas, hortalizas (Figura 5), leguminosas forrajeras,^{[10],[11]} así como recursos forestales (cedro, guerregue, guamo, especies de eucalipto,^[6] entre otras) Adicionalmente, daño a edificaciones y carreteras.^[2] En Colombia afectan la Costa Atlántica, los santanderes, los Llanos Orientales, los departamentos de Tolima, Huila, Antioquia, Chocó, Valle del Cauca y la Zona Cafetera, efectos nocivos que se incrementan por un control inapropiado o su total carencia. Además de su capacidad de multiplicación, la reina pone de 3000 a 5000 huevos por día y alcanza a vivir hasta quince años.^[8]

FIGURA 5

Efectos de la herbivoría de la hormiga arriera en algunas plantas agroindustriales



Fuente: (A) http://www.wikiwand.com/es/Solanum_sessiliflorum (B) <https://subefotos.com/ver/?d-83462da42722a43073dd58844a627aco.jpg>

Se estima que el consumo diario de hojas por hormiguero varía entre 50 kg y 150 kg, lo que se traduce en pérdidas económicas de por lo menos mil millones de dólares anuales para los cultivos en América, en especial en estado de plántulas. Se estima que en promedio son responsables del 30 % de las pérdidas en cítricos, fuera de que consumen entre el 10 % y el 30 % de la hierba para el consumo de ganado, lo que afecta el número de cabezas. A ello se suma que la formación de nidos produce pérdidas entre 30 m² y 100 m² por nido, utilizables para la producción de hierba.^[12] En Colombia, solo en el departamento del Valle de Cauca se destinaron para el año 2010 320 millones de pesos para llevar a cabo un control, ya que en este departamento afectan más de 50 000 hectáreas y son responsables del 40 % de las pérdidas.^{[20] [24]}

Según reportes de la Universidad del Valle, solo en la ciudad capital se estima la presencia de dos mil hormigueros, algunos de los cuales sobrepasan los 1000 m².^[25] Algunos estudios consideran que en cultivos de especies madereras se pierde el 10 % de árboles de pino, 5 % en especies de eucalipto, con reducciones de producción por hectárea de 3,26 % en *Corymbia citriodora* Hook, 1,78 % en *Eucalyptus tereticornis* Back, y 0,68 % en *Eucalyptus camaldulensis* Dehnh.^[8]

Métodos de control de la hormiga arriera

Hay diferentes métodos orientados a controlar o eliminar la hormiga arriera, los cuales se clasifican en mecánicos, químicos y biológicos. La efectividad de cada uno de ellos dependerá del tamaño del hormiguero, las condiciones ambientales y el adecuado almacenamiento y aplicación del producto controlador. Estos aspectos se explican brevemente a continuación.

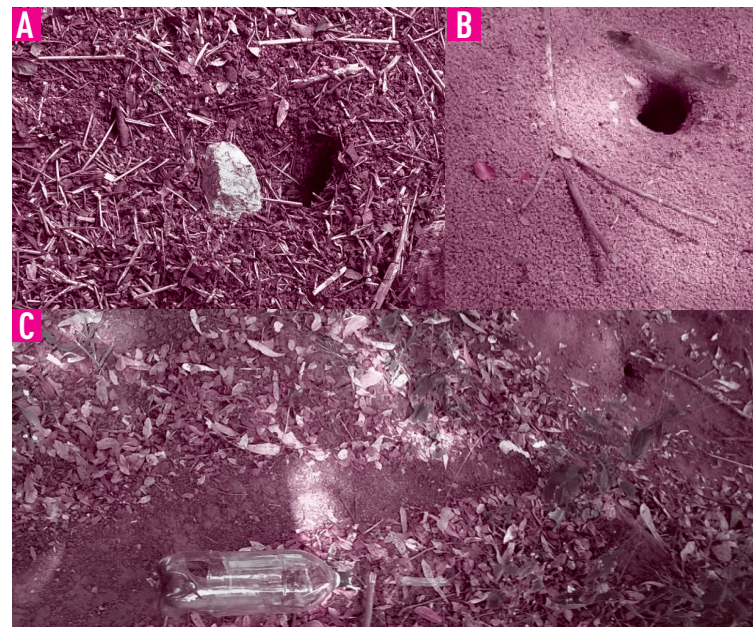
Tamaño del hormiguero

Determinar el tamaño del hormiguero es fundamental para el éxito en su control. Para ello se deben tener en cuenta los siguientes pasos:

1. Reconocimiento del hormiguero. Identificar los diferentes orificios que lo componen. Estos son orificios de salida fáciles de reconocer, ya que de ellos salen las hormigas e ingresan con los fragmentos; los orificios de aireación o respiraderos en los que no se observa acumulación de suelo y su función es mantener la corriente de aire en el interior del hormiguero, y orificios de desecho, que corresponden a montículos de suelo por que no se observa salida de hormigas. Se reconocen por la presencia de fragmentos de hojas descompuestos y hormigas muertas (Figura 6).

FIGURA 6

Orificios presentes en un hormiguero

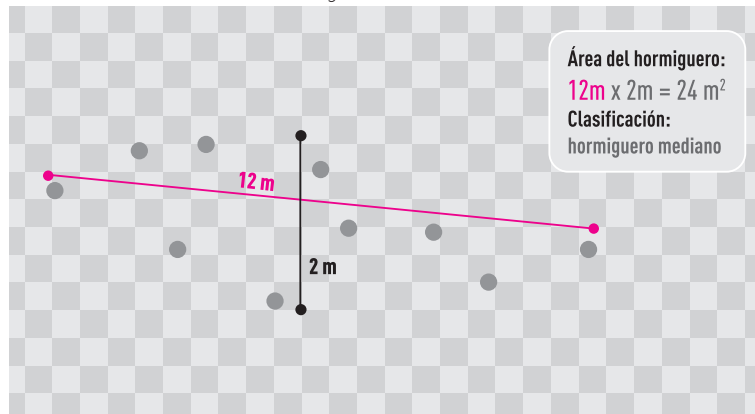


Recuadro A, orificio de desecho. Nótese la presencia de material vegetal muerto y ausencia de flujo de hormigas. (B) Orificio de respiración. En este no se aprecia el camino característico de los orificios de ingreso y salida de las hormigas, como sí sucede en C.

2. Determinación del área que compone el hormiguero. Se hace midiendo la distancia entre los orificios más distantes de forma horizontal (longitudinalmente o a lo largo de este) y la distancia entre los orificios más distantes en el eje vertical (a lo ancho de este). Luego se multiplican estos valores y se clasifican como hormigueros pequeños si su área es menor a 10 m^2 ; medianos si se encuentra entre $10,1 \text{ m}^2$ y 50 m^2 ; y grandes si el área es mayor a $50,1 \text{ m}^2$ ^{[9],[26],[27]} (Figura 7).

FIGURA 7

Estimación del tamaño de un hormiguero



Se mide longitudinalmente (línea verde) y a lo ancho de este (línea negra). El área se calcula multiplicando ambos valores.^[27]

3. Marcación y fechas. Se aconseja marcar los hormigueros a los que se les aplica el agente controlador y anotar las fechas en las que esto se hace, lo cual permite estimar la efectividad y el tiempo de control de la población (Figura 8).

FIGURA 8

Marcación de hormiguero en fumigación.



Fuente: <https://previews.123rf.com/images/mazikab/mazikab1312/mazikab131200133/24661632-nido-de-hormiga-en-c%C3%A9sped.jpg>

CAPÍTULO 2

FORMULACIONES. PRESENTACIONES DE INSUMOS AGRÍCOLAS (INSECTICIDAS)



El objetivo de esta sección es explicar de forma simple y concisa la manipulación y preparación de las sustancias que el agricultor puede emplear para el control de la hormiga. Estas recomendaciones se pueden extender a otros productos.

Generalidades de las formulaciones

Se denomina formulación la forma como se prepara el ingrediente activo, acompañado de materiales coadyuvantes (materiales inertes) tales como disolventes, portadores, vehículos, emulgentes, humectantes o surfactantes y dispersantes. Por lo general, los plaguicidas se pueden adquirir en formulaciones líquidas, gaseosas y sólidas.

Formulaciones líquidas

En esta sección se detallará algunas características de formulaciones que presentan una consistencia líquida.

Concentrados emulsionables

En esta categoría se encuentran los productos empleados para el campo, como los agroquímicos y los plaguicidas, entre otros. Son disoluciones líquidas de ingredientes activos* sólidos o líquidos en disolventes orgánicos. Estas soluciones tienen una apariencia oleosa (aceitosa) y deben emulsificarse (diluirse) antes de ser empleadas, para lo cual se les adiciona emulgentes apropiados que permiten que las soluciones se combinen y no

se formen capas. Seguidamente, las disoluciones se mezclan con agua. Son de fácil producción y manejo y las dosis necesarias pueden medirse con facilidad con un vaso graduado. Requieren agitación para mantener la homogeneidad de la suspensión.^[28], ^[29] Los envases vacíos son fáciles de lavar, sin embargo es recomendable que el lavado se haga en lugares donde no se extraiga agua para el consumo o sean cercanos a fuentes hídricas (ríos y lagunas).

Concentrado soluble en agua (SL)

Las formulaciones de esta naturaleza consisten en disoluciones concentradas de ingredientes activos o sus sales a base de agua, o de disolventes mezclables con agua. Por lo tanto, es imprescindible que el ingrediente activo tenga suficiente solubilidad. Los envases de este tipo de formulación se limpian fácilmente.^[29]

Suspensión concentrada (SC)

Este tipo de formulaciones –llamadas también formulaciones fluidificables o *flowables*– son suspensiones estables de ingredientes activos en agua. Sus ventajas radican en que no desprenden polvo ni contienen disolvente alguno, con lo que el usuario tiene menor riesgo de contaminarse. Además, las suspensiones concentradas se pueden medir con facilidad y dosificar bien.^[29]

* Ingrediente activo: agente químico o biológico que lleva a cabo la acción erradicadora.

Microencapsulado, suspensión en cápsulas (CS)

Esta suspensión representa un tipo diferenciado de formulación de liberación lenta, caracterizado por el hecho de que al aplicarlas, liberan la materia activa con retardo. Los objetivos principales de esta formulación son: aminorar el riesgo del usuario al manipular el producto; alargar el período de acción del tóxico con el fin de disminuir el número necesario de tratamientos (menos contaminación ambiental); atenuar la fitotoxicidad, y evitar mermas del ingrediente activo por evaporación.[29]

Formulaciones sólidas

Polvo mojado (WP)

Los ingredientes activos sólidos que no poseen suficiente solubilidad y que por lo tanto no admiten la formulación EC o SL, solían ser lanzados al mercado en forma de polvo mojado (WP). Al elaborar tales formulaciones, la sustancia activa se reduce a polvo y vehículos dispersantes y humectantes sólidos. Para su aplicación, se mezclan con agua y se remueven en un recipiente, de modo que se obtienen suspensiones estables. La finura del polvo puede ocasionar que el usuario esté expuesto a contaminación por las emanaciones de polvillo al preparar el caldo. Otro inconveniente estriba en la necesidad de pesar el polvo si se extrae del envase solo parte de su contenido.[29]

Polvos solubles (SP)

Son formulaciones secas que se disuelven en agua, no requieren mucha agitación y forman una verdadera solución. La cantidad de ingrediente activo por producto formulado es alta.[29]

Granulados (GR)

La formulación granular se obtiene aplicando un ingrediente activo en estado líquido a los gránulos o partículas gruesas. Los gránulos pueden absorber el ingrediente activo líquido o quedar cubiertos por este. En cualesquiera de los casos el gránulo se seca, pero el ingrediente activo que está dentro o sobre él ejerce su acción tóxica.[29]

Gránulos dispersables en agua (WG)

Se trata de un tipo de formulación más segura para el usuario. Fue creada para reemplazar los polvos mojables. En comparación con estos, los granulados dispersables en agua necesitan una proporción mayor de dispersante para que una vez mezclados con agua se disperse el ingrediente activo espontáneamente. La ventaja esencial consiste en que no se desprende polvo al preparar el caldo. Los granulados dispersables tienen fluidez y su densidad aparente es constante, de modo que se pueden medir muy fácilmente con un vaso graduado. Por otro lado, el envase se puede vaciar con facilidad. Su estabilidad en almacenamiento es comparable con la de las formulaciones EC y WP.[29]

CAPÍTULO 3

MÉTODOS DE CONTROL DE LA HORMIGA ARRIERA



Ante todo, se debe tener en cuenta que la única forma de erradicar definitivamente el hormiguero es eliminar la reina. Veamos a continuación los diferentes controles.

Control mecánico

Entre los métodos de control de la hormiga arriera se encuentra la remoción mecánica de los hormigueros en búsqueda de la reina y de cámaras de cría. Es un método exitoso para la erradicación de nidos pequeños –y en algunos casos medianos– siempre y cuando se aplique pasados tres meses del vuelo nupcial.[8] Entre sus limitantes se encuentran:

1. la identificación a tiempo de los nidos; 2. esfuerzo humano que representa pérdidas en horas/hombre en el caso de agricultores; 3. se debe cavar hasta encontrar la hormiga reina, la cual debe ser eliminada; 4. su efectividad es reducida en hormigueros grandes, por lo que es recomendable acompañarlo con otras metodologías.[8],[26],[27]

Este método requiere los siguientes pasos:

1. Identificar el hormiguero que se va a erradicar (pequeños o medianos).
2. Hacer una limpieza retirando la hojarasca y el material vegetal alrededor del hormiguero.
3. Al comenzar la excavación se sugiere un recuadro de 20 cm x 20 cm alrededor de la boca.
4. Al encontrar el hongo retirarlo cuidadosamente e identificar la hormiga reina (ver Figura 3).

Control mecánico por barreras

Entre las opciones de control se tiene el recubrimiento del tallo de la planta con cinta plástica impregnada de grasa o cebo. Este método busca que las hormigas queden atrapadas en la grasa. Es recomendado en huertos pequeños ya que requiere constante revisión y puede verse afectado por el calor. Adicionalmente, al emplear grasa de alta temperatura de fusión el método puede ser contaminante al exponerse a la lluvia. Al necesitar vigilancia continua, el costo puede elevarse.[8]

Este método requiere los siguientes pasos:

1. Selección del plástico (10 cm a 20 cm de longitud). Pueden emplearse rollos de papel plástico para alimentos (aproximadamente 30 cm).
2. Recubrir el tronco de la planta que se desea proteger. Hay que cerciorarse de que las ramas no presenten puentes con otras plantas por los cuales las hormigas puedan acceder.
3. Ajustar el plástico (puede emplearse cinta adhesiva) y registrar la fecha.
4. Aplicar la grasa o cebo uniformemente. Tener cuidado de cubrir toda el área.
5. Revisar periódicamente (cada dos o tres días).

Control orgánico (compostaje)

Para este método se requiere hojarasca (cascarillas, cáscaras, hojas u otra fuente de materia orgánica fresca como pulpa de café), estiércol de ave, melaza, levaduras, cal, agua, tolda plástica de color negro suficientemente grande para cubrir el hormiguero, recipiente plástico con capacidad para

treinta litros y una pala. La preparación se hace vertiendo sobre el hormiguero una mezcla de cinco kilogramos de hojarasca, quince de estiércol de aves y cinco de cal agrícola. Mezclar en un recipiente de plástico un kilogramo de melaza (puede reemplazarse por azúcar), un kilogramo de levadura y 25 litros de agua (estas cantidades se recomiendan para 25 m²). La solución se agrega mezclando nuevamente. Por último, se cubre con la tolda plástica y se asegura. Se deja compostar por treinta días, tras de lo cual puede emplearse como abono.^[5]

Control cultural

Entre los métodos culturales se encuentra la aplicación de cebos con extractos de plantas, los cuales resultan tóxicos al hongo simbiótico (*Leucoagaricus gongylophorus*). Este método disminuye la actividad de las hormigas entre tres y doce días, tiempo que puede variar según la planta empleada.^[6] Antes de su utilización, se debe hacer una limpieza del hormiguero, identificar el número total de entradas y todas las aberturas de montículos de nidos, incluidos los utilizados para la entrada de forraje, la ventilación y la excavación. Se recomienda seleccionar hormigueros con áreas menores a 35m².^[30]

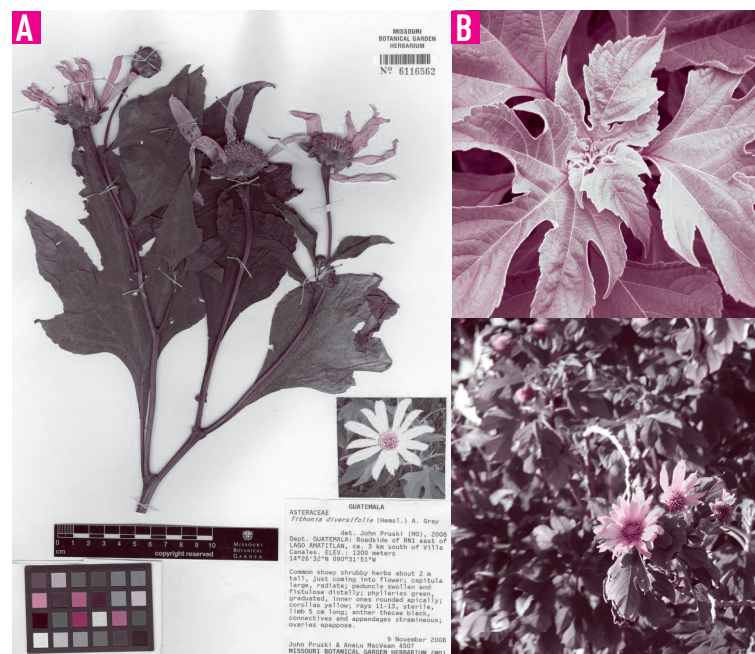
Tithonia diversifolia (Hemsl.) (botón de oro)

Una vez identificadas las bocas, se procede a cubrirlas con tallos y hojas frescas de botón de oro (*Tithonia diversifolia*) (Figura 9) y renovar cada dos semanas hasta completar doce aplicaciones. Se deben retirar los residuos de la planta anterior y no aplicar insecticidas cuando se esté utilizando este método. Se espera una reducción del 60 % en la actividad de corte y

una reducción del 40 % en el tamaño del hormiguero, ya que las hormigas responden a este método reubicando las cámaras donde se encuentra el hongo y originando nuevas bocas. Por esta razón, debe mantenerse vigilancia continua del hormiguero para continuar con el proceso.^[30]

FIGURA 9

Características morfológicas de *Tithonia diversifolia* (Hemsl.)
(A) Planta seca. (B) Presentación común en los mercados. (C) Silvestre



Fuente: (A) <http://www.tropicos.org/Image/100007783> (B) <http://www.jardinbotanico.uma.es/bbdd/index.php/jb-33-06/> (C) <http://www.jardinbotanico.uma.es/bbdd/index.php/jb-33-06/>

Extractos vegetales

Es importante recordar que la existencia del hormiguero se encuentra ligada a dos factores, el primero la presencia de la reina y el segundo la producción y mantenimiento del hongo simbiote del cual se alimenta, si bien la eliminación de la reina provoca la eliminación de este, existen mecanismos de control que afectan la viabilidad del hongo simbiote, reduciéndolo o eliminándolo, produciendo el control o erradicación del hormiguero respectivamente. Entre las especies empleadas para producir los extractos se encuentran: *Ricinus communis* L.^{[31],[32]}, *Jatropha curcas* L.^[32], *Eucalyptus maculata* Hook.^[33], *Capsicum baccatum* L., *Capsicum frutescens* L.^[34], *Cedrela fissilis* Vell.^[35] (Figura 10). En general, los extractos se elaboran por cocción de las hojas o semillas, con el objetivo de obtener una solución concentrada, a la cual son expuestas las hormigas. Estas plantas actúan como antimicóticos, inhibiendo el crecimiento del hongo simbiote; por su naturaleza líquida requieren insufladora para llegar a su objetivo, que son las cámaras donde se encuentra el hongo.

FIGURA 10

Características morfológicas de plantas empleadas para el control cultural (extractos vegetales) (A) *Ricinus communis* L.; (B) *Jatropha curcas* L.; (C) *Eucalyptus maculata* Hook.; (D) *Capsicum baccatum* L.; (E) *Capsicum frutescens* L.; y (F) *Cedrela fissilis* Vell.





C



E



D



F

Fuente: [A] <http://www.tropicos.org/Name/12800093?tab=images> [B] <http://www.tropicos.org/Name/12800067?tab=images> [C] <http://justfunfacts.com/wp-content/uploads/2017/07/eucalyptus.jpg> [D] https://www.ethno-botanik.org/Capsicum/Lemon-Drop/Fotos/500/Lemon-Drop_5.jpg [E] <http://www.tropicos.org/Image/75685> [F] <http://www.tropicos.org/Image/100195864>

Tóxicos por herbivoría

Algunas plantas funcionan como antimicóticos al inhibir el crecimiento fúngico cuando son empleadas como sustrato de crecimiento. Un ejemplo de este tipo de plantas son la *Canavalia ensiformis* L.,^[37] la *Tithonia diversifolia* Hemsl.^[38] y la *Ipomoea batatas* L. Poir.^[39] (Figura 11), las cuales produjeron una reducción del crecimiento de hongo entre el 72,5 % y el 100 % y la eliminación del 66,6 % al 83,3 % de los hormigueros, en un lapso de cuarenta y cinco a cincuenta y siete días. Un inconveniente para la aplicación de este método es que los experimentos se deben realizar en condiciones estrictas, donde la única fuente de hojas son las especies previamente mencionadas.

FIGURA 11

Características morfológicas de plantas empleadas para el control cultural (herbivoría).

(A) *Canavalia ensiformis* L. e *Ipomoea batatas* L. Poir. (B) *Tithonia diversifolia* Hemsl.



Fuente: (A) <https://www.indiamart.com/proddetail/canavalia-ensiformis-10165030948.html> (B) www.botany.hawaii.edu/basch/uhnpscesu/htms/kahoplnt/fish_pops/convolv/plant05.htm

Aceites esenciales

Los aceites esenciales se han probado como agentes de control. Para su extracción se requiere, en algunos casos, de solventes orgánicos y calor, y en otros, de la destilación en agua (hidrodestilación), según la planta y el sistema empleados.^[36] Entre las especies utilizadas se encuentran *Carapa guianensis* L., *Citrus sinensis* L., *Cinnamomum zeylanicum* L. y *Syzygium aromaticum* L (Figura 12). Los aceites provenientes de estas plantas fueron tóxicos para las especies *Atta sexdens rubropilosa* y *Acromyrmex subterraneus molestans* al ser expuestas a concentraciones entre el 5 % y el 10 %.^[40] A pesar de su efectividad en condiciones de campo, se presenta dificultad para la inoculación hasta el hongo ubicado en el interior del hormiguero.

FIGURA 12

Características morfológicas de plantas empleadas para el control cultural (aceites esenciales).
(A) *Carapa guianensis* L.; (B) *Ruta citrifolia* L.; (C) *Cinnamomum zeylanicum* L.; y (D) *Syzygium aromaticum* L.



Fuente: (A) <http://tropical.theferns.info/image.php?id=Carapa+guianensis> (B) <http://lepidoptera.butterflyhouse.com.au/plants/ruta/citrus-sinensis.html>
(C) https://toptropicals.com/cgi-bin/garden_catalog/cat.cgi?uid=Cinnamomum_zeylanicum (D) <http://www.tradewindsfruit.com/content/clove.htm>

Controles biológicos

Según la norma técnica colombiana 4422-2, el control biológico se refiere al uso dirigido de insectos parásitos, predadores y patógenos, para el control de insectos plagas en los programas de manejo integrado. Este control puede emplear organismos entomopatógenos que por definición causan enfermedades en artrópodos plagas (insectos, arañas y ácaros, entre otros) y está orientado a procurar el equilibrio biológico en un ecosistema.^[41]

Entre las ventajas de estos sistemas de control se encuentran:

- No representan riesgos de salud para el personal que lo manipula.
- No representa riesgos para el medioambiente ni se asocia con pérdida de fertilidad de los suelos donde se aplican.
- Son específicos para el agente o plaga que se desea controlar.
- Según su método de acción pueden llegar a eliminar la plaga.

Entre las desventajas se tienen las siguientes:

- Se requiere un almacenamiento adecuado que no involucre su estabilidad.
- El efecto controlador se observa en un periodo mayor a siete días.

Control mediante la utilización de bioinsecticida prototipo USB

Este bioinsecticida fue desarrollado por el grupo de biotecnología de la universidad de San Buenaventura Cali. Consiste en una formulación que combina las esporas de los hongos *Beauveria bassiana* y *Trichoderma lignorum*, las cuales se encuentran suspendidas en una solución que permite la adherencia de las esporas al cuerpo de la hormiga y su transporte al hormiguero.

Esta combinación de esporas permite el control de la población ya sea por la eliminación de sus individuos o de su fuente alimenticia.

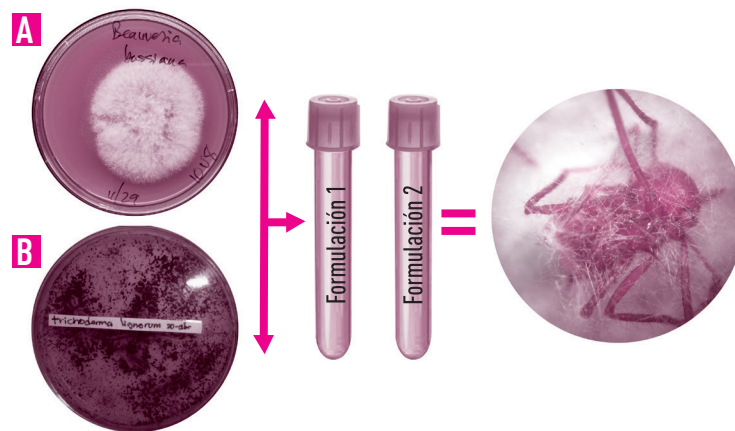
Presentación del bioinsecticida

La formulación tiene una presentación líquida de 30 ml en dos tubos de plástico individuales, los cuales se encuentran rotulados con los números 1 y 2 (Figura 13). Estas soluciones deberán ser almacenadas a 10 °C, temperatura que puede ser alcanzada en un refrigerador común.

FIGURA13

Presentación del Bioinsecticida prototipo USB

Las imágenes A y B corresponden a *Beauveria bassiana* y *Trichoderma lignorum*, los tubos 1 y 2 a los componentes y presentación del bioinsecticida de la USB Cali. Finalmente, se observa el efecto de este bioinsecticida en la hormiga



Fuente: (A) <https://www.flickr.com/photos/scotnelson/27057361289/lightbox/>
(B) <https://i.pinimg.com/originals/19/dd/e2/19dde247cd229a60744b56df915569a3.jpg>

Método de aplicación

Previo a la aplicación deberá evitarse el uso de lociones o cremas de manos. Emplear guantes y no tocar el contenido de los tubos con el objetivo de evitar que las hormigas detecten olores extraños. Adicionalmente, deberán identificarse las bocas de salida del hormiguero, aquellas en las que se observa salir y entrar hormigas con los fragmentos de hojas. Seguidamente, se toman los tubos 1 y 2, se combina su contenido y se agita vigorosamente. La utilización del contenido de un par de tubos (tubos 1 y 2) se recomienda para hormigueros pequeños. Para hormigueros medianos se recomiendan dos pares de tubos (dos tubos 1 y dos tubos 2) y para hormigueros grandes tres pares. La preparación se observa en la Tabla 1 cuando se emplea bomba de espalda o aspersor (Figura 14)

TABLA 1

Preparación del bioinsecticida			
Volumen de bioinsecticida (ml)*	Volumen de agua	Total (ml)	Total Litros
50	950	1000	1
100	1900	2000	2
200	3800	4000	4
400	7600	8000	8
800	15200	16000	16

*ml corresponde a mililitros

El bioinsecticida también puede ser empleado en forma de cebo. Para esto se recomienda emplear avena en hojuelas o cáscara de naranja rallada para lo cual se toma un recipiente limpio. Previamente se debe poner guantes y tapabocas. Se recuerda no utilizar durante la preparación ni durante la dispersión del cebo ningún tipo de loción, desodorante o sustancia química que pueda ser reconocido por la hormiga. Seguidamente, deberán adicionarse las cantidades que se requieran de acuerdo con las indicaciones que se dan a continuación (tablas 2 y 3).

TABLA 2

Preparación del cebo utilizando avena				
Kilogramos de cebo por preparar	Volumen de bioinsecticida (ml)*	Avena (g)**	Jugo de naranja (ml)	Melaza (g)
1	50	950	250	10
2	100	1900	500	20
4	200	3800	1000	40
8	400	7600	2000	80
16	800	15200	4000	160

*ml corresponde a mililitros

** g corresponde a gramos

TABLA 3

Preparación del cebo utilizando rallado de naranja (cáscara)			
Kilogramos de cebo por preparar	Volumen de bioinsecticida (ml)*	Rallado de naranja (g)**	Melaza (g)
1	50	950	10
2	100	1900	20
4	200	3800	40
8	400	7600	80
16	800	15200	160

*ml corresponde a mililitros

** g corresponde a gramos

Los ingredientes deberán mezclarse hasta obtener una masa uniforme que permita formar bolitas. Posteriormente se colocan a los lados de los caminos y cerca de las bocas de los hormigueros. El cebo debe utilizarse el mismo día de su preparación y regarse después de las cuatro de la tarde para mejorar el desempeño del producto.[42] Seguidamente, vierta la mezcla en las bocas de salida. El procedimiento deberá repetirse a los quince días posteriores a la primera aplicación.

FIGURA 14



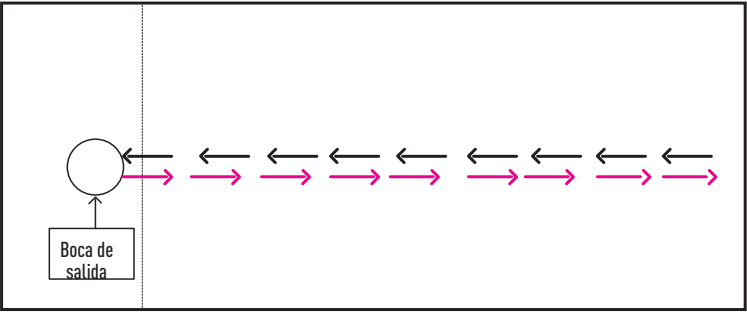
Se recomienda usar los implementos de protección: máscara protectora (para partículas), overol, guantes, y botas. La fumigación debe hacerse al atardecer (pasadas las 16:00 horas) y sobre las hormigas que se encuentran en los caminos.

Evaluación de la efectividad

El efecto de control del bioinsecticida se determinará mediante el conteo de hormigas que salen del hormiguero luego de la inoculación del bioinsecticida. El conteo se hace aproximadamente a las seis de la tarde, hora en que se observa mayor actividad en la hormiga arriera. Para esto, el observador se sitúa al costado de orificio de salida y durante diez minutos trata de contar el número de hormigas que salen de hormiguero. Este también puede hacerse con las hormigas que entran (Figura 15).

FIGURA 15

Método de conteo de hormigas.
Las flechas azules y naranja representan hormigas de salida y entrada respectivamente. La línea punteada representa una línea imaginaria a diez centímetros de la boca de hormiguero. El conteo puede hacerse tomando las hormigas de salida o de entrada. Para esto se recomienda contar aquellas que pasen por la línea imaginaria establecida y concentrarse en aquellas que la sobrepasan.



La Tabla 4 servirá de formato de registro de la información de la efectividad del bioinsecticida prototipo, en caso de participar en el estudio de efectividad.

TABLA 4

Registro de valores para la efectividad del bioinsecticida	
Número de hormigueros	En esta sección se escribe el número de hormigueros en la propiedad.
Tamaño del hormiguero	En esta sección se anota el área aproximada del hormiguero.
Fecha de inoculación	En esta sección se escribe la fecha de inoculación del bioinsecticida.
Segunda inoculación	En esta sección se escribe la fecha de la segunda inoculación del bioinsecticida, la cual que deberá hacerse a los quince días de iniciado el proceso.
Conteo día 1	En esta sección se escribe el número de hormigas contadas.

TABLA DE REGISTROS

En esta área diligencie los datos requeridos:

Finca

Dueño responsable..... Ciudad

Tamaño del hormiguero			Tamaño del hormiguero			Tamaño del hormiguero		
_____ m ²			_____ m ²			_____ m ²		
Fecha de inoculación			Fecha de inoculación			Fecha de inoculación		
DD	MM	20 AA	DD	MM	20 AA	DD	MM	20 AA
Día 1			Día 1			Día 1		
Día 2			Día 2			Día 2		
Día 3			Día 3			Día 3		
Día 4			Día 4			Día 4		
Día 5			Día 5			Día 5		
Día 6			Día 6			Día 6		
Día 7			Día 7			Día 7		
Día 8			Día 8			Día 8		
Día 9			Día 9			Día 9		
Día 10			Día 10			Día 10		
Día 11			Día 11			Día 11		
Día 12			Día 12			Día 12		
Día 13			Día 13			Día 13		
Día 14			Día 14			Día 14		

(CONTINUA EN PÁG. SIGUIENTE)

(VIENE DE PÁG. ANTERIOR)

Tamaño del hormiguero			Tamaño del hormiguero			Tamaño del hormiguero		
_____ m ²			_____ m ²			_____ m ²		
Fecha de inoculación			Fecha de inoculación			Fecha de inoculación		
DD	MM	20 AA	DD	MM	20 AA	DD	MM	20 AA
Día 15	Segunda inoculación del bioinsecticida USB Cali							
Día 16			Día 16			Día 16		
Día 17			Día 17			Día 17		
Día 18			Día 18			Día 18		
Día 19			Día 19			Día 19		
Día 20			Día 20			Día 20		
Día 21			Día 21			Día 21		
Día 22			Día 22			Día 22		
Día 23			Día 23			Día 23		
Día 24			Día 24			Día 24		
Día 25			Día 25			Día 25		
Día 26			Día 26			Día 26		
Día 27			Día 27			Día 27		
Día 28			Día 28			Día 28		
Día 29			Día 29			Día 29		
Día 30			Día 30			Día 30		
Erradicó	Sí _____ No _____		Erradicó	Sí _____ No _____		Erradicó	Sí _____ No _____	

Riesgos para la salud

En relación con los elementos activos y estabilizantes que componen este bioinsecticida, hasta el momento de la escritura de esta guía no se han encontrado registros (documental académico) de riesgo para la salud de quien lo emplee o aplique. Se recomienda evitar la ingesta y el contacto directo con los ojos, así como lavarse las manos luego de la aplicación. Si se va a almacenar, selle adecuadamente la bolsa y deposítela en lugares donde se evite el contacto directo con alimentos.

Ventajas y desventajas

Este bioinsecticida controla la hormiga arriera mediante la eliminación de los insectos y su fuente de alimento en el interior del hormiguero. Su aplicación no presenta riesgos para la salud ni para el ambiente.

El control de la hormiga se asocia al desarrollo de las esporas (el principio activo), por lo cual requiere entre seis a diez días para observar algún efecto. Este bioinsecticida debe almacenarse a 10 °C como máximo. Exposiciones a temperaturas mayores o iguales a 30 °C, así como luz directa por periodos superiores a tres horas reducen su eficacia.

Bioinsecticidas del mercado

Peletizados

Corresponden a bioinsecticidas –en general, esporas de hongos– que en la naturaleza atacan la hormiga. Estos se presentan en comprimidos, pellets o cebos que deben ser introducidos por la hormiga al hormiguero. A continuación se presentan algunos productos disponibles en Colombia.

TROMPA® SB

Este insecticida de origen biológico se usa para el control de la hormiga arriera (*Atta cephalotes*) y las cortadoras del género *Acromyrmex*. Es producido por Allister de México S.A. Su agente activo es la abamectina (0,5 g/kg).



Para su aplicación se deben emplear guantes para evitar el contacto con el producto. Debe ser depositado al atardecer a lo largo de los caminos activos de los hormigueros y orificios de salida. Su dosis es de 10 g/m² del hormiguero. Evite aplicarlo en época de lluvias o en suelos muy húmedos.

Este producto debe conservarse en el empaque original y nunca debe manipularse con la mano ni comer, beber o fumar durante su manipulación.^[43]

Arrieril

Es un insecticida de origen biológico empleado para el control de la hormiga arriera (*Atta cephalotes*) y hormigas cortadoras del género *Acromyrmex*. Es producido por Perkins LTDA y su agente activo corresponde a esporas de *Trichoderma* sp, *Beauveria bassiana* y *Metarhizium anisoplaeae*.

Para su aplicación se deben utilizar guantes a fin de evitar el contacto con el contenido. Este producto debe ser humedecido previamente en relación de medio litro de agua por cada kilogramo del producto. Se deposita en una relación de 40 g/m² del hormiguero, en los caminos y alrededor de las bocas de salida. Se debe repetir tras quince días de aplicación.

Conservar en lugar fresco y no tocar sin guantes. Este producto no presenta riesgos para la salud humana ni para el medioambiente.

Riesgos para la salud

Los bioinsecticidas generalmente no presentan riesgos para la salud humana. Los cuidados y recomendaciones están enfocados a mantener o preservar su estabilidad. Respecto del medioambiente estos productos no representan riesgo alguno.

Ventajas y desventajas

1. No representan riesgos para la salud humana.
2. No dañan el medioambiente.
3. El efecto de control de la plaga se da generalmente, en un mayor tiempo que los agentes químicos, ya que se requiere que el agente activo se active.
4. Requieren un adecuado almacenamiento (condiciones óptimas de humedad, temperatura y exposición a la luz).

Control químico

En este tipo de control se agrupa un conjunto de insecticidas de origen químico, cuyos componentes activos son sulfluramida, fipronil, deltametrina y fenitrotión.[6],[8],[9],[14]-[16] Estos varían en su presentación, bien sea en forma de polvo, líquido o granulado. En esta sección se referirán las características de algunos productos de venta frecuente en las tiendas agropecuarias colombianas. Se aclara que son algunas opciones, ya que en el mercado pueden encontrarse productos no incluidos en esta descripción. Al finalizar la sección, se listarán algunos de los riesgos tanto para la salud como para el medioambiente asociados a la manipulación inadecuada de estos productos.

Cebos tóxicos

En este grupo se encuentran compuestos como Atta Kill®, Attamix® SB y Trompa®SB. A continuación, se describen las características de cada uno.

Atta Kill®

Este insecticida es empleado para el control de la hormiga arriera (*Atta cephalotes*) y hormigas cortadoras del género *Acromyrmex*. Es producido por Agrocorp S. A y su agente activo es la sulfluramida (3 g/kg). Para su aplicación, se deben emplear guantes para evitar el contacto con el contenido. Se aplica al atardecer a lo largo de los caminos activos de los hormigueros, a una dosis de 8 g/m² a 10 g/m², que se debe repetir a los sesenta días.

Evite ponerlo en las bocas, ya que se requiere que el cebo sea ingresado por las hormigas a la galería. Se pueden emplear portacebos distribuidos a lo largo de los caminos. No aplique sobre ningún cultivo.[44] Este producto debe conservarse en el empaque original, nunca manejarse con la mano, ni comer, beber o fumar durante su manipulación. Al finalizar deberá cambiarse, bañarse y lavar la ropa empleada durante el proceso con abundante agua y jabón.[45]



Fuente: <http://www.soydelcampo.com/>

Attamix®SB y Hormix SB

Son utilizados para el control de la hormiga arriera (*Atta cephalotes*) y hormigas cortadoras del género *Acromyrmex*. Es producido por Minagro Industria Química LTDA. Su agente activo es la clorpirifos (1,25 g/kg).

Debe ser depositado al atardecer en los caminos activos de los hormigueros. Se recomienda el uso de guantes. La dosis por aplicar es de 10 gr/m² del hormiguero. No lo ponga en las bocas, pues debe ser ingresado por los insectos a la colonia. Se pueden emplear portacebos. No lo aplique sobre ningún cultivo.

El producto debe conservarse en el empaque original y nunca manipularse a mano limpia, ni comer, beber o fumar durante su aplicación. Al finalizar deberá cambiarse, bañarse y lavar la ropa empleada durante el proceso con abundante agua y jabón.^[46]



Tomado de <http://tienda.tierragro.com.co>

Baythion GR

Es producido por Bayer y su agente activo es la imidacloprid (0,05 %). Emplear guantes durante su aplicación, la cual debe hacerse al atardecer a lo largo de los caminos activos de los hormigueros, a una dosis de 5 g/m² a 8 g/m² del hormiguero. No aplique sobre cultivo alguno. En caso de lluvia, repita dosificación a las veinticuatro horas.^[47]

Este producto es tóxico, por lo cual debe conservarse en el empaque original y nunca manipularse con la mano, ni comer, beber o fumar durante este proceso. Al finalizar, deberá cambiarse, bañarse y lavar la ropa empleada durante el proceso con abundante agua y jabón.^[47]



Fuente: <http://www.bayergarden.es/>

Polvos para aplicar con bomba insufladora

Su presentación es en polvo, lo que permite aplicarlo utilizando insufladoras. La acción insecticida se da por contacto. En este grupo se tienen Horkill (Bayer), Arriero (Proficol) y Lorsban (Dow).

Arriero®

Es producido por Proficol y su agente activo es la clorpirifos (2,5 %). Emplear guantes, tapabocas y ropa para evitar el contacto con el contenido durante su aplicación. Se emplean 100 g/m² de hormiguero, los cuales se deben insuflar por las bocas principales. En la medida que el producto salga (fumarola) por las demás bocas, estas deben ser tapadas.[48]

Este producto debe conservarse en el empaque original y nunca debe manipularse con la mano, ni comer, beber o fumar durante su manipulación. Deben evitarse el contacto con la piel y la inhalación. Al finalizar deberá cambiarse, bañarse y lavar la ropa empleada durante el proceso con abundante agua y jabón.[49]

Lorsban®

Producido por Dow Agrosciences de Colombia S.A. Su agente activo es la clorpirifos (50 % p/v).

Para su aplicación se deben emplear guantes, tapabocas y ropa que eviten el contacto con el contenido. Se emplean 100 g/m² de hormiguero, los cuales se insuflan por las bocas principales y en la medida que el producto salga por las demás bocas estas deben ser tapadas.



Fuente: <http://www.adama.com/>

El producto debe conservarse en el empaque original y nunca manipularse con la mano, ni comer, beber o fumar durante este proceso. Evite el contacto con la piel y su inhalación. Al finalizar deberá cambiarse, bañarse y lavar la ropa empleada durante el proceso con abundante agua y jabón.[50]



Fuente: <http://www.mercosur.co>

Insecticidas líquidos

Al igual que los insecticidas en polvo, este tipo de productos requieren del contacto para iniciar su efecto. En este grupo encontramos Sumithion (Sumitomo) y Lorsban (Dow).

Sumithion®

Este insecticida es producido por Sumitomo Chemical de Japón. Su agente activo es la Fenitrotion (80 % p/v).

Se recomienda el uso de guantes, tapabocas y ropa que eviten el contacto con el contenido. Se aplica en pulverizaciones previa mezcla con agua para una adecuada distribución, y utilizando equipos de aspersión terrestre o aérea. La dosificación dependerá del área por fumigar.



Fuente: <http://www.arangurencoop.com>

Este producto debe conservarse en el empaque original y nunca manipularse con la mano, ni comer, beber o fumar durante este procedimiento. Evite el contacto con la piel y su inhalación. Al finalizar deberá cambiarse, bañarse y lavar la ropa empleada durante el proceso con abundante agua y jabón. [51]

Lorsban®4EC

Fabricado por Dow Agrosciences de Colombia S.A. Su agente activo es la clorpirifos (480 gr/l).

Durante su aplicación se recomienda el empleo de guantes, tapabocas y ropa a fin de no tener contacto. La dosificación dependerá del área por intervenir.[50]

Este producto debe conservarse en el empaque original y nunca manipularse con la mano, ni comer, beber o fumar durante este proceso. No inhalar. Al finalizar deberá cambiarse, bañarse y lavar la ropa empleada durante el proceso con abundante agua y jabón.[50]



Fuente: <http://ceba.com.co>

Riesgos para la salud por los insecticidas químicos

Cualquier actividad está asociada a un riesgo particular, razón por la cual se deben tomar medidas para disminuir o, en el mejor de los casos, eliminar el riesgo vinculado.

Para el caso de los agentes químicos y biológicos mencionados en este manual, y en general para cualquier otro insumo de esta naturaleza, es importante que independientemente de su peligrosidad y toxicidad se tenga en cuenta lo siguiente:

1. Revisar cuidadosamente el envase que contiene el agente controlador (plaguicida). Detallar que las etiquetas estén en su lugar y que no se presenten fugas o abolladuras que comprometan la estabilidad del envase.

2. En caso de transporte del agente, depositarlo adecuadamente, sellarlo en caso de que esté abierto, no exponerlo a temperaturas altas y nunca transportarlo en un único recipiente en el que se encuentren alimentos, utensilios de cocina y ropa.
3. Siempre se deben leer las etiquetas e instrucciones que se encuentran en el envase o en un documento anexo.
4. La ropa que se emplee para la dosificación de cualquier agente químico o biológico, deberá ser utilizada solo para esta finalidad.
5. Verificar el estado del equipamiento que requiera para la fumigación.
6. Organizar y verificar el estado de los implementos de protección personal, guantes, tapabocas, gafas y demás requeridos.
7. No consumir ningún alimento durante la administración o fumigación.
8. Asperjar (aplicar) siempre a favor del viento y evitar entrar en contacto con el rocío. No tocar las hojas y plantas recién pulverizadas.
9. Lavar con abundante agua y jabón, el cuerpo y los implementos una vez finalizada la fumigación.

Es importante tener en cuenta que la toxicidad de un plaguicida no siempre está relacionada con su volatilidad, de ahí la importancia de leer la etiqueta y saber interpretarla (Figura 16).

Referente a la peligrosidad y el equipo que se requiere para evitar intoxicaciones, es importante recordar que según el nivel de toxicidad la indumentaria difiere, así como la presentación de los agentes plaguicidas.

FIGURA 16

Relación de equipos de protección y nivel de toxicidad

+

↑

Frase de advertencia

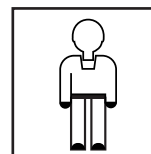
Ropa y equipo protector

Extremadamente Peligroso	Muy tóxico						
Altamente Peligroso	Tóxico						
Moderadamente Peligroso	Dañino						
Ligeramente Peligroso	Cuidado						
	Precaución						

Fuente: https://www.google.com.co/search?q=Relaci%C3%B3n+de+equipos+de+protecci%C3%B3n+y+nivel+de+toxicidad&source=lnms&tbn=isch&sa=X&ved=0ahUKEwj-xs-h4IjbAhUjrVvKkHZLsDUYQ_AUICigB&biw=1440&bih=745#imgsrc=K-Ye5zonFw8nbRM:

La flecha roja señala el incremento de peligrosidad y toxicidad. La peligrosidad se asocia a la frase de advertencia. Esta puede encontrarse en el envase del producto químico que se emplea.

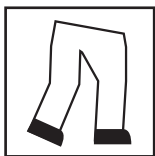
En la sección de ropa y equipo protector se observan figuras que señalan lo siguiente:



Ropa que cubra la mayor parte del cuerpo.



Empleo de delantal de protección (plástico).



Zapatos cerrados, preferiblemente botas.



Se recomienda evitar guantes de cuero u otro material que pueda humedecerse por el agente.



Protectores visuales. La mayoría de los agentes pueden producir irritación o daño en la zona ocular.



Los tapabocas son recomendables en caso de poca peligrosidad. Recuerde que estos solo protegen de partículas.



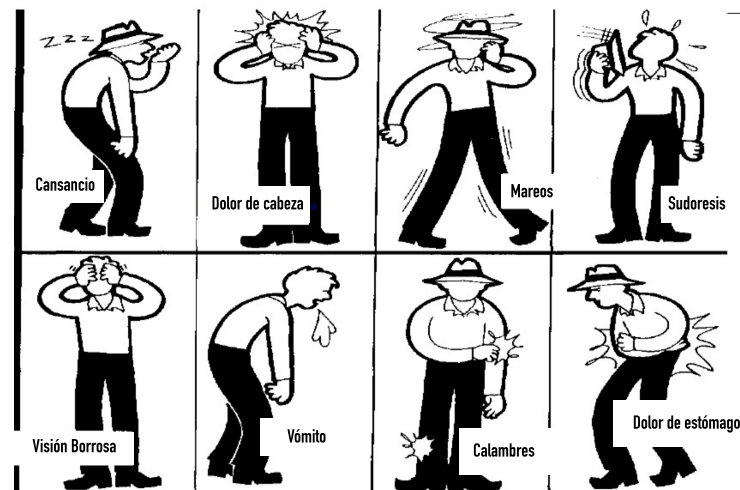
Máscaras de protección. Estas deberán estar dotadas de los filtros adecuados para cada sustancia.

Vías de intoxicación por exposición

Las sustancias químicas, y en algunos casos las sustancias biológicas (hormonas, enzimas y esporas), pueden ingresar al organismo por ingestión, inhalación y contacto (Figura 17).

FIGURA 17

Algunos síntomas de intoxicación leve



Fuente: <https://es.slideshare.net/lilianfaro1980/seminario-sobre-pesticidas>

Intoxicación por ingesta

Ocurre cuando el agente químico o biológico ingresa al organismo por la boca mediante las siguientes vías: 1. ingreso accidental al no contar con tapabocas o máscara de protección durante la fumigación; 2) ingreso por ingesta de alimentos durante el proceso, los cuales se contaminan por el contacto, y 3. ingreso por alimentos al finalizar la fumigación por un incorrecto lavado de manos.

Es importante aclarar que estas observaciones se refieren al proceso de fumigación, pero también puede ocurrir cuando se vierten los agentes químicos o biológicos en fuentes de agua o en áreas próximas donde son arrastradas a los ríos por las lluvias o la irrigación y al mantenerse en ellos pueden ser ingeridos al emplear estas aguas para el lavado y preparación de alimentos. Al igual que ocurre cuando los agentes son almacenados con alimentos, en botellas de bebidas o en envases de alimentos, y se ingieren por accidente. [24],[52]

Intoxicación por inhalación

Ocurre cuando se manipulan en lugares cerrados y sin la protección adecuada (tapabocas o máscara de protección), agentes líquidos muy volátiles o agentes en polvo. La manipulación produce la aparición de partículas líquidas o sólidas lo bastante finas como para ser inhaladas y desencadenar una intoxicación inmediata o a largo plazo enfermedades como el cáncer. [24],[52]

Intoxicación por contacto

Se da por contacto de la piel o los ojos debido a derrame o salpicadura de un concentrado o una mezcla sobre la piel, o por utilización de prendas de vestir contaminadas. Se aconseja cubrir todo el cuerpo cuando se fumiga. Otro factor asociado a esta forma de intoxicación son las fugas en el equipo, las cuales hacen que la ropa se impregne con el agente químico o biológico y penetre así al organismo, incluso a través de piel sana y sin heridas. Los ojos, la boca, la lengua y la región genital, son zonas particularmente vulnerables. Durante tiempo caluroso deben tomarse especiales medidas debido a que el sudor aumenta la capacidad de absorción de la piel. [24],[52]

Signos y síntomas de una intoxicación

Las intoxicaciones presentan diferentes síntomas y signos que nos permiten reconocerlas. Los síntomas comprenden un conjunto de sensaciones que solamente la persona intoxicada puede sentir y expresar. Ejemplos de estos son dolor de cabeza, ansiedad y vista borrosa, entre otros. En contraste, los signos son reacciones fisiológicas que pueden ser apreciadas a simple vista y son de fácil identificación por cualquier persona. Entre estos se encuentran sudoración, temblores corporales, vómitos e irritación entre otros (Figura 18).

FIGURA 18

Algunos síntomas de intoxicación grave



Fuente: <http://fria.syngenta.com.mx/como-reconocer-la-intoxicacion-por-un-plaguicida.aspx>

Intoxicación leve

En este tipo de intoxicación se puede presentar dolor de cabeza, fatiga, mareo, visión borrosa, sudoración, náusea, vómitos, calambres abdominales, salivación y contracción (empequeñecimiento) de las pupilas.[24],[52]

Intoxicación moderada

Además de los síntomas de una intoxicación leve, se puede presentar malestar y presión en el pecho, contracción de pupilas, ritmo cardíaco lento, temblores musculares, confusión, falta de coordinación muscular, dificultad para hablar y psicosis (comportamientos maníacos y extraños).

Intoxicación grave

La intoxicación grave puede tener manifestaciones que incluyen incontinencia fecal y urinaria, irregularidades del corazón y función respiratoria deteriorada.[24],[52]

Tipos de intoxicación

Con el fin de ejemplificar los diferentes tipos de intoxicación, en este manual se describirán las intoxicaciones provocadas por plaguicidas, las cuales pueden dividirse en tres tipos: agudas, subagudas o retardadas y crónicas.

Intoxicaciones agudas.

Se caracterizan por ser de corto plazo y son resultado del contacto con el agente en una ocasión o en repetidas ocasiones en no menos de 24 horas. Los síntomas y signos de intoxicación se desarrollan rápidamente.[24],[52]

Intoxicaciones subagudas o retardadas

Este tipo se asocia con exposiciones al agente frecuentes y repetidas, durante varios días o semanas. En este caso, los síntomas y signos no son observables en las primeras 24 horas. Luego de meses de exposición se observan de forma leve e intermitente.[24],[52]

Intoxicaciones crónicas

Se observan solo a largo plazo y son resultado de la acumulación de los agentes químicos o biológicos en determinados tejidos u órganos. Luego de mucho tiempo –incluso años– aparecen los primeros síntomas.[24],[52]

Efectos en la salud de los agentes químicos para el control de la hormiga arriera

En el caso particular de sulfluramida (Attakill®, Mirex-S®), en la cual se observa la reducción en la producción de anticuerpos,[53] en estudios en conejas preñadas se han observado alteraciones morfológicas en fetos, pérdida de peso, alteraciones en esqueleto, urogenitales[54] y daños renales por exposición.[55] Debido a estos efectos nocivos, se puede considerar que su efecto supresor del sistema inmune podría elevar el número de infecciones y producir –por uso extensivo– problemas de salud pública.[53]

Las investigaciones en fipronil (Blitz®) señalan que estimula la apoptosis en hepatocitos en modelos murinos[56] y daños a células neuronales humanas (línea SHSY5Y) producida por detrimento en las mitocondrias y reducción de oxígeno.[57] Adicionalmente, se ha clasificado como posible carcinogénico en humanos según la Environmental Protection Agency, por sus efectos en

modelos murinos (tumores de células foliculares tiroidales),^[58] a lo cual se suman efectos en el sistema endocrino y alta toxicidad.^[59] Su uso extensivo ha permitido el desarrollo de resistencia en insectos^[60] y ácaros.^[61]

Los clorpirifos son ampliamente usados como agentes activos en pesticidas organofosforados (Attamix®SB, Hormix SB, Lorsban y Arriero), debido a su eficiencia en la protección de cultivos de diferentes pestes. Sin embargo, recientes estudios sugieren que la exposición continua a estos puede acarrear daños a la salud, entre los cuales se encuentran daños al sistema nervioso. En exposiciones de mamíferos neonatos (ratas), se presentan daños similares a los que involucran el desarrollo de Parkinson^[62] y adicionalmente, pérdida de la memoria espacial a largo plazo,^[63] e incremento de las concentraciones de creatina en orina en trabajadores expuestos,^[64] lo que implica un factor de riesgo para el desarrollo de cáncer de mama en ratas^[65] y cáncer de colon en líneas celulares humanas de colon.^[66]

Los efectos en salud y en el ambiente no son diferentes en el caso de la deltametrina. La exposición a insecticidas con este componente afecta el sistema inmune, produce apoptosis en timocitos reduciendo así su respuesta,^[67] daño neurodegenerativo^[68] y daño renal en mamíferos, lo que produce el incremento de creatinina^{[69]-[71]}. Por su parte, el fenitrotión (Sumithion®), al igual que los anteriores produce daño en riñones e hígado^[56], ^[71], ^[72] y también efectos mutagénicos durante su biodegradación en condiciones aeróbicas.^[73] Finalmente, el Imidacloprid (Baythion GR), se asocia con toxicidad reproductiva en machos^[74] y hembras^[75] de roedores, genotoxicidad mediada por el rompimiento del ADN, mutaciones cromosómicas, estrés oxidativo, daños al sistema inmune,^[76] daños a sistema nervioso y al hígado de organismos diferentes a insectos.^[77]

Efectos ambientales

En la actualidad, los gobiernos han aumentado la demanda de plaguicidas que destruyen en un porcentaje alto las cosechas. Su objetivo es reducir las plagas y los organismos patógenos de las plantas, cuyo aumento está causando la destrucción de cultivos y no permiten obtener alimentos de calidad y el bienestar del hombre. Cuando se aplica el plaguicida, en la mayoría de los casos un 5 % del producto entra en contacto con la plaga y el restante 95 % permanece en el medioambiente y se desagrega por procesos bióticos y abióticos, con los consecuentes efectos ambientales no planeados por la acción de la luz, el agua y por otros cuerpos.

Este manual presenta un panorama sobre la dinámica ambiental de los plaguicidas, sus efectos en la salud, sus causas y consecuencias, los riesgos ambientales de su uso y las medidas y acciones que se deben adoptar para reducirlos o extinguirlos.^[52]

Los plaguicidas se usan en actividades forestales, granjas y zonas urbanas, entre otros, lo cual hace que el contacto con recursos, personas y animales sea inevitable. Cuando el plaguicida se aplica directamente en ambientes terrestres, los residuos pueden llegar en forma individual o combinada por efecto del arrastre o la deriva. También pueden llegar por acción deliberada del hombre al precipitarse en la atmósfera por las aspersiones aéreas o el uso para riego de aguas contaminadas con estos productos. Es importante tener en cuenta que los plaguicidas pueden persistir desde días hasta años, lo cual posibilita la interacción con otros elementos y recursos del medio. Para minimizar el riesgo, es importante utilizar plaguicidas autorizados por

organismos competentes e implementar acciones como evitar la recontaminación cruzada de otros campos agrícolas, la aplicación en horas adecuadas, respetar los períodos de carencia y utilizar agua de buena calidad, entre otros factores.

La contaminación de aguas superficiales y subterráneas por plaguicidas ocurre ya sea por aplicación directa, precipitaciones atmosféricas, arrastre de las capas superficiales de suelos contaminados, deslaves de tierras, cultivos, desvío durante la aplicación, depósito de partículas de suelo con restos de productos adheridos, lavado de equipos de aplicación y protección, en fuentes de agua superficial (ríos, lagos, estanques). De ahí la importancia de considerar los lineamientos y medidas de precaución establecidos en la etiqueta del plaguicida para evitar la contaminación de aguas y canales.^[52]

La contaminación del aire resulta de las precipitaciones de plaguicidas en la atmósfera, procesos derivados de la actividad de evaporación, la erosión eólica y la deriva, todo lo cual altera su composición y afectan los recursos ecológicos, el ecosistema y el bienestar humano. Para disminuir los riesgos, es importante efectuar las aplicaciones en las horas más frescas, sin viento, usar tecnologías de aplicación que reduzcan el desvío y el arrastre, actuar de manera cuidadosa y evaluar permanentemente los beneficios, los cuales deben ser mayores que el perjuicio y así tomar las precauciones apropiadas^[52]

Como consecuencia, los problemas asociados a la distribución de los plaguicidas en el ambiente terrestre, las aguas superficiales y subterráneas, el aire y el medioambiente, producen un decremento de la estabilidad ambiental y su acumulación en elementos que constituyen la alimentación humana

y amenazan la sustentabilidad. De esta manera, es necesario incorporar una visión general que internalice los impactos ambientales y estimule la incorporación de tecnologías limpias para un mayor control y disminución de sus efectos.^[52]

Cuando se aplican plaguicidas, el objetivo es poner en contacto estas sustancias con los organismos que han alcanzado su condición de plaga, en gran parte de los casos, un porcentaje menor de 5% entra en contacto con la plaga y un 95 % restante queda en el medioambiente. Estos productos que quedan en el ambiente comienzan a ser degradados por la acción de diversos procesos bióticos y abióticos, por ejemplo, pueden ser descompuestos por la acción de la luz, agua, aire y por diversos organismos, también pueden adherirse, vaporizarse, lixiviarse, escurrirse y tener un destino diferente al inicialmente planificado, provocando contaminación de otros ambientes. Todo lo anterior es parte de lo que constituye la dinámica ambiental de los plaguicidas. Entender esta dinámica, es de mucha utilidad para conocer y predecir los riesgos ambientales que implica el uso de esos productos, asimismo para adoptar las medidas y acciones que permitan reducirlos o minimizarlos.

Los plaguicidas muchas veces tienen un destino diferente al que inicialmente había sido planificado, razón por la cual provocan contaminación del agua, el suelo y el aire, así como de los cultivos cuando se asperjan con el propósito de protegerlos contra las plagas. En cuanto a la contaminación de plantas y alimentos, los residuos de plaguicidas pueden llegar a la superficie de las plantas por medio de alguna de las siguientes acciones, ya sea en forma individual o combinada: aplicación directa, efecto del arrastre

o deriva, precipitación de residuos que se encuentran en la atmósfera y el riego con agua contaminada con restos de estos productos. Algunas acciones que pueden reducir estos riesgos son: utilizar plaguicidas autorizados por un organismo competente que vele por la inocuidad de los alimentos; respetar los períodos de carencia; evitar la contaminación cruzada de otros campos agrícolas; aplicar en horas adecuadas para evitar deriva y arrastre de contaminantes, y utilizar agua de buena calidad.

La contaminación de aguas superficiales y subterráneas con plaguicidas puede ser provocada por varias acciones o procesos: aplicaciones directas; deriva o arrastre durante la aplicación; depósito de partículas de suelo con restos de productos adheridos; arrastre de las capas superficiales de suelos contaminados, por acción de la escorrentía; lavado de equipos de aplicación y protección en fuentes de agua superficial (ríos, lagos, estanques, etc.), y lixiviado de restos de productos localizados en la superficie de aplicación. El establecimiento de áreas de mitigación para evitar la contaminación de fuentes de agua, canales y acequias, es muy importante. Para reducir estos riesgos considere las medidas de precaución que se ofrecen en la etiqueta y en el panfleto.

Respecto de la contaminación del suelo, es sabido que este es el receptáculo final de los residuos de plaguicidas y al igual que la contaminación del agua, las acciones y procesos que intervienen en su contaminación son los mismos.^[52]

Por su parte, la dinámica de los restos de plaguicidas en la atmósfera está influenciada por la concentración del producto en el aire, la temperatura, el viento, la volatilidad del producto, etc. Procesos como la evaporación, la erosión eólica y la deriva, son responsables de este tipo de contaminación del aire. Algunas acciones prácticas para reducir estos riesgos son: hacer las aplicaciones en las horas más frescas y sin mucho viento, seleccionar productos de baja volatilidad y seleccionar tecnologías de aplicación que reduzcan la deriva y el arrastre.^[52]

Las investigaciones en fipronil (Blitz®) señalan su permanencia en suelos y cuerpos de agua debido a la filtración ocurrida por riego o lluvias. Al degradarse el fipronil (cincuenta días en condiciones anaeróbicas) se incrementa la formación de fipronil-sulfide y fipronil-sulfode, altamente tóxicos y acumulables en organismos acuáticos y en el suelo.^{[59],[60]}

Los efectos ambientales de los clorpirifos al igual que sus efectos en la salud, se asocian a su persistencia en cultivos en los que se aplica, como maíz soya y arroz.^[61] El posterior consumo por pollos de engorde les produce intoxicación y daño necrótico en vísceras^[62] y la presencia en fuentes de agua dulce inhibe la tasa de crecimiento de algas^[63] y produce toxicidad en peces.^[64] Adicionalmente, se ha observado trazas en muestras de suelo después de siete días de aplicación.^[65]

El uso continuo de deltametrina no solo intoxica suelos y cuerpos de agua, sino que también genera resistencia en insectos de importancia económica, como garrapatas^[66] y ácaros (*Typhlodromus pyri*),^[67] efectos similares a los observados con el uso del fenitrotión (Sumithion®); y como es de esperarse, daños ambientales.^{[68]-[70]}

Resistencia de las plagas y la destrucción de organismos benéficos

La resistencia y la destrucción de organismos benéficos son problemas inherentes a la lucha contra las plagas, a lo que se añaden los efectos sobre el ambiente terrestre, las aguas superficiales y subterráneas, el aire y el medioambiente, derivados de su mal uso y el no cumplimiento de las medidas adecuadas de preparación y fumigación del plaguicida. El uso inadecuado trae como consecuencia diversos riesgos para las personas y propicia que algunos organismos plagas se vuelvan tolerantes a los plaguicidas y a la vez destruyan o reduzcan los organismos benéficos. Para evitar estos problemas es importante capacitar a las personas para que seleccionen el plaguicida y hagan buen uso de él y lean las recomendaciones de uso de la etiqueta, con lo cual se contribuye a aumentar la información sobre el tema, cuya carencia es causa de fallas en algunas prácticas.

Otro problema ambiental derivado del mal uso de los plaguicidas con repercusiones sobre el control de organismos plaga es la resistencia y la destrucción de organismos benéficos. La aplicación de plaguicidas en forma repetida, el incremento de la dosis, la disminución de intervalos entre una aplicación y otra, la mezcla de productos y la dependencia de una sola alternativa de control, propicia la selección de organismos-plaga que pueden tolerar o resistir dosis más altas que las requeridas para matar a la mayoría de la población, a la vez que destruye o reduce la población de organismos benéficos. Para manejar el problema, la adopción del MIP, el uso selectivo de los plaguicidas y guiarse por las recomendaciones de uso que aparecen en la etiqueta y el panfleto son las acciones que se deben seguir.

Ventajas y desventajas del control químico

Ventajas

1. Su accionar es rápido. La muerte de individuos se observa tras pocas horas de aplicación.
2. Las condiciones de almacenamiento son simples (aire libre).

Desventajas

1. Requiere indumentaria adecuada para la manipulación del producto.
2. Solo es un mecanismo de control; en pocos casos elimina en su totalidad la hormiga.
3. Puede generar resistencia.
4. Puede provocar intoxicación. Su uso continuo puede afectar la salud.
5. Produce daños ambientales.
6. En el caso de la hormiga, la aplicación por nebulización térmica no garantiza el cubrimiento de la totalidad de las cámaras del hormiguero, al tiempo que incrementa tanto la contaminación del suelo como los costos.^[15]

REFERENCIAS

- [1] E. Mackay and W. Mackay (1986) "Las hormigas de Colombia: arrieras del género ATTA (Hymenoptera formicidae)" En: Revista Colombiana de Entomología, Vol. 12.
- [2] J. M. Lerma, P. Chacón de Ulloa, and M. del R. Manzano, "Caracterización de nidos de la hormiga arriera *Atta cephalotes* (Hymenoptera: Myrmicinae) en Cali (Colombia)," Rev. Colomb. Entomol., vol. 32, no. 2, pp. 15-158, 2006.
- [3] J. C. Segat, R. L. Figueiredo Vasconcellos, D. Paiva Silva, D. Baretta, and E. J. B. N. Cardoso, "Ants as indicators of soil quality in an on-going recovery of riparian forests," For. Ecol. Manage., vol. 404, no. July, pp. 338-343, 2017.
- [4] J. Montoya-Lerma, C. Giraldo-Echeverri, I. Armbrrecht, A. Farji-Brener, and Z. Calle, "International Journal of Pest Management Leaf-cutting ants revisited : Towards rational management and control," Int. J. Pest Manag., vol. 58, no. 3, pp. 37-41, 2012.
- [5] I. Armbrrecht, M. C. Gallego-Ropero, J. Montoya-Lerma, and M. Montoya-Correa, "Composting to control the leaf-cutting ant *atta cephalotes* L. (Hymenoptera: Formicidae)," Rev. Ciencias, vol. 16, pp. 47-56, 2012.
- [6] J. Alarcón, E. Arévalo, A. Luisa Díaz, J. Galindo, and A. Rosero, Manejo Integrado de plagas enfermedades en el cultivo del caucho. Bogota-Colombia: ICA, 2012.
- [7] B. Pardey, Insectos plaga y organismos benéficos del cultivo de la caña de azúcar en Colombia, Cenicaña. Cali-Colombia, 2013.
- [8] R. Zanetti, J. Zancunio, J. Santos, W. da Silva, G. Ribeiro, and P. Lemes, "An Overview of Integrated Management of Leaf-Cutting Ants (Hymenoptera: Formicidae) in Brazilian Forest Plantations," Forests, vol. 5, no. 3, pp. 439-454, Mar. 2014.
- [9] J. Vergara, A. Garzón, and G. Banguero, Biología, manejo y control de la hormiga arriera. Santiago de Cali: Gobernacion del Valle del Cauca, 2005.
- [10] S. Uribe Pérez, "UN-Periódico. "La hormiga arriera es el terror del 50 % de las plantas del Chocó," Agencia de noticias UN, Bogotá, Colombia. Mayo-2013.
- [11] Secretaría de Agricultura y pesca del Valle del Cauca "Guía agronómica de los cultivos representativos del departamento para realización de las estimaciones agrícolas por métodos directos-EAMI," .
- [12] Plantwise, "Leaf cutting ant (*Atta cephalotes*)," Plantwise Knowledge Bank, 2012. [Online]. Available: <https://www.plantwise.org/knowledgebank/datasheet.aspx?dsid=7841>. [Accessed: 10-Aug-2017].
- [13] Ma. Montoya-Correa, J. Montoya-Lerma, I. Armbrrecht, and Ma. C. Gallego Rosero, "¿Cómo responde la hormiga cortadora de hojas *Atta cephalotes* (hymenoptera: myrmicinae) a la remoción mecánica de sus nidos?" Boletín del Museo Entomológico de la Universidad del Valle., Vol. 8, No. 2,
- [14] T. M. C. Della Lucia, L. C. Gandra, and R. N. C. Guedes, "Managing leaf-cutting ants: peculiarities, trends and challenges," Pest Manag. Sci., vol. 70, no. 1, pp. 14-23, Jan. 2014.
- [15] M. Bollazzi, L. C. Forti, S. Moreira, and F. Roces, "Efficiency and soil contamination during underground application of insecticides: control of leaf-cutting ants with thermal foggers," J. Pest Sci. (2004)., vol. 87, no. 1, pp. 181-189, Oct. 2013.
- [16] S. Mena, D. Uribe, and A. Gail. Evaluación de hongos entomopatógenos como potencial bio-controlador de la hormiga arriera *Atta colombica* (G) del municipio de Lloró, Chocó. Universidad nacional de Colombia, 2010.
- [17] W. C. C. Morais et al., "Extracts of *Ageratum conyzoides*, *Coriandrum sativum* and *Mentha*

REFERENCIAS

piperita inhibit the growth of the symbiotic fungus of leaf-cutting ants," Ind. Crops Prod., pp. 2008–2011, Nov. 2014.

[18] S. Siddiquee, U. K. Yusuf, K. Hossain, and S. Jahan, "In vitro studies on the potential *Trichoderma harzianum* for antagonistic properties against *Ganoderma boninense*," vol. 7, no. October, 2009.

[19] M. Verma, S. K. Brar, R. D. Tyagi, R. Y. Surampalli, and J. R. Valéro, "Antagonistic fungi, *Trichoderma* spp.: Panoply of biological control," Biochem. Eng. J., vol. 37, no. 1, pp. 1–20, Oct. 2007.

[20] F. C. Pagnocca, V. E. Masiulionis, and A. Rodrigues, "Specialized Fungal Parasites and Opportunistic Fungi in Gardens of Attine Ants," Psyche A J. Entomol., vol. 2012, pp. 1–9, 2012.

[21] E. . Janicki, J., Narula, N., Ziegler, M., Guénard, B. Economo, "Visualizing and interacting with large-volume biodiversity data using client-server web-mapping applications: The design and implementation of antmaps.org," Ecol. Inform., vol. 32, p. 185–193., 2016.

[22] El Tiempo "Cultivos en riesgo por hormiga arriera. Archivo Digital de noticias de Colombia y el Mundo Feb.1999.

[23] C. Alexander, "La hormiga arriera, una amenaza para agricultores," Buga, Nov-2002.

[24] C. L. Arroyave et al. Guías para el manejo de urgencias toxicológicas, Ministerio. Bogotá: Ministerio de la Protección Social, 2008.

[25] L. Montoya Lerma, J. Rodríguez, and Universidad del Valle, "Hormigas arrieras, una amenaza para Cali / Universidad del Valle / Cali, Colombia," Agencia de Noticias Univalle. p. 1, 2015.

[26] J. Codoba et al., "Homiga arriera manejo y control Cartilla No2," no. 2. Universidad Tecnológica del Choco- Ministerio de Agricultura (Pronatta), Quibdó, p. NA, 2002.

[27] M. Montoya Correas, J. Montoya Lerma, I. Armbrrecht, and M. C. Gallego Ropero, "Cómo responde la hormiga cortadora *Atta cephalotes* (Hymenoptera: Myrmicinae) a la remoción mecánica de sus nidos?," Boletín del Mus. Entomol. la Univ. del Val., vol. 8, no. 2, pp. 1–8, 2007.

[28] TQC - Tecnología Química y Comercio, "Syngenta, Importancia de la formulación," You tube, 2016. [Online]. Available: <https://www.youtube.com/watch?v=6V4Mi3n3zqM>. [Accessed: 26-Jan-2017].

[29] P. Leiva, "Formulación de plaguicidas y mezclas de tanque," INTA Pergamino, 2013. [Online]. Available: http://www.fertilizar.org.ar/subida/evento/JonadaFertilizacionFoliar/FFFormulacionPlaguicidasMezclasTanque_DLLeiva.pdf. [Accessed: 26-Jan-2017].

[30] J. Rodríguez, J. Montoya-Lerma, and Z. Calle, "Effect of tithonia diversifolia mulch on *atta cephalotes* (Hymenoptera: Formicidae) Nests," J. Insect Sci., vol. 15, no. 32, pp. 1–7, 2015.

[31] M. F. M. A. Bigi et al., "Activity of *Ricinus communis* (euphorbiaceae) and ricinine against the leaf-cutting ant *Atta sexdens rubropilosa* (hymenoptera: formicidae) and the symbiotic fungus *Leucoagaricus gongylophorus*," Pest Manag. Sci., vol. 60, no. 9, pp. 933–938, 2004.

[32] E. C. Alonso and D. Y. a. C. Santos, "Ricinus communis and *Jatropha curcas* (Euphorbiaceae) Seed Oil Toxicity Against *Atta sexdens rubropilosa* (Hymenoptera: Formicidae)," J. Econ. Entomol., vol. 106, no. 2, pp. 742–746, 2013.

[33] A. L. Marsaro, R. C. Souza, T. M. C. Della Lucia, J. B. Fernandes, M. F. G. F. Silva, and P. C. Vieira, "Behavioral changes in workers of the leaf-cutting ant *Atta sexdens rubropilosa* induced by chemical components of *Eucalyptus maculata* leaves," J. Chem. Ecol., vol. 30, no. 9, pp. 1771–1780, 2004.

- [34] T. Lobo-Echeverri, L. C. Salazar, A. Hernández, and A. Ortiz-Reyes, "Effects of *Capsicum baccatum* and *C. frutescens* against *Atta cephalotes* (Hymenoptera: Formicidae) and the symbiotic fungus *Leucoagaricus gongylophorus*," *Rev. Colomb. Entomol.*, vol. 42, no. 2, pp. 137–145, 2016.
- [35] A. C. Leite et al., "Limonoids from *Cipadessa fruticosa* and *Cedrela fissilis* and their insecticidal activity," *J. Braz. Chem. Soc.*, vol. 16, no. 6 B, pp. 1391–1395, 2005.
- [36] R. Pavela, M. Žabka, N. Vrchotová, and J. Tříška, "Effect of foliar nutrition on the essential oil yield of Thyme (*Thymus vulgaris* L.)," *Ind. Crops Prod.*, vol. 112, no. January, pp. 762–765, 2018.
- [37] M. J. A. Hebling, O. C. Bueno, F. C. Pagnocca, O. A. Da Silva, and P. S. Maroti, "Toxic effects of *Canavalia ensiformis* L. (Leguminosae) on laboratory colonies of *Atta sexdens* L. (Hym., Formicidae)," *J. Appl. Entomol.*, vol. 124, no. 1, pp. 33–35, 2000.
- [38] E. I. Valderrama-Eslava, J. Montoya-Lerma, and C. Giraldo, "Enforced herbivory on *Canavalia ensiformis* and *Tithonia diversifolia* and its effects on leaf-cutting ants, *Atta cephalotes*," *J. Appl. Entomol.*, vol. 133, no. 9–10, pp. 689–694, Dec. 2009.
- [39] M. J. A. Hebling, O. C. Bueno, P. S. Maroti, F. C. Pagnocca, and O. A. Da Silva, "Effects of leaves of *Ipomoea batatas* (Convolvulaceae) on nest development and on respiratory metabolism of leaf-cutting ants *Atta sexdens* L. (Hym., Formicidae)," *J. Appl. Entomol.*, vol. 124, no. 5–6, pp. 249–252, 2000.
- [40] R. Ribeiro and H. Fouad, "Potential use of essential oils to control the leaf-cutting ants; *Atta sexdens rubropilosa* and *Acromyrmex subterraneus molestans* (Hymenoptera: Formicidae)," *Int. J. Ind. Entomol.*, vol. 32, no. 1, pp. 26–34, 2016.
- [41] Norma técnica colombiana 4422-2. Colombia, 2009.
- [42] <http://www.fincaycampo.com>, "Preparación de cebos para el control de la hormiga arriera _ Finca y Campo," 2017.
- [43] F. Sandra, "Vector & Pest Management," Trompa SB, 2014. Online. Available: <http://www.vectorsandpest.com/index.php/productos/especialidades/insecticidas/trompa-sb>. [Accessed: 08-Jun-2017].
- [44] Agrocorp, "ATA-KILL ficha técnica," Comité departamental de Cafeteros de Caldas, 2007. [Online]. Available: <http://recintodelpensamiento.com/ComiteCafeteros/HojasSeguridad/Files/Fichas/FTAta-Kill201462892944.pdf>. [Accessed: 08-Aug-2017].
- [45] Agrocorp, "ATA-KILL hoja de seguridad," Comité departamental de Cafeteros de Caldas, 2007. [Online]. Available: <http://recintodelpensamiento.com/ComiteCafeteros/HojasSeguridad/Files/HojasSeg/HSAta-kill201462892944.pdf>. [Accessed: 08-Aug-2017].
- [46] Minagro Industria Química, "Minagro Industria Química. Hormiguicida Attamix SB®. Control de la hormiga arriera," 2017. [Online]. Available: <http://www.minagroindustry.com/productos/attamixsb/>. [Accessed: 08-Aug-2017].
- [47] Bayer Environmental Science, "Baythion GR. Manual de uso," 2015. Online. Available: <http://www.bayergarden.es/~media/ES-Spain/SafetySheets/control-de-plagas/insecticidas/FDS/BAYTHION GR 17-07-2014.ashx>. [Accessed: 08-Aug-2017].
- [48] ADAMA-Proficol, "Arriero. Ficha técnica," 2010. Online. Available: <http://recintodelpensamiento.com/ComiteCafeteros/HojasSeguridad/Files/Fichas/FTArriero201485135016.pdf>. [Accessed: 08-Aug-2017].
- [49] ADAMA, "Arriero. ficha de seguridad" 2010. Online. Available: <http://recintodelpensamiento.com/ComiteCafeteros/HojasSeguridad/Files/HojasSeg/HSArriero201485135016.pdf>. [Accessed: 08-Aug-2017].
- [50] Dow Agrosiences de Colombia, "Lorsban Ficha técnica," 2012. Online. Available: http://msdssearch.dow.com/PublishedLiteratureDAS/dh_0988/0901b80380988d82.pdf?filepath=co/pdfs/noreg/013-10142.pdf&fromPage=GetDoc. [Accessed: 08-Aug-2017].

REFERENCIAS

- [51] Tecnología Química y Comercio S.A., "Ficha técnica de Sumithion 50 EC," Online. Available: <http://www.fumigacionescopla.com/documentos-copla/pdf/-msds/insecticidas/fichatecnica-sumithion.pdf>. [Accessed: 08-Aug-2018].
- [52] P. castro Chavarria, E. Carazo, E. Chinchilla, and C. Palacios. Manual buenas prácticas de manejo de plaguicidas para una agricultura sostenible, segura y sana. Costa Rica: CroLife Latin America, 2010.
- [53] B. Winans, M. C. Humble, and B. P. Lawrence, "Environmental toxicants and the developing immune system: A missing link in the global battle against infectious disease?," *Reprod. Toxicol.*, vol. 31, no. 3, pp. 327–336, 2011.
- [54] T. B. Knudsen, M. T. Martin, R. J. Kavlock, R. S. Judson, D. J. Dix, and A. V. Singh, "Profiling the activity of environmental chemicals in prenatal developmental toxicity studies using the U.S. EPA's ToxRefDB," *Reprod. Toxicol.*, vol. 28, pp. 209–219, 2009.
- [55] R. G. Schnellmann, "The cellular effects of a unique pesticide sulfluramid (N-ethylperfluorooctane sulphonamide) on rabbit renal proximal tubules," *Toxicol. Vitr.*, vol. 4, no. 1, pp. 71–74, 1990.
- [56] A.-T. H. Mossa, E. S. Swelam, and S. M. M. Mohafrash, "Sub-chronic exposure to fipronil induced oxidative stress, biochemical and histopathological changes in the liver and kidney of male albino rats," *Toxicol. Reports*, Feb. 2015.
- [57] C. Vidau et al., "Fipronil is a powerful uncoupler of oxidative phosphorylation that triggers apoptosis in human neuronal cell line SHSY5Y," *Neurotoxicology*, vol. 32, no. 6, pp. 935–43, Dec. 2011.
- [58] R. L. McMahan et al., "Identification of fipronil metabolites by time-of-flight mass spectrometry for application in a human exposure study," *Environ. Int.*, vol. 78C, pp. 16–23, Feb. 2015.
- [59] M. Lu, J. Du, P. Zhou, H. Chen, C. Lu, and Q. Zhang, "Endocrine disrupting potential of fipronil and its metabolite in reporter gene assays," *Chemosphere*, vol. 120, pp. 246–51, Feb. 2015.
- [60] E. Castro-Janer, J. R. Martins, M. C. Mendes, a Namindome, G. M. Klafke, and T. T. S. Schumaker, "Diagnoses of fipronil resistance in Brazilian cattle ticks (*Rhipicephalus* (*Boophilus*) *microplus*) using in vitro larval bioassays," *Vet. Parasitol.*, vol. 173, no. 3–4, pp. 300–6, Oct. 2010.
- [61] E. Castro-Janer, L. Rifran, P. González, J. Piaggio, a Gil, and T. T. S. Schumaker, "*Rhipicephalus* (*Boophilus*) *microplus* (Acari: Ixodidae) resistance to fipronil in Uruguay evaluated by in vitro bioassays," *Vet. Parasitol.*, vol. 169, no. 1–2, pp. 172–7, Apr. 2010.
- [62] J. Zhang et al., "Neonatal chlorpyrifos exposure induces loss of dopaminergic neurons in young adult rats," *Toxicology*, vol. 336, pp. 17–25, Oct. 2015.
- [63] C. López-Granero, A. M. Ruiz-Muñoz, F. A. Nieto-Escámez, M. T. Colomina, M. Aschner, and F. Sánchez-Santed, "Chronic dietary chlorpyrifos causes long-term spatial memory impairment and thigmotaxic behavior," *Neurotoxicology*, vol. 53, pp. 85–92, Mar. 2016.
- [64] L. Wang, Z. Liu, J. Zhang, Y. Wu, and H. Sun, "Chlorpyrifos exposure in farmers and urban adults: Metabolic characteristic, exposure estimation, and potential effect of oxidative damage," *Environ. Res.*, vol. 149, pp. 164–170, Aug. 2016.
- [65] C. Ventura et al., "Pesticide chlorpyrifos acts as an endocrine disruptor in adult rats causing changes in mammary gland and hormonal balance," *J. Steroid Biochem. Mol. Biol.*, vol. 156, pp. 1–9, Feb. 2016.
- [66] T. Suriyo, P. Tachachartvanich, D. Visitnonthachai, P. Watcharasit, and J. Satayavivad, "Chlorpyrifos promotes colorectal adenocarcinoma H508 cell growth through the activation of EGFR/ERK1/2 signaling pathway but not cholinergic pathway," *Toxicology*, vol. 338, pp. 117–129, Dec. 2015.

- [67] A. Kumar, D. Sasmal, and N. Sharma, "Immunomodulatory role of piperine in deltamethrin induced thymic apoptosis and altered immune functions.," *Environ. Toxicol. Pharmacol.*, vol. 39, no. 2, pp. 504–514, Jan. 2015.
- [68] V. Magendira Mani, S. Asha, and A. M. M. Sadiq, "Pyrethroid deltamethrin-induced developmental neurodegenerative cerebral injury and ameliorating effect of dietary glycoside naringin in male wistar rats," *Biomed. Aging Pathol.*, vol. 4, no. 1, pp. 1–8, Jan. 2014.
- [69] F.-J. Liu et al., "Ca²⁺ movement and apoptosis induced by deltamethrin in Madin-Darby canine kidney canine renal tubular cells.," *Kaohsiung J. Med. Sci.*, vol. 31, no. 1, pp. 1–8, Jan. 2015.
- [70] C. Sams and K. Jones, "Biological monitoring for exposure to deltamethrin: a human oral dosing study and background levels in the UK general population.," *Toxicol. Lett.*, vol. 213, no. 1, pp. 35–8, Aug. 2012.
- [71] E.-M. Somia and F. Madiha, "Pathological effects of dichlorvos and fenitrothion in mice.," *Pathol. Res. Pract.*, vol. 208, no. 5, pp. 286–91, May 2012.
- [72] A. Ç. K. Benli and A. Özkul, "Acute toxicity and histopathological effects of sublethal fenitrothion on Nile tilapia, *Oreochromis niloticus*," *Pestic. Biochem. Physiol.*, vol. 97, no. 1, pp. 32–35, May 2010.
- [73] T. Matsushita, Y. Matsui, R. Saeki, and T. Inoue, "Mutagenicity of anaerobic fenitrothion metabolites after aerobic biodegradation.," *Chemosphere*, vol. 61, no. 8, pp. 1134–41, Dec. 2005.
- [74] A. Abdel-Rahman Mohamed, W. A. M. Mohamed, and S. I. Khater, "Imidacloprid induces various toxicological effects related to the expression of 3F-HSD, NR5A1, and OGG1 genes in mature and immature rats," *Environ. Pollut.*, vol. 221, pp. 15–25, Feb. 2017.
- [75] U. Kapoor, M. K. Srivastava, and L. P. Srivastava, "Toxicological impact of technical imidacloprid on ovarian morphology, hormones and antioxidant enzymes in female rats," *Food Chem. Toxicol.*, vol. 49, no. 12, pp. 3086–3089, Dec. 2011.
- [76] S. Feng, Z. Kong, X. Wang, P. Peng, and E. Y. Zeng, "Assessing the genotoxicity of imidacloprid and RH-5849 in human peripheral blood lymphocytes in vitro with comet assay and cytogenetic tests," *Ecotoxicol. Environ. Saf.*, vol. 61, no. 2, pp. 239–246, Jun. 2005.
- [77] L. Gawade, S. S. Dadarkar, R. Husain, and M. Gatne, "A detailed study of developmental immunotoxicity of imidacloprid in Wistar rats," *Food Chem. Toxicol.*, vol. 51, pp. 61–70, Jan. 2013.
- [78] A. a Brennan, A. D. Harwood, J. You, P. F. Landrum, and M. J. Lydy, "Degradation of fipronil in anaerobic sediments and the effect on porewater concentrations.," *Chemosphere*, vol. 77, no. 1, pp. 22–8, Sep. 2009.
- [79] K. Mandal and B. Singh, "Persistence of fipronil and its metabolites in sandy loam and clay loam soils under laboratory conditions.," *Chemosphere*, vol. 91, no. 11, pp. 1596–603, Jun. 2013.
- [80] R. Li et al., "Chlorpyrifos residue levels on field crops (rice, maize and soybean) in China and their dietary risks to consumers," *Food Control*, vol. 51, pp. 212–217, May 2015.
- [81] M. Z. Ahmad, A. Khan, M. T. Javed, and I. Hussain, "Impact of chlorpyrifos on health biomarkers of broiler chicks," *Pestic. Biochem. Physiol.*, vol. 122, pp. 50–58, Jul. 2015.
- [82] S. Chen et al., "Toxicological effects of chlorpyrifos on growth, enzyme activity and chlorophyll a synthesis of freshwater microalgae," *Environ. Toxicol. Pharmacol.*, vol. 45, pp. 179–186, Jul. 2016.
- [83] C. Gómez-Canela, E. Prats, B. Piña, and R. Tauler, "Assessment of chlorpyrifos toxic effects in zebrafish (*Danio rerio*) metabolism," *Environ. Pollut.*, vol. 220, Part, pp. 1231–1243, Jan. 2017.

REFERENCIAS

[84] P. Wang, M. Rashid, J. Liu, M. Hu, and G. Zhong, "Identification of multi-insecticide residues using GC-NPD and the degradation kinetics of chlorpyrifos in sweet corn and soils," *Food Chem.*, vol. 212, pp. 420–426, Dec. 2016.

[85] A. K. Sharma et al., "Deltamethrin and cypermethrin resistance status of *Rhipicephalus (Boophilus) microplus* collected from six agro-climatic regions of India.," *Vet. Parasitol.*, vol. 188, no. 3–4, pp. 337–45, Sep. 2012.

[86] R. Bonaños, V. Vignes, E. Serrano, and P. Auger, "Resistance monitoring to deltamethrin and chlorpyrifos-ethyl in 13 populations of *Typhlodromus pyri* Scheuten (Acari: Phytoseiidae) from vineyards in the southwest of France," *Crop Prot.*, vol. 27, no. 3–5, pp. 855–858, Mar. 2008.

[87] W. Geremedhin, M. Amare, and S. Admassie, "Electrochemically pretreated glassy carbon electrode for electrochemical detection of fenitrothion in tap water and human urine," *Electrochim. Acta*, vol. 87, pp. 749–755, Jan. 2013.

[88] J. Weber, R. Kurková, J. Klánová, P. Klán, and C. J. Halsall, "Photolytic degradation of methyl-parathion and fenitrothion in ice and water: implications for cold environments.," *Environ. Pollut.*, vol. 157, no. 12, pp. 3308–13, Dec. 2009.

[89] J. Weber, C. J. Halsall, J. J. Wargent, and N. D. Paul, "The aqueous photodegradation of fenitrothion under various agricultural plastics: implications for pesticide longevity in agricultural 'micro-environments'.," *Chemosphere*, vol. 76, no. 1, pp. 147–50, Jun. 2009.

En su entorno natural, la hormiga arriera (*Atta cephalotes* Linnaeus, 1758), contribuye a la aireación y recirculación del suelo, factores asociados al mantenimiento de su fertilidad. En este ambiente, sus poblaciones son controladas naturalmente sin que impliquen efectos para los humanos.

Sin embargo, con el incremento de las necesidades de alimento y por ende de suelos para el cultivo, esta dinámica natural se ve afectada al eliminar las fuentes naturales de alimento y control del insecto, razón por la cual se ve forzado a buscar nuevas fuentes, entre ellas los cultivos de interés comercial y seguridad alimentaria, lo que conlleva que se convierta en una plaga debido a su actividad cortadora (defoliadora) sobre las hojas de las plantas e impulse, a su vez, el diseño de diferentes estrategia de control.

Este manual es el resultado de la búsqueda de información bibliográfica sobre la temática mediante el empleo de los buscadores *Google academic* y *Science direct* como herramientas informativas sobre los aspectos biológicos y de importancia agroindustrial de la hormiga arriera, así como la descripción de las diferentes metodologías de control en las que se incluye la utilización de un bioinsecticida prototipo. Asimismo, se hace un breve análisis sobre los riesgos ocupacionales y de salud a los que están expuestos los trabajadores por el uso de insecticidas y bioinsecticidas.



UNIVERSIDAD DE
SAN BUENAVENTURA
CALI

EB
EDITORIAL
BONAVENTURIANA



@EditBonaventuri



editorialbonaventuriana



Editorialbonaventuriana



editorial-bonaventuriana



ISBN: 978-958-5415-16-4

