

**Evaluación de la Eficacia de Producto Natural Para el Control de Hormigas
Cortadoras de Hojas (*Atta Cephalotes*) en el Municipio de Armenia Quindío.**

Francy Patricia Osorio Tafur

Universidad Nacional Abierta Y A Distancia - Unad

Escuela De Ciencias Agrícolas, Pecuarias Y Del Medio Ambiente Ecapma

Dosquebradas, Risaralda

2019

**Evaluación de la Eficacia de Producto Natural Para el Control de Hormigas
Cortadoras de Hojas (*Atta Cephalotes*) en el Municipio de Armenia Quindío.**

Francy Patricia Osorio Tafur

Trabajo de grado para optar al título de agrónomo

Director:

MANUEL FRANCISCO POLANCO PUERTA

Ingeniero Agrónomo. Esp. MSc. PhD.

Jurado:

ALEXANDER SALAZAR MONTOYA

Ingeniero Agrónomo - Especialista en Gestión Ambiental

Maestrante en Desarrollo Sostenible y Medio Ambiente

Universidad Nacional Abierta Y A Distancia - Unad

Escuela De Ciencias Agrícolas, Pecuarias Y Del Medio Ambiente Ecapma

Dosquebradas, Risaralda

2019

Nota de aceptación

Director de tesis

Jurado

Jurado

Dosquebradas (Risaralda), septiembre de 2019.

Dedicatoria

Dios, quien me ha permitido con su amor y bondad sonreír ante todos mis logros, quien me sostiene y no suelta mi mano, quien me hace crecer ante diferentes dificultades. A mi amada hija María José Ramírez Osorio, que es mi motor y mis ganas de ser su mejor ejemplo, la que me da fortaleza día a día.

Al profesor Manuel Francisco Polanco, quien ha sido un apoyo dentro de mi proceso educativo y es un gran ser humano con buenos principios y valores morales.

Muy agradecida con la universidad UNAD, que permiten a personas como yo que ya trabajamos poder cumplir con nuestros objetivos y metas futuras, Ser una excelente profesional en agronomía.

Agradecimientos

A Dios que me dio la oportunidad de cumplir este gran sueño.

A mi amada hija María José, quien tuvo la paciencia de esperarme en mis jornadas de estudio y que siempre fue mi gran aliciente para continuar.

Al profesor Manuel Francisco Polanco, por ser el director de mi tesis y por ser el mejor profesor que tiene la universidad.

Contenido

Lista de Tablas	8
Lista de Figuras.....	9
Resumen.....	10
1. Introducción.....	12
2. Planteamiento del Problema	14
2.1 Descripción del Problema	14
2.2 Formulación del Problema	16
2.3 Justificación.....	16
3. Marco Teórico	18
3.1 La Hormiga Arriera.....	18
3.1.1 Clasificación taxonómica.	18
3.1.2 Morfología.....	19
3.1.3 Alimentación.	20
3.1.4 Habito.	21
3.1.5 Ciclo de vida.....	22
3.2 Manejo Integrado de Plagas.....	23
3.2.1 Los tres pilares del MIPE.	23
3.2.1.1 Prevención.....	23
3.2.1.2 Monitoreo.....	24
3.2.1.3 Intervención.	24
3.3 Tipos de Control.....	24
3.3.1 Control Físico-Mecánico.....	24
3.3.2 Control Biológico.....	24
3.3.3 Control Cultural.....	25
3.3.4 Control Químico.....	25
4. Objetivos.....	26

4.1 Objetivo General	26
4.2 Objetivos Específicos	26
5. Metodología.....	27
5.1 Tipo de Investigación	27
5.2 Descripción General del Área de Estudio	27
5.3 Diseño Experimental	27
5.3.1 Tratamientos.	27
5.5 Unidad Experimental.....	31
5.6 Variables Medidas.....	32
5.7 Manejo de la Investigación	33
6. Resultados y Discusiones	35
Evaluación del Comportamiento Poblacional de la Hormiga Cortadora de Hoja (A. Cephalotes) con Distintos Métodos de Control.....	35
7. Conclusiones.....	39
8. Recomendaciones	40
9. Referencias	42

Lista de Tablas

Tabla 1: Clasificación Taxonómica	19
Tabla 2: Tratamientos	28
Tabla 3: Descripción de los nidos	32
Tabla 4: Análisis de varianza para ingreso de hormigas por minuto considerando días de evaluación y tratamiento	36
Tabla 5: Método Tukey HSD con el 95% confiabilidad.....	37
Tabla 6: Pruebas de normalidad para residuos	3838

Lista de Figuras

Figura 1: Descripción morfológica de la hormiga arriera (A. Cephalotes), Fuente: (Maritza, s.f.)	20
Figura 2: División social de las hormigas (A. Cephalotes), Fuente: (naturalista, S,f.).....	21
Figura 3: División social de las hormigas arrieras (A. Cephalotes), fuente: (Castrillón, 2005)...	22
Figura 4: Ciclo de vida de la hormiga arriera (A. Cephalotes), fuente: (hormiga: características, hábitat, reproducción y mucho más, 2018).....	22
Figura 5: Nidos, Finca la Carmelita, predio donde se realiza el proceso de investigación para control de hormiga arriera (A. Cephalotes), Fuente: Autor 2019	30
Figura 6: Método para identificar los hormigueros, Fuente: Autor, 2019	30
Figura 7: Productos a utilizar para realizar el proceso de evaluación de la actividad de los nidos y la mortalidad, Fuente: Autor, 2019.....	31
Figura 8: Aplicación de los productos con la maquina insufladora manual, Fuente: Autor, 2019	34
Figura 9: Comportamiento del número de hormigas según el tratamiento, Fuente: Datos procesados por la Autora en Statgraphics 2019	35
Figura 10: Comportamiento del número de hormigas según el día de evaluación, Fuente: Datos procesados por la autora en Statgraphics 2019	36
Figura 11: Ingreso de hormigas por minuto según los días de evaluación, Fuente: Datos procesados por la autora en Statgraphics 2019	37

Resumen

Este trabajo muestra los resultados realizados para el control y manejo de la hormiga arriera (*Atta cephalotes*) el cual se realizó en la finca la Carmelita, ubicada en la vereda Marmato, ciudad de Armenia Quindío, La finca se encuentra en producción de café asociado con plátano, pero se ha venido presentando un caso limitante del insecto plaga con gran incidencia y afectación en los cultivos, la hormiga arriera (*A. Cephalotes*). Esta finca se encuentra a una altura de 1480 msnm, con temperatura promedio de 24°C y una precipitación promedio anual 2163 mm. Este trabajo se realizó utilizando un sistema de diseño al azar, con cuatro (4) tratamientos y cuatro (4) repeticiones, tomando como métodos de control (químico, biológico, orgánico y un testigo). para el manejo de las hormigas arriera (*A. Cephalotes*). Los productos utilizados fueron: Ráfaga 2,5 Dp a el cual le llamamos tratamiento N°1, *Beauveria Bassiana* tratamiento N° 2, Termihector tratamiento N° 3 y un testigo totalmente sin control. Los productos se adicionaron en las trampas identificadas en los lotes de producción de la finca, el cual se localizaron los nidos activos, se recolectaron e identifico la especie del insecto a investigar, se calculó el perímetro de los nidos y se recolectaron 1068 hormigas arrieras (*A. Cephalotes*) como total de los 16 nidos, con un promedio por nido 66,75 ingreso de hormigas por minuto, este conteo se dio antes de la aplicación de los productos. Se identificaron 16 nidos activos en lote de café renovación asociado con plátano (siembra nueva) con un área promedio por nido: ancho 142,25 cm y largo 130,87 cm y dos (2) bocas activas como promedio. Se evaluó el porcentaje (%) de mortalidad y el porcentaje (%) de reducción de los nidos, cuantificando el número de hormigas que ingresan por un minuto desde antes de la aplicación a los 8, 21, 53 y 90 días de la aplicación de los productos con el

fin de analizar la efectividad de los diferentes tratamientos, con el fin de desarrollar controles como parte de un Plan de Manejo Integrado (MIP) para el control de hormiga cortadora de hoja (*A. Cephalotes*).

Palabras clave: nidos, incidencia, mortalidad, plan de manejo integrado de plagas, efectividad.

1. Introducción

Las hormigas arrieras simbolizan uno de los grupos de insectos con mayor dispersión, adaptación y éxito evolutivo. Aunque importantes en términos de biodiversidad, su mayor impacto está representando en su gran adaptabilidad biológica, ecológica y de comportamiento, que las convierte en serias amenazas para los sistemas agrícolas, pecuarios y silvopastoriles. (*Jaffe, 2018*)

Las hormigas arrieras representan una de las cinco plagas que limitan la producción en una gran cantidad y variedad de los cultivos en los diferentes países productores de Suramérica, debido a facilidad de reproducción, constancias, adaptabilidad y evolución. Las hormigas arrieras de géneros (*Atta* y *Acromyrmex*) causan enormes pérdidas económicas en diversos cultivos del país; su manejo y control se realiza especialmente con el uso de productos químicos, que incrementan los costos de producción, y generalmente no son efectivos debido a la falta de desconocimiento por parte de los empresarios del campo. (*Vargas, 2019*)

Es importante tomar como referencia diferentes estudios que anuncian que: “en los países latinoamericanos aproximadamente 47 cultivos agrícolas y hortícolas, 13 especies forrajeras (pastos) y alrededor de 50 especies forestales, tanto nativas como introducidas, son atacados por las hormigas arrieras, causando disminuciones en la productividad y rentabilidad hasta de un 35 %” (*Montoya, 2019*)

Es por ello que es importante crear prácticas de control para la hormiga arriera, que sean factibles, aplicables, eficientes, responsables y amigables con el medio ambiente, lo cual es necesario ampliar el conocimiento de los aspectos biológicos y ecológicos de este insecto, generando un plan de manejo integral y así poder mitigar los impactos económicos negativos en el sector.

2. Planteamiento del Problema

2.1 Descripción del Problema

Un insecto plaga es un organismo vivo que reduce la disponibilidad, calidad o valor de un cultivo o producto como ser vivo (Castrillón, 2010). Dichos insectos tienen mecanismos de defensa y supervivencia que les permiten adaptarse a sus huéspedes, al medio ambiente y resistir algunos sistemas de control; es por ello que se hace necesario un manejo integrado que considere varias estrategias como: control biológico (enemigos naturales de insectos como depredadores y parásitos), control genético, control químico, control mecánico, control cultural, control legal entre otros (Castrillón, 2010).

En nuestro Colombia se hallan hasta el momento, cuatro especies: *cephalotes*, *columbica*, *laeviagata* y *sexdens*. El género *Acromyrmex* también hace parte del complejo de hormiga arriera, presenta en Colombia cuatro especies: *asperus*, *landolti*, *octospinosus* y *rugosus*. La diferencia con el género *Atta* es que el tamaño de los nidos pueden ser hasta 10 veces más pequeños, son muy superficiales, tienen generalmente un orificio al nido que le sirve de entrada y salida, no presentan casta de las obreras soldado, las poblaciones en los nidos adultos alcanzan números que no pasan de los 400.000 individuos, mientras que por ejemplo en Colombia *Atta laeviagata* alcanza poblaciones de 4.000.000 de individuos y *atta sexdens* poblaciones de hasta 8.000.000, hablamos de nidos maduros o adultos. (Mora, s.f.)

El departamento del Quindío de vocación agrícola presenta amenazas de carácter natural en la producción de alimentos como plátano, café, cítricos, aguacate entre otros, entre esas amenazas es tradicional encontrar hormiga arriera (*Atta spp.*) que puede defoliar cultivos en pocas horas, disminuyendo los rendimientos productivos y obligando a los productores a utilizar agrotóxicos

como medios de control más efectivos en corto tiempo. Este fenómeno natural que es reconocido en el Quindío está presente en muchas de las fincas del sector del municipio de Armenia, vereda Marmato, particularmente en la finca La Carmelita donde se evidencia una alta densidad de hormigueros encontrándose aproximadamente 5 hormigueros por cuadra, identificando uno con 39 entradas que ocupa cerca de 3,3 metros cuadrados; capaces de defoliar un árbol de café, aguacate y cítricos en una noche, igualmente, dejar sin hojas una planta de plátano en pocas horas, lo cual está llevando al productor a la desesperanza, toda vez que teme utilizar productos tóxicos que afecten la fauna silvestre y la producción limpia.

En el presente trabajo se estableció la población del insecto plaga con relación a las condiciones edafoclimáticas y la incidencia en los cultivos del predio, al mismo tiempo se evaluó los métodos de control: químico, biológico y natural que serán de gran utilidad para establecer un manejo adecuado e integral de esta plaga.

2.2 Formulación del Problema

¿Cuál es la eficiencia de los distintos métodos de control para control integrado de la hormiga arriera (*A. Cephalotes*) en la finca la Carmelita de Armenia Quindío?

2.3 Justificación

Las hormigas arrieras (*A. Cephalotes*) son una plaga limitante en la producción agrícola y forestal, en toda la región andina del país, ataca la mayoría de cultivos forestales y agrícolas como café, yuca, maíz, cítricos, mangos, almendros, eucaliptos, nogal pino, cedro, guamo y ornamentales entre otros. (Madrigal, 2003), en los que causa defoliación total de la planta, lo cual afecta la producción, reduce el proceso de crecimiento y muerte de las plantas cuando la incidencia del ataque es continuo. La gran mayoría de los productores no controlan el insecto, debido en muchos casos al desconocimiento biológico de la plaga, y cuando lo hacen, utilizan insecticidas químicos, que resultan inefectivos, por su baja especificidad, y causan efectos desfavorables al medio ambiente por su alta toxicidad. (Lemus, Rodríguez, Cuervo, Durán, Zuluaga y Rodríguez, 2008.)

Para que el manejo y control de esta plaga sea exitoso en una zona determinada, se debe hacer integrada con la comunidad, mediante la implementación de un manejo integrado de la plaga (M.I.P.), que incluya diferentes técnicas de control: químico, biológico, orgánico, cultural, manual y mecánico, para lo cual se hace necesario que los productores vecinos de los diferentes predios se organicen y trabajen conjuntamente en el manejo y control en sus veredas. (Constantino y Bonilla, 2004).

Se realizó este trabajo para evaluar alternativas de control biológico para (*A. Cephalotes*) con los siguientes productos:

- Ráfaga 2,5 Dp, que es un organofosforado que afecta las vías respiratorias del insecto y los mata,
- *Beauveria bassiana* que controlan directamente a la hormiga,
- Termihector producto natural, que ha sido considerado candidato para controlar el hongo fuente principal de alimentación de las hormigas,
- Un testigo sin ningún tipo de tratamiento.

Es importante crear un buen manejo integrado de plaga para control de hormiga arriera (*A. Cephalotes*) que se adapte a todos los productores pequeños y medianos de la región con el fin mejorar sus condiciones de productividad con un producto que genere impacto y sea económico.

3. Marco Teórico

3.1 La Hormiga Arriera

La hormiga arriera en los bosques, desempeña trascendentales funciones como las de acelerar el ciclaje de los bioelementos, airear el suelo, diseminar semillas, promover nuevos brotes de crecimiento en los árboles, entre otras. No obstante, cuando la vegetación natural es removida para establecer cultivos de subsistencia y comerciales se presenta un acrecentamiento desbordado del número de nidos e insectos que compiten en forma ventajosa con el hombre y es ahí donde aparece el concepto de plaga agrícola que tanto afecta a los campesinos (Vargas, 2019)

La hormiga arriera de género *Atta* es el de mayor presencia en Colombia (70 a 80%) mientras que el *Acromyrmex* representa una minoría (20 a 30%).

En su ciclo de vida, Las reinas viven de 14 promedio, pero pueden llegar a durar hasta 20 años, poniendo huevos a una tasa aproximada de 1.000.000 por año. Si esta reina llega a morir, también se muere todo el hormiguero. Las obreras viven de cuatro a siete meses en promedio, pero los soldados suelen durar 2 años, por otra parte, los machos alados duran muy poco, pues mueren después de copular en el vuelo nupcial. (Vargas, 2019)

3.1.1 Clasificación taxonómica.

Las hormigas arrieras pertenecen a la tribu *attini*, familia *Formicidae* de orden *Hymenoptera*.

Una característica común en todas las *attini* es son cultivadoras de un hongo del cual se alimenta en una simbiosis mutualista, no obstante, las especies difieren en algunos aspectos, como el

tamaño del hormiguero y en los alimentos que ellas colectan para el crecimiento del hongo.

(Duran, Cossio, Renteria, & Neita, 2006)

Tabla 1: Clasificación Taxonómica

Taxonomía	
Reino:	Animalia
Filo:	Arthropoda
Clase:	Insecta
Orden:	Hymenoptera
Familia:	Formicidae
Género:	<i>Atta</i>
Especie:	<i>A. Cephalotes</i>

Fuente: (libre, 2019)

3.1.2 Morfología.

A continuación, se presentan algunas de las características morfológicas generales de la hormiga arriera del género *Atta* (figura 4), con el objetivo de caracterizar la plaga adecuadamente en campo con las respectivas visitas:

- Espinas en el dorso del tórax (3 o 4 pares).
- Cabeza grande con antenas fuertes.
- Aparato bucal masticador desarrollado.
- Abdomen unido al tórax por dos nódulos.
- Cuerpo color café o rojizo.
- Tamaño entre 5 y 12 mm según la especie (Vargas, 2019)

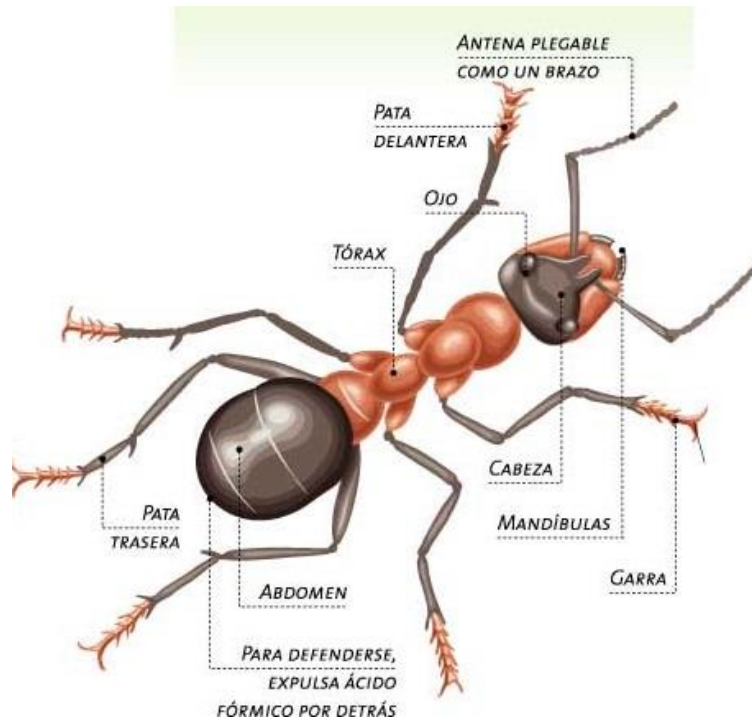


Figura 1: Descripción morfológica de la hormiga arriera (*A. Cephalotes*), Fuente: (Maritza, s.f.)

3.1.3 Alimentación.

Hace unos 40 millones de años, siendo la actual hormiga arriera una cosechadora de semillas y otros órganos vegetales en la naturaleza para su alimentación directa, se encontró con un hongo, tal vez un *basidiomyceto*, saprofito de materia orgánica en descomposición, poseedor de conidioforos y conidias el cual seguramente contaminó el material alimenticio dejado por las hormigas en sus cámaras dentro o en la superficie del suelo, este fue el inicio de una simbiosis mutualista u obligada que es una característica ecológica que le permite a organismos de diferentes especie, beneficiarse mutuamente con la asociación, sin embargo, las hace interdependientes en su existencia. (Mora, s.f.)

3.1.4 Habito.

El hormiguero nace con la reina y muere con la reina.

Las colonias son monoginas, es decir tienen una sola reina, si se muere o la sacamos, el hormiguero se acaba, la reina es irremplazable, es como sacarle el corazón a uno, esta es la principal razón por la cual se le ha dado el nombre de organismo a un hormiguero de

Atta. (Mora, s.f.)



Figura 2: División social de las hormigas (*A. Cephalotes*), Fuente: (naturalista, S.f.)



Figura 3: División social de las hormigas arrieras (*A. Cephalotes*), fuente: (Castrillón, 2005)

3.1.5 Ciclo de vida.

Las hormigas arrieras tienen metamorfosis completas:

Estado inmaduro:

- Huevo (25 días),
- Larva de (25 a 52 días),
- Pupa (14 días), para un total de 64 a 91 días.
- Adulto: hormigas con su tamaño definido (Castrillon, 2005)

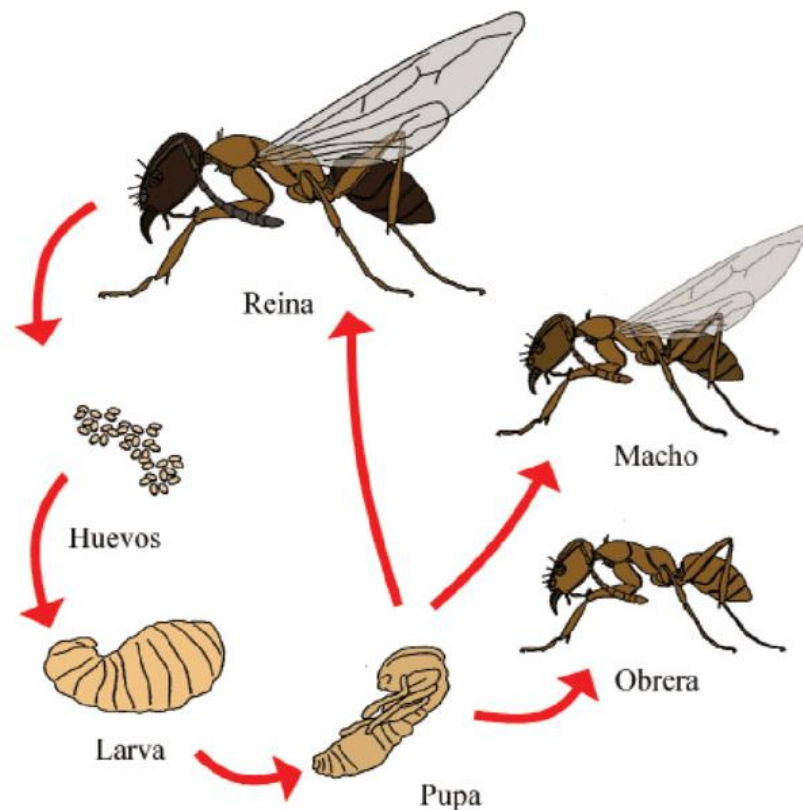


Figura 4: Ciclo de vida de la hormiga arriera (*A. Cephalotes*), fuente: (hormiga: características, hábitat, reproducción y mucho más, 2018)

3.2 Manejo Integrado de Plagas.

El Manejo integrado de plagas y enfermedades (MIP) es una alternativa viable que ha sido definida por la Unión Europea como “la aplicación racional de una combinación de medidas biológicas, biotecnológicas, químicas, de cultivo o de selección de vegetales de modo que la utilización de productos fitosanitarios químicos se limite al mínimo para mantener la población de la plaga en niveles inferiores a los que producirían daños o pérdidas inaceptables desde un punto de vista económico” ; lo anterior quiere decir que la intervención sobre el cultivo debe ser económicamente justificable con el fin de reducir los riesgos para la salud humana y para el medio ambiente (ICA, 2016).

3.2.1 Los tres pilares del MIPE.

3.2.1.1 Prevención.

Es importante tener medidas para evitar el incremento de la población de este insecto y así determinar poblaciones altas que se puedan convertir en plagas, para eso se deben tener en cuenta unas actividades, ejemplo:

- Distribución del cultivo.
- Rotación de los cultivos (principalmente si son hortalizas)
- Identificar la conducta de la plaga.
- Realizar las labores de manejo agronómico de manera oportuna.
- Implementar buenas fuentes de fertilización en los cultivos según los requerimientos
- Protección de la entomofauna benéfica (Martínez, A. 1998). (ICA, 2016)

3.2.1.2 Monitoreo.

El monitoreo es el reconocimiento de la plaga en un cultivo y la afectación realizada, identificando el estado biológico de la plaga (huevos, larvas, pupas, adultos o entre otros) y la intensidad (incidencia y severidad). Si estas medidas son insuficientes, puede considerarse el uso de productos fitosanitarios. (ICA, 2016)

3.2.1.3 Intervención.

Cuando los monitoreos indican que se ha sobrepasado un umbral de daño económico, pueden emplearse distintos controles de MIPE para prevenir impactos económicos en los cultivos o que la plaga o la enfermedad se extienda a otros cultivos. (ICA, 2016)

3.3 Tipos de Control.

3.3.1 Control Físico-Mecánico.

Se pretende destruir los nidos de las hormigas utilizando herramientas como; palines, palas, recatones, picas o combustibles con el fin de buscar la reina y sacrificarla, ya que la reina es irremplazable, por ende, se acabaría el hormiguero. toneladas.

3.3.2 Control Biológico.

Este es un control con insecticida biológico a través de depredadores, parásitos y microorganismos, como: *Beauveria*, *Metarhizium* y el *Trichoderma*.

3.3.3 Control Cultural.

Este método se hace a través de los cebos vegetales con avena en hojuelas y jugo de naranja, de hongos como *Beauveria*, *Metharizium*, *Trichoderma* y *Penicillium*

3.3.4 Control Químico.

Este método se realiza con insecticidas químicos sintéticos (formicidas), cebos tóxicos granulados o termo nebulizadores.

4. Objetivos

4.1 Objetivo General

Evaluar la eficacia de un producto natural dentro de las estrategias del control de la hormiga cortadora de hojas (*A. Cephalotes*), en una explotación cafetera y platanera en el municipio de Armenia Quindío.

4.2 Objetivos Específicos

Evaluar el comportamiento poblacional de la hormiga cortadora de hoja (*A. Cephalotes*) con distintos métodos de control en una finca cafetera del municipio de Armenia Quindío.

Determinar la eficacia de un producto natural en el control de poblaciones de hormiga cortadora de hoja (*A. Cephalotes*) dentro de una explotación cafetera y platanera del municipio de Armenia Quindío.

5. Metodología

5.1 Tipo de Investigación

La investigación es de tipo experimental, con enfoque cuantitativo y cualitativo. Se denomina experimental porque se manipulan una o más variables de tipo independientes (causas), para evaluar las consecuencias que dicha manipulación puede tener sobre las variables dependientes (efectos), y cuantitativo porque los datos son producto de mediciones que se representan mediante magnitudes numéricas (Sampieri, 2010).

5.2 Descripción General del Área de Estudio

La investigación se realizó entre mayo y agosto del año 2019 en el predio La Carmelita, situada en la vereda Marmato, Municipio de Armenia, Quindío; con unas medidas de georreferenciación: latitud: 4°48'19.71" N y longitud: -75°7'11.444" O, con una altura promedio de 1480 m.s.n.m., con temperatura de 24°C, precipitación anual de 2163 mm, humedad relativa promedio de 75%, brillo solar anual de 1470 h (*Agroclima, 2019*), en suelos franco arenosos de origen volcánico.

5.3 Diseño Experimental

Se utilizó un diseño experimental completamente al azar, con mediciones repetidas, con cuatro (4) tratamientos y cuatro (4) repeticiones, y 16 mediciones para cada unidad experimental; los tratamientos se describen a continuación.

5.3.1 Tratamientos.

Los tratamientos corresponden a los tipos de control aplicados en los hormigueros:

- **Tratamiento 1:** Clorpirifos (ráfaga 2.5 % DP), Concentración: 25g/ Kg en dosis aplicación de 100 gr, aplicado mediante maquina manual insufladora
- **Tratamiento 2:** *Beauveria bassiana* (safer mix WP), (Esporas por gramo 4×10^8) aplicación de 100 gr, aplicado mediante maquina manual insufladora
- **Tratamiento 3:** Producto natural TERMIHECTOR aplicando 100 gr, aplicado mediante maquina manual insufladora (Harina de roca calcinada sometida a unos 1000°C, basaltos, serpentina, azufre y cobre)
- **Tratamiento 4:** Testigo sin producto de control.

Tabla 2: Tratamientos

Tratamientos			
Repetición	Descripción Del Tratamiento	Enumeración De La Trampa	Enumeración De Los Tratamientos
1	Clorpirifos (ráfaga 2.5 % DP)	4	t1
	<i>Beauveria bassiana</i> (safermix WP)	3	t2
	Producto natural TERMIHECTOR	2	t3
	Testigo sin producto de control.	1	t4
2	Clorpirifos (ráfaga 2.5 % DP)	7	t1
	<i>Beauveria bassiana</i> (safermix WP)	5	t2
	Producto natural TERMIHECTOR	8	t3

	Testigo sin producto de control.	6	t4
3	Clorpirifos (ráfaga 2.5 % DP)	9	t1
	<i>Beauveria bassiana</i> (safermix WP)	12	t2
	Producto natural TERMIHECTOR	11	t3
	Testigo sin producto de control.	10	t4
4	Clorpirifos (ráfaga 2.5 % DP)	14	t1
	<i>Beauveria bassiana</i> (safermix WP)	15	t2
	Producto natural TERMIHECTOR	13	t3
	Testigo sin producto de control.	16	t4

Fuente: Autor 2019



Figura 5: Nidos, Finca la Carmelita, predio donde se realiza el proceso de investigación para control de hormiga arriera (*A. Cephalotes*), Fuente: Autor 2019



Figura 6: Método para identificar los hormigueros, Fuente: Autor, 2019



Figura 7: Productos a utilizar para realizar el proceso de evaluación de la actividad de los nidos y la mortalidad, Fuente: Autor, 2019

5.5 Unidad Experimental

Se ubicaron los nidos con las mismas características tales como: arvenses que la rodea como: masequia, chorrillo, venadillo, camapona, coneja y estrellita. Tamaño del hormiguero conformados con unas medidas promedias: ancho 142,25 cm y largo 130,87 cm y dos (2,25) entradas o salidas activas como promedio. Se ubicó un área en la finca la carmelita lote de 1 hectárea aproximadamente, donde se maneja cultivo de café asociado con plátano, el café de 7 años con una zoca de 14 meses variedad castillo, distancia de siembra al 1,5 x 1,5 cada cuatro (4) barreas de café se sembró una de plátano con una distancia de siembra de planta a planta de 1,75 cm, semilla variedad dominico hartón, plantas de plátano sembradas con 6 hojas, ósea 3 meses de edad, (plantación de vivero), también el lote cuenta con unos árboles de sombrero como los 5 guamos variedad machetos (*Inga spectabilis*), satafereños hay 4, 3 árboles de aguacates nativos, 4 árboles de guayaba agria (*Psidium guajaba*) y 3 árboles de caimo

(*Chrysophyllum_cainito*), para el trabajo de investigación realizado se encontraron en el lote 16 unidades experimentales, los cuales se seleccionaron al azar; en la siguiente tabla podemos evidenciar la descripción de los nidos según su perímetro.

Tabla: 3 Descripción de los nidos

Hormigueros	tamaño de hormigueros		No de bocas hormigueros
	Ancho	Largo	
1	145	145	3
2	127	113	2
3	150	150	2
4	145	140	3
5	190	150	2
6	120	110	2
7	138	131	2
8	150	135	3
9	110	110	2
10	150	120	2
11	180	150	3
12	150	140	2
13	136	120	2
14	126	132	2
15	125	123	2
16	134	125	2
Total,	142,25	130,875	2,25
Promedio			

Fuente: Autor 2019

5.6 Variables Medidas

Se reviso el ingreso de hormigas por minuto teniendo en cuenta el factor días de evaluación (0, 8, 21, 53 y 90) y el factor de los tratamientos (químico, biológico, natural y testigo).

5.7 Manejo de la Investigación

Antes de realizar la aplicación a los 16 nidos, se muestreó la población de soldados y obreras por nido activo por tres (3) días, este conteo se realizó entre las 19:30 en adelante que es cuando los individuos presentan mayor actividad (*Cedeño León, 1994*), luego del muestreo que se realizó con el propósito de conocer la actividad de los individuos sin tratamiento, contando una por una de las hormigas que entraban al nido, identificando en cada uno de los muestreos el ingreso de hormigas por minuto, posteriormente se aplicaron los tres productos en polvo, (químico, biológico y el natural), por medio de una maquina manual conocida en el medio como insufladora, se aplicó (100 gramos) de cada uno de los productos en la muestras previamente seleccionadas como diseño al azar. los productos fueron aplicados a las bocas activas de los nidos. se realizó una sola aplicación de los tratamientos a trabajar y los datos del conteo de hormigas (ingreso de hormigas por minuto) fueron tomados durante 90 días, tomando el primer dato el día 8, segundo dato día 21, tercer dato día 53 y el último dato el día 90, realizado en cada uno de los hormigueros (nidos) evaluados.



Figura 8: Aplicación de los productos con la maquina insufladora manual, Fuente: Autor, 2019

6. Resultados y Discusiones

Los resultados obtenidos en este estudio se discutirán en dos partes, primero en términos de la actividad de los nidos antes y después de la aplicación y en segundo se discutirá en términos del porcentaje de control de hormiga (*A. Cephalotes*).

Evaluación del Comportamiento Poblacional de la Hormiga Cortadora de Hoja (*A. Cephalotes*) con Distintos Métodos de Control

Se inicia tratando de realizar un análisis de varianza que tiene como respuesta el ingreso de hormigas por minuto y como factor el tratamiento que tiene 4 niveles: químico, biológico, natural y el testigo; se obtiene el comportamiento que se muestra en la figura N°9, donde se visualiza que no se evidencia diferencia entre los tres primeros tratamientos, pero si entre ellos y el testigo.

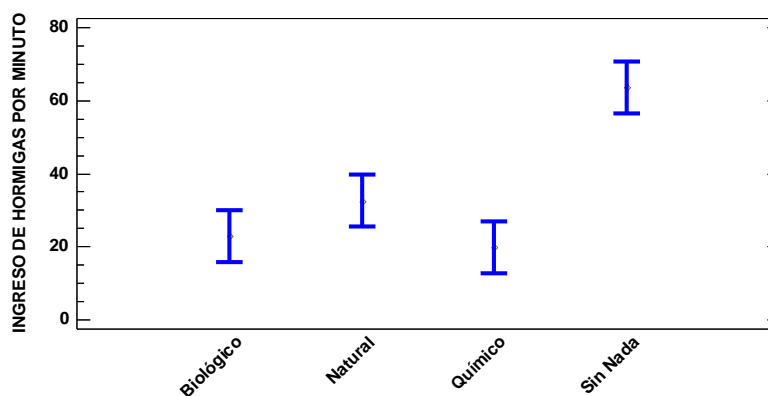


Figura 9: Comportamiento del número de hormigas según el tratamiento, Fuente: Datos procesados por la Autora en Statgraphics 2019

Al considerar el ingreso de hormigas a los nidos tomando como factor el día de evaluación se encontró el comportamiento que se evidencia en la figura 10

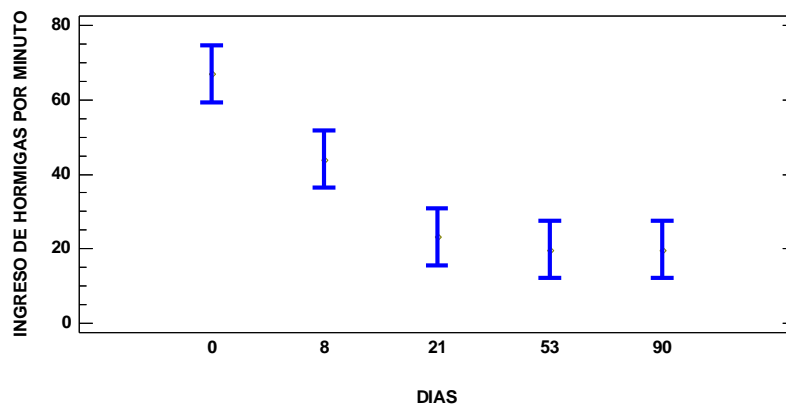


Figura 10: Comportamiento del número de hormigas según el día de evaluación, Fuente: Datos procesados por la autora en Statgraphics 2019

Al realizar el análisis de varianza con los dos factores simultáneamente y como variable respuesta el número de hormigas que ingresan a los nidos se obtienen los resultados resumidos en la tabla N°4.

Tabla 4: Análisis de varianza para ingreso de hormigas por minuto considerando días de evaluación y tratamiento

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Efectos Principales					
A: Días de evaluación	27201,7	4	6800,42	89,87	0,00001
B: Tratamiento	23885,2	3	7961,75	105,22	0,00001
Interacciones AB	6968,62	12	580,719	7,67	0,00001
residuos	4540,0	60	75,6667		
Total (Corregido)	62595,5	79			

Fuente: Datos procesados por la autora en Statgraphics 2019

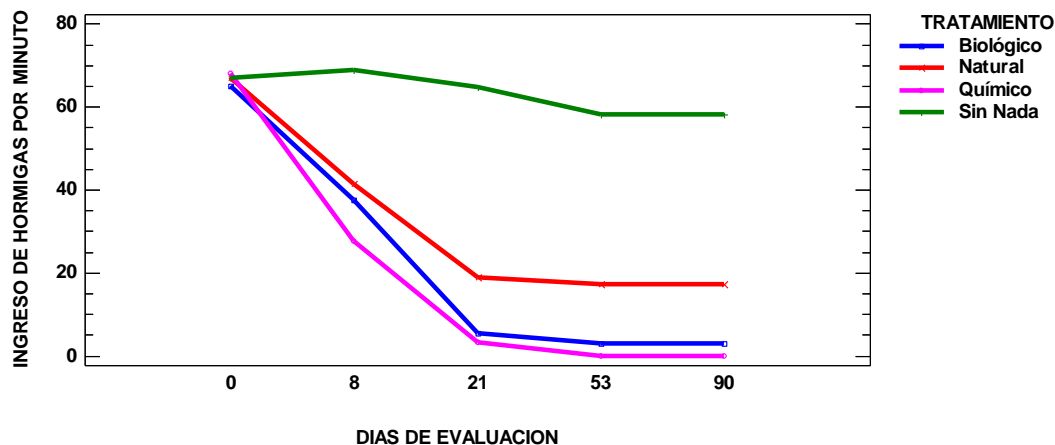


Figura 11: Ingreso de hormigas por minuto según los días de evaluación, Fuente: Datos procesados por la autora en Statgraphics 2019

En la figura 11, se puede observar con claridad que en los tres tratamientos (químico, biológico y natural) los días 8 y 21 después de la aplicación se evidencia un flujo de ingreso de hormigas por minuto mucho menor que el día cero (0).

Al analizar los resultados obtenidos para el factor días de evaluación, se encuentra que hay diferencia entre los días cero a ocho y de allí en adelante, el comportamiento del número de hormigas por minuto es muy parecido según la tabla 5.

Tabla 5: Método Tukey HSD con el 95% confiabilidad

Días de evaluación	Casos	Media LS	Sigma LS	Grupos Homogéneos
53	16	19,625	2,17466	X
90	16	19,625	2,17466	X
21	16	23,0625	2,17466	X
8	16	43,8125	2,17466	X
0	16	66,75	2,17466	X

Fuente: Datos procesados por la autora en Statgraphics 2019

Al realizar la prueba de normalidad para los residuos, se encuentra que ellos tienen distribución normal, según la prueba de Shapiro-Wilk, que se evidencia en la tabla 5.

Tabla 6: Pruebas de normalidad para residuos

Prueba	Estadístico	Valor-P
Estadístico W de Shapiro-Wilk	0,965454	0,109805

Fuente: Datos procesados por la autora en Statgraphics 2019

7. Conclusiones

- De acuerdo a los resultados obtenidos bajo las condiciones del presente estudio bajo el método de análisis de varianza, el tratamiento 1, 2 y 3 no tienen diferencias significativas entre ellos, pero entre cada uno de ellos con el tratamiento 4 sí, ya que el tratamiento 4, sin producto de control los nidos mantuvieron las salidas activas y su comportamiento de insectos al entrar y salir permaneció.
- Sin duda alguna el tratamiento 1 (químico), mostró ser más eficiente que los otros tratamientos ya que en los ocho días de evaluación obtuvo rendimientos óptimos frente al ingreso de hormigas por minuto, pero, no indica que sea el mejor para el suelo, el medio ambiente, la biota, microfauna y el ser humano.
- Los tratamientos 2 (biológico), es un producto que no va a perjudicar el medio ambiente y la biota, podría llegar a ser igual de eficiente que el químico si se llegara a aumentar la dosis y la frecuencia de la aplicación.
- El tratamiento 3 (Termihector), producto natural, está en proceso de estudio, de ajustar dosis y continuidad de la aplicación, validar la eficiencia y sacar registro ICA.

8. Recomendaciones

- Es importante realizar un diagnóstico de la finca, con el fin de identificar presencia de hormigas las cuales puedan afectar los cultivos, en este caso identificación de número de hormigueros, bocas activas y especie, con el fin de poder realizar un adecuado manejo y control de la plaga donde sea amigable con el medio ambiente y la protección de los suelos.
- En el Departamento del Quindío, es importante comenzar a realizar procesos de monitoreo a mediados del mes de mayo y comienzos del mes de octubre, con el fin de identificar las reinas aladas y sus nuevos nidos, realizando un Control Físico-Mecánico.
- El fabricante dentro del proceso de evaluación debería entregar un manual del producto teniendo en cuenta ingredientes activos, concentraciones y dosificación para su uso, para así poder ajustar la dosis letal para el control de las hormigas, por lo mismo se sugiere otros estudios de evaluación con una dosificación más alta, con una frecuencia de 15 días y con un tiempo de evaluación de 90 días.
- Es importante que el fabricante del producto Termihector pueda realizar los procesos pertinentes para la obtención del registro ICA.
- Realizar evaluaciones en distintas épocas del año para comprobar la eficacia de TERMIHECTOR y observar su comportamiento.

- Producto natural TERMIHECTOR debe estar más pulverizado para que la insufladora no se tape tanto y pueda penetrar más en los nidos.
- Elaborar y evaluar nuevas formulaciones a concentraciones más bajas y más altas, para el producto natural TERMIHECTOR.
- Aunque el manejo químico disminuye más rápidamente la población de los nidos, la aplicación de hongos entomopatógenos y productos naturales al cabo del tiempo es más eficiente en el control de las poblaciones, ya que se está realizando un manejo en equilibrio con el medio ambiente y la microbiología.

9. Referencias

- Agroclima, C. (08 de 2019). Obtenido de Boletín agrometeorológico cafetero número 48:
https://agroclima.cenicafe.org/login?p_p_id=58&p_p_lifecycle=0&_58_redirect=%2Fweb%2Fguest%2Fregistros-historicos
- Castrillón, A. C. (2010). Aspectos generales del control microbiológico y su aplicación en el manejo integrado del picudo negro del plátano (*Cosmopolites sordidus* Germar). . En A. C. Castrillón, Experiencias en Colombia sobre el uso de entomopatógenos en el control de plagas en el control de plagas en el cultivo de plátano (pág. 7p).
- Castrillon, J. C. (2005). Biología, manejo y control de la hormiga arriera . Santiago de Cali: Imprenta departamental del Valle del Cauca .
- Cedeño León, A. s. (1994). Los Bochados: aspectos de su ecología. En C. leon, Los Bochados: aspectos de su ecología. (pág. 71). Venezuela : acta científica Venezolana .
- Duran, R. E., Cossio, F. G., Renteria, N. y., & Neita, J. C. (2006). Cartilla N°1 hormiga arriera: Biología, Ecología y Hábitos . Obtenido de http://bibliotecadigital.agronet.gov.co/bitstream/11348/3875/1/20061127161619_Hormiga%20arriera%20parte%20uno.pdf
- Flint, M. L. (s.f.). IPM in practice : principles and methods of integrated pest management / Mary Louise Flint, Patricia Gouveia. "University of California Statewide Integrated Pest Management Project.", 2001.
- Hormiga: Características, hábitat, reproducción y mucho más. (22 de 05 de 2018). Obtenido de hablemos de insectos : <https://hablemosdeinsectos.com/hormiga/>

- ICA, M. J.–D. (15 de 04 de 2016). Manejo fitosanitario del cultivo del plátano (*Musa spp.*)
Medidas para la temporada invernal. Obtenido de ICA, linea agricola:
http://www.fao.org/fileadmin/templates/banana/documents/Docs_Resources_2015/TR4/cartilla-platano-ICA-final-BAJA.pdf
- Jaffe, H. y. (29 de 08 de 2018). Manejo Integrado De Hormiga Arriera. Obtenido De Manejo Integrado De Hormiga Arriera: <http://perkinsltda.com.co/articulos/04.pdf>
- libre, L. e. (18 de 02 de 2019). clasificacion taxonomica *Atta cephalotes*. Obtenido de Wikipedia:
https://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Atta_cephalotes&oldid=114029049
- Maritza. (s.f.). planteamiento animales, secuencias didacticas. Obtenido de fichas de insectos para niños : <https://co.pinterest.com/pin/392165080033386277/>
- Montoya, R. (03 de 07 de 2019). Manejo Integrado De Hormigas Cortadoras De Hojas “Hormiga Arriera”. Obtenido De Manejo Integrado De Hormigas Cortadoras De Hojas “Hormiga Arriera”: <https://rubieltmontoya.wordpress.com/2012/07/13/manejo-integrado-de-hormigas-cortadoras-de-hojas-hormiga-arriera/>
- Mora, O. (s.f.). Hormiga Arriera . Obtenido de agricultura organica (CVC):
http://www.controlbiologico.com/hormiga_arriera.htm
- Naturalista. (s.f.). Hormiga Arriera Roja *Atta cephalotes*. Obtenido de
https://www.naturalista.mx/taxa/153974-Atta-cephalotes/browse_photos
- Sampieri, R. (2010). Metodología de la investigación. En R. F. Metodología de Sampieri, Metodología de la investigación (5ta. ed.). D.F., México: McGraw Hill.

Vargas, E. D. (03 de 07 de 2019). Plan De Manejo Integrado De La Hormiga Arriera En El Municipio De Campohermoso Boyacá. Obtenido De Plan De Manejo Integrado De La Hormiga Arriera En El Municipio De Campohermoso Boyacá:
http://campohermosoboyaca.micolombiadigital.gov.co/sites/campohermosoboyaca/content/files/000072/3596_hormiga-arriera-en-campohermoso.pdf