



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MORELOS

FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS

**EVALUACIÓN DE ESPECIES VEGETALES, PARA EL CONTROL DE LA
HORMIGA ARRIERA (*Atta* sp.) (Hymenoptera: Formicidae) EN
MAÍZ ALMACENADO (*Zea mays*).**

TESIS PROFESIONAL POR ETAPAS

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

B I Ó L O G O

P R E S E N T A:

MARÍA GUADALUPE PORTILLA DÍAZ

DIRECTORA: M. en C. MARÍA IDALIA CUEVAS SALGADO.

DEDICATORIA

Dedico este proyecto a mi madre quien me apoyo y alentó en todo momento, que dio su esfuerzo y tiempo para mi formación.

A mi padre por ser mi sustento y fuerza para lograr este proyecto, me porto carácter y responsabilidad.

Y a mis hermanos quienes me inspiraron a seguir y dar lo mejor de mí, para ser un ejemplo para ellos.

AGRANCIMIENTOS

Agradezco infinitamente a mi familia por ser mi pilar.

Agradezco profundamente a mi directora de tesis quien me dio su tiempo, cariño, me oriento y apoyo en todo momento.

Y por último agradezco mucho a todas las personas que me dieron su apoyo durante el desarrollo de este proyecto

CONTENIDO

ÍNDICE DE CUADROS	ii
ÍNDICE DE FIGURAS	ii
I. INTRODUCCIÓN	1
1.1 Hipótesis	2
1.2 Objetivo general	2
1.3 Objetivos particulares	2
II. ANTECEDENTES	3
2.1 Hormigas	3
2.2 Clasificación taxonómicas de <i>Atta</i> sp.	4
2.2.2 Características del género <i>Atta</i>	5
2.2.3 Importancia económica	7
2.2.4 Distribución geográfica	7
2.2.5 Organización social	8
2.2.6 Ciclo biológico	9
2.3 Métodos de control	12
2.3.1 Control químico	12
2.3.2 Control mecánico	12
2.3.3 Control cultural	13
2.3.4 Control biológico	13
2.3.5 Control con productos naturales	14
III MATERIALES Y MÉTODOS	20
3.1 Área de estudio	20
3.2 Elaboración de infusiones	20
3.3 Especies vegetales seleccionadas	20
3.4 Diseño experimental	21
3.5 Desarrollo experimental	22
3.6 Análisis estadístico	23
III RESULTADOS Y DISCUSIÓN	23
3.1 Conclusiones	26
3.2 Perspectivas	26
IV. LITERATURA CITADA	28

ÍNDICE DE CUADROS

I. Gramos de maíz transportados por <i>Atta</i> sp.	23
II. Ordenación y agrupamientos de Tukey de los tratamientos significativamente diferentes	24
III. Prueba de Dunnett, comparación de tratamientos con el testigo	24

ÍNDICE DE FIGURAS

1. Morfología típica de una hormiga	3
2. Nido de <i>Atta</i> sp.	6
3. Hormiga chicatana (<i>Atta mexicana</i>)	6
4. Macho y hembra alados de <i>Atta</i> sp. después del vuelo nupcial	10
5. Ciclo biológico general de <i>Atta</i> spp. (<i>Atta Cephalotes</i>)	11
6. Esquematización de la distribución de tratamientos (bloques al azar)	22
7. Porcentaje de repelencia obtenida por las infusiones	25

I. INTRODUCCIÓN

Actualmente se considera que las hormigas cortadoras de hojas pertenecen a la tribu *Attini* que agrupa a 12 géneros conocidos, siendo los más importantes para la región Neotropical a nivel agronómico los géneros *Atta* y *Acromyrmex*, conocidos comúnmente como hormigas arriera (Brandão *et al.*, 2011; Hölldobler & Wilson, 2011). Estos grupos poseen una alta complejidad organizacional con división de labores y cuidado de crías, además de un sistema de comunicación en colonia y su respuesta inmune al ataque de patógenos a través del autoacicalamiento o acicalamiento social (Jeanie & Errard, 2009; Wilson & Nowak, 2014; Bear, 2015).

Con respecto al género *Atta*, son uno de los grupos de herbívoros más exitosos de la naturaleza, ya que utilizan una amplia variedad de plantas para preparar el sustrato donde crece su hongo simbiote *Leucoagaricus gongylophorus* o *Attamyces bromatificus* (Basidiomycetes) (De Fine Licht & Boomsma, 2010; Mueller *et al.*, 2010). La alimentación de la hormiga arriera se considera en primera instancia monófaga, ya que se alimentan mayoritariamente del hongo simbiote que cultivan (micófagas), el cual metaboliza los polisacáridos de las plantas que recolectan (Erthal *et al.*, 2009; Kooijet *et al.*, 2011; Moller *et al.*, 2011). No obstante, también son polífagas porque incorporana su dieta la savia y los fluidos extracelulares de las plantas mientras cortan sus partes preferidas (Brener *et al.*, 2007; Gerhold *et al.*, 2007; Herrera y Valenciaga, 2011).

El principal daño de la hormiga arriera, por su intensa herbivoría, ocurre durante el establecimiento de los cultivos de interés agrícola, aunque también es común que hurten y deterioren los granos almacenados, además de perjudicar el cultivo forestal o ganadero; sin embargo, en cultivos perennes como los cítricos y los pastizales son cuantiosas las pérdidas (Carrasco, 1962; Della, 2003; Herrera y Valenciaga, 2011). Usualmente su estrategia control está basada en el empleo de productos químicos, los cuales son incorporados a cebos granulados que contienen un atrayente; sin embargo, su efectividad es variable debido a los hábitos higiénicos de las hormigas arrieras (Nickele *et al.*, 2013; Mesén, 2015). Por lo expuesto, en la presente investigación se evalúa una opción de control para *Atta* sp., la cual se base en el uso de infusiones vegetales que pretende repeler el ataque de esta hormiga al maíz almacenado. Es

necesario destacar, que la propuesta no intenta convertirse en la única opción de control; por el contrario, pretende coadyuvar en el control integral de la plaga, con el afán de reducir en lo posible el uso de productos químicos que inevitablemente dañan al ambiente.

1.1 Hipótesis

El uso de infusiones vegetales, es una opción práctica y libre de contaminantes para reducir el daño de *Atta* sp. al maíz almacenado.

1.2 Objetivo general

Evaluar infusiones vegetales mezcladas con maíz almacenado, como repelentes para *Atta* sp.

1.3 Objetivos particulares

- a) Evaluar la infusión de cempasúchil (*Tagetes erecta*), ajeno (*Artemisia absinthium*), albahaca (*Ocimum basilicum*), ajo (*Allium sativum*) y tomillo (*Thymus vulgaris*) como repelentes para *Atta* sp., en relación al testigo.
- b) Establecer el efecto residual de los tratamientos destacados.

II. ANTECEDENTES

2.1 Hormigas

Las hormigas son un grupo de insectos diverso y abundante, con una morfología general típica, que junto a las abejas y avispas integran el orden Hymenoptera (Figura 1). De manera particular, las hormigas pertenecientes a la familia Formicidae, siendo un aspecto inherente a todas ellas el ser sociales; es decir, viven en colonias, dentro de las cuales es posible distinguir una casta obrera y una reproductora; adicionalmente, algunos autores clasifican las especies de hormigas de acuerdo a su alimentación: omnívoras, micófagas (exclusivas de América), granívoras y depredadoras (Herrera, 2009; Escárraga y Guerrero, 2014, Vásquez y Rocha, 2016). Exceptuando las regiones con nieve, las hormigas están distribuidas en casi todas las regiones zoogeográficas siendo parte importante de la biodiversidad terrestre, reconociendo más de 13 mil especies distribuidas en 21 subfamilias y 299 géneros, de las cuales 15 están presentes en la región Neotropical con 130 géneros (Fernández y Sendoya, 2004; Escárraga y Guerrero, 2014).

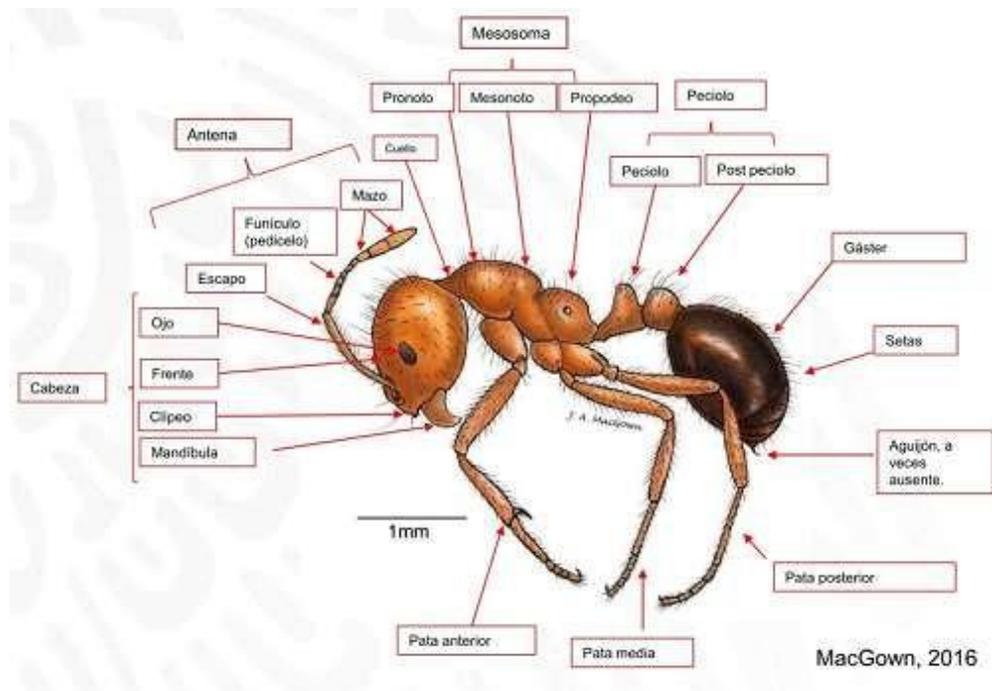


Figura 1. Morfología típica de una hormiga (SENASICA, 2019).

Con respecto al número de especies, actualmente se considera que existen aún muchas especies que no han sido descubiertas o formalmente descritas, por lo que se sugiere que la inclusión de éstas podría incrementar el número total a más de 30 mil especies (Fisher, 2010; Ríos, 2014). De este total, 927 especies se encuentran en México, lo cual representa casi el 8% del total mundial. Estas especies pertenecen a 94 géneros en 12 subfamilias, las cuales se encuentran distribuidas en todos los estados de la república incluidas algunas islas (Fisher, 2010).

En general, las hormigas pueden hacer sus nidos en o sobre el suelo, o utilizar los árboles como hábitat. Dentro de este abanico de posibilidades, algunas especies prefieren anidar dentro del suelo, desarrollando todo su ciclo de vida en él. Otras, en cambio, establecen nidos perennes en el suelo pero buscan alimento sobre la superficie, como las hormigas defoliadoras del género *Atta*. (Escárraga y Guerrero, 2014). En contraste, hay especies que habitan en la hojarasca, donde construyen nidos efímeros ubicados en diferentes recursos como ramas, troncos, hojas o frutos caídos, ejemplo de ello son las hormigas del género *Cyphomyrmex* (Escárraga y Guerrero, 2014; Ríos, 2014).

En algunos casos es tal la especialización, que algunas especies del género *Pseudomyrmex* y la única especie de *Myrcidris epicharis* han establecido asociaciones ecológicas con plantas como las acacias, en donde las hormigas viven dentro de sus espinas estipulares donde la planta las alimenta, recibiendo a cambio su defensa contra los herbívoros (Vicente, *et al.*, 2012). Con respecto a México, actualmente se han descrito 927 especies de hormigas, pertenecientes a 93 géneros y 11 subfamilias; destacando el sureste y norte del país como las zonas en la que se conoce la mayor riqueza (Vásquez, 2015).

2.2 Clasificación taxonómicas de *Atta* spp.

Las hormigas arrieras o chicanas está representadas por 18 especies (Infante, *et al.*, 2021; ITIS, 2021), las cuales de acuerdo con Serratos (2015) e ITIS (2021) se agrupan en la siguiente clasificación taxonómica:

Phyllum: Arthropoda
Subphyllum: Hexapoda
Clase: Insecta
Subclase: Pterygota
Infraclase: Neoptera
Superorden: Endopterygota
Orden: Hymenoptera
Suborden: Apocrita
Superfamilia: Vespoidea
Familia: Formicidae
Subfamilia: Myrmicinae
Tribu: Attini

Género: *Atta* (Fabricius, 1805).

Especies: *Atta bisphaerica* (Forel, 1908).
Atta capiguara (Goncalves, 1944).
Atta cephalotes (Linnaeus, 1758).
Atta columbica (Guerin-Meneville, 1844).
Atta dissimilis (Jerdon, 1851).
Atta domicola (Jerdon, 1851).
Atta goiana (Goncalves, 1942).
Atta insularis (Guerin-Meneville, 1844).
Atta laevigata (Smith, 1858).
Atta mexicana (Smith, 1858).
Atta octospinosa (Reich, 1793).
Atta opaciceps (Borgmeier, 1939).
Atta robusta (Borgmeier, 1939).
Atta saltensis (Forel, 1913).
Atta sexdens (Linnaeus, 1758)
Atta silvae (Goncalves, 1983).
Atta texana (Buckley, 1860).
Atta vollenweideri (Forel, 1893).

2.2.2 Características del género *Atta*.

El género *Atta* se caracteriza incluir hormigas grandes, usualmente de color marrón oscuro, poseen tres pares de espinas dorsales puntiagudas, cuentan con polimorfismo entre obreras y poseen casta de soldados, tienen el abdomen liso con pelos largos y el

primer segmento del abdomen se divide en dos partes: peciolo y postpeciolo (Estrada, 2012; Peña y Torres, 2018). Adicionalmente, el opistogáster no presenta tubérculos y al igual que el género *Acromyrmex*, son las únicas en cortar y acarrear fragmentos de hojas, flores y frutos en cantidades significativas, las cuales son utilizadas para cultivar el hongo que constituye su alimento (Fernández *et al.*, 2015). Los hormigueros de este género son grandes y profundos, poseyendo entradas y salidas independientes (Figura 2) (Morales, 2012). Como especie representativa del género se tiene a *Atta mexicana*, la cual se presenta en la Figura 3.



Figura 2. Nido de *Atta* sp.



Figura 3. Hormiga chicatana (*Atta mexicana*) (Naturalista, 2021).

2.2.3 Importancia económica

El género *Atta* poseen el hábito de cortar y transportar fragmentos vegetales y granos almacenados como arroz, maíz y frijol a sus nidos subterráneos para el cultivo del hongo *Leucoagaricus gongylophorus* (Carrasco, 1962; Valmir *et al.*, 2004; Della, 2011), con el cual tienen una relación simbiótica con dependencia mutua (Forti *et al.*, 2000). Este hongo es utilizado para la alimentación directa de la colonia, y debido a que el hongo simbiote es la única fuente de alimento de las larvas, éstas deben cultivarlo con productos que posean características que permitan su adecuado crecimiento (Rodríguez *et al.*, 2008).

En México y otros países de Centroamérica, las hormigas del género *Atta* conocidas comúnmente como arrieras, chicanas o cuatalatas, son consideradas como plaga por sus hábitos defoliadores, capaces de dejar sin hojas a un árbol pequeño en un solo día, pero aún más importante, es su capacidad de defoliar y trozar plantas tiernas de cultivos de importancia económica como maíz, frijol, trigo, frutales, hortalizas y plantas de ornato, entre otras (Márquez, 1996; Montoya *et al.*, 2007; Castaño, 2019; García *et al.*, 2020). Aunque no existen estadísticas en cuanto a los daños que ocasionan, Vanegas (2018) señala que las hormigas cortadoras de hojas de los géneros *Atta* y *Acromyrmex* causan considerables pérdidas.

2.2.4 Distribución geográfica

Se considera las hormigas, tras 80 millones de años de evolución, han desarrollado características de adaptación que las sitúan como uno de los grupos de insectos más exitosos, de ahí su capacidad para vivir en hábitats alterados por fenómenos naturales y/o antropocéntricos (Mera, 2011). Bajo esta premisa, existe la teoría que las hormigas arrieras (*Atta* y *Acromyrmex*) son originarias de América del Sur, de donde se difundieron hacia Centro y Norteamérica (Aliaga, 2005).

Actualmente, las hormigas arrieras se encuentran distribuidas en el continente entre los 33°N y 33°S. Desde los estados de Texas y Louisiana, en los EE.UU., hasta la Argentina, atravesando México, Centro América y casi toda América del Sur, se presentan desde el nivel del mar hasta los 2000 - 3000 m.s.n.m. (Rodríguez, 2000). *Atta*

está ampliamente distribuida en toda Latinoamérica, siendo responsable de graves defoliaciones en Bolivia, Brasil, Colombia, Costa Rica, Ecuador, Guayanas, Guatemala, México, Nicaragua, Panamá, Perú, Surinam, Trinidad y Venezuela (Rodríguez, 2000; Aliaga, 2005; Muñoz, 2017).

2.2.5 Organización social

La hormiga arriera (*Atta* spp.) construye nidos u hormigueros que pueden alcanzar entre los 700 y 1000 m², mismos que están conformados por varias cámaras, algunas de las cuales son utilizadas para el cultivo del hongo simbiote, en tanto que otras son destinadas a basureros y a la cámara real donde se ubica la reina (Escobar *et al.*, 2002; Urcuqui y Galarza, 2005; Serratos, 2015). En las cámaras donde se cultiva el hongo, utilizan las hojas cortadas para formar una masa sobre la que siembran el hongo asociado, el cual es utilizado para la alimentación de la reina, larvas y pupas en proceso de desarrollo. Las obreras cuentan con un aparato bucal masticador con adaptaciones para lamer y tomar líquidos, alimentándose de la savia de las plantas que les sirven de sustento para el cultivo del hongo (Urcuqui y Galarza, 2005; Herrera y Valenciaga, 2011).

Con respecto a los hormigueros, es posible diferenciar tres tipos de bocas al exterior del mismo: boca de forrajeo, orificio por donde las obreras entran y salen en el proceso de recolección y defoliación de la vegetación aledaña; bocas de extracción de tierra, orificio por el que las obreras sacan la tierra producto de las cámaras, canales y bocas de aireación, sitios que permiten la circulación de aire y ventilación del hormiguera. En cuanto a la organización social de la colonia, los individuos desempeñan funciones específicas de acuerdo a su desarrollo y condición física conformando las castas (Urcuqui y Galarza, 2005). En primer término se tiene a hembras y machos alados (alas no permanentes y los de mayor tamaño), mide entre 2.3 a 2.5 cm cuya función es producir individuos adecuados para cada una de las actividades que se han de desarrollar en el nido (Escobar *et al.*, 2002; Serratos, 2015).

En segundo lugar se tiene a las obreras altamente polimorfas, que son hembras estériles que conforman el grupo poblacional más numeroso de la colonia, las cuales se

dividen en las siguientes castas: exploradoras, encargadas de detectar el material vegetal que debe ser cortado y transportado a la colonia, poseen un mecanismo químico para dejar huella y guiar a las hormigas cortadoras. Forrajeras (cortadoras y cargadoras), encargadas del corte y acarreo del material vegetal al hormiguero, miden entre 0.7 a 0.9 cm. Escoterías, con longitud de 0.3 a 0.4 cm, su función es limpiar el material vegetal mientras es transportado al hormiguero, además de alertar a las hormigas cargadoras sobre la presencia de enemigos naturales. Hormigas soldado, miden entre 1.3 a 1.4 cm, con cabeza prominente y fuertes mandíbulas diseñadas para defender el ataque de cualquier intruso. Finalmente se tiene a las jardineras con longitud máxima de 0.3 cm, hormigas que desempeñan diversas funciones como la limpieza de las cámaras, preparación del material vegetal para el cultivo del jardín del hongo, alimentación de larvas, protección de huevos, larvas y pupas, y el cuidado y protección de la reina (Escobar *et al.*, 2002; Urcuqui y Galarza, 2005; Morales, 2012; Mesén, 2015; Serratos, 2015).

2.2.6 Ciclo biológico

El ciclo de vida de *Atta* sp. comienza con la fundación del hormiguero, que inicia con la emergencia de los reproductores adultos coincidiendo con la época lluviosa. 5 mil hembras y 10 mil machos, ambos alados, salen de un hormiguero maduro con objeto de realizar su apareamiento que tiene lugar en el aire (vuelo nupcial). Los machos mueren después de copular en el vuelo nupcial. Las hembras fecundadas sobreviven y solo un 2 a 4% de ellas se enterrarán, se convertirán en reinas y formarán su propio hormiguero (Figura 4) (Lezaun, 2020).



Figura 4. Macho (A) y hembra (B) alados de *Atta* sp. después del vuelo nupcial (Castaño, 2021).

Cuando la reina recién apareada encuentra un sitio de nidificación, pudiéndose desplazar hasta 10 km para localizarlo, se desprende de las alas y cava un orificio en el que se entierra y comienza a formar una cámara, donde arroja el inoculo del hongo simbiote que almacenaba en la cavidad infrabucal desde el hormiguero madre, e inicia con el cultivo y oviposición de diferentes clases de huevos que darán origen a las distintas castas de hormigas: los huevos fecundados dan origen a hembras (obreras, soldados o reinas) y los no fecundados originarán machos alados (Benavides, 2004; Serratos, 2015). La colonia entra en etapa de crecimiento, cuando la primera generación de obreras ha madurado y las forrajeras inician su actividad en el exterior, mientras que otras comienzan a ampliar el hormiguero y a desarrollar actividades acordes a su casta (Ríos, 2014; Serratos, 2015).

Las reinas viven de 15 a 25 años, poniendo huevos a una tasa aproximada de 1 millón 500 mil por año. Las obreras viven de cuatro a siete meses en promedio, en tanto que las exploradoras alrededor de dos años. Cuando es el momento, hembras y machos salen a volar en enjambres de diferentes hormigueros y en cierto espacio del aire, llamado “zona de apareamiento”, se produce la cópula de la reina con varios

zánganos que se presume proceden de hormigueros distintos, posibilitando así la recombinación genética (Lezaun, 2020).

El ciclo biológico del género *Atta* se desarrolla en cuatro etapas características (Figura 5). Inicia con la puesta de huevecillos, los cuales son de color blanco cremoso y son ovipositados únicamente por la reina en las cámaras de cría, teniendo un periodo aproximado de incubación de 25 días. Las larvas (con tres instares) son de color blanco, con apariencia de granos de arroz, ápodas y se encuentran en medio de la masa del hongo de donde son alimentados por los adultos (obreras), éste periodo tiene una duración de 25 a 52 días. Posteriormente las larvas se transforman en pupas que inicialmente son blancas, posteriormente adquieren un color que va del rojo a café oscuro. En esta etapa no se alimentan y tiene una duración de 14 días. Al finalizar la etapa de pupa, emergen los adultos alados (hembras y machos) que realizarán nuevamente el vuelo nupcial para formar nuevas colonias (Benavides, 2004; Urcuqui y Galarza, 2005; Osorio, 2019; Lezaun, 2020).

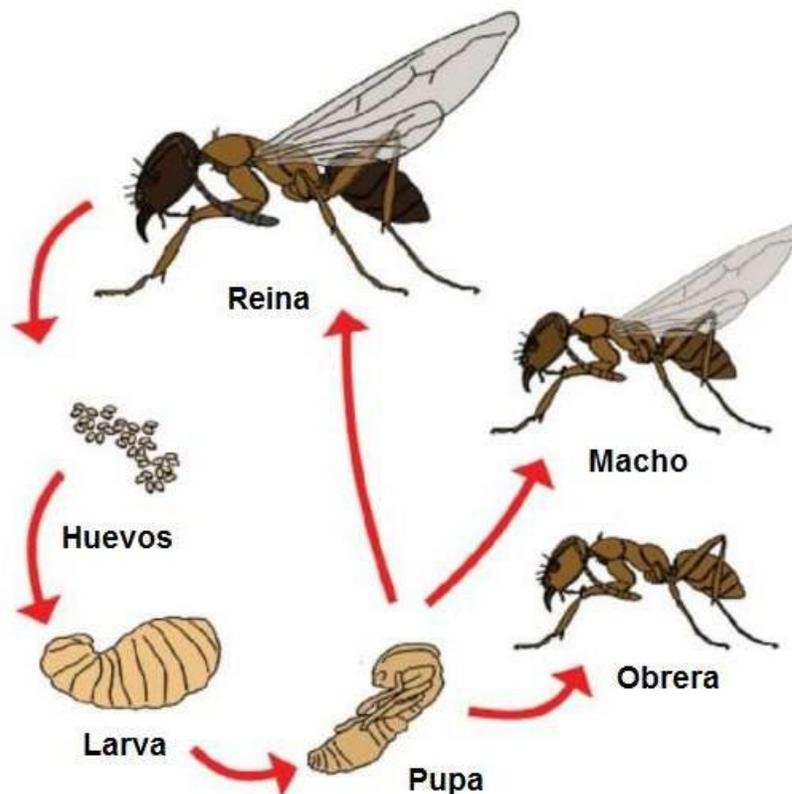


Figura 5. Ciclo biológico general de *Atta* spp. (*Atta Cephalotes*) (Osorio, 2019).

2.3 Métodos de control

2.3.1 Control químico

Actualmente los productos químicos son el método de control más utilizado para combatir a la hormiga arriera. Los insecticidas químicos empleados en este tipo de control son aplicados directamente a los hormigueros y/o en los caminos que forman las hormigas al transportar el material vegetal (Serratos, 2015). Los productos son aplicados de diversas maneras: puede ser directamente en los nidos mediante líquidos o polvos secos termonebulizables o en las proximidades de las colonias con cebos granulados (Escobar *et al.*, 2002).

Con respecto a los insecticidas en polvo, cuentan entre sus ingredientes de un principio activo con acción de contacto y talco como producto inerte y vehículo de aplicación, sin embargo su utilización se restringe a hormigueros pequeños y su aplicación requiere bomba insufladora. El empleo de cebos tóxicos granulados se considera un método eficiente y económico, sin embargo tienen el inconveniente de daño a la salud humana por mal manejo y contaminación al ambiente. Los granulados constan de un atrayente y un principio tóxico granulado. Con respecto a la termonebulización, se requiere equipo especializado para atomización por medio de calor de un insecticida disuelto en diesel o mineral, el cual se introduce a través de las bocas de los hormigueros (Escobar *et al.*, 2002; Della, 2003; Morales, 2012; Mesén, 2015; Castaño, 2019).

2.3.2 Control mecánico

Este tipo de manejo, es la estrategia tradicional más económica para controlar la hormiga arriera, particularmente cuando los nidos son pequeños a nivel superficial del suelo, consiste en desenterrar y capturar la hormiga reina para erradicar el hormiguero y regular el número de colonias circundantes (Vergara, 2005). Otra actividad consiste en atar a la base de los cultivos que se desean proteger, cinta plástica recubierta con grasa, cilindros plásticos y tiras de aluminio, plástico o metal, o se utilizan recipientes de barro, plástico o goma conteniendo aceite mineral, con la finalidad de construir barreras que impidan que las hormigas alcancen los cultivos. Esta acción sin embargo, requiere

hacer inspecciones frecuentes y sustituciones del material para que los métodos sean efectivos (Zanetti *et al.*, 2014). Otra práctica de control mecánico realizada por los agricultores es la aplicación de gasolina dentro del hormiguero y su posterior detonación; sin embargo, éste no es un método que permita obtener un adecuado control, debido a que no se logra afectar todas las cámaras y es poco probable que se logre destruir toda la colonia (Durán *et al.*, 2002; Mesén, 2015).

2.3.3 Control cultural

El control cultural para *Atta* spp. y en general para todas las hormigas cortadoras consiste en diversos métodos como la preparación del suelo o labranza, que incluye rastreo, subsoleo y barbecho, actividades que pueden destruir nidos relativamente nuevos de hasta 90 cm de profundidad (Serratos, 2015; Vivas *et al.*, 2019). Otras actividades incluyen diversificación y rotación de cultivos, establecimiento de barreras vivas, manejo de arvenses, alcochados y uso de variedades resistentes, entre otras (Serratos, 2015).

2.3.4 Control biológico

Dentro del control biológico, el método más utilizado es el de microorganismos que afectan al hongo simbiote (hongos antagonistas), o a las hormigas (microorganismos entomopatógenos) (Castaño, 2019). Algunos de los hongos utilizados son: *Beauveria bassiana* (Hypocreales: Clavicipitaceae), *Aspergillus parasiticus* (Eurotiales: Trichocomaceae), *Fusarium* sp. (Hypocreales: Nectriaceae), *Trichoderma* sp. y *Trichoderma lignorum* (Hypocreales: Hypocreaceae), entre otros (Serratos, 2015; López y Orduz, 2002; Castro y Martínez, 2008; Chacón de Ulloa *et al.*, 2019).

No obstante la importancia del control biológico, es importante tomar en consideración que las hormigas cuentan con diferentes mecanismos de defensa que pueden dificultar la efectividad de este método de control. Uno de estos mecanismos consiste en la limpieza constante que realizan las obreras a sus compañeras y al material vegetal que ingresan al nido (Abramowski *et al.*, 2011; Peña *et al.*, 2013). Por otra parte, cuentan con glándulas metapleurales que secretan sustancias ácidas que inhiben la germinación de algunos hongos entomopatógenos (Poulsen *et al.*, 2002).

Aunado a lo anterior, en algunos casos como en *Atta Cephalotes*, se menciona que tiene asociado a su exoesqueleto la bacteria *Serratia marcescens*, que al parecer protege a la colonia al inhibir el crecimiento de hongos entomopatógenos (Ortiz *et al.*, 2013; Rengifo *et al.*, 2013); asimismo, se ha reportado que hormigas del género *Acromyrmex*, podrían presentar sistemas olfativos con la función de reconocer hongos entomopatógenos (Machado *et al.*, 1988).

2.3.5 Control con productos naturales

Actualmente se estima que unas 2 mil especies vegetales poseen propiedades insecticidas, a lo que habría que añadir otras muchas que aun no han sido estudiadas (Estrada, 2012). El uso de plantas con propiedades insecticidas es una técnica ancestral, pero con la aparición de los insecticidas sintéticos su empleo ha sido discontinuado. A este respecto, se considera que la mayoría de las especies vegetales que se utilizan muestran un efecto insectistático más que insecticida, es decir, inhiben el desarrollo normal de los insectos al actuar como repelente, disuasivos de la alimentación u ovipostura, confusores disruptores y reguladores de crecimiento (Estrada, 2012; Regnault *et al.*, 2005).

Bajo este contexto, existen algunas investigaciones desarrolladas específicamente para el control de hormigas, tal y como la desarrollada por Estrada (2012), quien realizó un ensayo donde evaluó los extractos vegetales de gobernadora (*Larrea tridentata*) (Zygophyllaceae), hojasén (*Flourensia cernua*) (Asteraceae) y nopal (*Opuntia* sp.) sobre la hormiga arriera (*Atta mexicana*). El estudio lo realizó bajo condiciones de campo, avaluando el extracto etanólico de estas plantas a dosis de 2 y 4 ml. Utilizó un diseño experimental de bloques al azar con siete tratamientos y tres repeticiones.

El bioensayo lo efectuó con insectos adultos de *A. mexicana*, colocando la solución en las paredes de la boca del hormiguero. La variable a medir fue el flujo de hormigas, para ello utilizó hormigueros cuyo flujo promedio osciló entre 30 y 100 individuos por minuto, realizando un conteo antes y después de la aplicación de los extractos, contabilizando el flujo a las 3, 6, 9 y 24 hrs. En sus resultados señala que el mayor efecto de repelencia se observó en el extracto de gobernadora, ya que fue donde se

presentaron los resultados con más salidas de hormigas, seguido del extracto de hojasén, esto en comparación al testigo. Con respecto al nopal, los resultados obtenidos fueron variables, presentando más entradas que salidas; esto es, no se observó un efecto repelente importante.

En otro estudio, Caffarini y colaboradores (2008) experimentaron los extractos acetónicos y acuosos de *Ricinus communis* (ricino), *Melia azedarach* (paraíso) y *Trichillia glauca* (trichillia) sobre la hormiga negra común *Acromyrmex lundii*. Los ensayos los realizaron en laboratorio, en condiciones controladas a $24 \pm 2^\circ\text{C}$; 70-80% HR y 12 hrs. de fotoperiodo. Los extractos acetónicos los obtuvieron mediante Soxhlet a partir de hojas de cada especie previamente picadas y secadas en estufa. Los extractos acuosos se obtuvieron por cocimiento en agua de hojas de cada especie picadas.

A partir de lo anterior realizaron dos experimentos, el primero en un hormiguero artificial, para el cual rociaron en hojas de *Eucalyptus camaldulensis* (especie preferida por las hormigas cortadoras) los tratamientos señalados. De ellas se extrajeron con sacabocado 15 discos de 5 mm de diámetro colocados en tres grupos, que se ofrecieron en la playa de forrajeo del hormiguero. Se realizaron tres repeticiones ($n=3$) a intervalos de 48-72 hrs. Entre los ensayos se proporcionó a las hormigas la dieta habitual: hojas de rosas, avena y piel de frutos cítricos. Observaron periódicamente la playa de forrajeo, registrando el tiempo de acarreo final (tiempo que las obreras emplearon en recoger todos los discos). Los resultados se analizaron mediante Friedman y pruebas a *posteriori* ($\alpha = 0,05$).

El otro experimento se llevó a cabo en caja de Petri ($n=5$, cada una con 6 hormigas) con provisión de agua y dieta base sólida a la que se adicionaron los extractos de ricino, trichillia y melia o ningún extracto (testigo). Se llevó a cabo el recuento diario de hormigas sobrevivientes en la caja y las curvas obtenidas se ajustaron a la distribución de Weibull. Del ajuste se obtuvieron las variables de la función: α , que representaría la tasa media de mortalidad de la población y β , que representaría su supervivencia media. Se comparó la longevidad máxima de los tratamientos mediante ANOVA y prueba a *posteriori* (Tukey) ($\alpha = 0,05$).

En sus resultados indican que los trozos de hoja de eucalipto tratados con extractos acetónicos y acuosos de ricino y paraíso fueron los menos aceptados (efecto de repelencia), mientras que, tanto la trichillia como el testigo, presentaron tiempos de acarreo menores (prueba de Friedman para extractos acuosos: $T^2=85$; $p=0,0001$; para extractos cetónicos: $T^2=5,50$; $p=0,0371$). No obstante, en la respuesta de repelencia se obtuvo una diferenciación más clara para los extractos acuosos respecto de los extractos acetónicos. Estos últimos fueron entonces probados *in vitro*, para determinar su efecto tóxico por ingestión. Las respuestas de comportamiento e ingestión para los mismos extractos acetónicos resultaron invertidos. Así, el extracto de trichillia, que fue relativamente más tóxico en la dieta, fue también el menos repelente. Consideran que la siguiente etapa de investigación deberá focalizarse entonces en las pruebas de campo, donde podrá considerarse la repelencia para el acarreo que produce el extracto de ricino en el cultivo, y el efecto tóxico del extracto de trichillia para la fabricación de cebos con productos naturales a utilizar en los hormigueros.

En una investigación desarrollada por Ayala *et al.* (2018), indican que para proteger al cultivo de maíz los campesinos desde épocas prehispánicas han recurrido al uso de plantas distractoras para insectos, aves y roedores. Su estudio lo realizaron en Santa Catarina, municipio de Tepoztlán, Morelos, en el que efectuaron 56 entrevistas estructuradas con técnicas cualitativas, a través de las cuales obtuvieron información sobre el total de especies distractoras que los campesinos ofrecen a las hormigas como alimento para distraerlas de posible ataque al maíz cultivado.

En sus resultados encontraron que los agricultores utilizan 12 plantas silvestres y una cultivada pertenecientes a ocho familias botánicas, siendo nueve las que presentaron follaje suculento. Específicamente como distractoras para *Atta* sp. utilizan las siguientes plantas: Ciruelo (*Spondias purpurea* L.) (Anacardiaceae). Ayoyote (*Cascabela thevetioides* Kunth), Cacalachxihuitl (*Mandevilla foliosa* Hemsl) y Mohitli (*Stemmadenia bella* Miers), todas de la familia Apocynaceae. Noche buena (*Euphorbia pulcherrima* Willd) y Lechón (*Sapium macrocarpum* Müll), ambas de la familia Euphorbiaceae. De la familia Fabaceae se identificó al Huaje de texcal (*Leucaena*

macrophylla Müll), de Meliaceae el Cuahtecomatl (*Trichilia hirta* L.) y de Papaveraceae el Cuahchilli (*Bocconia arborea* Watson).

Finalmente, Gobbo *et al.* (2018) presentan un ensayo para el control de *Atta* spp. con extractos acuosos de hojas de *Ipomoea batatas*. En su experimento rociaron el extracto semanalmente en el suelo de un huerto agroforestal, así como en las hojas de matorrales cercanos a él. En sus resultados preliminares señalan que las hormigas dejaron de visitar el huerto desde las primeras aplicaciones, buscando otras áreas del entorno. Si bien es un estudio incipiente, este experimento indica que el extracto tiene el potencial de repeler las hormigas, siendo una técnica eficaz para minimizar el ataque con menor impacto ambiental y bajo costo, siendo una alternativa prometedora para los agricultores familiares.

Guerra y colaboradores (2018), realizaron una investigación en la que evaluaron la actividad insecticida de extractos acuosos de hojas y corteza de *Trichilia Hirta* sobre *Atta insularis*. La selección de esta planta tuvo como base el conocimiento elemental del saber fitoterapéutico tradicional. De la planta señalada, trituraron 500 gr de hoja y 500 gr de corteza hasta obtener una pasta fina que posteriormente diluyeron en 1 L de agua destilada (1 L para cada parte de la planta), que después de 24 hrs se filtró para obtener 1000 ml de una disolución acuosa a una concentración masa/volumen (m/v) 50%, a partir de la cual se realizó el tamizaje fitoquímico, que corroboró la presencia de quinonas, alcaloides y cumarinas, reportados como responsables de la bioactividad de la planta.

Para el ensayo utilizaron un diseño de bloques completamente al azar con tres tratamientos y tres repeticiones. Para cada réplica se depositaron cinco individuos adultos sobre un papel filtro en el interior de cada frasco, se emplearon diez frascos en cada una de las tres réplicas, para un total de 30 frascos por tratamiento. Se aplicaron tres tratamientos: extracto acuoso de hojas, extracto acuoso de la corteza y control (agua). En la preparación del experimento, se emplean 2 ml de cada uno de los tratamientos para impregnar papeles filtro. Estos fueron colocados en el interior de cada frasco y sobre ellos se depositaron los insectos exponiéndolos al contacto con los

extractos secos. Los intervalos de observación de mortalidad se realizaron cada hora hasta tener la totalidad de los insectos muertos.

Los experimentos mostraron durante las ocho horas evaluadas, la ocurrencia de 25 muertes para el caso del extracto acuoso de las hojas, lo que representó un 16,6 % de la totalidad de la muestra. En tanto que el extracto acuoso de la corteza mostró la ocurrencia de 40 muertes, lo que representó un 26,7 % de la totalidad de la muestra. Al respecto señalan, que aunque estos resultados muestran una acción insecticida por contacto leve, son considerados alentadores por la presencia de una mezcla de familias de metabolitos que en conjunto pueden tener un efecto antagónico importante sobre *Atta insularis*. En conclusión, los extractos acuosos de hojas y corteza presentan actividad insecticida frente a *A. insularis* en condiciones in vitro, mostrando la corteza mayor efectividad.

En otra investigación, Ramos y colaboradores (2019) evaluaron el potencial insecticida y/o fungicida de las plantas *Asclepias curassavica* (algodoncillo tropical), *Rosmarinus officinalis* L. (Lamiaceae) (romero) y *Equisetum* spp. (cola de caballo) para el control de la hormiga cortadora de hojas *Atta sexdens rubropilosa* (Hymenoptera: Formicidae). Utilizaron cuarenta colonias de esta hormiga criadas en laboratorio. Las plantas se recolectaron y secaron en un horno de aire circulante durante 48 horas, se molieron y se maceraron en etanol a 96° hasta su agotamiento.

Después de la filtración, los productos se evaporaron a presión reducida para obtener los extractos etanólicos. Se ensayó la aceptación del reactivo, la aplicación tópica de los extractos y la aplicación de cebos que contenían 4% de los extractos vegetales. Los resultados mostraron que todos los extractos de plantas probados influyeron negativamente en el desarrollo del jardín de hongos. Los cebos producidos con *Asclepias curassavica* causaron la mayor mortalidad de las colonias en siete días. En conclusión, los extractos etanólicos de *A. curassavica*, *Rosmarinus officinalis* y *Equisetum* spp. exhiben actividad insecticida (por contacto e ingestión) y fungicida en colonias de la hormiga cortadora de hojas *Atta*.

García *et al.* (2020) mencionan que en su estudio evaluaron el efecto tóxico de tres concentraciones de azadiractina sobre obreras forrajeras y mini colonias de *Atta mexicana* en condiciones de laboratorio. Determinaron y evaluaron las concentraciones letales de azadiractina para eliminar el 10, 50 y 90% de la población experimental de hormigas de la casta obrera, subcasta forrajera y en mini colonias. La azadiractina utilizada se obtuvo de un insecticida comercial llamado Azanim® al 3% (30,000 ppm o 30 g/L), el cual es un insecticida botánico natural u orgánico elaborado a base de aceite refinado de "nim" (*Azadirachta indica*), este aceite es formulado como concentrado emulsionable que se diluye en agua para ser aplicado en forma de aspersión directa.

Los experimentos de toxicidad sobre las mini colonias se diseñaron en bloques completamente al azar, cada bloque representó una concentración diferente de azadiractina. Este diseño constó de cinco repeticiones, tres tratamientos (CL10, CL50 y CL90) y un testigo. Cada concentración de azadiractina evaluada se aplicó directamente sobre 30 hormigas depositadas dentro de recipientes de plástico transparente de 7 cm de altura y 8 cm de diámetro, aplicando 2.5 ml de la solución acuosa utilizando un atomizador. Cada experimento incluyó un tratamiento testigo, al cual se le aplicaron 2.5 ml de agua destilada estéril. Todas las muestras fueron mantenidas en el laboratorio a una temperatura de $25 \pm 2^{\circ}\text{C}$, registrando el número de hormigas muertas a 100 h de exposición al insecticida. La variable de respuesta fue el número de hormigas muertas y se expresó como el porcentaje de mortalidad.

En sus resultados señalan, que los porcentajes de mortalidad causados por las tres concentraciones evaluadas, variaron significativamente en función del aumento de la concentración de azadiractina. La actividad de hormigas fue alta antes de la exposición a la azadiractina y no presentaron diferencias entre ellas. Sin embargo, la actividad de hormigas de las colonias tratadas con azadiractina disminuyó considerablemente después de 100 h de exposición ($F= 100.8$, $gl = 1$, $P < 0.001$). En el caso de las colonias expuestas a la CL10 se observó que la actividad disminuyó con 37% de mortalidad, la expuesta a la CL50 70% y la expuesta a la CL90 un 87%.

III MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Área de estudio

La investigación se llevó a cabo bajo condiciones de campo (día $28 \pm 1^{\circ}\text{C}$ y H.R. 39%, noche $20 \pm 2^{\circ}\text{C}$ y H.R. 58%) en la colonia Caudillo del Sur (1,215 msnm: GPS Longitud -99.093333 Latitud 18.863611), perteneciente al municipio de Yautepec, Morelos ($18^{\circ} 53'$ latitud norte y $99^{\circ} 04'$ longitud oeste), ubicada a 4.3 km dirección Noroeste del municipio de Yautepec (Municipios, 2021, PueblosAmerica, 2021). A pesar de que el área de estudio no es una zona agrícola, se almacena maíz con fines alimenticios para animales de corral. De manera concreta, los hormigueros incluidos en el experimento se encuentran cerca de una casa habitación, en la parte que correspondería al patio (de tierra sin pavimentación), sin obstáculos que obstruyan el camino entre hormigueros y tratamientos. Asimismo, en el contorno del área de estudio se ubican algunas plantas de jardín constituidas por bugambilias (*Bougainvillea spectabilis* Willd.) (Nyctaginaceae), tulipán africano (*Spathodea campanulata* P. Beav.) (Bignoniaceae), franboyan (*Delonix regia* Bojer ex Hook.) (Fabaceae) y mango (*Mangifera indica* L.) (Anacardiaceae).

3.2 Elaboración de infusiones

De manera general, las infusiones se prepararon calentando 500 ml de agua corriente a 90°C ; posteriormente, se adicionaron 68 gr de la planta a evaluar (en fresco) dejándola en reposo por 24 horas en frascos de vidrio tapados (Torres y Salgado, 2020). De acuerdo a la proporción anterior, la concentración de la infusión utilizada fue de 13.6% (porcentaje peso-volumen %p/v (UMNG, 2022)). Para aplicar el tratamiento, la infusión se dividió en cuatro partes (125 ml), cada una de las cuales se utilizó para tratar los granos de maíz de las diferentes repeticiones.

3.3 Especies vegetales seleccionadas

Las plantas evaluadas en la investigación, fueron seleccionadas con base a reportes que les adjudican alguna propiedad insecticida contra diferentes plagas. Con respecto al cempasúchil (*Tagetes erecta* L.) (Compositae), Gómez y Savaleta (2001) refieren que esta especie es reconocida por sus propiedades fungicidas, nematocidas e

insecticidas. De igual manera, Nemrata *et al.* (2000) la señala con uso potencial para larvas de mosquito y Vasudevan *et al.* (2002) reafirma su actividad insecticida. La parte utilizada de esta planta fueron los pétalos de la flor. El ajeno (*Artemisia absinthium* L.) (Asteraceae) con aroma característico y sabor amargo, es reportado por Dalguerre (2015) con propiedades insecticidas y repelentes contra pulgones (parte utilizada, hojas). La albahaca (*Ocimum basilicum* L.) (Lamiaceae) es utilizada principalmente como repelente en el control de plagas agrícolas (Vázquez *et al.*, 2005). Aunado a ello, López (2008) reporta su repelencia contra *Sitophilus oryzae*, *Rhyzopertha dominica* y *Cryptolestes pusillus* (parte utilizada, hojas).

En cuanto al ajo (*Allium sativum* L.) (Amaryllidaceae), Bordones *et al.* (2018) indica que presenta un efecto repelente de hasta 66.7% por ocho días contra plagas insectiles en cultivo de tomate; asimismo, Ramos y Santacruz (2012) atribuyen efecto insecticida y repelente al extracto de ajo en poblaciones del gorgojo común del frijol (*Zabrotes subfasciatus*) (parte utilizada, bulbo). Finalmente, al aceite esencial de tomillo (*Thymus vulgaris* L.) (Lamiaceae) Choi *et al.* (2003) y Rodríguez *et al.* (2009) le confieren actividad insecticida en huevos y ninfas de mosquita blanca (*Trialeurodes vaporariorum*) de hasta 93%, así como repelencia importante en el estado adulto (parte utilizada, tallo y hojas).

3.4 Diseño experimental

Para el desarrollo del experimento se utilizó un diseño estadístico de bloques al azar con cuatro repeticiones. Cada repetición quedó constituida por un hormiguero y seis tratamientos (bloque), incluyendo el testigo (Figura 6). Para tratar de homogenizar el tamaño de los hormigueros se cuantificó el flujo promedio de individuos, que para este caso debió encontrarse entre los 100 y 200 individuos por minuto (Estrada, 2012). La unidad experimental (repetición) quedó conformada por 16 g de maíz criollo (alrededor de 50 granos), el cual se colocó a una distancia del hormiguero de aproximada de 2 m.

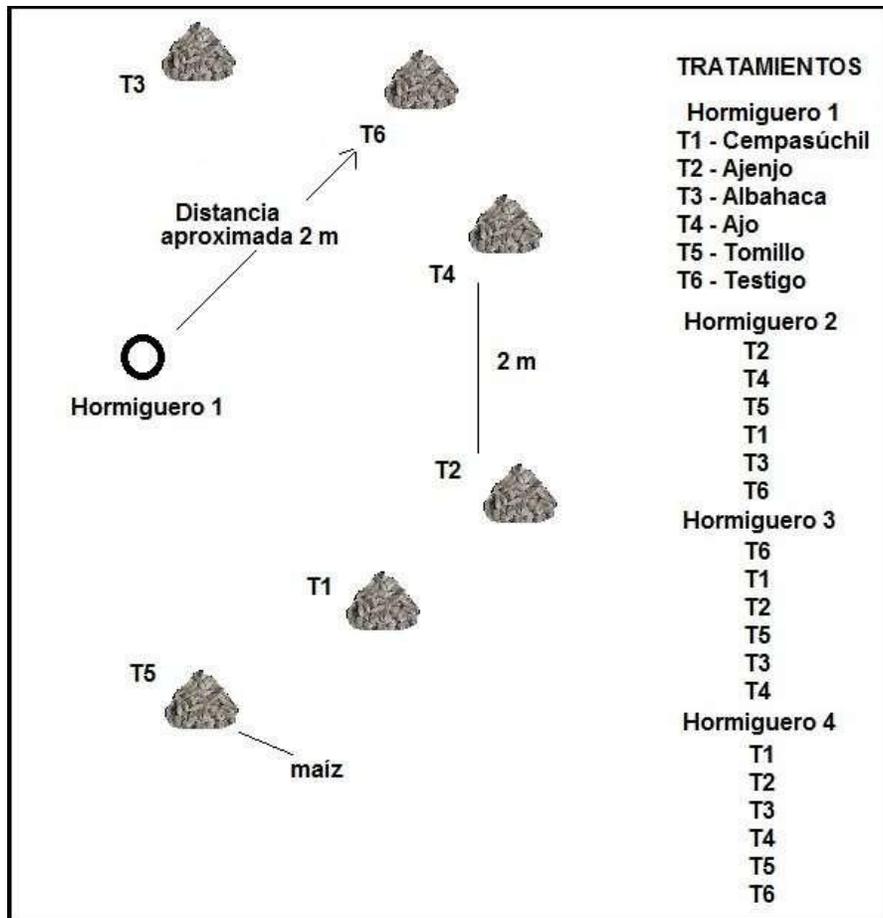


Figura 6. Esquematzación de la distribución de tratamientos (bloques al azar).

3.5 Desarrollo experimental

Para realizar el experimento se filtró cada una de las infusiones y se colocaron en atomizadores manuales (uno para cada infusión), a continuación se asperjó a razón de 11 ml (15 disparos del atomizador) sobre cada unidad experimental, se mezcló el grano y se depositó en el suelo sobre un pequeño plato de cartón, de acuerdo con el esquema mostrado en la Figura 6. Con respecto al testigo, únicamente se asperjó agua. Los granos tratados se expusieron a las hormigas solo por 24 horas a partir de las 8 pm, horario en el que se registra mayor movimiento de hormigas. Para determinar la efectividad de repelencia de cada tratamiento, se pesó cada unidad experimental y se comparó con el peso inicial (16 g), de esta manera se determinó la cantidad de grano transportado por las hormigas y el porcentaje de repelencia provocado por cada tratamiento.

Para determinar el efecto residual de los tratamientos destacados, se utilizó la misma metodología señalada anteriormente, con la diferencia que los granos de maíz impregnados con los tratamientos permanecieron indefinidamente expuestos a las hormigas, contabilizando el tiempo que transcurrió desde su exposición hasta la disminución evidente de repelencia.

3.6 Análisis estadístico

Para desarrollar el análisis de datos se utilizó el Paquete Estadístico XLSTAT Versión 7.5.2. para EXCEL, efectuando transformación de datos mediante X^2 a fin de normalizar valores, análisis de varianza para determinar diferencias significativas entre tratamientos, comparación múltiple de medias de Tukey con el fin de establecer los tratamientos diferentes y la Prueba de Dunnett como complemento en la contrastación de tratamientos con el control testigo, todas con intervalo de confianza del 95%.

III RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el Cuadro I se presentan los gramos de maíz que fueron transportados por las hormigas para cada uno de los tratamientos, valores que sirvieron de base para realizar el análisis estadístico y determinar la significancia de las diversas infusiones con respecto al testigo.

Cuadro I. Gramos de maíz transportados por *Atta* sp.

		TRATAMIENTOS					
		Albahaca	Tomillo	Ajenjo	Cempasúchil	Ajo	Testigo
Repetición	1	7.7	14.4	15.2	16	0.5	16
	2	10.16	11.8	13.13	15.43	0.3	15.9
	3	9.43	15.43	11.43	14.63	0	15.76
	4	11.16	11.23	14.06	15	0.66	16

16 g de maíz por unidad experimental

El análisis de varianza desarrollado a partir del cuadro anterior, evidenció diferencias significativas entre tratamientos ($F= 37.228$; $Pr = 0.0001 < 0.05 =$ intervalo de confianza de 95%), mientras que la comparación múltiple de medias de Tukey definió los tratamientos diferentes (Cuadro II). A este respecto, indica que el Testigo y

Cempasúchil mostraron igualdad estadística; en tanto que la media de este último, presentó similitud estadística con el Ajenjo y Tomillo. De igual manera, detalla que la Albahaca y Ajo fueron diferentes entre sí, al mismo tiempo que fueron diferentes tanto con el resto de tratamientos como con el testigo. Reafirmando lo demostrado por el estadístico de Tukey, la prueba de Dunnett evidencia que el único tratamiento diferente al testigo fue la infusión de Cempasúchil (Cuadro III).

Cuadro II. Ordenación y agrupamientos de Tukey de los tratamientos significativamente diferentes.

Tratamientos	Media	Agrupamientos		
Testigo	253.297	A		
Cempasúchil	233.280	A	B	
Ajenjo	182.941		B	
Tomillo	177.699		B	
Albahaca	93.997			C
Ajo	0.196			D

Cuadro III. Prueba de Dunnett, comparación de tratamientos con el testigo (I.C. 95%).

Tratamientos	Diferencia	Dif. Estan- darizada	Valor crítico d	Dif. crítica	Significativo
Cempasúchil ~ Testigo	-20.016	-0.913	2.762	60.554	No
Ajenjo ~ Testigo	-70.356	-3.209	2.762	60.554	Sí
Tomillo ~ Testigo	-75.597	-3.448	2.762	60.554	Sí
Albahaca ~ Testigo	-159.300	-7.265	2.762	60.554	Sí
Ajo ~ Testigo	-253.101	-11.543	2.762	60.554	Sí

Después del sustento estadístico, los resultados fueron transformados a porcentajes, a fin de contar con una percepción más detallada del efecto repelente desarrollado por cada tratamiento. Para este efecto se presenta la Figura 7, que muestra al Cempasúchil como el tratamiento con menor repelencia, ya que únicamente lo protegió del ataque de hormigas en un 4.59%: es decir, de los 16 g de maíz iniciales, las hormigas transportaron a su nido un promedio de 15.26 g. Ahora bien, de manera intermedia se podría considerar a la infusión de Albahaca como un tratamiento con un ligero efecto repelente del 39.9%, lo que equivaldría a decir que de los 16 g de maíz tratado las hormigas transportaron 9.61 g. Los porcentajes mencionados hacen evidente que

dichas infusiones, incluyendo las de Tomillo y Ajenjo, no demuestran una repelencia importante o sobresaliente, a pesar de haber tenido cierta diferencia estadística con el testigo. En contraste con lo señalado, el único tratamiento que mostró un marcado efecto repelente fue la infusión de Ajo con una protección del 97.7%, esto indica que las hormigas únicamente sustrajeron 0.36 g de los 16 g iniciales. .

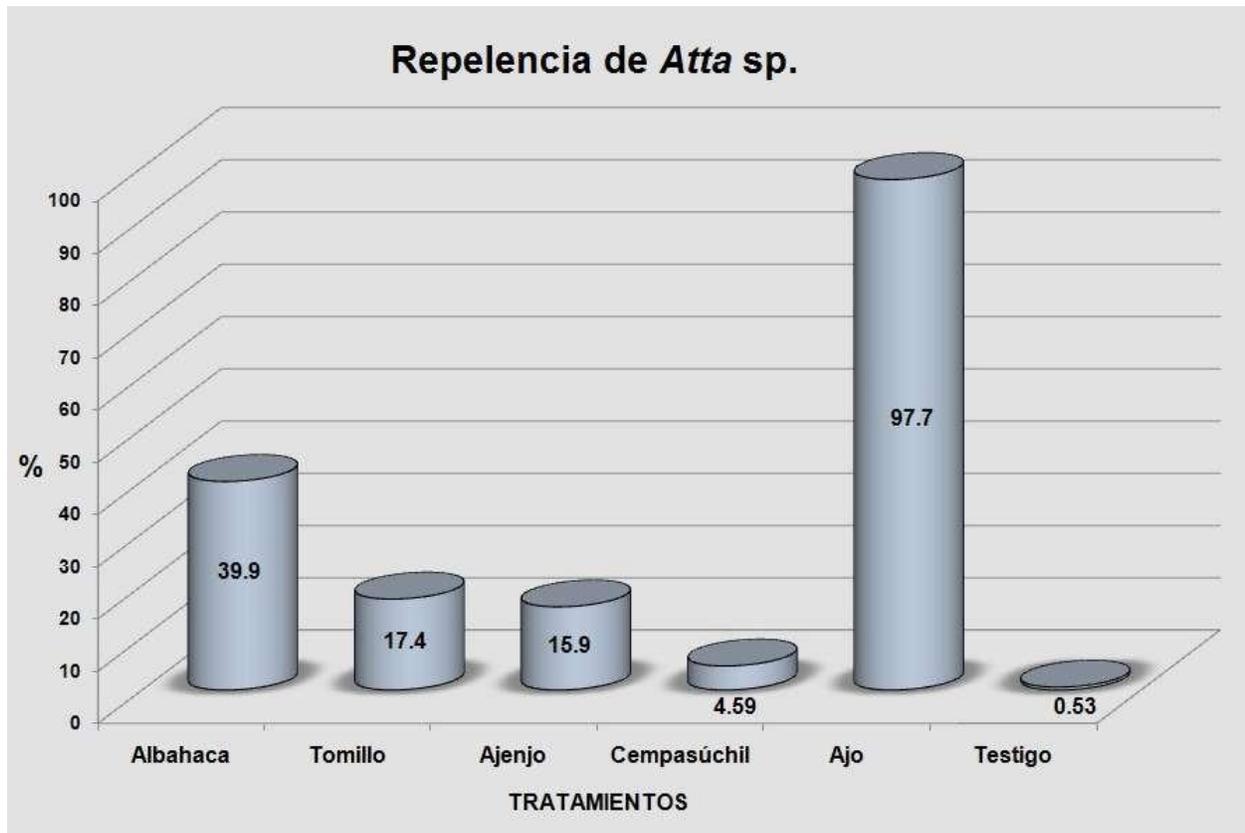


Figura 7. Porcentaje de repelencia obtenida por las infusiones.

En lo que se refiere al Cempasúchil, su bajo efecto repelente contrasta con lo señalado por Gómez y Savaleta (2001) y Vasudevan *et al.* (2002), quienes enfatizan su alto poder insecticida, situación que al menos en *Atta* sp. no se cumplió ya que las hormigas transportaron poco más del 60% de los granos. Algo similar sucedió con el Ajenjo y Tomillo, el primero reportado con efecto para pulgones (Dalguerre, 2015) y el segundo para mosquita blanca (Choi *et al.*, 2003 y Rodríguez *et al.*, 2009), ya que en ambos casos las hormigas transportaron el 84 y 82.5% de los granos respectivamente.

En cuanto a la infusión de Albahaca, su efecto repelente coincide en alguna medida con lo mencionado por Vázquez *et al.* (2005), ya que las hormigas transportaron poco más del 60% de los granos de maíz. Con respecto al Ajo, los resultados obtenidos presentan semejanza con lo planteado por Bordones *et al.* (2018), quienes reportan un efecto repelente de hasta en 66.7% en plagas insectiles del tomate, porcentaje algo inferior al 97.7% obtenido en actual ensayo en *Atta* sp. Sin embargo, surge discrepancia con respecto su persistencia, ya que los autores le adjudican un efecto residual de ocho días.

No obstante el importante resultado del Ajo, al determinar su efecto residual se pudo establecer que después de las primeras 12 horas de exposición, el efecto repelente decrece hasta en un 80%, siendo el grano de maíz presa de las hormigas. Esta baja persistencia probablemente se encuentre vinculada con la progresiva evaporación del producto, situación que probablemente se pueda retardar utilizando una metodología diferente para la preparación y aplicación de la infusión.

3.1 Conclusiones

Las infusiones de Albahaca y Ajo fueron los únicos tratamientos estadísticamente significativos, ambos diferentes al testigo y resto de tratamientos.

La infusión de ajo fue el tratamiento más importante por presentar una repelencia del 97.7%, seguido por la Albahaca con 39.9%.

El efecto residual de la infusión de Ajo, se mantiene por al menos las primeras 12 horas posteriores a su aplicación.

3.2 Perspectivas

Ya que la infusión de Ajo fue el único tratamiento con potencial de control para la hormiga arriera, se plantea como objetivo principal de futuros ensayos, el tratar de mejorar el efecto residual del producto. Para tal fin, se propone modificar la metodología para obtener la infusión. En primer lugar se sugiere licuar perfectamente el bulbo y continuar con el proceso para obtener la infusión. Aunado a ello, se precisaría no filtrarla preparación, ya que de esta manera se reduciría la evaporación del producto,

propiciando además que las partículas en suspensión del Ajo quedaran mezcladas con el maíz tratado. Como último punto, se podría adicionar a la infusión algún adherente, ya sea comercial o natural para promover la adherencia del tratamiento en el grano, logrando probablemente incrementar sustancialmente el efecto residual.

IV. Literatura citada

- Abramowski, D., C. R. Currie & M. Poulsen. 2011. Caste specialization in behavioral defenses against fungus garden parasites in *Acromyrmex octospinosus* leaf-cutting ants. *Insectes Sociaux*. 58:65-75.
- Aliaga, O. L. 2005. Estudio preliminar del comportamiento de hormigas arrieras (*Atta* spp.) en la comunidad Santa Catalina provincia Franz Tamayo. Tesis de Grado. Universidad Mayor de San Andrés. La Paz, Bolivia. 90 p.
- Amaya, H. L., Y. M. Velasco, M. G. Ropero, J. M. Lerma e I Armbrecht. 2019. Herbivoría de *Atta Cephalotes* (Hymenoptera: Formicidae) en parches de bosque seco tropical del Sur-Occidente Colombiano. *Boletín Científico Museo de Historia Natural*. 23(2): 171-189.
- Ayala, E. M., M. I.C. Salgado & E. R. Montes de Oca. 2018. Traditional knowledge of distracting plants for harmful fauna in corn crops of Santa Catarina, Tepoztlán, Morelos. *Revista de Geografía Agrícola*. 60: 67-79.
- Baer, B. 2015. Female choice in social insects. En: A.V. Peretti y A. Aisenberg (Eds.). *Cryptip female choice in arthropods: patterns, mechanisms and prospects*. 1^{ra} edición. 461-474 pp. New York: Springer Cham Heidelberg.
- Benavides, S. P. 2004. Hormigas cortadoras de hojas (*Atta mexicana* y *Atta texana*). Tesis. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Saltillo, Coahuila, México. 56 p.
- Bordones, A., N. DeGracia, D. Díaz, R. Rodríguez y A. Chen. 2018. Comparación de la efectividad en la protección de cultivos de tomates con insecticidas orgánicos a base de: ajo (*Allium sativum*) y Nim (*Azadirachta indica*). *Revista de Iniciación Científica*. 4(2): 39-42.
- Brandão, C.R.F., A. M. Nunes, y C. D. Sanhudo. 2011. Taxonomia e filogenia das formigas cortadeiras. En: L. Della Lucia, T.M. (Ed.). *Formigas cortadeiras da bioecologia ao manejo*. 1^{ra} edición. 27-48 pp. Minas Gerais, Brasil: Editora da Universidade Federal de Viçosa.
- Brener, F. A., G. Barrantes, O. Laverde, F. Calderón, F. Bascope & A. López. 2007. Fallen branches as part of leaf-cutting ant trails: their role in resource discovery and leaf transport rates in *Atta cephalotes*. *Biotropica* 39: 211-215.
- Carrasco, Z. F. 1962. La hormiga "Cuqui" *Atta sexdens fuscata* Santschi (Formicidae) grave problema entomológico para los cultivos tropicales. *Revista Peruana de Entomología Agrícola*. 5(1): 94-97.
- Carvalho, K., J. Balch & P. Moutinho. 2012. Influencia de *Atta* spp. (Hymenoptera; Formicidae) na recuperacao da vegetação pós-fogo em floresta de transição amazónica. *Acta Amazónica*. 42(1): 81-88.

- Caffarini, P., P. Carrizo, A. Pelicano, P. Roggero y J. Pacheco. 2008. Efectos de extractos acetónicos y acuosos de *Ricinus communis* (ricino), *Melia azedarach* (paraíso) y *Trichillia glauca* (trichillia), sobre la hormiga negra común (*Acromyrmex lundii*). *Idesia*. 26(1): 59-64.
- Castaño, Q. K. 2019. Revisión de la biología y métodos de control de la hormiga arriera *Atta cephalotes* (Hymenoptera; Myrmicinae). Pp. 108-149. En: Manejo integrado de insectos herbívoros en sistemas ganaderos sostenibles. K. C. Quintana, J. C. Orozco, C. Giraldo y Z. Calle (Eds.). CIPAV, Cali Colombia. 306 p.
- Castaño, K. 2021. Macho y hembra de *Atta Cephalotes*. En: https://www.researchgate.net/figure/Figura-7-Alados-hembra-derecha-y-macho-izquierda-de-Atta-cephalotes-de-spues-del_fig9_340447532
- Castro, J. F. y G. Martínez. 2008. Evaluación de *Beauveria bassiana* y *Metarhizium anisopliae* como control biológico de la hormiga arriera *Atta cephalotes* con diferentes técnicas de aplicación en el Centro de Investigaciones Macagual. *Momentos de Ciencia*. 5 (1-2): 41-45.
- Chacón de Ulloa, P., J. M. Lerma, J. C. Abadía, J. Rodríguez, K. C. Quintana. 2019. Hormigas urbanas. 1171-1185 pp. En: F. Fernández, R. J. Guerrero y T. Delsinne (Eds.). *Hormigas de Colombia*. Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, Colombia.
- Choi, W., E. Lee, C. B. Choi, P. H. Park & Y. Ahn. 2003. Toxicity of plant essential oils to *T. vaporariorum* (Homoptera: Aleyrodidae). *Journal of Economic Entomology*. 96(5): 1479-1484.
- Dalguerre, Z. V. 2015. Evaluación de formulados a base de ajeno (*Artemisia absinthium*), para el control de pulgón verde (*Macrosiphum* sp.) en lechuga (*Lactuca sativa*). Tesis de Grado. Universidad Católica de Santa María. Perú. 110 p.
- Della, L. T. 2003. Hormigas de importancia económica en la región Neotropical. En: *Introducción a las hormigas de la región Neotropical*. 1^{ra} Ed. Fernández, F. Ed. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, Bogotá, Colombia. 398 p.
- De Fine Licht, H. & J. Boomsma. 2010. Forage collection, substrate preparation, and diet composition in fungus-growing ants. *Ecological Entomology*. 35: 259-269.
- Della, T. M. C. 2003. Hormigas de importancia económica en la región neotropical. 337-349 p. En: *Introducción a las hormigas de la región neotropical* (F. Fernández, ed.) Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá. Colombia. 398 p.
- Della, L. T. M. 2011. Formigas-Cortadeiras da Bioecologia ao Manejo. Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, Minas Gerais, Brasil. 420 p.

- Erthal, M., C. Silva, R. Cooper & R. Samuels. 2009. Hydrolytic enzymes of leaf-cutting ant fungi. *Comparative Biochemistry and Physiology*. 152:54-59.
- Escárraga, M. y R. Guerrero. 2014. Hormigas: un mundo de mwniques gigantes. INFOZOA, Boletín de Zoología. 4: 1-14.
- Escobar, D. R., F. G. Cossio, N. Y. Rentería y J. C. Neita. 2002. Manejo y control de hormiga arriera (*Atta* spp. & *Acromyrmex* spp.) en sistema de producción de importancia económica en el Departamento del Choco. 32 p. En: http://bibliotecadigital.agronet.gov.co/bitstream/11348/3875/1/20061127161619_Hormiga%20arriera%20parte%20uno.pdf
- Estrada, M. G. 2012. Repelencia de extractos vegetales sobre hormiga arriera (*Atta mexicana*) (F. Smith, 1858) en condiciones de campo. Tesis Licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. 65 p.
- Fernández, F. y S. Sendoya. 2004. List of neotropical ants (Hymenoptera: Formicidae). *Biota Colombiana*, 5(1): 3-93.
- Fernández, F., Huertas, A.V.C. & Serna-Cardona, F.J. 2015. Hormigas cortadoras de hojas de Colombia: *Acromyrmex* & *Atta* (Hymenoptera: Formicidae). Universidad Nacional de Colombia, Bogotá. Fauna de Colombia. Monografía No. 5. 354 p.
- Fisher, B. L. 2010. Biogeography. *In Ant Ecology*, L. Lach, C. L. Parr y K. L. Abbott (Eds.). Oxford University Press. Oxford. p. 18-37.
- FORTI, L. C.; PROTTI, A. P.; RAMOS, V. M. 2000. Biología e comportamentode *Atta sexdens rubropilosa* (Hymenoptera, Formicidae): implicações no seu controle. Série Técnica IPEF 13: 103-114.
- García, O. N. L., A. R. Acosta, I. L. Torres, R. L. Hernández, J. M. González y M. G. Martínez. 2020. Toxicidad de la Azadiractina sobre obreras forrajeras y mini colonias de *Atta mexicana* (Smith) en laboratorio. *Entomología Mexicana*. 7: 451-456.
- Gerhold, P., M. Araújo, I. Leal & R. Wirth. 2007. Cutting more from cut forests: edge effects on foraging and herbivory of leaf-cutting ants in Brazil. *Biotropica* 39(4): 489-495.
- Gobbo, M. E., V. L. Crivelenti, M. P. Mattar, M. Waldemore y L. R. Filho. 2018. Controle de Saúvas (*Atta* spp.) com extrato das folhas de batata-doce (*Ipomoea batatas*): uma experiência promissora. *Cuadernos de Agroecología*. 13(2): 1-10.
- Gómez, O. y E. Zavaleta. 2001. La asociación de cultivos como estrategia para el manejo de enfermedades, en particular con *Tagetes spp.* *Revista Mexicana de Fitopatología*. 19: 94-99.

- Guerra, S. D., D. C. Rodríguez y A. L. Figueredo. 2018. Actividad insecticida de extractos acuosos de hojas y corteza de *Trichilia Hirta*. Revista Granmense de Desarrollo Local. 2(5): 50-59.
- Herrera, S. E. 2009. Desarrollo de una formulación granular base para el control biológico de las hormigas forrajeras (*Atta* spp.). Tesis de Grado. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. Costa Rica. 85 p.
- Herrera, M. y N. Valenciaga. 2011. Peculiaridades de las bibijaguas (Attini: *Acromyrmex* y *Atta*) que hacen difícil su control. Revista Cubana de Ciencias Agrícolas. 45(3): 217-225.
- Hölldobler, B. & O. Wilson. 2011. The ascent of the leafcutters. En: B. Hölldobler y O. Wilson. The leaf cutting ants: civilization by instinct. 1ª edición. 43-75 pp. New York: W. W. Norton & Company.
- Infante, A. D., A. C. Velázquez, J. L. Monribot, J. A. Guerrero, J. Valenzuela. 2021. Las hormigas arrieras. INECOL, Instituto de Ecología. En: <https://www.inecol.mx/inecol/index.php/es/2013-06-05-10-34-10/17-ciencia-hoy/848-las-hormigas-arrieras-comen-hojas>
- ITIS. 2021. *Atta mexicana*. Taxonomic Serial No.: 578538. Integrated Taxonomic Information System. En: https://www.itis.gov/servlet/SingleRpt/SingleRpt?search_topic=TSN&search_value=578538#null
- Jeanie, F. R. C. Errard. 2009. Hygienic behavior, liquid foraging, and trophallaxis in the leafcutting ants, *Acromyrmex subterraneus* and *Acromyrmex octospinosus*. Journal of Insect Science. 63(9): 1-9.
- Kooij, P., M. Schiøtt, J. Boomsma & H. De Fine Licht. 2011. Rapid shifts in *Atta cephalotes* fungus-garden enzyme activity after a change in fungal substrate (Attini, Formicidae). Insectes Sociaux. 58: 145-151.
- Lezaun, J. 2020. Hormiga arriera *Atta Cephalotes*: una plaga evolucionada, eusocial y polimórfica. En: <https://www.croplifela.org/es/plagas/listado-de-plagas/hormiga-arriera-atta-cephalotes>
- López, E. y S. Orduz. 2002. *Metarhizium anisopliae* y *Trichoderma viride* controlan colonias de *Atta cephalotes* en campo mejor que insecticida químico. Revista Colombiana de Biotecnología. 4(1): 71-78.
- López, B. M. 2008. Toxicidad volátil de monoterpenos y mecanismos bioquímicos en insectos plaga de arroz almacenado. Tesis de Grado. Universidad de Murcia, España. 246 p. En: <https://www.tdx.cat/bitstream/handle/10803/11037/LopezBelchi.pdf?sequence=2.txt>

- Machado, V., E. D. Fleig, M. E. Silva y E. P. Lucchese. 1988. Reações observadas em colônias de algumas espécies de *Acromyrmex* (Hymenoptera-Formicidae) quando inoculadas com fungos entomopatogênicos. *Ciência e Cultura*. 40(11): 1106-1108.
- Márquez, L. J. 1996. Las hormigas arrieras, *Atta* spp. (Hymenoptera: Formicidae) de México. *Deugesiana*. B3(1): 33-45.
- Mera, J. S. 2011. Análisis de manejo y percepción del impacto de la hormiga arriera (*Atta cephalotes*) sobre los habitantes del corregimiento de Pance, Valle del Cauca, Colombia. Tesis de Grado. Universidad Autónoma de Occidente. Santiago de Cali. 106 p.
- Mesén, P. E. 2015. Evaluación de la actividad entomopatógena de diversos aislamientos de hongos y cepas de *Bacillus thuringiensis* para el potencial desarrollo de un bioformulado contra las hormigas cortadoras de hojas de la especie *Atta Cephalotes*. Tesis. Instituto Tecnológico de Costa Rica. 168 p.
- Moller, I., H. De Fine Licht, J. Harholt, W. Willats & J. Boomsma. 2011. The dynamics of plant cell-wall polysaccharide decomposition in leaf-cutting ant fungus gardens. *Plos One*. 6(3): e17506.
- Montoya, L. J., P. Chacón y M. Manzano. 2006. Caracterización de nidos de la hormiga arriera *Atta Cephalotes* (Hymenoptera: Myrmicinae) en Cali (Colombia). *Revista Colombiana de Entomología*. 32(2): 151-158.
- Montoya, C. M., J. M. Lerma, I. Armbrecht y M. G. Roper. 2007. ¿Cómo responde la hormiga cortadora de hojas *Atta Cephalotes* (Hymenoptera: Myrmicinae) a la remoción mecánica de sus nidos? *Boletín del Museo de Entomología de la Universidad del Valle*. 8(2): 1-8.
- Morales, C. U. 2012. Control de la hormiga (*Atta* spp.) en el cultivo de jamaica (*Hibiscus sabdariffa* L.). Tesis Ingeniero Agrónomo. Universidad Autónoma Antonio Narro. México. 59 p.
- Mueller, U., J. Scott, H. Ishak, H. Cooper & A. Rodriguez. 2010. Monoculture of leafcutter ant gardens. En: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2937030/>
- Municipios. 2021. Yautepec de Zaragoza. Municipios. mx. En: <https://www.municipios.mx/morelos/yautepec/>
- Muñoz, G. N. 2017. Hormigas cortadoras de hojas en el departamento del Vaupés, Colombia: Una propuesta de manejo integrado. En: <https://>
- Naturalista. 2021. Hormiga chicatana negra (*Atta mexicana*). En: https://colombia.inaturalist.org/taxa/300315-Atta-mexicana/browse_photos

- Nemrata, P. 2002. Larvicidal action of essential oils from plants against the vector mosquitoes *Anopheles stephensi* (Liston), *Culex quiquefasciatus* (Say) and *Aedes aegypti* (L.). *International Pest Control*. 42(2): 53-55.
- Nickele, M. A., M. R. Pie, W. R. Filho y S. Penteado. 2013. Formigas cultivadoras de fungos: estado da arte e direcionamento para pesquisas futuras. *Pesquisa Forestal Brasileira*. 33(73): 53-72.
- Ortiz, G. D., S. V. Giraldo, C. G. Echeverry, J. M. Lerma. 2013. Actividad de *Serrarrtia marcescens* sobre tres hongos de uso comercial para el control biológico de la hormiga arriera, *Atta cephalotes*. *Boletín del Museo de Entomología de la Universidad del Valle*. 14(2): 1-69.
- Osorio, T. F. 2019. Evaluación de la eficacia de producto natural para el control de hormigas cortadoras de hojas (*Atta Cephalotes*) en el municipio de Armenia Quindío. Universidad Nacional Abierta y a Distancia – Unad. Dosquebradas, Risaralda. 44 p.
- Peña, D. M. y L. M. Torres. 2018. Caracterización del nicho ecológico de *Atta cephalotes* L. en la sub cuenca III, Managua. Tesis. Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, Managua. 83 p.
- Peña, E. S., J. Rodríguez, S. M. V. Giraldo y J. M. Lerma. 2013. Efecto de la limpieza del sustrato vegetal por la casta obrera en colonias de *Atta cephalotes* (Hymenoptera: Myrmicinae). *Boletín del Museo de Entomología de la Universidad del Valle*. 14(2): 69-40.
- Poulsen, M., A. N. Bot, M. G. Nielsen & J. J. Boomsma. 2002. Experimental evidence for the costs and hygienic significance of the antibiotic metapleural gland secretion in leaf-cutting ants. *Behavioral Ecology and Sociobiology*. 52: 151-157.
- PueblosAmerica. 2021. El Caudillo del Sur (Morelos). En: <https://mexico.pueblosamerica.com/i/el-caudillo-del-sur/>
- Ramos, A. N. y S. F. Santacruz. 2012. Evaluación de tres diluciones de un extracto de *Allium sativum* (ajo) y su posible uso como insecticida natural contra el *Zabrotes subfasciatus* (gorgojo común del frijol) en grano almacenado. Tesis. Universidad de el Salvador. El Salvador. 107 p. En: https://ri.ues.edu.sv/id/eprint/2330/1/EVALUACION_DE_TRES_DILUCIONES_DE_UN_EXTRACTO_DE_Allium_sativum_%28AJOS%29_Y_SU_POSIBLE_USO_COMO_INSEC.pdf
- Ramos, V. M., R. F., Leite, V. T. de Almeida, R. S. Camargo, J. S. Cruz, R. M. de Leão, M. V. Prado & M. S. Pereira. 2019. Bioactivity of *Asclepias curassavica*, *Equisetum* spp. and *Rosmarinus officinalis* extracts against leaf-cutting ants. *Sociobiology*. 66(4): 536-544.

- Regnault, R. C., B. G. R. Philogène and C. Vincent. 2005. Biopesticides of plant origin. Université de Pau et des Pays de l'Adour, Université d'Ottawa, and Agriculture et Agro-alimentaire Canada. Lavoisier, Paris, France. 313 p.
- Rengifo, R. M., C. G. Echeverri y J. M. Lerma. 2013. Protección de *Serratia marcescens* sobre el hongo simbiote *Leucoagaricus gongylophorus* asociado a *Atta cephalotes* (Hymenoptera: Myrmicinae). Boletín del Museo de Entomología de la Universidad del Valle. 14(2): 69-41.
- Ríos, C. L. 2014. Biodiversidad de hormigas en México. Revista Mexicana de Biodiversidad. 85: 392-398.
- Rodríguez, H. O. 2000. Consecuencias del acarreo de semillas por hormigas en la isla del Bosque de la Estación Biológica del Beni. Tesis Licenciatura. La Paz, Bolivia. 55 p.
- Rodríguez, G. J., Z. Calle y J. M. Lerma. 2008. Herbivoría de *Atta cephalotes* (Hymenoptera: Myrmicinae) sobre tres sustratos vegetales. Revista Colombiana de Entomología. 34(2): 156-162
- Rodríguez H. C., Laura O. Arenas, D. O. Martínez y S. I. Gil. 2009. Repelencia de adultos de mosca blanca (*Trialeurodes vaporariorum* West.) con aceites esenciales. Fitosanidad. 13(1): 11-14.
- SENASICA, 2019. Guía visual para identificación de hormigas invasoras exóticas. Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria. 38 p.
- Serratos, T. C. 2015. Efectos de la aplicación de *penicillium* sp. y *aspergillus flavus* sobre la densidad poblacional activa de *Atta mexicana* (Smith) en el valle de Tehuacán, Puebla. Tesis de Grado. Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. 65 p.
- Urcuqui, B. A. y J. S. Galarza. 2005. Caracterización de los hábitos alimentarios de las hormigas arrieras en el bosque seco tropical del jardín botánico de la ciudad de Santiago de Cali. Tesis. Universidad Autónoma de Occidente. Santiago de Cali. 81 p.
- Torres, G. K. y M. I. C. Salgado. 2020. Infusiones botánicas para el control de *Aedes aegypti* Linnaeus, 1762 (Diptera: Culicidae) bajo condiciones de laboratorio. Entomología Mexicana. 7: 139-144.
- UMNG, 2022. Concentración de las soluciones. Universidad Militar Nueva Granada. Facultad de Estudios a distancia. En: http://virtual.umng.edu.co/distancia/eco_sistema/ovas/ingenieria_civil/quimica/unidad_4/medios/documentacion/p12h10.php

VALMIR, S. V.; DILLON, B. R. J.; DILLON, B. V. M.; REYNOLDS, B. S. E.; SAMUEL, R. I., 2004. Occurrence of the antibiotic producing bacterium *Burkholderia* sp. in colonies of the leafcutting ant *Atta sexdens rubropilosa*. *Microbiology Letters*. 239: 319-323.

Vanegas, V. E. 2018. Plan de manejo integrado de la hormiga arriera en el municipio de Campohermoso Boyacá. En: http://campohermosoboyaca.micolombiadigital.gov.co/sites/campohermosoboyaca/content/files/000072/3596_hormiga-arriera-en-campohermoso.pdf

Vázquez, M. L., E. F. González, J. L. Rico, G. T. Torriente, J. A. Simonetti y R. R. Ochoa. 2005. Manejo agroecológico de plagas en fincas de la agricultura urbana. Instituto de Investigaciones de Sanidad Vegetal. Ciudad de la Habana. 63 p. En: <file:///C:/Users/CARLOS%20R/Downloads/Manejoagroecologicoplagasagriculturaurbana.pdf>

Vásquez, B. M. 2015. Taxonomía de Formicidae (Hymenoptera) para México. *Métodos de Ecología y Sistemática*. 10(1): 1-53.

Vásquez, B. M. y J. E. Rocha. 2016. Hormigas (Hymenoptera: Formicidae) de Aguascalientes. *Investigación y Ciencia*. 24(68): 36-40.

Vasudevan P., S. Kashyap & S. Sharma. 1997. Tagetes: a multipurpose plant. *Bioresource Technology*. 62 (1-2): 29-35.

Vergara, J.C. 2005. Biología, manejo y control de la hormiga arriera. Primera edición. Ed. Departamental del Valle del Cauca. Santiago de Cali, Colombia. 20 p.

Vicente, R. E., W. Dáttilo y T. J. Izzo. 2012. New record of a very specialized interaction: *Myrcidris epicharis* Ward 1990 (Pseudomyrmecinae) and its myrmecophyte host *Myrcia madida* McVaugh (Myrtaceae) in Brazilian Meridional Amazon. *Acta Amazónica*. 42(4): 567-570.

Vivas, E. I., R. C. Zavala y R. R. del Río. 2019. Manejo del suelo. En: <http://prepa.chapingo.mx/wp-content/uploads/2019/01/ANTOLOGIA-IIV1.pdf>

Wilson, E. O. & M. A. Nowak. 2014. Natural selection drives the evolution of ant life cycles. En: *Proceedings of the National Academy of Sciences*. 111(35): 12585- 12590.

Zanetti, R.; J. C. Zanuncio, J. C Santos, W. L. Paiva da Silva, G.T. Ribeiro y P.G. Lemes. 2014. An overview of integrated management of leaf-cutting ants (*Hymenoptera: Formicidae*) in Brazilian forest plantations. *Forests*. 5: 439-454.



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL
ESTADO DE MORELOS



FACULTAD
DE CIENCIAS
BIOLÓGICAS

FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS

Licenciatura en Biología

Programa Educativo de Calidad

Acreditado por el CACEB 2018-2023

Cuernavaca, Morelos a 26 de mayo de 2023

DRA. DULCE MARÍA ARIAS ATAIDE
DIRECTORA GENERAL DE SERVICIOS ESCOLARES
P R E S E N T E.

Por este conducto, los catedráticos suscritos comunicamos a Usted, que hemos revisado el documento que presenta la Pasante de Biólogo: **C. PORTILLA DÍAZ MARÍA GUADALUPE**, con el título del trabajo: **EVALUACIÓN DE ESPECIES VEGETALES, PARA EL CONTROL DE LA HORMIGA ARRIERA (*Atta sp.*) (Hymenoptera: Formicidae) EN MAÍZ ALMACENADO (*Zea mays*).**

En calidad de miembros de la comisión revisora, consideramos que el trabajo reúne los requisitos para optar por la Modalidad de Titulación por Tesis Profesional por Etapas como lo marca el artículo 26° del Reglamento de Titulación Profesional vigente de la Universidad Autónoma del Estado de Morelos.

A T E N T A M E N T E
Por una humanidad culta

JURADO REVISOR

FIRMA

PRESIDENTE: M. EN C. FRANCISCO JAVIER SOTELO RIVERA

SECRETARIO: BIOL. ANDREA ELIZABETH GRANJENO COLÍN

VOCAL: M. EN C. MARÍA IDALIA CUEVAS SALGADO

SUPLENTE: M. EN C. MARÍA EUGENIA BAHENA GALINDO

SUPLENTE: DRA. COLUMBA MONROY ORTIZ

Av. Universidad 1001, Col. Chamilpa, C.P. 62209, Tel-fax: (777) 329 7047

www.uaem.mx/organizacion-institucional/idades-academicas/facultades/ciencias-biologicas



Una universidad de excelencia

RECTORÍA
2017-2023

Se expide el presente documento firmado electrónicamente de conformidad con el ACUERDO GENERAL PARA LA CONTINUIDAD DEL FUNCIONAMIENTO DE LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MORELOS DURANTE LA EMERGENCIA SANITARIA PROVOCADA POR EL VIRUS SARS-COV2 (COVID-19) emitido el 27 de abril del 2020.

El presente documento cuenta con la firma electrónica UAEM del funcionario universitario competente, amparada por un certificado vigente a la fecha de su elaboración y es válido de conformidad con los LINEAMIENTOS EN MATERIA DE FIRMA ELECTRÓNICA PARA LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE ESTADO DE MORELOS emitidos el 13 de noviembre del 2019 mediante circular No. 32.

Sello electrónico

ANDREA ELIZABETH GRANJENO COLIN | Fecha:2023-05-26 16:01:13 | Firmante

ZbEhx3JJ+0IHML4XMqtOrRb5Dk3aMfEOIFJmz8d21wkk9/ENx6sHO8B5k93gu54a/u1fouzLpaOu3akLwbBj79+VP+Og2HCXngV3yL16hvqZTgwqYVkwQD3HgmhnAEMWIOg06k
sGOYqni8mRYGvME06ugiSRqJ4vDPjfmWVKM6wESb576wzXv0PjG4XG3/uZytwbLFUG2B/uMjr1LdgpPK0V5O4QAWd+XjanSPJ475oXzU4WQ9ntU6TJCnW1XWV1sVx5fkhM2a/glqHhh/cpTFUSI7E46zHhI5xgl87Mc6NCMBpe9PGPwXjPEIxT9PaLhVQUQRfinWUZ2FyBx1Usbw==

MARIA IDALIA CUEVAS SALGADO | Fecha:2023-05-26 17:13:05 | Firmante

eHU1QFqBh7vq3+oBQUY7OGBxNrJjtaakYWv7w6yOy2T2bihvaylpxmbr0Tjmv7NFXXWGN2yRgQesfXVbtP7EHOi6r4QfJatCPXoeDYyaDqZ4erynZVeorEpdQgtRqdVi7hUA5HY
/K3h7R5RMsBrQ7Khj5wNvC9mLJbl6j85TTuPXy3a3F0viWFLD/c8vCFokXrSwB5UFX1dwl+YxQKb2s63RfhhTbu0BHTviw2xQuev/y2sJJMALjvbx8GI4+LYIFzsgZnFDbV1EotzKct1PPT9g3TCmtj1oUNjAPgN3BpsZNwp41elnAP6HPqhcqBwUoxrk55zXzowTWlZ6cdA==

COLUMBA MONROY ORTIZ | Fecha:2023-05-27 06:46:05 | Firmante

fIMCjbdmylJskTqfWnReyc0TGWU8dWw92FAA8TRPphqIQQ4niYfgf4ArvZHAHLn7edu+VWs3eQ5WiAe9VOmaTQh8MRPN8JUKtfe0HihXR5bj/1XfQbenM4AGkKnblBjJMSgW
Cuvh5HGD855HSN2QHqFsfCZMUSRRvn+4MiDTzHDIKWG6eRZBYLO+7j6pKoozGHTfpa+wedHJDfiQC9WKcpwSbidl+f1KLgSsDcbC4ylKJSMLDsfU3g7vsJtinOVsy7o3eRKH2UvhTK6AtxIBXDyH3HFzhfv8KESWsmTrijH4TH2rUznhWchL6z65CH58ISFnA3Vok4yNTB1W2mViUQ==

MARIA EUGENIA BAHENA GALINDO | Fecha:2023-05-29 08:12:35 | Firmante

ZYyD6ZQVvVRi4VIQUW2MScd1UFB3vknPXbTZr3FeBh5Ubb/GP89oEzgm0Ejh6buo5eIVniBcr9idVEZWt5P5btS0t3zQB8jX6QCfu4LwV1iAvP
YnYjV7/M4aurtWlpxQfnw3IVCv
gQrdimp0tm763m53FhbhtE1VvplXcL9KvEzK2aX3RP9dmgWr1HggvMhVPzQcSZpfmtaLK39Nd6JTS03TVuGJxhRiQaLV1bFodT0Q/qBoABtqnZ/trPDDNgyWHF3rHxS11EXHfdT2Z2/3xBl+AVap+WRMLcUrTytd9Gro0bpRtnOfRQ+R6qdknVLJJ19IEUzi1jQPXyLBrCg==

FRANCISCO JAVIER SOTELO RIVERA | Fecha:2023-05-29 09:02:51 | Firmante

MVf24iti87+kAi7vuaNHwKiA+e0kj5emWOLWK4+qLiNQGgin3KZpkuiVJHzt/CNCjeB2bvC4oVMzY+DV00aJP1qN+NWrla+SXe5a+kDJFuLyD7KyU+f5UsUw5+3uB/1xt1uicpwun3
42c0w5sBmTpun/tQ7G6fd2Gw3RVgMr0q2CuSodju7qsER/1//u5GtFR33ZWxvWwQQC+/8SvEhK41fihejHROJHFsXBnT/MV6zGPx9qFatldsHMHm
vpm864lrsxYAwG4Y62Wel32gsXlsmtuRUF1cNbYsWSTqTYcovEz1vAsdc6DDC6+E3aRPPcOkSB0qBUNPXmQiUPSjCA==



Puede verificar la autenticidad del documento en la siguiente dirección electrónica oescaneando el código QR ingresando la siguiente clave:

ok4lfOq67

<https://efirma.uaem.mx/noRepudio/J1i8dHLzvCaHSIUocujk26cyLKUG8lz>

