

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
ANTONIO NARRO**

**DIVISIÓN DE AGRONOMÍA
DEPARTAMENTO DE PARASITOLOGÍA**



Repelencia de Extractos Vegetales Sobre la Hormiga Arriera (*Atta mexicana*) (F. Smith, 1858) en Condiciones de Campo.

Por:

GREGORIO ADÁN ESTRADA MUÑOZ

T E S I S

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO AGRÓNOMO PARASITÓLOGO

Saltillo, Coahuila, México

Mayo 2012

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
ANTONIO NARRO**

**DIVISIÓN DE AGRONOMÍA
DEPARTAMENTO DE PARASITOLOGÍA**

Repelencia de Extractos Vegetales Sobre la Hormiga Arriera (*Atta mexicana*) (F. Smith, 1858) en Condiciones de Campo.

Por

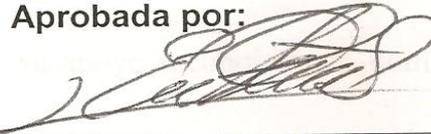
GREGORIO ADÁN ESTRADA MUÑOZ

T E S I S

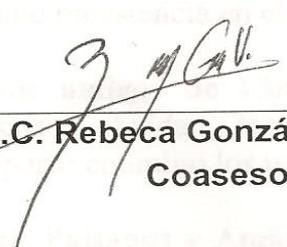
Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO AGRONOMO PARASITOLOGO

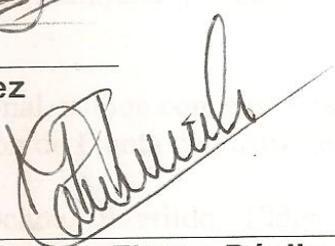
Aprobada por:



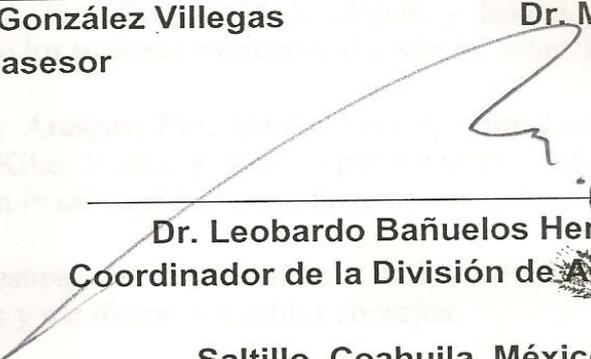
Dr. Ernesto Cerna Chávez
Asesor Principal



M.C. Rebeca González Villegas
Coasesor



Dr. Mariano Flores Dávila
Coasesor



Dr. Leobardo Bañuelos Herrera
Coordinador de la División de Agronomía

Saltillo, Coahuila, México.

Mayo 2012


Coordinación
División de Agronomía

AGRADECIMIENTOS

A DIOS: Por darme la vida y gracias a él nunca me he sentido solo ya que siempre ha estado conmigo para tenderme su mano y ayudarme en todo momento de mi vida y gracias porque me ha ayudado a culminar uno de mis grandes sueños: terminar mi carrera.

A MI ALMA MATER: Por haberme brindado la oportunidad de superarme y darme las herramientas y conocimientos que me harán salir adelante durante toda una vida.

A MIS ASESORES:

Dr. Ernesto Cerna Chávez: Por sus valiosas enseñanzas, colaboración, amistad y su entrega incondicional de tiempo y dedicación los cuales fueron indispensables para la realización de este trabajo.

M.C. Rebeca González Villegas: Por su valiosa aportación y tiempo en la revisión de este trabajo, así como sus valiosas sugerencias y apoyo desinteresado.

Dr. Mariano Flores Dávila: Por su gran ayuda y apoyo en la realización de este trabajo.

A mis compañeros de la generación CXII de Parasitología: Nasheli, Limones, Gabriel, Efrén, Oscar y demás compañeros de generación con quienes compartí buenos momentos durante mi estancia en la universidad.

M.C. Jorge Corrales Reynaga: Por su apoyo incondicional, humildad y valiosos consejos durante mi estancia en la universidad.

Dr. Juan Manuel Martínez Reyna: Por su apoyo incondicional, sabios consejos y formación durante mi estancia en el Equipo Internacional de Identificación de Planta de Pastizales.

A mis amigos de Chiapas: José Luis, Pepe, Carlos, Ochoa, Everildo, Elder, Lampo, Canchaya, Avidail, Jacdiel, Che Moo, Miguel y Eudiel por brindarme su amistad y por compartir conmigo los mejores momentos durante mi estancia en la universidad.

A mis Paisanos y Amigos: Piri, Juanjo, Joan, Fermin, Juan, Willy, Calixtro, Nivardo, Juan, Chuy, Quintero, Kike, Nole, Rubén y Saul por brindarme su amistad y apoyo tanto dentro de nuestra estancia en la universidad como fuera de esta misma.

A todos los profesores del Departamento de Parasitología: Quienes siempre compartieron sus conocimientos y me dieron sus sabios consejos.

DEDICATORIAS

Este trabajo está dedicado especialmente para mis padres.

Abuelo Gregorio (+): Porque a pesar de que no te conocí se que fuiste una gran persona y este trabajo te lo dedico.

Abuela Margarita: Por todo el amor y apoyo que me diste desde el inicio de mi carrera.

Mamá: Por tu amor, desvelos, preocupaciones y enseñanzas durante esta vida, que han hecho de mí un ser humano predicador de paz y armonía. Porque siempre soñaste y anhelaste verme como un profesionalista, tu sueño esta cumplido. De todo corazón para ti mamá.

Papá: De ti he aprendí a hacer las cosas bien cuando se tiene voluntad y ganas de hacerlo. Aquí está la cosecha de lo que tú has sembrado, te agradezco tu amor, afecto y cariño paternal.

A mis hermanos:

Héctor

Diego

Lupita

Juan de Dios

Gracias por la confianza y apoyo incondicional que siempre me han brindado, y por todos los momentos que hemos pasado juntos en familia, gracias por creer en mí, este trabajo es para ustedes, ya que ustedes me dieron la fuerza para terminar mis estudios profesionales.

ÍNDICE GENERAL

	Pág
AGRADECIMIENTOS	III
DEDICATORIAS	IV
INDICE GENERAL	V
INDICE DE CUADROS	VIII
INDICE DE FIGURAS	IX
RESUMEN	X
INTRODUCCION	1
OBJETIVO	2
HIPÓTESIS	2
REVISION DE LITERATURA	3
Orden Hymenoptera.....	3
Familia Formicidae.....	3
Anatomía externa.....	5
Anatomía interna.....	5
Descripción morfológica.....	6
Organización del hormiguero.....	8
Alimentación.....	8
<i>Atta mexicana</i> (hormiga arriera, u hormiga cortadora de hojas).....	9
Ubicación taxonómica.....	10
Distribución.....	10
Descripción.....	10
Ecología y hábitos.....	11
Organización social y ciclo de vida.....	11
Comunicación de las hormigas.....	12
Características del nido.....	13
Formación de colonias.....	14
Estadios y formación de hormigueros.....	15
Alimentación.....	16

Importancia económica.....	17
Daños ocasionados por <i>Atta mexicana</i>	17
Manejo y Control de la Hormiga Arriera (<i>Atta mexicana</i>)....	18
Consideraciones sobre el control de las hormigas.....	18
Manejo cultural.....	19
Control mecánico o físico.....	20
Control químico.....	20
Manejo biológico y microbiano.....	21
Manejo orgánico.....	22
Extractos vegetales.....	22
Importancia de los extractos.....	23
Consideraciones sobre el control de las hormigas.....	22
Descripción de las plantas de estudio.....	24
Gobernadora (<i>Larrea tridentata</i>).....	24
Origen.....	24
Distribución.....	24
Ubicación taxonómica.....	25
Descripción morfológica.....	25
Hábitat.....	25
Vegetación asociada.....	26
Aspectos fisiológicos.....	26
Tolerancia.....	27
Desventajas.....	28
Antecedentes como cultivo.....	28
Usos.....	29
Hojasen (<i>Flourenzia cernua</i>).....	30
Origen.....	30
Distribución.....	31
Ubicación taxonómica.....	31
Descripción morfológica.....	31

Biología y hábitos.....	32
Antecedentes.....	32
Nopal (<i>opuntia sp</i>).....	32
Origen.....	32
Ubicación Taxonómica.....	33
Descripción.....	33
Antecedentes de uso.....	35
MATERIALES Y MÉTODOS.....	36
Ubicación del área de estudio.....	36
Obtención de los extractos.....	36
Material biológico.....	36
Aplicación de los extractos.....	37
Tratamientos.....	38
Diseño experimental.....	38
Variables.....	39
RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	40
CONCLUSIONES.....	46
LITERATURA CITA.....	47
APENDICE.....	52

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro		Pág.
1	Ciclo de vida de <i>Atta mexicana</i> , después del vuelo nupcial....	16
2	Usos actuales y potenciales de <i>Opuntia spp.</i>	35
3	Tratamientos utilizados.....	38
4	Comparación de medias de las salidas de <i>Atta mexicana</i> después de la aplicación de los tratamientos.	41
5	Comparación de medias de las salidas de <i>Atta mexicana</i> después de la aplicación de los tratamientos, utilizando como testigo el preconteo.....	42
A1	Flujo de entradas y salidas de <i>Atta mexicana</i>	52
A2	Conteo del flujo de entradas y salidas en el preconteo.....	54

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura		Pág.
1	Hormiguero de <i>Atta mexicana</i>	13
2	Nido de hormiga arriera (<i>Atta mexicana</i>) abierto para la temporada de enero después de un período de inactividad....	14
3	Mapa de la ubicación de los hormigueros.....	37
4	Grafica de flujo de entradas y salidas en el preconteo.....	40
5	Graficas de las medias de los conteos de entradas y salidas..	43
6	Grafica de flujo de hormigas de entradas (T1) y salidas (T2) a través de las diferentes horas de muestreo.....	44

RESUMEN

Se determinó el efecto de repelencia de los extractos vegetales de gobernadora (*Larrea tridentata*), hojaseñ (*Flourensia cerna*) y nopal *Opuntia sp.* Se emplearon adultos de hormiga arrieras (*Atta mexicana*) directamente de campo, distribuidas en 21 hormigueros, cuya ubicación fue en el campus de la UAAAN en Buenavista, Saltillo, Coahuila. En este sitio se escogieron hormigueros que se encontraban en lugares despejados, uniformes y se seleccionaron diferentes puntos para que los hormigueros estuvieran a más de 20 m de distancia entre cada uno, de acuerdo a la metodología descrita por Garzón (2005), además también se contempló que dichos hormigueros fueran activos (Caffarini *et al.*, 2006). Una vez seleccionados los hormigueros se procedió a realizar las aplicaciones de los diferentes extractos (gobernadora, hojaseñ, nopal). Las cantidades de solución de extracto para cada ensayo fueron de 2 mL y 4 mL, teniendo para cada caso un testigo absoluto y para cada tratamiento tres repeticiones.

El trabajo en campo se realizó con insectos adultos de *Atta mexicana*, para esto se utilizó una micropipeta de 1 mL, una vez medida la cantidad correcta de solución se procedió a la aplicación por las paredes de la boca del hormiguero. Las observaciones se realizaron a las 3, 6, 9 y 24 hrs. Para ello se contaron las hormigas que entraban y salían del hormiguero, esto durante 1 min.

Los resultados arrojan que el mejor efecto de repelencia se observa en el extracto de *Larrea tridentata* ya que es donde se presentan los resultados de salidas de hormigas del hormiguero más altos, seguido del extracto de *Flourensia cernua*. Para el caso del *Opuntia sp* los resultados obtenidos son muy variables presentando más entradas que salidas.

Los extractos vegetales aplicados en campo muestran efectos muy diversos ya que al estar en contacto directo con el medio ambiente hace que las moléculas de

los principios activos de los extractos se alteren, sin embargo para este trabajo los extractos empleados mostraron efectos de repelencia.

Palabras clave: Gobernadora, hojasen, nopal, etanol, hormiguero.

INTRODUCCIÓN

Los artrópodos son un grupo de animales que presentan una gran variedad de costumbres; los hay desde solitarios hasta insectos sociales que se dividen en castas. Este tipo de hábito es común en hormigas, dentro de las cuales encontramos depredadoras, cortadoras y cosechadoras.

Las hormigas aparecieron en el planeta Tierra hace unos 100 millones de años. Y después de todo ese tiempo se han convertido en uno de sus habitantes más representativos, poseedores de una práctica de lo social que no deja de asombrar por igual a escolares, estrategas, ingenieros, psicólogos y científicos.

Las hormigas representan uno de los grupos más prósperos entre los animales terrestres (Wilson, 1967). Biondi (1990), menciona que las hormigas viven en nidos formando grandes sociedades, en la que existe una gran división de trabajo entre varias castas especializadas. Existen más de seis mil especies distintas y todas ellas son sociales, si bien sus comunidades oscilan desde una docena de individuos hasta varios millones, dentro de las cuales encontramos depredadoras, cortadoras y cosechadoras. Estas últimas se alimentan de los productos de la fermentación de semillas que son recolectadas en los alrededores de los nidos, siendo de gran interés en zonas urbanas y semi-urbanas. Una de estas especies es la *Atta mexicana*. La presencia de este insecto es indeseable en jardines, viviendas y parques públicos, dada su agresividad.

La picadura no es de riesgo para la salud humana, pero si llega a causar irritaciones e inflamaciones en la zona afectada. De esta forma se ve perjudicado

directamente el confort, la seguridad y la estética de las áreas que utiliza el hombre para su vivienda y su esparcimiento, por lo que se le categoriza como una plaga de importancia urbana.

El presente trabajo tiene por objetivo; evaluar el efecto repelente de 3 extractos vegetales en el control de hormigueros de *Atta mexicana* en campo.

Hipótesis

Se espera que al menos uno de los extractos vegetales tenga efecto de repelencia en campo sobre *Atta mexicana*.

REVISION DE LITERATURA

Daly *et al.* (1981) mencionan que los insectos son los organismos más variados sobre la tierra. Comprendiendo un 72% del reino animal.

Orden Hymenoptera

Milne (1988), indica que orden Hymenoptera tiene arriba de 108,000 especies distribuidas en todo el mundo, incluyendo 17,000 reportadas en Norteamérica; así mismo menciona, que muchas de las especies de insectos sociales pertenecen a este orden. Coronado (1982), menciona que su aspecto general es difícil de describirlo; sin embargo podemos decir que son especies de cuerpos robustos o alargados, en ocasiones cubiertos de pelos; los hay de diversos colores, variando hasta el verde o azul metálico; de tamaño pequeño a medio; presentando metamorfosis completa, además a estos insectos se les conoce con los nombres vulgares de avispa, jicotes, abejas, hormigas y otros nombres.

El orden es de particular importancia ya que lo integran especies que son benéficas para el hombre pero también hay especies plaga. Entre las benéficas hay especies que hacen comida para nosotros, como las abejas melíferas; por otro lado existen especies depredadoras y parasitoides que controlan innumerables insectos plagas. La actividad de los himenópteros incrementa la producción de los cultivos con la polinización y benefician también con el control biológico. Sólo una pequeña proporción de especies del orden son plagas de cultivos principalmente en la silvicultura, causando daños severos. Otras especies son notorias por que pueden

infligir dolorosas picaduras que varían de simples molestias hasta las peligrosas, donde un ataque puede causar heridas fatales (Gould y Bolton, 1988).

Familia Formicidae

Las hormigas son insectos que varían de colores desde negros, café rojizo amarillento y generalmente de un tamaño de 1 a 20 mm. Su antena es acodada, con el primer segmento muy largo. Los primeros dos segmentos abdominales delgados y con proyecciones o jorobas características en el dorso. Las formas aladas se parecen a las avispas son insectos de hábitos sociales que viven en colonias y las larvas son blancas (Coronado, 1982).

Estos pequeños animales son estudiados por una disciplina científica especial, conocida como la Mirmecología. No es raro que sean objeto de investigación, porque después de todo la palabra 'hormiga' agrupa a unas 20.000 especies que representan aproximadamente 20% de la biomasa del planeta (Coronado, 1982). De acuerdo con la clasificación científica, son miembros de la familia Formicidae, del orden Hymenoptera. Pero una de sus características más conocidas es que pertenecen a un grupo de seres conocidos como 'insectos sociales' (Borrór, 1989). Las hormigas fabrican asombrosos hormigueros donde establecen comunidades, a cuyo interior cada una tiene una función. Según algunos teóricos, así se logra poner en funcionamiento un virtual 'super organismo' (Dumpert, 1981).

La teoría del super organismo se basa en la división de tareas otorgadas por nacimiento a cada individuo del hormiguero y en función de la cual, cada hormiga hereda unas determinadas capacidades físicas y químicas, necesarias para desarrollar esa función. Exactamente igual que las células que constituyen cualquier organismo (Dumpert, 1981).

Las colonias de hormigas nacen con la fecundación de una reina. La fascinación que produce la capacidad, lealtad, especificidad y perfección del trabajo

de las hormigas ha llevado a algunos humanos hacia la afición de crear colonias artificiales, para estudiarlas mejor (Farb, 1982).

Anatomía externa

Como todos los insectos, las hormigas poseen el cuerpo dividido en tres unidades funcionales (cabeza, tórax y abdomen), tres pares de patas y dos pares de alas. Un insecto normal tendría el tórax dividido en tres partes. El protórax es la parte más cercana a la cabeza, seguido del mesotórax y el metatórax. Cada una de estas partes tienen asociada un par de patas, y el meso y metatórax un par de alas cada uno. A continuación vendría el abdomen, compuesto de 11 segmentos, si bien a veces aparecen reducidos en número, como en nuestro caso, con 7 segmentos (Agenjo, 1945).

Gould (1988), menciona que los Himenóptera (abejas, avispas y hormigas), se diferencian del resto de insectos porque entre el tórax y el abdomen existe una constricción, un estrechamiento que los separa (la famosa "cintura de avispa"). En realidad, lo que sucede no es que la separación esté entre el tórax y el abdomen, sino que el primer segmento abdominal se fusiona con el tórax y la cintura aparece entre el primer y el segundo segmento abdominales.

En las hormigas existe una segunda constricción, entre el segundo y el tercer segmento abdominal, lo que hace que realmente el cuerpo de las hormigas parezca que tiene cuatro partes claramente diferenciables. Es la existencia del pecíolo lo que hace que las hormigas sean hormigas, y no avispas o mariposas (Agenjo, 1957).

Anatomía interna

Dumpert (1981), comenta que la parte más extraña del cuerpo de una hormiga es indudablemente su estómago; de hecho la hormiga tiene dos estómagos separados con diversas funciones. El primero se denomina buche el cual recibe y preserva los alimentos para las otras hormigas; debido a su papel lo llaman

“estómago social”. El alimento va inicialmente en el buche y de allí, si la hormiga tiene la necesidad de alimentarse, aspira hacia un segundo estómago. Cuando las obreras vuelven al hormiguero, con el buche lleno de alimento, da éste para alimentar la reina, los jóvenes y las hormigas que quedan en el hormiguero.

Descripción morfológica

Hembras y machos

Dumpert (1981), dice que son halados cuando abandonan el nido, pero posteriormente pierden las alas. Las hormigas haladas, que vuelan lentamente formando grandes nubes en determinadas épocas del año, no son una especie diferente, sino los miembros reproductores de las colonias que salen del nido para desarrollarse. Son insectos claramente polimórficos; con diferencias entre obreras, machos y hembras. Los machos de todas las especies tienen alas, ojos bien desarrollados y largas antenas. La hormiga reina es solitaria y no va acompañada del macho cuando establece un nido. Suele ser más grande que los machos y las obreras, y posee una boca totalmente funcional (Borth, 1986). Tras la fecundación, que generalmente tiene lugar en el aire, la reina se posa y se arranca las alas con las mandíbulas, o bien frotándolas contra un objeto sólido. Luego comienza a excavar una pequeña cámara y permanece en ella hasta el año siguiente. Muy pronto pone unos pocos huevos, que luego se transformarán en obreras. Cuida de ellos y, cuando nacen las larvas, las alimenta con secreciones salivares (Coronado, 1982).

Obreras

Borth (1986), varía de unas a otras; normalmente, las que proceden de los primeros huevos puestos por una reina al establecer un nuevo nido son más pequeñas que las que forman el grueso de la población. Sin embargo, en una colonia pueden encontrarse en todo momento hormigas de cualquier tamaño: las hormigas más pequeñas parecen pasar la mayor parte del tiempo dentro del hormiguero, mientras que las más grandes lo protegen y abastecen.

Soldados.

Coronado (1982), tienen la cabeza muy grande y quitinizada, y las mandíbulas fuertes. Como su nombre indica, una de sus funciones es luchar para defender el nido, pero además, suelen ayudar a las obreras pequeñas cuando éstas encuentran un gran trozo de comida que haya que dividir para poder transportarlo al nido.

Huevos

Borth (1986), menciona que son blancos y sólo miden 0,5 mm de longitud, las obreras los llevan de un lugar a otro a medida que cambian las condiciones del nido, manteniéndolos siempre ahí donde las condiciones son óptimas y lamiéndolos con frecuencia para mantenerlos libres de infecciones por hongos.

Larvas

Bertin (1973), dice que tienen aspecto de gusano, con cabeza y trece segmentos. Carecen de patas, pero las de algunas especies parecen solicitar alimento de las obreras moviendo de un lado al otro el extremo anterior del cuerpo. Son colocadas en montones de individuos del mismo tamaño y aproximadamente de la misma edad.

Pupa

Forb (1982) comenta que la tercera etapa; tienen las características del adulto, la pupa es de color pálida con las piernas pequeñas y antenas pegadas al cuerpo. Contrariamente a las larvas, las pupas no se alimentan. Es un período de letargo que dura de varias semanas a meses. Durante este tiempo. Las diferentes partes del adulto aparecen.

Adulto

Milne *et al.*, (1988) mencionan que el adulto sale del capullo, con sus piernas, pero está muy débil y durante varios días, su cuerpo sigue de color pálido. El adulto

toma rápidamente fuerzas y su cuerpo y toma un color diferente y acaba por estar del mismo color que las otras hormigas: su exoesqueleto de quitina se endurece y la hormiga joven puede empezar su vida laboral que puede durar de un mes a varios años.

Organización del hormiguero

El hormiguero consiste físicamente en un pasadizo perpendicular con numerosas cámaras repartidas por el fondo del nido. En esas cámaras mantienen a las crías, almacenan semillas para alimentarse, e incluso cultivan hongos sobre lechos de hojas maceradas (Bertin, 1973). Estos hongos son típicos de las hormigas tropicales de la tribu atinos, cortadoras de hojas, que rasgan los árboles cercanos para obtener material para criarlos, puesto que las larvas se alimentan de bromacios (Cuerpos que sólo produce el hongo bajo tierra). Los nidos de estas hormigas, que constituyen una tremenda plaga para la agricultura, son muy profundos, por lo que resultan difíciles de destruir.

Alimentación

Skaife (1964) menciona que la mayoría de las hormigas viven de la caza. Cuando encuentran una presa grande dan aviso a sus congéneres y dejan una huella odorífera. Las hormigas siguen el rastro, rodean a la víctima y la llevan al hormiguero siguiendo las señales ópticas y la posición del sol. Allí la presa es seccionada y consumida. Se conocen hormigas que visitan pulgones u otros insectos para sorber un líquido azucarado que segregan.

En ocasiones no sólo lo succionan de los pulgones sino que los cuidan, reúnen, protegen sus huevos, los alimentan con tallos suaves o raíces para mejorar el jugo que secretan otras especies, como las hormigas cortadoras de hojas, se dedican a cortar hojas para triturarlos y cultivar hongos en el hormiguero (Skaife, 1964).

Dolí *et al.*, (1981) mencionan que en las zonas desérticas existen las hormigas mieleras, ya que algunos miembros de la comunidad almacenan líquidos dulces en sus abdómenes dilatables. Cuando escasea el alimento dan agua y alimento a sus compañeras y mueren al quedar vacías. Otras especies recolectan semillas de cereales y como son almacenadas bajo tierra y no están a salvo de las lluvias, cortan las plántulas para evitar el crecimiento, o las secan al sol para que el almidón de las semillas se fermente parcialmente produciendo azúcar. Otras hormigas son nómadas y esto se debe posiblemente a sus ciclos reproductivos o falta de alimento. Forman con sus cuerpos las cámaras que alojan a la reina y sus larvas, incluso pueden tenderse sobre corrientes de agua para crear puentes.

***Atta mexicana* (Hormiga arriera, u hormiga cortadora de hojas)**

El género *Atta* se caracteriza por tener hormigas grandes, generalmente de color oscuro; por tener hormigueros muy profundos y extensos, abundante población de hormigas (Se ha reportado hasta 12 millones de hormigas en un hormiguero maduro) y posee casta de Soldados. El hormiguero es muy visible al igual que los caminos de acceso que son fácilmente identificables. Se ha reportado hormigueros de *Atta* de 500 m² de área y 15 m de profundidad. Generalmente en un hormiguero maduro de *Atta* se pueden encontrar bocas independientes de salida y entrada de las hormigas. Este género es muy agresivo y ataca gran diversidad de cultivos causando graves daños, entre los que encontramos más frecuentemente: frutales, hortalizas, café, plátano, yuca, maíz, frijol, caña, forestales, entre otros (Garzón *et al.*, 2005).

Biandi (1990) dice que una de las principales características de las hormigas arrieras es que parecen un desafío a la realidad: Sus pequeños cuerpos pueden acarrear cargas increíbles, varias veces superiores a su propio peso, y sus diminutas mandíbulas, multiplicadas por cientos de miles, son capaces de acabar con grandes extensiones de vegetación, pedacito a pedacito.

Los principales trabajadores de muchas especies de hormiga se han desarrollado como especialistas para las diversas tareas, incluyendo el de moler la semilla, el de almacenaje de alimento, y de la defensa de la colonia (Metcalf, 1990).

Ubicación taxonómica

De acuerdo con Borror *et al.* (1989) mostramos la siguiente clasificación:

Reyno: Animal

Phylum: Artropoda

Subphylum: Atelocerata

Clase: Hexapoda

Subclase: Pterygota

Orden: Himenóptera

Suborden: Apocrita

Familia: Formicidae

Género: *Atta*

Especie: *mexicana*

Distribución

Se puede encontrar en los desiertos calientes de Arizona , México y el salvador, mientras que en los estados unidos se localiza en Luisiana y Texas; Otros países en América central y sur también proporcionan el hábitat y el clima apropiados para la especie *Atta* (Binazzi, 1995).

Descripción.

Todos los miembros de las colonias de hormigas arrieras presentan una coloración marrón, tres pares de patas muy desarrolladas y antenas acodadas. Su tamaño varía entre unos 3 a 15 mm en las colonias menores. En todos ellos, la cabeza es totalmente diferente, como también lo son el tórax y el abdomen. Solo poseen alas las hembras reproductivas y los machos (Metcalf, 1978).

Ecología y hábitos.

Organización social y ciclo de vida

Las hormigas arrieras tienen la mejor organización social en todo el reino animal y nos dan ejemplo con su trabajo comunitario.

Las hormigas hacen parte de una organización completa y bien estructurada, donde cada casta desempeña una función específica en beneficio de la colonia.

Todas las especies de las hormigas son altamente sociales manteniendo una “disciplina militar”. Cada hormiga tiene una función que desempeñar dentro del hormiguero y está ligado a su tamaño, recibiendo nombres específicos, que diferencian de sus “castas” (Garzón *et al.*, 2005).

- **Exploradoras:** Son las que exploran los terrenos y seleccionan las plantas a cortar.
- **Cortadoras:** Son las que cortan las partes de las plantas y se caracterizan por presentar mandíbulas grandes.
- **Cargadora:** Son las que cargan los pedazos de las plantas al hormiguero.
- **Escoteras:** Son las que limpian los pedazos de plantas cortadas, con el fin de evitar la entrada de otros insectos y cuerpos extraños dentro del hormiguero.
- **Jardineras:** Se encargan de cuidar el hongo y fraccionar en pedazos más pequeños las partes de las plantas, de las cuales se alimenta el hongo. También son encargadas de alimentar boca-boca y boca-año a toda la colonia incluyendo a la Reina, además de cuidar los estados inmaduros. Por todo lo anterior, las jardineras pueden representar el 60% de la población total de hormiguero.
- **Soldados:** Son los encargados de defender el hormiguero. Son las hormigas que tienen la cabeza más grande y poseen mandíbulas muy fuertes.
- **Machos Alados:** Son los encargados de copular las hembras aladas cuando se realiza el vuelo nupcial. Después de copular mueren.

- **Hembras Aladas:** Son las encargadas de la procreación y permanencia de la especie. Si sobreviven a depredadores y otros agentes externos, se entierran y forman su propio hormiguero, convirtiéndose en una Reina.
- **Reina:** Como la palabra lo dice, es la que gobierna en su hormiguero. Sólo existe una Reina por hormiguero y es la que mayor tamaño tiene en todo el nido.

Las reinas viven de 15 a 25 años poniendo huevos, llegando a colocar aproximadamente 1'500,000 huevos al año. Un hormiguero de hormiga arriera es asemejado con un "Organismo", donde si muere la Reina, muere todo el Hormiguero, Nido o Colonia.

Las obreras de las hormigas arrieras pueden durar de 4 a 7 meses, excepto los soldados que duran 2 años. En un hormiguero en edad aproximada de 10 años puede tener de 7 a 12 millones de hormigas.

Las hormigas arrieras tienen Metamorfosis Completa:

1. **Estado Inmaduro:** Huevo (25 días), Larva (25 a 52 días), Ninfas (14días), para un total de 64 a 91 días.
2. **Estado Maduro:** Hormigas con su tamaño definido.

Comunicación de las hormigas

Las hormigas arrieras se comunican y orientan principalmente mediante sustancias que tienen olores particulares llamadas Feromonas, llegando a tener hasta 35 diferentes clases de sustancias que identifican cada situación en particular, como por ejemplo: Identificar los miembros de su hormiguero, atrayentes sexuales de la hembra a los machos alados para su copulación, alarma, defensa, marcar su territorio, entre otras (Garzón *et al.*, 2005). Así mismo, complementan su comunicación a través del anteneo entre ellas.

Características del nido

Bluthgen (1924) comenta que los nidos contienen agujeros múltiples de entrada, cada uno de los cuales es rodeado por un gran montón de desechos dándole apariencia de un cono volcánico minúsculo (figura 1). Los conos varían de tamaño pueden ir de 15 a 70 cm.



Figura 1. Hormiguero de *Atta mexicana*

Uno de éstos tendrá probablemente algunos pedazos de material fresco indicando la entrada principal a la colonia (Los otros conos son el resultado de los desechos por las excavaciones de los compartimientos los cuales son desechados por las obreras, las entradas tienden a separarse hacia fuera lateralmente y alcanzar profundidades de más de 15 m). Los nidos de la hormiga arriera pueden ser cerrados y parecer abandonados, puesto que una fuente continua del alimento está disponible para las hormigas abajo (figura 2).



Figura 2. Nido de hormiga arriera (*Atta mexicana*) abierto para la temporada de enero después de un período de inactividad.

Formación de la colonia

Rodador (1910) menciona que en cada colonia de hormigas arrieras, solamente la reina pone huevos, los cuales fecunda o no a voluntad; los fecundados darán origen a hembras (obreras, soldados o reinas) y los no fecundados originarán machos halados. Al inicio del período de lluvias los machos y las hembras haladas realizan un vuelo nupcial durante el cual copulan; la reina almacena el esperma en una bolsa anatómica denominada espermateca; después del vuelo regresa a tierra, se desprende de las alas, busca un sitio adecuado para establecer su hormiguero y allí excava una galería de 15- 20 cm de profundidad y tapona la entrada de la galería; en el fondo de la galería se encuentra la cámara a partir de la cual empezará el desarrollo de su colonia.

Rodador (1910) cita que generalmente, los trabajadores más pequeños de la colonia tienden a permanecer en el nido para servir como jardineros y enfermeros. El de tamaño mediano, al lado de los trabajadores más pequeños viajan por día para encontrar forraje fresco, después de encontrarlo y cortarlo se lo llevan en fragmentos

al nido. Este grupo también puede tender a los deberes de la economía doméstica del nido.

Estas actividades están repartidas entre los trabajadores, así un grupo de trabajadores mantendrá el montón del estiércol vegetal, mientras que otros profundizan y amplían el nido, en algunas ocasiones hasta 10 m de profundidad (Rodador, 1910).

Rodador (1910) menciona que la reina descarga un trocito de hongo traído desde el hormiguero anterior y lo fertiliza con sus excrementos; éste hongo (*Attamyces bromatificus*) produce unos cuerpos de forma cilíndrica de los cuales se alimentan las hormigas arrieras. Posteriormente empieza a colocar huevos, algunos de los cuales emplea para alimentarse. Unos tres meses después, ya está lista la primera camada de obreras; éstas abren la entrada y empiezan a cortar y cargar hojas para ampliar los cultivos de hongos y para construir nuevas cámaras iniciándose así el desarrollo del hormiguero, éste puede llegar a extenderse en un área de varios miles de metros cuadrados y hasta 8 m de profundidad. Una reina pone un promedio de un millón de huevos por año y puede llegar a vivir 15 años.

Estadios y formación de hormigueros

Las épocas de lluvias en nuestro territorio, están generalmente marcadas en 1 época, correspondiente a los meses de abril, mayo, junio, julio, agosto, septiembre y octubre, antes del inicio de esta época, las hormigas aladas salen de un hormiguero maduro aproximadamente 15.000 hormigas aladas (5,000 hembras aladas y 10,000 machos alados), los cuales realizan el “vuelo nupcial” con el fin de garantizar la procreación y supervivencia de la especie, donde las hembras son copuladas por 7 a 8 machos, logrando sobrevivir y realizar la excavación para la formación del nido u hormiguero del 2 al 4 % convirtiéndose en Reinas (cuadro 1).

Cuadro 1. Ciclo de vida de *Atta mexicana*, después del vuelo nupcial.

ESTADIO	TIEMPO
Penetración de la reina al suelo y formación de la 1ª. cámara	10 hrs
1er. Huevo al 1er. Adulto	62 a 66 días
Apertura de la 1ª. Boca	90 días
Apertura de la 2ª. Boca	510 días
Apertura de la 10ª. Boca	606 días
Aparición de los soldados	22 meses
1er. Vuelo nupcial	38 meses

Se puede hablar de clasificar a los hormigueros por su área, haciendo una clasificación aproximada:

HORMIGUEROS PEQUEÑOS: Menos de 10 m²

HORMIGUEROS MEDIANOS: De 10 a 50 m²

HORMIGUEROS GRANDES: Mayores a 50 m²

El número de bocas y la profundidad de un hormiguero es relativamente proporcional al tamaño del hormiguero. Un hormiguero se dice que es “joven” hasta los 2 años de vida y cuando alcanza la edad de 2 a 4 años se dice que el hormiguero es “maduro”, porque ya es totalmente desarrollado y tiene todas las castas.

Las hormigas arrieras hacen muchos canales transversales, oblicuos y laterales dentro del hormiguero, lo cual hace mal difícil el acceso de otros insectos, animales, materiales o sustancias que se quieran introducir dentro del nido, buscando proteger permanentemente a su reina y a su colonia (Garzón *et al.*, 2005).

Alimentación

Bolívar (1879) menciona que cuando una hormiga obrera encuentra el forraje, lo cortará y montará el pedazo a horcajadas. Solamente la porción que sea igual a su

palma de la pierna. El trabajador después rotará y esquilará la hoja con sus mandíbulas. El proceso es similar a usar un compás, a exigir y a cortar un círculo perfecto.

Rodador (1910) reporta que los trabajadores más pequeños procesan la materia de la hoja y la agregan al jardín. El jardín se fertiliza con las gotitas fecales. La parte indigerida o que se decae del jardín se sacude a un lado o se quita de área del jardín como ruina. Estas hormigas también construyen un sistema más bajo de pasos, para drenar los compartimientos en caso de que de una inundación invada al nido. Es interesante observar que este hongo y la hormiga son mutuamente dependientes uno del otro para la supervivencia.

Importancia económica

Las hormigas afectan al hombre picando, mordiendo, invadiendo y contaminando alimentos, destruyendo jardines, defoliando árboles, deteriorando construcciones, telas, madera, equipo electrónico e instalaciones eléctricas en diferentes áreas como industria alimentaria, zoológicos, centrales eléctricas y telefónicas, zonas residenciales, agrícolas y granjas pecuarias, además de los daños directos que pueden causar al atacar a las personas.

De las 7,600 especies de hormigas clasificadas actualmente, solo un pequeño número son las que causan estos daños y requieren control (Cullpepper, 1953).

Daños ocasionados por *Atta mexicana*.

Metcalf (1978) menciona que tal como su nombre indica corta trozos de hojas de gran número de árboles, ocasionando frecuentemente la defoliación total. Se trata de especies polífagas de gran voracidad. Cuando atacan el follaje de plantaciones recién establecidas las pérdidas son generalizadas puesto que los arbolitos presentan un número de hojas escaso en comparación con un árbol adulto. Los árboles adultos pueden también ser atacados, pudiendo ser completamente

defoliados; la capacidad de resistencia y de respuesta de la especie vegetal marcará o no la muerte del árbol.

Álvarez (2001) describe que el daño producido por las hormigas arrieras puede parecerse al daño producido por algunos otros insectos que mascan como la abeja que masca hojas. Sin embargo, el daño ocasionado por las hormigas arrieras se puede distinguir por las hojas que deja tiradas alrededor del árbol este es un factor determinante para identificar el daño por estas hormigas. Milne *et al.* (1988) mencionan que otras hormigas semejan la apariencia de la especie *Atta mexicana* como lo es la hormiga roja importada de fuego y la hormiga segadora. Sin embargo estas hormigas no tienen espinas dorsales en el tórax y generalmente sólo reúnen las semillas.

Manejo y control de la hormiga arriera (*Atta mexicana*).

Con el fin de realizar controles efectivos en el manejo de la hormiga arriera, se debe hacer permanentemente un trabajo comunitario liderado por los productores agropecuarios, acompañado con las entidades del estado y demás empresas privadas, que aporten asistencia técnica adecuada sobre el tema.

Garzón *et al.* (2005) enfatizan en que para el manejo y control de la hormiga arriera se debe tener en cuenta el manejo integrado de plaga y este debe estar orientado a: Prevenir nuevos hormigueros, controlar y/o erradicar hormigueros, haciéndolo directamente hacia:

- La Reina
- El Hongo
- Las Jardineras

Consideraciones sobre el control de las hormigas.

1. La problemática ocasionada por esta hormiga, se enfoca desde hormigueros jóvenes a nivel del suelo entre 50 a 100 cm, estos hormigueros son los más

difíciles de controlar y no se pueden erradicar si no se hace un manejo con el producto adecuado.

2. Las prácticas culturales, controles mecánicos, biológicos y orgánicos utilizados para el controlar y manejar el problema de la hormiga arriera, son alternativas que poco utilizan los productores agropecuarios, ya que son muy dispersas, difíciles de aplicar y en muchos casos su efectividad dependerá del tamaño del hormiguero y género de hormiga a controlar. Lo que sí es cierto, es que estas prácticas son muy útiles para ayudar a manejar los hormigueros jóvenes.
3. Para el manejo y control de los hormigueros maduros y viejos, lo más práctico, eficiente y económico es el uso de cebo peletizado, teniendo en cuenta siempre la tecnología del uso del cebo correctamente, la especificidad de producto y las bondades del ingrediente activo.

El Manejo Integrado de Plagas, aplicado al manejo y control de la hormiga arriera, debe tener varios componentes, los cuales son complementarios y su efectividad dependerá del género de hormiga identificado, tamaño del hormiguero y constancia de la aplicación. Entre los componentes podemos mencionar al manejo cultural, control mecánico o físico, control químico, manejo biológico y manejo orgánico.

Manejo cultural

Es aquel que se realiza para erradicar nuevos hormigueros recién formados, desenterrar la reina y matarla. Con el fin de ubicar el sitio exacto de entierro de la nueva reina, se debe realizar la limpia de rastrojo de los lotes de las fincas, antes de la entrada de los periodos de lluvia.

Este método es catalogado como el más importante y es indispensable que toda la comunidad lo realice de manera permanente a través del trabajo colectivo, después de que ocurra el “Vuelo Nupcial”, el cual se identifica fácilmente por la cantidad de machos alados muertos en el suelo.

Control mecánico o físico

Este control sirve para erradicar el hormiguero, por lo cual hay que desenterrar y matar a la reina. Esto se hace excavando o introduciendo elementos mecánicos, como por ejemplo:

- Excavando con pala el hormiguero
- Introduciendo sonda al hormiguero
- Aplicando combustible.

Este control da buenos resultados y es manejable en hormigueros recién formados o muy pequeños, ya que se facilita su manejo.

Control químico

En función de la importancia económica y de efectividad, es el control más utilizado, pero el ser humano con el desconocimiento de la plaga y con el uso irracional de productos químicos extremadamente tóxicos y contaminantes del medio ambiente, ha causado un desequilibrio en la naturaleza beneficiando indirectamente a la hormiga arriera.

Las altas concentraciones de químicos alteran a las hormigas que detectan fácilmente el veneno, por lo que se protegen y tratan de evitarlo, por lo que no cualquier químico puede servir para el control efectivo de la hormiga.

Podemos mencionar varias formas de control químico que se utiliza contra la hormiga arriera:

- Polvos: generalmente son insecticidas de contacto que deben ser insuflados en el hormiguero. Por sus características, pueden llegar a poca profundidad y tienen un nivel de contaminación alto, afectando en muchos casos, la fauna benéfica.
- Líquidos y Gases: generalmente son insecticidas de contacto, que son aplicados con equipos especiales que hacen llegar el producto a profundidades medias. Estos insecticidas producen un nivel de contaminación alto, afectando la fauna benéfica.
- Cebos granulados peletizados: Son la mejor opción para el manejo y control de la hormiga arriera, ya que lo pueden transportar fácilmente a todas las zonas del hormiguero.

Es importante aclarar que la hormiga arriera repele aquellas sustancias que le hacen daño directo e indirecto.

Manejo biológico y microbiano

Este control tiene como principal actor la naturaleza y en ella están los insectos, animales, hongos y bacterias, que afectan directamente a la hormiga arriera o al hongo que ellas cultivan.

Considerado como un control muy importante está el ejercido por los insectos y animales que se alimentan especialmente de la hormiga arriera, atacando la población de hembras y machos alados en el “vuelo nupcial”, disminuyendo de esta forma las hembras aladas copuladas que potencialmente pueden ser reinas. Entre estos animales e insectos tenemos: pájaros, sapos, culebras, armadillos, oso hormigueros, gallinas, cucharones, arañas, lagartos, chinches, entre otros.

Por el daño que ha causado el hombre a la naturaleza y medio ambiente, ocasionado con ello un desbalance biológico, hoy día han mermado y desaparecido gran número de insectos y animales que se alimentan de las hormigas.

Existen hongos como el *Bauveria*, *Metharrizum*, *Tricoderma* y *Penicillium* que atacan el hongo que cultivan las hormigas arrieras, pero estos hongos a pesar que en el laboratorio demuestran gran agresividad y buen desempeño, en el campo reducen su eficiencia y son muy débiles para afectar todo el hongo de la colonia. Este control puede tener algunos resultados positivos en pequeños hormigueros.

Manejo orgánico

Las tendencias actuales en el manejo integrado de plagas se orientan hacia la preservación del ambiente junto al uso de biocidas naturales (bioplaguicidas) con una menor toxicidad. Entre esos productos se encuentran los aleloquímicos de origen vegetal, semioquímicos de comunicación química interespecífica, que no generan fenómenos de resistencia ni ejercen el impacto ambiental de los insecticidas. Así mismo, se encuentran los extractos vegetales que son utilizados para controlar una gran variedad de plagas y enfermedades.

Extractos vegetales

La interacción de los insectos con las plantas ha dado lugar a una enorme variedad de metabolitos secundarios con actividad insecticida y estas propiedades han sido utilizadas por el hombre desde tiempos remotos para el control de plagas.

En los últimos años, las empresas de fitosanidad están prestando atención a productos de origen natural como fuente para el desarrollo de nuevos insecticidas, si bien la diversidad en estructuras químicas así como en el modo de acción hace este campo muy complejo. Unas 2.000 especies vegetales poseen propiedades insecticidas, a lo que habría que añadir otras muchas que permanecen todavía por ser estudiadas.

Importancia de los extractos

Existen una serie de métodos de control alternativos que se caracterizan por ser de bajo costo, alta efectividad y factibles de realizar por pequeños agricultores. La revalorización de las plantas como fuente de sustancias con propiedades insecticidas se viene difundiendo desde los últimos 35 años y en algunos países de América Latina como Brasil, México, Ecuador y Chile, se han desarrollado líneas de investigación que buscan en las plantas, compuestos químicos con menor impacto ambiental y potencial para el control de plagas agrícolas.

México está incluido entre los países con mayor diversidad vegetal en el mundo; a pesar de ella, solo a una pequeña cantidad de estos se les da alguna utilidad; algunas personas empíricamente les han dado una utilidad medicinal, en algunos casos contra problemas infecciosos de origen fúngico. Al respecto se han hecho pruebas en 206 especies de plantas contra 26 especies de hongos fitopatógenos incluyendo pruebas de germinación de esporas, desarrollo micelial y esporulación. Los resultados indican que existe una alta proporción de las plantas que actúan contra los hongos afectando su inhibición.

El uso de plantas con propiedades insecticidas es una técnica ancestral usada en África y América Central por cientos de años, pero con la aparición de los insecticidas sintéticos su empleo ha sido discontinuado, pero en los últimos años está teniendo nuevamente mayor importancia. La mayoría de las especies de vegetales que se utilizan en la protección vegetal, muestran un efecto insectistático más que insecticida. Es decir, inhiben el desarrollo normal de los insectos al actuar como repelentes, disuasivos de la alimentación u ovipostura, confusores o disruptores y reguladores de crecimiento.

Descripción de las Plantas en Estudio

Gobernadora (Larrea tridentata)

Origen

Estados Unidos y México (Correll y Johnston, 1970).

Distribución

Se distribuye abundantemente en el norte de país, desde la península de Baja California a Tamaulipas e Hidalgo. Altitud: 400 a 1800 m. Se ha registrado en Aguascalientes, Baja California Norte, Baja California Sur, Chihuahua, Coahuila, Durango, Guanajuato, Hidalgo, Nuevo León, Querétaro, San Luis Potosí, Sonora, Tamaulipas y Zacatecas (Correll y Johnston, 1970; Villaseñor y Espinosa, 1998).

Ubicación Taxonómica

Reino.... Plantae

Phyllum. Spermatophyta

Subphyllum. Magnoliophytina

Clase. Magnoliopsida

Subclase. Rosidas

Orden. Sapindales

Familia. Zygophyllaceae

Genero. *Larrea*

Especie. *Tridentata*

Descripción morfológica

Arbusto muy ramificado, perennifolio, de 0.6 a 3m de altura. Con la siguiente descripción (CONAFOR, S/F).

Copa / Hojas: Hojas formadas por 2 folíolos unidos entre sí en la base. Los folíolos oblicuamente ovados a lanceolados o falcados, divaricados, de 4 a 15 mm de largo por 3 a 8 mm de ancho, enteros, coriáceos, resinosos, de olor penetrante, verde o verde amarillentos. La copa tiene un volumen promedio de 0.124 m³ x arbusto.

Flor(es): Flores solitarias de 2.5 cm de diámetro, sépalos elípticos de 6 mm de largo por 4 mm de ancho, pubescentes, caedizos; pétalos de color amarillo fuerte, oblongos a lanceolados, de 1 cm de largo por 3 a 5 mm de ancho, caedizos.

Fruto(s): Fruto subgloboso a obovoide, de 7 mm de largo, coriáceo, con pelos blancos, sedosos, que se vuelven café-rojizos con el tiempo, 5 mericarpios con una semilla cada uno.

Semilla(s): Semillas café a negras, algo curvadas, de 2 a 4 mm de largo. Con contornos triangulares, en forma de "boomerang". Embrión con los cotiledones paralelos al plano longitudinal.

Raíz: Sistema radical superficial, poco profundo y muy extenso. Llega a ocupar casi el total del espacio que hay entre un arbusto y otro.

Hábitat

Crece en los sitios más secos de México, en terrenos planos, laderas, lomeríos bajos (Originados de materiales geológicos del cretácico superior e inferior) y en planicies aluviales. Se desarrolla en lugares con temperaturas de 14 a 28 °C y presencia de 8 meses de sequía, en climas áridos (BS) y muy áridos (BW) y en

precipitaciones de 150 a 500 mm anuales. No prospera en zonas de clima isoterma. Los suelos en los que se desarrolla son de profundidad variable, textura franco arenosa, estructura granular, drenaje interno medio de consistencia friable, de color café grisáceo, compacto arcilloso, calcáreo, blanco-arenoso, aluvial con pH de 6.8 a 7.6 (CONAFOR, S/F).

Importancia ecológica: Especie Primaria. Es uno de los principales componentes de la vegetación árida y semiárida del país. Forma comunidades exclusivas y extensas.

Vegetación asociada

Juniperus sp., *Acacia sp.*, *Yucca sp.*, *Larrea sp.*, *Pachycereus sp.*, *Prosopis sp.*, *Bursera microphylla*, *Agave sp.*, *Carnegiea gigantea*, *Jatropha sp.*, *Berberis sp.*, *Parthenium sp.*, *Cercidium floridum*, *Fouquieria splendens*, *Opuntia sp.* (CONAFOR, S/F).

Aspectos fisiológicos

Adaptación. Excelente adaptabilidad. Planta muy vigorosa, adaptada para sobrevivir en el desierto. Tiene capacidad para un intercambio positivo de CO₂, puede mantener un balance neto positivo de CO₂ a lo largo del año, aún a temperaturas extremas (>43 °C) y estrés de agua (<-83 bares). Posee gran habilidad para mantener actividad fotosintética neta, aún a potenciales de presión de agua muy bajos. Su adaptación a tales ambientes (áridos y calientes) es debida a su alto nivel de tolerancia protoplásmica a la desecación y a las altas temperaturas (CONAFOR, S/F).

Competencia. Es una planta prolífica y territorialista. Tiene un efecto neto en el desplazamiento de otras especies, impidiendo de esta manera la diversificación de la flora en el lugar donde se desarrolla. Bajo condiciones de humedad favorables y mediante mecanismos que se desconocen, inhibe el crecimiento de la vegetación

que se desarrolla a su alrededor en la superficie. Posee un gran número de compuestos químicos en sus hojas, aparentemente como una estrategia anti-herbívoros. En sitios en donde el mezquite ha reemplazado a los pastos, la gobernadora puede reemplazar al mezquite al cabo de 70 a 80 años. Crecimiento. La máxima tasa de crecimiento se obtiene cuando el agua es más abundante. Una característica muy importante es que no tiene períodos de latencia en su crecimiento y por ello puede responder a los cambios ambientales. La energía producida por la fotosíntesis, cuando hay humedad disponible se dedica a las estructuras reproductivas. El crecimiento de las partes reproductivas (yemas florales, flores y frutos) se inicia si las condiciones de humedad son adecuadas. El crecimiento vegetativo se detiene o es más lento cuando el crecimiento reproductivo está en su máximo. Es muy sensible a la cantidad de humedad disponible para su crecimiento vegetativo y reproductivo (CONAFOR, S/F).

Establecimiento: Las plántulas tienen una baja sobrevivencia. Al parecer los hongos desempeñan un papel muy importante en el establecimiento de plántulas debido a la formación de micorrizas. En condiciones naturales se calcula que de cada 100 mericarpios solo es posible esperar 20 plántulas a los 6 meses después de germinadas y en condiciones cercanas al óptimo (CONAFOR, S/F).

Producción: En cuanto a su productividad primaria se ha registrado un promedio que va de 2,100 a 4,100 Mcal/ha/año. La biomasa de hojas representa el 47 % del total de la biomasa nueva de los tallos producidos por un crecimiento apical. No presenta casi variaciones en su producción de biomasa año con año en una misma región (CONAFOR, S/F).

Tolerancia

Demandante. Suelos con buen drenaje. Las raíces requieren altas concentraciones de oxígeno para su desarrollo (CONAFOR, S/F).

Resistente. Condiciones extremas de sequía, en donde otras especies no sobreviven. Daño por insectos. Tiene pocos enemigos naturales y estos le causan poco daño (CONAFOR, S/F).

Tolerante. Sequía. Logra captar buena cantidad de agua aún en pequeños eventos de precipitación, por lo que puede mantener una fotosíntesis neta en suelos secos. Suelos arenosos. Suelos calizos y bajos en fósforo. Diferentes tipos de suelos, diferentes superficies geomorfológicas y diferentes regímenes de temperatura y precipitación. Tierras degradadas del desierto. Plantas cuyas partes aéreas murieron por detonaciones termonucleares, después retoñaron (CONAFOR, S/F).

Desventajas

Intolerante. Suelos compactados. El tiempo de vida de la especie está negativamente correlacionado con la perturbación y la compactación del suelo.² Suelos con alto contenido de fósforo (CONAFOR, S/F).

Sensible / Susceptible. Suelos alcalinos. El crecimiento de las raíces decrece en suelos con pH por arriba de 8 (CONAFOR, S/F).

Desventaja. Tendencia a adquirir propagación invasora. Una vez que se establece es muy difícil reducir su densidad. No tiene fuertes enemigos naturales que la controlan en campo (CONAFOR, S/F).

Antecedentes como cultivo

Se han establecido policultivos comerciales en USA, para producir aceites, polifenoles solubles, hule, guta, forraje, fibra para papel, glucosa, xilosa, alcohol combustible, metano y suplementos alimenticios de alta proteína. Entre las especies que figuran en el policultivo están: *Larrea tridentata* y *Parthenium argentatum* (CONAFOR, S/F).

Usos

Adhesivo [fruto (cáscara)]. Pegamento para triplay y cartón comprimido. (CONAFOR, S/F).

Comestible (fruta, bebidas, dulces, semilla, aceite, verdura) [pedúnculo, semilla, hoja]. Los frutos son utilizados como sustitutos de las alcaparras. La Food and Drug Administration encontró que la sustancia usada como antioxidante para las grasas naturales, produce quistes en los niños, por lo que la excluyo de su lista (CONAFOR, S/F).

Forrajero [hoja, vástago, fruto, semilla]. Las hojas son importantes por su contenido de proteínas, lo que permite utilizarlas para consumo animal. Se requiere de la eliminación previa de las resinas para incrementar su digestibilidad y palatabilidad (CONAFOR, S/F).

Industrializable [fruto (cáscara), semilla.] Para teñir cuero. Extracción de fenoles que sirven de base para fabricar pinturas, plásticos. La resina que se extrae de las hojas contiene ácido nordihidroguayarático, que se utiliza como antioxidante en la industria alimenticia, en la elaboración de grasas (calzado), aceites, lubricantes, barnices como desincrustante de materias salinas en calderas, productos farmacéuticos, hule (CONAFOR, S/F).

Insecticida/Tóxica [corteza, fruto (cáscara)]. Las resinas muestran actividad fungicida contra *Rhizoctonia solani*, *Fusarium oxysporum*, *Pythium spp.* y otros hongos fitopatógenos. Actividad insecticida contra: gorgojo pardo del frijol (*Acanthoscelides obtectus*, Coleoptera: Bruchidae) barrenador mayor de los granos (*Prostephanustruncatus*, Coleoptera: Bostrichidae) (CONAFOR, S/F).

Medicinal [fruto, semilla, hoja, corteza]. Esta planta recibe un amplio uso en el norte del país, en afecciones de las vías urinarias como los cálculos renales y para

deshacerlos, se recomienda tomar como agua de uso la cocción de toda la planta o las ramas. Para otros malestares como dolor de riñón e inflamación de vejiga, se utilizan las ramas, raíz o corteza en cocimiento, ingeridas en ayunas. En problemas ginecológicos como esterilidad femenina se sugieren lavados vaginales con el cocimiento de las hojas; también se emplea la raíz, ramas o corteza para el post parto y para regularizar la menstruación. La misma infusión es usada en baños para hemorroides, fiebre, paludismo, granos, golpes, buena cicatrización y reumatismo. La infusión de las hojas se usa como remedio para reuma, cálculos de vesícula y renales, dermatitis, hepatitis y como antiséptico. Se le atribuyen propiedades y acciones contra malestares gástricos, enfermedades venéreas y tuberculosis. Se utiliza como tratamiento para micosis. Posee actividad antiamebiana (CONAFOR, S/F).

Condimento (Especias) [flor]. El botón de la flor se emplea como condimento. (CONAFOR, S/F).

Saponífera [exudado (resina)]. Elaboración de jabones. Las resinas sirven para la elaboración de jabones y la fabricación de grasas para calzado (CONAFOR, S/F).

Hojasen (*Flourensia cernua*)

Origen

En la actualidad existe poca información acerca de la toxicidad de plantas empleadas en la medicina alternativa o tradicional. Tal es el caso de *Flourensia cernua* (hojasén). esta especie se encuentra ampliamente distribuida en el desierto chihuahuense habitado en nueve estados de la República Mexicana y el sureste de estados unidos (Korthuis,1988).

La especie *Flourensia cernua* Dc. Es comúnmente conocida con varios nombres. En México se le llama: Hojasén, Hojas de sen, arbusto de alquitrán y escobilla negra (Arredondo, 1981).

Distribución

Se produce principalmente en las llanuras y mesetas en todo el Desierto Chihuahuense, que es el segundo desierto más grande en América del Norte. El Desierto de Chihuahua inicia en el sureste de Arizona, sur de Nuevo México, suroeste de Texas y México (Brown *et al.*, 1982), en México, se sitúa en los estados de Sonora, Chihuahua, Coahuila, Durango, San Luis Potosí y Zacatecas (Vines, 1960).

Ubicación taxonómica

Reino... Plantae

Phylum... Magnoliophyta

Clase... Magnoliopsida

Orden... Asterales

Familia... Asteraceae

Género... *Flourensia*

Especie... *F. cernua* DC

Descripción morfológica

Hojas: las hojas son gruesas regularmente son alternas, simples elípticas, pueden medir hasta 1 pulgada.

Flor: son flores compuestas (hasta 20 flores), pequeñas y poco visible de color amarillas, son hermafroditas (Stubbendieck, 1992, Wallmo, OC 1956).

Fruto: son aquenios, en la parte superior muy pubescente miden cerca de 6 mm de largo (Kingsbury 1964, Mauchamp *et al.*, 1993).

Raíces: Son raíces poco profundas, aunque pueden alcanzar hasta 40 cm, son capaces de aprovechar la humedad del suelo superficial y profunda (Montana *et al.*, 1995).

Biología y hábitos

Se encuentran en matorrales y pastizales desérticos se considera como “invasora” de este último.

Antecedentes

En México existe un gran número de especies vegetales ampliamente distribuidas, que pueden ser evaluadas desde el punto de vista fitoquímico para determinar su actividad biológica sobre hongos fitopatógenos, como en el caso de *Flourensia cernua* D.C. la cual es abundante en las zonas áridas y semiáridas de México, y de la que ha reportado efectos de inhibición sobre *Rhizoctonia Kühn* y *Phytophthora infestans* (Mont) de Bary con extractos metanólicos (Gamboa *et al.*, 2003) así como de *Colletotrichum spp* con extractos hexánicos y contra termitas con extractos hexánicos, de éter dietílico y etanólico (Téllez *et al.*, 2001).

Nopal (*Opuntia sp.*)

Origen

El origen del nopal viene del valle de Tehuacán (Puebla), restos de semillas de frutas y algunos pedazos de nopal han sido descubiertos desde hace 700 años, lo que prueba que el hombre ya lo consumía. Nopal es un término mexicano derivado del Náhuatl "Nopalli" (Bravo, 1991; Moringo 1996). En tiempos prehispánicos se le consideraba una deidad o un dios, como al maguey.

El nopal es originario del continente americano; se le encuentra distribuido desde el Canadá hasta la Argentina y preferentemente en todas las zonas áridas y semiáridas. Dadas las características morfológicas y fisiológicas que presenta esta

planta, le permite soportar condiciones ambientales desde escasa precipitación hasta altas y bajas temperatura (Tobías, 1990).

Ubicación taxonómica

La descripción taxonómica se tomo del libro Cactáceas de México de Helia Bravo (1978), que se basa en lo siguiente:

Reino : Vegetal

División: Angiospermae

Clase : Dicotyledonea

Orden: Opuntiales

Familia : Cactaceae

Subfamilia : Opuntioideae

Género : *Opuntia sp.*

Especie : *O. sp*

Descripción

Es un vegetal arborescente de 3 a 5 m de alto, su tronco es leñoso y mide de entre 20 a 50 cm de diámetro. Forma artículos oblongos de 30 a 60 cm de largo x 20 a 40 cm de ancho y de 2 a 3 cm de espesor. Sus ramas están formadas por pencas de color verde opaco con areolas que contienen espinas más o menos numerosas, amarillas y produce flores de 7 a 10 cm de largo, su fruto es oval de 5 a 10 cm de largo x 4 a 8 cm de diámetro y su color puede ser amarillo, anaranjado, rojo o purpúreo con abundante pulpa carnosa y dulce (GIGA, 2010).

Raíz: Por su origen, derivan de la radícula, aunque en ocasiones puede estimularse el desarrollo de raíz a partir de tallo. Por su forma, son raíces típicas o pivotantes con ejes primarios que sirven para fijar a la planta. Generalmente son gruesas pero no suculentas; de tamaño y ancho variables; en general, su tamaño es proporcional al tamaño del tallo o de la parte aérea. Por su duración, el sistema radicular de los nopales es perenne o permanente.

Tallo: El tallo es craso, erecto (en algunas especies rastrero), ramificado y multiarticulado. Se compone de un tronco cilíndrico y de ramas aplanadas y discoides (cladodios o pencas), posee cutícula gruesa y está adaptado para almacenar agua en sus tejidos. Tiene forma de raqueta y botánicamente reciben el nombre de cladodios, son de color verde y tienen función fotosintética, ya que presentan abundante parénquima clorofílico.

Hoja: En el nopal solamente existe en los renuevos de pencas (cladodios) cuando están tiernas. Son hojitas cilíndricas, y caducas, en forma de cuernitos; herbáceas, en cuyas axilas se hallan las areolas de las cuales brotan las espinas.

Flor: La flor de la planta se produce en las areolas, localizadas en la parte superior de las pencas. Sus pétalos poseen colores vivos: amarillo, anaranjado, rojo, rosa, salmón, etc., según la especie de nopal. Por lo general, las flores son grandes; el ovario es inferior, unilocular, con muchos óvulos y lóbulos del estigma (cinco a diez); el androceo posee gran cantidad de estambres.

Fruto: El fruto del nopal (tuna) es una baya unilocular polisperma, carnosa, de forma ovoide a esféricas; sus dimensiones y coloraciones pueden variar según la especie. Semillas lenticulares, con testa clara y arillo ancho, embrión curvo, cotiledones grandes y perisperma bien desarrollado (Cervantes, 1994).

Antecedentes de uso

No se ha realizado ningún estudio de que el nopal tenga característica insecticidas sin embargo posee muy variadas propiedades que lo hacen interesante (Cuadro 2).

Cuadro 2. Usos actuales y potenciales de *Opuntia spp.*

Rubro	Usos
Alimentación humana	Frutos: frescos, jugo, puré, mermelada, yoghurt, miel, queso (torta formada por presión de frutos secos), mucílagos, bebidas (fermentadas o no). Semillas: aceites, fragancias. Cladodios: nopalitos, mucílagos
Energía	Frutos y cladodios: alcohol, biogás
Alimentación animal	Cladodios (pastoreo directo o cosecha y suministro en corral), frutos
Medicina y cosmetología	Flores: diurético; aceite esencial para perfumería Cladodios: descongestionante, antidiabético, antidiarreico; mucílagos para uso farmacéutico y cosmético. Raíces: diurético
Agronomía, protección y ornamentación del ambiente	Fijación de suelos; cercos; cortinas rompevientos; control de escorrentía y erosión; manejo de cuencas; mejoramiento de suelos; rehabilitación de áreas degradadas; alimentación y refugio de fauna silvestre
Colorantes	Frutos: betaninas Acido carmínico (tintura de cochinilla roja) para industrias cosmetológica, farmacéutica, textil y alimentaria y para actividades artesanales y artísticas
Otros	Cladodios: material plástico elástico y flexible (con características similares al caucho)

MATERIALES Y MÉTODOS

Ubicación y del área de estudio

El presente trabajo se realizó en la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, una parte en el laboratorio de Toxicología del Departamento de Parasitología Agrícola (Preparación de las formulaciones de extractos), la parte del estudio en campo (Hormigueros) se realizó en la parte alta del campus donde se encuentran las canchas de beisbol y alrededores, con las coordenadas, 25° 21' 08.07" Latitud N y 101° 01'37.89" Longitud O, la cual se localiza en Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.

Obtención de los extractos

Se emplearon 3 extractos etanólicos como son gobernadora, hojaseñ y nopal.

Material biológico

Se emplearon adultos de hormiga arrieras (*Atta mexicana*) de campo, distribuidas en 21 hormigueros, cuya ubicación fue en la parte alta del campus de la UAAAN en los siguientes puntos; Atrás del edificio la Gloria, Atrás del comedor universitario, frente a los internados los palomares, a un costado de la cancha empastada de futbol, en los campos de beisbol, a un costado del Banco de Germoplasma y en los establos de la UAAAN (Figura 3).



Figura 3. Mapa de la ubicación de los hormigueros

En este sitio se escogieron hormigueros que se encontraban en lugares despejados para facilitar la toma de datos sobre el flujo de las hormigas; Para seleccionar los hormigueros a emplear en el estudio, se basó en el tamaño. Para esto se buscó uniformidad, así como diferentes puntos para que los hormigueros estuvieran por lo menos a 20 m de distancia entre cada uno, de acuerdo a lo descrito por Garzón (2005), además del criterio de uniformidad entre los hormigueros, también se contempló que estos fueran activos (Caffarini *et al.*, 2006).

Aplicación de los Extractos

Se utilizaron los extractos de gobernadora, hojaseñ y nopal; las dosis evaluadas para cada uno de los extractos fueron de 2 mL y 4 mL, con tres repeticiones y un testigo absoluto, teniendo como unidad experimental para cada uno de los tratamientos, un hormiguero, siendo en total 21 hormigueros.

Las soluciones se tomaron directamente de los frascos que contenían los extractos (Extractos sin diluir). Para esto, la aplicación se realizó utilizando una micropipeta de 1 mL y puntas azules. El bioensayo se realizó con insectos adultos de *Atta mexicana*, colocando la cantidad correcta de solución en las paredes de la boca del hormiguero, impregnando toda la boca.

Tratamientos

Se utilizaron siete tratamientos que consistieron de tres extractos vegetales de gobernadora, hojacen y nopal a base el solvente orgánico etanólico (Dos dosis) y un testigo absoluto agrupados como se muestra en el cuadro 3.

Cuadro 3. Tratamientos utilizados.

Tratamientos	Dosis	No. de Tratamientos
Extracto Etanólico de Gobernadora	2 mL	T1
Extracto Etanólico de Hojacen	2 mL	T2
Extracto Etanólico de Nopal	2 mL	T3
Extracto Etanólico de Gobernadora	4 mL	T4
extracto Etanólico de Hojacen	4 mL	T5
extracto Etanólico de Nopal	4 mL	T6
Testigo	0 mL	T7

Diseño experimental

Se utilizo el programa estadístico de la UANL (1994) un diseño experimental de bloques al azar con siete tratamientos y tres repeticiones. Los tratamientos se asignaron en forma aleatoria, de esta manera la variabilidad en los flujos quedo aleatorizada.

Variables

La variable a medir fue el flujo de hormigas, para ello se utilizaron hormigueros cuyo flujo promedio osciló entre 30 y 100 individuos por minuto, realizando un conteo antes de la aplicación de los extractos vegetales. Se contabilizó por separado el flujo de entradas y salidas por minuto, a las 3, 6, 9 y 24 hrs. Una vez obtenidos los resultados se realizó un análisis de varianza con el modelo completamente al azar y donde los tratamientos mostraron diferencia estadística se realizó una comparación de medias por el Método de Tukey ($p > 0.05$).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se realizó un preconteo teniendo un número variable en la entrada y salida de hormigas en cada uno de los hormigueros (figura 4). La entrada y salida de las hormigas fue muy variable en todos los tratamientos a la hora de los conteos.

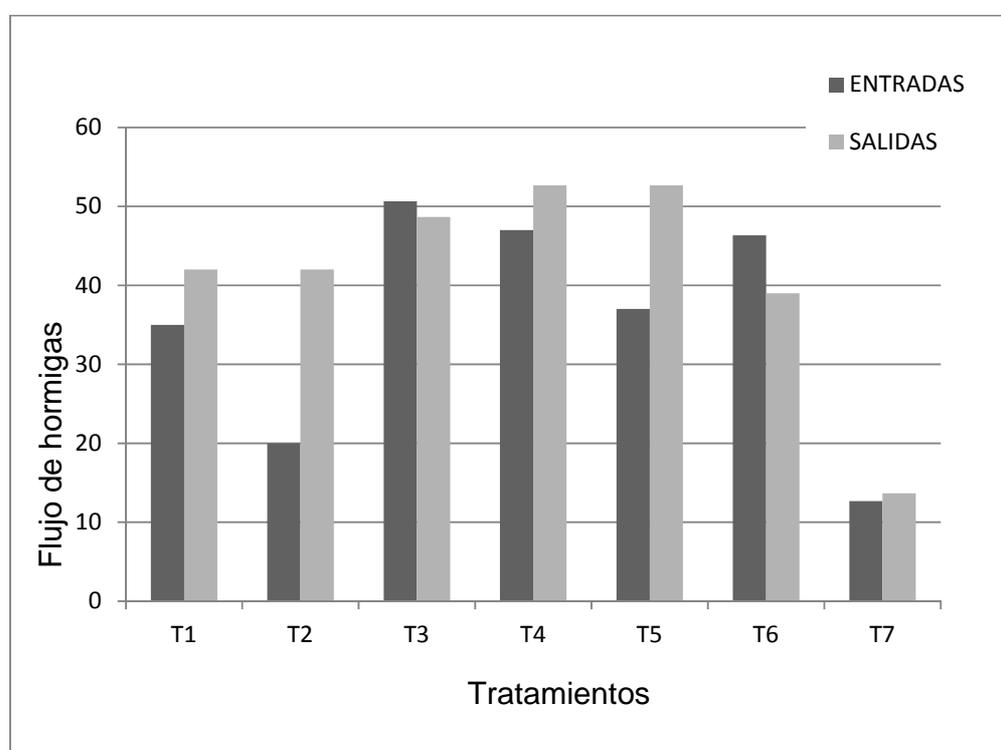


Figura 4. Grafica de flujo de entradas y salidas en el preconteo.

Como podemos observar al realizar un análisis de varianza por hora de muestreo no se observó diferencia entre los tratamientos, inclusive a las 6 hrs el testigo mostro más salidas. Sin embargo a las 3 hrs, se puede observar una

diferencia entre los tratamientos de gobernadora a dosis de 2 y 4 mL con un mayor número de salidas efecto de la repelencia de los tratamientos.

Cuadro4. Comparación de medias de las salidas de *Atta mexicana* después de la aplicación de los tratamientos.

Tratamiento	Preconteo	3 hrs	6hrs	9 hrs	24 hrs
1	6.35 AB	9.03 A	8.83 AB	8.05 A	6.25 A
2	6.25 AB	8.19 A	8.03 AB	5.12 A	4.99 A
3	6.67 AB	6.24 A	7.15 AB	5.14 A	6.27 A
4	7.19 A	9.07 A	7.54 AB	6.38 A	5.29 A
5	7.24 A	8.50 A	7.22 AB	6.34 A	5.57 A
6	6.21 AB	7.03 A	5.68 B	5.21 A	5.99 A
7	3.68 B	8.43 A	9.39 A	8.83 A	7.27 A

Por otro lado se analizaron los datos comparando entre los tratamientos en relación a las horas de muestreo pero tomando como testigo al preconteo inicial de cada uno de los tratamientos, como podemos ver (Cuadro 5), para el tratamiento de la gobernadora a 2 mL, presento una mayor número de salidas, esto nos muestra un efecto de repelencia sobre *Atta mexicana*. Otro dato interesante lo muestra el tratamiento de gobernadora a 4 mL, sin embargo no muestra diferencia significativa, ni se observa una diferencia numérica espectacular, esto es debido a que los datos se transformaron con raíz cuadrada para meterlos a los análisis de varianza.

Cuadro5. Comparación de medias de las salidas de Atta mexicana después de la aplicación de los tratamientos, utilizando como testigo el preconteo.

Tratamiento	Gobernadora 2 mL	Hojasen 2 mL	Nopal 2 mL	Gobernadora 4mL	Hojasen 4 mL	Nopal 4 mL
Preconteo	6.35 BC	6.25 A	6.93 A	7.19 A	7.24 AB	6.21 A
3 hrs	9.03 A	8.19 A	6.24 A	9.07 A	8.51 A	7.03 A
6 hrs	8.63 AB	8.03 A	7.15 A	8.54 A	7.22 AB	5.68 A
9 hrs	8.05 BC	5.12 A	5.14 A	6.38 A	6.34 AB	5.21 A
24 hrs	6.25 C	4.99 A.	6.27 A	5.29 A	5.57 B	5.99 A

Con los resultados obtenidos, podemos demostrar que se presentaron más salidas después de la aplicación de los tratamientos a las diferentes horas; esto puede ser debido al efecto del extracto en el hormiguero, que causo molestia a las hormigas y prefirieron abandonarlo. La variabilidad de los datos obtenidos pudo estar influenciado por el tamaño de cada hormiguero, lo cual concuerda con los resultados obtenidos por Caffarini *et al.* (2006) quienes mencionan que el efecto en campo de extractos vegetales es muy variado, debido a la población presente del hormiguero central tratado y los sub hormigueros sin tratar.

El mejor efecto de repelencia se observa en el extracto de gobernadora, ya que es donde se presentan los resultados con más salidas de hormigas, seguido del extracto de Hojasen. Para el caso del nopal los resultados obtenidos son muy variables presentando más entradas que salidas.

Verza *et al.* (2003) y Salatino *et al.* (1998) mencionan que la polaridad de los solventes a utilizar también pueden llegar a modificar el efecto del extracto dentro de los hormigueros, haciendo que los resultados obtenidos sean muy variables.

Al trabajar con datos duros en la gráfica (Figura 5) se observa que el producto que mostro el mejor efecto de repelencia en comparación con el preconteo fue la

governadora a dosis de 2 mL, con un número de salidas en el preconteo de 39.69 hormigas, mientras que a las 3 y 6 hrs presento salidas de 81 y 73.96 hormigas respectivamente, ya que es donde se eleva el número de salidas.

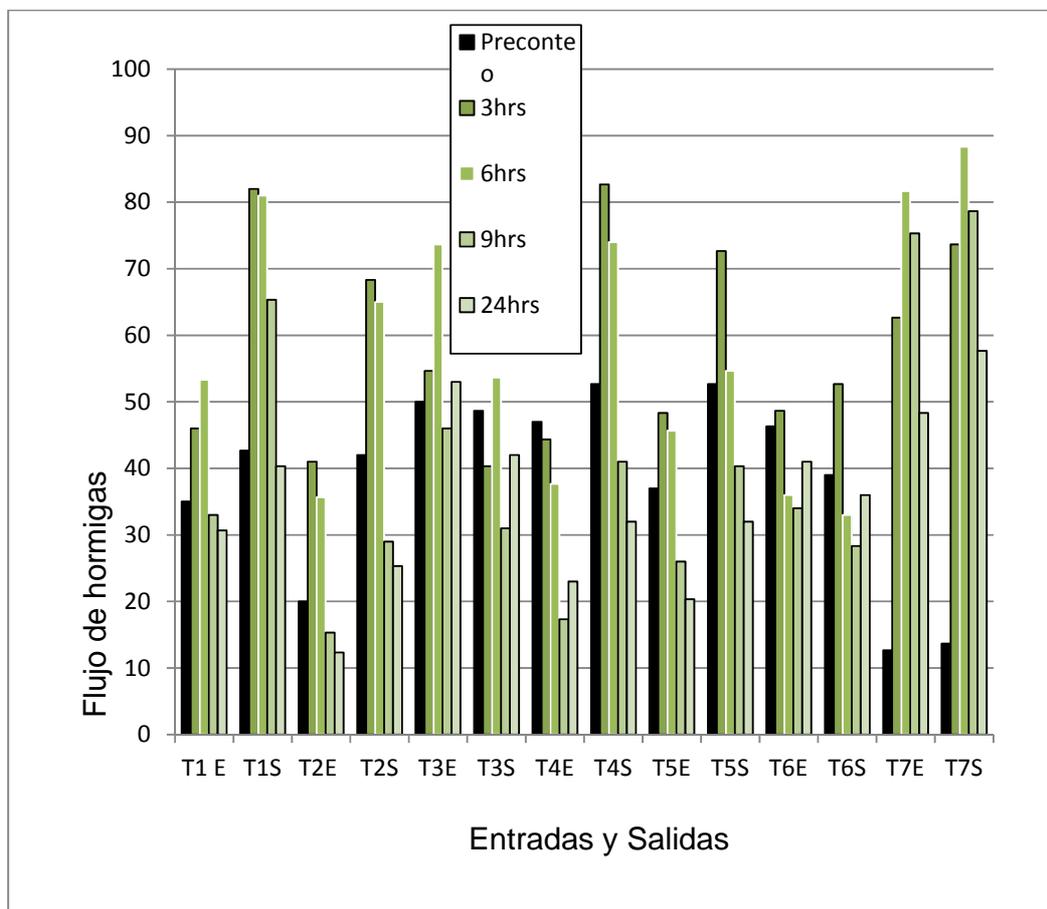


Figura 5. Graficas de las medias de los conteos de entradas y salidas.

En el caso de testigo las entradas y salidas eran muy similares, caso diferente para los hormigueros que se trataron, mostrando en los diferentes hormigueros un mayor número de salidas en comparación con las entradas (Figura 6).

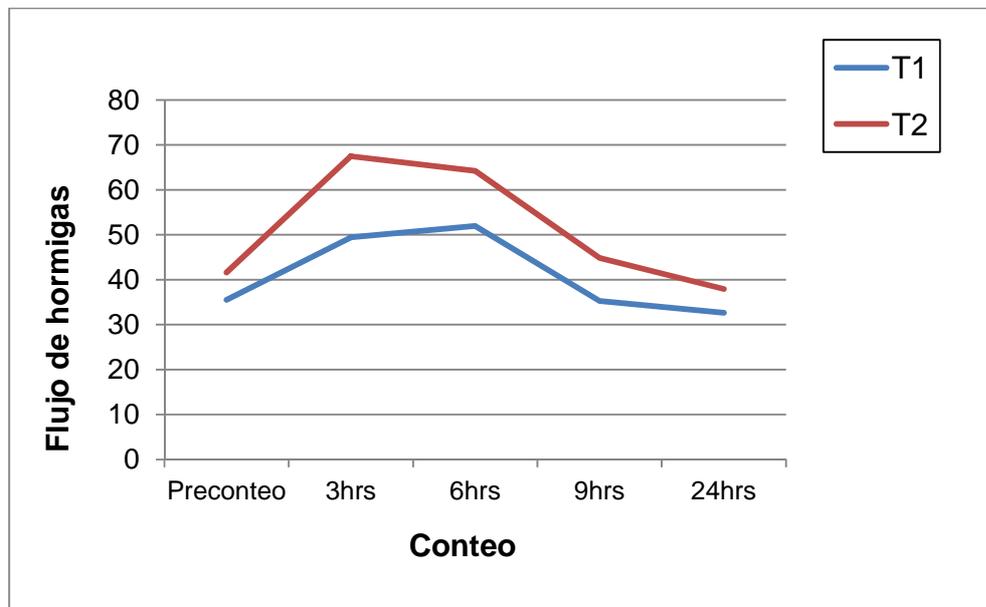


Figura 6. Grafica de flujo de hormigas de entradas (T1) y salidas (T2) a través de las diferentes horas de muestreo.

Finalmente podemos mencionar que el efecto de los extractos vegetales puede verse variar por los metabolitos secundarios que contiene cada planta, además del solvente empleado, al respecto Verza *et al.*, (2003) y Salatino *et al.*, (1998) mencionan que la polaridad de los solventes a emplear, puede afectar o favorecer el efecto del extracto empleado en campo, esto debido a las condiciones climáticas.

Garzón (2005) menciona que existen diferentes sustancias vegetales que ejerce un control o repelencia sobre la hormiga arriera, basado en sus olores fuertes, tales como: el ajeno, la ortiga, caléndula, artemisa, ruda, salvia, entre otras. Además existen otras plantas que contienen sustancias que afectan a los hongos que cultivan como son: canavalia, ajonjolí e higuera.

Boaretto y Forti (1997) mencionan que algunos extractos pueden tener algún efecto de atrayentes debido a los componentes de estas sustancias como puede ser su leve acidez, su alto contenido de carbohidratos y nitrógeno, y a la presencia de una gran variedad de vitaminas y microelementos. Por tal razón se propone en estudios futuros el uso de nopal como un atrayente natural de *A. mexicana*.

CONCLUSIONES

Los extractos vegetales aplicados en campo muestran efectos muy diversos ya que al estar en contacto directo con el medio ambiente hace que las moléculas de los principios activos se alteren. Para el presente estudio, los extractos de gobernadora empleados mostraron buenos efectos en campo pudiendo ser una alternativa más en el control de hormigas.

Por otro lado se recomienda profundizar en estudios de atrayentes naturales ya que el extracto de nopal presentó un resultado adverso a la repelencia que se esperaba.

LITERAURA CITADA

- Agenjo, R. 1945. Cinco géneros y treinta especies de Agrotidae nuevos para la fauna española (Lep. Agrot.). *Eos*, 21(2): 165-200, láms. IV-X.
- Agenjo, R. 1957. Monografía de las especies españolas de Lymantriidae
- Álvarez, Outerelo, J. 2001. Contribución al conocimiento de los heterópteros acuáticos (Heteroptera: Gerromorpha y Nepomorpha) de Galicia (noroeste de la Península Ibérica). Tesis de Licenciatura (inédita). Departamento de Ecología y Biología Animal, Facultad de Ciencias, Universidad de Vigo. 98 pp.
- Achinelli, F. G.; Núñez Cresto, M. y Marlats, R. M. 2002. Control de hormigas cortadoras mediante cebos granulados en plantaciones de salicáceas del Delta del Paraná. *Actas V Congreso Argentino de Entomología*. Buenos Aires. p. 232.
- Barbera, G., 1995. History, economic and agro-ecological importance. In: Barbera, G., INGLESE, P. y PIMIENTA- BARRIOS, E. (Eds.), *Agro-ecology, cultivation and uses of cactus pear*, pp. 1-11. Rome, Italy: FAO. 216 pp.
- Bertin, L. 1973 *la vida de los animales* tomo 12 ed. Editorial labor . España. 629p.
- Binazzi, A; Mier Durante, M.P. & Nieto Nafría, J.M. 1995. Records from Spain of three *Cinara* species living on *Pinus sylvestris* in Central and Northern Europe (Homoptera Aphididae Lachninae). *Redia*, 78(1): 199-210.
- Biondi, M. 1990. Note faunistiche, tassonomiche ed ecologiche su alcune specie di Chrysomelidae Alticinae della Penisola Iberica (Col.). *Eos*, 66(2): 161-172.
- Boaretto, M. A. C. e Forti, L. C. 1997. Perspectivas no controle de formigas cortadeiras. Departamento de Defesa Fitossanitaria da FCA/UNESP. Serie Técnica IPEF. V. 11. N° 30. p.31-46.

- Bolívar, I. & Chicote, C. 1879. Enumeración de los Hemípteros observados en España y Portugal. *Anales Soc. esp. Hist. Nat.*, 8: 147-186 + lám. II y III.
- Borror D. J., Triplehorn C. A. and Johnson 1989 and introduction to the study of insects 6th ed. Sounders college publishing. Usa 875 p.
- Borth P. W. 1989. The evaluation of several insecticides on maricopa harvester ant (hymenoptera: formicidae) colony activity in follow south western arizona cropland. *J. Econ. Entomol.* 79 (6):1632-1636
- Bravo, H., H. 1978. Las cactáceas de México. Vol 1: 1-743. Univ. Nac. Autónoma de México. 1991. Id. Vol. 3: 1-643.
- Brown, D. E. 1982. Chihuahuan desert scrub. In: Brown, David E., ed. Biotic communities of the American Southwest--United States and Mexico. *Desert Plants.* 4(1-4): 169-179.
- Caffarini, P., Carrizo, P. y Pelicano A. 2006. Extractos cítricos como atrayentes para cebos hormiguicidas con sustancias naturales. *Rev. de la Facultad de Ciencias Agrarias. UNCuyo.* Tomo XXXVIII. N° 1. P. 19-26.
- Cervantes M. J., 1994. Trabajo de comparativo de la producción y factores limitantes del nopal, del municipio de Tlalnepantla en el Estado de Morelos. Universidad Autónoma Metropolitana Xochimilco. México. <http://homero.galeon.com/nopal.htm> (13/02/2012).
- Comisión Nacional Forestal. S/F. *Larrea tridentata*. Sistema Nacional De Información Forestal. 1-6 P.
- Coronado, P. R. Y Márquez D. A. 1982 introducción a la entomología, editorial limusa, México. 282 p.
- Correll, D. S. y M. C. Johnston, 1970. Manual of the vascular plants of Texas. Texas Research Foundation. Renner, Texas.
- Daly H. V., Doyen J. T., Erlich P.R. 1981. Introduction to the insect biology and diversity. International Student Edition. 564p.
- Dumpe K. 1981. The social biology of ants. Pitman Advanced Publishing Program. Great Britain. 298p.

- Farb. P.1982. Los insectos: colección de la Naturaleza de Time-Life International de México.2° ed. México.191p.
- Gamboa, A. R., Hernández C., F., Guerrero R. E., Sanchez A., A y Lira S., 2003. Inhibición del crecimiento micelial de *Rhizoctonia solani* Kühn y *Phytophthora infestans* Mont.(De Bary) con extractos metanólicos de hojasaen (*Flourensia cernua* DC.), mejorana (*Origanum majorana* L) y trompetilla [*Bouvardia ternifolia*(Ca)Schlecht.]. Revista Mexicana de Fitopatología 21:13-18.
- Garzón, A.; H. Banguero. G. y J. Vergara. C. 2005. Biología, manejo y control de la hormiga arriera. Gobernación Valle de Cauca. www.valledelcauca.gov.co/agricultura/descargar.php?id=959 . (14/02/2012).
- GIGA 2010. El nopal. http://www.giga.com/~mag/Tratado_Nopal.htm#Nopal
- Gould, I. And Borry, B. 1988. the hymenoptera oxford university press – us 332p.
- Hamps.1892, con especial referencia a las de interés forestal (Lepidóptero). Graellsia, 15136, láms. 1-11.
- Inglese, P. 1995. Orchard planting and management. In: Barbera, G., Inglese, P. y Pimienta-Barrios, E. (Eds.), Agro-ecology, cultivation and uses of cactus pear, pp. 78-91. Rome, Italy: FAO. 216 pp.
- Kingsbury, J. M. 1964. Las plantas venenosas de los Estados Unidos y Canadá. Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall. 626 p
- Korthuis, S. L.. 1988. *Flourensia cernua*. In: Fire Effects information System, [Online]. u.s. Department of Agriculture, forest Service, Rocky mountain research station, fire sciences Laboratory (producer). Available: <http://www.fs.fed.us/database/feis/> (2011, Marzo 15).
- Mauchamp, A.; Montana C.; Lepar, J.; Rambal, S. 1993. Ecotono dependientes contratación de un arbusto del desierto, *Flourensia cernua*, en franjas de vegetación. Oikos. 68: 107-116.
- Metcalf, C. L. Y flint W. P. 1978. insectos destructivos e insectos utiles. Editorial continental México. 1208 p.
- Milne L., Margery 1988. the auduban society field guide to nort american insects and spider publissed by knopf, inc.

- Mohamed Y, Y., S. A. Barringer and W. E. Splittstoesser 1996. A note on the uses of *Opuntia* spp. in Central/North America. *Journal of Arid Environments* 32: 347-353.
- Montana, C.; Cavagnaro, Bruno; Briones, Oscar. 1995. Soil-water use by coexisting shrubs and grasses in the southern Chihuahuan Desert, Mexico. *Journal of Arid Environments*. 31(1): 1-13. [78967]
- Moringo, M. A. 1996. *Diccionario de Americanismos*. 1-738. Mochnik Ed. Buenos Aires.
- Salatino, A.; Sugayama, R. L.; Negri, G. and Vilegas, W. 1998. Effect of constituents of the foliar wax of *Didymopanax vinosum* on the foraging activity of the leaf-cutting ant *Atta sexdens rubropilosa*. *Entomol. Exp. Appl.* V. 86. p. 261-266.
- Stubbenieck, J. Hatch, S. L. Butterfield, C. H. 1992. *América del Norte plantas rango*. 4^a ed. Lincoln, NE: University of Nebraska Press. 493 p.
- Tobías, H. y Jorge. 1990. Medida de la erosión y escorrentía con diferentes prácticas de conservación de suelo en el cultivo de tuna (*Opuntia* sp) en comunidad de Chante (cuenca del río Seco-subcuenca del río Rímac). Tesis para optar el título de Ingeniero Agrónomo. Universidad Nacional Agraria La Molina.
- Verza, S. S.; Forti, L. C.; Andrade, A. P.; Matos, C. A. O.; García, M. G.; Ramos, V. M. e Noroña Jr., N. C. 2003. Resposta das operárias de *Atta sexdens rubropilosa* Forel (Hymenoptera : Formicidae) as diferentes frações do extrato de polpa cítrica. *Anais do XVI Simposio de Mirmecologia*. Florianópolis. SC Brasil. p. 310-312.
- Villaseñor, R., J. L. y F. J. Espinosa G., 1998. *Catálogo de malezas de México*. Universidad Nacional Autónoma de México. Consejo Nacional Consultivo Fitosanitario. Fondo de Cultura Económica. México, D.F.
- Vines, R. A. 1960. *Los árboles, arbustos y enredaderas leñosas del Suroeste*. Austin, TX: University of Texas Press. 1104 p.
- Wallmo, O. C. 1956. Ecology of scaled quail in west Texas. Contribution of the Federal Aid in Wildlife Restoration Act: Special report from Project W-57-R and the Department of Wildlife Management, A & M College of Texas. Austin, TX:

Texas Game and Fish Commission, Division of Wildlife Restoration. 134 p.
[24189]

APENDICE

Cuadro A1. Flujo de entradas y salidas de *Atta mexicana*.

	Trat.	Preconteo	3 Hrs	6 Hrs	9 Hrs	24 Hrs
T1 R1	Entran	14	22	28	32	18
	Salen	20	66	42	65	24
T1 R2	Entran	34	52	61	33	30
	Salen	42	92	89	54	41
T1 R3	Entran	57	64	71	34	44
	Salen	66	88	112	77	56
T2 R1	Entran	18	46	44	33	12
	Salen	30	55	62	54	27
T2 R2	Entran	14	22	32	4	6
	Salen	22	56	55	12	18
T2 R3	Entran	28	55	31	9	19
	Salen	74	94	78	21	31
T3 R1	Entran	55	42	39	12	30
	Salen	56	22	25	5	16
T3 R2	Entran	47	54	106	81	59
	Salen	56	45	75	52	56
T3 R3	Entran	50	68	76	45	70
	Salen	34	54	61	36	54
T4 R1	Entran	42	56	62	13	45
	Salen	39	88	94	37	62
T4 R2	Entran	31	45	40	22	18

	Salen	47	92	74	54	25
T4 R3	Entran	68	32	11	17	6
	Salen	72	68	54	33	9
T5 R1	Entran	35	52	32	32	28
	Salen	47	70	28	35	33
T5 R2	Entran	32	56	77	30	22
	Salen	53	82	82	44	44
T5 R3	Entran	44	37	28	16	11
	Salen	58	66	54	42	19
T6 R1	Entran	35	30	31	25	32
	Salen	29	24	27	18	26
T6 R2	Entran	43	56	36	41	39
	Salen	46	50	25	22	42
T6 R3	Entran	61	60	41	36	52
	Salen	42	84	47	45	41
T7 R1	Entran	14	76	83	75	95
	Salen	16	82	90	85	107
T7 R2	Entran	13	25	78	45	25
	Salen	12	40	88	61	35
T7 R3	Entran	11	87	84	106	25
	Salen	13	99	87	90	31

.....Continua

Cuadro A2. Conteo del flujo de entradas y salidas en el preconteo.

Trat.	Entradas	Salidas
T1	35	42
T2	20	42
T3	50,66	48,66
T4	47	52,66
T5	37	52,66
T6	46,33	39
T7	12,66	13,66