



**UNIVERSIDAD DE ORIENTE**  
**NUCLEO DE MONAGAS**  
**ESCUELA DE INGENIERIA AGRONOMICA**  
**DEPARTAMENTO DE AGRONOMIA**

**EVALUACION DE LA ACTIVIDAD DE INSECTICIDAD DEL ACEITE  
ESENCIAL DE HOJAS DEL *NEEM AZADIRACHTA INDICA* CONTRA  
HORMIGAS *Camponotus pennsylvanicus* Y *Solepnosis molesta*.**

Trabajo de grado presentado por:

**PABLO JOSE COVA LEON.**

Como requisito parcial para optar por el título de:

**INGENIERO AGRONOMO**

**Maturín, Abril del 2018**

## ACTA DE APROBACION



**EVALUACION DE LA ACTIVIDAD DE INSECTICIDAD DEL ACEITE  
ESENCIAL DE HOJAS DEL *NEEM AZADIRACHTA INDICA* CONTRA  
HORMIGAS *Camponotus pennsylvanicus* Y *Solepnois molesta*.**

**PABLO JOSE COVA LEON**

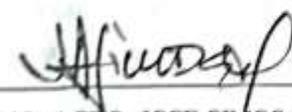
Trabajo de grado presentado en la Escuela de Ingeniería Agronómica de la  
Universidad de Oriente, como requisito parcial para obtener el título de:

**INGENIERO AGRONOMO**

  
\_\_\_\_\_  
ING. AGRO. JOSE LAYNEZ  
(JURADO PRINCIPAL)

  
\_\_\_\_\_  
ING. AGRO. MARDEN VAZQUEZ  
(JURADO PRINCIPAL)

  
\_\_\_\_\_  
DR. CARLOS RIVAS  
(ASESOR)

  
\_\_\_\_\_  
ING. AGRO. JOSE SIMOSA  
(JURADO SUPLENTE)

\_\_\_\_\_  
ING. AGRO. CARLOS ANGULO  
(JURADO SUPLENTE)

## DEDICATORIA

A Dios primeramente por permitirme alcanzar este logro. Nadie más que él sabe por todo lo que ha pasado mi vida personal, social y estudiantil. He sido plenamente bendecido, este logro es para él, mi Dios todopoderoso. Nuestro señor Jesucristo.

A mis padres Jesús Manuel Cova y Mónica Del Valle León De Cova, porque son mi admiración, nunca dejan de sorprenderme día a día con sus consejos y enseñanzas. Padres luchadores que han sabido sacarme adelante, gracias a ellos hoy día soy lo que soy, los dos son un ejemplo a seguir y por eso los amo con todo mi corazón.

A mis tíos Armando Cova, Anastasio León, Pablo León, Mario León, Catalina León y En especial Mis tías muy queridas que siempre han estado conmigo apoyándome en todo momento. Mary León y Dora León, he sido bendecido por estas personas a lo largo de mis años y carreras universitarias gracias a todos los quiero y adoro mucho.

A mi novia Yajaira Navarro, por tu apoyo durante mi carrera universitaria y porque juntos lograremos muchas cosas más.

A mis hermanos Jesús Rafael Cova, Jesús Giovanni Cova León, Nancy Josefina Cova León, José Luis Cova León y en especial a Juan Carlos Cova León hermano muy querido y apreciado. Esto es por todos ustedes.

**Pablo J. Cova L.**

## **AGRADECIMIENTO**

Primeramente a Dios todopoderoso, dado que él es lo primero en mi vida, agradecido por todas las bendiciones que me ha dado. Situaciones buenas y malas en las que me ha colocado, porque de allí he aprendido a levantarme y seguir adelante. También, por haber alcanzado este nuevo logro y por los que están por venir.

A la Universidad De Oriente, por ser la Casa más alta en el Oriente del país y por ser mi segundo hogar durante los 5 años de mi carrera universitaria y dado a esto, obtuve conocimientos importantes para mi vida profesional. ¡Gratos momentos vividos en esta casa de estudios con mis compañeros de clases! Nunca serán olvidados.

A mi tutor académico Carlos Rivas por su asesoría la cual enriqueció el presente trabajo. A los profesores Carlos Angulo, Marden Vázquez y José Laynez por sus consejos y colaboración.

A mis padres Jesús Cova y Mónica De Cova por que tanto los amo y son mi ejemplo a seguir, son mi orgullo, sin ellos y sus consejos, no hubiera obtenido este logro. A toda mi familia ¡Gracias!

A mi novia Yajaira Navarro, porque nuestra relación tiene casi el mismo tiempo de mi carrera universitaria, me has brindado un apoyo incondicional durante este tiempo, has lidiado con mis locuras y ocurrencias, y quiero que sea durante muchísimo tiempo más. ¡Te amo con todo mi corazón! A todos mis más grandes profundo agradecimientos.

**Pablo J. Cova L.**

## INDICE GENERAL

<b>ACTA DE APROBACION .....</b>	<b>ii</b>
<b>DEDICATORIA .....</b>	<b>iii</b>
<b>AGRADECIMIENTO .....</b>	<b>iv</b>
<b>INDICE GENERAL .....</b>	<b>v</b>
<b>INDICE DE TABLAS.....</b>	<b>viii</b>
<b>INDICE DE FIGURAS.....</b>	<b>ix</b>
<b>RESUMEN.....</b>	<b>x</b>
<b>SUMMARY .....</b>	<b>xi</b>
<b>INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>1</b>
<b>OBJETIVOS.....</b>	<b>4</b>
OBJETIVO GENERALES.....	4
OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	4
<b>REVISIÓN DE LITERATURA.....</b>	<b>5</b>
HORMIGAS.....	5
DISTRIBUCIÓN DE LAS HORMIGAS.....	5
CARACTERÍSTICAS DE LAS HORMIGAS .....	6
CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA .....	6
<i>Solepnosis molesta</i> .....	6
<i>Camponotus pennsylvanicus</i> .....	7
CICLO DESARROLLO.....	7
ALIMENTACIÓN DE LAS HORMIGAS. ....	8
DIFERENCIAS ENTRE HORMIGAS Y LAS TERMITAS. ....	9
LAS HORMIGAS Y LOS HUMANOS. ....	9
EXISTEN DIFERENTES TIPOS DE HORMIGUEROS.....	11
TIPOS DE HORMIGAS .....	11
Hormigas ladronas .....	11
Hormigas carpinteras .....	12
FORMAS DE CONTROL DE LAS HORMIGAS .....	12
Hormigas ladronas <i>Solepnosis molesta</i> .....	12
Control etológico con cebos orgánicos.....	12
Hormigas carpinteras <i>Camponotus pennsylvanicus</i> .....	13
Control cultural .....	13
Cebos químicos.....	13
Modo de aplicación.....	14
Pesticidas en aerosol .....	14
Control etológico de las hormigas ladronas y hormigas carpinteras. ....	15
PLAGUICIDAS .....	16
Toxicidad aguda.....	16
BIOPESTICIDAS .....	21

CLASIFICACIÓN DE LOS BIOPESTICIDAS .....	21
Bioinsecticidas.....	21
Biofungicidas.....	23
Bioherbicidas.....	23
Biobactericidas .....	24
Bionematicidas .....	24
DIFERENCIAS ENTRE UN REPELENTE NATURAL Y UN REPELENTE SINTÉTICO. (DAZA Y FLORES, 2006).....	25
LOS ACEITES ESENCIALES.....	25
CLASIFICACIÓN DE LOS ACEITES ESENCIALES.....	27
Por su consistencia.....	27
Por su origen.....	28
Por la naturaleza química de los componentes mayoritarios.....	28
MÉTODOS DE OBTENCIÓN DE LOS ACEITES ESENCIALES.....	30
Destilación por arrastre de vapor.....	30
Destilación con agua.....	31
Hidrofusión.....	31
Prensado en frío.....	32
CARACTERÍSTICAS GENERALES .....	33
ACEITES ESENCIALES UTILIZADOS COMO BIOPESTICIDAS.....	34
Efecto repelente del aceite esencial de <i>Eucalyptus globulus</i> contra la picadura de <i>Lutzomyia peruensis</i> , bajo condiciones experimentales.....	34
El árbol de la canela ( <i>Cinnamomum zeylanicum</i> o <i>Cinnamomum     verum J.Presl</i> ), árbol del paraíso ( <i>Melia azedarach</i> ), Lavanda ( <i>Lavandula     officinalis</i> ) y Hierbabuena ( <i>Mentha piperita</i> ) aceites esenciales en el control de la bacteria <i>Loque americana</i> .....	35
Actividad repelente de los aceites esenciales de <i>Lippia organoides</i> , <i>Citrus     sinensis</i> y <i>Cymbopogon nardus</i> cultivadas en Colombia frente a <i>Tribolium     castaneum</i> , <i>Herbst.</i> .....	35
Aceite esencial de <i>Piper crassinervum</i> para el control de <i>Sitophilus     zeamais</i> (Coleoptera: Curculionidae). .....	36
Aceites esenciales para controlar para controlar <i>Acanthoscelides obtectus</i> y <i>Sitophilus zeamais</i> plagas de granos almacenados. ....	36
Actividad insecticida de aceites esenciales de plantas nativas contra <i>Aedes     aegypti</i> (Diptera: Culicidae) .....	37
Evaluación de la actividad repelente de aceites esenciales de plantas Piperáceas del departamento de Chocó, Colombia.....	38
Actividad repelente del aceite esencial de <i>Minthostachys mollis</i> Grisebach; y elaboración de una crema repelente contra insectos adultos de la familia <i>Culicidae</i> .....	38
DESCRIPCIÓN DE LA AZADIRACHTA INDICA .....	39
CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA.....	39
CLASIFICACIÓN BOTÁNICA.....	40

PROPIEDADES Y MECANISMO DE ACCIÓN.....	41
Aplicación.....	42
Tipos .....	43
Dosis .....	43
Compatibilidad .....	43
Toxicidad .....	43
<b>MATERIALES Y MÉTODOS.....</b>	<b>45</b>
MATERIAL VEGETAL.....	45
EXTRACCIÓN DE LOS ACEITES .....	45
ANÁLISIS CG/EM .....	46
HORMIGAS.....	46
BIOENSAYO DE ACTIVIDAD INSECTICIDA .....	47
<b>RESULTADOS Y DISCUSION .....</b>	<b>50</b>
CROMATOGRAFÍA DE GASES ACOPLADA A ESPECTROMETRÍA DE MASAS .....	50
Dosis Letal .....	51
Tiempo letal .....	52
Inversa del Tiempo vs porcentaje de mortalidad <i>Solepnosis molesta</i> . .....	54
Tiempo letal de <i>Camponotuspennsylvanicus</i> .....	55
Inversa del Tiempo vs porcentaje de mortalidad. <i>Camponotuspennsylvanicus</i> .....	56
Actividad de repelencia. ....	58
Porcentaje de repelencia .....	58
<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>61</b>
<b>RECOMENDACIONES.....</b>	<b>63</b>
<b>REFERENCIA BIBLIOGRAFICAS .....</b>	<b>64</b>
<b>APENDICES.....</b>	<b>70</b>
<b>HOJAS METADATOS.....</b>	<b>73</b>

## INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Análisis cromatograficos .....	50
Tabla 2. Dosis letales .....	51

## INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Grafica de porcentaje de mortalidad vs Tiempo. <i>Solepnosis molesta</i> . .....	53
Figura 2. Inversa del porcentaje de mortalidad contra la inversa del tiempo (1/%M VS 1/T). <i>Solepnosis molesta</i> . .....	54
Figura 3. Grafica de porcentaje de mortalidad vs Tiempo. <i>Camponotuspennsylvanicus</i> . .....	55
Figura 4. Inversa del porcentaje de mortalidad contra la inversa del tiempo (1/%M VS 1/T). <i>Camponotuspennsylvanicus</i> . .....	56
Figura 5. Actividad de repelencia. <i>Solepnosis molesta</i> . .....	58
Figura 6. Actividad de repelencia <i>Camponotuspennsylvanicus</i> . .....	59



**EVALUACION DE LA ACTIVIDAD DE INSECTICIDAD DEL ACEITE  
ESENCIAL DE HOJAS DEL NEEM *AZADIRACHTA INDICA* CONTRA  
HORMIGAS *Camponotus pennsylvanicus* Y *Solepnosis molesta*.**

**RESUMEN**

Los aceites esenciales son mezclas volátiles de terpenos, derivados de ácidos, ácidos grasos, y alcanos, obtenidos de plantas. Estos productos poseen propiedades repelentes e insecticidas de insectos. Con el objetivo de producir y comprobar repelentes que contengan elementos naturales que repelan insectos, para estudiar la actividad de insecticida del aceite esencial de hojas de *Azadirachta indica* contra hormigas de especies *Camponotus pennsylvanicus* y *Solepnosis molesta*. Para poder concluir si es efectivo en hormigas. Fueron realizados ensayos de repelencias y mortalidad, a través de diferentes dosis y tiempo en horas, la acción de insecticidas se realizó utilizando hoja de papel filtro impregnado con soluciones de aceite esencial y control de acetona, los porcentajes de mortalidad demuestran que el aceite esencial de hojas de *Neem*, es efectivo en las especies de hormigas por que la gran mayoría provocaron repelentes e insecticidas para el control biológico de insectos.

**Palabras claves:** Aceites esenciales, repelentes naturales, insecticidas de insectos, actividad de insecticida, mortalidad de al menos 50% de los insectos durante las primeras 24 horas de exposición. Los resultados mostraron que el aceite esencial posee buenas propiedades *Azadirachta indica*, *Camponotus pennsylvanicus*, *Solepnosis molesta*, hormigas, ensayos de repelencia y mortalidad, *Neem*.



**EVALUATION OF THE INSECTICITY ACTIVITY OF THE ESSENTIAL OIL OF LEAVES OF THE NEEM *AZADIRACHTA INDICATES* AGAINST ANTS *Camponotuspennsylvanicus* and *Solepnosismolesta*.**

**SUMMARY**

Essential oils are volatile mixtures of terpenes, acid derivatives, fatty acids, and alkanes, obtained from plants. These products have insect repellent and insecticidal properties. With the objective of producing and checking repellents containing natural elements that repel insects, to study the insecticide activity of the essential oil of leaves of *Azadirachta indica* against ants of species *Camponotuspennsylvanicus* and *Solepnosismolesta*. To be able to conclude if it is effective in ants. Tests of repellency and mortality were carried out, through different doses and time in hours, the action of insecticides was carried out using filter paper sheet impregnated with essential oil solutions and acetone control, the mortality percentages show that the essential oil of Neem leaves, is effective in the species of ants because the great majority caused mortality of at least 50% of the insects during the first 24 hours of exposure. The results showed that the essential oil has good repellent and insecticidal properties for the biological control of insects.

**Key words:**Essential oils, natural repellents, insect insecticides, insecticide activity, *Azadirachta indica*, *Camponotus pennsylvanicus*, *Solepnosis annoying*, ants, repellency and mortality assays, *Neem*.

## INTRODUCCIÓN

La elección del tema de evaluación de la actividad insecticida del aceite esencial de hojas de *Azadirachta indica* contra hormigas de especies *Camponotus pennsylvanicus* y *Solenopsis molesta* obedece al interés de querer estudiar un producto que se utilice normalmente y a su vez pueda relacionarse con el ser humano y la salud, temas que son interesante estudiar dado las expectativas de estudios universitarios. (Curbelo y Souza, 2015).

En la actualidad, se están realizando diferentes estudios sobre insecticidas de origen vegetal que pueden llegar a ser menos tóxicos y fácilmente biodegradables, siendo apropiados para la aplicación en pequeña escala, con vista a la protección de granos y productos almacenados del ataque de insectos plaga. (Salgado *et al.* 2013).

Los repelentes son sustancias que actúan de forma local evitando que un insecto se pose y pique en la piel. Hoy en día, se comercializa repelentes sintéticos y naturales o mezcla de ellos. El más conocido es el DEET (N-N- dietil-m-toluamida). Es el más eficaz y persistente en la piel. (Dávila, 2016).

Los metabolitos secundarios presentes en los aceites esenciales suelen ser producidos por la planta, con la finalidad de disuadir el ataque de los insectos (Leyva *et al.* 2012).

Hay muchos estudios sobre los aceites esenciales las cuales han logrado tener éxitos para controlar insectos y enfermedades; en gran parte de Asia y América las semillas del *Neem* trituradas han sido utilizados para controlar ácaros, moscas blancas, minadores, pulgones, trips, orugas y nematodos como *Dythilenchus*, *Meloydogine sp* etc. (Porcuna, 2011).

Los Aceites esenciales son una mezcla compleja de compuestos orgánicos volátiles, algunos de ellos con actividad atrayente o repelente de insectos. (Olivero *et al.* 2009).

Los extractos de muchas plantas actúan como repelentes de insectos. Son los aceites esenciales que son las fracciones líquidas volátiles, destilables por arrastre con vapor de agua, responsables del aroma de las plantas. (Rodríguez *et al.* 2012).

Las plantas repelentes, son aquellas que tienen la capacidad de repeler insectos, debido a que en su estructura tienen compuestos que producen mal olor, interfieren en la comunicación entre insectos o tienen efectos irritantes para algunas especies. (Rodríguez *et al.* 2012).

Existen diferentes alternativas a los métodos químicos, como son el uso de biopesticidas, enmiendas orgánicas, plantas resistentes a determinados patógenos, plantas micorrizadas, rotación de cultivos. Una combinación adecuada de ellas podría llevar a un control económicamente aceptable para la mayoría de los cultivos. (Fernández y Juncosa, 2002).

El uso de insecticidas botánicos basados en aceites esenciales obtenidos de plantas, se presenta como una alternativa promisoriosa debido a su efectividad, su rápida biodegradación y pocos efectos adversos con el medio ambiente. (Jazmín *et al.* 2014).

Los motivos de estudiar esta tesis en hormigas es por que habitan en todas partes del planeta, son contaminadoras al circular por las casas, hospitales, campos. Hay especies que son destructoras de maderas, techos y de semillas en plena germinación para alimentación y otras son venenosas que no logran matar a las

personas pero si causan fuertes reacciones alérgica la cual les permite ser atendidos por médicos. (Stubbs y Hessler, 2000).

El objetivo de este proyecto es el producir y comprobar repelentes que contengan elementos naturales que repelan insectos, para estudiar la actividad de repelencia y así poder concluir si es efectivo en hormigas. (Arias *et al.* 2009).

El proyecto está compuesto por una investigación previa al desarrollo experimental de repelentes, la cual se llevó adelante indagando en estudios científicos ya realizados y de información obtenidas de profesionales contactados. (Restrepo *et al.* 2015).

Con este proyecto se quiere obtener un repelente a base de extractos naturales cuyas características y objetivos satisfagan las necesidades del consumidor, que sea económicamente viable, menos tóxico, perdurable, que no cause efectos perjudiciales a la salud de las personas ni al ambiente. (Daza y Flores, 2006).

## **OBJETIVOS**

### **OBJETIVO GENERALES**

1. Evaluar la actividad insecticida del aceite esencial de hojas de *Azadirachta indica* contra las hormigas.

### **OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

1. Obtener el aceite esencial de las hojas del *Neem* utilizando la hidrodestilación.
2. Caracterizar el aceite esencial obtenido utilizando la Cromatografía de gases acoplada a la espectrometría de masas.
3. Determinar la dosis letal del aceite esencial contra las hormigas.
4. Determinar el tiempo letal del aceite esencial contra las hormigas.
5. Determinar la actividad de repelencia ejercida por el aceite esencial contra las hormigas.

## **REVISIÓN DE LITERATURA**

### **HORMIGAS**

Las sociedades de las hormigas se consideran entre las más complejas de las conocidas en el reino animal. Son comparables solamente a las sociedades de las termitas, de algunas especies de abejas y avispas. Algunas especies de estos insectos forman colonias que agrupan hasta 300 millones de individuos en un solo nido, donde cada individuo desempeña su tarea específica en pro del bienestar de la colonia. Las hormigas se agrupan en una sola familia, la familia Formicidae. El nombre de hormiga deriva del ácido fórmico que es producido por algunas de las especies. La familia Formicidae agrupa al menos 8 subfamilias, cerca de 350 géneros y entre 9000 y 20000 especies. (Jaffe, 1993).

### **DISTRIBUCIÓN DE LAS HORMIGAS**

Las hormigas habitan en casi todo los ecosistemas del mundo exceptuando los lugares con climas fríos. Se conocen especies que son capaces de sobrevivir bajo el agua durante más de 10 días en estado de anestesia. Estos insectos representan del 15 al 20 % de la biomasa total de los animales terrestre en el mundo, siendo así similar a la biomasa total de los humanos sobre la tierra. Las hormigas se originaron hace alrededor de 120 millones de años, se distribuyen en todos los continentes a excepción de la Antártica y son organismos conspicuos de la mayoría de ecosistemas terrestres. Sólo están ausentes en hábitats extremos como las regiones polares, montañas muy altas y cuevas profundas. (Branstetter y Saenz, 2012).

La conseguimos en casi toda las partes del planeta, con excepción de los polos y los glaciares. A pesar de su amplia distribución y abundancia, y a pesar de que son

y fueron reconocidas por todas las culturas humanas, poco es lo que conocemos de ellas. La mimercologia, ciencia que se encarga de estudiarlas, nació a mediados del siglo pasado y se considera como una rama importante de la entomología. (Jaffe, 1993).

## **CARACTERÍSTICAS DE LAS HORMIGAS**

- Poseen 3 pares de patas
- Cabeza grande con antenas fuertes.
- Aparato bucal masticador desarrollado.
- Abdomen unido al tórax por dos nódulos.
- Cuerpo color negro, amarillo, café o rojizo.
- Tamaño entre 5 y 12 mm según la especie.
- Espinas en el dorso del tórax (3 o 4 pares). (Branstetter y Saenz, 2012).

## **CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA**

### **Solenopsis molesta**

- **Reino:** Animalia
- **Phylum:** Arthropoda
- **Clase:** Insecta
- **Orden:** Hymenoptera
- **Familia:** Formicidae
- **Género:** *Solenopsis*
- **Especie:** *Solenopsis molesta*.(Quezada, 2010).

### **Camponotus pennsylvanicus**

- **Reino:** Animalia
- **Phylum:** Arthropoda
- **Clase:** Insecta
- **Orden:** Hymenoptera
- **Familia:** Formicidae
- **Género:** *Camponotus*
- **Especie:** *Camponotus pennsylvanicus*. (Contreras, 2014).

### **CICLO DESARROLLO**

Presentan una metamorfosis completa, es decir, pasan por los estados de huevo, larva, pupa y adultos.

- **Huevos:** Los pone la reina en la zona más profunda del hormiguero. Los huevos de la hormiga son blancos y solo miden 0,5 mm de longitud. Las obreras los llevan de un lugar a otro buscando las mejores condiciones dentro del nido, cuando nacen las larvas son almacenadas en montones de individuos del mismo tamaño y aproximadamente la misma edad, para asegurarse que todas reciban atención suficiente. (Herrera y Armbrecht, 2007).
- **Larvas:** Las larvas pueden estar provistas de alimentos sólidos, como huevos tróficos, piezas de presa, y semillas traídas por los trabajadores y pueden incluso ser transportadas directamente a la presa capturada en algunas especies. En algunas especies de hormigas, las larvas hilan seda para iniciar la fase de pupa cubierta por un capullo. (Herrera y Armbrecht, 2007).

- **Pupas:** Las larvas se transforman en pupas. Estas pupas, como la de cualquier otro insecto holometábolo (que presenta metamorfosis completa), no comen ni se mueven. (Herrera y Armbrrecht, 2007).
- **Adultos:** La mayoría de los huevos de las reinas crecen para convertirse en castas que pueden ser obreras, machos y reinas. (Herrera y Armbrrecht, 2007).
- **Obreras:** Hormigas sin alas asexuales, sin capacidad de reproducirse con los machos. Pueden ser cortadoras, enfermeras y cultivadoras.
- **Machos reproductores:** Son alados son los soldados que cuidan del nido, aparecen en ciertas épocas del año y sobreviven un corto tiempo para reproducirse con las reinas, después del apareamiento mueren.
- **Reina:** Hormigas con alas sexuales, con capacidad de reproducirse con los machos. Solo existe una reina por colonia; cada cierto tiempo nacen nuevas reinas con alas, las cuales salen y se reproducen con otros machos para formar nuevas colonias.

En algunas especies las reinas pueden vivir hasta 15 años y son las que tienen una duración de vida más larga dentro de las tres castas. Son capaces de poner miles de huevos durante su tiempo de vida, haciendo posible que una colonia contenga hasta 75,000 hormigas a la vez. Sin embargo, si la reina muere y no hay una joven reina que la remplace, la colonia también muere. (Herrera y Armbrrecht, 2007).

## **ALIMENTACIÓN DE LAS HORMIGAS.**

La mayoría de las hormigas se alimentan de otros artrópodos, incluyendo insectos. Mientras que otras son depredadoras, recolectoras, herbívoras y carroñeras alimentándose de néctar, semillas, hongos, hojas, tallos, frutas y azúcares. Las hormigas se comunican y cooperan mediante sustancias químicas que alertan a las demás de peligros o la conducen hasta una prometedora fuente de comida. Cuando

una hormiga obrera encuentra una fuente alimenticia, carga parte del alimento encontrado y lo traslada a un lugar determinado del nido. La obrera descarga el alimento, que será distribuido entre diversos miembros de la colonia, y vuelve a la fuente del recurso por más. Este comportamiento se denomina “recolección de lugar central”. La obtención de alimento recae sobre un pequeño porcentaje de individuos de la colonia, las hormigas obreras. Así, cada hormiga obrera realiza sucesivos ciclos recolectores. (Agustina, 2012).

### **DIFERENCIAS ENTRE HORMIGAS Y LAS TERMITAS.**

- **Color:** Color negro, rojo y amarillo para las hormigas y negro para las termitas.
- **Antenas:** Rectas para las termitas y acordadas para las hormigas.
- **Cintura:** Gruesa para las termitas (no diferenciadas del resto del cuerpo), estrecha para las hormigas.
- **Alas:** Las termitas tienen 4 alas iguales en longitud, que están recogidas sobresaliendo claramente del cuerpo y perfectamente posicionadas una sobre otras (iguales las 4 alas). Las alas de las hormigas son diferentes: Las anteriores claramente mayores que las posteriores.
- **Localización:** A la termita no vamos a encontrarlas a la vista, a la hormiga sí. (Herrero, 2016).

### **LAS HORMIGAS Y LOS HUMANOS.**

Las hormigas se alimentan de los tallos, hojas, frutos, semillas de granos en germinación y néctar de las flores. Como también de las sustancias azucaradas que excretan los pulgones llamadas melazas. Sabemos que los pulgones se alimentan de la savia de las plantas ocasionando grandes pérdidas importantes en los cultivos

debilitándolas, transmitiendo virus, reduciendo la fotosíntesis, caída de hojas y flores, abolladuras en las hojas. Las hormigas atacan a los depredadores de los pulgones, para proteger su fuente alimenticia, por lo que estos también salen beneficiados con las hormigas. Las hormigas traen pocos beneficios, como problemas a las actividades que realiza el hombre numerosas especies de hormigas colonizan y explotan ambientes alterados por la actividad humana. (Prado, 2010).

Los formícidos son usados como controladores de plagas. Por otro lado algunas especies provocan mordeduras fuertes, dolorosas y venenosas que no llegan a matar a una persona pero si a que tenga que recurrir a la atención médica. Las hormigas de esta especie pueden ser problemáticas cuando entran en las viviendas humanas. Es extremadamente difícil encontrarlas debido a sus inaccesibles y remotas áreas de anidación y su tamaño extremadamente pequeño. Aunque no se les atribuye la transmisión de gérmenes causantes de enfermedades, pueden transmitir bacterias que pueden causar desde diarreas infecciosas hasta infecciones urinarias. De tanto de ambular de allá para acá buscando alimento las hormigas doméstica se pasean sin distinción por basureros, baños, almacenes, cocinas, dormitorios por lo q sus patas quedan adheridos gérmenes que transmite de un lugar a otro pudiendo provocar enfermedades.(Prado, 2010).

De igual forma representan un problema para el desarrollo de las actividades agrícolas y en la vida domesticas suelen atacar casi todo alimento que no se cierre herméticamente y destruir el cableado interno de los hogares, otras dañan maderas de casas y telas de sueter, camisas etc. (Prado, 2010).

## EXISTEN DIFERENTES TIPOS DE HORMIGUEROS

- **Nidos Subterráneos:** Son los nidos más comunes entre las hormigas, es decir escarbados bajo tierra. El nido de la especie *Atta* sp. “Bachacos” son cortadoras de hojas y cultivadoras de hongos. (Jaffe, 1993).
- **Nidos superficiales:** Son menos comunes que los nidos subterráneos. El nido de hormigas de la especie *Odontomachus bauri*. No construye nidos muy elaborados. Si no que utiliza cualquier refugio natural: Una grieta, una cavidad debajo de la roca, un tronco hueco en el suelo, cavidades entre raíces de grandes árboles, para alojarse, etc. (Jaffe, 1993).
- **Arborícolas:** Los hay de muchos tipos; las hormigas viven en el interior de viejos árboles o de sus cortezas. El nido de las especies de *Oecocophylla* sp. Hormigas tejedoras del África y Asia tienen una conducta especial; sus larvas producen hilos de sedas para construir sus capullos. Las hormigas forman cadenas para alcanzar la hoja distante. Una vez alcanzadas, las hormigas jalan, doblando las hojas hasta juntarla con la otra. Las mantienen dobladas mientras otras obreras toman una de estas larvas entre sus mandíbulas y tejen las hojas para construir sus nidos. (Jaffe, 1993).

## TIPOS DE HORMIGAS

### Hormigas ladronas

Las hormigas obreras o trabajadoras de esta especie son de color amarillo claro a bronce, son de tamaños pequeños miden de 0,18 a 0,25cm de largo. Son similares, pero aún más pequeñas que las hormigas faraona, de color más claro y tienen 10 segmentos en las antenas en las cuales la punta forma una clava, un pedicelo de dos segmentos y ojos extremadamente pequeños. (Cooper y Lucia, 2006).

### **Hormigas carpinteras**

Esta hormiga es una de las más grandes de las hormigas comunes, las obreras varían en su tamaño desde 0,6cm hasta 1,25cm de largo. Con el tórax liso y redondeado, El cuerpo es de color negro café a negro su pedicelo es de un segmento, no tiene clava en la antena y la punta del abdomen tiene un anillo de pelos, las hormigas obreras o trabajadoras son activas al atardecer y en la noche. No tienen aguijón para picar, pero pueden morder causando mucho dolor, rocían el ácido fórmico que causa una sensación de ardor en la piel. (Cooper y Lucia, 2006).

## **FORMAS DE CONTROL DE LAS HORMIGAS**

### **Hormigas ladronas *Solenopsis molesta***

Los nidos de las hormigas ladronas son difíciles de encontrar, de modo que se controlan mejor con cebo. Se utiliza cebo diseñados de grasa. Se mezcla 4 cucharadas de mantequilla, 1 cucharadas de miel y 3/4 de cucharadita de ácido bórico. Se coloca una pequeña cantidad de cebo sobre tarjetitas en las zonas donde se hayan visto las hormigas. Mantener el cebo alejado de los niños y las mascotas. De tres a cuatro semanas se pueden controlar la población de las hormigas con el cebo. (Logan, 2000).

### **Control etológico con cebos orgánicos**

Se recomienda con semillas (pepitas) de uvas tintas (negras), las que poseen un alto porcentaje de taninos, lo que determina la muerte de las hormigas por intoxicación. Las pepitas de uvas se muelen y se depositan en una alimento proteico o fruta ahuecada de cáscara gruesa, que sea de atracción para estos insectos y se coloca donde se hayan visto las hormigas ladronas, ya que los nidos son difíciles de

encontrar, por que habitan en los nidos de otras especies alimentándose de larvas y materias en descomposición. (Basaure, 2006).

### **Hormigas carpinteras *Camponotus pennsylvanicus***

#### **Control cultural**

- ✓ La clave para el control es encontrar montones de aserrín o hileras de hormigas en la noche, que es cuando están más activas.
- ✓ Aumentar la ventilación en áreas como áticos, sótanos y espacios angostos para reducir la humedad ya que prefieren la madera húmeda.
- ✓ Reparar las fugas en el techo de madera, ático, fundación o interior de la casa.
- ✓ Sellar las áreas donde las tuberías, cables o equipo eléctrico entra a la casa.
- ✓ Reemplazar la madera dañada por el agua.
- ✓ Mantener recortadas las ramas de los árboles lejos de estructuras de madera para que las hormigas no puedan utilizarla como puentes. (Gillio, 2015).

#### **Cebos químicos**

Los cebos son las combinaciones entre alimentos atractivos para ellas mezclado con pesticidas, las hormigas acarrean comidas hacia el hormiguero y alimentan a las obreras así como también a la reina. (Gillio, 2015).

**Hormixan:** Es un cebo Gel específico para el control de las hormigas, formulados con una exclusiva fórmula altamente atractiva, la cual es ingerido y transportado por las hormigas obreras y estas una vez en el nido dan de comer el producto a las demás obreras, larvas y reina.

Este cebo gel se mantiene activo durante varias semanas y sus cualidades de cebo se reactivan en presencia de la humedad ambiente, volviéndose atractivo como el primer día de aplicación. No tiene olor, no mancha, no chorrea. La seguridad de su uso lo convierte en el producto ideal para áreas como hospitales, colegios, guarderías, panaderías, hoteles y restaurantes, etc. (Gillio, 2015).

### **Modo de aplicación**

Aplicar dos cebos por líneas por m<sup>2</sup> sobre las superficies, grietas o fisuras donde transitan las hormigas. Es decir lo más próximos a sus nidos, usualmente ubicadas en áreas húmedas y tibias cerca de una fuente de comida o agua. Después de la aplicación se incrementará la presencia de hormigas en busca de Hormixan cebo gel y dentro de 7 días se producirá una reducción o su extinción. No aplicar este cebo conjuntamente con otros insecticidas porque lo contaminan. (Gillio, 2015).

### **Pesticidas en aerosol**

Las formas más directas de controlar unas colonias con pesticidas es aspersando a las hormigas directamente mientras se encuentran en el hormiguero. Las formulaciones listas para usar de los envases de pesticidas están disponibles al público, aunque algunos nidos son difíciles de controlar. Antes de usar cualquier pesticida hay que leer las instrucciones y aplicarse cuidadosamente. (Gillio, 2015).

Pesticidas en aerosol que son efectivos para el control de *Camponotus pennsylvanicus* son:

- ✓ **Fumixan fog:** Es un aerosol de insecticida con válvula de descarga total con excelente poder de volteo y expulsión.

- ✓ **Jaque fogger:** Es un insecticida en aerosol con válvula de descarga total para el control en interiores de insectos.
- ✓ **K-othrine fog:** Es un insecticida líquido en aerosol con válvula de descarga total especialmente diseñado para ambientes cerrados sin corriente de aire. (Gillio, 2015).

### **Control etológico de las hormigas ladronas y hormigas carpinteras.**

Los cebos de insecticida son de buen control para las hormigas en los hogares, fincas y en el campo, ya que aplicar los cebos granulados con comidas que ayuden atraer a las hormigas alrededor de los árboles, maderas húmedas y podridas, las hormigas obreras o trabajadoras las llevan hacia el nido, para alimentar a la reina y los otros miembros de la colonia. Como resultado, muchas veces la colonia entera es destruida. Los cebos de hormiga que son más efectivos son Combat® Quick Kill Formula, (los cebos en forma de estaciones plásticas con una fórmula que matan rápidamente); Combat® Ant Killing Gel, (un gel para matar a las hormigas); Raid Ant Bait II, (el cebo de hormiga) y Terro® Ant Killer II (el cebo para matar a las hormigas). (Bee y Dye, 2014).

Estos tipos de cebos de insecticidas son una excelente alternativa para combatir y solucionar el problema de las dos especies de hormigas las cuales son hormigas ladronas y hormigas carpinteras, ya que las dos especies de hormigas anidan en las maderas. Excelente solución para proteger a las maderas de los hogares, casa en los pueblos, ciudades y en el campo. Ya que nadie quisiera que estos insectos nos dañen las maderas del techos, de las puertas, de las cocinas, de las plantas etc. (Bee y Dye, 2014).

## **PLAGUICIDAS**

Es la sustancia o mezcla de ellas, destinada a prevenir, controlar o destruir ciertos organismos vivos que interfieran con la producción, almacenamiento, procesamiento, transporte y comercialización de los alimentos; los artículos agrícolas de consumo, la madera y sus productos, el forraje para animales o los productos que pueden administrarse para el control de insectos, arácnidos u otras plagas corporales. (Ramírez y Lacasaña, 2001).

Los plaguicidas se clasifican en función de algunas de sus características principales, como son la toxicidad aguda, la vida media, la estructura química y su uso.

### **Toxicidad aguda**

Es la capacidad del plaguicida de producir un daño agudo a la salud a través de una o múltiples exposiciones, en un período de tiempo relativamente corto. La toxicidad se mide a través de la dosis letal media (DL50) o de la concentración letal media (CL50). Ambos parámetros varían conforme a múltiples factores como la presentación del producto (sólido, gel, líquido, gas, polvo, etc.), la vía de entrada (oral, dérmica, respiratoria), la temperatura, la dieta, la edad, el sexo, etc. Al basarse en la observación de especies animales, es importante señalar que estos indicadores no proporcionan información sobre los efectos crónicos, ni sobre la citotoxicidad de algún compuesto. (Suarez y palacio, 2016).

### **La toxicidad aguda se mide en:**

- ✓ **Plaguicidas extremadamente peligrosos:** Por lo que se evitará todo contacto con la piel, boca o vías respiratorias. Su carga y descarga debe ser

preferiblemente mecanizada, sus manipuladores deben usar aditamentos específicos y ropa adecuada para su manipulación y mantener una adecuada higiene personal (el baño y cambio de ropa) al terminar el trabajo (Ej.: ácido cianhídrico, el bromuro de metilo, dibromuro de etilo, acrilonitrilo y monofluoracetato de sodio, entre otros). Se incluirán en este grupo todos aquellos plaguicidas con una  $DL_{50}$  dérmica inferior a 100 mg/kg. (Suarez y palacio, 2016).

- ✓ **Plaguicidas altamente peligrosos:** Son aquellos cuya incorrecta manipulación, preparación o aplicación puede también producir frecuentes intoxicaciones, por lo que deben utilizarse las mismas precauciones que para los de la clase "A" (Ej.: Gusatión, asuntol, heptacloro, baygón, nitrobenceno y fluoruro de sodio). Además se incluirán aquellos otros plaguicidas cuya  $DL_{50}$  dérmica oscile entre 101 y 300 mg/kg. (Suarez y palacio, 2016).
- ✓ **Plaguicidas moderadamente peligrosos:** Son productos de menos toxicidad que los anteriores. Debe tenerse cuidado de no ingerirlos y evitar su contacto con la piel y vías respiratorias. Para su manipulación es necesario el uso de botas, guantes y delantales impermeables, siendo importante también el aseo personal (Ej.: Bi-58 (rogor), toxafeno, nabam, clordano, lindano, BHC, diazinón, pentaclorofenol, oxalato de sodio, entre otros). También se incluyen aquellos plaguicidas cuya  $DL_{50}$  dérmica fluctúa entre 301 y 1 000 mg/kg de peso corporal. (Suarez y palacio, 2016).
- ✓ **Plaguicidas ligeramente peligrosos:** Son aquellos de más baja toxicidad, aunque para su manipulación se recomienda el uso de guantes y buenas normas de higiene personal (Ej.: DDT, aphidán, captán, baftol, ferbán, ziram, maneb, entre otros). También se incluyen los demás plaguicidas cuya  $DL_{50}$  dérmica sea superior a 1 000 mg/kg de peso. (Suarez y palacio, 2016).

**Por su vida media, se clasifican en:**

- **Plaguicidas permanentes:** Son aquellos plaguicidas que perdura o permanecen durante un tiempo indefinido.
- **Plaguicidas persistentes:** Son aquellos plaguicidas que perdura o permanecen de varios meses a 20 años.
- **Plaguicidas moderadamente persistentes:** Son aquellos plaguicidas que perdura o permanecen de 1 a 18 meses.
- **Plaguicidas no persistentes:** Son aquellos plaguicidas que no perdura o permanecen de días hasta 12 semanas. (Ramírez y Lacasaña, 2001).

**Por su estructura química se clasifican en:**

- **Los organoclorados (OC):** Son los plaguicidas más ampliamente utilizados. Su estructura química corresponde a la de los hidrocarburos clorados, lo que les confiere una alta estabilidad física y química, haciéndolos insolubles en agua, no volátiles y altamente solubles en disolventes orgánicos.

Estas características favorecen su persistencia en el ambiente y su lenta biodegradabilidad. Su vida media es de 5 años, aunque varía según el producto; por ejemplo, para el beta hexaclorociclohexano es de 3 años, para el aldrín de 6 años y para el DDT es de 30 años. El compuesto como tal o sus metabolitos son contaminantes ubicuos de varios tejidos en humanos y de los mamíferos en general. A causa de su alta lipofilidad tienden a acumularse principalmente en el tejido celular subcutáneo, en el componente graso de la leche materna y de la sangre. (Ramírez y Lacasaña, 2001).

- **Los organofosforados (OF):** Que son ésteres, amidas o tioles derivados de los ácidos fosfóricos, fosfónico y fosfortoico, forman otro grupo. Se descomponen con mayor facilidad y se degradan por oxidación e hidrólisis, dando origen a productos solubles en agua, tentativamente menos persistentes y poco acumulables en el organismo humano. Pertenecen a este grupo el paratión, el malatión, el diazinón, el clorpirifos y el diclorvos. (Ramírez y Lacasaña, 2001).
- **Los carbamatos (C):** Son otro grupo de plaguicidas que pueden ser de tres tipos principales:
  - ✓ derivados de ésteres carbamatados, comúnmente usados como insecticidas;
  - ✓ derivados del ácido tiocarbámico, utilizados como fungicidas, y
  - ✓ carbamatos propiamente dichos, que se emplean como herbicidas. Todos ellos son relativamente inestables, se les atribuye un tiempo corto de persistencia ambiental y cuentan con cierta selectividad. Su degradación se realiza por oxidación y sus metabolitos finales son hidrosolubles pudiendo excretarse por la orina y las heces fecales. Entre los más comunes se encuentran el lannate, el carbarilo y el carbyl. (Ramírez y Lacasaña, 2001).
- **Las piretrinas (P):** Son los plaguicidas obtenidos por secado, molienda y pulverización de la flor del crisantemo, cuyo polvo contiene del 1 al 3% del principio activo. Las principales piretrinas son las cinerinas I y II, las jasmolinas I y II, y las piretrinas I y II, consideradas estas últimas como las de efecto más potente. Tienen una relativa selectividad, por lo que su toxicidad es baja en organismos no blancos. (Ramírez y Lacasaña, 2001)

Las moléculas de piretrinas son neuroactivas, de baja absorción dérmica, con un metabolismo rápido y no dejan residuos en la atmósfera. Los piretroides son piretrinas sintéticas que surgen en los años cincuenta y se consideran más efectivos que aquellas. Químicamente, se dividen en dos tipos: a) sin grupo alfaciano, como el permetrín y resmetrín, y b) con grupo alfaciano, como fenvalerato, diametrín y

cypermetrín. Todos son metabolizados por hidrólisis, oxidación y conjugación, con poca tendencia a acumularse en los tejidos. Además son rápidamente degradados en el ambiente, pues aunque se absorben masivamente por el suelo, se eliminan fácilmente con el agua. (Ramírez y Lacasaña, 2001).

Uso de los plaguicidas: La agricultura es la actividad que más emplea este tipo de compuestos, consumiendo el 80% de la producción mundial, con el fin de controlar químicamente las diversas plagas que merman la cantidad y calidad de las cosechas de alimentos y de otros vegetales. (Ramírez y Lacasaña, 2001).

Un 10% de la producción total de plaguicidas se utiliza en actividades de salud pública para el control de enfermedades transmitidas por vector, como la malaria, la enfermedad de Chagas o el dengue, entre otras. Además, se usan para el control de roedores, en la potabilización del agua y en la erradicación de cultivos cuyos productos finales sean drogas ilícitas. (Ramírez y Lacasaña, 2001).

Se usan también para el control de plagas en grandes estructuras como centros comerciales, edificios, aviones, trenes y barcos. Se aplican en áreas verdes ornamentales y de recreo como parques y jardines, para controlar la proliferación de insectos, hongos y el crecimiento de hierba y maleza. Con el mismo fin, se esparcen a lo largo de autopistas, vías férreas y torres con líneas de corriente de alta tensión. (Ramírez y Lacasaña, 2001).

En reservas naturales o artificiales de agua los plaguicidas se emplean para prevenir el crecimiento de hierbas, algas, hongos y bacterias. En la industria se utilizan profusamente en la fabricación de equipos eléctricos, neveras, pinturas, tapices, papel, cartón y materiales para embalaje de alimentos, entre otros, para evitar en estos productos el desarrollo de bacterias, hongos, algas, levaduras o que sean dañados por plagas de insectos y/o roedores. (Ramírez y Lacasaña, 2001).

El otro 10% es aplicado en los hogares y áreas circundantes para los incorporados en productos como cosméticos y champús para preservarlos del desarrollo de hongos y bacterias, en repelentes de insectos y también en productos destinados al cuidado de mascotas y plantas para atacar o prevenir infestaciones por insectos. (Ramírez y Lacasaña, 2001).

## **BIOPESTICIDAS**

Son productos que contienen un microorganismo como ingrediente activo o bien se extraen de un ser vivo mediante procedimientos que no alteran su composición química. (Fernández y Juncosa, 2002).

Pueden estar constituidos por toda o una parte de la sustancia extraída, concentrada o no, adicionada o no a sustancias coadyuvantes. (Fernández y Juncosa, 2002).

## **CLASIFICACIÓN DE LOS BIOPESTICIDAS**

### **Bioinsecticidas**

Históricamente los bioinsecticidas han sido los más estudiados de los biopesticidas. Estos pueden estar formulados a base de bacterias, virus, o hongos:

- ✓ **Bacterias:** La mayoría de los productos están basados en diferentes cepas de la bacteria gram positiva *Bacillus thuringiensis* Berliner, la cual produce toxinas específicas ( $\delta$ -endotoxinas) tóxicas para diferentes órdenes de insectos. (Fernández y Juncosa, 2002).

Otro tipo de productos se basan en la extracción de la  $\delta$ -endotoxina que es incorporada a un plásmido que se inserta a un aislado de *Pseudomonas fluorescens Migula*. A las células bacterianas recombinantes se les permite crecer en un medio de cultivo adecuado para que expresen la  $\delta$ - endotoxina y posteriormente se les aplica un tratamiento de alta temperatura. Las células bacterianas muertas sirven de micro cápsulas que protegen a la frágil toxina de *Bacillus thuringiensis* (Fernández y Juncosa, 2002).

A nivel comercial, las bacterias se multiplican generalmente en un tanque de fermentación líquida. El ACB puede ser formulado en estado de dormancia o ser metabólicamente activo. Las formulaciones que contienen células activas son menos tolerantes a fluctuaciones ambientales, menos compatibles con productos químicos, de vida más corta, y requieren un empaquetamiento que permita el intercambio de gases y humedad. Sus ventajas son que al estar activas, empiezan actuar en el momento de su aplicación (Fernández y Juncosa, 2002).

- ✓ **Virus:** Otra estrategia consiste en utilizar diferentes virus que poseen una elevada especificidad en sus huéspedes. Estos productos no han tenido el éxito que cabría esperar, debido a su bajo nivel de virulencia, poca estabilidad a la luz UV, dificultades en la producción y una pobre persistencia en el entorno (Fernández y Juncosa, 2002).
- ✓ **Hongos:** Entre ellos destacan *Beauveria bassiana* y *Paecilomyces fumosoreus* para el control de la mosca blanca, *Verticillium lecanii* para áfidos y *Metarrhizium anisopilae* para cucarachas. (Fernández y Juncosa, 2002).

Estos productos se aplican directamente sobre el insecto en forma de polvo, emulsión o polvo mojable. En condiciones de campo, pueden aplicarse mezclados con aceites a volúmenes ultrabajos a fin de incrementar su eficacia y proteger el ACB de la radiación solar (Fernández y Juncosa, 2002).

### **Biofungicidas**

Muchos han sido los organismos que de manera experimental han sido aislados y se ha probado su actividad funguicida, aunque no todos han desarrollado un producto comercial. En general son productos formulados a base de bacterias u hongos:

- ✓ **Bacterias:** Es posible encontrar en el mercado distintos productos de origen bacteriano para el control de hongos de raíz y cuello a base de diferentes aislados de los géneros *Bacillus*, *Pseudomonas* y *Streptomyces*. Se le atribuye además un efecto de nematocida (Fernández y Juncosa, 2002).
- ✓ **Hongos:** Existe un considerable trabajo realizado con *Trichoderma* y *Gliocladium* debido a su fácil aislamiento, cultivo y fermentación a gran escala. Otros hongos como *Ampelomyces quisqualis*, *Fusarium oxysporium*, *Phytium oligandrum*, *Coniothyrium minitans* y *Phlebiopsis gigantea* también han desarrollado distintos productos comerciales (Fernández y Juncosa, 2002).

### **Bioherbicidas**

Son productos basados en microorganismos capaces de matar selectivamente las malas hierbas sin dañar los cultivos. Estos ACB pueden ser de origen bacteriano o bien fúngico:

- ✓ **Bacterias:** Los condicionantes de uso son la necesidad de una elevada humedad y presencia de heridas o entradas naturales.

Se puede favorecer la entrada del ACB mediante la siega previa a su aplicación. Ciertos surfactantes como Silwet L-77 (0.02%) facilitan su entrada a través de los

estomas y al mismo tiempo, las bacterias quedan protegidas de los efectos de la radiación UV y la desecación (Lucero, 2014).

- ✓ **Hongos:** La temperatura y la humedad son las principales limitaciones para su eficacia. Varios adyuvantes mejoran la germinación de las esporas, como es el caso del aceite de maíz sin refinar, que mejora la actividad de *Colletotrichum truncatum* y reduce los requerimientos de humedad necesarios para su germinación. (Lucero, 2014).

### **Biobactericidas**

Hasta el momento solamente existen productos basados en bacterias como ACB para el control de enfermedades bacterianas.

- ✓ **Bacterias:** *Pseudomonas fluorescens* se aplica en forma de spray para combatir *Erwinia amylovora* en frutales y hortícolas, así como los efectos provocados por heladas. Natural Plant Protection, en Francia, han desarrollado una suspensión bactericida a base de un bacteriófago capaz de controlar la pudrición radicular causada por *Pseudomonastolassien* en cultivos de champiñones. Esta misma empresa comercializa PSSOL formulado para el control de *Ralstonia solanacearum* basado en una cepa no patogénica. (Lucero, 2014).

### **Bionematicidas**

Pocos son los productos bionematicidas que se comercializan. La mayoría de organismos estudiados son de tipo fúngico aunque también existen algunas bacterias:

- ✓ **Bacterias:** Los ensayos realizados desde hace décadas con *Pasteuria penetrans* demuestran su capacidad en controlar nematodos, pero la complejidad del

cultivo, la dificultad de producir esporas en cantidades elevadas y la especificidad huésped bacteria, son las principales limitaciones para su uso a nivel comercial. (Lucero, 2014).

- ✓ **Hongos:** Ciertas especies de hongos como *Nematophthora gynophila*, *Arthrobotrys oligospora*, *Paecylomyces lilacinus* y *Verticillium chlamydosporium* son parásitos de nematodos. (Lucero, 2014).

#### **DIFERENCIAS ENTRE UN REPELENTE NATURAL Y UN REPELENTE SINTÉTICO. (DAZA Y FLORES, 2006)**

<b>NATURAL</b>	<b>SINTETICO</b>
Presenta baja toxicidad.	Toxicidad muy alta.
Es un poco más complicada la obtención de los ingredientes activos.	Es más fácil la obtención de productos químicos de síntesis.
Depende de tiempos de cosecha, de cuidados de cultivo, del clima y de la procedencia.	Todos estos productos son factibles de ser fabricados en cualquier parte del mundo sin mayores requerimientos.
Cuida la salud de quien lo usa y proyecta un beneficio adicional de protección para la piel.	Suelen contener alcohol como deshidratante para la piel y butano/propano como propelente y desengrasante. Ambos efectos perjudiciales para la piel.
No presenta efectos adversos para el medio ambiente.	Afecta el medio ambiente.
Durabilidad media.	Alta durabilidad.

#### **LOS ACEITES ESENCIALES.**

Los aceites volátiles, aceites esenciales o simplemente esencias, son las sustancias aromáticas naturales responsables de las fragancias de las flores y otros órganos vegetales. Actualmente, sólo se emplea esta definición si se obtienen mediante arrastre en corriente de vapor de agua o por expresión del pericarpio en el

caso de los cítricos. Con excepción de algunas, como la de las almendras amargas, que se producen por hidrólisis de heterósidos, estas esencias se encuentran como tales en la planta. Son sintetizadas y segregadas por determinadas estructuras histológicas especializadas, frecuentemente localizadas sobre o en la proximidad de la superficie de la planta: Células oleíferas, conductos o cavidades secretoras, o en pelos glandulosos. (López, 2014).

Pueden, asimismo, estar depositadas en tejidos específicos como en el pericarpio de los frutos cítricos; en los pétalos de las rosas; en la corteza, tallo y hojas de la canela; en las maderas del alcanforero y sándalo; en los pelos glandulares de hojas, tallos y flores de la menta; en las raíces de la valeriana, etc. (López, 2014).

Los aceites esenciales en las plantas pueden encontrarse en las diferentes células oleíferas (jengibre, cúrcuma, vainilla), en los canales secretorios (pino, artemisia, anís, angélica), estar presente en las glándulas (cítricos, eucaliptos) o en los tricomas (muchas plantas de las familias labiadas, Asteráceas, Solanáceas, Geraniáceas) el material vegetal (planta aromáticas), al ser sometidos al vapor de agua, libera una mezcla odorífera líquida (aceite esencial) de una gran variedad de sustancias volátiles, que recuerdan el olor, en forma muy concentrada de la misma plantas. (López, 2014).

Esta mezcla puede tener desde 50 hasta más de 300 sustancias químicas y está compuesta por hidrocarburos terpenicos, sus derivados oxigenados, alcoholes, aldehídos y cetonas, así como por esterres, compuesto fenólicos, fenilpropanoides y otros derivados. (Olivero *et al.* 2009).

## **CLASIFICACIÓN DE LOS ACEITES ESENCIALES.**

Los Aceites Esenciales se clasifican con base en los siguientes criterios: Consistencia, origen, naturaleza química de los componentes mayoritarios. (Montoya, 2010).

### **Por su consistencia.**

Por su consistencia las esencias se dividen en: Esencias fluidas, bálsamos y oleorresinas.

#### **✓ Las esencias fluidas**

Son líquidos muy volátiles a temperatura ambiente (esencias de romero, menta, salvia, limón, albahaca). (Montoya, 2010).

#### **✓ Los bálsamos**

Son de consistencia más espesa, poco volátiles, contienen principalmente sesquiterpenoides y son propensos a polimerizarse (bálsamos de Copaiba, bálsamo de Perú, bálsamo de Tolú, estoraque, etc.). (Montoya, 2010).

#### **✓ Las oleorresinas**

Tienen el aroma de las plantas en forma concentrada, son típicamente líquidos muy viscosos o sustancias semisólidas (caucho, gutapercha, chicle, oleorresinas de páprika, de pimienta negra, de clavel, etc.) Las oleorresinas son extractos de especias, que se obtienen por tratamiento de la droga seca con solventes. (Montoya, 2010)

### Por su origen

En cuanto al origen los Aceites Esenciales se clasifican en: Naturales, artificiales y sintéticos.

- ✓ **Los Aceites Esenciales naturales:** Se obtienen directamente de la planta y no se someten posteriormente a ninguna modificación fisicoquímica o química, son costosos y de composición variada. Esencias de albahaca, limón, menta. (Montoya, 2010).
- ✓ **Las esencias artificiales:** Se obtienen por enriquecimiento de esencias naturales con uno de sus componentes; también se preparan por mezclas de varias esencias naturales extraídas de distintas plantas como mezcla de esencias de rosa, geranio y jazmín. La esencia de anís enriquecida con anetol es una esencia artificial. (Montoya, 2010).
- ✓ **Las esencias sintéticas:** Son mezclas de diversos productos obtenidos por procesos químicos. Son más económicos y por lo tanto se utilizan mucho en la preparación de sustancias aromatizantes y saborizantes, como esencias de vainilla, limón, fresa. (Montoya, 2010).

### Por la naturaleza química de los componentes mayoritarios.

Según la estructura química de los componentes mayoritarios que determinan el olor particular de los aceites, estos se dividen en tres grupos principales' monoterpenoides, sesquiterpenoides y compuestos oxigenados.

- ✓ **Monoterpenoides:** Son los aceites esenciales que contienen básicamente monoterpenos  $C_{10}H_{16}$  y monoterpenoides  $C_{10}H_{18}$ ,  $C_{10}H_{20}$ ,  $C_{10}H_{16}$ . Forman parte de la mayoría de los Aceites Esenciales extraídos de flores, hojas y tallos

de plantas aromáticas. Son difíciles de purificar, sólo el alcanfor se obtiene en forma pura por cristalización del aceite que lo contiene. Como los aceites de hierbabuena, albahaca, menta, romero, salvia. (Montoya, 2010).

- ✓ **Sesquiterpenoides:** Son los aceites esenciales que contienen sesquiterpenos  $C_{15}H_{24}$  y sesquiterpenoides  $C_{15}H_{26}$ ,  $C_{15}H_{26}$ , las cuales se definen como el grupo de hidrocarburos terpénicos  $C_{15}$  compuestos de 3 unidades isoprénicas. Son productos del metabolismo secundario de las plantas y se encuentran prácticamente en todos los aceites esenciales, obtenidos por arrastre con vapor de agua o extracciones con solvente o fluido supercrítico. Como los aceites de ciprés, copaiba, pino, enebro. (Montoya, 2010).
- ✓ **Compuestos oxigenados:** Son los ricos en fenilpropanos, son los aceites esenciales fenilpropanoides como clavo, canela, anís, etc., están formados por esencias cuyos principales componentes son diferentes compuestos oxigenados como aldehídos, cetonas, alcoholes, ésteres, éteres, lactonas entre los que se tiene el aceite de geranio, jazmín, lavanda, rosa e ylang-ylang. Los aceites de éste grupo poseen olores pronunciados y se utilizan como materia prima valiosa para la fabricación de perfumes finos. (Montoya, 2010).

- **Por su composición química.**

Los aceites esenciales difieren en composición y propiedades de los ácidos grasos o aceites fijos, que se componen de glicéridos; y de los aceites minerales que se componen de hidrocarburos, por ser los aceites esenciales una parte del metabolismo de las plantas, su composición química varía permanentemente, modificando las proporciones de sus constituyentes o transformando unos en otros, según la parte de la planta el momento de su desarrollo ó el momento del día en que se recolecte la planta. La proporción de los componentes de la mezcla varía de un

aceite a otro, es decir, cada aceite esencial tiene su propia mezcla característica de compuestos con variaciones cualitativas y cuantitativas definidas.

Algunos pueden ser tan simples como el aceite de canela formado en un 85% de sólo cinamaldehído, o tan complejas como el de jazmín, o el de manzanilla con cerca de 130 compuestos. Se hace una discriminación entre los compuestos contenidos en una esencia, y se habla entonces de compuestos mayoritarios cuando los compuestos están presentes en la esencia en una proporción mayor al 1 ó 0,5%. (Montoya, 2010).

## **MÉTODOS DE OBTENCIÓN DE LOS ACEITES ESENCIALES.**

### **Destilación por arrastre de vapor.**

Es el método más utilizado. Se genera vapor normalmente en un hervidor y luego se inyecta al destilador por donde pasa a través del material botánico. El principio básico de la destilación de dos líquidos heterogéneos, como el agua y un aceite esencial, es que cada uno ejerce su propia presión de vapor como si el otro componente estuviera ausente. (Cerutti y Neumayer, 2004).

Cuando las presiones de vapor combinadas alcanzan la presión del recinto, la mezcla hierve. Aceites esenciales con puntos de ebullición de hasta 300 °C, se evaporaran a temperaturas cercanas al punto de ebullición del agua. El vapor arrastra D-Limoneno, a pesar de que este tenga un punto de ebullición más alto que el agua (352°F). (Cerutti y Neumayer, 2004).

El vapor y el aceite esencial son condensados y separados. Los aceites esenciales producidos de esta forma son, frecuentemente, diferentes al aceite original encontrado en el material botánico en varios aspectos y suelen utilizarse en

manufactura de pinturas, gomas y productos textiles. Algunos químicos, no volátiles en el vapor, quedan en el destilador; estos compuestos no volátiles son responsables del sabor más que del olor. Algunas sustancias muy volátiles se pierden en la destilación. Además el proceso en sí puede inducir cambios químicos, como la oxidación o hidrólisis. (Cerutti y Neumayer, 2004).

### **Destilación con agua.**

Una de las diferencias más marcadas con la destilación por arrastre de vapor, es que en ésta el material botánico está en contacto con agua hirviendo. Un problema frecuente de este tipo de destilación, es el “olor a alambique o destilador”, que se da normalmente si el destilador se calienta a fuego directo; este olor no deseado desaparece en el almacenamiento de los aceites esenciales. Existe otro método llamado destilación con agua y arrastre de vapor, que combina ventajas de los dos anteriores. El material botánico se encuentra separado del agua hirviendo la cual se encuentra en la parte inferior del destilador y el material botánico es sostenido por una rejilla. Si el destilador se calienta lentamente este método reduce el fenómeno de “olor a alambique o a destilador”. (Cerutti y Neumayer, 2004).

### **Hidrofusión.**

Es una variación de la destilación por arrastre de vapor normal. En este método, el vapor entra por la parte superior del destilador, la mezcla de agua y aceite esencial se va condensando a medida que desciende. Éste método reduce el tiempo de destilación y es particularmente apropiado para la extracción a partir de semillas. (Cerutti y Neumayer, 2004).

La destilación con agua y arrastre de vapor ofrece muchas de las ventajas de la destilación por arrastre de vapor pero restringe la posibilidad de tener un vapor de

baja presión. La destilación por arrastre de vapor causa menos hidrólisis de componentes de los aceites, es más rápida y resulta en una mejor recolección ya que quedan en el destilador una menor cantidad de compuestos de alto punto de ebullición y algunos solubles en el agua. (Cerutti y Neumayer, 2004).

La destilación por arrastre de vapor también elimina el reflujo. En todas las destilaciones, el aceite esencial y los vapores de agua se condensan y se colectan en un separador. La mayoría de los aceites esenciales son menos densos que el agua y formarán una capa en la superficie del separador. Se destila mucha más agua que aceite esencial, por esto es vital remover el exceso de agua constantemente. Si el aceite tiene mayor densidad que el agua, la función del separador debe ser invertida. (Cerutti y Neumayer, 2004).

### **Prensado en frío.**

Los aceites esenciales de cítricos obtenidos por prensado tienen características odoríferas superiores a los obtenidos por cualquier método de destilación.

Esto es debido a la ausencia de calor durante el procesado y a la presencia de componentes que no serían volátiles en el vapor. Son también más estables a la oxidación, ya que contienen sustancias antioxidantes naturales, como tocoferoles, las cuales no son volátiles en el vapor. La ausencia de daño térmico en el aceite es significativa.

Los aceites obtenidos por prensado en frío, se extraen del pericarpio de la piel del cítrico, raspando o rompiendo los sacos de aceite cercanos a la superficie de la fruta. Este proceso involucra la abrasión de la piel. (Cerutti y Neumayer, 2004).

A medida que se extrae el aceite se agrega agua para lavarlo de la piel formando un líquido viscoso. El uso de una cantidad excesiva de agua puede arrastrar material de la cáscara a la solución, el cual puede absorber importantes constituyentes, tales como aldehídos, los cuales son removidos luego con la piel. Luego la piel es lavada con agua y el líquido es llevado a un prensado final que separa el aceite de los restos de piel. La solución de aceite se centrifuga a (8000-10000 rpm) para separar la parte viscosa en una emulsión rica en aceite, una solución acuosa y un material lodoso semisólido. (Cerutti y Neumayer, 2004).

## **CARACTERÍSTICAS GENERALES**

Los aceites esenciales, en general, constituyen del 0,1 al 1% del peso seco de la planta. Son líquidos con escasa solubilidad en agua, solubles en alcoholes y en disolventes orgánicos. (López, 2014).

Cuando están frescos, a temperatura ambiente, son incoloros, ya que al oxidarse se resinifican y toman un color amarillento oscuro (lo que se previene depositándolos en recipientes de vidrio de color topacio, totalmente llenos y cerrados perfectamente). La mayoría de los aceites son menos densos que el agua (salvo excepciones como los aceites esenciales de canela, sasafrás y clavo) y con un alto índice de refracción. (López, 2014).

En cuanto a su composición química, a excepción de las esencias derivadas de heterósidos (como la de las almendras amargas y mostaza), son generalmente mezclas complejas de constituyentes muy variables que pertenecen, de forma casi exclusiva, al grupo de los terpenos y, en menor medida, al grupo de los compuestos aromáticos derivados del fenilpropano (aldehído cinámico, eugenol, anetol, aldehído anísico y safrol, entre otros). Los compuestos terpénicos están formados por unidades de isopreno (5 carbonos), que pueden ser monoterpenos (10 carbonos) y sesquiterpenos

(15 carbonos). Estos monoterpenos y sesquiterpenos pueden ser, a su vez, acíclicos, monocíclicos y bicíclicos, y también oxigenados y no oxigenados. (López, 2014).

## **ACEITES ESENCIALES UTILIZADOS COMO BIOPESTICIDAS.**

### **Efecto repelente del aceite esencial de *Eucalyptus globulus* contra la picadura de *Lutzomyia peruensis*, bajo condiciones experimentales.**

Se determinó el efecto repelente de las concentraciones de 5, 15 y 20% v/v del aceite foliar de *Eucalyptus globulus*, contra la picadura de *Lutzomyia peruensis* en condiciones experimentales. Para ello, se utilizaron especímenes hembras de 5 a 7 días de edad y en estado de inanición durante tres días; las cuales fueron expuestas para alimentarse de *Mesocricetus auratus* a quien se le aplicó 0.1mL/60cm<sup>2</sup> en el abdomen rasurado de cada una de las concentraciones 5, 15 y 20% v/v de aceite; se emplearon 20 especímenes por cada concentración además del grupo control (diluyente de acetona); el tiempo de exposición fue durante 5 minutos a intervalos de 30 min hasta que se produzca la primera picadura; el ensayo se realizó por triplicado, evaluándose el tiempo de protección y el porcentaje de repelencia. (Rodríguez *et al.* 2010).

Se obtuvo altos porcentajes de protección (100%) en las concentraciones de 15 y 20%, no encontrándose diferencias significativas entre estas concentraciones ( $P > 0.01$ ) pero si entre las concentraciones 0 y 5% ( $p < 0.05$ ), sin embargo hasta las 180 horas se observó un 100% de repelencia en las tres concentraciones. Se concluye que las concentraciones de 5, 15 y 20% v/v del aceite foliar de *Eucalyptus globulus* presentan actividad repelente contra la picadura de *Lutzomyia peruensis*. (Rodríguez *et al.* 2010).

**El árbol de la canela (*Cinnamomum zeylanicum* o *Cinnamomum verum* J.Presl), árbol del paraíso (*Melia azedarach*), Lavanda (*Lavandula officinalis*) y Hierbabuena (*Mentha piperita*) aceites esenciales en el control de la bacteria *Loque americana*.**

*Loque americana* es una enfermedad bacteriana que afecta a larvas y pupas de abejas melíferas (*Apis mellifera* L.), la cual se controlaron con los aceites esenciales de la canela que exhibió mayor actividad antimicrobiana frente a la bacteria con un valor de CIM entre 25 y 50ug/ml, mientras que el extracto etanólico de paraíso demostró tener menor actividad antimicrobiana con un valor de 5.000 ug/ml, los aceites esenciales de menta y lavanda presentaron valores intermedios de concentraciones inhibitorias mínimas. (Gende *et al.* 2011).

**Actividad repelente de los aceites esenciales de *Lippia origanoides*, *Citrus sinensis* y *Cymbopogon nardus* cultivadas en Colombia frente a *Tribolium castaneum*, *Herbst*.**

El objetivo de este estudio fue evaluar la actividad repelente de tres aceites esenciales y un repelente comercial frente a la especie *Tribolium castaneum*, *Herbst*, una de las principales plagas de cereales y productos almacenados. La concentración del aceite esencial tiene un 50% de repelencia en los insectos. Todos los aceites esenciales mostraron actividad repelente contra *Tribolium castaneum*, *Herbst*. (Olivero *et al.* 2012).

Los aceites esenciales con mayor repelencia fueron los extraídos de *Lippia origanoides* y *Citrus sinensis*, mientras que el aceite con menor actividad fue el de *Cymbopogon nardus*. Los resultados han demostrado que los aceites esenciales de la flora colombiana son una fuente importante de repelentes, por lo que podrían ser usados para el control biológico de insectos. (Olivero *et al.* 2012).

**Aceite esencial de *Piper crassinervum* para el control de *Sitophilus zeamais* (Coleoptera: Curculionidae).**

Se evaluó el efecto tóxico y repelente del aceite esencial de *Piper crassinervum* sobre *Sitophilus zeamais*, a través de los métodos de contacto con granos, aplicando directamente el producto sobre en las concentraciones de 0,25; 0,5; 1,0; 2,0 y 4,0  $\mu\text{L/g}$  y el contacto en papel filtro, aplicando el producto sobre papel filtro y su posterior infestación con adultos, utilizando concentraciones de 0,08; 0,17; 0,35; 1,70 y 1,41  $\mu\text{L/cm}^2$ . (Salgado *et al.* 2013).

Por el método de contacto en papel filtro se obtuvo una concentración letal 50 y Concentración letal 95 de 0,07 y 0,63  $\mu\text{L/cm}^2$ , respectivamente. Cuando se evaluó la toxicidad del aceite en diferentes concentraciones, se obtuvo un tiempo letal 50 y tiempo letal 95 de 58,62 y 72,86 h, respectivamente. (Salgado *et al.* 2013).

Por el método de contacto con granos la CL50 y CL95 fue de 0,72 y 3,99  $\mu\text{L/g}$  del producto y el TL50 y TL95 fue de 17,11 y 77,85 h, respectivamente. Se determinó el efecto de repelencia de *P. crassinervum*, encontrándose que a una concentración de 2 $\mu\text{L/g}$  se presentó el menor valor de preferencia (13,1%). De acuerdo con los resultados obtenidos, *Piper crassinervum* presenta efecto tóxico y repelente sobre *Sitophilus zeamais*. (Salgado *et al.* 2013).

**Aceites esenciales para controlar para controlar *Acanthoscelides obtectus* y *Sitophilus zeamais* plagas de granos almacenados.**

Se evaluaron los aceites esenciales de *Thymus vulgaris* (tomillo), *Origanum vulgare* (orégano) y *Mentha spicata* (menta), empleados individualmente a 5 y 10

$\mu\text{Lg}^{-1}$  en su efecto repelente y la toxicidad por contacto sobre *Acanthoscelides obtectus* (plaga de frijol) y *Sitophilus zeamais* (plaga de maíz). (Díaz *et al.* 2014).

El 100% de toxicidad por contacto en contra de *Sitophilus zeamais* se obtuvo con el aceite esencial de orégano. La toxicidad por contacto en contra de *Acanthoscelides obtectus*, se logró con los aceites esenciales de tomillo y orégano (100% de mortalidad). Mientras que el aceite esencial de menta a  $5 \mu\text{L g}^{-1}$  se obtuvo un 65% de mortalidad. (Díaz *et al.* 2014).

#### **Actividad insecticida de aceites esenciales de plantas nativas contra *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae)**

Se evaluó la actividad insecticida de ocho aceites esenciales obtenidos de plantas sobre larvas de tercer estadio y adultos de *Aedes aegypti*. Se determinó la línea base de susceptibilidad a través del método estandarizado de la organización mundial de salud “OMS” para larvas y los bioensayos en botellas del CDC para adultos. *Cananga odorata*, presentó la mejor actividad larvicida con una concentración letal media (CL50) de 64,9 ppm y CL99 de 119,8 ppm, seguido por *Cymbopogon nardus*, *Lippia organoides* y *Lippia alba* con una CL50 de 106,3 ppm, 88,89 ppm y 110,1 ppm, y CL99 de 203,5 ppm, 205,9 ppm y 211,5 ppm, respectivamente. Los aceites con notable actividad adulticida contra *Aedes aegypti* correspondieron a *Cananga nardus* con una CL50 de 707,1 ppm y CL99 de 1.018 ppm y *Lippia organoides* con una CL50 de 648,3 ppm, y CL99 de 1054 ppm. En conclusión, bajo condiciones de laboratorio, *Cananga odorata* es eficiente como larvicida. Además, *Cananga nardus* y *Lippia organoides* son promisorios para el control tanto de larvas como adultos de *Aedes aegypti*. (Jazmín *et al.* 2015).

### **Evaluación de la actividad repelente de aceites esenciales de plantas Piperáceas del departamento de Chocó, Colombia.**

El objetivo de este trabajo fue determinar la composición química volátil del aceite esencial de varias especies de Piperáceas (*Piper dilatatum*, *Piper aduncum*, *Piper divaricatum*, *Piper sp*, *Piper sanctifelicis*) y la actividad repelente de ellos contra el gorgojo de granos almacenados *Tribolium castaneum* Herbst. (Restrepo *et al.* 2016).

Los aceites esenciales se obtuvieron por hidrodestilación, la separación e identificación de los componentes volátiles se realizó por cromatografía de gases acoplada a espectrometría de masas y para la evaluación de la actividad repelente se empleó el método de área de preferencia. Los porcentajes de repelencia de los aceites esenciales a una concentración de 1  $\mu\text{L}/\text{cm}^2$ , a un tiempo de exposición de 2 horas frente al *T. castaneum* fueron: *Piper aduncum* (99%), *Piper sp* (96%), *Piper dilatatum* (82%), *Piperdivaricatum* (76%), *Pipersantifelicis* (33%). (Restrepo *et al.* 2016).

### **Actividad repelente del aceite esencial de *Minthostachys mollis* Grisebach; y elaboración de una crema repelente contra insectos adultos de la familia *Culicidae*.**

Algunas plantas han sido tradicionalmente utilizadas para repeler a los mosquitos en zonas selváticas. En el presente trabajo se realizó la extracción del aceite esencial de las hojas de la planta muña (*Minthostachys mollis* Grisebach) mediante el método de destilación por arrastre de vapor. La planta había sido previamente clasificada en el departamento de Botánica del Museo de Historia Natural de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos. (Dávila, 2016).

En esta investigación se emplearon mosquitos obtenidos por el método de recuperación de larvas en aguas estancadas del Jardín Botánico de la facultad de Farmacia y Bioquímica de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos, los cuales fueron clasificados por el departamento de entomología del museo de Historia Natural de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos Lima-Perú. (Dávila, 2016).

Se realizó el test de repelencia teniendo como referencia el método propuesto por Talukder y Howse. (Dávila, 2016).

El aceite esencial de *Minthostachys mollis* Grisebach extraído por el método de arrastre de vapor, al 10% presenta actividad repelente, frente a zancudos de la familia Culicidae. Evaluaron 14 aceites al 90 % de pureza, encontrando dos con muy poca acción repelente debido a que solo protegieron por 3 y 6 minutos. Este efecto supone que los aceites esenciales actúan comúnmente en una fase de vapor, lo que los hace eficaces durante un periodo de tiempo relativamente corto. (Dávila, 2017).

## **DESCRIPCIÓN DE LA AZADIRACHTA INDICA**

El árbol del *Neem* (*Azadirachta indica*), es una planta perenne arbórea originaria de la india, se adapta y crece bien en zonas de clima tropical y sub tropical. Esta planta tiene propiedades insecticidas, controla plagas de campos y almacén. (Cruz y Sánchez, 2004).

## **CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA.**

El *Neem* tiene como nombre científico *Azadirachta indica* A. Juss y pertenece a la familia *Meliáceae*, a la cual también pertenece el cedro , la caoba, el paraíso, la clasificación del *Neem* la describe Baley, 1977 como sigue:

**Reino:** Plantae  
**División:** Magnoliophyta  
**Clase:** Dicotiledónea  
**Orden:** Sapindales  
**Familia:** *Meliáceae*  
**Género:** *Azadirachta*  
**Especie:** *Azadirachta indica*

### **CLASIFICACIÓN BOTÁNICA.**

El *Neem* es un árbol de rápido crecimiento, robusto de hojas perennes, siempre verde y frondoso, que puede alcanzar 15 a 20 metros de altura. Tiene abundante follaje durante todas las temporadas del año, pero en condiciones severas se deshoja, incluso casi completamente. El ramaje es amplio, y puede alcanzar de 15 a 20 m de diámetro ya desarrollado. El tronco es corto, recto y alcanza un grosor de 2,5m. La corteza es dura, agrietada y desde color gris claro hasta castaño rojizo y de un espesor de 2,5cm. La savia es blanca grisácea y el corazón del tronco es rojo; cuando se expone a al aire se torna de castaño rojizo. Las raíces consisten de una robusta raíz principal y muy desarrollada de raíces laterales. El tallo de hojas mide de 2 a 4 dm de longitud, con 20 a 31 hojas verde oscuras de 3 a 8 cm de longitud. (Cruz y Sánchez, 2004).

Hojas pecioladas de forma aserrada y de alrededor de 7 a 10cm de largo, y ancho de 3 a 4 cm; cuando son jóvenes (retoños) son de color rojo cobrizo; al madurar cambian a verde oscuro. Las hojas se agrupan en foliolos de 35 cm de largo, con una separación entre hojas de 3 a 4cm. Cada foliolos presenta 7 pares, las hojas son compuestas imparipinadas más una terminal, la caída de las hojas ocurre bajo extrema sequía o después del daño por heladas. (Cruz y Sánchez, 2004).

Las flores son blancas y fragantes están dispuestas axialmente, normalmente parecido a panículas colgantes que miden más de 25 cm de longitud. La inflorescencia, que se ramifican en tercer grado tiene 150 a 250 flores. Una flor mide 5 a 6 milímetros de longitud y de 8-11 de ancho. El *Neem* tiene flores protándricas, bisexuales y masculinas. Su fruto es una drupa parecida a la aceituna en forma que varía desde un ovalo elongado hasta uno ligeramente redondo, y cuando madura mide 14 a 28 mm de longitud y 10 a 15 mm de ancho. Su epicarpio es delgado, el mesocarpio es blanco amarillento, fibroso y sabe dulce, pero es desagradable al gusto. El endocarpio es blanco, duro y almacena una semilla, en raras ocasiones dos o tres semillas elongadas con una corteza de color castaño. El peciolo es corto. Hojas muy jóvenes son de color rojo o púrpura. La forma de las hojas maduras es menos asimétrica y sus márgenes están dentados. (Cruz y Sánchez, 2004).

### **PROPIEDADES Y MECANISMO DE ACCIÓN.**

- **Anti-alimentación:** Fracciones tanto volátiles como no volátiles tienen propiedades no agradables al gusto de los insectos, resultando en una reducción apreciable de su actividad alimentaria.
- **Repelente:** La superficie tratada repele a los insectos un mensaje olfativo. También afecta a la ovoposición de los insectos.
- **Regulador del crecimiento:** En ciertos insectos se impide el desarrollo y la salida del huevo. Se impide también la muda de las larvas y la formación de crisálidas.

El aceite esencial del *Neem* la *Azadirachtina* es similar a la hormona de los insecto llamadas Ecdisona, que controla el proceso de metamorfosis cuando los insectos pasan de larva a adulto o las mudas de crecimiento.

Los insectos pueden absorber los componentes del *Neem* como si fueran hormonas reales y estas bloquean su sistema endocrino. El uso tradicional que los agricultores aplican en varios países asiáticos y americanos en vías de desarrollo consiste en machacar las semillas y colocarlas en agua durante toda la noche y al día siguiente colarlas y filtrarlas se emplea como bioinsecticidas. (Porcuna, 2011).

### **Aplicación.**

El *Neem* tiene un amplio espectro de acción que abarca varias plagas de cosechas, incluyendo ácaros, moscas blancas, trips, minadores, orugas y pulgones. Se ha mostrado también eficaz para cierto control de nematodos tipo heterodera, *Dythilenchus*, *Meloydogine*, etc. Se puede usar como:

- Pulverización a las plantas directamente.
- Pintando los troncos de los árboles jóvenes.
- Aplicado vía riego a las raíces de las plantas.
- Como granulados mezclados con salvado, con cereales.

La frecuencia de aplicación debe ser cada 15 días durante el tiempo que tengamos de peligros de las plagas y dependiendo también del estadio y del tipo de plagas que estemos tratando. Se han observados buenos resultados en la aplicación de la mezcla de *Neem* con *Bacillus thuringiensis* para control de lepidópteros en invernaderos. La *Azadirachtina* es sensible a la acción de la luz y del calor, por lo tanto se recomienda que las aplicaciones en terreno para el control de plagas y de enfermedades sean siempre llevadas a cabo al final de la tarde. (Porcuna, 2011).

## **Tipos**

De todos los productos que pueden extraerse del *Neem*, el aceite es quizás el más importante comercialmente, está compuesto principalmente por triglicéridos de ácidos oleicos, esteárico, linoleico y palmítico. Del aceite del *Neem* se extraen los insecticidas orgánicos que compiten con los insecticidas químicos, ya que los aceites no han desarrollado resistencia a sus componentes, por lo que se perfila como un precursor de una nueva generación de productos insecticidas, fungicidas, acaricidas, etc. (Porcuna, 2011).

## **Dosis**

En el mercado existen distintos productos con distintas concentraciones, por lo que se puede generalizar una dosis. Lo que sí es importante es entender que la acción del *Neem* requiere varias aplicaciones seguidas al menos cada 15 días para poder visualizar claramente su efecto. (Porcuna, 2011).

## **Compatibilidad**

Se puede mezclar con la mayor parte de insecticidas, a los cuales potencia su acción. Para mantener la vida del producto lo máximo posible se recomienda almacenar el producto en sitios frescos y no expuestos al sol y hacer las diluciones del producto en el preciso momento de su aplicación, sin almacenar el resto para otros días. (Porcuna, 2011).

## **Toxicidad**

Es un producto hecho de sustancias naturales de la planta y por tanto es biodegradable. La *Azadirachtina* presenta una rápida y total biodegradación entre 20

y 30 días, de acuerdo con las condiciones ambientales, no contaminando cursos de agua, manantiales, ni suelos. Su toxicología es nula para humanos y animales, su plazo de seguridad es de 3 días. (Porcuna, 2011).

Esta investigación quiere obtener un repelente a base de extractos naturales a partir de las hojas de *Neem* cuyas características y objetivos satisfagan las necesidades de las personas y agricultores, en los hogares y en el campo para combatir a las hormigas con las dosis adecuadas, en un tiempo rápido y seguro sin contaminar el ambiente, que sea económicamente viable, menos toxico, perdurable, que no cause efectos perjudiciales a la salud de las personas y el ambiente.

## **MATERIALES Y MÉTODOS**

### **MATERIAL VEGETAL**

La especie *Azadirachta indica* se cultivó en el *Campus* los Guaritos del estacionamiento de la Universidad de Oriente Núcleo Monagas. La temperatura media anual y precipitación de la región son de 25° - 27°C y de 800 - 2 000 mm., respectivamente. Se escogieron árboles sanos de *Neem* y de tamaño similar entre ellos, aislados de posibles fuentes de contaminación, se realizó la recolección de las hojas del árbol ubicadas en el tercio superior y se colocó en bolsas de papel, se etiquetaron y se llevaron al laboratorio de Química Orgánica del Núcleo de Monagas de la Universidad de Oriente; donde se lavaron cuidadosamente y respectivamente se colocaron en la nevera para mantenerlas fresca durante 2 días. Se verifico el estado de las hojas, donde se escogieron las mejores antes de comenzar a procesarlas para extraer el aceite esencial mediante la hidrodestilación.

### **EXTRACCIÓN DE LOS ACEITES**

Las hojas frescas del *Neem* se colocaron en un equipo de destilación por arrastre con vapor, se utilizaron aproximadamente 200 gramos (Puede variar). Una vez separada la fase orgánica se verifico que no hubiera restos de agua en la misma, se seca agregando sulfato de sodio anhidro y luego se filtró con papel de filtro número 1. La capa orgánica (el hexano) se eliminó a presión reducida y a 35°C (utilizando un roto evaporador). Los diferentes aceites se cuantificaron en peso y se guardaron a 4°C en frascos ámbar.

## ANÁLISIS CG/EM

Se utilizó un cromatógrafo de gases *Agilent Technologies 6890Plus*, acoplado a un detector selectivo de masas *Agilent Technologies MSD 5973* (EI, 70 eV). Se incorporaron una columna capilar DB-5 de 30 m x 0,25 mm. (d.i.) x 0,25  $\mu\text{m}$  de espesor de capa ( $d_f$ ). La muestra fue disuelta en cloroformo ( $2 \text{ mg}\cdot\text{mL}^{-1}$ ). Se utilizó un volumen de inyección de 1  $\mu\text{L}$ , tiempo de Split 0,50 min. Condiciones de operación: Temperatura inyector  $270^\circ\text{C}$ ; temperatura detector  $310^\circ\text{C}$ ; gas de arrastre Helio a 1 mL/ min, el voltaje de ionización 70 eV. Programa de temperatura: Inicial de 70 hasta  $300^\circ\text{C}$  a  $10^\circ\text{C}/\text{min}$ .

Los datos se procesaron con el software Enhanced Chem Station (MSD Chem Station E.01.00.237). Los espectros se compararon utilizando la Librería NIST/EPA/NIH Mass Spectral Versión 2.0. y con los índices de retención de Kovats (IK). Los índices se calcularon utilizando una serie homóloga de alcanos lineales saturados ( $\text{C}_6\text{-C}_{44}$ ).

## HORMIGAS

Las hormigas ladronas *Solenopsis molesta* se obtuvieron directamente de nidos del comedor de la universidad, ya que su hábitat es de las cocinas, invadiendo los nidos de otras hormigas, se colocaron en un plato plástico comidas proteicas como pedacitos de pollos y pedacitos de carnes, las cuales estas especies se alimentan de dicho alimentos. Las hormigas carpinteras *Camponotus pennsylvanicus* se obtuvieron detrás de la escuela de agronomía donde están los arboles de uvas, ya que estas hormigas viven en maderas húmedas, blandas y podridas, se colocó en un plato plástico miel y azúcar, las cuales estas especies se alimentan de dicho alimentos. Todas se recolectaron en el *Campus* los Guaritos de la Universidad de Oriente, Núcleo Monagas. Las hormigas obreras o trabajadoras se mantuvieron en fragmentos

de nidos en recipientes de plástico (50 cm de diámetro x altura 20 cm) bajo condiciones de laboratorio a una (Temperatura 16°C y una humedad relativa de 60 ± 5%) durante 24 h antes de realizar las pruebas.

## **BIOENSAYO DE ACTIVIDAD INSECTICIDA**

### **a) Dosis Letal.**

Las pruebas de toxicidad preliminares se realizaron con tres dosis (1 - 4 y 7µg de aceite / mg de insectos) de aceite esencial para las hormigas de las especies *Solenopsis molesta* y *Camponotus pennsylvanicus*. Los tratamientos consistieron en la aplicación de 10µg de aceite esencial y de 1ml control (acetona). La unidad experimental consistió en placas de Petri (9 cm de diámetro x 2 cm de altura) que contenían 7 hormigas por placa para cada especie.

Las placas se mantuvieron en un congelador a una temperatura de 8°C durante 1 min para reducir la actividad de las hormigas y para permitir la aplicación tópica de los tratamientos en los individuos. Cada hormiga recibieron, en la región pronotum, 10µg de disolución de aceite esencial en diferentes concentraciones, que se diluyó en acetona y se aplica por medio de una micro jeringa.

Para el tratamiento de control, 1µg de acetona se aplicara a cada individuo. El diseño experimental fue completamente al azar con cuatro repeticiones.

Las evaluaciones de la mortalidad de los insectos se realizaron a 4, 24, y 48 h luego de la aplicación de las concentraciones del aceite esencial. En todos los casos, los individuos fueron considerados muertos aquellos que permanecieron inmóviles y no respondan a la estimulación aplicada con un pincel.

### **b. Tiempo Letal.**

Es el tiempo que transcurre desde la ingestión de la dosis hasta que se produce la muerte del insecto, Se evaluó el tiempo letal (TL<sub>50</sub>) de las hormigas inducida por el aceite esencial del *Neem*. De esta manera se evaluó la mortalidad contando los insectos muertos entre las 4, 12 y 24 horas, según lo que se determine en cada dosis letal aplicada, para verificar la toxicidad en función del tiempo. Se consideró que los individuos que permanecieron inmóviles y que no respondieron a la estimulación aplicada con un pincel, fueron considerados muertos.

Para la determinación del TL<sub>50</sub> se realizara un ajuste de los datos a una cinética de primer orden al graficar los valores inversos del porcentaje de mortalidad versus la inversa del tiempo. La gráfica generará una recta en la cual el valor de la pendiente representara la constante de mortalidad (K) y posteriormente este dato se sustituirá en la ecuación  $TL_{50} = LN2/K$  para así obtener el correspondiente TL<sub>50</sub>.

### **c. Actividad de Repelencia**

Cada réplica se realizaron en placas de Petri (90 mm × 20 mm) cubierta con papel de filtro número 2, en medio tratado con el aceite esencial (0,01 y 1% v / v) y un medio tratado con la acetona como disolvente de control. Cada disco de papel de filtro de media se trató por separado con 0,5 ml de tratamientos utilizando un micro pipeta.

Después de la evaporación del disolvente, las mitades se fijaron en el centro de las placas de Petri con una cinta adhesiva de doble cara. Siete insectos fueron puestos en libertad en placas de Petri. Los tratamientos fueron replicados diez veces. El

número de individuos presentes en cada lado de la placa (área tratada y control) se registró después de 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 y 8 h.

#### **d. Análisis de Estadístico.**

Se utilizó el análisis de varianza para verificar si hay diferencias en la mortalidad causadas por el aceite esencial entre especies de hormigas, las dosis (1, 4 y 7 $\mu$ g de aceite / mg de insectos) y la interacción especies  $\times$  dosis. Las medias se compararon mediante la prueba de Scott- Knott a  $P < 0,05$ .

El análisis de varianza se realizó para verificar si el porcentaje de individuos en el lado no tratado de la placa de Petri dependió de la concentración de aceite esencial, especies de hormigas y del tiempo de exposición. Los porcentajes de individuos en el lado tratado y no tratado de las placas de Petri se sometieron a prueba *t* pareada. Repelencia de aceite esencial entre la especie de hormigas se comparó con la prueba de Tukey al  $P < 0,05$ . Para la determinación de la DL50 y DL90 se utilizó la metodología Log-Probit. Que permite estimar la CL50 ajustando los datos de mortalidad mediante una técnica de probabilidad para estimar los valores que siguen una distribución logarítmica de tolerancias. El porcentaje de organismos afectados o muertos por la acción tóxica de una sustancia se transforma a unidades Probit. (Castillo, 2004).

## RESULTADOS Y DISCUSION

### CROMATOGRAFÍA DE GASES ACOPLADA A ESPECTROMETRÍA DE MASAS

De la cromatografía gas-líquido del aceite de Neem, el análisis químico del aceite esencial, mostro la presencia de 5 compuestos. Se puede observar que los grupos de ácidos grasos predominantes son los ácidos grasos poliinsaturados y monoinsaturados, entre los que destacan principalmente el ácido oleico con un contenido del orden del 60,36% de los metabolitos, el ácido linoléico con un contenido del orden del 16,75% y el ácido palmítico con un 10,58%, Ester Metílico del Ácido Octadecanoico (Acido Esteárico) un (6,63%), seguido por un 3,91% de Beta-Elemento.

**Tabla 1. Análisis cromatograficos**

N°	Compuesto	Tr (min)	% Área	Probabilidad	IR Experimental.	IR Teórico
1	Ester Metílico del Ácido cis-9-Octadecenoico (Ácido Oleico)	25,962	60,36	98	2091	2103
2	Ester Metílico del Ácido (Z,Z)-9,12-Octadecanoico (Ácido Linoleico)	25,893	16,75	99	2090	2096
3	Ester Metílico del Ácido Hexadecanoico (Acido palmítico)	23,448	10,58	96	1914	1921
4	Ester Metílico del Ácido Octadecanoico (Acido Esteárico)	26,261	6,63	97	2128	2135
5	Beta-Elemento	15,484	3,91	99	1476	1484

### Dosis Letal

Dosis necesaria para provocar la muerte de un determinado porcentaje de individuos. Se representa como DL seguida de un número que representa el porcentaje, así DL50 y DL90 indicara que las dosis provocaran la muerte del 50% y 90% de los individuos de una población. Para calcular la DL50 y DL90 se utilizó la metodología Log-Probit.

Las especies de hormigas urbanas *Solenopsis molesta* y *Camponotus pennsylvanicus* presento un aumento de la toxicidad (reducción de dosis letal 50, DL50) de 4 a 24 h de exposición.

En esta tabla de dosis letal se evidencia que *Solenopsis molesta* mostró una DL50 de 2,48µg de aceite / mg de insecto (a las 24 h) el aceite esencial de *Azadirachta indica* durante el tiempo de experimento fue exitosamente toxico. Este hecho es apoyado por el tiempo letal 50 (TL50) de 12 h. Ya que en las 4 horas no se observa la mortalidad de las hormigas. Inmediatamente debido a la aplicación del aceite esencial se observó una disminución en la actividad de las hormigas hasta después de un cierto tiempo donde se observó la muerte de los individuos.

**Tabla 2. Dosis letales**

Especies	N	Tiempo (h)	DL <sub>50</sub>	DL <sub>90</sub>	β	χ	P
<i>Solenopsis Molesta</i>	140	4	-	-	-	-	-
		12	1,93	17,75	0,0809887	11,6603	0,638109
		24	2,48	18,35	0,0743024	11,5402	0,680673
<i>Camponotus pennsylvanicus</i>	140	4	-	-	-	-	-
		12	1,74	15,35	0,0844747	11,8923	0,563325
		24	2,18	16,30	0,0885076	9,88744	0,166339

*Camponotuspennsylvanicus* mostró baja DL50 a las 24 h de 2,18 $\mu$ g de aceite / mg de insecto. Lo que demuestra que mientras más baja es la dosis letal, es más toxico el aceite, que se utilizara, es decir que el aceite es más susceptible para *Camponotuspennsylvanicus* que para *Solepnosis molesta*.

Para la especie *Solepnosis molesta* la dosis letal (DL90) fue de 18,35 $\mu$ g de aceite / mg de insectos, lo cual para calcular el tiempo letal (TL50) por medio de la dosis letal 90 (DL90), se aproximó los ml a inmediato superior y la dosis que se logró usar fue de 19 $\mu$ g.

Para la especie *Camponotuspennsylvanicus* las dosis letal (DL90) fue de 16,30 $\mu$ g de aceite / mg de insectos, lo cual se aproximó al inmediato superior que es 17 $\mu$ g para poder calcular el tiempo letal (TL50).

En la dosis letal 50 y 90 el aceite esencial del *Neem* presento una mejor reacción de mortalidad para las hormigas *Camponotuspennsylvanicus* que para *Solepnosis molesta*, como podemos observar en el cuadro, que la dosis que se aplicó a *Camponotus pennsylvanicusa* diferentes horas de exposición de (12 y 24) fue más baja *Camponotus pennsylvanicus* que para *Solepnosis molesta* pudimos deducir que fue mucho más efectiva la mortalidad para la especie *Camponotus pennsylvanicus* por que provoca el 50% y 90% de la muertes en las hormigas.

### **Tiempo letal**

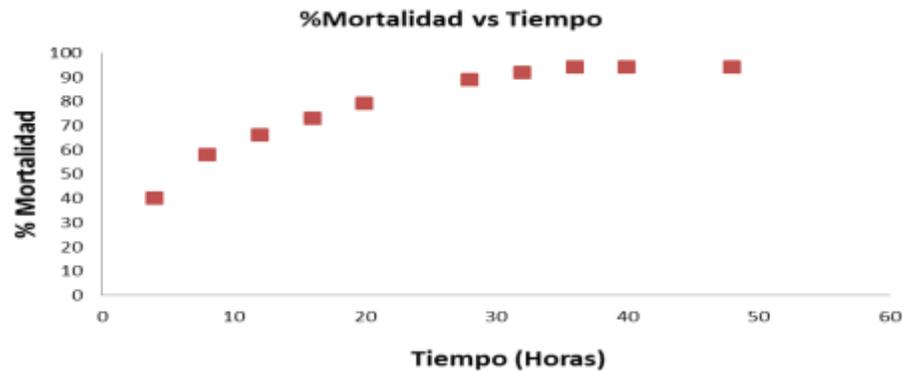
Es el tiempo que transcurre desde la ingestión de la dosis hasta que se produce la muerte de los individuos, es decir de ambas especies de hormigas.

El tiempo letal fue hecho por un ajuste a una cinética de primer orden donde la pendiente es la constante de mortalidad y luego ese valor se sustituye en la fórmula:

$$TL50=(LN2)/K.$$

### Tiempo letal de *Solepnosis molesta*

Tiempo	%Mortalidad
4	40
8	58
12	66
16	73
20	79
28	89
32	92
36	94
40	94
48	94

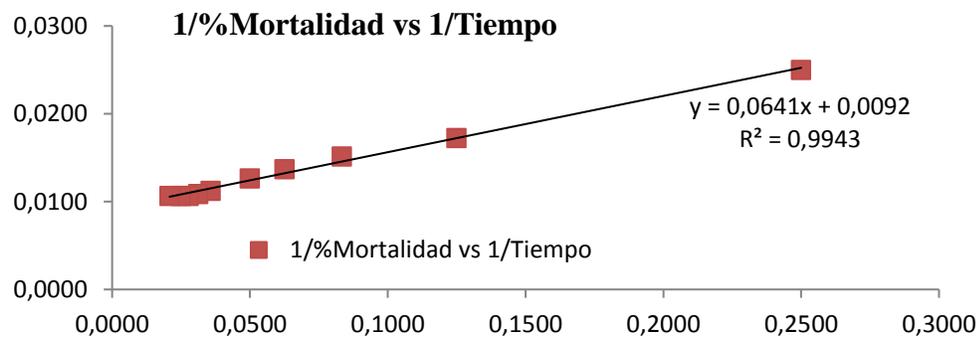


**Figura 1. Grafica de porcentaje de mortalidad vs Tiempo. *Solepnosis molesta*.**

A medida que el tiempo transcurre a partir de las primeras 4 horas de exposición, se observa que el porcentaje de mortalidad incrementa, hasta alcanzar la zona comprendidas entre las 36 y 48 horas donde claramente no se evidencia variación en el porcentaje de mortalidad, se mantiene constante, lo que significa que después de un día y medio el aceite esencial del *Neem*, mantiene una alta toxicidad para las hormigas, lo que permite inferir que en esta zona se alcanza el porcentaje de mortalidad máximo de un 94%.

**Inversa del Tiempo vs porcentaje de mortalidad *Solepnosis molesta*.**

1/Tiempo	1/% Mortalidad
0,2500	0,0250
0,1250	0,0172
0,0833	0,0152
0,0625	0,0137
0,0500	0,0127
0,0357	0,0112
0,0313	0,0109
0,0278	0,0106
0,0250	0,0106
0,0208	0,0106



**Figura 2. Inversa del porcentaje de mortalidad contra la inversa del tiempo (1/%M VS 1/T). *Solepnosis molesta*.**

El coeficiente de correlación ( $R^2$ ) 0,9943 alto significa que el ajuste lineal es óptimo. De ajuste lineal se obtuvo la ecuación de la recta:

$$(1/\%M) = 0,0641 (1/T) + 0,0092$$

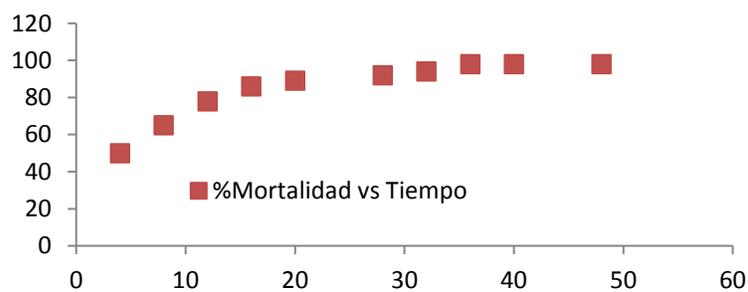
Donde 0,0641 que es la pendiente representa la constante de mortalidad. El ajuste se comporta como una cinética de primer orden, donde la inversa del porcentaje de mortalidad es directamente proporcional a la inversa del tiempo, por

este medio se puede calcular el tiempo letal 50 (TL50) por medio de la ecuación  $TL50 = \ln 2 / K$ , al sustituir los valores correspondientes se obtuvo que el TL50 fue de 10,81 horas.

Por medio de este tiempo letal 50 (TL50), en el cual se mueren 50% de la población de las hormigas. Mientras más bajo es el tiempo, más toxico es el aceite esencial.

### Tiempo letal de *Camponotuspennsylvanicus*

Tiempo	% Mortalidad
4	50
8	65
12	78
16	86
20	89
28	92
32	94
36	98
40	98
48	98

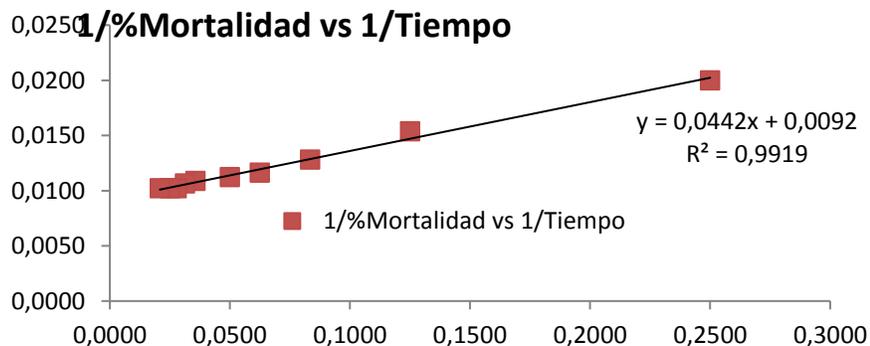


**Figura 3. Grafica de porcentaje de mortalidad vs Tiempo. *Camponotuspennsylvanicus*.**

Aquí podemos ver que cuando el tiempo avanza a partir de las primeras 4 horas, se puede apreciar detalladamente que el porcentaje de mortalidad incrementa moderadamente, hasta lograr mantenerse en la zona comprendidas entre las 36 y 48 horas, donde se evidencia que la variación de la mortalidad es estable, es decir que no hay cambios bruscos después de las 36 horas en el porcentaje de mortalidad, lo que permite obtener la mortalidad máximas de un 98%.

**Inversa del Tiempo vs porcentaje de mortalidad.**  
*Camponotuspennsylvanicus.*

1/Tiempo	%Mortalidad
0,2500	0,0200
0,1250	0,0154
0,0833	0,0128
0,0625	0,0116
0,0500	0,0112
0,0357	0,0109
0,0313	0,0106
0,0278	0,0102
0,0250	0,0102
0,0208	0,0102



**Figura 4. Inversa del porcentaje de mortalidad contra la inversa del tiempo (1/%M VS 1/T). *Camponotuspennsylvanicus.***

El coeficiente de correlación ( $R^2$ ) 0,9919 alto significa que el ajuste lineal es óptimo. De ajuste lineal se obtuvo la ecuación de la recta:

$$(1/\%M)=0,0442 (1/T) + 0.0092$$

Donde 0,0442 que es la pendiente representa la constante de mortalidad.

El ajuste se comporta como una cinética de primer orden, donde la inversa del porcentaje de mortalidad es directamente proporcional a la inversa del tiempo, por medio se puede calcular el tiempo letal 50 (TL50) por medio de la ecuación  $TL50=\ln 2/K$ , al sustituir los valores correspondientes se obtuvo que el TL50 fue de 15,68 horas.

El tiempo letal 50: Es el tiempo que transcurre hasta que el 50% de los individuos se mueren.

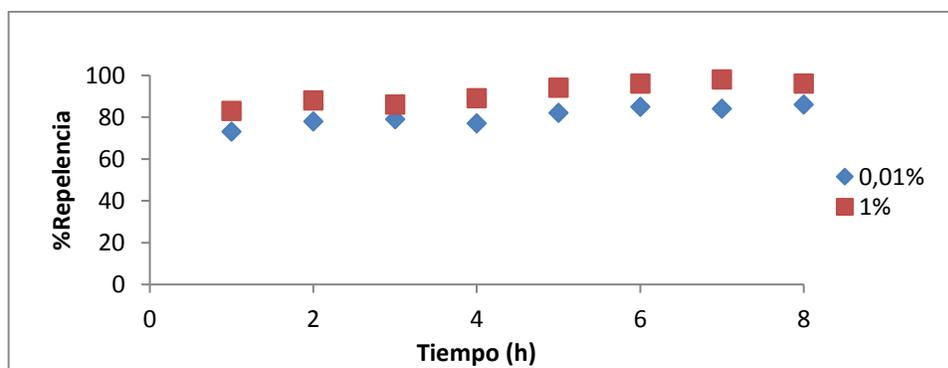
El comportamiento entre las hormigas del tiempo letal fue más bajo para la especie *Camponotuspennsylvanicus*, que para *Solepnoisis molesta*, ya que en todos los tiempos de exposición letal, el aceite esencial del *Neem*, produce una alta toxicidad en las hormigas de ambas especies, lo que permite inferir que en las zona comprendidas entre las 36 y 48 horas, Se alcanzó el porcentaje de mortalidad máximo la cual es. Para *Camponotus pennsylvanicus* el porcentaje de mortalidad máximo es de un 98%. A diferencia que para *Solepnoisis molesta* el mismo tiempo de exposición alcanza un porcentaje de mortalidad máxima de un 94%. Es decir que para la especies *Camponotus pennsylvanicus* hubo mejor reacción al mismo tiempo de exposición letal que para *Solepnoisis molesta*.

### Actividad de repelencia.

El aceite esencial del *Neem* repelente para las especies *Solenopsis molesta* y *Camponotus pennsylvanicus* en todos los tiempos de exposición. Se obtuvo excelente porcentaje de repelencia en diferentes concentraciones de 0,01%v/v y 1%v/v de aceite esencial del *Neem* para ambas especies de hormigas.

### Porcentaje de repelencia

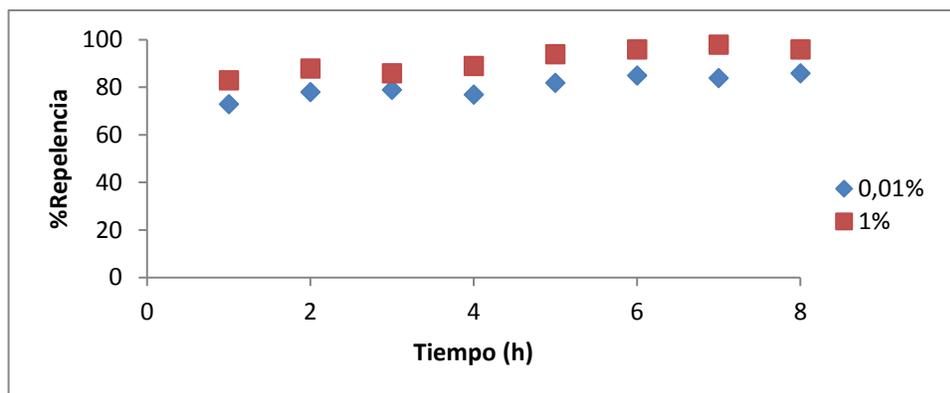
Especies	%AE	% de Repelencia							
		1 h	2h	3 h	4 h	5 h	6 h	7 h	8 h
<i>Solenopsis Molesta</i>	0,01	73	78	79	77	82	85	84	86
	1	83	88	86	89	94	96	98	96
<i>Camponotus pennsylvanicus</i>	0,01	87	86	85	88	91	90	92	91
	1	91	94	95	95	98	97	98	97



**Figura 5. Actividad de repelencia. *Solenopsis molesta*.**

Aquí podemos ver que se obtuvo buena eficiencia con ambas concentraciones del aceite esencial del *Neem*, lo cual es suficiente para controlar la especie *Solenopsis molesta*, porque a diferentes concentraciones se obtuvo un alto porcentaje de repelencia, las cuales fueron para la concentración del 0,01%v/v, un 86% a las 8 horas de exposición y para la concentración del 1%v/v a las 7 horas de exposición de un 98%. Lo que permite visualizar que se pueden usar las dos concentraciones, sin

embrago recomendamos utilizar la dosis más alta del 1%v/v para alcanzar una efectiva actividad de repelencia de casi 100%.



**Figura 6. Actividad de repelencia *Camponotuspennsylvanicus*.**

El aceite esencial del *Neem* es repelente para la especie *Camponotuspennsylvanicus*, en todos los tiempos de exposición a diferentes concentraciones de 0,01%v/v y 1%v/v. Las cuales en dichas concentraciones se alcanzó un alto porcentaje de repelencia.

Para la concentración del 0,01%v/v se obtuvo un 92% a las 7 horas de exposición y para la concentración del 1%v/v un 98% a las 5 horas de exposición del experimento. Recomendamos usar la concentración más alta para obtener una excelente efectividad de porcentaje de repelencia la cual es 1%v/v.

A medida que el tiempo fue avanzando a partir de la 1 hora, se fueron obteniendo excelentes porcentajes de repelencia con ambas concentraciones de dosis, para ambas especies de hormigas. Aunque se evidencia que la concentraciones del 0,01%v/v y 1%v/v genero una mejor eficiencia de repelencia para la especie *Camponotus pennsylvanicus* que para *Solepnosis molesta*. Porque fue totalmente exitoso, ya que con ambas concentraciones de dosis mostraron buenos resultados de

repelencia mayor del 90% en menos horas de exposición del experimento. Es decir para la especie *Solepnosis molesta* a una concentración del 1%v/v a las 7 horas de exposición de obtuvo un 98% y para la especie *Camponotus pennsylvanicus* con la misma concentración del 1%v/v pero en menos tiempo es decir a las 5 horas de exposición se obtuvo un 98% de porcentaje de repelencia.

Se evaluó la actividad insecticida del aceite esencial de hojas de *Azadirachta indica* contra las hormigas y se determinó el efecto de la actividad de repelencia. La cual se obtuvo el porcentaje de mortalidad a las 24, 36 y 48 horas. Se calculó el tiempo letal 50 (TL50) en base de la DL90; el análisis de mortalidad demostró que el aceite del *Neem* tiene un efecto tóxico muy alto para ambas especies de hormigas. Para la *Solepnosis molesta* alcanzo aproximadamente un 94% del porcentaje de mortalidad entre las 36 y 48 horas.

## CONCLUSIONES

Los resultados de este estudio revelan que existen plantas nativas en Venezuela que podrían explorarse para la producción de insecticidas orgánicos a partir de sus aceites esenciales. Sin embargo, se debe tener en cuenta que los resultados en la eficacia entre aceites de la misma especie, pueden ser modificados por diversas variables, entre ellas se pueden destacar, la parte de la planta de donde se realiza la extracción, los métodos empleados en la extracción del aceite, el origen y las condiciones ambientales en donde se desarrolla la planta.

Al evaluar las actividades repelentes e insecticidas del aceite esencial de *Azadirachta indica* sobre *Solepnohis molesta* y *Camponotus pennsylvanicus* se puede concluir los siguientes:

Al utilizar una concentración al 1%v/v el aceite esencial del *Neem* es capaz de repeler hasta el 98%. Es decir que a la 1 hora, hay respuestas positivas, la cual el aceite esencial de hojas del *Neem* es potencial para ambas especies de hormigas como repelente natural.

En la actividad repelente al comparar los porcentajes de repelencia conseguidos entre 1 y 4 horas de exposición, no se encontraron diferencias significativas. Sin embargo existe una leve tendencia a la disminución de la actividad repelente con el aumento de tiempo de exposición.

Para la especie *Camponotus pennsylvanicus* el aceite esencial de *Azadirachta indica* provoco una alta mortalidad de (98%) para las primeras 5 horas de evaluación al utilizar una concentración de 1%(v/v).

Para la especie *Solenopsis molesta* el aceite esencial de *Azadirachta* indica provocó una alta mortalidad de (98%) para las primeras 7 horas de evaluación al utilizar una concentración de 1%(v/v).

Se logró cumplir todos los objetivos generales y específicos propuestos al principio, el aceite esencial del *Neem* es casi el 100% efectivo de actividad de repelencia contra hormigas. Es factible producir repelentes naturales a nivel comercial debido a su bajo costo y a su aceptable efectividad cuando se obtienen los aceites esenciales más puros.

Los aceites esenciales de *Neem* ejercieron un efecto repelente y efecto tóxico. Es notable considerar y tomar en cuenta estos efectos sobre hormigas porque estos aceites esenciales podrán ser considerados como una alternativa de control brindándoles las herramientas adecuadas y necesarias para las personas y productores en casas, fincas y campos, sin ser nocivos para la salud de las personas y de los animales domésticos, sin contaminar el medio ambiente.

## RECOMENDACIONES

De este trabajo de investigación se presentan las siguientes recomendaciones:

Considerar mezclar el aceite esencial del *Neem* con otros disolventes orgánicos como éter etílico, hexano y aumentar así la sinergia entre los componentes de los mismos.

Realización de ensayos con otras especies de insectos como bachacos, así mismo el desarrollo con otras metodologías reportadas en estudios.

Para los problemas de hormigas en casas, fincas y campos es recomendable hacer infusiones de hojas del *Neem* para controlar hormigas de especies *Camponotus pennsylvanicus* hormigas carpinteras y *Solepnosis molesta* hormigas ladronas.

Futuros estudios podrían evaluar el aceite esencial del *Neem* en otras especies de hormigas o insectos perjudicial para las siembras, animales y personas, para estudiar la actividad de repelencia.

Futuros estudios podrían evaluar extracciones de aceites esenciales en hojas del *Neem*, por el método de destilación por arrastre de vapor para ver diferencias de las extracciones del aceite esencial, ya que no se pudo encontrar la *Azadirachtina*, la cual es una constante para nosotros ya que en muchas literaturas se habla de ella.

## REFERENCIA BIBLIOGRAFICAS

- Agustina, L. 2012.** Modulación del comportamiento alimentario en hormigas: fisiología de la ingestión de néctar Falibene. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales Universidad de Buenos Aires, Argentina.
- Arias, D. Vásquez, G., Acosta, W., Montañez, L., Álvarez, R. y Pérez, V. 2009.** Determinación del Azadirachtina de los aceites esenciales del árbol de Neem (*Azadirachta Indica*) Departamento de Química, Facultad de Ciencias y Tecnología, Universidad de Carabobo. Avenida Salvador Allende, Ciudad Universitaria, Bárbula–Carabobo. REVISTA INGENIERIA UC, 16 (3): 22–26.
- Albuquerque, E., Lima, J., Souza, F., Silva, I., Santos, A., Araujo, A., Blank, A., Lima, R., Alves, P. y Bacci, L. 2013.** La actividad insecticida y repelente del aceite esencial de Pogostemon Cablin frente a especies de hormigas urbanas. 127 (3): 181-186.
- Basaure, P. 2006.** Hormiga Común/Hormiga Arriera: Control”. Santiago (Región Metropolitana) Chile.
- Branstetter, M y Saenz, L. 2012.** Las hormigas (hymenoptera: formicidae) de guatemala. Biodiversidad de guatemala VOLUMEN 2.
- Casdeiro, M. 2017.** Acido palmítico compuesto químico.
- Cerutti, M. y Neumayer, F. 2004.** Introducción a la obtención de aceite esencial de limón INVENIO Pp 149-155.
- Contreras, R. 2014.** Hormigas *Carpinteras* genero camponotus. Publicado en guía biología.
- Cooper, M. y Lucia, G. et al 2006.** Guía para identificación de hormigas en el viñedo.

- Cruz, F. y Sánchez, R. 2004.** El árbol del *Neem*, establecimiento y aprovechamiento en la Huasteca Potosina. Folleto técnico Núm. 3.
- Curbelo, D y Souza, A. 2015.** Repelentes en base a compuestos naturales para uso humano.
- Dávila, C. 2016.** Actividad repelente del aceite esencial de *Minthostachys mollis Grisebach*; y elaboración de una crema repelente contra insectos adultos de la familia Culicidae.
- Daza, L. y Flores, N. 2006.** Diseño de un repelente para insectos voladores con base en productos naturales universidad eafit escuela de ingeniería departamento de ingeniería de procesos Medellín.
- Díaz, G., Valdez, E., Hernández, M., Gutiérrez, M. y Valladares, M. 2013.** Aceites esenciales para controlar *Acanthoscelidesobtectus*(SAY) Y *Sitophiluszeamais*(MOTSCHULSKY) plagas de granos almacenados Revista Mexicana de Agroecosistemas Vol. 3(2): 99-107.
- Fernández, Á. 2010.** Aceites esenciales para matar hongos. Universidad de Valencia Jardín Botánico 1:1-7.
- Fernández, C. y Juncosa, R. 2002.** Biopesticidas: ¿la agricultura del futuro? Rosselló 224 2on C, 08008 Barcelona 2002, Phytoma 141: 14-19.
- Funes, H. 2014.** Hormiga carpintera. Identificación y aspectos claves para su control. Revista de Divulgación Técnica Agropecuaria, Agroindustrial y Agroambiental. Facultad de Ciencias Agrarias. UNLZ. 1 (2): 19-22.
- Gende, L., Principal, J., Maggi, M., Palacios, S., Fritz, R. y Eguaras, M. 2008.** El árbol de la canela (*Cinnamomum zeylanicum o Cinnamomum verum J.Presl*), árbol del paraíso (*Melia azedarach*), Lavanda (*Lavandula officinalis*) y Hierbabuena (*Mentha piperita*) aceites esenciales en el control de la bacteria Loque americana. Trop. V.26 n.2 ISSN 07987269.

- Gillio, M. 2015.** Hormigas carpinteras (*Camponotus sp*) departamento de entomología la estación experimental de Agricultura de Connecticut, 123 Huntington Street P.O Box 1106.
- Gomes, R. y Fernández, L. 2009.** Obtención de aceite esencial a partir de hojas de *Neem* (*AZADIRACHTA INDICA A. JUSS*), usando los métodos de extracción convencional con agua. Biblioteca de la Facultad de Ingeniería de la UCV Escuela de Química y Petróleo. Alejandría Beco 7.6.4b6.
- Herrera, J. y Armbrrecht, I. 2007.** Ciclo de vida y potencial reproductivo de la hormiga depredadora *Solenopsis sp* (Hymenoptera: Formicidae) Revista colombiana de Entomología 33 (1): 64-69.
- Herrero, M. 2016.** ¿En qué se diferencian las hormigas y termitas? Pub. Insectos de la madera, otros insectos, termitas.
- Jazmín, A., Staschenko, E. y Ocampo, C. 2014.** Actividad insecticida de aceites esenciales de plantas nativas contra *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae) Insecticidal activity of essential oils from native plants against *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae) Revista Colombiana de Entomología 40 (2): 198-202.
- Klaus, J. 1993.** El mundo de las hormigas. Editorial Equinoccio. ISBN 980-237-058-4.
- Leyva, M., Castex, M., Montada, D., Quintana, F., Lezcano, D., Marquetti, M., Companioni, J. y González, I. 2012.** Actividad repelente de formulaciones del aceite esencial de *Melaleuca quinquenervia* (Cav.) S.T. Blake (Myrtales: Myrtaceae) en mosquitos Anales de Biología ARTÍCULO 34: 49-58.
- Logan, D. 2000.** ¿Qué son las hormigas rojas muy pequeñas en una despensa de alimentos? Hormigas rojas pequeñas despensa alimentos Info 191316.
- López, M. 2014.** Los aceites esenciales VOL 23 NÚM 7.
- Lucero, C. 2014.** ¿Qué son los biopesticidas? Prezi. Com.

- Megachild Bee, Kyndall Dye 2014.** Cooperative extension service university of Kentucky college of agriculture. “el control de las hormigas para los propietarios de vivienda”. 3:618-619.
- Montoya, G. 2010.** Aceites esenciales una alternativa de diversificación para el eje cafetero universidad nacional de Colombia sede Manizales facultad de ciencias exactas y naturales I.S.B.N 958-8280-26-4.
- Olivero, J., Caballero, K., Jaramillo, B. y Stashenko, E. 2009.** Actividad repelente de los aceites esenciales de *Lippia origanoides*, *Citrus sinensis* y *Cymbopogon nardus* cultivadas en Colombia frente a *Tribolium castaneum*, *Herbst.* Salud UIS 2009; 41: 244-250.
- Olmo, N. 2015.** Acido esteárico hyperPhysics. Química.
- Padín, S., Ringuelet, J. y Bello, G. 2000.** Aceites esenciales para el control de insectos en granos almacenados” anales de saipa sociedad argentina para la investigación de productos aromáticos, ix congreso nacional de recursos naturales aromáticos y medicinales.16: 13- 19.
- Porcuna, L. 2011.** Ficha técnica insumos aceite de *Neem Azadirachtina* José Luis Porcuna servicios de sanidad vegetal nro. 3.
- Prado, M. 2010.** Las hormigas ¿favorecen o perjudican al agricultor? Áreas de cultivos hortofrutícolas y forestales. Programa de investigación en fruticultura. Tecnología agroalimentaria Nro. 7. Pp. 22-27.
- Quezada, L. 2010.** Analisisecologico de infestaciones de la hormiga de fuego *Solenopsis invicta* en matamoros Tamaulipas, México.
- Ramírez, M. 2015.** Ácido oleico prezi.
- Ramírez, J. y Lacasaña, M. 2001.** Plaguicidas: clasificación, uso, toxicología y medición de la exposición. Arch Prev Riesgos Labor. 4: 67-75.

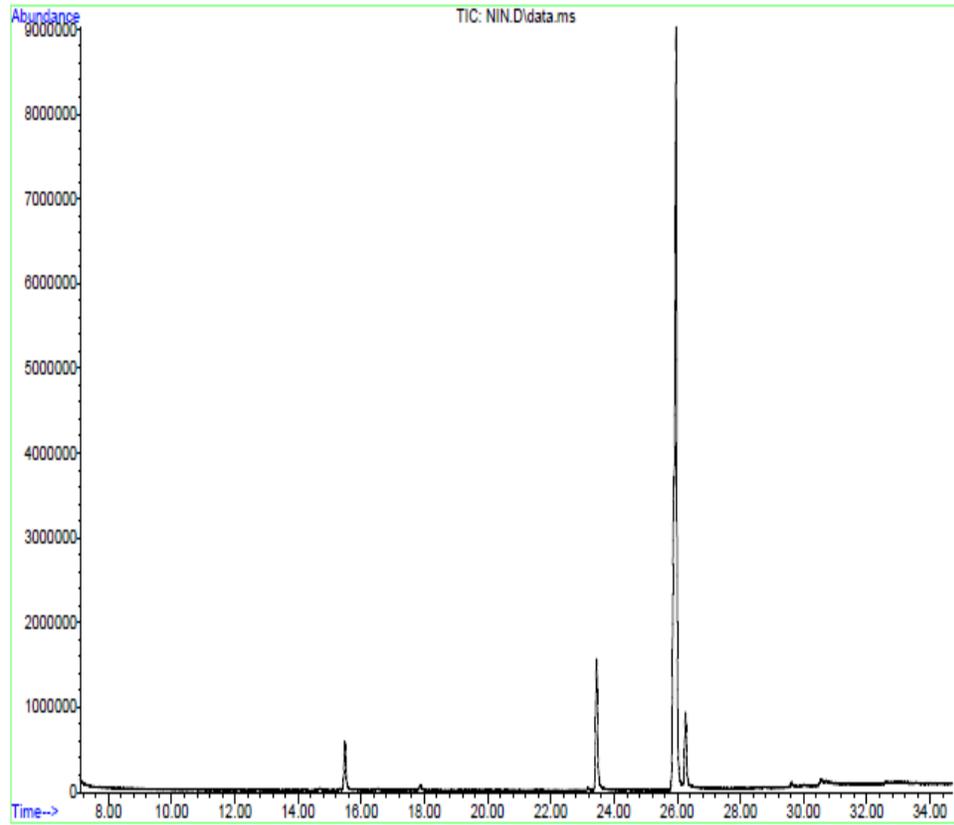
- Restrepo, D., Jaramillo, C. y Benítez, N. 2015.** Evaluación de la actividad repelente de aceites esenciales de plantas Piperáceas del departamento de Chocó, Colombia. *Rev. Toxicol* (2015) 32: 112-116.
- Rodríguez, J., Gonzales, E., y Rodríguez, R. 2012.** Efecto repelente del aceite esencial de *Eucalyptus globulus* contra la picadura de *Lutzomyia peruensis*, bajo condiciones experimentales. *REBIOL* 2012; 32(2):91-98. Revista Científica de la Facultad de Ciencias Biológicas. Laboratorio de Artropodología Parasitaria, Departamento de Microbiología y Parasitología. Facultad de Ciencias Biológicas. Universidad Nacional de Trujillo. Trujillo. Perú.
- Routt, R. y James, R. 2000.** Centro Nacional de Información de Pesticidas. Hormigas carpinteras. 1-800-858-7378.
- Rubio, Y. 2005.** “extracción de aceite de quinoa (*Chenopodium quínoawilld*) y su caracterización de dos ecotipos provenientes del secano costero de la región vi de chile”.
- Salgado, N., Faroni, L. y Soto, A. 2013.** Aceite esencial de *Piper crassinervum* para el control de *Sitophiluszeamais* (*Coleóptera: Curculionidae*) ISSN 0123 - 3068 *bol.cient.mus.hist.nat.* 16 (1): 99 – 107.
- Stubbs, H. y Hessler, E. 2000.** Investigando a las hormigas: Proyectos para mentes curiosas. ¿Por qué las hormigas? *Education*, 22 (2): 17-20.
- Suarez, S. y Palacio, E. 2016.** Efectos de los plaguicidas sobre el ambiente y la salud. Instituto Nacional de Higiene, Epidemiología y Microbiología (INHEM). La Habana, Cuba.
- Torres, L., González, J., Tovar, E., Otto, R., Parra, E., Quiroz, L., Valenzuela, J. y García, M. 2015.** Nuevos registros de hormigas (Hymenoptera: Formicidae) para Tlaxcala, México New records of ants species (Hymenoptera: Formicidae) for Tlaxcala, Mexico *Revista Colombiana de Entomología* 41 (2): 275-277.

**Yanes, C. 2011.** Evaluación de la actividad repelente e insecticida de aceites esenciales extraídos de plantas aromáticas utilizados contra *Tribolium castaneum herbst* (Coleoptera: tenebrionidae). 05598931.

## **APENDICES**

# CROMATOGRAFÍA DE GASES

File :E:\ACEITES ESENCIALES 012015\NIN.D  
Operator :  
Acquired : 28 Jan 2015 12:48 using AcqMethod ACBITE ESENCIAL.M  
Instrument : MSD 5975C  
Sample Name: Muestra de aceite de NIN  
Misc Info :  
Vial Number: 1



## 2. MORTALIDAD DE LAS HORMIGAS A DIFERENTES DOSIS.

### 2. 1. Porcentaje de mortalidad con Dosis de 1 µg AE/mg de Hormiga

<b>Especies</b>	<b>Tiempo (h)</b>	<b>% Mortalidad</b>
<i>Solenopsis</i> <i>Molesta</i>	4	24
	12	43
	24	55
<i>Camponotus</i> <i>pennsylvanicus</i>	4	26
	12	49
	24	58

### 2. 2. Porcentaje de mortalidad con Dosis de 4 µg AE/mg de Hormiga

<b>Especies</b>	<b>Tiempo (h)</b>	<b>% Mortalidad</b>
<i>Solenopsis</i> <i>Molesta</i>	4	31
	12	65
	24	75
<i>Camponotus</i> <i>pennsylvanicus</i>	4	35
	12	71
	24	78

### 2. 3. Porcentaje de mortalidad con Dosis de 7 µg AE/mg de Hormiga

<b>Especies</b>	<b>Tiempo (h)</b>	<b>% Mortalidad</b>
<i>Solenopsis</i> <i>Molesta</i>	4	30
	12	62
	24	71
<i>Camponotus</i> <i>pennsylvanicus</i>	4	32
	12	68
	24	76

## HOJAS METADATOS

### Hoja de Metadatos para Tesis y Trabajos de Ascenso - 1/6

<b>Título</b>	<b>Evaluación de la actividad de insecticidad del aceite esencial de hojas del neem <i>azadirachta indica</i> contra hormigas <i>camponotus pennsylvanicus</i> y <i>solepnosis molesta</i>.</b>
---------------	---

El Título es requerido. El subtítulo o título alternativo es opcional.

Autor(es)

<b>Apellidos y Nombres</b>	<b>Código CVLAC / e-mail</b>	
<b>Cova León Pablo José</b>	<b>CVLAC</b>	<b>C.I:20.051.220</b>
	<b>e-mail</b>	<b>Diosesmi90pastor@hotmail.com</b>

Se requiere por lo menos los apellidos y nombres de un autor. El formato para escribir los apellidos y nombres es: "Apellido1 InicialApellido2., Nombre1 InicialNombre2". Si el autor está registrado en el sistema CVLAC, se anota el código respectivo (para ciudadanos venezolanos dicho código coincide con el número de la Cedula de Identidad).

### Palabras o frases claves:

aceites esenciales
<i>azadirachta indica</i>
<i>neem</i>
hormigas
ensayos de repelencia y mortalidad
repelentes naturales
insecticidas de insectos
actividad de insecticidas
tesis de grado

## Hoja de Metadatos para Tesis y Trabajos de Ascenso - 2/6

### Líneas y sublíneas de investigación:

Área	Sub-área
Tecnología y Ciencias Aplicadas	Ingeniería agronómica

Debe indicarse por lo menos una línea o área de investigación y por cada área por lo menos un subárea. El representante de la subcomisión solicitará esta información a los miembros del jurado.

### Resumen (Abstract):

Los aceites esenciales son mezclas volátiles de terpenos, derivados de ácidos, ácidos grasos, y alcanos, obtenidos de plantas. Estos productos poseen propiedades repelentes e insecticidas de insectos. Con el objetivo de producir y comprobar repelentes que contengan elementos naturales que repelan insectos, para estudiar la actividad de insecticida del aceite esencial de hojas de *Azardachta indica* contra hormigas de especies *Camponotus pennsylvanicus* y *Solepnosis molesta*. Para poder concluir si es efectivo en hormigas. Fueron realizados ensayos de repelencias y mortalidad, a través de diferentes dosis y tiempo en horas, la acción de insecticidas se realizó utilizando hoja de papel filtro impregnado con soluciones de aceite esencial y control de acetona, los porcentajes de mortalidad demuestran que el aceite esencial de hojas de *Neem*, es efectivo en las especies de hormigas por que la gran mayoría provocaron mortalidad de al menos 50% de los insectos durante las primeras 24 horas de exposición. Los resultados mostraron que el aceite esencial posee buenas propiedades repelentes e insecticidas para el control biológico de insectos.

## Hoja de Metadatos para Tesis y Trabajos de Ascenso - 3/6

### Contribuidores:

Apellidos y Nombres	Código CVLAC / e-mail	
Dr. Rivas Carlos	ROL	CA <input type="checkbox"/> AS <input checked="" type="checkbox"/> TU <input type="checkbox"/> JU <input type="checkbox"/>
	CVLAC	C.I 13.941.126
	e-mail	Crivas@udo.edu.ve
Msc. Laynez Jose	ROL	CA <input type="checkbox"/> AS <input type="checkbox"/> TU <input type="checkbox"/> JU <input checked="" type="checkbox"/>
	CVLAC	C.I 13.030.889
	e-mail	jalaynezg@yahoo.es
Msc. VasquezMarden	ROL	CA <input type="checkbox"/> AS <input type="checkbox"/> TU <input type="checkbox"/> JU <input checked="" type="checkbox"/>
	CVLAC	C.I 5.721.636
	e-mail	mardenv@gmail.com

Se requiere por lo menos los apellidos y nombres del tutor y los otros dos (2) jurados. El formato para escribir los apellidos y nombres es: "Apellido1 InicialApellido2., Nombre1 InicialNombre2". Si el autor esta registrado en el sistema CVLAC, se anota el código respectivo (para ciudadanos venezolanos dicho código coincide con el número de la Cedula de Identidad). La codificación del Rol es: CA = Coautor, AS = Asesor, TU = Tutor, JU = Jurado.

### Fecha de discusión y aprobación:

Año	Mes	Día
2018	02	23

Fecha en formato ISO (AAAA-MM-DD). Ej: 2005-03-18. El dato fecha es requerido.

**Lenguaje:** spa      Requerido. Lenguaje del texto discutido y aprobado, codificado usando ISO 639-2. El código para español o castellano es spa. El código para ingles en. Si el lenguaje se especifica, se asume que es el inglés (en).

**Hoja de Metadatos para Tesis y Trabajos de Ascenso - 4/6**

**Archivo(s):**

<b>Nombre de archivo</b>
<b>NMOTTG_CLPJ2018</b>

Caracteres permitidos en los nombres de los archivos: **A B C D E F G H I J K L M  
N O P Q R S T U V W X Y Z a b c d e f g h i j k l m n o p q r s t u v w x y z 0 1 2  
3 4 5 6 7 8 9 \_ - .**

**Alcance:**

Espacial: \_\_\_\_\_ (opcional)

Temporal: \_\_\_\_\_ (opcional)

**Título o Grado asociado con el trabajo:**

**Ingeniero Agrónomo**

---

Dato requerido. Ejemplo: Licenciado en Matemáticas, Magister Scientiarum en Biología Pesquera, Profesor Asociado, Administrativo III, etc

**Nivel Asociado con el trabajo:**     **Ingeniería**    

Dato requerido. Ejs: Licenciatura, Magister, Doctorado, Post-doctorado, etc.

**Área de Estudio:**

**Tecnología y ciencias Aplicadas**

---

Usualmente es el nombre del programa o departamento.

**Institución(es) que garantiza(n) el Título o grado:**

**Universidad de Oriente Núcleo Monagas**

---

Hoja de metadatos para tesis y trabajos de Ascenso- 5/6



UNIVERSIDAD DE ORIENTE  
CONSEJO UNIVERSITARIO  
RECTORADO

CUN°0975

Cumaná, 04 AGO 2009

Ciudadano  
**Prof. JESÚS MARTÍNEZ YÉPEZ**  
Vicerrector Académico  
Universidad de Oriente  
Su Despacho

Estimado Profesor Martínez:

Cumplo en notificarle que el Consejo Universitario, en Reunión Ordinaria celebrada en Centro de Convenciones de Cantaura, los días 28 y 29 de julio de 2009, conoció el punto de agenda "SOLICITUD DE AUTORIZACIÓN PARA PUBLICAR TODA LA PRODUCCIÓN INTELECTUAL DE LA UNIVERSIDAD DE ORIENTE EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL DE LA UDO, SEGÚN VRAC N° 696/2009".

Leído el oficio SIBI - 139/2009 de fecha 09-07-2009, suscrita por el Dr. Abul K. Bashirullah, Director de Bibliotecas, este Cuerpo Colegiado decidió, por unanimidad, autorizar la publicación de toda la producción intelectual de la Universidad de Oriente en el Repositorio en cuestión.

Comunicación que hago, a usted a los fines consiguientes.

RECIBIDO POR *[Firma]*  
FECHA 5/8/09 HORA 5:30

Cordialmente,  
*[Firma]*  
JUAN A. BOLANOS CUMEL  
Secretario

C.C: Rectora, Vicerrectora Administrativa, Decanos de los Núcleos, Coordinador General de Administración, Director de Personal, Dirección de Finanzas, Dirección de Presupuesto, Contraloría Interna, Consultoría Jurídica, Director de Bibliotecas, Dirección de Publicaciones, Dirección de Computación, Coordinación de Teleinformática, Coordinación General de Postgrado.

JABC/YOC/manija

Hoja de Metadatos para Tesis y Trabajos de Ascenso – 6/6

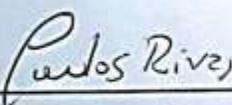
Artículo 41 del REGLAMENTO DE TRABAJO DE PREGRADO (vigente a partir del II Semestre 2009, según comunicado CU-034-2009): “Los Trabajos de Grado son de exclusiva propiedad de la Universidad, y solo podrán ser utilizados a otros fines, con el consentimiento del Consejo de Núcleo Respectivo, quien deberá participarlo previamente al Consejo Universitario, para su autorización.”



---

**Cova León Pablo José**

**Autor**



---

**Dr. Carlos Rivas**

**Tutor**