

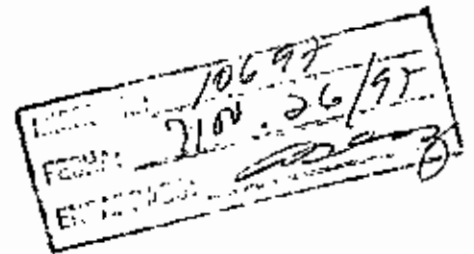
ESCUELA AGRICOLA PANAMERICANA

DEPARTAMENTO DE RECURSOS NATURALES  
Y CONSERVACION BIOLOGICA

GENERACION DE UNA TECNOLOGIA PARA EL CONTROL DE  
*Atta spp.* EN PLANTACIONES FORESTALES CON FUNGICIDAS  
DE BAJA TOXICIDAD HUMANA

Tesis presentada como requisito parcial para optar al título de Ingeniero  
Agrónomo  
en el grado académico de licenciatura

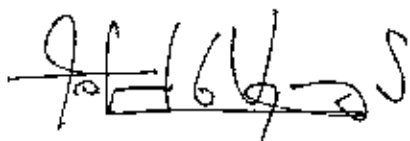
por



Roland Guillermo Vargas Sánchez

El Zamorano, F. M., Honduras, 26 de Abril de 1997

**El autor concede a la Escuela Agrícola Panamericana permiso para reproducir y distribuir copias de este trabajo con fines educativos. Para otras personas físicas o jurídicas, se reservan los derechos de autor.**



---

**Roland Guillermo Vargas Sánchez**

**Zamorano, F. M., Honduras, 26 de Abril de 1997**

DEDICATORIA

A Francisco Humberto Vargas Daza, María Elena Sánchez Peña y Christian  
Fernando Vargas Sánchez.

## AGRADECIMIENTO

A Dios por estar siempre conmigo.

A mi familia por creer tanto en mí.

A la Dra. Sarah Gladstone y familia por todo el apoyo y el calor humano recibido.

Al Dr. Michael Zeiss por su tiempo, enseñanza e inmensa paciencia.

Al Ing. Nelson Villatoro por guiarme y aconsejarme.

Al Sr. Armando Hernández y familia por su cooperación y amistad.

Al Sr. Geovani Zepeda por la ayuda recibida.

Al personal del Departamento de Recursos Naturales y Conservación Biológica, de manera especial a M. Sc. Silvia Chalukian, M. Sc. Timothy Longwell, Ing. Janeth Moncada, Sra. Reina Castro, Sr. René Calderón, Sr. Marlon Medrano.

A la Fundación Vida.

A los Ingenieros Javier Quan , Francisco Torres ( Q.E.P.D. ), Rogelio Trabanino y a la Agr. Francisca Palacios por la colaboración recibida.

A la clase Genesis de la que soy parte.

A mis compañeros del Programa Ingeniero Agrónomo, especialmente a Wilfredo Márquez, Rolando Haches, Mario H. Barrón, René Barrientos, Fernando Salazar, Ever Hernández , Carlos Quiroz y Sandra Panting.

A Leonardo Busch S. por los buenos momentos en los últimos años

A Olivia Diamond L. y familia por apoyarme en todo momento.

A los amigos que se acordaron de mí a la distancia: Ignacio Landívar, Claudia De Oliva Maya, Mónica Oropesa, Paula Villegas, Mariana Camacho, Alan Campbell, Betty Roca, Astrid Zamora, familia Justiniano Roca.

A todos las personas con las que compartí vivencias en la Escuela Agrícola Panamericana durante cuatro años, especialmente en los últimos meses: Jimena Ponce de León, Bárbara Harrison, Marcelo Castedo, José L. Barros, Jorge Castedo, Stefan Fleig, Fernando Menacho, Marcelo Muñoz, Jaime Medina, David Crespo, Gisela Poquiviqui, Dante Egüez, Belén Prado, Oscar Fleig, Roberto Arano, Jaime Sandy, Eduardo Aparicio, Ramiro Viaña, Margoth Verde Ramo, Paola Ortiz , Indiana Ascarrunz, Julio Vega y Roberto Escobar.

Y a todo aquel que de una u otra forma me brindó su apoyo... gracias nuevamente.

## RESUMEN

El objetivo general del presente estudio fue desarrollar y evaluar junto a productores de leña una tecnología para el control de *Atta* spp. en plantaciones forestales. Los objetivos específicos fueron: evaluar la efectividad del extracto de semilla de toronja (Kilol L DF-100 11 SL), oxiclورو de cobre (Cupravit Azul 60 WP) y la semilla de *Canavalia ensiformis* en cebo con pulpa y cáscara de toronja como atrayente para el control de *Atta* spp., evaluar el impacto que tiene esta plaga insectil sobre el crecimiento y sobrevivencia de plantas de *Leucaena leucocephala* y *Eucaliptus camaldulensis* en plantaciones energéticas recién establecidas y desarrollar y mejorar junto a los productores de leña de la zona, una técnica de bajo riesgo para el manejo de la plaga mediante trabajos en el campo y un taller de capacitación. El estudio se desarrolló en la Escuela Agrícola Panamericana y las comunidades de El Llano y El Jicarito, Depto. de Francisco Morazán, Honduras. Primero se determinó cuales concentraciones dentro de cada tratamiento (cebos a base de cada uno de los ingredientes activos evaluados) eran las más aceptadas por *Atta* spp., resultando las concentraciones de producto comercial de 13 partes por mil de Kilol L DF-100 11 SL y 9 partes por mil de Cupravit Azul 60 WP las elegidas para ser evaluadas en la siguiente parte del estudio. Después de dos ensayos, el primero con 27 nidos y el segundo con doce en los que se colocaron 500 g de cebo por nido más el correspondiente análisis de varianza, se concluyó que los cebos a base de semilla de canavalia no fueron aceptados por los insectos ni mezclados con aceite de palma, aceite de soya o pulpa y cáscara de toronja sin atrayente. El tratamiento que logró bajar significativamente la actividad de los nidos fue el cebo a base de oxiclورو de cobre aplicado cada 15 días por 45 días. Los plantines de *L. leucocephala* que habían sido atacados en este periodo de tiempo registraron una mortalidad del 88% y los que no sufrieron el ataque mostraron un estancamiento del crecimiento en un 60% de las observaciones. Con *E. camaldulensis* se observó que el ataque provocó un valor promedio de crecimiento inferior en 21 cm en el periodo comprendido después del primer mes, que es cuando se realizaron las primeras mediciones, y la observación final. Finalmente se realizó un taller cuyo objetivo era dar a conocer a los pequeños productores de leña que trabajan con la Fundación Vida diferentes métodos eficaces y seguros para ellos y el medio ambiente de controlar esta plaga. De este taller se pudo concluir que hay interés de parte de los participantes por saber más del tema y por poner en práctica los métodos propuestos.

## CONTENIDO

PORTADILLA.....	i
DERECHOS DE AUTOR.....	ii
PAGINA DE FIRMAS.....	iii
DEDICATORIA.....	iv
AGRADECIMIENTO.....	v
RESUMEN.....	vi
CONTENIDO.....	vii
INDICE DE CUADROS.....	ix
INDICE DE FIGURAS.....	ix
INDICE DE ANEXOS.....	ix
I. INTRODUCCION.....	1
1.1 Justificación.....	2
1.2 Objetivo Principal.....	2
1.3 Objetivos Específicos.....	2
II. REVISION DE LITERATURA.....	3
2.1 Distribución geográfica del género <i>Atta</i> .....	3
2.2 Aspectos biológicos generales.....	4
2.2.1 Ciclo de vida.....	4
2.2.2 Castas y división de labor.....	5
2.2.3 Densidades poblacionales y comportamiento.....	6
2.2.4 Selección de sus fuentes alimenticias.....	7
2.2.5 Relación simbiótica con el hongo .....	8
2.3 Prácticas de control.....	9
2.3.1 Aplicaciones de químicos sintéticos.....	9
2.3.2 Partes y extractos vegetales.....	11
2.3.3 Control biológico .....	12
2.3.4 Otras prácticas.....	13
2.4 Impactos ambientales de los plaguicidas usados en el control de <i>Atta</i> spp. ....	14
2.4.1 Los insecticidas organoclorinados.....	14

2.5	Impactos en la salud humana de los plaguicidas usados en el control de <i>Atta</i> spp.....	15
III.	MATERIALES Y METODOS.....	16
3.1	Eficacia de fungicidas en cebo.....	16
3.1.1	Aceptación de cebos .....	16
3.1.2	Eficacia de cebos.....	19
3.2	Impacto del ataque de <i>Atta</i> spp. en plantaciones jóvenes de leucaena ( <i>Leucaena leucocephala</i> ) y eucalipto ( <i>Eucaliptus camaldulensis</i> ).....	19
3.3	Taller del manejo de zompopos con productores dendroenergéticos.....	20
3.3.1	Objetivos.....	20
3.3.2	Metodología.....	21
IV.	RESULTADOS Y DISCUSION.....	22
4.1	Eficacia de fungicidas en cebo.....	22
4.1.1	Aceptación de cebos.....	22
4.1.2	Eficacia de cebos.....	23
4.2	Impacto del ataque de <i>Atta</i> spp. en plantaciones jóvenes de leucaena ( <i>Leucaena leucocephala</i> ) y eucalipto ( <i>Eucaliptus camaldulensis</i> ).....	26
4.3	Taller con productores dendroenergéticos.....	26
V.	CONCLUSIONES.....	28
5.1	Pruebas de fungicidas.....	28
5.2	Efecto de la defoliación.....	28
5.3	Taller .....	29
VI.	RECOMENDACIONES.....	30
VII.	BIBLIOGRAFIA.....	31

## INDICE DE CUADROS

Cuadro 1.	Hormigas cortadoras de hojas del género <i>Atta</i> : distribución de las especies.....	3
Cuadro 2.	Concentraciones probadas de cada producto.....	17
Cuadro 3.	Clasificación en bloques de acuerdo a la actividad y asignación de tratamientos a los nidos.....	18
Cuadro 4.	Análisis de varianza en el consumo de cebos.....	22
Cuadro 5.	Resultados de la prueba Student-Newman-Keuls para el consumo final de cebo.....	22
Cuadro 6.	Análisis de varianza en la actividad de los nidos en el tiempo.....	24
Cuadro 7.	Análisis de varianza en la actividad de los nidos a los 30 días del inicio del control.....	24
Cuadro 8.	Resultados de la prueba T de Diferencia Mínima Significativa para la actividad de los nidos a los 30 días del inicio del control.....	25
Cuadro 9.	Análisis de varianza en la actividad de los nidos a los 45 días del inicio del control.....	25
Cuadro 10.	Resultados de la prueba T de Diferencia Mínima Significativa para la actividad de los nidos a los 45 días del inicio del control.....	25
Cuadro 11.	Prueba T para la determinación del efecto sobre la mortalidad y el crecimiento de plantines de eucalipto recién establecidos atacados y no atacados por los zompopos.....	26
Cuadro 12.	Conocimientos esperados y recibidos de los participantes.....	27

## INDICE DE FIGURAS

Figura 1.	Efecto de tres aplicaciones de cebos con fungicidas (500 g c/u) sobre la actividad de zompopos.....	23
-----------	---	----

## INDICE DE ANEXOS

Anexo 1.	Consumo final de cebo (g) por parte de los nidos.....	33
Anexo 2.	Consumo de cebo (g) de semilla de canavalia .....	34
Anexo 3.	Crecimiento (cm) de plantines de leucaena atacados y no atacados.....	35
Anexo 4.	Actividad de nidos en las tres posturas de cebos y 15 días después de la última postura.....	36
Anexo 5.	Contenido del Taller.....	37

## I. INTRODUCCION

Las hormigas cortadoras de hojas (Hymenoptera: Formicidae), donde quiera que existan, son un grupo sumamente exitoso ya que logran sostener altas poblaciones contra toda adversidad. Desde que estos insectos atacan la mayoría de los tipos de vegetación, se han convertido en una seria plaga económica (Hölldobler y Wilson, 1990).

Las plantaciones energéticas no están libres del ataque de zompopos (*Atta* spp. y *Acromyrmex* spp.), por lo que los productores de madera en su afán por controlar la plaga han hecho énfasis en el uso de insecticidas tales como el dodecacloro (Mirex), heptacloro (Aldrin), llegando a usar pastillas de fosforo de aluminio (Fostoxin) e hidrocarburos como la gasolina. Todos éstos métodos son riesgosos para la salud de las personas por su toxicidad o para el medio ambiente por su residualidad y el riesgo de incendios que algunos de ellos implican, además, muchos de estos métodos simplemente brindan un control parcial, es decir eliminan los insectos que están fuera de los nidos sin afectar el núcleo del mismo; es decir la reina y el cultivo de hongos.

Los zompopos no se alimentan directamente del material vegetal que recolectan, ya que este es llevado dentro del nido y sometido a un proceso de degradación química antes de ser insertadas en el sustrato donde crece un hongo perteneciente a los géneros basidiomycetos *Leucocoprinus*, *Lepiota* o *Rozites*, dependiendo de la especie del insecto. Este hongo constituye la base de la alimentación de la colonia y nos proporciona una alternativa de control si se ataca al hongo alimenticio en lugar del insecto (Hölldobler y Wilson, 1990).

La dependencia de los zompopos sobre un hongo representa una oportunidad para usar fungicidas para su control, que sean normalmente menos tóxicos al medio ambiente y seres humanos que los insecticidas.

En ensayos realizados en la Escuela Agrícola Panamericana por Sequeira en 1984 (datos no publicados), se menciona la formulación de un cebo a base de pulpa de cítricos como atrayente para los zompopos y Benomyl como ingrediente activo, obteniendo como resultado un control del 100% de control de las colonias de insectos.

A su vez, Dominguez (1992), usando también un cebo con Benomyl como ingrediente activo, eliminó totalmente la actividad en un 40% de colonias de zompopos a los 40 días post aplicación y un 56% con una serie de tres aplicaciones evaluadas a los 45 días, pero

se necesita investigar las propiedades de otros fungicidas muy accesibles y poco tóxicos tales como el oxiclóruo de cobre.

## 1.1 JUSTIFICACION

Los pequeños productores dendroenergéticos que viven en la zona que comprende la Escuela Agrícola Panamericana, El Jicarito y El Llano, se esfuerzan por no extraer leña de los bosques naturales para conservar su medio ambiente. Para ello establecen plantaciones energéticas que en su primer año de establecimiento sufren defoliación por parte de los zompos. En su afán por controlar la plaga, los productores han recurrido a métodos de control químico que ponen en riesgo su salud y la naturaleza que los rodea. Tampoco existen métodos eficaces de control a largo plazo de esta plaga.

## 1.2 OBJETIVO GENERAL

Desarrollar y evaluar junto a los productores de leña, una tecnología para el control de *Atta* spp. en plantaciones forestales con fungicidas de baja toxicidad humana e inocua para el medio ambiente.

## 1.3 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

⇒ Evaluar la efectividad de un producto comercial en base al extracto de semilla de toronja (Kilol L DF- 100 11 SL) y oxiclóruo de cobre (Cupravit Azul 60 WP) en cebos con pulpa y cáscara de toronja como atrayente y la semilla de *Canavalia ensiformis* en cebos con aceite de palma, aceite de soya y pulpa y cáscara de toronja como atrayente para el control de *Atta* spp.

⇒ Evaluar el impacto que tiene esta plaga insectil sobre el crecimiento y sobrevivencia de plantas de *Leucaena leucocephala* y *Eucaliptus camaldulensis* en plantaciones energéticas recién establecidas.

⇒ Desarrollar y mejorar junto a los productores de leña una técnica de bajo riesgo para el manejo de la plaga mediante trabajos en el campo y un taller .

## II. REVISION DE LITERATURA

### 2.1 DISTRIBUCION GEOGRAFICA DEL GENERO *Atta*

El género *Atta*, gracias a su gran capacidad de adaptación a diferentes habitats, se ha extendido por la mayoría de los países del continente americano, su rango de distribución abarca desde los estados de Louisiana, Texas y Arizona en los Estados Unidos hasta las regiones australes de Argentina y Chile.

En el siguiente cuadro se detalla su distribución geográfica de acuerdo a sus diferentes especies:

Cuadro 1. Hormigas cortadoras de hojas del género *Atta*: distribución de las especies.

Especies	Distribución
<i>Atta hisphaerica</i>	Brasil
<i>A. capiguara</i>	Brasil, Paraguay
<i>A. cephalotes</i>	Sudeste de México hasta Ecuador y Brasil; Antillas menores incluso Barbados
<i>A. colombica</i>	Guatemala hasta Colombia
<i>A. goiana</i>	Brasil
<i>A. insularis</i>	Cuba
<i>A. laevigata</i>	Colombia hasta Guianas y Paraguay
<i>A. mexicana</i>	Arizona (Estados Unidos) hasta El Salvador
<i>A. opaciceps</i>	Brasil
<i>A. robusta</i>	Brasil
<i>A. saltensis</i>	Argentina, Bolivia, Paraguay
<i>A. sexdens</i>	Costa Rica hasta Argentina y Paraguay
<i>A. silvai</i>	Brasil
<i>A. texana</i>	Louisiana, Texas (Estados Unidos)
<i>A. vollenweideri</i>	Argentina, Brasil, Bolivia

Fuente: Hölldobler y Wilson, 1990

## 2.2 ASPECTOS BIOLÓGICOS GENERALES

Los miembros de la tribu Attini son un grupo morfológicamente distinto y limitado al Nuevo Mundo. La mayoría de los 12 géneros (entre ellos *Atta* spp.) y 190 especies habitan las porciones tropicales de México, América Central y América del Sur. Comparten con las termitas macrotermitine y ciertos escarabajos el sofisticado hábito de cultivar un hongo y alimentarse del mismo (Hölldobler y Wilson, 1990).

Aparte de su proceso alimenticio único y los muchos cambios fisiológicos y de comportamiento asociados a él, los Attini se distinguen de otras hormigas por su inusual combinación de rasgos anatómicos, una tendencia de sus cuerpos hacia lo rígido y espinoso; y un primer segmento del gastro desproporcionadamente grande (Hölldobler y Wilson, 1990).

Las hormigas pertenecientes a los géneros *Atta* y *Acromyrmex* son consideradas plagas agrícolas por su habilidad para usar muchas especies de plantas con la ayuda de su hongo simbiótico, el cual actúa como una especie de sistema digestivo auxiliar. Los zompopos también forman poblaciones de alta densidad que pueden ir desde 5 colonias por hectárea en *Atta vollenweideri* hasta 28 colonias por hectárea en *Atta capiguara*, conteniendo cada colonia un millón o más obreras (Fowler et al., 1986; citado por Hölldobler y Wilson, 1990).

### 2.2.1 Ciclo de vida

En la región mesoamericana, las colonias de *Atta* spp. coinciden en su origen con el inicio de la época lluviosa, que es cuando la reina deposita una pequeña cantidad de micelios del hongo alimenticio de su colonia dentro de una cámara infrabucal ubicada en la base del labium y emprende el vuelo nupcial generalmente en horas vespertinas siendo seguida por un cortejo de machos o zánganos que se encargan de fertilizar a la reina. Se calcula que la hembra fértil o reina es inseminada por un número de zánganos que oscila entre tres y ocho (Hölldobler y Wilson, 1990).

Durante el vuelo nupcial y después, cuando la reina intenta fundar una nueva colonia, la mortalidad de zánganos es extremadamente alta y se han registrado tasas de supervivencia que varían desde cero hasta diez por ciento para especies diferentes (Fowler et al., 1986; citado por Hölldobler y Wilson, 1990)

Una vez en tierra, la reina cava un pequeño nido consistente en un túnel de unos pocos milímetros de diámetro y una profundidad que en algunos casos llega a un metro, adyacente a él se construye también la primera cámara de cría. El cargamento de micelios que llevaba es colocado en el suelo de esta cámara y a los tres días ya hay crecimiento de nuevas estructuras fungosas; en este momento la reina oviposita los primeros tres a seis huevos en un lugar separado de los micelios. Cuando hay más de 20 huevos y el tamaño

de la masa de fungosa es diez veces mayor, ambos son colocados juntos (Hölldobler y Wilson, 1990).

Al final del primer mes, se han desarrollado larvas y pupas rodadas del hongo que crece aceleradamente.

De los primeros huevos que la hembra pone nacerán exclusivamente obreras. Las larvas nacen a las dos semanas después que la reina ha ovipositado, estos empupan a los 14 días y 12 días después de haber empupado nacen los primeros zompopos adultos, que son obreras, las que se encargan de cultivar el hongo para alimentarse (Melara et al., 1996).

El crecimiento de una colonia en su fase inicial es muy lento. Durante el segundo y tercer año se acelera rápidamente y disminuye en el momento que se comienzan a producir machos y hembras fértiles. El tamaño final alcanzado por los nidos de los zompopos se registra aproximadamente a los diez años y es descomunal si se relaciona al área que abarcaba la reina al momento de su fundación. El área de un nido plenamente desarrollado puede llegar a 600 m<sup>2</sup> y la población de obreras sobrepasar el límite de siete millones de individuos, dependiendo de la especie (Hölldobler y Wilson, 1990).

### 2.2.2 Castas y división de labor

Weber (1972) y Fowler (1989) sostienen que los zompopos viven organizados en sociedades que están compuestas por castas o clases sociales (Dominguez, 1992), la cuales son:

★ La reina o hembra fértil. Es el núcleo de la colonia. Su función es exclusivamente reproductiva; la reina copula y pone los huevos.

★ Las obreras. A diferencia de la reina, las obreras son estériles y constituyen la fuerza de trabajo en importantes actividades dentro de la vida de una colonia. La división de labores entre el conglomerado de obreras es mucho más complicada que la de cualquier otra clase social.

Aunque el tamaño de una obrera adulta no cambia con la edad, el tamaño de las obreras producidas por una colonia de hormigas cambia a medida que el nido crece. En muchas especies, las primeras obreras producidas por una nueva reina son obreras "miniatura" aún mas pequeñas que las obreras de menor tamaño generadas por una colonia grande (Hölldobler y Wilson, 1990).

En una colonia grande de *Atta*, las obreras de mayor tamaño defienden el nido. Los individuos de tamaño mediano se ocupan de la excavación del nido y de recolectar material vegetal. Dentro del nido, las obreras más pequeñas acondicionan el material recolectado para que sirva como sustrato de crecimiento del hongo que las alimenta. Por último, las obreras "miniatura" cuidan el jardín de hongos además de que defienden de moscas parasitoides a las recolectoras, vigilándolas mientras cortan la vegetación y

ubicándose sobre el fragmento cercenado mientras es transportado hacia el nido (Feener y Moss, 1990; citado por Wetterer, 1994).

★ Los soldados. Melara (1996) indica que son los zompopos que se encargan de la seguridad del nido y de cuidar el camino por el cual las obreras transportan el material. Se distinguen de los demás individuos porque son más grandes y tienen una cabeza y una mandíbula más prominente. El tamaño de la cabeza de los soldados está en directa relación con el desarrollo del sistema muscular que mueve sus mandíbulas (Cherret, 1982; citado por Dominguez, 1992).

★ Los machos o zánganos. Son producidos por la colonia a comienzos de la época lluviosa. Están provistos de alas para poder copular con las hembras fértiles durante el vuelo nupcial. Después de realizado el apareamiento, éstos mueren, es decir que su misión es estrictamente reproductiva.

### 2.2.3 Densidades poblacionales y comportamiento

Según mediciones realizadas por Lewis y colaboradores en 1974, se estimó que la población promedio de un nido en *Atta cephalotes* es de aproximadamente 651.000 individuos, siendo 39.624 el número de obreras forrajeras o recolectoras de vegetación (Forti et al., 1983).

No hay datos disponibles acerca de densidades de nidos en selvas lluviosas tropicales. A pesar de esto, la impresión general de los mirmecólogos que han visitado dichos lugares es que son bastante similares para diferentes sitios dentro de un ecosistema (Jaffe y Vilela, 1987).

En un estudio realizado con *Atta cephalotes* en 1985 por Wetterer en la estación biológica La Selva, Puerto Viejo de Sarapiquí, Costa Rica, se observó que durante la época seca la cantidad de hormigas que iban cargadas de material recolectado era más grande y la proporción de fragmentos frescos de hojas transportados fue mayor de noche que de día. Además se comprobó que hay mayor cantidad de obreras que descienden cargadas durante la noche (citado por el mismo autor en 1994).

Similarmente, y en el mismo estudio, se constató que durante la época lluviosa hay una mayor cantidad de hormigas que van cargadas en el día, pero la proporción de material recolectado fue mayor durante la noche y, que las obreras que descendían de un árbol con fragmentos de hojas eran pequeñas, similares en tamaño a aquellas activas durante el día en otras colonias.

Según Hölldobler y Wilson (1990), hay muchas especies de hormigas capaces de cambiar la hora de máxima actividad recolectora de acuerdo a las variaciones del medio ambiente y se han dado cambios tan radicales de horario en la especie *A. cephalotes* como reemplazar la actividad recolectora predominantemente diurna hacia una labor nocturna en un periodo de pocos días en la selva amazónica brasilera. Estos autores citan también

que Lewis et al. (1974) encontraron en los bosques de Trinidad que las columnas recolectoras emergen abruptamente y alcanzan su pico de actividad dos horas después. La labor de recolección es usualmente nocturna y dura un promedio de doce horas; cuando se realiza en el día, se prolonga por un lapso promedio de siete horas y media.

Domínguez (1992) menciona que Stradling (1978) verificó que en *Atta sexdens* la actividad máxima de acarreamiento de hojas ocurre cuando la temperatura es de 20-25°C a nivel del suelo y la humedad relativa de 80-100% a cinco cm de altura del suelo y que según Weber (1966), la forma de comunicación entre individuos de una colonia es química, ya que la sustancia utilizada es una feromona intraespecífica, asevera que la máxima actividad recolectora de los zompopos se da en horas tempranas de la noche, esto es entre las nueve y las diez. El mismo autor asevera que la máxima actividad recolectora de los zompopos se da en horas tempranas de la noche, esto es entre las nueve y las diez.

En la comunicación química se distinguen varias funciones, entre ellas: marcación de rutas que conducen a fuentes alimenticias, alarma, atracción o acercamiento, reclutamiento, cuidados internos, intercambio oral y anal de líquidos, intercambio de partículas sólidas de alimento, reconocimiento y diferenciación de castas (Hölldobler y Wilson, 1990).

La tribu Attini es posiblemente el grupo más estudiado en su comportamiento territorial, el mismo que está íntimamente relacionado con la existencia de una feromona territorial para cada colonia de *Atta laevigata* que incrementa la vigilancia de las obreras residentes simulando agresividad.

Hölldobler y Wilson en 1986 basados en experimentos de laboratorio, descartaron la existencia de una feromona territorial en *A. cephalotes* y sugirieron que la secreción química de los individuos de esta especie es usada como una marca para la localización de la entrada del nido (Salzemann y Jaffe, 1990).

#### 2.2.4 Selección de fuentes alimenticias

Algo que llama la atención de cualquier observador es el hecho que los zompopos no necesariamente seleccionan las plantas más próximas al nido para alimentarse de ellas. Una explicación clásica para éste fenómeno es que los insectos están siguiendo una estrategia que les permitirá conservar recursos alimenticios evitando una sobreexplotación de las plantas cercanas.

Rockwood y Hubbell (1987) exponen las siguientes teorías para explicar este extraño comportamiento:

★ Las plantas de especies explotadas exhiben una variación individual en la aceptabilidad de sus hojas por parte de las hormigas.

\* Por lo general, la abundancia de una especie vegetal se incrementará con la distancia radial desde el nido, por lo que la probabilidad de que al menos una planta de la especie en cuestión sea aceptada por las hormigas también aumenta con la distancia.

\* Las hormigas recolectan usando un sistema que reduce significativamente su tiempo de viaje hacia plantas previamente descubiertas con follaje de buena calidad.

\* Las obreras no se dan cuenta de la cantidad total de material disponible para la colonia. Una vez que las obreras han enfocado su atención hacia una planta, toda la colonia concentrará sus esfuerzos en cosechar esa planta en lugar de buscar fuentes adicionales de material distantes del sendero ya establecido.

Las hormigas cortadoras de hojas del género *Atta* son conocidas por cosechar casi exclusivamente hojas jóvenes; esto puede deberse a que no son repelentes y son fáciles de cortar (Nichols-Orians y Schultz, 1989). A pesar de esto, las hojas jóvenes de plantas neotropicales contienen altas concentraciones de químicos secundarios (Coley, 1993; citado por Nichols-Orians y Schultz, 1989).

Experimentos de campo indican que la alta concentración foliar de taninos condensados afecta la selección de material vegetativo de *Inga oerstediana*, una leguminosa tropical por parte de las hormigas cortadoras de hojas. Otro factor de selección importante es la dureza de las hojas (Nichols-Orians y Schultz, 1989).

El nitrógeno es frecuentemente el elemento limitante para el crecimiento de los organismos, por lo que se podría deducir que material vegetal con una alta concentración de N es un sustrato altamente deseable para un jardín de hongos. Estudios de laboratorio han mostrado que una adición de N libre a un cultivo fungoso de *Atta* aumentó la tasa de crecimiento de los mismos. Esto nos lleva a concluir que la concentración de N es otro factor considerado por los zompopos a la hora de seleccionar follaje (Mattson, 1980; citado por Berish, 1986).

Finalmente, Howard en 1987 demostró que la selección de hojas por las obreras de *Atta cephalotes* es ligeramente favorecida por el contenido energético y la humedad de las hojas (citado por Hölldobler y Wilson, 1991).

### 2.2.5 Relación simbiótica con el hongo

Las hojas frescas y otros cortes vegetales que son llevadas dentro del nido, son sometidas a un proceso de degradación antes de ser insertadas en el sustrato donde crece el hongo. Primero las hormigas lamen y cortan partes vegetales en piezas de uno a dos milímetros de diámetro, después mastican los fragmentos por los bordes hasta que las piezas queden mojadas y con aspecto de papilla, algunas veces es necesario que las hormigas añadan una secreción anal líquida y de color claro a la superficie, entonces y con movimientos laterales de sus tarsos insertan las piezas en el sustrato. Finalmente, las hormigas arrancan penachos de micelio de otras partes del jardín y los plantan en porciones nuevas de

sustrato (Hölldobler y Wilson, 1990). Estos mismos autores citan que Michael Martín et al. descubrieron que las obreras de *Atta* contribuyen con enzimas digestivas en la secreción fecal que depositan en el hongo incluyendo una quitinasa, una alfa amilasa y tres proteinasas.

Las obreras de *Atta* y *Acromyrmex* se alimentan directamente de la savia, la cual debe ser crucial para sus requerimientos ya que si se alimentaran del hongo que cultivan, solo llegarían a satisfacer un cinco por ciento de su demanda diaria de energía (Quinlan y Cherret, 1979; citado por Hölldobler y Wilson, 1990). En contraste a lo anterior, las larvas son capaces de subsistir y desarrollarse perfectamente con lo que obtienen de las estáfílas fungosas, que son un agregado de pequeñas estructuras esféricas o elipsoidales que crecen en las terminaciones de las hifas. Las estáfílas fungosas parecen no tener otro objetivo (Cherret et al., 1989; citado por Bass y Cherret, 1996). Bass y Cherret (1996) descubrieron que las hormigas están cosechando continuamente las estáfílas sin dejar que alcancen su máximo desarrollo, esto porque la productividad diaria por unidad de área es mayor al recolectarlas pequeñas.

Se puede concluir que los zompopos adultos son fundamentalmente libadores de néctar, depredadores y recolectores de alimentos; todo su sistema digestivo desde sus peculiares filtros infrabucales y proventriculares hasta su delicado intestino medio y limitado espectro de enzimas digestivas, está diseñado para sus fines dietéticos. Están mal catalogados como herbívoros. El hongo, a cambio de la protección y los cuidados, digiere la celulosa y otros compuestos vegetales normalmente inaccesibles para las hormigas y comparte con ellas parte de sus productos metabólicamente asimilados (Hölldobler y Wilson, 1990).

## 2.3 PRACTICAS DE CONTROL

Es muy variada la gama de prácticas que se han llevado a cabo con el fin de controlar a los zompopos, algunas muy efectivas pero con muchas limitaciones en su uso y otras no tan eficientes pero con un impacto ecológico menor. Estas prácticas se pueden agrupar según sus características en: control por aplicaciones de químicos sintéticos, control con partes y extractos vegetales, práctica empíricas de control cultural y control biológico.

### 2.3.1 Aplicaciones de químicos sintéticos

Dentro del control químico tenemos una serie de prácticas como ser el uso de cebos envenenados. Entre las ventajas que tiene esta práctica se mencionan: no es esencial encontrar el nido ya que el cebo puede ser colocado en los senderos de actividad de los zompopos o donde el daño es visible, nidos en propiedad privada ajena pueden ser destruidos sin necesidad de ingresar en ella y los nidos pequeños o jóvenes son eliminados fácilmente. Por otra parte, los nidos pueden ser tratados rápidamente y el cebo es fácil de aplicar, sin requerir equipo especializado o entrenamiento previo. La concentración del

tóxico en un cebo es usualmente baja por lo que el manipuleo del mismo es un procedimiento relativamente seguro. Las hormigas recolectan el cebo y lo concentran donde este tiene mayor efecto dentro del nido, además, adecuadas formulaciones de cebo pueden ser muy específicas hacia un organismo determinado (Cherret, 1971). Finalmente, los cebos nos permiten matar a la reina al eliminar el hongo alimenticio, por lo que el nido se queda sin su núcleo y no puede seguir generando nuevos individuos.

Pero los cebos también tienen desventajas, como por ejemplo: el control exitoso depende de que las partículas que son levantadas por las hormigas sean llevadas dentro del nido. La contaminación de los cebos cuando son manipulados o almacenados cerca de otros químicos con olor fuerte puede inhibir la recolección de los mismos. Si las partículas del cebo se mojan, se deterioran como resultado de la desintegración y el drenaje de líquido. El crecimiento bacteriano y fungoso es un problema en los trópicos húmedos. Los cebos comerciales pueden ser caros y los campesinos de Centro y Sudamérica que son quienes sufren mayormente el efecto de esta plaga son muy pobres. Aunque los zompopos adultos obtienen la mayoría de sus requerimientos nutricionales de la savia, la prole se alimenta exclusivamente de las estúpidas fungosas provenientes de las partes más viejas del jardín, en consecuencia, no hay una ruta directa entre el tóxico y la prole que nos asegure un efecto más contundente (Peregrine y Cherret, 1966; citado por Cherret, 1971).

Phillips et al. (1976) realizaron pruebas de campo con muchos nuevos hidrocarburos no clorinados como alternativas al Mirex (dodecacloro). Algunos de ellos dieron mejor o igual resultado, pero no han sido mercadeados como cebos. Nogueira (datos no publicados), probó el insecticida derivado de bacterias del suelo avermectina y Amdro® en cebos de pulpa de cítricos contra nidos grandes de *Atta* y *Acromyrmex*. Los resultados fueron prometedores a pesar que los cebos envenenados con avermectina tomaron más tiempo para matar las poblaciones de los grandes nidos del que tomaban los cebos de Mirex. Además, el fungicida oxiclóruo de cobre ha sido probado en cebo contra nidos de *Atta* y los resultados preliminares han mostrado que puede ser tan efectivo como el Mirex (Vilela, 1986).

Otros insecticidas y una bacteria fueron probados en cebo para controlar poblaciones de *Atta* y *Acromyrmex* en plantaciones de pino de los llanos venezolanos pero su efectividad en el control no sobrepasó el 40% de los nidos; entre ellos: Acefato®, clordano, VC-1-13, Permetrina®, dioxathion, dieldrin, Dipel® (*Bacillus thuringiensis*), (Jaffe, 1986).

Otra presentación de productos controladores de hormigas defoliadoras son los polvos. Muchos insecticidas en forma de polvo han sido usados contra hormigas defoliadoras en Brasil. Actualmente, solo heptacloro (Aldrin) y dodecacloro (Mirex) son usados con limitado éxito para controlar pequeños nidos (Vilela, 1986).

En colonias grandes, las hormigas pueden modificar rápidamente su sistema de ventilación dentro de los nidos para abandonar zonas afectadas. Las numerosas cámaras en el nido proveen potenciales espacios muertos que los tóxicos aplicados en la superficie

no alcanzan, ocasionando un control no satisfactorio (Howse y Bradshaw, 1977; citado por Vilela, 1986).

Además de los mencionados anteriormente, el uso de gases fumigantes es otra forma de control. La excelente penetración de los gases fumigantes y el amplio rango de insecticidas disponibles como polvos o soluciones acuosas, pueden ser combinados si los tóxicos son incorporados como gases usando un nebulizador térmico. El proceso es rápido y efectivo, pero la maquinaria es cara y requiere mantenimiento (Cherret, 1971).

En el valle del Yeguaré, Honduras, los pequeños agricultores utilizan pastillas de fosforo de aluminio (Fostoxin) para controlar zompoperas, a pesar de que su uso específico es para tratar granos almacenados.

Aldrin (Atafog® 20%) y heptacloro (Arbinex® 20%) han dado el más alto porcentaje de mortalidad de nidos en ensayos llevados a cabo por el Departamento de Entomología de la Universidad de Viçosa, Brasil. Fungicidas han sido también evaluados a nivel de campo con la técnica de la nebulización térmica, pero los resultados no han sido halagadores. El bromuro de metilo, a pesar de ser el método mas caro, es usado con éxito para controlar hormigas defoliadoras. En 1980, una compañía forestal privada en el estado de Minas Gerais, erradicó 4,8 millones de nidos de los cuales el 25% fueron tratados con este producto (Vilela, 1986).

### 2.3.2 Partes y extractos vegetales

Hay alguna evidencia experimental que demuestra que metabolitos secundarios presentes en ciertas plantas pueden ser perjudiciales para las hormigas defoliadoras o para su hongo simbiótico (Howard et al., 1988; citado por Pagnocca, 1990). Con este fin, se han estudiado dos especies vegetales. La primera de ellas es el sésamo (*Sesamum indicum*). Pagnocca et al. (1990) citan que Bueno (información no publicada), observó que en nidos tratados con hojas de sésamo había una disminución gradual en el número de hormigas y en el tamaño del hongo simbiótico, hasta la total extinción.

Como resultado de su propio ensayo, Pagnocca et al. (1990) reportaron que los diferentes órganos de *Sesamum indicum* contienen compuestos que inhiben el desarrollo del hongo cultivado por *Atta sexdens rubropilosa*. Estos compuestos todavía no han sido aislados por medios químicos, son liposolubles y pueden o no presentar polaridad. Los resultados también muestran que la inhibición del desarrollo del hongo no se debe a la sesamina ya que la sesamina no fue detectada en las hojas de sésamo.

La segunda especie vegetal estudiada es la canavalia (*Canavalia ensiformis*), de la cual se presume que su efecto en colonias de hormigas defoliadoras se debe a la acción de compuestos fungicidas como la dimetilhomoptero carpina contenidas en los fragmentos de hojas de canavalia que se encontraron en los jardines fungosos de las mismas.

Otro compuesto encontrado en la canavalia, es la L-Canavanina, o ácido L-2-amino -4- (guanidinooxy) butírico. Organismos sensitivos a la L-Canavanina, activan este aminoácido no proteico para producir proteínas con canavanina dentro de su secuencia de aminoácidos, lo cual es una aberración. Esta incorporación de canavanina dentro de las proteínas, puede alterar la conformación e interrumpir la función de la macromolécula resultante. La producción de proteínas canavanínicas funcionalmente perjudiciales afecta procesos de desarrollo y contribuye significativamente a la expresión de potentes propiedades antimetabólicas de la canavanina para los insectos (Rosenthal, 1990). Este mismo autor menciona también que el efecto de la L-canavanina ha sido evaluado en insectos tales como *Manduca sexta* (Sphingidae), en los que se observó una disminución en la tasa de desarrollo y una producción de pupas y adultos que exhibían masivas aberraciones en su morfología.

Según observaciones realizadas, un simple "tratamiento" de tres noches, en las que se colocaban de cinco a 15 kilogramos de hojas alrededor o en el tope de los nidos, usualmente resultó en el completo cese de actividades por periodos que iban desde cuatro meses hasta cinco años (Mullenax, 1979).

### 2.3.3 Control biológico

Son muy pocos los depredadores naturales conocidos para las hormigas defoliadoras. Aves y ciertos mamíferos se alimentan de las obreras, pero las cantidades que ingieren son pequeñas en relación a la fuerza de trabajo de millones de individuos en colonias maduras por lo que el uso de enemigos naturales no es muy prometedor (Vilela, 1986).

Otra opción de control biológico sería el inducir artificialmente el desarrollo de enfermedades que de alguna manera reduzcan las poblaciones de *Atta*, pero han sido observados pocos casos de colonias muertas por alguna enfermedad en el campo. De 80 nidos examinados de *Atta laevigata* en Venezuela, dos mostraron signos de ataque por una enfermedad pudiendo apreciarse montones de hormigas muertas a la entrada de los nidos. El hecho de que un bajo porcentaje de reinas fundadoras sobreviva al vuelo nupcial sugiere que pueden ser mas susceptibles a las enfermedades y a la depredación (Jaffe, 1986). Otro intento usando los hongos *Metarrhizium anisopliae* y *Beauveria bassiana* directamente contra las hormigas defoliadoras ha sido hecho por Diel-Fleig (información no publicada) en el estado de Rio Grande do Sul. No se tienen todavía los resultados de este trabajo. Cebos impregnados con estos hongos han sido probados en muchas ocasiones pero no han sido exitosos (Vilela, 1986).

Un intento diferente, aunque con resultados poco alentadores, de desarrollar una técnica de control biológico fue llevado a cabo por Berti Filho en la Universidad de Sao Paulo, Brasil, usando *Canthon virens* (Coleoptera: Scarabeidae). Este escarabajo ataca nuevas reinas cortándoles la cabeza, ovopositando en sus cuerpos y enterrándolos. Finalmente, Flechtmann (1981) probó el potencial del ácaro *Pyemotes tritici* (Fam. Pyemotidae), un efectivo parásito de insectos de granos almacenados, para controlar hormigas defoliadoras. Los ácaros fueron introducidos dentro de los nidos y después de 2 a 3 días, la

actividad de las hormigas se detuvo por más de 16 días, pero eventualmente se recuperó. Se necesitan estudios más detallados para hacer una completa evaluación de éstos ácaros como agentes de control de las hormigas defoliadoras (Vilela, 1986).

#### 2.3.4 Otras prácticas

Melara et al. (1996) mencionan que una amplia gama de prácticas han sido seleccionadas y recopiladas de productores y del equipo MIP-Laderas del Departamento de Protección Vegetal de la Escuela Agrícola Panamericana en Honduras, entre ellas podemos citar:

★ Aplicar zompopina o estiércol de zompopo. Se usa estiércol o zompopina de una zompopera que no sea la misma que ocasiona el daño, este material se coloca en el suelo alrededor del tallo de árboles afectados formando un anillo de unas cuatro pulgadas de ancho. Dependiendo de factores como lluvia y temperatura, el material conservará su olor característico por varios días, pero se debe observar cuando se pierde el olor característico para realizar otras aplicaciones.

★ Faldas o sombreros de plástico con pegamento. Se coloca una pieza de plástico alrededor del tronco del árbol afectado, en la parte exterior del plástico se aplica un pegamento, que puede ser resina de árboles, grasa u otro material pegante, de esta manera los zompopos no pasan por no reconocer el olor característico de sus hermanos y esto a su vez es una barrera física ya que los zompopos que lo intentan quedan pegados en el plástico.

★ Aceite quemado de carro. El aceite se aplica formando un anillo alrededor del tallo del árbol. El olor del aceite repele y desorienta a los zompopos; sin embargo se debe tener cuidado con usar aceites ya que árboles muy jóvenes o susceptibles pueden ser afectados.

★ Falda de hojas de pino. Es otro tipo de control físico, en donde se coloca alrededor del tallo del árbol afectado y se pone un anillo de trementina por encima de las hojas, esto evita que los zompopos suban a los árboles.

★ Revisión del terreno. Se debe revisar que no hayan nidos o zompoperas en el terreno donde se va a sembrar o en sus alrededores.

★ Control cultural (arar profundo). Esta práctica se hace para ayudar a reducir o eliminar las colonias que recién se están formando.

★ Poner animales muertos, por ejemplo batracios, encima de la zompopera. Algunos productores han observado que los zompopos son sensibles a olores, por lo que algunos han hecho la práctica de colocar un animal muerto sobre la entrada de la zompopera. Esto hace que los zompopos busquen otra salida. Esta práctica no los elimina, pero actúa como repelente.

★ Cavar la zompopera y destruir el hongo. Esta práctica es difícil pero efectiva ya que sirve para quitar la comida a los zompopos, sin embargo es necesario tener cuidado ya que otros animales pueden refugiarse en la madriguera. Se ha observado que dentro de la zompopera pueden haber huéspedes como culebras y otros reptiles. En el sentido de cavar la zompopera, se ha observado que la mejor temporada para abrir nidos de zompopos es al inicio del invierno, ya que suben las cámaras de cría y se preparan para iniciar nuevas colonias.

★ Encender fuego con ocote y dejar brasas a la orilla de la zompopera. Esto evita el paso de los zompopos que andan afuera y los que están adentro, por lo que tienen que buscar otra salida.

★ Siembra de cultivos en asocio. Un asocio que ha resultado exitoso para algunos agricultores es la siembra de gandul con algunas hortalizas como Chile, se ha observado que los zompopos prefieren las hojas de gandul y de esta manera no molestan a las otras plantas (hortalizas).

★ Consumo humano. En Sudamérica ciertas tribus indígenas consumen zompopos como parte de su dieta alimenticia, al igual que en zonas de Guatemala y El Salvador.

## 2.4 IMPACTOS AMBIENTALES DE LOS PLAGUICIDAS USADOS EN EL CONTROL DE *Atta* spp.

### 2.4.1 Los insecticidas organoclorinados

Estos insecticidas muy persistentes en el suelo y muy tóxicos para muchos artrópodos, fueron ampliamente usados en los 25 años que siguieron a la Segunda Guerra Mundial. Ellos incluyen compuestos como el DDT, hexacloruro de benceno, heptacloro, toxafeno, metoxyclo, aldrin, dieldrin, endrin y endosulfan, los cuales son relativamente insolubles, tienen una baja volatilidad y son lipofílicos.

No tienen efectos tóxicos muy agudos para los mamíferos, pero su persistencia y su tendencia a ser bioconcentrados dentro de tejidos vivos, además de su capacidad de moverse a través de las cadenas alimenticias, ha hecho que sean retirados paulatinamente del mercado a excepción de ciertos países en desarrollo. A pesar de esto, muchos suelos y ríos están aún contaminados con DDT, endrin y dieldrin, el más persistente de estos compuestos (White et al., 1983; White y Krynitky, 1986; citado por Edwards, 1993). Aún hay reportes de sus residuos en la vida silvestre (Riseborough, 1986; citado por Edwards, 1993) por lo que estos químicos todavía representan un riesgo ambiental. Desafortunadamente, la mayoría de los monitoreos de estos químicos se han dejado de hacer después de que fueran prohibidos o restringidos.

## 2.5 IMPACTOS EN LA SALUD HUMANA DE LOS PLAGUICIDAS USADOS EN EL CONTROL DE *Atta* spp.

La inducción de los cánceres como el linfoma de Hodgkin, melanomas múltiples y la leucemia está relacionada con el uso de pesticidas tales como: carbaryl (sevin), malathion, disulfuro de carbono, crotoxyphos, DDT, diclorvos, famphur, metoxyclo, nicotina, piretrinas, fosfuro de aluminio, tetracloruro de carbono, dibromuro de etileno, dicloruro de etileno, bromuro de metilo, clordecone (Kepone), toxafeno, endrin y heptacloro (Edwards, 1993).

El caso del Mirex es muy interesante. Este persistente organoclorinado destruyó los nidos de la hormiga de fuego importada, cuando era aplicado como cebo en bajas concentraciones. La Secretaría de Agricultura de los Estados Unidos en 1971 se refería al Mirex como el pesticida perfecto: "No tiene efectos dañinos e las personas, animales domésticos, peces, vida silvestre e incluso en las abejas, y no dejaba residuos en la leche, carne o cultivos."

Mirex, como es predecible de su estructura química, es muy persistente y biomagnificado a través de las cadenas alimenticias. A pesar de las bajas dosis que se aplicaban, residuos en el rango de partes por millón fueron encontrados en aves, peces, camarones, cangrejos y en la grasa humana. En 1976, el Instituto Nacional del Cáncer de los Estados Unidos determinó que mirex era cancerígeno y después de numerosas escaramuzas en las cortes, la EPA terminó con la producción y aplicación de Mirex en 1978 (Metcalf, 1984).

El organoclorinado dibromocloropropano (DBCP) causó disfunción testicular en estudios con animales por lo que también fue prohibido y recientes estudios también han sugerido un posible nexo entre la exposición a pesticidas y la incidencia de enfermedades neurológicas (Metcalf, 1984).

En 1985, la Red de Acción sobre Plaguicidas (PAN), lanzó la campaña de "La Docena Sucia" para buscar controles mas estrictos, prohibiciones y en últimas la eliminación definitiva de una lista de plaguicidas particularmente peligrosos. Los objetivos de la campaña incluyen: eliminar el uso de la Docena Sucia porque no puede garantizarse su uso seguro, asegurar que la salud humana y ambiental tengan prioridad en todas las decisiones políticas sobre plaguicidas, eliminar las dobles normas en el mercado global de plaguicidas y apoyar la investigación e implementación de métodos sostenibles de control de plagas (Red de Acción sobre Plaguicidas, 1992).

"La Docena Sucia" está compuesta por: aldicarb (Temik), toxafeno (Canfecloro), clordano, heptacloro, clordimeform, DBCP (Dibromocloropropano), DDT, aldrin, dieldrin, endrin, EDB (Dibromuro de etileno), HCH, lindane, paraquat, paration, metil paration, pentaclorofenol y 2,4,5-T.

### III. MATERIALES Y METODOS

Este estudio se llevó a cabo en la Escuela Agrícola Panamericana y las comunidades de El Llano y El Jicarito, todas ubicadas a 32 km. con rumbo Este de la ciudad de Tegucigalpa, 14° Latitud Norte, 87° Longitud Oeste, con una altitud promedio de 800 m.s.n.m., una temperatura promedio anual de 22°C y una precipitación anual promedio de 1089 mm.

#### 3.1 EFICACIA DE FUNGICIDAS EN CEBO

##### 3.1.1 Aceptación de cebos

Como los zompopos son capaces de detectar algunos químicos en material alimenticio potencial (Rockwood y Hubbell, 1987), es posible que rechacen cebos con alta concentración de veneno. Por lo tanto, antes de estudiar la toxicidad de cualquier veneno fue necesario determinar el rango de concentraciones que los zompopos aceptan.

La primera fase del ensayo consistió en determinar las concentraciones de extracto de semilla de toronja (Kilol L DF-100 11 SL), oxícloruro de cobre (Cupravit Azul 60 WP) y semilla de canavalia (*Canavalia ensiformis*) que son más aceptadas por los zompopos en forma de cebos elaborados con estos compuestos y un atrayente (Cuadro 2).

Para seleccionar las concentraciones a evaluar se tomó como punto de partida el valor más alto del rango recomendado. En el caso del Kilol L DF-100 11 SL es de cinco partes por mil de producto comercial y para el Cupravit Azul 60 WP tres partes por mil de producto comercial, que es la concentración usada en el Departamento de Horticultura de la Escuela Agrícola Panamericana en aplicaciones preventivas para frutales. Estos valores se duplicaron y triplicaron en el caso del Cupravit y para el Kilol se elevaron hasta 9 y 13 partes por mil respectivamente.

El material utilizado como atrayente en el caso del Kilol y el oxícloruro de cobre fue pulpa y cáscaras de toronja picadas en una procesadora de carne hasta un tamaño aproximado de 0,2 cm, lo suficiente para poder ser transportado fácilmente por los insectos. El producto químico se diluyó en agua de manera que se pudo remojar la pulpa durante cinco minutos para después escurrir el líquido oprimiendo el material

manualmente. Se colocaron 500 g de pulpa humedecida dentro de bolsas de polietileno abiertas para facilitar la entrada de las hormigas.

Cuadro 2. Concentraciones probadas de cada producto

Producto comercial	Tratamiento	Concentración de producto comercial	Atrayente
Kilol L DF-100 11 SL	1	5 partes por mil	Pulpa y cáscara de toronja picadas
	2	9 partes por mil	
	3	13 partes por mil	
Cupravit Azul 60 WP	4	3 partes por mil	Pulpa y cáscara de toronja picadas
	5	6 partes por mil	
	6	9 partes por mil	
Semilla de canavalia	7	500 g	300 cm <sup>3</sup> de aceite de palma
	8	500 g	200 cm <sup>3</sup> de aceite de palma
	9	500 g	100 cm <sup>3</sup> de aceite de palma

En el caso de la semilla de canavalia, ésta se picó también hasta un tamaño similar a la pulpa de toronja previo remojo en agua por aproximadamente 10 horas ya que se trataba de semilla madura secada al sol, es decir muy dura para picarla directamente. Para hacer la mezcla con el aceite de palma se pesaron 500 g de semilla y se fueron mezclando con 300, 200 y 100 cm<sup>3</sup> de aceite de palma; todo este procedimiento se realizó también dentro de bolsas de polietileno. Una vez realizada la mezcla de semilla con aceite, se pesaron 500 g por bolsa.

Los nidos se escogieron en la propiedad de un agricultor ubicada en la comunidad de El Llano. El diseño experimental usado fue de bloques completos al azar con tres repeticiones para cada tratamiento.

Para agrupar los 27 nidos en tres bloques, se realizaron mediciones de actividad durante cinco noches a dos horas diferentes (7 p.m. y 10 p.m.), donde se midió el número de insectos que pasan por un punto fijo en un solo sentido en 40 segundos. Este punto se estableció a quince cm del orificio de entrada del nido. Los nidos luego se dividieron en tres bloques según su actividad promedio: alta, media y baja. Dentro de cada bloque, la asignación de tratamientos a los nidos fue al azar. Una vez asignado el tratamiento, los nidos fueron identificados con un banderín y se elaboró un mapa del terreno donde estaban localizados.

Toda esta información aparece resumida en el Cuadro 3.

Cuadro 3. Clasificación en bloques de acuerdo a la actividad y asignación de tratamientos a los nidos.

Hormigas / 40 segundos	Nido	Bloque	Tratamiento
6	24	Baja	5
6	5	Baja	8
9	19	Baja	7
10	2	Baja	9
11	21	Baja	2
14	4	Baja	6
15	17	Baja	4
17	12	Baja	1
19	15	Baja	3
20	20	Media	4
21	8	Media	5
23	22	Media	8
23	26	Media	7
24	16	Media	6
24	13	Media	2
28	23	Media	3
29	27	Media	9
31	11	Media	1
33	9	Alta	1
33	25	Alta	6
33	3	Alta	5
34	7	Alta	9
35	14	Alta	8
37	18	Alta	2
41	10	Alta	7
45	6	Alta	3
65	1	Alta	4

Se procedió a la postura a las 19:00 h siguiendo un orden de desplazamiento dentro del terreno que se mantendría para lo que fue la recolección de los residuos del consumo después de 12 horas. Las bolsas de polietileno se colocaron lo mas cerca posible de la entrada de los nidos tratando de interferir la ruta que los insectos siguen para recolectar material vegetal. Una vez recolectadas las bolsas, se procedió a pesar el residuo de cada una de ellas para así saber por simple diferencia la cantidad que se había consumido.

Al analizar datos con un análisis de varianza y una separación de medias Student-Newman-Keuls se trató de inferir la dosis mas alta de cada tóxico que no tuvo menor aceptación que dosis menores del mismo tóxico.

Como consecuencia de la nula aceptación del cebo a base de semilla de canavalia con aceite de palma como atrayente, y no queriendo descartar a la canavalia como alternativa de control, se realizó un ensayo aparte para determinar cual de las tres siguientes formas de proporcionar semilla de canavalia era la más aceptada: (1) 500 g de semilla de canavalia picada mezclados con 15 ml de aceite de soya, (2) 250 g de semilla de canavalia mezclados con 250 g de pulpa y cáscara de toronja picada y, (3) 500 g de semilla de canavalia pura. Para este ensayo se seleccionaron en el área residencial de la Escuela Agrícola Panamericana nueve nidos de similares características correspondientes a tres repeticiones para cada tratamiento. El procedimiento para la elaboración del cebo, la postura y la recolección del mismo fue igual que el descrito anteriormente.

### 3.1.2 Eficacia de cebos

La segunda fase del estudio consistió en medir la eficacia de los cebos, para lo cual se seleccionaron doce nidos correspondientes a cuatro bloques para la mayor dosis que no fue menor aceptada de cada tratamiento y un testigo consistente en un cebo compuesto únicamente de pulpa y cáscara de toronja picada. La semilla de canavalia fue excluida luego de comprobarse en una segunda prueba su baja aceptación por parte de los zompopos. Las concentraciones mayores que no fueron menos aceptadas de Kilo L DF-100 11 SL y Cupravit Azul 60 WP fueron las más altas que se probaron, es decir 13 partes por mil y 9 partes por mil de producto comercial respectivamente. El diseño usado fue de Bloques Completamente al azar y se analizaron los datos mediante un análisis de varianza con parcelas divididas (medidas repetidas en tiempo) con la fecha de medición de actividad como parcela pequeña. Al analizar todas las fechas juntas se encontró un efecto significativo de la interacción tratamiento por fecha por lo que se decidió analizar la actividad de los nidos con análisis de varianza y pruebas T de diferencia mínima significativa para la separación de medias a los 30 y 45 días después de iniciadas las posturas.

La selección de bloques se realizó en base a mediciones realizadas durante tres noches siguiendo el mismo procedimiento descrito en la sección 3.1.1, al igual que la elaboración de los cebos, las tres posturas de los mismos a intervalos de 15 días y la asignación de tratamientos. Se efectuaron observaciones diarias para ver cuántos días demoraban los cebos en ser consumidos totalmente. En las mismas noches que se ponían los cebos, se tomaban medidas de actividad según la metodología descrita anteriormente.

### 3.2 IMPACTO DEL ATAQUE DE *Atta* spp. EN PLANTACIONES JOVENES DE LEUCAENA (*Leucaena leucocephala*) Y EUCALIPTO (*Eucalyptus camaldulensis*)

El estudio se llevó a cabo en plantaciones energéticas de *Eucalyptus camaldulensis* de El Jicarito y *Leucaena leucocephala* de El Llano que la Escuela Agrícola Panamericana ha establecido en dichas comunidades el ocho de Octubre de 1996 y 22 de Septiembre de 1996 respectivamente. Estas comunidades están localizadas en el Depto. de Francisco Morazán (Honduras). Ambas plantaciones se establecieron en terrenos pedregosos y con pendientes muy pronunciadas

El 25 de Octubre se seleccionaron al azar 50 plantas de *E. camaldulensis* no atacadas por los zompopos y 50 plantas con diversos grados de defoliación por zompopos. Se diferenció entre las plantas que presentaban rebrote y las que no lo presentaban y se procedió a medir su altura hasta la yema apical (además de considerar mortalidad). Los nidos de las inmediaciones fueron eliminados con gasolina por los encargados de la plantación y se hicieron visitas periódicas para cerciorarse que no surjan nuevas colonias. Después de tres meses se realizó una nueva medición de altura y sobrevivencia de los mismos árboles.

El 18 de Octubre se escogieron al azar 25 plantas no atacadas de *L. leucocephala* y 25 con diferentes grados de defoliación, de las que se recogieron datos de las mismas variables consideradas para *E. camaldulensis*. La última medición fue realizada también tres meses después.

En ambas especies se calculó el incremento de tamaño y la mortalidad.

Se analizaron los datos mediante una prueba T para muestras independientes para comprobar la hipótesis de que un ataque de zompopos en el primer mes de establecimiento de una plantación reduce el crecimiento y ocasiona mortalidad.

### 3.3 TALLER DEL MANEJO DE ZOMPOPOS CON PRODUCTORES DENDROENERGETICOS

#### 3.3.1 Objetivos.

El objetivo general de esta actividad fue el dar a conocer a los pequeños productores dendroenergéticos que trabajan con la Escuela Agrícola Panamericana métodos eficaces y seguros para el hombre y el medio ambiente de controlar zompopos en plantaciones energéticas estimulando a los mismos a escoger o desarrollar técnicas apropiadas.

Los objetivos específicos que se pretendieron lograr fueron:

★ Que los pequeños productores conocieran:

- 1° La biología del insecto (ciclo de vida, castas, cultivo del hongo simbiótico, selección de fuentes alimenticias, características de la reina, y establecimiento de nuevas colonias.
- 2° La eficacia de las prácticas de control que realizan (mezclar la tierra de los nidos, quemar los nidos, uso de químicos, etc.)
- 3° Los peligros de los métodos químicos tradicionales de control.
- 4° Los resultados del presente trabajo de tesis en cuanto a la efectividad del oxiclóruo de cobre para el control de zompopos.
- 5° Los efectos que tiene el ataque en el crecimiento y la mortalidad de plantines de eucalipto (*E. camaldulensis*) y leucaena (*L. leucocephala*).
- 6° Como se elabora el cebo de oxiclóruo de cobre.

\* Estimular la validación entre los productores del cebo a base de oxiclورو de cobre y otras prácticas menos riesgosas que los métodos químicos de control de zompopos tradicionales.

### 3.3.2 Metodología

Para lograr el primer objetivo específico se ilustró con un rotafolio el ciclo de vida del insecto, las diferentes castas dentro de la colonia, la fundación de una nueva colonia, cómo cultivan los zompopos su hongo simbiótico, cómo seleccionan las fuentes alimenticias, que especies son las más susceptibles al ataque, cómo recolectan el material vegetal y cómo este material es colocado en el sustrato de cultivo; las características de la reina y aspectos reproductivos de la misma, se hizo circular especímenes conservados de las diversas castas existentes en una colonia.

Para lograr el segundo y el tercer objetivo específico, se recogieron y anotaron en un rotafolio mediante una lluvia de ideas, las opiniones e ideas de los participantes acerca de las tácticas de control que ellos realizan enfatizando en la eficacia que han observado y el costo de las mismas. También se enseñó a los productores un cuadro donde se ilustran las consecuencias para el hombre y el medio ambiente de los pesticidas o compuestos químicos utilizados tradicionalmente para controlar zompopos.

El cuarto y quinto objetivo se pretendió lograr mediante la transmisión oral de los resultados del presente trabajo de tesis a los asistentes.

El último objetivo específico se trató de alcanzar mediante una demostración práctica de la elaboración del cebo de oxiclورو de cobre utilizando materiales reales y enseñando detalladamente los pasos y precauciones que se deben tomar en cuenta.

Seguidamente se tuvo una sesión de preguntas de parte de los asistentes al taller y para finalizar el mismo se repartieron hojas de evaluación con preguntas destinadas a conocer si la experiencia resultó provechosa para los participantes y que sugerencias tenían para futuras experiencias similares.

## IV. RESULTADOS Y DISCUSION

### 4.1 EFICACIA DE FUNGICIDAS EN CEBO.

#### 4.1.1 Aceptación de cebos

Hubo un efecto significativo del tratamiento ( $Pr < 0,05$ ) en la cantidad de cebo consumido (Cuadro 4).

Cuadro 4. Análisis de varianza en el consumo de cebos.

Fuente	GL	SS Tipo I	Cuadrado Medio	Valor F	Pr > F
BLOQUE	2	31993,18	15996,59	2,67	0,0996
TRAT	8	124292,07	15536,51	2,60	0,0496
ERROR	16	95732,15	5983,26		

La prueba Student-Newman-Keuls no detectó que niveles dentro de cada tóxico tuvieron una mayor aceptación (Cuadro 5), por lo que se optó por usar las concentraciones más altas para la siguiente parte del experimento, en busca de un control más efectivo.

Cuadro 5. Resultados de la prueba Student-Newman-Keuls para el consumo final de cebo.

Tratamiento	Consumo Promedio (g)	Agrupación SNK		
Cupravit, 9 partes por mil	183,33		A	
Kilol, 13 partes por mil	161,67	B	A	
Cupravit, 3 partes por mil	126,33	B	A	C
Cupravit, 6 partes por mil	76,00	B	A	C
Kilol, 5 partes por mil	46,67	B		C
Kilol, 9 partes por mil	28,33	B		C
500 g can. / 300 cm <sup>3</sup> aceite	0,00			C
500 g can. / 200 cm <sup>3</sup> aceite	0,00			C
500 g can. / 100 cm <sup>3</sup> aceite	0,00			C

### Consumo de cebos de semilla de canavalia.

El consumo en todos los nidos fue muy bajo aunque no se dio una aceptación nula del cebo como las sucedida al usar aceite de palma como atrayente (Anexo 2). Esta pobre aceptación de la canavalia en todas las formas que fue suministrada llevó a descartar que la razón de su rechazo por parte de los zompopos sea el material usado como atrayente ya que ni el aceite de palma, ni el aceite de soya o la pulpa y cáscara de cítricos lograron consumos que se puedan considerar razonables para tomarlos en cuenta en la siguiente parte del experimento. Es posible que la repelencia de la canavalia sea producto del estado de conservación de la semilla, es decir que el uso de semilla fresca o en un estado de desarrollo fisiológico no tan avanzado como el de la que se usó, pudiera resultar en un mejor consumo. El tratamiento de remojo previo al picado de la semilla pudo también haber influido para que las hormigas consuman una cantidad tan pequeña de material.

Para todos los tratamientos evaluados, se registró un valor máximo de consumo de 372 g en un sola noche (Anexo 1), concluimos entonces que no es necesario usar 500 g de material por cada cebo, sino un máximo de 400 g para tener una mayor eficiencia en el uso de los mismos.

#### 4.1.2 Eficacia de cebos

Ambos tratamientos evaluados (13 partes por mil de Kilol I. DF-100 11 SL y nueve partes por mil de Cupravit Azul 60 WP) recién ocasionaron una disminución en la actividad de los zompopos 45 días después de la primera aplicación (Figura 1, Cuadro 10) comparado con el testigo.

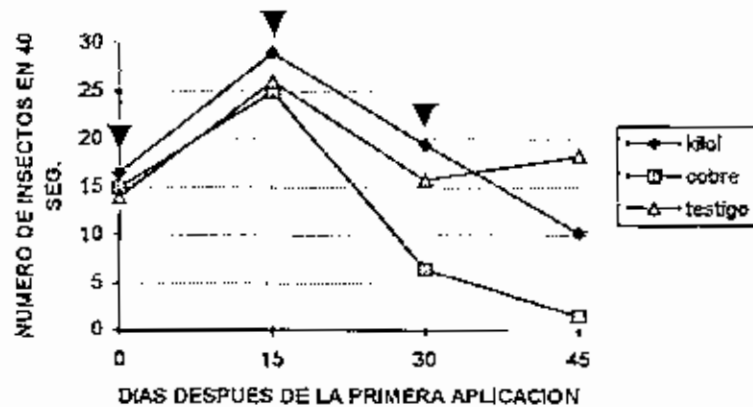


Figura 1. Efecto de tres aplicaciones de cebos con fungicidas (500 g c/u) sobre la actividad de zompopos. (Las flechas indican fechas de aplicación).

El análisis de medidas repetidas en tiempo indicó que hubo un efecto significativo de los bloques ( $Pr > F = 0,0172$ ) y de la interacción tratamiento por fecha ( $Pr > F = 0,0408$ ), y altamente significativo de la fecha ( $Pr > F = 0,0003$ ) (Cuadro 6).

Cuadro 6. Análisis de varianza en la actividad de los nidos en el tiempo.

Fuente	GL	Denominador MS Tipo III	Denominador Cuadrado Medio	Valor F	Pr > F
BLOQUE	3	481,26	160,42	4,56	0,0172
TRAT	2	1048,80	524,40	6,39 <sup>**</sup>	0,0567
BLOQUE * TRAT	4	327,76	81,94	2,33	0,1005
FECHA	2	976,47	488,24	13,87	0,0003
TRAT * FECHA	4	452,51	113,13	3,21	0,0408
ERROR	16	563,07	35,19		

\*\* Valor de F para TRAT calculado usando BLOQUE \* TRAT como error

Debido a que la interacción TRAT\*FECHA fue significativa ( $Pr > F = 0,0408$ ), se decidió analizar mediante dos análisis de varianza independientes la actividad de los nidos a los 30 y 45 días del inicio del control.

Se concluyó que sí hubo un efecto significativo de los tratamientos utilizados ( $Pr > F = 0,0211$ ), a los 30 días de iniciado el control (Cuadro 7).

Cuadro 7. Análisis de varianza en la actividad de los nidos a los 30 días del inicio del control.

Fuente	GL	SS Tipo III	Cuadrado Medio	Valor F	Pr > F
BLOQUE	3	506,33	168,78	4,08	0,0676
TRAT	2	650,92	325,46	7,86	0,0211
ERROR	6	248,42	41,40		

La prueba T de Diferencia Mínima Significativa, (Cuadro 8), mostró claramente al separar y agrupar los valores medios de actividad, que a los 30 días de iniciado el control, los tratamientos de Kilol y Cupravit difieren significativamente entre sí ( $\alpha = 0,05$ ), pero no difieren del testigo.

Cuadro 8. Resultados de la Prueba T de Diferencia Mínima Significativa para la actividad de los nidos a los 30 días del inicio del control.

Tratamiento	Actividad promedio (# de insectos / 40 seg )	Agrupación T	
Kilol, 13 partes por mil	19,50		A
Testigo	15,75	B	A
Cupravit, 9 partes por mil	6,50	B	

Se concluyó que si hubo un efecto significativo de los tratamientos utilizados ( $Pr > F = 0,0022$ ), es decir que a los 45 días de iniciado el control se observó una disminución de la actividad de los nidos debida a los tratamientos (Cuadro 9).

Cuadro 9. Análisis de varianza en la actividad de los nidos a los 45 días del inicio del control.

Fuente	GL	SS Tipo III	Cuadrado Medio	Valor F	Pr > F
BLOQUE	3	137,06	45,69	3,00	0,1171
TRAT	2	612,57	306,28	20,10	0,0022
ERROR	6	91,44	15,24		

La prueba T de Diferencia Mínima Significativa mostró claramente al separar y agrupar los valores medios de actividad, que el tratamiento de Kilol, el de Cupravit y el testigo difieren significativamente entre si ( $\alpha = 0,05$ ). En el testigo se observó un incremento en la actividad debido posiblemente a que los nidos contaban con un suplemento adicional de material para recolectar (Cuadro 10).

Cuadro 10. Resultados de la prueba T de Diferencia Mínima Significativa para la actividad de los nidos a los 45 días del inicio del control.

Tratamiento	Actividad promedio (# de insectos / 40 seg )	Agrupación T
Testigo	18,25	A
Kilol, 13 partes por mil	10,25	B
Cupravit, 9 partes por mil	1,50	C

De los resultados de los análisis, podemos concluir que el tratamiento de Cupravit en cebo, fue más efectivo que el tratamiento de Kilol en reducir la actividad de los nidos de zompopos donde fueron aplicados, y esto se observó a partir de los 45 días.

#### 4.2 IMPACTO DEL ATAQUE DE *Atta* spp. EN PLANTACIONES JOVENES DE LEUCAENA (*Leucaena leucocephala*) Y EUCALIPTO (*Eucalyptus camaldulensis*)

Los plantines de leucaena que habían sido atacados, a excepción de tres que crecieron en promedio 0,12 cm, estaban muertos a los 90 días de realizada la primera medición (Anexo 3).

Dentro de los que no habían sido atacados hasta esta fecha, un 60% mostró un estancamiento en su crecimiento y el resto creció en promedio 1,3 cm hasta la segunda medición, registrándose un valor máximo de crecimiento de 10 cm, por lo que se puede deducir que ésta especie no es la mas adecuada para las condiciones imperantes en El Llano, debe ser trasplantada a una edad mayor o requiere una preparación del terreno y otras labores de cuidado mas intensivas.

Según el Cuadro 11, el crecimiento registrado por los plantines de eucalipto no atacados fue mucho mayor que el registrado por aquellos atacados ( Prob > |T| = 0,0000) relacionado con una reducción de la capacidad fotosintética de aquellas plantas que han sufrido defoliación por zompopos.

Cuadro 11. Prueba T para la determinación del efecto sobre la mortalidad y el crecimiento de plantines de eucalipto recién establecidos atacados y no atacados por los zompopos.

Estado	N	Crecimiento promedio (cm) en 90 días	Desv. Estandar
Atacados	44	1,61	3,44
No atacados	49	22,65	11,70

Varianzas	T	DF	Prob >  T
Desiguales	-12,0224	57 / 1	0,0001
Iguales	-11,4851	91 / 0	0,0000

#### 4.3 TALLER CON PRODUCTORES DENDROENERGÉTICOS

Los participantes en el taller fueron 28 en total.

La totalidad de los participantes que evaluaron por escrito el taller consideraron que pondrán en práctica los métodos propuestos.

Igualmente todos los participantes consideraron que el tiempo de duración del taller fue adecuado, que las explicaciones fueron claras, que las prácticas realizadas fueron

suficientes y que les interesaría saber más del tema.

Un 75% de los participantes dijeron haber tenido una buena participación, un 20% cree que fue regular y solo un 5% la consideró mala.

Respecto a lo que los participantes esperaban aprender y qué aprendieron del taller, los resultados fueron resumidos en el Cuadro 12.

Cuadro 12. Conocimientos esperados y recibidos de los participantes

¿ Qué esperaba aprender ?	¿ Qué aprendió ?
Como matar zompopos	Preparar el cebo con Cupravit
Métodos nuevos de control	Manejo y control de zompopos
	Ciclo de vida del insecto
	Control con productos naturales
	No contaminar el ambiente
	No afectar la salud
	Combatir zompopos
	Castas de los zompopos

Las recomendaciones de los participantes para un futuro taller fueron las siguientes: mostrar videos, coordinar con la comunidad para tener mayor audiencia, realizar talleres mas extensos y realizar visitas al campo.

Otros métodos de control mencionados por los productores fueron: poner animales muertos, intercambiar zompopos de una zompopera a otra, gas kerosene y colocar tierra de un nido en otro nido.

## V. CONCLUSIONES

### 5.1 PRUEBAS DE FUNGICIDAS

Se determinó que los niveles mas altos dentro de cada tratamiento, es decir los elaborados con concentraciones de producto comercial de 13 partes por mil en el caso del Kilol L DF-100 11SL y 9 partes por mil para el Cupravit Azul 60 WP, fueron aceptados por los zompopos.

Los cebos elaborados a base de semilla de canavalia con aceite de palma como atrayente tuvieron aceptación nula por parte de las hormigas; cuando se cambió el atrayente hacia aceite de soya o pulpa y cáscara de toronja, incluso cuando se usó semilla de canavalia pura, los valores de consumo fueron demasiado bajos para concluir que fueron aceptados.

A los 30 días del inicio del control con cebos, aquellos elaborados con las concentraciones de producto comercial de 13 partes por mil de Kilol L DF-100 y 9 partes por mil de Cupravit Azul 60 WP difirieron entre sí pero ninguno difirió del testigo.

De ambos tratamientos (13 partes por mil de Kilol L DF-100 11 SL y 9 partes por mil de Cupravit Azul), el mas efectivo en reducir la actividad de los nidos donde fue aplicado a los 45 días del inicio del control con cebos, fue el tratamiento a base de oxiclورو de cobre como ingrediente activo.

### 5.2 EFECTO DE LA DEFOLIACIÓN

120 días después de su trasplante, se pudo verificar que el ataque de los zompopos a los plantines de *L. leucocephala* durante el primer mes posterior a su trasplante desde el semillero, produjo una mortalidad del 88% .

Los plantines de *L. leucocephala* que no fueron atacados por los zompopos durante el primer mes posterior a su trasplante desde el semillero, no crecieron en el 60% de los casos.

110 días después de su trasplante, se pudo verificar que el ataque de los zompopos a plántines de *Eucalyptus camaldulensis* durante el primer mes posterior a su trasplante desde el semillero, produjo una diferencia en el incremento promedio de tamaño de 21 cm en relación a plántines que no sufrieron el ataque de los insectos durante ese mismo periodo.

### 5.3 TALLER

Todos los participantes que evaluaron el taller consideraron que pondrán en práctica los métodos propuestos por lo sencillo de los mismos.

Un 75% de los participantes dijeron haber tenido una buena participación, un 20% regular y un 5% mala.

Los participantes ya están listos para utilizar el cebo de oxiclóruo de cobre y experimentar con nuevas concentraciones.

## VI. RECOMENDACIONES

Gracias a los resultados obtenidos en el presente trabajo de tesis y considerando las condiciones bajo las que se desarrolló el mismo, se está en condiciones de recomendar lo siguiente:

1. Validar a mayor escala el oxiclورو de cobre como controlador de zompopos.
2. Proporcionar a futuras plantaciones de *Leucaena leucocephala* mayores cuidados contra el ataque de zompopos en el periodo del primer mes posterior al trasplante desde el semillero así como brindar a las plantas mejores condiciones de sitio (p.e. fertilización con estiércol) que reduzcan el estrés que significa el establecimiento en el lugar de la plantación, o trasplantar a edades mayores.
3. Elegir *Leucaena leucocephala* como última opción a la hora de decidir la especie forestal para futuras plantaciones dendroenergéticas en la zona de El Llano.
4. En el caso de futuras plantaciones dendroenergéticas de *Eucalyptus camaldulensis* y en vista de los buenos índices de crecimiento de los plantines no atacados durante el primer mes de establecimiento en el campo, se recomienda proteger a los mismos contra el ataque de los zompopos en esta crucial etapa de desarrollo y adaptación.
5. Realizar nuevos ensayos con cebos a base de oxiclورو de cobre usando concentraciones mayores a las usadas en este trabajo de tesis con el fin de acortar el tiempo que los cebos formulados con este ingrediente activo demoraron en reducir la actividad de los nidos donde fueron aplicados.
6. Para futuros ensayos con fungicidas, tomar en cuenta factores que pueden afectar la efectividad de los mismos como ser el estado en que se encuentre el material usado como atrayente.
7. Realizar más actividades de capacitación con los pobladores de la zona, enfocadas hacia las precauciones en el manejo de pesticidas y eficacia de fungicidas.
8. Mejor coordinación con las comunidades para tener mayor participación en futuras actividades de capacitación.

## VII BIBLIOGRAFIA

- BASS, M.; CHERRETT, J. M. 1996. Leaf-cutting ants (Formicidae, Attini) prune their fungus to increase and direct its productivity. *Functional Ecology* (G.B) no. 10; 55 - 61.
- BERISH, C. W. 1986. Leaf-cutting Ants (*Atta cephalotes*) Select Nitrogen-rich Forage. *The American Midland Naturalist* (EE.UU.) 115(2); 268 - 276.
- CHERRET, J. M. 1971. Chemical Control and Bait Formulations for Leaf-Cutting Ants. *Fire Ants and Leaf-Cutting Ants. Biology and Management*. Ed. by C. F. Lofgren, R. K. Vander Meer. Boulder, Colo., Westview Press. p. 357 - 368.
- DOMINGUEZ, J. M. 1992. Control Químico de Zompopos (*Atta* spp.), usando un Cebo a base de un Fungicida Sistémico. Tesis Ing. El Zamorano, Hond., Escuela Agrícola Panamericana. 55 p.
- EDWARDS, C. A. 1993. The Impact of Pesticides on the Environment. *The Pesticide Question. Environment, Economics and Ethics*. Ed. by D. Pimentel, H. Lehman. New York, Chapman and Hall. p. 13 - 46.
- FORTI, L. C.; SILVEIRA NETO, S.; PEREIRA DA SILVA, V. 1983. Dois Métodos de Avaliação de Densidade Populacional para Operárias Forrageiras de *Atta sexdens rubropilosa* Forel, 1908. *Anais da Sociedade Entomológica do Brasil* (Bra.) 12(2):195 - 211.
- HÖLDOBLER, B.; WILSON E. O. 1990. *The Ants*. Cambridge, Mass. U. S. A. Belknap Press, University of Harvard 732 p.
- JAFFE, K. 1986. Control of *Atta* and *Acromyrmex* spp. in Pine Tree Plantations in the Venezuelan Llanos. *Fire Ants and Leaf-Cutting Ants. Biology and Management*. Ed. by C. F. Lofgren, R. K. Vander Meer. Boulder, Colo., Westview Press. p. 409 - 416.
- JAFFE, K.; VILELA, E. 1989. On Nest Densities of the Leaf-Cutting Ant *Atta cephalotes* in Tropical Primary Forest. *Biotropica* (EE.UU.) 21(3); 234 - 236.

- MELARA, W.; AVILA, O.; LOPEZ, J. ¿1996?. *Biología, Ecología y Manejo de los Zompopos*. El Zamorano, Hond., Departamento de Protección Vegetal, Escuela Agrícola Panamericana. 10 p.
- METCALF, R. L. 1984. An Increasing Public Concern. The Pesticide Question. *Environment, Economics and Ethics*. Ed. by D. Pimentel, H. Lehman. New York, Chapman and Hall. p. 426 - 430.
- MULLENAX, C. H. 1979. The Use of Jackbean (*Canavalia ensiformis*) as a Biological Control for Leaf-Cutting Ants (*Atta* spp.). *Biotropica* (EE.UU.) 11(4): 313 - 314.
- NICHOLS - ORLANS, C. M.; SCHULTZ, J. C. 1989. Leaf Toughness Affects Leaf Harvesting by the Leaf Cutter Ant, *Atta cephalotes* (L.) (Hymenoptera: Formicidae). *Biotropica* (EE.UU.) 21(1): 80 - 83.
- PAGNOCCA, F. C.; SILVA O. A. DA; HEBLING - BERALDO, M. J.; CORREA BUENO, O. 1990. Toxicity of sesame extracts to the symbiotic fungus of leaf-cutting ants. *Bulletin of Entomological Research* (EE.UU.) no. 80: 349 - 352.
- RED DE ACCION EN PLAGUICIDAS (EE.UU., COL.). 1992. *Muerte a la Docena Sucia*. Palmira, Col., Red de Acción en Plaguicidas.
- ROCKWOOD, L. L.; HUBBELL, S. P. 1987. Host-plant selection, diet diversity, and optimal foraging in a tropical leafcutting ant. *Oecologia* (Ger.) no.74: 55 - 61.
- ROSENTHAL, G. A. 1991. The Biochemical Basis for the Deleterious Effects of L-Canavanine. *Phytochemistry* (G.B.) 30(4): 1055 - 1058.
- SALZEMANN, A.; JAFFE, K. 1990. On the territorial behavior of field colonies of the leaf-cutting ant *Atta laevigata* (Hymenoptera: Myrmicinae). *Journal of Insect Physiology* (G.B.) 36(2): 133 - 138.
- VILELA, E. F. 1986. Status of Leaf-Cutting Ant Control in Forest Plantations in Brazil. *Fire Ants and Leaf-Cutting Ants, Biology and Management*. Ed. by C. F. Lofgren, R. K. Vander Meer. Boulder, Colo., Westview Press. p. 399 - 408.
- WETTERER, J. K. 1994. Ontogenetic changes in forager polymorphism and foraging ecology in the leaf-cutting ant *Atta cephalotes*. *Oecologia* (Ger.) no. 98: 235 - 238.
- WILLIAMS, D. F. 1986. Chemical Baits: Specificity and Effects on Other Ant Species. *Fire Ants and Leaf-Cutting Ants, Biology and Management*. Ed. by C. F. Lofgren, R. K. Vander Meer. Boulder, Colo., Westview Press. p. 378 - 386.

Anexo 1. Consumo final de cebo (g) por parte de los nidos.

Nido	Tratamiento	Peso inicial (g)	Peso final (g)	Consumo (g)
1	Cupravit, 3 partes por mil	500	380	120
2	500 g sem. Can./ 100 cm <sup>3</sup> ac. Pal.	500	500	0
3	Cupravit, 6 partes por mil	500	500	0
4	Cupravit, 9 partes por mil	500	358	142
5	500 g sem. Can./ 100 cm <sup>3</sup> ac. Pal.	500	500	0
6	Kilol, 13 partes por mil	500	414	86
7	500 g sem. Can./ 100 cm <sup>3</sup> ac. Pal.	500	500	0
8	Cupravit, 6 partes por mil	500	440	60
9	Kilol, 5 partes por mil	500	489	11
10	500 g sem. Can./ 100 cm <sup>3</sup> ac. Pal.	500	500	0
11	Kilol, 5 partes por mil	500	230	270
12	Kilol, 5 partes por mil	500	411	59
13	Kilol, 9 partes por mil	500	473	27
14	500 g sem. Can./ 100 cm <sup>3</sup> ac. Pal.	500	500	0
15	Kilol, 13 partes por mil	500	473	27
16	Cupravit, 9 partes por mil	500	190	310
17	Cupravit, 3 partes por mil	500	461	39
18	Kilol, 9 partes por mil	500	442	58
19	500 g sem. Can./ 100 cm <sup>3</sup> ac. Pal.	500	500	0
20	Cupravit, 3 partes por mil	500	280	220
21	Kilol, 9 partes por mil	500	500	0
22	500 g sem. Can./ 100 cm <sup>3</sup> ac. Pal.	500	500	0
23	Kilol, 13 partes por mil	500	128	372
24	Cupravit, 6 partes por mil	500	332	168
25	Cupravit, 9 partes por mil	500	402	98
26	500 g sem. Can./ 100 cm <sup>3</sup> ac. Pal.	500	500	0
27	500 g sem. Can./ 100 cm <sup>3</sup> ac. Pal.	500	500	0

## Anexo 2. Consumo de cebo (g) de semilla de canavalia.

Nido	Tratamiento	Peso inicial (g)	Peso final (g)	consumo (g)
1	500 g sem. / 15 cm <sup>3</sup> aceite soya	500	492	8
2	500 g sem. / 15 cm <sup>3</sup> aceite soya	500	496	4
3	500 g sem. / 15 cm <sup>3</sup> aceite soya	500	490	10
4	500 g sem. puro	500	490	10
5	500 g sem. Puro	500	500	0
6	500 g sem. puro	500	500	0
7	250 g sem. / 250 g pulpa toronja	500	492	8
8	250 g sem. / 250 g pulpa toronja	500	494	6
9	250 g sem. / 250 g pulpa toronja	500	494	6

Anexo 3. Crecimiento (cm) de plantines de leucaena (*L. leucocephala*) atacados y no atacados.

Nº	Atacados			Nº	No atacados		
	18 Oct.	18 Enero	Crecim.		18 Oct.	18 Enero	Crecim.
1	78	☒	-	1	89	89	0
2	78	☒	-	2	57	64	7
3	56	57	1	3	61	61	0
4	53	☒	-	4	66	66	0
5	38	☒	-	5	68	68	0
6	70	☒	-	6	52	52	0
7	57	☒	-	7	66	66	0
8	46	☒	-	8	23	23	0
9	52	☒	-	9	35	35	0
10	8	☒	-	10	52	53	1
11	36	☒	-	11	54	55	1
12	49	☒	-	12	33	38	5
13	57	☒	-	13	56	64	8
14	39	☒	-	14	48	48	0
15	24	☒	-	15	49	49	0
16	29	☒	-	16	39	46	7
17	26	☒	-	17	60	63	3
18	35	35	0	18	42	44	2
19	31	☒	-	19	57	57	0
20	56	☒	-	20	68	68	0
21	25	☒	-	21	51	51	0
22	20	22	2	22	45	45	0
23	43	☒	-	23	43	43	0
24	21	☒	-	24	42	52	10
25	30	☒	-	25	31	32	1

☒ = Muerto

Anexo 4. Actividad de nidos en las tres posturas de cebos y 15 días después de la última postura.

Nido	Bloque	Trat.	1 <sup>o</sup> Postura . Actividad: (N <sup>o</sup> insec. /40 seg)	2 <sup>o</sup> Postura . Actividad: (N <sup>o</sup> insec. /40 seg)	3 <sup>o</sup> Postura . Actividad: (N <sup>o</sup> insec. /40 seg)	Actividad final
1	1	Toronja solamente	5	?	6	11
2	1	13 p. por mil Kilol	?	?	12	8
3	2	9 p. por mil Cupravit	10	19	8	0
4	3	Toronja solamente	12	31	16	16
5	3	9 p. por mil Cupravit	16	?	11	6
6	1	13 p. por mil Kilol	?	?	7	6
7	4	9 p. por mil Cupravit	22	21	0	0
8	4	Toronja solamente	29	18	17	28
9	2	13 p. por mil Kilol	8	16	22	12
10	2	Toronja solamente	10	29	24	18
11	4	13 p. por mil Kilol	25	42	37	15
12	3	9 p. por mil Cupravit	12	35	7	0

? = Insectos agrupados, sin rumbo fijo

### Anexo 5. Contenido del Taller.

1. Presentación de los encargados del taller.
2. Introducción. Explicación a los participantes del motivo de la realización del taller.
3. Ilustración del ciclo de vida del zompopo con un rotafolio.
4. Ilustración de las diferentes castas de una colonia de zompopos con rotafolio.
5. Circulación de especímenes conservados de las diferentes castas de una colonia de zompopos.
6. Ilustración de la fundación de una nueva colonia con rotafolio.
7. Ilustración del cultivo del hongo simbiótico con rotafolio.
8. Cuadro de las especies susceptibles al ataque de zompopos en rotafolio.
9. Ilustración de la recolección de material vegetal e inserción del mismo en el cultivo de hongo simbiótico por parte del zompopo con rotafolio.
10. Elaboración de un cuadro en rotafolio junto a los participantes de las tácticas de control que ellos realizan.
11. Ilustración de los efectos de los plaguicidas sintéticos usados tradicionalmente en el control de zompopos para la salud humana y el medio ambiente con rotafolio.
12. Resultados del trabajo de tesis del conductor del taller. Explicación oral.
13. Demostración práctica de la elaboración del cebo a base de Cupravit azul 60 WP.
14. Sesión de preguntas.
15. Circulación de una hoja de evaluación del taller entre los participantes.
16. Despedida.