



ESCUELA AGRICOLA PANAMERICANA
DEPARTAMENTO DE PROTECCION VEGETAL

ESPECIES DE ZOMPOPOS EN LOS DEPARTAMENTOS DE
ESTELI Y SOMOTO, REGION I DE NICARAGUA Y
EL EFECTO DE HOJAS
DE CUATRO PLANTAS EN SU ACTIVIDAD

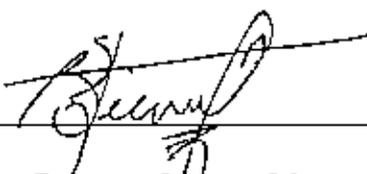
Tesis presentada como requisito para optar al
título de Ingeniero Agrónomo en el grado
académico de Licenciatura

Por

Bayardo E. Etienne Pérez

Honduras, 21 de Febrero de 1997

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



Bayardo Enrique Etienne Pérez

Zamorano, Honduras, 21 de Febrero de 1997.

DEDICATORIA

A Dios y a la Virgen María por ser mis apoyos incondicionales, mis fortalezas en las horas difíciles, y mi consuelo en horas de angustia.

A mis padres Roger y Rosario, por ser los coautores de todos mis logros, con su apoyo y sus consejos, pero sobre todo con mucho amor.

A mis hermanos Jasmila, Adolfo y Eleanne, que son la luz de mi alegría.

A mi Mimi y Ofo, y mis abuelos Bayardo y Adolfo, Alba Luz y Carmen, que son los formadores junto con mis padres de lo que soy.

AGRADECIMIENTOS

Al Señor y a la Virgen María.

Al Proyecto MIP- EAP- COSUDE, por el apoyo económico y logístico brindado para mis estudios de ingeniería .

Al comité de asesores por su apoyo constante, y por la paciencia y comprensión que me tuvieron.

Al personal del proyecto MIP-ZAMORANO-COSUDE y del Departamento de Protección Vegetal EAP- ZAMORANO por todo el cariño y apoyo brindado.

Al personal de los proyectos e instituciones nicaraguenses que colaboraron conmigo en las distintas etapas de este estudio.

A todo el personal del ALA MAGNA de Pantanal, EAP; Sergio, Hugo, Jesus, Juan Carlos, Enrique, Jorge, Ernesto, Hernan, Maria Emilia y Monica, por todos los momentos alegres que pasamos juntos haciendo menos pesada la carga diaria.

RESUMEN

El presente estudio se realizó en los departamentos de Estelí y Somoto, Nicaragua. Los objetivos del estudio fueron determinar especies de zompopos, hormigas cortadoras de hojas pertenecientes a los generos *Atta* y *Acromyrmex* (Hymenoptera: Formicidae) existentes en la zona y medir el efecto que tenía el aplicar hojas de canavalia (*Canavalia ensiformis*), camote (*Ipomoea batata*), madreaje (*Glyricidia sepium*) y marygold (*Tagetes patula*) sobre la actividad de sus nidos. Se hizo una recolección de zompopos en varias comunidades de Estelí y Somoto de noviembre a diciembre de 1995. Para medir el efecto de las plantas se aplicó 3 libras de hojas recién cortadas de cada tratamiento por un mes. Además se usaron 2 testigos, Amdro (hydramethylnon), un formicida comercial y un testigo nulo (no aplicar nada). Los tratamientos se distribuyeron por medio de un diseño de bloques completos al azar, y se llevaron dos bloques en la zona de Estelí y el otro en Somoto. Se midió actividad contando el número de zompopos que pasaban a un metro del nido en 30 segundos, tomando datos iniciales antes de aplicar los tratamientos y datos diarios por 30 días posteriores con tratamiento. Se compararon los datos de actividad inicial y posterior hasta el día 30, y los datos se analizaron por el método de Medidas Repetidas en Tiempo por medio de SAS ® (Statistical Analysis Systems). Se concluyó que la especie de zompopo predominante es *Atta cephalotes*. Se encontró otra especie de *Atta* que no se pudo identificar. No hubo un efecto significativo de los tratamientos en alterar la actividad de los nidos y hubo interacción significativa entre bloque y tratamiento.

TABLA DE CONTENIDOS

	PAGINA
Portadilla.....	i
Derechos de autor.....	ii
Hoja de firmas.....	iii
Dedicatoria.....	iv
Agradecimientos.....	v
Resumen.....	vi
Tabla de contenidos.....	vii
Índice de cuadros.....	ix
Índice de figuras.....	x
Índice de anexos.....	xi
I. INTRODUCCION.....	1
II. REVISIÓN DE LITERATURA.....	3
2.1 Antecedentes.....	3
2.2 Origen y Distribución.....	3
2.3 Pérdidas causadas por los zompopos.....	4
2.4 Aspectos biológicos del género Atta.....	5
2.4.1 Ciclo biológico.....	5
2.4.2 División social por castas.....	6
2.4.3 Aspecto interno y externo de un nido de zompopos.....	6
2.4.4 El hongo de los zompopos.....	7
2.4.5 Búsqueda y selección de sustratos vegetales.....	7
2.4.6 Procesamiento de hojas como sustrato para el hongo....	8
2.4.7 Alimentación de cada una de las castas.....	8
2.5 Métodos de control.....	9
2.5.1 Control cultural.....	9
2.5.2 Control físico mecánico.....	9
2.5.3 Control biológico.....	10
2.5.4 Control botánico.....	10
2.5.5 Control químico.....	10
III. MATERIALES Y MÉTODOS.....	12
3.1 Ubicación del estudio.....	12
3.2 Identificación de especies de zompopos.....	12
3.3 Pruebas de hojas de cuatro plantas.....	13
3.4 Análisis de datos.....	14
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	15

4.1 Identificación de especies de zompopos.....	15
4.2 Efecto de los tratamientos botánicos en actividad de nidos.....	16
V. CONCLUSIONES.....	20
VI. RECOMENDACIONES.....	21
VII. LITERATURA CITADA.....	22
VIII. ANEXOS.....	27

INDICE DE CUADROS

	PAGINA
Cuadro 1. Identificación de especies de zompopos.....	15
Cuadro 2. Analisis de varianza para actividad de nidos de zompopos.....	16
Cuadro 3. Asuncion I de ANCOVA para actividad de zompopos.....	29
Cuadro 4. Asuncion II de ANCOVA para actividad de zompopos.....	30
Cuadro 5. Medias de datos iniciales y posteriores de los tratamientos.....	30
Cuadro 6. Variacion de actividad dentro de los tratamientos en cada bloque .	32

INDICE DE FIGURAS

	PAGINA
Figura 1. Interacción entre bloque y tratamiento en la actividad de zompopos.	16
Figura 2. Interacción entre tratamiento y día en la actividad de zompopos.	17

INDICE DE ANEXOS

	PAGINA
Anexo 1. Datos diarios de actividad de zompopos en cada nido.....	28
Anexo 2. Análisis de covarianza previo al análisis de varianza usado en el estudio.....	29
Anexo 3. Ubicación de las localidades donde se recolectaron muestras de zompopos.....	33
Anexo 4. Ubicación de los nidos en cada comunidad.....	34

I. INTRODUCCION

Los zompopos, hormigas de los géneros *Atta* y *Acromyrmex* (Hymenoptera: Formicidae), son considerados plaga que día a día adquieren mayor importancia económica tanto a nivel forestal, como agrícola. Esta plaga defolia una gran variedad de cultivos, árboles frutales, árboles maderables y plantas ornamentales, causando pérdidas billonarias en la producción de alimentos a nivel mundial.

Los zompopos se caracterizan por su habilidad de cultivar hongos sobre los substratos vegetales que colectan (Weber, 1972, 1982). Existen unas 48 especies de zompopos en el mundo (Cherret, 1986).

En ciertas regiones de Nicaragua, el daño causado por los zompopos es de gran magnitud, especialmente en plantaciones forestales. En Samaria, localidad situada a unos 50 kilómetros de Managua, se observaron pérdidas hasta de un 30% de plantas en rodales forestales (Bauch, 1992).

En años anteriores el control de esta plaga se realizaba con plaguicidas sintéticos clorados como Aldrin, Mirex y Heptachlor, los que eran eficaces, pero que por su persistencia en el medio ambiente fueron sacados del mercado, dejando un gran vacío en el área de control de zompopos. Cherret (1983) cita que de no reemplazarse el uso de organoclorados como Mirex, con alternativas efectivas el potencial de la plaga de *Atta* puede volver a ser aparente.

En épocas recientes la plaga de zompopos en Nicaragua ha tomado una gran importancia la cual se ha hecho sentir en la economía de los pequeños campesinos productores de granos básicos, los cuales están buscando métodos alternativos no dañinos al hombre ni al medio ambiente para controlar la plaga.

Se ha probado empíricamente el uso de ciertas prácticas como la aplicación de carburantes directamente al nido. Para destruir los nidos se ha usado labranza, además se ha probado la aplicación de trozos de hojas de pino (*Pinus* spp.), marygold (*Tagetes patula*), camote (*Ipomoea batata*), cítricos (*Citrus* spp.), cannalia (*Cannalia ensiformis*), maní (*Arachis ipogaea*), entre otras (Grainge y Ahmed, 1988).

En Nicaragua los campesinos utilizan una gran variedad de plantas para control de zompopos, entre ellas Madero Negro (*Gliricidia sepium*), ciertos tipos de calabacitas silvestres.

Muchas de las prácticas de control que ocupan los campesinos son basadas en observación empírica y sin fundamento científico, pudiendo ser su efectividad aparente una mera casualidad. Además el efecto de los controles naturales con botánicos pueden variar según condiciones climáticas, diferencia de especies de zompopos e incluso diferencia en concentración de químicos de una planta a otra. Ante la necesidad de validar la efectividad de ciertas plantas en el control de zompopos, identificar los tipos de zompopos existente en Nicaragua, y dar una respuesta a la necesidad de encontrar un método distinto al tradicional control químico se plantearon los siguientes objetivos para el presente estudio:

A. OBJETIVO GENERAL :

1. Encontrar un método de control barato, ecológico y seguro para control de zompopos.

B. OBJETIVO ESPECÍFICO :

1. Determinar las especies de zompopos existentes en los departamentos de Estelí y Somoto, Nicaragua
2. Evaluar el grado de control que ejercen *Canavalia ensiformis*, *Tagetes patula*, *Gliricidia sepium* e *Ipomoea batata* sobre la actividad de las colonias de zompopos a nivel de campo.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. ANTECEDENTES.

Esta plaga como la mayoría de las plagas ha sido inducida por el hombre, ya que éste tala los bosques para reemplazarlos por áreas para agricultura (Cherret, 1981.; Hambleton, 1945), afectando la dinámica poblacional de los zompopos (Wheeller, 1907).

Según Soares de Souza (1587) la agricultura migratoria en Centro y Sudamérica ha contribuido a los rápidos aumentos poblacionales en algunas especies de zompopos.

Cherret (1968), Fowler (1983) y Hanes (1978) documentan que las poblaciones de algunas especies son mayores en hábitats simplificados por el hombre que en hábitats naturales. Las alteraciones drásticas del medio ambiente generadas por la quema de potreros (Fautereau, 1952) y áreas de siembra promueven el aumento de la densidad poblacional de la plaga. El clareo de bosques para crear áreas para agricultura y ganadería, especialmente de la cuenca del río Amazonas ha elevado la importancia de los zompopos como plaga (Fowler et al, 1984).

El impacto del ataque de los zompopos se ha hecho mayor, debido al cambio de los bosque nativos por especies exóticas, a la expansión de la producción de cítricos y cereales, y al cambio de los pastos nativos por pastos mejorados (Lofgren y VanderMeer, 1986). Todos estos factores han traído como consecuencia el cambio de las especies vegetales de las que se alimentaban los zompopos. Esta situación ha forzado a estos insectos a atacar nuevas especies vegetales, siendo éstas, muchos de los cultivos de importancia económica para el hombre, tales como: café, cítricos, frijol, ciertos cereales y árboles forestales como pino y eucalipto.

2.2. ORIGEN Y DISTRIBUCION .

Los zompopos se pueden encontrar en el Nuevo Mundo entre las latitudes 33 grados Norte y 44 grados Sur (Holldobler y Wilson, 1990 ; Cherret, 1983). Existe la teoría de que son originarios de América del Sur, de donde un número de especies se han difundido, con buena adaptación hacia Centro, Norteamérica y las Antillas. Weber (1972) sostiene que los

zompopos son originarios de la cuenca del río Amazonas, Cherret (1983) menciona que son originarios de los Trópicos del Sur, pues estas regiones son ricas en los dos géneros de zompopos, y Fowler (1982) piensa que se originaron como cortadores de pastos en las sabanas de Sur América.

2.3. PERDIDAS CAUSADAS POR LOS ZOMPOPOS.

Las especies de *Atta* son la plaga insectil más importante en los trópicos del Nuevo Mundo (Wilson, 1986).

Las zompopos defolian los cultivos haciendo cortes semicirculares en los márgenes de las hojas, esto lo puede hacer repetidamente y causar detención severa del crecimiento a las plantas afectadas (King y Saunders, 1984).

Los zompopos están ampliamente distribuidos en Nicaragua; en la zona Atlántica causan daños a la fruticultura y silvicultura, y en el Pacífico atacan cafetales, granos básicos, cítricos y vegetales (Avilés et al, 1980).

Amante (1967) menciona que ciertas especies de zompopos pueden consumir de 255 a 639 kg. de materia seca de pasto por colonia por año, lo que es igual a la pérdida de alimento de unas 51,200 a 87,000 cabezas de ganado al año.

Los zompopos causan pérdidas de áreas productivas, pues según maduran las colonias de *Atta*, el suelo excavado comienza a acumularse rápidamente sobre la superficie del suelo resultando en pérdidas de áreas de producción, y las áreas son mayores debido a que no crece vegetación en el área adyacente cercana al montículo de tierra (Fowler et al, 1984).

Al colapsarse cámaras del nido pueden formar trampas para animales y también para maquinaria agrícola (Robinson y Fowler, 1982). Colonias que están en las áreas de derecho de vía pueden causar que partes de la carretera colapsen (Nogueira y Martinho, 1983).

Amante (1967) señala que hay aumento de las malezas *Bidens*, *Sida* y *Solanum* correlacionado con el aumento en la densidad de colonias de zompopos.

Belt (1874) menciona que los granjeros nicaragüenses no cultivaban frutales en áreas de ataque severo de la plaga; Cherret y Jutsum (1983) observaron en Guyana que existía una escasez de cítricos debido a lo antes citado por Belt. Esto es un daño indirecto, pues se priva el agricultor de sembrar los cultivo que el desca.

El ganado en áreas donde hay alta incidencia de zompopos no pasta, lo cual aumenta el tiempo de engorde del ganado afectando los ingresos de los productores y aumentando el costo de la carne y sus subproductos al consumidor (Robinson y Fowler, 1982).

2.4. ASPECTOS BIOLÓGICOS DEL GÉNERO ATTA.

2.4.1 Ciclo biológico

El ciclo de vida de los zompopos comprende las etapas de huevo, larva, prepupa, pupa o exerata e imago (Holldobler y Wilson, 1990).

La actividad reproductiva comienza con las lluvias, generalmente a principios de Mayo, cuando las reinas fértiles y los machos alados realizan el vuelo nupcial el cual consiste en que las reinas y los machos salen del nido, vuelan copulan en el aire, quedando las reinas fecundadas. Después las reinas fecundadas buscan un sitio propicio de anidación para formar sus nidos, se entierran en el suelo, haciendo una entrada de unos 12 a 15 mm de diámetro, cavando unos 20 a 30 cm de profundidad, y allí hacen una cámara de unos 6 cm de ancho y alto. En esta cámara ovipositan e inician el cultivo de hongo del cual se alimentará la colonia. La reina trae una pequeña porción de hongo del nido madre en una bolsa pequeña que poseen en la parte inferior de la cavidad bucal y es con esto que la reina inicia el jardín de hongos.

A los cuarenta días de la oviposición, comienzan a eclosionar los primeros huevos, naciendo así las primeras hormigas obreras. Diez días después de la aparición de las primeras hormigas obreras, estas comienzan a cavar un túnel de salida a la superficie e inician la recolección de hojas para el cultivo del hongo, se acelera la producción de castas de obreras hasta el tercer a quinto año. Una vez que se inicia la producción de reinas y machos alados que darán inicio a nuevos nidos, se observa una disminución en la producción de obreras. En la siguiente temporada lluviosa, las reinas y los machos alados saldrán para reiniciar el ciclo y así formar nuevas colonias (Holldobler y Wilson, 1990).

Una colonia puede durar de 10 a 15 años, variando esto según el género y la especie de zompopo (Holldobler y Wilson, 1990).

2.4.2. División social por castas.

En un nido se pueden encontrar cinco divisiones o castas sociales de zompopos. La principal casta es la reina, que se encarga de establecer la colonia y el jardín de hongos en un inicio, luego su labor se limita a la producción de huevos. La segunda casta son las niñeras y jardineras, que son las encargadas de alimentar a la reina y a las larvas, también son las que cuidan y preservan el jardín de hongos, trituran y preparan las hojas para insertarlas al jardín de hongos. La tercera casta son las obreras. Estas tienen como función cosechar hojas fuera del nido para sustrato para el desarrollo del hongo, también pueden actuar como defensoras del nido en caso de que hayan invasiones de otras hormigas o insectos; esta casta puede llegar a vivir hasta cuatro meses. La cuarta casta son los soldados. Estos se encuentran en el interior del nido y también se pueden encontrar en los caminos de forrajeo. Su función es cuidar el nido de invasores. Esta casta posee grandes mandíbulas y sus cabezas son notoriamente más grandes que las del resto de castas, pues contienen poderosos músculos que mueven las mandíbulas, con las cuales son capaces de cortar a sus atacantes en trozos, e incluso lesionar la piel de una persona. La quinta casta son las reinas vírgenes y los machos alados que se encargan de formar nuevas colonias. Los machos sólo se encargan de secundar a la reina, mientras que las nuevas reinas establecen nuevos nidos, formando así nuevas colonias.

2.4.3. Aspecto interno y externo de un nido de zompopos.

Externamente los nidos son una acumulación de materia orgánica y tierra. Con el material residual extraído del interior de las cavidades forman un montículo o cráter circular o semicircular. La acumulación de tierra en el exterior del nido sirve como un aislante térmico y su función es regular la temperatura interna del nido. En el exterior se pueden observar dos tipos de hoyos, uno de entrada de materiales vegetales y otro de salida de tierra de las cámaras y material sacado de las cámaras de crianza de hongo (Hambleton, 1945).

Internamente el nido es un conjunto de túneles y cámaras cuyo tamaño, forma, diámetro, profundidad e inclinación varían según las distintas especies y géneros. Existen distintos tipos de cámaras dentro de un nido de zompopos. Según Hambleton (1945) podemos encontrar cámaras de procreación, donde está la reina y deposita los huevos; cámaras de vivienda donde viven obreras y soldados; cámaras de criadero de hongo, donde encontramos hormigas niñeras y jardineras, larvas e imagos (pupas); cámaras de basurero y cámaras en construcción.

En Nicaragua se ha observado que la profundidad de estas cámaras en suelos altamente arcillosos son más superficiales y en suelos arenosos son más profundos (Bauch, 1992).

2.4.4. El hongo de los zompopos.

Los zompopos se alimentan de un hongo que pertenece a la clase Basidiomicetes, familia Agaricales, cuyo nombre científico es *Leucocoprinus gongylophora* (Heim, 1957).

Este hongo fue observado por primera vez por Moller (1893), quien descubrió que las puntas de las hifas producían secreciones esféricas elipsoidales, las cuales eran comidas por los zompopos. Moller (1893) al encontrar esporóforos en nidos de zompopos del género *Acromyrmex* denominó al hongo *Rozites gongylophora*, nombre que sería cambiado después a *Leucocoprinus gongylophora* por Heim (1957). Belt (1874) cita que mientras se desempeñaba como ingeniero de minas en Chontales, Nicaragua la existencia de la relación de los zompopos con hongos, después de las observaciones continuas de sus hábitos a partir de daños en rosales, llegando a la conclusión de que colectaban las hojas para criar hongos de los que se alimentaban.

Este hongo se encuentra exclusivamente en las zompoperas pues es incapaz de reproducirse por sí solo debido a que por la coevolución que ha tenido con los zompopos perdió la capacidad de producir estructuras reproductivas y por tanto su existencia esta ligada a la existencia de zompopos, los que al igual no pueden vivir sin el hongo por que es la base de la alimentación de su reina, larvas e imagos.

2.4.5. Búsqueda y selección de sustratos vegetales.

Este tipo de hormiga posee un comportamiento trófico equivalente a consumidor primario, cortando material vivo, el cual es usado para cultivo de hongo, alimento directo de la colonia (Weber, 1972; 1982).

Los zompopos son herbívoros generalistas, pero son selectivos en la selección de sustratos dependiendo de la época del año; en época lluviosa se alimentan de hojas y frutos y en época seca se alimentan de flores y hojas tiernas, aunque se pueden alimentar de hojas maduras si el alimento escasea (Rockwood y Glander, 1979).

Se ha observado que los zompopos tienen preferencia por plantas no nativas de los trópicos y por plantas leñosas más que por herbáceas (Blanton y Ewel, 1985).

Existen tres especies de *Atta* y tres de *Acromyrmex* que se alimentan de Monocotiledoneas y catorce de *Atta* y nueve de *Acromyrmex* que se alimentan de dicotiledoneas (Cherret, 1983).

La selección de sustratos la realizan en base a contenido de nitrógeno, energía, humedad, desechando plantas que tenga compuestos repelentes (Hubell y Weimer, 1983), terpenoides, taninos, alcaloides y fenoles que inhiben la formación del hongo (Áreas, 1995).

La escogencia de plantas varía en el año en respuesta a la dinámica de la colonia y a las necesidades de material vegetal en el jardín de hongo; el estado de la cría, temperatura y humedad influyen el tipo de planta sobre las cuales se alimentan (Lewis et al, 1974).

Los zompopos al encontrar una fuente de alimento aceptable reclutan compañeras con señales hormonales dejadas como camino, esto lo hacen poniendo la punta del abdomen en el suelo, soltando a la vez una feromona, la cual dependiendo de su intensidad determina el grado de reclutamiento. El reclutamiento hacia una fuente de alimento puede ser inducido también por el extracto de la glándula de veneno que poseen estas hormigas o con un compuesto sintético de la hormona de camino (Hormona de reclutamiento), llamada Methyl -4- methyl-pyrrole -2- carboxilate (Tumlinson et al, 1972).

2.4.6. Procesamiento de las hojas como sustrato para el hongo.

Los trozos de plantas recolectados son transportados a lo interno de la colonia por las hormigas obreras. Dentro del nido las hormigas jardineras limpian las hojas, iniciando un proceso de remoción de hongos de crecimiento rápido y de bacterias que puedan estar presentes sobre la superficie de la hoja o material transportado. Posterior a la limpieza, los trozos de hoja son cortados en trocitos y se les agrega saliva y material fecal hasta formar una masa pegajosa. Esta masa es depositada en los jardines de crecimiento de los hongos a los que se les agrega una buena cantidad de micelios. Posterior a la implantación de micelios se agrega más material fecal. En este sustrato los hongos crecen rápidamente y cuando se encuentran bien densos son colectados por las hormigas niñeras y jardineras para la alimentación de la colonia (Áreas, 1995).

2.4.7. Alimentación de cada una de las castas.

Los zompopos están divididos en castas y cada una se alimenta de diferentes cosas.

Sobre los trozos de hojas que cosechan cultivan un hongo con el cual se alimentan la reina y las larvas. La reina se alimenta también de huevos tróficos (Basire-Benazet, 1957), los cuales son huevos no fecundados puestos por la reina con la única función de suplir sus necesidades energéticas.

Las hormigas obreras llenan 5% de sus requerimientos con hongo y el resto lo obtienen de savia de plantas al momento de cortar hojas (Littledike y Cherret, 1976). La extracción de líquido de las hojas parece estar relacionado además con un proceso de desecación del material para crecimiento del hongo (Areas, 1995).

2.5. MÉTODOS DE CONTROL.

2.5.1. Control cultural.

Se recomienda arado y grada profundas antes de la siembra, dejando 120 días sin vegetación para colonias recientemente establecidas, es decir no mayores de un año (Mariconi, 1970; Andrews, 1984). Al eliminar manualmente la reina por medio de azadón, o cualquier otro implemento en el primer año de vida de la zompopera, o antes del vuelo nupcial, se asegura la muerte de la colonia debido a que la reina no genera nuevos individuos (Hambleton, 1945). El uso del pasto *Brucchiaria decumbens* en potreros y áreas de ganadería infestadas de zompopos se ha recomendado para control de zompopos, ya que este pasto es resistente a defoliación por la plaga (Robinson y Fowler, 1982). Se recomienda cambiar el uso de la tierra, plantando especies de plantas no apetecidas, como Canavalia y otras leguminosas nativas que no son apetecidas por la plaga (Mariconi, 1970).

2.5.2. Control físico mecánico.

Se ha estado usando en plantaciones forestales y frutales faldas de zacate (Belt, 1874), plástico, metal y faldas de ascículas de pino impregnadas con aceite o grasa alrededor del tallo de árboles para evitar que los zompopos trepen a los árboles y los defolien. Cherret (1983) cita la utilización de riego por inundación de nidos como medio de control. Muchas personas usan aceite quemado y carburantes (gasolina, diesel, kerosene) aplicados al nido. Se ha recomendado la aplicación de tierra de una zompopera a otra como medio para hacer migrar zompoperas.

2.5.3. Control biológico.

Se ha observado que los zompopos tienen varios enemigos naturales como los osos hormigueros, hormigas del género *Ecyton* (Jaffe, 1983), moscas parásitas como, *Neodohrniphora curvinervis* (Diptera: Phoridae) (King y Saunders, 1984). El escarabajo *Canthos dives* causa mortalidad de reinas después del vuelo nupcial (Fowler et al., 1984), al igual que aves y otros vertebrados, pero estos agentes de control no están siendo utilizados, solamente como control natural.

Según King y Saunders (1984), algunos hongos entomopatógenos pueden causar grandes mortalidades de zompopos.

2.5.4. Control botánico.

Según Mullemax (1979), al poner de 5 a 15 kilogramos de hojas de canavalia alrededor y sobre el nido tres noches consecutivas produce un cese de actividad de hormigas variante de cinco meses a cinco años, variando de cese temporal a muerte de la colonia. Se supone que este efecto es debido a la acción de un compuesto llamado Dimethylhomopteroicarpin (Lampard, 1974), el cual actúa sobre el hongo por su acción fungicida. Canavalia posee un compuesto llamado L-Canavanina (L-2-amino-4-(guanidooxi)butírico acid), el cual es un análogo de L-arginina, que es usado por los insectos para formación de ciertas proteínas. Al incluir el compuesto en lugar de L-arginina en proteínas puede alterar la función de macromoléculas, afectando los procesos de crecimiento y expresando proteínas con propiedades antimetabólicas (Rosenthal, 1991).

Grainge y Ahmed (1988) citan el uso de la cáscara de limón, ascúculas de pino, cáscaras de toronja, uso de girasol, maní forrajero, para control de zompopos. Hay una gran variedad de plantas aparte de las ya mencionada que los campesinos utilizan para el control de zompopos. En Nicaragua por ejemplo se está usando canavalia, madreño, zacate limón y torta de neem. De estos tratamientos aún no se tiene un respaldo científico sobre su efectividad, la cual varía dependiendo del género y especie de zompopo, y de un lugar a otro.

2.5.5. Control químico.

Anteriormente se usaban productos organoclorados principalmente Mirex (Dodecacloro), aplicados como líquido, polvos, nieblas, y fumigantes como bisulfuro de carbono, cianamida de hidrógeno y bromuro de metilo (Pollard, 1982), los cuales fueron sacados

del mercado por alta toxicidad y persistencia en el medio ambiente. El uso de cebos envenenados ha sido lo más efectivo para control de zompopos. Actualmente no hay un cebo comercial efectivo contra la plaga. Domínguez (1992) encontró que la elaboración de un cebo con Benornyl y pulpa de cítricos daba buenos resultados. La aplicación de los cebos se debe de hacer antes del vuelo nupcial, es decir antes de que comiencen las lluvias, puesto que en ese momento es que se concentra la mayor población de hormiga y así se disminuyen el número de reinas que formaran nuevas colonias. El cebo se debe aplicar en los carriles de recolección de hojas y alrededor del nido (Bauch, 1992). Una desventaja de los cebos es que al humedecerse, liberan el ingrediente activo, el cual se lixivia y pierden su efectividad (Cherret, 1983). Aparte del uso de cebos actualmente se está usando pastillas de Fosforo de aluminio, Lorsban en polvo (Clorpirifos), nematocidas, Furadan (Carbofuran) y otros químicos no específicos para la plaga; se ha recurrido al uso de cualquier insecticida ante la ausencia de un formicida que de un efecto positivo y de largo plazo. Al usar los insecticidas el control de la plaga es temporal, luego de cierto tiempo hay una explosión poblacional dentro de las colonias tratadas y el problema reaparece.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. UBICACION DEL ESTUDIO.

El estudio se realizó en Nicaragua, en la región I, la cual comprende los departamentos de Estelí, Madriz y Nueva Segovia. Se escogió esta zona debido a que es una de las regiones donde se ha reportado mayor daño por ataque de zompopos. La región I está localizada al noroccidente del departamento de Managua, su temperatura media anual es de 20 grados centígrados, con una precipitación media anual de 740 mm. y una altitud media de 645 msnm.. La topografía del terreno se caracteriza por ser una zona montañosa muy quebrada, con pequeños valles (Anexo 3).

3.2 IDENTIFICACIÓN DE GÉNEROS Y ESPECIES DE ZOMPOPOS.

Esta fase del estudio se llevó a cabo con la ayuda de agencias de extensión de la región, las que ayudaron a encontrar lugares de incidencia de la plaga en un área dentro de un radio de 5 a 15 km de las ciudades de Estelí y Somoto (Anexo.4). Con los extensionistas se visitaron comunidades se habló con los campesinos, los que nos dieron la ubicación de zompopos de las cuales tomábamos las muestras.

Para la selección de nidos no se siguió ningún patrón de muestreo, no seleccionando sitios en base a características topográficas o climáticas, cubriendo tanto zonas planas como de ladera, y zonas secas como Somoto hasta localidades como Miraflores, en la cual llueve 10 de los 12 meses del año.

Las muestras se tomaron de noche y de día. La recolección de especímenes se hizo manualmente haciendo uso en algunos casos de machetes o barras de hierro para sacar tierra de los nidos algunas ocasiones, cuando había ausencia de zompopos en el exterior del nido, y golpeaba con un machete o con una vara de madera la superficie del nido, lo que excita a las hormigas soldado y los hace salir a la superficie del nido, facilitando así su recolección.

Las muestras se recolectaron en frascos de vidrio estándar que contenían alcohol etílico al 80%. Se recolectaron por lo menos 50 zompopos de todos los tamaños posibles por nido, y se etiquetaron con datos del lugar de recolección, actividad que realizaban los zompopos, planta que estaban atacando, fecha de recolección y recolector. Una vez terminada la recolección de muestras, se procedió a poner los especímenes en alfileres y puse los individuos pequeños en triángulos de papel, y los grandes se pincharon directamente en el tórax. Para identificar los zompopos se utilizó una clave hecha por John Longino (InBio, Instituto de Biodiversidad, Costa Rica) sobre especies de zompopos del parque nacional La Selva en Costa Rica.

3.3 PRUEBAS DE HOJAS DE CUATRO PLANTAS.

Se seleccionó la especie de mayor incidencia, basándonos en la fase I del estudio, *Atta cephalotes*.

Los tratamientos se distribuyeron en un diseño de bloques completos al azar y se hicieron 3 repeticiones de cada tratamiento, cada una en un sitio diferente.

La unidad experimental fue un nido entero (zompoperas).

Los nidos se seleccionaron si tenían menos de seis entradas o salidas, que tuvieran actividad visible, cercanas a caminos de acceso (no más de 1km), para los tratamientos con marigold, camote, canavalia y madreño se seleccionaron lugares cercanos a donde estuvieran sembradas esas plantas por la dificultad de transportar el material y la escasez de ayudantes y tiempo para la toma de datos. Para los tratamientos con AMDRO y nulo se escogieron nidos bajo el criterio de cercanía y acceso.

Los lugares donde se tuvieron cada uno de los bloques fueron:

- 1) Santa Cruz, localizada a 15 kilómetros al sur de Estelí, aplicaciones el 1 de agosto 1996
- 2) El Dorado, localizada a 5 kilómetros al norte de Estelí, aplicaciones el 1 de septiembre 1996.
- 3) Las comunidades de Santa Rosa, Aguas Calientes y en la ciudad de Somoto en el departamento de Somoto, Madriz, localizados a 70 kilómetros al noroeste de Estelí, aplicaciones el 1 de diciembre 1996.

El bloque 3, localizado en Somoto se tuvo que realizar con una gran diferencia de tiempo en relación a los otros dos debido a problemas de logística en la realización del ensayo.

Un día antes de comenzar a aplicar los tratamientos se tomó un dato inicial de actividad para poder compararla con la actividad final después de terminado el período de un mes. Este dato fue tomado en condiciones climáticas normales, sin lluvia, entre las 6 y 8 de la

noche en cada uno de los nidos en cada localidad. La actividad se midió contando por treinta segundos la cantidad de zompopos que pasaban por un punto situado a un metro de la salida del nido, sobre el camino de forrajeo que se encontrara activo (Anexo 1). Este punto era marcado con una estaca y el punto podía variar si los zompopos cambiaban de entrada de forrajeo.

Los tratamientos que se probaron fueron: Hojas de camote (*Ipomoea batata*), cannavalía (*Canavalia ensiformis*), madreño (*Glyricidia sepium*) y marygold (*Tagetes spp.*). Aparte de los tratamientos anteriores se usaron dos testigos: un zompopicida comercial llamado Amdro® (hydamethylnon), y el otro testigo donde no se aplicó nada.

En cada tratamiento se aplicó tres libras de hojas recién cortadas alrededor del nido preseleccionado, haciendo énfasis en las entradas y caminos de forrajeo. Se midió actividad entre las 6 y 8 de la noche, por treinta días, tiempo en el cual también se hicieron muestreos diarios de actividad con el método antes descrito. La actividad del nido se medía antes de aplicar los tratamientos. El formicida Amdro fue aplicado una sola vez al inicio del ensayo con la dosis que estipula el fabricante.

3.4 ANÁLISIS DE DATOS

Las variables que se analizaron fueron actividad inicial y actividad diaria posterior a tratamiento.

Para analizar los datos se utilizó un análisis de medidas repetidas en tiempo por medio de SAS® (Statistical Analysis Systems, 1985). Se sacaron las medias de las variables de actividad inicial y actividad posterior por medio de SAS. Se usó la interacción entre bloque y tratamiento (Bloque * Tratamiento) como error para realizar el análisis. Como se encontró que la interacción entre bloque y tratamiento era significativa, se realizó un análisis de los datos de los tratamientos y los bloques por medio de gráficas para ver la existencia de tendencias en los tratamientos dentro de cada bloque y para determinar los cambios en actividad dentro de cada tratamiento para el experimento total.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. IDENTIFICACION DE ESPECIES DE ZOMPOPOS.

La especie de mayor incidencia en la zona es *Atta cephalotes*. En Somoto se encontró otra especie de *Atta*, de color café oscuro, brillante, del cual no pudimos determinar su especie por limitaciones que presentaba la clave de identificación.

Los datos generales de las muestras recolectadas se presentan en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Identificación de especies de zomposos.

Departamento	Localidad	# Nidos	Genero y Especie Encontrado
Somoto	Aguas Calientes	10	<i>Atta cephalotes</i> , <i>Atta sp.</i>
	Cuyás	10	<i>Atta cephalotes</i>
	Somoto (Ciudad)	5	<i>Atta cephalotes</i> , <i>Atta sp.</i>
	El Volcán	7	<i>Atta cephalotes</i> , <i>Atta sp.</i>
	Mansico	12	<i>Atta cephalotes</i>
	Santa Rosa	13	<i>Atta cephalotes</i>
Estelí	El Naranjo	5	<i>Atta cephalotes</i>
	El Espinal	7	<i>Atta cephalotes</i>
	El Dorado	8	<i>Atta cephalotes</i>
	Los Cipreces	4	<i>Atta cephalotes</i>
	Ocotillo	12	<i>Atta cephalotes</i>
	San Nicolás	10	<i>Atta cephalotes</i>
	Mirafior	7	<i>Atta cephalotes</i>
	Tomabú	5	<i>Atta cephalotes</i>
	Total de muestras (nidos):	115	

4.2 Efecto de los tratamientos botánicos sobre la actividad de los nidos.

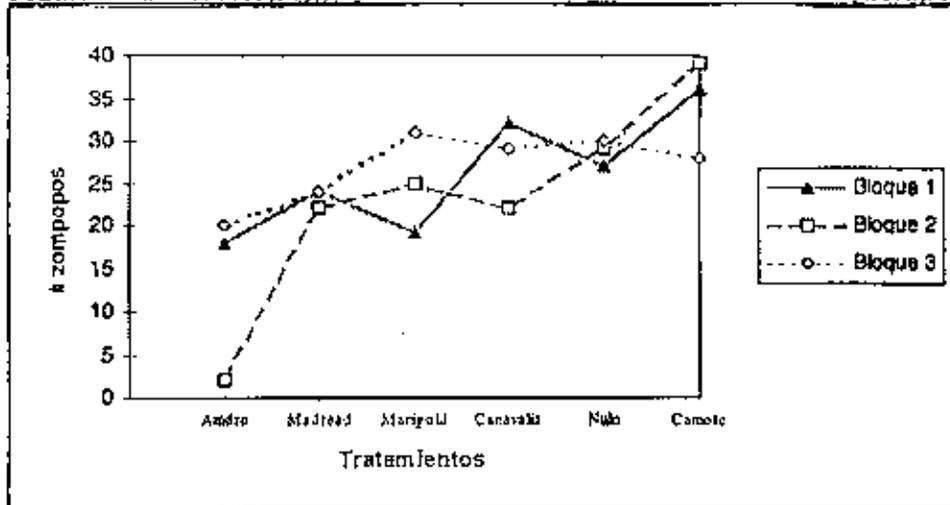
No hubo efecto significativo de los tratamientos sobre la actividad de los nidos (Cuadro 2). Hubo una interacción significativa entre bloque y tratamiento.

Cuadro 2. Analisis de varianza para actividad de nidos de zomposos.

Fuente	GL	SC tipo III	CM	Valor F	Pr. F
Bloque	2	82.70	41.35	0.51	0.60
Tratamiento	5	667.86	133.57	0.86**	0.54
Bloque * Tratamiento	8	1239.62	154.95	1.90	0.06
Día	29	2377.66	81.98	1.00	0.46
Tratamiento * Día	144	11435.78	79.41	0.97	0.56
Error			81.98		

**El valor de F para tratamiento se calculó usando Bloque*tratamiento como error.

Figura 1. Interacción entre bloque y tratamiento en la actividad de zomposos.



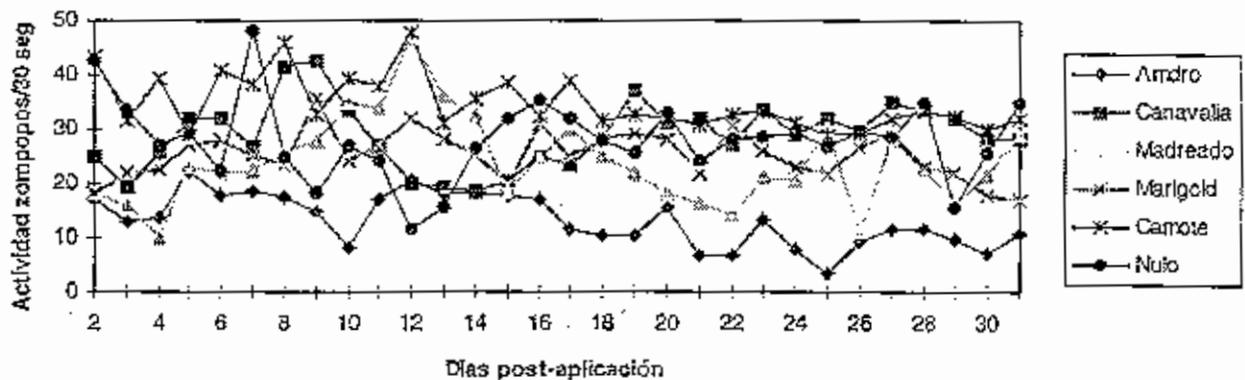
Al decir que existe interacción queremos decir que el efecto de los tratamientos es dependiente de los bloques, o sea que en cada lugar que se realizó el ensayo el efecto pudo haber sido diferente dependiendo de condiciones específicas de cada lugar y del tiempo en que se realizó el ensayo.

En la Figura 1 podemos apreciar que hay múltiples interacciones entre los bloques y los tratamientos, lo cual es representado por el cruzamiento de las distintas curvas que representan los bloques. Pero más que todo, Marigold en bloque 1 vs. 2 y 3, y Amdro en bloque 2 vs. 1 y 3.

La interacción entre bloque y tratamiento se puede haber debido a la diferencia en tiempo entre los bloques 1 y 2 en relación al bloque 3, aunque la Figura 1 muestra una interacción para los bloques 1 y 2 para el tratamiento con madreado. También se pudo deber a condiciones climáticas distintas en los bloques debidas a variación de estaciones, incluso exceso de lluvia en los bloques 1 y 2 los cuales fueron evaluados en temporada lluviosa y también a un sesgo al asignar los tratamientos dentro de los bloques.

Para observar la variación diaria en la actividad, el efecto de día y la interacción entre día y tratamiento se realizó una gráfica (Figura 2) (cada punto representa el promedio de actividad de los tres bloques).

Figura 2. Interacción de tratamientos y días en la actividad de zompopos.



En esta figura se puede observar la alta variabilidad de actividad dentro de cada tratamiento.

Se pudo observar que hay una diferencia en horas de actividad entre los bloques de Estelí y el bloque de Somoto. En la zona de Estelí se pudo encontrar en los meses de agosto a octubre zompopos cortando hojas desde las 4:30- 5:00 p.m., mientras que en Somoto se observó que en el mes de diciembre todos los nidos usados en el estudio no tenían actividad a esas horas sino a partir de las 6:30- 7:00 p.m.. Esto se pudo haber debido a

diferencias en las condiciones climáticas entre las zonas donde estaban los bloques, y también a que el tiempo en que se estuvo evaluando en Somoto fue período seco.

Se observó que los zompopos al brindárseles las hojas de los tratamientos, el único que cortaban y metían al nido inmediatamente era el de camote. En contraste, para canavalia y marygold casi transcurría un día para que comenzaran a cortar y meter al nido; para madreado nunca cortaron ni metieron hojas.

Pensamos que tal vez cortaban marygold y canavalia hasta un día después de aplicados por que al estar expuestos a condiciones ambientales, principalmente de luz y calor, pierden ciertos compuestos por degradación. Para el caso específico de marygold, se observó que al día siguiente de aplicado perdía mucho de su olor característico, y era hasta entonces que lo cosechaban.

El formicida AMDRO, usado en el estudio, a pesar de que en general no se observó un efecto significativo sobre la actividad de zompopos, se cree que tienen un efecto negativo sobre la actividad de zompopos, debido a que en uno de los bloques tuvo control total (0 zompopos) en la actividad de zompopos y en los otros dos no hubo aumentos significativos de actividad, lo que nos hace suponer que puede ser que tenga algún efecto, también hay que tomar en cuenta que por ser un cebo de liberación lenta y que el tiempo de observación sólo fue de un mes en cada bloque, puede que no se haya podido ver su efecto real.

En una zompopera tratada con madreado en la zona de Somoto, la cual no estaba siendo evaluada en el ensayo, se pudo observar que al acumularse el material de varios días de tratamiento despedía olores fuertes característicos del madreado, y la actividad en esa zompopera disminuyó considerablemente, aunque no se cuantificó la disminución, sólo fue apreciación visual del investigador. En el bloque 1 se observó que al poner las hojas de madreado y acumularse material, los zompopos inhabilitaban la salida donde se ponía el material y salían por otra, lo que nos hace pensar que hay un posible efecto de repelencia de esta planta en los zompopos.

Para el tratamiento con canavalia se observó que en todos los bloques se aumentaron las poblaciones, se podría atribuir a esto que la cantidad de hojas en comparación a las usadas por Mullemax (1979) son mínimas, y no tuvieron un efecto sobre las zompoperas, y que las zompoperas a que se asignó este tratamiento eran bastante grandes, lo que anuló el efecto de las hojas.

Con anterioridad en el terreno donde estaba el bloque 2 para el tratamiento con camote, se había estado sembrando camote en ciclos agrícolas anteriores y los zompopos cortaban de este material, e incluso durante la realización de el ensayo aún existían algunas plantas en el terreno y se alimentaban con estas, lo que nos hace presumir que ese nido había

desarrollado algún mecanismo para usar esta planta como alimento sin que esta le perjudicara.

V. CONCLUSIONES

1. En la región I se encuentran exclusivamente el género de zompopos *Atta*, y de este la especie *Atta cephalotes*, aunque hay otra especie de *Atta* que no se identificó.
2. Las plantas usadas en el estudio no tuvieron un efecto sobre la actividad de los nidos.
3. Hubo interacción significativa entre los tratamientos y los bloques.
4. No se puede recomendar ninguno de los tratamientos de este estudio a productores, debido a que ninguno tuvo un efecto significativo sobre las actividades de nidos de zompopos.

VI. RECOMENDACIONES

1. Se debería de probar los efectos en actividad de dosis mayores de hojas (5-15 kg) con tiempos más cortos de observación (una semana).
2. De volver a realizar ensayos con esta plaga en la zona de Somoto se debería de tomar esta zona como un lugar independiente de la región, pues las condiciones tanto climáticas como topográficas de la zona son muy distintos al resto de la región.
3. Realizar estudios sobre diferencias en actividad por zonas geográficas y por época del año (seca, lluviosa).
4. Realizar una caracterización de especies de zompopos por región y a nivel nacional.
5. Se debería de usar nidos grandes, mayores de un año de edad, que son los que se encuentran con mayor frecuencia en el campo y son los que dan más problemas a los productores.
6. Evaluar la efectividad real de Andro como control de zompopos, ya que en el presente estudio no se pudo observar claramente su efecto y se piensa que puede ser realmente efectivo.
7. Se deben de seleccionar áreas con características topográficas similares, por ejemplo diferenciar zonas de trópico húmedo de las de trópico seco, y áreas planas de áreas quebradas.
8. Seleccionar cuidadosamente las especies identificándolas previo a realizar ensayos para trabajar con una sola especie, ya que los hábitos interespecíficos son variables.
9. Seleccionar zompoperas con tamaños y edades similares, preferiblemente zompoperas grandes , las que son más frecuentes en el campo y las que causan más daño. Se puede tomar como patrón nidos con más de 6 entradas o salidas (túmulos de tierra u orificios de salida) y que haya presencia visible de hormigas soldado.
10. Tomar en cuenta datos de precipitación y temperatura al analizar datos de actividad de zompopos ya que estos factores afectan directamente la actividad y recolección de forraje de los zompopos.
11. Realizar ensayo en temporada seca o lluviosa, pero no en una combinación de ambas ya que la selección de sustratos vegetales varía de una temporada a otra debido a cambios en las condiciones fisiológicas de las plantas.
12. Al recolectar muestras se debe escoger hormigas de todos los tamaños y castas posibles, pero de preferencia recolectar zompopos soldados que por su tamaño y morfología presentan mayor facilidad de identificación.
13. Se podría intentar cuantificar la cantidad de material vegetal o cebo usado en otro ensayo para medir el consumo de los zompopos. Esto se podría hacer por medio de peso, restando del peso del material al momento de aplicación el peso final al momento de hacer una observación posterior (material residual) y restando de esto un porcentaje de peso por pérdida por deshidratación del material, comparándolo con material sin efecto de consumo por los zompopos.

VII. LITERATURA CITADA

- AMANTE, E. 1967. A formiga saiva *Atta capiguara*, praga das pastagens. Brasil, OBiologico 33:133-120.
- ANDREWS, K.L. 1984. El manejo integrado de plagas invertebradas en los cultivos agronómicos, hortícolas y frutales de la Escuela Agrícola Panamericana. Zamorano, Honduras, publicación MIPH-EAP N° 7. 48 pp.
- AREAS, W. 1995. Guía técnica sobre zompopos (*Atta cephalotes*). Chinandega, Nicaragua, Proyecto de Desarrollo Sostenible "Pikín Guerrero". 8 p.
- AVILES, R; MONTERREY, J; LUNA, F; BALLESTEROS, O. 1980. Efectividad de cinco insecticidas aplicados contra zompopos (*Atta Spp*) en plantaciones de cafeto en Nicaragua. Tesis Ing. Agr. Managua, Nicaragua, Universidad Nacional Agraria, 70 p.
- BAUCH, M. 1992. Control de zompopos (*Atta cephalotes*) en plantaciones forestales. Nicaragua, MARENA. 8 p.
- BASIRE-BENAZET, M. 1957. Sur la formation de l'oeuf alimentaire chez *Atta sexdens rubropilosa*, Forel, 1908 (Hym. Formicidae). Paris, Comptes Rendus de l'Academie de sciences. 244 (9) : 1277- 1280.
- BELT, T. 1874. The naturalist in Nicaragua. London, England, E. Bompus 306 pp.
- BLANTON, C; EWEL, J. 1985. Leaf-cutting ant herbivory in sucesional and agricultural tropical ecosystems. Ecology 66 (3): 861- 869.
- CHERRET, J. 1968. Some aspects of the distribution of pest species of leaf cutting ants in the Caribbean. American Soc. of Horticultural Scien. in Trop. Region 12:295-310.
- _____. 1981. The interaction of wild vegetation and crops in leaf cutting attack. En Pests, Pathogens and Vegetation. Ed. por Thersh, J.M. London, England, Pitman. p. 315 - 325.

- _____. 1983. History of Leaf cutting ant problem. En Fire ants and leaf cutting ants: biology and management. Ed. por Lofgren, C.; Van der Meer, R. Colorado, USA Westview studies in insect biology . p. 10-17.
- _____. ; JUTSUM, A.R. 1983. The effect of some ant species, especially *Atta cephalotes* (L), *Acromyrmex octospinosus* Reich and *Azteca* spp.(Hym:Form).on citrus growing in Trinidad. En Social insects in the Tropics. Ed. por Jaison, C. Universite Paris-Nord. Vol.2 p. 153-163.
- _____. 1986. History of Leaf-cutting ant problem . En Fire ants and Leaf cutting ants: Biology and Management. Ed. por Fowler, C.; Vander Meer, R. Boulder, Colorado, USA .Westview press. p. 10-17.
- DOMINGUEZ, J.M. 1992. Control químico de zompopos (*Atta spp.*) usando un cebo a base de un fungicida sistémico. Tesis Ing. Agr. Zamorano, Honduras , Escuela Agrícola Panamericana. 54 p.
- FAUTEREAU, E. 1952. Etudes d'ecologie humaine dans l'aire Amazonienne. Lussand Freres,Paris, France. Fontenay-le comte. 47 p.
- FOWLER, H.; ROBINSON,S. 1977. Foraging and grass selection by the grass-cutting ant *Acromyrmex landdolti fracticornis* (Forel) (Hymenopt : Formic) in habitats of introduced forrage grasses in Paraguay. Bulletin of Entomological Research 67: 659-666.
- FOWLER, H. 1982. Evolution of the foraging behaviour of leaf cutting ants (*Atta* and *Acromyrmex*). En The biology of social insects. Ed. por Breed,M.D.; Michener, C.D.; Evans, H.E. Colorado,Westview press. 33 p.
- _____. 1983. Distribution patterns of Paraguayan leaf-cutting ants (*Atta* and *Acromyrmex*) (Hymenoptera : Formicidae : Attine). Stud. Neotrop.Fauna Environ. 18:121-738.
- _____.; FORTI, L.C.; PEREIRA DA SILVA,V.; SAES, N.B. 1984. Economics of grass cutting ants. En Fire ants and leaf cutting ants:biology and management. Ed. por Lofgren, C.; Vander Meer , R. Boulder, Colorado, USA. Westview press. p..23-30.
- GRAINGE, M.; AHMED,S. 1988. Handbook of plants with pest-control properties. USA, Wiley Interscience, 470 p.

- HAMBLETON, E. 1945. El exterminio de la hormiga agricultora o parasol. Washington, Imprenta del gobierno de EU, Publicación TC-197. 11 p
- HANES, B. 1973. Elements and energy flows through colonies of leaf cutting ant, *Atta colombica*, in Panama. *Biotropica* 10:270-277.
- HEIM, R. 1957. A propos du *Rozites gongyllopharha* Moeller. *Rev.Mycol.* 2:293-299.
- HOLLOBLER, B.; WILSON, E.O. 1990. The Ants. Belknap, Harvard, USA. 731 p.
- HOWSE, P.E. 1986 Chemical communication in leaf-cutting ants. En Lofgren, C.S.; Van der Meer, R.K. 1986. Fire ants and leaf cutting ants: biology and management. 1 ed. London, Westview. p.192-200.
- HUBELL, S.; WEINER, S.E. 1983. Host plant selection by an attine ant. En Social insects in the tropics. Ed. por Jaisson, P. Universite Paris-Nord. Vol II , p.133-154.
- JAFFE, H. 1983. Chemical communication systems in the ant *Atta cephalotes*. En Social Insects in the Tropics. Ed. por Jaisson, P. Universite Paris-Nord. Vol. 2, p. 165-180.
- KING, A.B.S. Y J.L. SAUNDERS . 1984. Las Plagas invertebradas de cultivos alimenticios anuales en América Central. (U.K.) Overseas Development Administration. 182 p.
- LAMPARD, J. 1974. Dimethylhomopterocarpin: An antifungal compound in *Canavalia ensiformis* and *Vigna unguiculata* following infection. *Phytochemistry* 13: 291-292.
- LEWIS, G.V.; POLLARD; DIBLEY, G.C. 1974. Rhythmic Foraging in the leafcutting ant *Atta cephalotes* (L.) (Formicidae : Attine). *Journal of Animal Ecology.* 43 (1) : 129-141.
- LITTLEDIKE, M.; CHERRET, J.M. 1976. Direct ingestion of plant sap from cutted leaves by the leaf-cutting ant *Atta cephalotes* (L) and *Acromyrmex octospinosus* (Reich) (Formic: Attini). *Bulletin of Entomological Research* 65: 33-47.
- LOFGREN, C.S.; VANDER MEER, R.K. 1986. Fire ants and leaf cutting ants: biology and management. 1 ed. London, Westview. 434 p.
- MARICONI, F. 1970. As Sauvas. Sao Paulo, Brasil, CERES. 167 pp.

- MOLLER, A. 1893. Die pilzgarten einiger Sudamericanische Ameisen. Bot. Mitteleuropa 6: 1 - 127.
- MULLEMAX, C.H. 1979. The use of Jackbean (*Canavalia ensiformis*) as a biological control for leaf cutting ants (*Atta spp*). Biotropica 11: 313 -314.
- NOGUEIRA, S.; MARTINHO, M. 1983. Leaf cutting ants (*Atta Sp*), damage to and distribution along Brazilian roads. En Social insects in the tropics. Ed. por Jaisson, P. Universite Paris-Nord. Vol. 2. pp.181-186.
- POLLARD, G.V. 1982. A review of the distribution, economic importance and control of leaf cutting ants in the Caribbean region with an analysis of current control programmes. En Urgent plant pest and disease problem in the Caribbean . Ed. por Brathwaite, C.W.; Pollar, G.V. IZCA office in Trinidad y Tobago. Mis. Publ. 3762, p.43-51.
- ROBINSON, S.; FOWLER, H.G. 1982. Foraging and Pest potential of paraguayan grass cutting ants (*Atta* and *Acromyrmex*) to the cattle industry. Z. Angew-Entomol 93:42-54.
- ROCKWOOD, R.; GLANDER, K. 1979. Howling monkeys and leaf cutting ants: comparative foraging in tropical deciduous forest. Biotropica 11 (1): 1-10.
- ROSENTHAL, G.A.T 1991. The biochemical basis for the deleterious effects of L-Canavanine. Oxford, Phytochemistry 30 (4): 1055-1058.
- SAS INSTITUTE INC. 1985. SAS / STAT Guide for personal computers, version 6. Cary, NC: SAS Institute Inc. 378 p.
- SOARES DE SOUZA, G. 1587. Tratado descriptico do Brasil. Sao Paulo, Brasil, Colecao Brasileira. 5ta. serie. Vol. 117.
- TUMLINSON, J.; SILVERSTEIN, R.; MOSER, J.; BROWNLEE, R.; RUTH, L. 1971. Identification of the trail pheromone of a leaf-cutting ant, *Atta texana* (Hymenoptera : Formicidae). Nature 234: 345-349.
- WALLER, D. 1982. Leaf-Cutting ants and liveoak: The role of leaf toughness in seasonal and interspecific host choice. Ent. Exp. and Appl. 32: 146-150.
- WEBER, N. 1972. Gardening ants: The Attines. Mem. Amer. Phil. Soc. 92: 1-146.

- _____. 1982. Fungus Ants. En Social insects, Ed. por Hermann, H.R., New York , Academic Press. Vol. 4. p. 255-363.
- WHEELER, W. 1907. The fungus growing ants of North América. Bulletin of the American Museum of Natural History 23: 669-807.
- WILSON, E. O. 1986. The defining trait of fire ants and leaf cutting ants. En Fire ants and Leaf-cutting ants: Biology and management. Ed. por Lofgren, C.; VanderMeer, R.K. Boulder, Westview Press, p. 1-9 .

VIII. ANEXOS

 Anexo 2 . Análisis de covarianza previo al análisis de varianza usado en el estudio.

Aparte del análisis de varianza que se utilizó para analizar los datos, se probó antes de éste un análisis de covarianza.

Al usar el análisis de covarianza para bloques completos al azar se debían de cumplir dos asunciones:

- 1) Existencia de una regresión común entre variable (post) y la covariable (inic), y
- 2) Que el valor promedio de la covariable (inic) fuera independiente de los tratamientos.

Al correr el análisis para estas dos asunciones por medio de SAS se observó que la primera de las dos asunciones no se cumplía.

Para la asunción 1 podemos ver en el cuadro 3 que la interacción Inic*Trat fue significativa, lo que significa que no hay regresión común entre la variable y la covariable, en éste caso los dato posteriores de actividad (post), y los datos iniciales (inic).

Cuadro 3. Asumción 1 de ANCOVA para actividad de zompopos.
Variable dependiente: actividad (posterior a tratamiento).

Fuente	GL	SC Tipo III	Cuadrado Medio	F	Pr> F
Bloque	2	82.70	41.35	0.51	0.60
Tratamiento	5	667.86	133.57	0.86**	0.54
Bloq*Trat	8	1239.62	154.95	1.90	0.06
Día	29	2377.66	81.98	1.00	0.46
Trat*Día	144	11435.78	79.41	0.97.	0.56
Inic	1	34.66	34.66	0.42	0.51
Inic*Trat	3	144.09	48.03	0.59	0.62
Inic*Día	29	2926.25	100.90	1.23	0.20
Inic*Trat*Día	144	11704.33	81.28	0.99	0.15

Para la asunción # 2 podemos ver en el cuadro 4 que la probabilidad usando como error Bloque * Tratamiento es no significativa, por lo que se pudo decir que no hubieron diferencias significativas entre los tratamientos en sus valores de actividad inicial.

Cuadro 4. Asunción II para ANCOVA para actividad de zompopos.
(Variable dependiente: Actividad inicial, anterior a tratamiento)

Prueba de hipótesis usando suma de cuadrados tipo III MS para TRATAMIENTO*BLOQUE como un término de error.						
Fuente	GL	SC Tipo III	Cuadrado Medio	F	Pr > F	
TRAT	5	1 3870.928	2774.186	2.58	0.1029	

Debido a que la covariable (actividad inicial) no tuvo ningún efecto significativo sobre la actividad (Cuadro 3) y que la asunción # 1 no se cumplía (Cuadro 3) se decidió no usar el análisis de covarianza para probar el efecto de los tratamientos.

Se observó una disminución de actividad en los testigos (Amdro y Nulo), y aumentos leves en actividad de los tratamientos con plantas (Cuadro 5), presumimos que la cantidad de hojas que se estaba usando en este ensayo era muy poca y que no permitió ver efectos en los tratamientos en las actividades posteriores.

Cuadro 5. Medias de los datos posteriores e iniciales de los tratamientos.

TRAT	N	---POST---		---INIC---	
		Media	DS	Media	DS
AMDRO	90	13.10	10.64	19.66	5.46
Canavalia	90	28.83	11.94	24.66	3.31
Madreao	90	23.54	9.60	20.66	9.15
Marigold	90	25.27	9.54	25.00	9.32
Canote	90	34.76	9.65	34.00	2.96
Nulo	90	28.11	10.50	41.66	1.70

Para analizar mejor esto hicimos una comparación de los datos iniciales con el dato del día 31 de cada tratamiento en cada bloque.

Con la comparación se pudo observar que el tratamiento testigo Amdro, disminuyó la actividad inicial en los nidos que se estaba aplicando en un 42, 100 y 22% a los 30 días para cada uno de los bloques respectivamente en relación al dato del día 30 (Cuadro 6).

Para el tratamiento con canavalia se observó que en todos los bloques se aumentaron las poblaciones, se podría atribuir a esto que la cantidad de hojas en comparación a las usadas por Mullemax (1979) son mínimas, y no tuvieron un efecto sobre las zompoperas, y que las zompoperas a que se asignó este tratamiento eran bastante grandes, lo que anuló el efecto de las hojas.

En nidos con madreado se observó que en el bloque 1 aumentó cinco veces su actividad inicial al día 30, pero en los otros dos bloques hay disminuciones, aunque no tan significativas (Cuadro 6). En una zompopera tratada con madreado en la zona de Somoto, la cual no estaba siendo evaluada en el ensayo, se pudo observar que al acumularse el material de varios días de tratamiento despedía olores fuertes característicos del madreado, y la actividad en esa zompopera disminuyó considerablemente, aunque no se cuantificó la disminución, sólo fue apreciación visual del investigador. En el bloque 1 se observó que al poner las hojas de madreado y acumularse material, los zompopos inhabilitaban la salida donde se ponía el material y salían por otra, lo que nos hace pensar que hay un posible efecto de repelencia de esta planta en los zompopos.

Para el tratamiento con marygold hubo disminución de actividad en los bloques 1 y 3, (cuadro 6), y el bloque 2 se mantuvo constante, posiblemente debido a que la población no aumentaba y por ende la actividad de las zompoperas tampoco.

Para camote se vieron disminuciones en actividad al día 30 en los bloques 1 y 3, en el bloque 2 se ve un aumento de actividad de 33% (ver cuadro 6).

Con anterioridad en el terreno donde estaba el bloque 2 se había estado sembrando camote y los zompopos cortaban de este material, e incluso durante la realización de el ensayo aún existían algunas plantas en el terreno y se alimentaban con estas, lo que nos hace presumir que ese nido había desarrollado algún mecanismo para usar esta planta como alimento sin que esta le perjudicara.

El tratamiento nulo mostró disminuciones de actividad al día 30 en los tres bloques. Analizando los nidos a que se asignó este tratamiento, todos eran nidos grandes, con altas actividades iniciales (40 o más zompopos/30 seg.). La disminución observada se pudo haber atribuido a las edades de estos nidos, pudiendo ser nidos en decadencia, o a la entrada del periodo seco (verano).

Cuadro 6. Variación de actividad dentro de los tratamientos en cada bloque.

Tratamiento	Bloque 1			Bloque 2			Bloque 3		
	Día 0	Día 31	%	Día 0	Día 31	%	Día 0	Día 31	%
Amdro	27	14	42	12	0	100	23	18	22
Canavalia	27	33	*22	20	20	0	27	31	*15
Madreado	8	41	*512	25	18	28	29	23	21
Marygold	17	3	82	20	20	0	38	28	26
Canote	35	33	6	30	40	*33	37	323	38
Nulo	41	34	17	40	39	2.5	44	42	17

* Son porcentaje que aumentó el tratamiento.

Anexo 3. Ubicación de las localidades donde se recolectaron las muestras

<u>Departamento</u>	<u>Localidad</u>	<u>Ubicación</u>
Somoto		
	Somoto (ciudad)	Casa Sra. Nidia Fiallos (Frente a Distribuidora)
	Mansico	5 km. Al sur de la ciudad de Somoto
	Cuyás	15 km al sur de la ciudad de Somoto
	El Volcán	15 km al sur de la ciudad de Somoto
	Santa Rosa	Km 220 Carretera Managua-Guasaule, desvío al sur 3 .km
	Aguns Calientes	Km 220 Carretera Managua - Guasaule
Estelí		
	El Naranjo	Km 135 Carretera Panamericana
	El Dorado	Km 155 Carretera Panamericana, a 1,5 km al oeste de la carretera.
	El Espinal	Km 135 Carretera Panamericana, tomando cruce de caminos a 3km al este de la carretera.
	Ocotillo	Km130 Carretera Panamericana, desvío al oeste, 5 km de la carretera.
	San Nicolás	km 130 Carretera Panamericana, desvío al oeste, 20 km de la carretera.
	Tomabú	Km135 Carretera Panamericana, cruce de camino, 10 km al este de la carretera.
	Miraflor	km 150 Carretera Panamericana, desvío al este, 30 kms de la carretera.
	Los Cipreces	Km 10, Camino El Sauce- Estelí.

Anexo 4. Ubicación de los nidos en cada comunidad.

<u>Comunidad</u>	<u># Nidos</u>	<u>Ubicación</u>
Somoto		
Mansico	12	Finca Sr. Víctor Meneses
Cuyás	5	Finca Sr. Nicasio Pérez
	5	Finca Sr. Pedro Gutiérrez
El Volcán	7	Finca Sr. Anastacio Rivera
	5	Finca Sr. Evelio Rivas
Santa Rosa	8	Finca Sr. Avelino Pérez
	5	Finca Sr. Noel Miranda Pérez
Aguas Calientes	5	Casa Sra. Orvelí Muñoz
Somoto (ciudad)	5	Casa Sra. Nidia Fiallos
Estelf		
El Naranjo	5	Finca Sr. Adrián Valdivia
El Dorado	6	Cooperativa Juan Pablo II
	1	Finca Sr. Denis Casco.
	1	Finca Sr. José Leonidas Casco
El Espinal	7	
Ocotillo	12	Finca Sr. Carlos Ruiz.
San Nicolás	10	Finca Sr. Julián Acuña
Tomabú	5	
Miraflor	5	Finca Sr. Juan Ubeda
	2	Finca Sr. Miguel Cruz
Los Cipreces	4	Finca Sr. José Antonio Briones.