

# Evaluación de malatión 4% y *Beauveria bassiana* en Zamorano, Honduras y validación de prácticas en Estelí, Nicaragua para el manejo del zompopo (*Atta spp.*).

Proyecto especial presentado como requisito parcial para optar al título de Ingeniero Agrónomo en el Grado Académico de Licenciatura.

Presentado por:

Félix Gerardo Baquedano Balladares

300762

ENCUENTRO:	_____
FECHA:	_____
ENCUENTRO:	_____

Zamorano-Honduras  
Abril, 1999

300762

# 942

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



**Félix Gerardo Baquedano Balladares**

**Zamorano-Honduras**  
Abril, 1999

## DEDICATORIA

A Dios y a la Virgen Santísima, por todas las bendiciones que me dieron durante mi trabajo y estudios.

A mi madre Luz Emilia (Q.E.P.D.) por todas sus enseñanzas y por sembrar en mi el espíritu de superación. Gracias madrecita linda.

A los dos seres que más amo en todo el universo, Miriam y Félix Jr., por esperarme y amarme.

## AGRADECIMIENTOS

A Don José y Doña María Auxiliadora de Castillo por el apoyo que me brindaron tanto en mis estudios del programa de Agrónomo como en el de Ingeniero Agrónomo y por su invaluable amistad.

A la familia Hruska, por hacer mi estadía en Zamorano más placentera y sobre todo por hacerme sentir como parte de su familia. Gracias por su amistad y apoyo.

Al Proyecto Regional de Manejo Integrado de Plagas con Productores en América Central, Estelí, Nicaragua, por la oportunidad que me dieron para finalizar mis estudios y de realizar mi tesis. De igual forma agradezco a todo el personal que labora en él por el apoyo y amistad que me brindaron sin el cual no pudiera haber realizado mi trabajo.

Al personal del Departamento de Protección Vegetal, por su apoyo, amistad y cariño durante mis estudios.

A la colonia nicaragüense de cuarto año: Nestor, Johny, Cristobal, Pablo, Marco, Carlos, Cesar, Mildrelena, Freddy, Fausto y William, por su gran amistad y por los momentos vividos.

A mis asesores por su paciencia y enseñanzas, gracias.

A la Fundación de Investigación y Desarrollo, sede Estelí, por su apoyo en mi estudio y por la amistad que me brindó el personal (Alejandro, Marvin, Luis, Carlos, Jorge, etc.).

## RESUMEN

Baquedano, Félix. 1999. Evaluación de malatión 4% y *Beauveria bassiana* en Zamorano, Honduras y validación de prácticas en Estelí, Nicaragua para el manejo del zompopo (*Atta spp.*). 70 p.

La problemática del zompopo ha empeorado debido a la deforestación y al avance de la frontera agrícola. Los objetivos del trabajo fueron: a) determinar dosis de malatión para el manejo del zompopo, b) evaluar la eficacia de *B. bassiana* aplicada en polvo en la tronera, c) validar con productores las técnicas de control que ya se han comprobado en estos ensayos como algunas ya conocidas. En Zamorano se evaluó malatión 4% a 75 g/nido, malatión 4% a 150 g/nido, acefate 75% a 75 g/nido y un testigo absoluto, aplicados con una bomba espolvoreadora manual. No se encontró ningún efecto significativo en el cambio porcentual en consumo de un cebo atrayente debido a los tratamientos, pero se notó una tendencia en la reducción del consumo con malatión 4% a 150 g/nido. En cuanto a la reducción en número de salidas activas el mejor tratamiento fue malatión 4% a 150 g/nido. En un segundo ensayo se evaluó malatión 4% a 100 g/nido, malatión 4% a 150 g/nido, producto comercial mycotrol 22 WP (*Beauveria bassiana* cepa GHA) a 75 g/nido (equivalente a  $3.3 \times 10^{12}$  esporas por nido). No se encontró una diferencia entre los tratamientos en el cambio del consumo. En cuanto al número de salidas hubo diferencia entre todos los tratamientos y el testigo, igualmente hay una interacción entre tamaño del nido y tratamiento. En Estelí, Nicaragua se impartieron dos talleres, con 64 productores. Se cuantificó el grado de conocimiento de la biología de la plaga, se diagnosticó la problemática de la plaga y se validaron dos prácticas: aplicando jabón y excavando y el uso de una espolvoreadora artesanal para la aplicación de insecticidas en polvo con 8 productores. Se encontró un conocimiento bajo de la biología de la plaga (39.5% de conocimiento). El método más utilizado para el manejo del zompopo es el químico (en un 76.6%). Pero existe una relación significativa entre el género y la decisión de manejo del zompopo y el tipo de control (químico o cultural). La tenencia de la tierra influye significativamente en la cantidad de dinero invertida por año para el manejo de la plaga. Las dos prácticas validadas fueron aceptadas. Los 5 que probaron jabón y excavación reportaron que este método es menos tóxico y más barato. En cuanto a la bomba artesanal el método resultó ser más seguro que los que anteriormente usaban los 3 productores que la validaron.

**Palabras claves:** Diagnóstico, acefate, mycotrol 22 WP.

## Nota de prensa

### ¿INSECTICIDAS EN POLVO SINTÉTICOS Y MICROBIALES EFICACES PARA EL MANEJO DEL ZOMPOPO?

Los zompopos en la actualidad se han convertido en una plaga voraz en las zonas del trópico. Debido al avance de las fronteras agrícolas y a la sustitución de los ecosistemas naturales.

Los métodos de manejo tradicionales del zompopo están basados en el uso de diversos plaguicidas sintéticos desarrollados para otras plagas. La forma de aplicación de estos ha sido en forma de líquidos y granulados, todos en forma indirecta a los nidos. Lo cual no ha incidido de forma positiva en el manejo de la plaga.

El uso de insecticidas en polvo sintéticos y microbiales, aplicados por presión dentro del nido, no es muy difundido, por la falta de venta de equipo apropiado. Los productos microbiales son elaborados a base de microorganismos (hongo, bacteria, virus) que poseen efectos adversos en otros organismos como los insectos.

Los productos en polvo aplicados con estos métodos muestran una esperanza prometedora. Esto se debe a que viajan con facilidad a través del implicado sistema de túneles de la zompopera o tronera. Además el uso de agentes microbiales muestra una gran compatibilidad para el desarrollo de sistemas agrosostenibles. En recientes estudios en Zamorano se probaron dos productos sintéticos en polvo (acefate 75% y malatión 4%) y un microbio (*Beauveria bassiana* cepa GHA), el cual es capaz de infectar al zompopo. No se encontró ninguna diferencia significativa entre los productos evaluados, por tanto cualquiera de estos es igual de efectivo en la reducción del consumo del zompopo. Lo cual deja abierta las puertas para la alternativa microbio, que es más sostenible para nuestro ambiente. Pero en cuanto a la reducción en el número de salidas activas en la zompopera, demostraron ser mejores malatión 4 % a una dosis de 150 g/nido y Acefate 75% a una dosis de 75 g/nido en la época de verano. A finales de invierno se encontró que el malatión 4% es igual de efectivo que *B. bassiana*.

La aplicación se realiza con bombas espolvoreadoras depositando todo el contenido en el mayor número de salidas en la zompopera o tronera. Sellandose dichas salidas después de la aplicación para evitar el escape de producto.

## CONTENIDO

Portadilla .....	i
Autoría .....	ii
Página de firmas.....	iii
Dedicatoria.....	iv
Agradecimientos.....	v
Resumen .....	vi
Nota de prensa.....	vii
Contenido.....	viii
Índice de cuadros.....	x
Índice de figuras.....	xi
Índice de anexos.....	xii
<b>1. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>1</b>
1.1 Objetivo general.....	2
1.1.1 Específicos.....	2
<b>2. PRUEBA DE PATOGENICIDAD DE <i>Beauveria bassiana</i> CEPA GHA EN <i>Atta colombica</i>.....</b>	<b>4</b>
2.1 Introducción.....	4
2.2 Materiales y métodos.....	5
2.2.1 Castas evaluadas.....	5
2.2.2 Tratamientos.....	5
2.2.3 Recolección de datos.....	5
2.2.4 Análisis de resultados.....	6
2.2.5 Prueba de viabilidad de germinación de esporas.....	6
2.3 Resultados y discusión.....	6
2.4 Conclusiones.....	9
2.5 Recomendaciones.....	9
<b>3. EVALUACIÓN DE PRODUCTOS QUÍMICOS Y <i>Beauveria bassiana</i> EN ZAMORANO, HONDURAS.....</b>	<b>10</b>
3.1 Introducción.....	10
3.1.1 El uso de productos químicos para el control de zompopos.....	10
3.1.2 El uso de entomopatógenos para el control de zompopos.....	11
3.2 Materiales y métodos.....	12
3.2.1 Ensayo 1: efecto de insecticidas formulados en polvo a diferentes dosis.....	12

3.2.1.1	Tratamientos.....	12
3.2.1.2	Diseño experimental.....	12
3.2.1.3	VARIABLES MEDIDAS.....	12
3.2.1.4	Método de aplicación.....	13
3.2.1.5	Análisis estadístico.....	13
3.2.2	Ensayo 2: prueba de malatión a 2 dosis y mycotrol 22 WP ( <i>B.bassiana</i> cepa GHA).....	14
3.2.2.1	Tratamientos.....	14
3.2.2.2	Diseño experimental.....	14
3.2.2.3	VARIABLES MEDIDAS.....	14
3.3	Resultados y discusión.....	15
3.3.1	Resultados del Ensayo 1: efecto de insecticidas formulados en polvo a diferentes dosis.....	15
3.3.2	Resultados del Ensayo 2: prueba de malatión a 2 dosis y mycotrol 22 WP ( <i>B.bassiana</i> cepa GHA).....	18
3.4	Conclusiones.....	22
3.5	Recomendaciones.....	23
<b>4.</b>	<b>VALIDACIÓN DE PRÁCTICAS EN ESTELÍ, NICARAGUA.....</b>	<b>24</b>
4.1	Introducción.....	24
4.1.1	El uso de jabón en el manejo del zompopo.....	24
4.1.2	El uso de la bomba espolvoreadora artesanal.....	25
4.2	Materiales y métodos.....	26
4.2.1	Realización del taller.....	29
4.2.2	Selección del tamaño de muestra.....	31
4.2.2.1	Selección de la muestra.....	31
4.2.3	Análisis de los datos.....	31
4.2.3.1	Definición de las variables.....	31
4.2.3.2	Análisis estadístico.....	32
4.3	Resultados y discusión.....	32
4.3.1	Conocimiento sobre la biología del zompopo.....	32
4.3.2	Grado de retención del conocimiento del taller.....	34
4.3.3	Validación de prácticas.....	36
4.3.4	Problemática del zompopo en La Trinidad y Sta. Cruz, Estelí, Nicaragua.....	41
4.4	Conclusiones.....	44
4.5	Recomendaciones.....	45
<b>5.</b>	<b>BIBLIOGRAFIA.....</b>	<b>46</b>
<b>6.</b>	<b>ANEXOS.....</b>	<b>49</b>

## INDICE DE CUADROS

### Cuadro

1.	Tabla de contingencia para la casta de zompopos obreros.....	7
2.	Tabla de contingencia para la casta de zompopos soldados.....	8
3.	Cambios porcentuales en la variable consumo de cebo según tratamiento (Ensayo 1).....	15
4.	Separación de medias del porcentaje de cambio en la variable consumo de cebo (Ensayo 1).....	16
5.	Resumen de análisis de varianza de medias repetidas en el tiempo en el cambio de número de salidas activas(Ensayo 1).....	17
6.	Separación de medias para el cambio porcentual del número de salidas según tratamiento (Ensayo 1).....	17
7.	Resumen de análisis de varianza en el porcentaje de cambio en el consumo de cebo.....	18
8.	Cambios porcentuales en la variable consumo de cebo según tratamiento a los 7 días.....	19
9.	Cambios porcentuales en la variable consumo de cebo según tratamiento a los 20 días.....	19
10.	Separación de medias entre los dos tiempos (días) porcentaje de cambio en la variable consumo de cebo.....	20
11.	Resumen de análisis de varianza de medias repetidas en el tiempo en el cambio de número de salidas.....	21
12.	Separación de medias para la diferencia en número de salidas según tratamiento.....	21
13.	Distribución de los tratamientos propuestos en el taller manejo del zompopo en un municipio y una comunidad de Estelí, Nicaragua.....	30

## INDICE DE FIGURAS

## Figura

1.	Germinación de esporas de <i>B. bassiana</i> cepa GHA como ingrediente activo del producto comercial Mycotrol 22 WP.....	7
2.	Resumen de mortalidad del número de zompopos obreros evaluados.....	8
3.	Resumen de mortalidad del número de zompopos soldados evaluados.....	9
4.	Cambio en consumo de cebo después de aplicado el tratamiento (Ensayo 1).....	16
5.	Cambio en consumo de cebo después de aplicado el tratamiento.....	20
6.	Nivel académico de la población evaluada.....	26
7.	Distribución del área cultivada en la población evaluada.....	27
8.	Tenencia de la tierra en la población evaluada.....	27
9	Principales cultivos o asocio de cultivos que genera la mayor parte de ingreso.....	28
10	Principal limitante par la actividad agrícola de los productores.....	28
11	Historial de la problemática con zompopos en La Trinidad y Sta. Cruz, departamento de Estelí, Nicaragua.....	29
12	Porcentaje de la población que había recibido capacitación en el manejo del zompopo.....	29
13	Cambio en la media, nota mínima y máxima de la prueba de conocimientos previos antes e inmediatamente después del taller de manejo del zompopo.....	33
14	Cambio en la media de las respuestas a 4 preguntas sobre la biología básica del zompopo después de un taller sobre manejo del zompopo.....	34
15	Cambio en la media, nota mínima y máxima de la prueba de conocimientos previos a los 20 días después del taller de manejo del zompopo.....	35
16	Cambio en la media de las respuestas a 3 preguntas sobre la biología básica del zompopo a los 20 días después de un taller sobre manejo del zompopo.....	35
17	Evaluación de productores del control de zompopos con jabón y excavación.....	36
18	Número de días reportados que dura el jabón más excavación para el manejo del zompopo.....	37
19	Número de veces que los productores aplicaron el jabón más excavación para el manejo del zompopo.....	37
20	Ventajas reportadas de jabón y excavación para el manejo del	38

	zompopo.....	
21	Desventajas reportadas de jabón y excavación para el manejo del zompopo.....	38
22	Número de días reportados que dura el control con la bomba artesanal en la zompopera.....	39
23	Número de veces aplicada una zompopera con la bomba artesanal..	39
24	Ventajas reportadas de la bomba artesanal para el manejo del zompopo.....	40
25	Desventajas reportadas de la bomba artesanal para el manejo del zompopo.....	40
26	Percepción de la importancia del zompopo con respecto a las demás plagas en el agroecosistema de la población evaluada.....	41
27	Porcentaje de la población que controla zompopos.....	42
28	Tipos de contorles utilizados por la población evaluada para el manejo del zompopo.....	42
29	Cultivos o combinaciones de cultivos afectados por el zompopo.....	43
30	Cantidad invertida al año en dólares para el manejo del zompopo.....	43

## INDICE DE ANEXOS

## Anexo

1.	Prueba preliminar de conocimiento del comportamiento del zompopo ( <i>Atta sp.</i> ) para pequeños productores.....	49
2.	Diagnostico, control y problemática del zompopo ( <i>Atta sp.</i> ) con pequeños productores.....	52
3.	Seguimiento de prácticas con pequeños productores para el manejo del zompopo ( <i>Atta sp.</i> ).....	57
4.	Calculo del número de productores a encuestar.....	60
5.	Mapa del departamento de Estelí, Nicaragua.....	61
6.	Trifolio de Jabón y Excavación.....	62
7.	Trifolio de Control Químico.....	62
8.	Fotos del taller de manejo del zompopo en la comunidad de Rosario Abajo, en el municipio de La Trinidad.....	64
9.	Fotos de demostración de las prácticas jabón y excavación y el uso de la bomba artesanal para la aplicación de productos químicos en el taller de manejo del zompopo en la comunidad de Rosario Abajo, en el municipio de La Trinidad.....	65
10.	Fotos del taller de manejo del zompopo en la comunidad de Sta. Cruz en el municipio de Estelí.....	66
11.	Fotos de demostración de la práctica de la bomba artesanal para aplicación de productos químicos en el taller de manejo de zompopos en la comunidad de Sta. Cruz, en el municipio de Estelí...	67
12.	Bomba Guarani™.....	68
13.	<i>Atta colombica</i> de la casta soldado infectado por Mycotrol ( <i>B. bassiana</i> cepa GHA).....	68
14.	Preguntas de estado y respuesta de la encuesta de problemática del zompopo.....	69

## 1. INTRODUCCIÓN

Las especies plagas de zompopos están restringidas a dos géneros *Acromyrmex* y *Atta* y están confinadas en el continente americano entre las latitudes 33° N y 44° S (Cherrett, 1986). Wilson (1986) reporta que hay 24 especies de *Acromyrmex* y 14 especies de *Atta*. En la actualidad la problemática del zompopo ha empeorado debido a la deforestación y al avance de la frontera agrícola, a medida que se han venido sustituyendo los ecosistemas naturales por los sistemas simplistas de la agricultura moderna. Según Hambleton (1945) esto se debe a que los sistemas de cultivo han sustituido a la vegetación silvestre primitiva, único sitio donde el zompopo en un tiempo encontraba follaje. Longino y Hanson (1995) consideran que el zompopo es el defoliador dominante en los neotrópicos y que esta plaga ha sido importante para las economías latino americanas a través del tiempo.

El zompopo no se alimenta directamente del follaje que corta, sino más bien se alimenta de un hongo de la clase basidiomycetes de la familia agarilaceae, pero existe confusión en cuanto al género y especie del mismo. Según Hölldobler y Wilson (1990) consideran que la especie más común es *Leucocoprinus agarilaceae* en la tribu attini, pero Longino y Hanson (1995) sostienen que el hongo se encuentra dentro de diferentes géneros como *Agaricus*, *Lepiota*, *Leucoagaricus* y *Leucocoprinus*. La simbiosis entre estos dos organismos es muy elaborada y compleja, con milenios de desarrollo.

Según Cherrett (1986) la cantidad de vegetación que defolia *Atta* en el trópico oscila entre el 14 y 17% de la producción total. Esto hace necesario desarrollar métodos de control eficaces y económicamente factibles. En la actualidad, además de los costos directos que ocasionan al defoliar diversos cultivos y los gastos en su control, también están los costos ocultos, por ejemplo el de negarle a los productores la oportunidad de sembrar los cultivos que desean.

Aún cuando existan productos químicos disponibles, muchos de los controles fracasan debido a la falta de conocimiento de la estructura de los nidos, así como de aspectos fundamentales sobre su biología y comportamiento. Los métodos de control se dividen en controles físicos-mecánicos y químicos. Dentro de los controles físicos-mecánicos podemos encontrar faldas de plástico con pegamento, faldas con hojas de pino, buena aradura y destrucción física del nido (Melara, 1997). En relación al control químico, muchos no han obtenido el control

deseado, en algunos casos por la complejidad del equipo requerido y en segunda instancia por los daños ambientales que ocasionan, ya que la mayoría de los productos químicos tienen una alta residualidad en el ambiente. Hasta el momento el caso más exitoso del uso de un químico ha sido el uso de Mirex, el cual ha perdido cierta efectividad debido a que los zompopos llegan a rechazarlo y que sólo es efectivo en ciertas épocas del año. El Mirex por ser un producto organoclorado y por ser persistente en el ambiente está prohibido su uso desde finales de la década de los 70 s.

El uso de insecticidas en polvo sintéticos y microbiales, aplicados por presión dentro del nido, no es muy difundido, por la falta de venta de equipo apropiado. Se requiere mayor investigación en cuanto a los tipos de productos químicos que son efectivos, así como el establecimiento de dosis específicas para los mismos. El uso de productos en forma de polvos y aplicados con presión muestra una esperanza prometedora, debido a que viajan con facilidad a través del implicado sistema de túneles.

En cuanto al control biológico del zompopo aún se requiere mucha investigación. Se sabe que *Atta spp.* es capaz de ser infectada por agentes entomopatógenos como *B.bassiana* y *Metarhizium anisopliae* (Kermarrec et al., 1986). King y Saunders (1984) mencionan que el uso de entomopatógenos para el manejo del zompopo es viable.

El enfoque de este estudio es avanzar en la investigación sobre el uso de insecticidas sintéticos y microbiales aplicados en polvo con equipos de presión. El estudio busca no sólo evaluar la eficacia de productos sintéticos y microbiales, sino también caracterizar los sistemas del pequeño productor en Nicaragua y ayudar a la comprensión de la plaga y las diferentes alternativas que poseen para su manejo.

## **1.1 Objetivo general**

Mejorar el uso de químicos sintéticos y microbiales formulados en polvo.

### **1.1.1 Objetivos específicos**

- Determinar dosis de malatión para el manejo del zompopo.
- Evaluar la eficacia de *B. bassiana* aplicada en polvo en la tronera.
- Caracterizar el contexto agrícola en la zona norte de Nicaragua con respecto a los métodos que utilizan para manejo del zompopo.

- Validar con productores las técnicas de manejo que se comprueben en estos ensayos como algunas ya conocidas.

## 2. PRUEBA DE PATOGENICIDAD DE *Beauveria bassiana* CEPA GHA EN *Atta colombica*

### 2.1 Introducción

La primera demostración experimental con *B. bassiana*, para demostrar que un patógeno causa una enfermedad infecciosa en insectos fue realizada por Bassi de Lido a principios del siglo 19 (Tanada y Kaya, 1993). *B. bassiana* se encuentra distribuida mundialmente y tiene una de las listas de hospederos más grande dentro de los hongos imperfectos.

Kermarrec et al. (1986) encontraron que *B. bassiana* es un candidato potencial para el control biológico de attines. El hongo necesita un ambiente húmedo y temperatura óptima (entre 20 a 30° C) para la germinación y esporulación fuera del hospedero, pero las condiciones de humedad en el microambiente que rodea la espora tienen más influencia en la germinación que la humedad del ambiente (Tanada y Kaya, 1993). La liberación de las conidias es estimulada por humedades relativas bajas, menos de un 50% (Tanada y Kaya, 1993).

La simbiosis entre attine-basiodiomiceto es muy resistente a enfermedades que causan epizootia (Kermarrec et al., 1986). Cuentan con diversos métodos para protegerse como ser defensas físicas, bioquímicas y sensoriales. La mortalidad causada por los hongos entomopatógenos se debe a varios factores como deficiencias nutricionales, invasión y destrucción de tejido y liberación de toxinas (Tanada y Kaya, 1993). Según Kermarrec et al.(1986) el poco éxito con el uso de hongos entomopatógenos se debe a la poca co-evolución entre los attines e Hyphomycetes.

Se sabe que *B. bassiana* posee muchas cepas, y que estas varían en virulencia dependiendo de la susceptibilidad de su hospedero (Tanada y Kaya, 1993). Es por este hecho que se realizó esta prueba, para determinar la patogenicidad de la cepa GHA del producto comercial Mycotrol 22 WP para su posterior uso en el campo.

## 2.2 Materiales y métodos

Para determinar si la cepa GHA de *B. bassiana* era capaz de ocasionar la muerte a especímenes del género *Atta* y probar la viabilidad del producto comercial utilizado se realizó una prueba de mortalidad y una prueba de viabilidad de germinación de las esporas. El ensayo se realizó en Zamorano, en los laboratorios de Diagnóstico y Control Biológico del Departamento de Protección Vegetal (DPV).

### 2.2.1. Castas evaluadas

El ensayo se montó utilizando dos castas de *Atta colombica*: obreras acarreadoras y soldados, debido a que estos individuos a nivel de campo son probablemente los que más sean expuestos. Se recolectaron 40 individuos por casta, la mitad de esta población se le aplicó con *B. bassiana* y la otra mitad con agua destilada y agua con miel.

### 2.2.2. Tratamientos

Los individuos recolectados fueron mantenidos individualmente en frascos de vidrio. Para evitar su escapatoria y proporcionarles una fuente de carbohidratos dichos frascos se sellaron con un algodón humedecido con miel de abeja. Kermarrec et al. (1986) utilizó agua con azúcar al 2% como fuente de energía en experimentos que realizó para evaluar la efectividad de *B. bassiana* in vitro sobre hormigas del género *Acromyrmex*. La parte exterior del algodón fue saturada con el objetivo de garantizar condiciones de humedad para la germinación del hongo.

Se aplicaron en promedio  $6.8 \times 10^8$  esporas por individuo utilizando una jeringa desechable de capacidad de 6 centímetros cúbicos, la cual en promedio asperjó la concentración anteriormente descrita por cada presionamiento de la misma. Los individuos testigo inmediatamente después de ser recolectados se insertaron en los frascos. Una vez aplicados todos los individuos se introdujeron dentro de una hielera, en la cual también se colocaron papeles toallas previamente humedecidos para mejorar las condiciones de humedad.

### 2.2.3. Recolección de datos

Los individuos aplicados con *B. bassiana* se observaron por un periodo de 5 días. Se anotó la mortalidad debida al hongo y otros factores. La mortalidad por *B. bassiana* se verificó cuando ocurrió esporulación en el exterior de la hormiga.

#### 2.2.4. Análisis de resultados

Los datos fueron analizados utilizando la prueba exacta de Fisher en el paquete estadístico SAS® versión 6.12. Se comparó el porcentaje de mortalidad debida por *B. bassiana* en los individuos aplicados versus la mortalidad en los testigos a los 4 días, que fue la fecha de corte para el análisis.

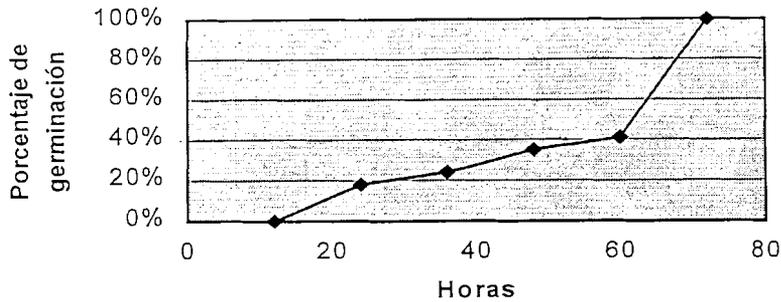
#### 2.2.5. Prueba de viabilidad de germinación de esporas.

La prueba de viabilidad se realizó para cuantificar el grado de germinación de conidias en el producto comercial Mycotrol 22 WP, con el fin de determinar si era factible su uso. El cultivo se realizó en un porta objeto que contenía nutriente agar con ácido cítrico como bacteriostático. Los porta objetos fueron colocados en platos petris que contenían papel filtro humedecido para proveer las condiciones de humedad adecuadas. Antes de inocular los porta objetos se sellaron por un periodo de 24 h con el propósito de eliminar aquellos platos petri cuyo porta objeto resultara contaminado. Una vez hecha la selección se procedió a la inoculación del producto para lo cual se colocó 0.15 ml a una concentración de esporas de aproximadamente  $8.81 \times 10^4$  esporas/ml sobre cada porta objetos y esparcidas por un rastrillo. Finalizada la inoculación los platos petri se introdujeron a una incubadora que mantenía una temperatura de 27°C.

El conteo de esporas germinadas se realizó a las 12, 24, 36, 48, 60 y 72 horas, utilizando un microscopio compuesto a 40X, a partir del momento en que se incubaron los platos petri. Para determinar el porcentaje de germinación de las esporas se contó aproximadamente 1,000 esporas entre germinadas y no germinadas.

### 2.3 Resultados y discusión

El producto Mycotrol tuvo un 100% de esporas viables a las 72 h. La capacidad de germinación del producto comercial incrementó de 0 % en una forma exponencial (Figura 1). Según Tanada y Kaya (1993) una penetración y germinación exitosa no sólo depende del porcentaje total de germinación, sino que también de la duración y modo de la germinación, la agresividad del hongo, el tipo de espora y la susceptibilidad del hospedero.



**Figura 1. Germinación de esporas de *B. bassiana* cepa GHA como ingrediente activo del producto comercial Mycotrol 22 WP**

En los obreros aplicados con *B. bassiana* se obtuvo un 80% de mortalidad debida al hongo, el restante 20% de los individuos aplicados murió por factores diferentes al hongo (Cuadro 1). El testigo mostró una mortalidad del 100% a los cuatro días después de la aplicación, que fue la fecha de corte para el análisis. Los resultados observados fueron altamente significativos ( $Pr < F > 0.001$ ). Los obreros no aplicados vivieron 4 días más que los tratados (Figura 2).

**Cuadro 1. Tabla de contingencia para la casta de zompos obreros.**

	Aplicados Testigo	
n	20	12
Número muerto por hongo	16	0
Porcentaje de mortalidad por hongo	80	0
Numero muerto por otros factores	4	12
Porcentaje de mortalidad por otros factores	20	100

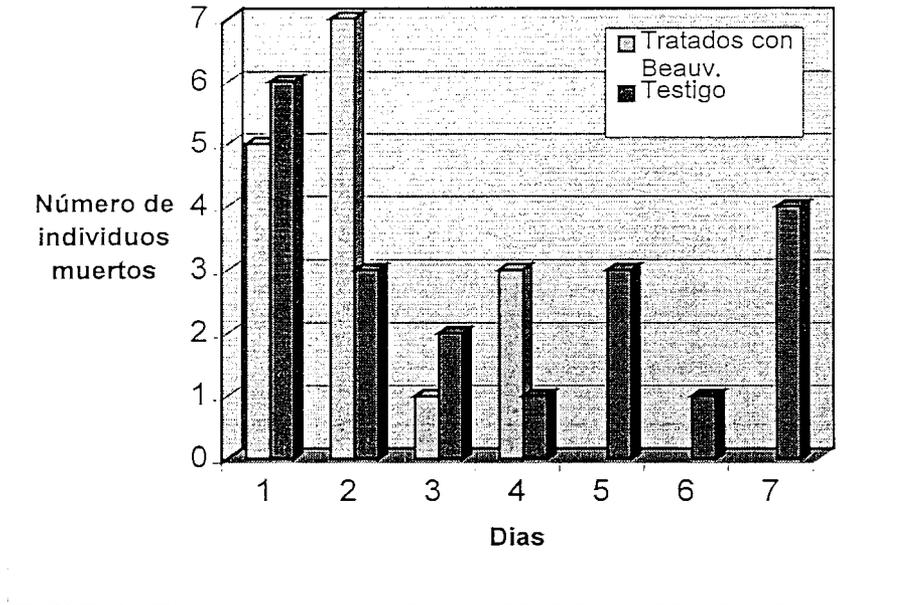


Figura 2. Resumen de mortalidad del número de zompopos obreros evaluados.

En cuanto a los soldados la mortalidad debida a *B. bassiana* fue de un 70% (Anexo 13), el restante 30% murió debido a otros factores ajenos al hongo. La mortalidad en el testigo fue del 100% a la fecha de corte (Cuadro 2). La diferencia fue altamente significativa ( $Pr < F > = 0.001$ ). Por tanto, la casta soldado es un poco más resistente al hongo en comparación con la obrera. Los soldados no aplicados vivieron 4 días más que los aplicados (Figura 3).

Cuadro 2. Tabla de contingencia para la casta de zompopos soldados.

	Aplicados Testigo	
n	20	12
Número muerto por hongo	14	0
Porcentaje de mortalidad por hongo	70	0
Numero muerto por otros factores	6	12
Porcentaje de mortalidad por otros factores	30	100

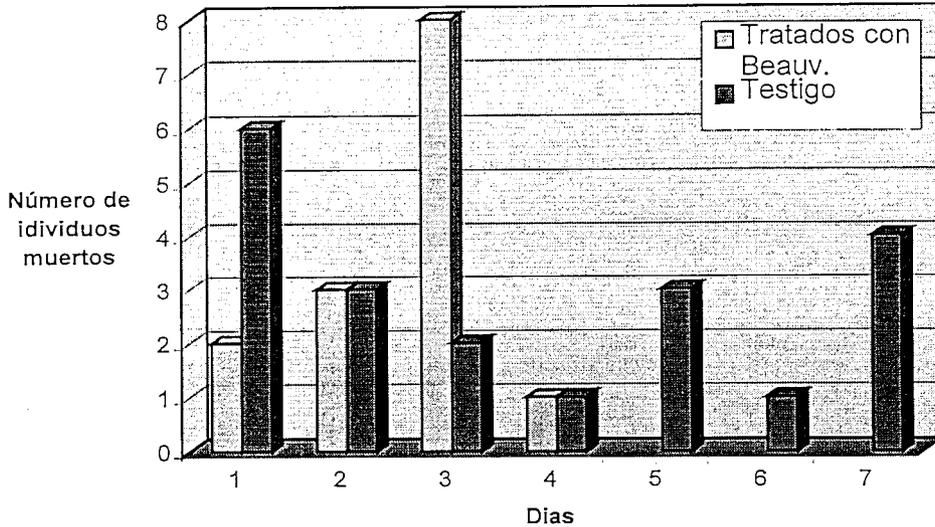


Figura 3. Resumen de mortalidad del número de zompopos soldados evaluados.

#### 2.4. Conclusiones

- La cepa GHA de *B. bassiana* a nivel del laboratorio es patogénica para *Atta colombica*.
- En el obrero la mortalidad debida a *B. bassiana* es 10 % mayor comparado con el soldado. Los individuos sanos de ambas castas viven 4 días más que los individuos aplicados.

#### 2.5 Recomendaciones

- Probar la patogenicidad de esta cepa de *B. bassiana* en otras especies de *Atta* y *Acromyrmex*.
- Probar la patogenicidad de *Metarhizium anisopliae* en especies de *Atta* y *Acromyrmex*.

### 3. EVALUACIÓN DE PRODUCTOS QUÍMICOS Y *Beauveria bassiana* EN ZAMORANO, HONDURAS

#### 3.1. Introducción

##### 3.1.1 El uso de productos químicos para el control de zompopos

Dos enfoques en el uso de plaguicidas sintéticos para el control del zompopo han sido descritos por Cherrett (1986). El primer enfoque es el control por aplicación dirigida a los nidos y el segundo es el control a través del uso de cebos, siendo la aplicación a la tronera la técnica tradicional. Cherrett (1986) presenta como ventaja del control directo que el uso de plaguicidas puede ser más barato.

Los primeros productos químicos empleados para el manejo del zompopo fueron los organoclorados, principalmente dodecachlor, aldrin, heptachlor, clordano; en su mayoría fueron formulados en cebos pero fueron prohibidos en Estados Unidos a finales de la década de los 70s (Morales, 1998; Cherrett, 1986). En Nicaragua los productos que mayormente utilizaron los productores en 1997 para el manejo del zompopo fueron clorpirifos, metamidofos, carbofuran, paratión, y deltametrina (Morales, 1998; Gladstone, 1998). La mayoría de los productos empleados en Nicaragua para el manejo de *Atta spp.* no presentan ningún registro para su uso en formícidos (Morales, 1998; Etienne, 1997; Cherrett, 1986). A pesar que los productores reconocen que el control químico es temporal, para la mayoría es la táctica preferida para el manejo de la plaga (Morales, 1998).

Se sabe que las colonias de zompopo tienen la capacidad de modificar su sistema de ventilación rápidamente, sellando las zonas afectadas; además las varias cámaras de los nidos proveen espacios muertos donde el intoxicante no alcanza introducirse y los túneles que interconectan las cámaras sirven como sistemas de dispersión de gases (Howse y Bradshaw, 1977; Melara et al., 1997). Por esto la eficacia del producto químico está en dependencia de la manera de aplicación. Cherrett (1986) encontró que los productos químicos en polvo cuando son aplicados con espolvoreadora penetran más efectivamente el nido y son más móviles.

En este estudio se evaluaron dos productos químicos aplicados dentro de la tronera, acefate a una concentración del 75% y malatión al 4%, con una espolvoreadora. El uso de acefate a una concentración del 75% y malatión 4% como control de zompopos no ha sido formalmente evaluado. En el caso de acefate en forma de líquido y a la misma concentración si existe registro para el control de hormigas del género *Solenopsis*.

En el caso del malatión existen productos que a una concentración del 8% si se recomiendan para el uso en formicidas (Yague y Tylko, s.f.). En el caso de la concentración de malatión al 4% se ha reportado incrementar la concentración hasta un 4.2% con el propósito de evitar su degradación (Yague y Tylko, s.f.).

Palacios (1998) encontró que el acefate tenía un efecto aceptable en nidos con radio superficial entre 0.5m a 1m a inicios de la época seca y combinando dos aplicaciones a un intervalo de 4 días. Morales (1998) encontró que los controles a base de cebos con oxiclورو de cobre no dan buenos resultados en nidos de gran tamaño

### 3.1.2. El uso de entomopatógenos para el control de zompopos

Se sabe que los primeros microorganismos observados de causar enfermedades a insectos fueron los hongos (Tanada y Kaya, 1993). Infectan insectos de diversos ordenes, principalmente Heteroptera, Diptera, Coleoptera, Lepidoptera, Orthoptera e Hymenoptera. Deuteromycetes infecta a más de 100 especies en cada uno de estos ordenes (Tanada y Kaya, 1993). También reportan que a finales del siglo 19 y comienzos del siglo 20 hubo un incremento en el uso de *B. bassiana* en el control de insectos plaga.

La Universidad Católica de Occidente, en El Salvador actualmente investiga el uso de *B. bassiana* para el control de *Atta* en agricultura orgánica (Consultora Asesoría Agrícola Integral, 1998). Viela (1986) reporta que las compañías forestales en Brasil han probado el uso de *B. bassiana* y *M. anisopliae* para el control de *Atta*, pero los resultados aún no son conclusivos. También encontró que estos entomopatógenos han sido probados en formulaciones en cebos pero sin ningún éxito. En Cuba en el proyecto de hormigas cortadoras de hojas del INISAV se ha experimentado con *B. bassiana* y *Metarhizium anisopliae* con éxito para el manejo del zompopo; pero su producto aún no esta disponible a nivel internacional<sup>1</sup>.

Este estudio se enfocó en determinar dosis de malatión 4% que pudieran sustituir el uso de acefate 75% satisfactoriamente. También se tomó en cuenta la alternativa biológica, validando *B. bassiana* como un substituto posible para el manejo del zompopo.

---

<sup>1</sup> Dr. Rubén Pérez, Coordinador, Proyecto de Hormigas Cortadoras de Hojas, INISAV, Cuba. Comunicación Personal

## 3.2 Materiales y métodos

### 3.2.1 Ensayo 1: Efecto de insecticidas formulados en polvo a diferentes dosis.

El ensayo se ubicó en el valle del Zamorano, a 32 kms al este de Tegucigalpa, Honduras, a una altura de 800 msnm con una temperatura media anual de 22°C. Se trabajó con la especie *Atta colombica*. Los nidos dentro del valle estaban ubicados en dos propiedades del Zamorano, conocidas como Florencia y Las Gradadas, y en una finca privada ubicada en la comunidad del Chaguite a unos tres kms al oeste del Zamorano sobre la carretera a Tegucigalpa. El ensayo se llevó a cabo entre marzo y mayo de 1998, en la época seca, donde el zompopo acarrea flores caídas y hojas de plantas que permanecen verdes.

**3.2.1.1 Tratamientos.** En el ensayo se aplicaron cuatro tratamientos: malatión 4% a una dosis de 75 g/nido, malatión 4% a una dosis de 150 g/nido, acefate 75% a una dosis de 75 g/nido y un testigo absoluto.

La dosis de malatión que se estableció en el ensayo se determinó estimando una dosis de producto formulado que diera una cobertura satisfactoria, tomando como referencia el uso de acefate 75% en Zamorano. La dosis de malatión 4% de 75g/nido fue aumentada en un 100%, por el hecho de que la concentración del ingrediente activo del producto es muy baja. Los tratamientos se aplicaron una vez.

**3.2.1.2 Diseño experimental.** No se han encontrado métodos precisos para cuantificar el tamaño físico de la zompopera ni su población. Sin embargo, para reducir la variabilidad en respuesta a los productos que pueda deberse al tamaño físico (edad) del nido se formaron cuatro bloques definidos por el área superficial de tierra excavada en metros cuadrados, siendo estos clasificados en cuatro categorías de área: muy grande (40 m<sup>2</sup> a 130 m<sup>2</sup>), grande (14 m<sup>2</sup> a 40 m<sup>2</sup>), mediano (4 m<sup>2</sup> a 14 m<sup>2</sup>) y pequeños (0,50 m<sup>2</sup> a 4 m<sup>2</sup>).

**3.2.1.3 Variables medidas.** Las variables medidas fueron el cambio en número de salidas activas y el cambio porcentual en consumo de cebo, lo que indicó el grado general de actividad de los nidos.

Para cuantificar la intensidad de consumo pretratamiento y postratamiento se elaboró un cebo atrayente sin plaguicida. El cebo se hizo de: 1 lb. de grano de maíz seco y molido, 1 lb de pulpa de naranja y 12 oz. de melaza.

El primer paso en la elaboración del cebo fue la extracción del jugo para la obtención de la pulpa. Se utilizó 150 lb de naranja fresca y el jugo se extrajo con extractores eléctricos de la marca Sunkist®. Una vez obtenida la pulpa fresca se molió, con un molino eléctrico. La pulpa fresca y molida se dejó secando al sol por un periodo de 48 horas y luego se mezcló, añadiendo primero el maíz

molido. Hasta obtener un producto homogéneo se procedió a agregar la melaza, terminando con una sustancia homogénea granulosa.

Los muestreos pretratamiento se realizaron a intervalos de 12 horas, haciendo un muestreo dos días consecutivos (18 y 19 de abril). La cantidad de cebo a colocar fue determinada en base a 20 muestras preliminares con el frasco con que se llenaron las bolsas de recolección del cebo llegando a establecer la cantidad aproximada de 250 g/nido.

Se colocó el cebo seleccionando visualmente el segmento más activo del nido. Al término de las 12 horas de su colocación el cebo era recogido en bolsas plásticas y reemplazado por cebo fresco. El cebo restante se pesó en una balanza manual.

Se utilizó el mismo procedimiento para medir consumo después de aplicar los tratamientos. Los muestreos postratamiento se llevaron a cabo el 21 y 22 de mayo, 21 días después de la aplicación.

Para cuantificar el número de salidas activas, estas se marcaron para el siguiente conteo para ver el aumento o reducción de las mismas. A diferencia de la variable consumo se realizaron tres muestreos en fechas distintas. El primer muestreo se realizó 7 días después de la aplicación, y el último a los 21 días. Los muestreos se realizaron en las primeras horas de la noche, iniciando con los sectores más lejanos al Zamorano. Se escogió estas horas ya que se sabe que es su mayor periodo de actividad.

**3.2.1.4 Método de aplicación.** El producto se aplicó con una bomba espolvoreadora marca Guarani™ (Anexo 12), la cual aplica el producto a presión en el nido a través de una manguera introducida en cada salida. Debido a la limitante de contar con una sola bomba, se aplicaron primero todos los nidos que contaban con los tratamientos de malatión, dejando por último aquellos que tenían acefate. Se tomó esta precaución con el fin de evitar cualquier efecto residual. Se introdujo la manguera de la bomba en todas las salidas activas o accesibles en el momento de la aplicación, descargando todo el contenido de la bomba en las diferentes salidas. La cantidad descargada por salida se estandarizó en base al tiempo, no más de un minuto por salida.

**3.2.1.5 Análisis estadístico.** Las variables que se consideraron en el ensayo fueron consumo de cebo en gramos y el cambio en número de salidas activas para cada fecha de muestreo. Para realizar el análisis de ambas variables se utilizó el paquete estadístico SAS® versión 6.12.

Para el análisis de la variable consumo se analizó el cambio porcentual después de aplicar los tratamientos. Se realizó un análisis de varianza y una separación de medias Student Newman Keuhls.

El análisis empleado para el cambio de número de salidas después de los tratamientos fue una ANDEVA con medias repetidas en el tiempo. Se analizaron dos fechas de muestreo a los 7 días después aplicado (DDA) y a los 20 DDA. Se analizó el cambio porcentual en número de salidas postratamiento. Las comparaciones de medias se obtuvieron a través de la prueba de separación de medias SNK.

### **3.2.2 Ensayo 2: prueba de malatión a dos dosis y Mycotrol 22 WP (*B. bassiana* cepa GHA).**

El ensayo se llevó a cabo entre octubre y diciembre de 1998 en las mismas zonas del primero. Se utilizaron nuevos nidos exceptuando dos, de acuerdo a la clasificación en el campo para cada nido estos fueron: LG3 y Sal1.

**3.2.2.1 Tratamientos.** En el ensayo se aplicaron cuatro tratamientos: malatión 4% a una dosis de 100 g/nido, malatión 4% a una dosis de 150 g/nido, *B. bassiana* cepa GHA en la forma comercial de Mycotrol 22 WP a una dosis de 75g de producto comercial/nido (lo cual equivale a  $3.3 \times 10^{12}$  esporas por nido) y un testigo absoluto.

Las dosis de malatión que se utilizaron fueron seleccionadas de la primera prueba de productos, ya que se quiere determinar si una dosis un poco más baja que 150 g por nido de malatión 4%, pero superior a la dosis de 75 g por nido, es igual de efectiva.

**3.2.2.2 Diseño experimental.** Los bloques se definieron por el área superficial del nido en metros cuadrados, siendo estos clasificados en cuatro categorías de área: grande ( $14 \text{ m}^2$  a  $40 \text{ m}^2$ ), mediano ( $4 \text{ m}^2$  a  $14 \text{ m}^2$ ), pequeño ( $0.50 \text{ m}^2$  a  $4 \text{ m}^2$ ) y muy pequeños ( $0,25 \text{ m}^2$  a  $0,50 \text{ m}^2$ ).

**3.2.2.3 Variables medidas.** Al igual que el primer ensayo se midió en el campo el cambio en número de salidas activas y el cambio porcentual en consumo de cebo.

Para la cuantificación del consumo se utilizaron cebos, preparados de la misma manera que en el primer ensayo, variando únicamente las proporciones de los ingredientes debido a la escasez de naranjas. El cebo se hizo de: 1.5 lb de grano de maíz seco y molido, 0.5 lb de pulpa de naranja y 16 oz de melaza.

Los muestreos pretratamiento se realizaron a intervalos de 24 h, haciendo un muestreo cuatro días consecutivos (21, 22, 23 y 24 de noviembre). La cantidad de cebo que se utilizó fue de 250 g/nido debido a que fue el máximo llevado en el primer ensayo. Para la colocación del cebo se utilizaron comederos de bambú, con el propósito de protegerlos del ambiente.

Se utilizó el mismo procedimiento para medir consumo después de aplicar los tratamientos. Los muestreos postratamiento para consumo se llevaron a cabo del 4 al 7 y del 18 al 21 de diciembre, aproximadamente a los 7 y 20 DDA.

Para cuantificar las salidas activas, estas se marcaron para el siguiente conteo para ver el aumento o reducción de las mismas. Los muestreos se realizaron en las mismas fechas que para la variable consumo mas un muestreo a los 46 DDA.

El análisis de los datos del segundo ensayo fue igual que el anterior, analizando dos fechas para el cambio en consumo y tres fechas para el cambio en número de salidas.

### 3.3. Resultados y discusión

#### 3.3.1 Resultados Ensayo 1: Efecto de insecticidas sintéticos formulados en polvo a diferentes dosis.

Las reducciones en el consumo de cebo no difirieron significativamente entre tratamientos ( $P > 0.05$ ,  $Pr > F = 0.6810$ ) (Figura 1). Al usar 150 g de malatión 4%, se notó una tendencia de reducción en 71% del consumo en comparación con el acefate que mostró una reducción de 66% (Cuadro 3).

**Cuadro 3. Cambios porcentuales en la variable consumo de cebo según tratamiento (Ensayo1).**

Tratamientos	%				Media
	Tamaño de Nido				
	Muy Grande	Grande	Mediano	Pequeño	
Control	86	-14	-66	-51	-11 <sup>2</sup>
Acefate 75 g	26	87	86	n.d. <sup>1</sup>	66
Malatión 75 g	53	21	-256	100	-21
Malatión 150 g	-15	100	100	100	71

1: Dato no disponible. 2: Datos negativos indican aumento en consumo

Los resultados obtenidos con la prueba SNK (Cuadro 4) resultaron sin significancia estadística. Esto se puede deber al comportamiento en los nidos FL20 y S2 (Figura 4) que fueron nidos muy grandes y complejos y que no respondieron al tratamiento. En FL20 una de las salidas aplicadas se reactivó a los 21 días después de aplicada, en S2 surgieron tres salidas nuevas.

Cuadro 4. Separación de medias del porcentaje de cambio en la variable consumo de cebo (Ensayo 1).

Insecticida	% <sup>1</sup>
Testigo	-11.30 a
Acefate 75	49.42 a
Malatión 75	-20.39 a
Malatión 150	71.17 a

1: Datos en la columna seguidas por la misma letra, no son significativamente diferentes a un  $\alpha=0.05$  según la prueba SNK.

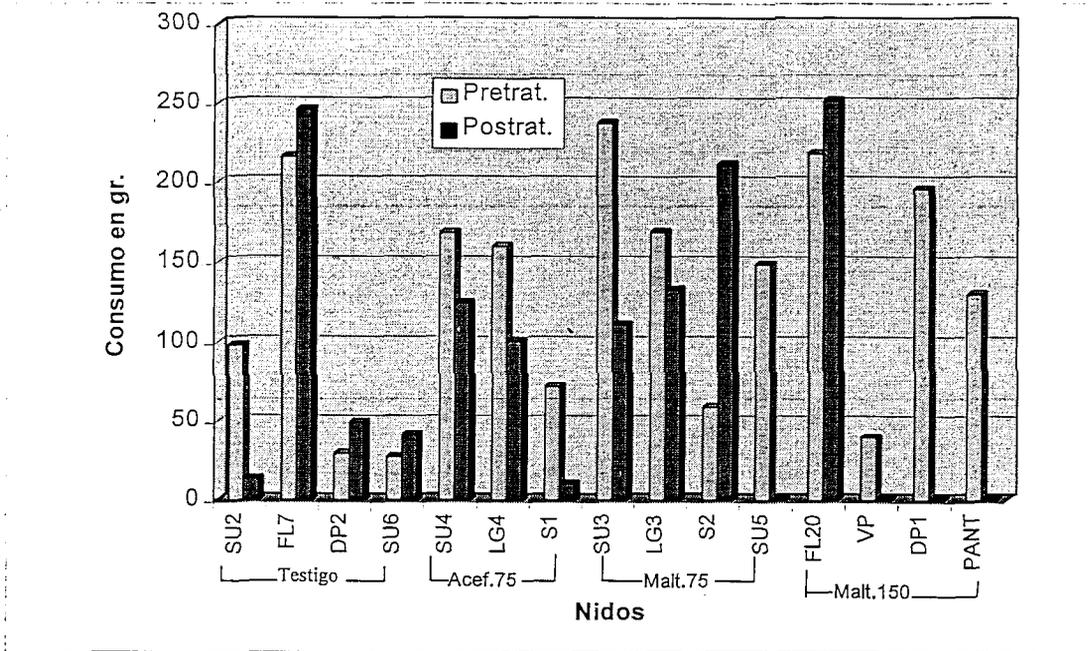


Figura 4. Cambio en consumo de cebo después de aplicado el tratamiento (Ensayo 1).

El efecto de los tratamientos, en cuanto a la reducción en salidas, fue altamente significativo ( $P > 0.05$ ,  $Pr > F = 0.0001$ ). La interacción de los bloques con los tratamientos igualmente resultó ser significativa, por tanto la eficacia en la reducción de número de salidas debida a los tratamientos aplicados está condicionado al tamaño del nido ( $P > 0.05$ ,  $Pr > F = 0.0001$ ). El efecto del tiempo sobre la variación en el número de salidas resultó ser no significativo ( $P > 0.05$ ,  $Pr > F = 0.0935$ ). De igual forma no resultó significativo la interacción entre los tratamientos y los tiempos de muestreo ( $P > 0.05$ ,  $Pr > F = 0.6689$ ) (Cuadro 5).

**Cuadro 5. Resumen de análisis de varianza de medias repetidas en el tiempo en el cambio de número de salidas activas (Ensayo 1).**

Fuente	Fobs <sup>1</sup>	Pr>F <sup>2</sup>
Bloques (B)	17.63	0.0007
Tratamiento (T)	60.33	0.0001
BxT	21.24	0.0001
Tiempo(Tt)	3.62	0.0935
TxTt	0.54	0.6689

1: f observada; 2: Probabilidad.

El mejor tratamiento resultó ser el malatión 4% a una dosis de 150g/nido y Acefate 75% a una dosis de 75g/nido, seguido por malatión 4% a una dosis de 75g/nido (Cuadro 6). El utilizar el malatión como un sustituto de acefate si da un control eficaz aunque sea mucho menos ingrediente activo aplicado. Si se relacionan estos resultados con los de la variable consumo la falta de significancia en consumo probablemente se debe a la variabilidad de algunos nidos. Por tanto, teniendo esto en cuenta y que se mira una tendencia en la reducción de consumo al utilizar malatión 4% a una dosis de 150 g/nido, podría ser más efectivo.

**Cuadro 6. Separación de medias para el cambio porcentual en número de salidas según tratamiento (Ensayo 1).**

Insecticida	Media <sup>1</sup>
Malation 150	94.64 a
Acefate 75	70.28ab
Malation75	50.21 b
Testigo	-42.64 c

1: Datos en la columna seguidas por la misma letra, no son significativamente diferentes a un  $\alpha=0.05$  según la prueba SNK.

Con respecto al efecto del tiempo sobre la eficacia de los tratamientos no hubo diferencia significativa entre las diferentes medias. Los tratamientos resultan en una disminución en la actividad que es mantenido por un periodo igualmente largo.

Los resultados encontrados concuerdan con los que encontraron Morales (1998) y Palacios (1998) en cuanto a la dependencia del control químico con el tamaño del nido. Se puede ver que este factor es muy influyente, ya que en este ensayo se probaron químicos en formulaciones en polvo, y a pesar que estos viajan

mejor por el nido, tienen el mismo efecto que las formulaciones de fungicidas en cebo en nidos de un tamaño reducido.

La vida media del malatión en aplicaciones aéreas oscila en seis días, en el caso de acefate su vida media oscila entre los tres y seis días; en aplicaciones al suelo la degradación de los productos es mucho más rápida (Cornell et al., 1998<sup>ab</sup>; Farm Chemical Handbook, 1997). En nidos grandes la variabilidad en control es mucho mayor, ya que hay producto que no alcanza su objetivo. Es necesario enfocar futuras investigaciones al manejo de nidos grandes si se quiere desarrollar estrategias de manejo que satisfagan al productor.

### 3.3.2 Resultados del Ensayo 2: prueba de malatión a dos dosis y Mycotrol 22 WP (*B. bassiana* cepa GHA).

Los cambios en consumo debido a los tratamientos en los nidos no fueron significativos ( $P > 0.05$ ,  $Pr > F = 0.14$ ). La eficacia de los productos según el tamaño del nido fue significativo, lo que se refleja en la interacción tratamiento por bloque ( $P > 0.05$ ,  $Pr > F = 0.03$ ) (Cuadro 7).

El mayor cambio en consumo se observó en los nidos pequeños y muy pequeños. A los 7 días después de aplicado, se disminuye el consumo en promedio en 95% en todos los tratamientos (Cuadro 8). A los 20 días el consumo aumentó, siendo mayor en los nidos grandes, aproximadamente un 45%; pasando de una disminución del 76% a los 7 días a una disminución del 31% a los 20 días (Cuadro 9).

En cuanto a los dos tiempos de muestreo si existe una diferencia significativa entre estos ( $P > 0.05$ ,  $Pr > F = 0.02$ ), pero no existió ninguna diferencia entre el tiempo de muestreo y los tratamientos ( $P > 0.05$ ,  $Pr > F = 0.33$ ) (Cuadro 7).

#### Cuadro 7. Resumen de análisis de varianza en el porcentaje de cambio en el consumo de cebo.

Fuente	Fobs <sup>1</sup>	Pr>F <sup>2</sup>
Bloque (B)	2,17	0,14
Tratamiento (T)	1,17	0,36
BxT	3,25	0,03
Tiempo (Tt)	7,14	0,02
TxTt	1,24	0,34

1: f observada; 2: Probabilidad;

Cuadro 8. Cambios porcentuales en la variable consumo de cebo según tratamiento a los 7 días.

Tratamientos	%				Media
	Tamaño de Nido				
	Grande	Mediano	Pequeño	Muy Pequeño	
Control	91	68	80	80	80
Malatión 100 g	20	72	89	100	70
Malatión 150 g	100	62	100	100	91
<i>Beauveria</i>	93	100	55	100	87
<b>MEDIA</b>	<b>76</b>	<b>75,5</b>	<b>81</b>	<b>95</b>	

Cuadro 9. Cambios porcentuales en la variable consumo de cebo según tratamiento a los 20 días

Tratamientos	%				Media
	Tamaño del Nido				
	Grande	Mediano	Pequeño	Muy Pequeño	
Control	-7	53	47	74	42
Malatión 100 gr.	-6	92	100	100	72
Malatión 150 gr.	48	50	100	100	75
<i>Beauveria</i>	89	87	23	5	51
<b>MEDIA</b>	<b>31</b>	<b>70,5</b>	<b>67,5</b>	<b>69,75</b>	

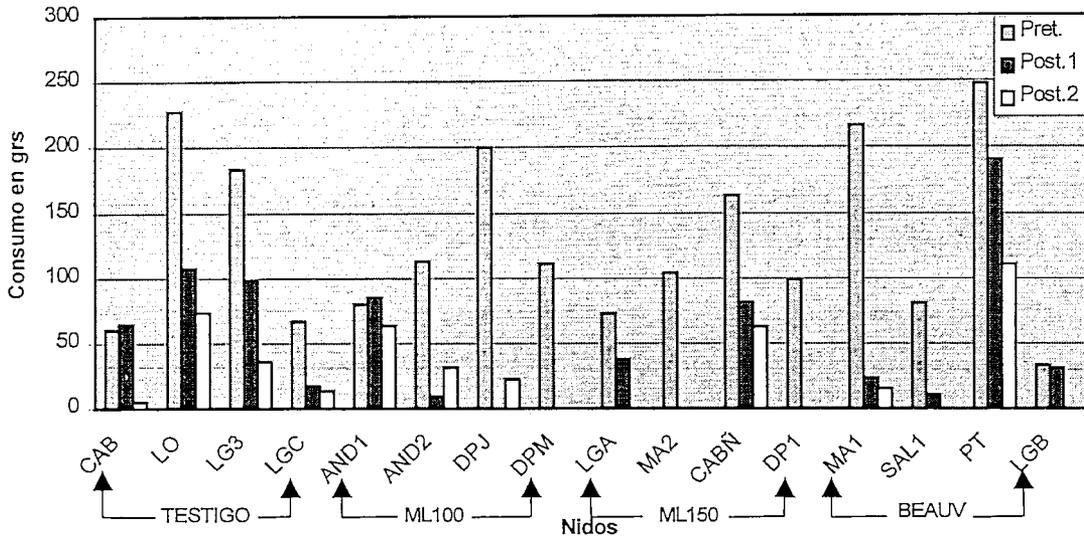


Figura 5. Cambio en consumo de cebo después de aplicado el tratamiento.

Se observó un cambio promedio en el consumo de 83% con malatión 4% a una dosis de 150 g/nido, pero este cambio no se diferenció con los demás (Figura 5). La falta de significancia entre los tratamientos y el testigo se debe probablemente a la época en que se llevó a cabo este ensayo. En la época de octubre a enero las temperaturas son bajas lo cual influye en la actividad del zompopo. En general, cuando persisten temperaturas bajas los zompopos cesan sus actividades de acarreo y proceden a mantener los montículos de las entradas (que tienen una función termo regulador). El consumo se reduce significativamente probablemente debido a este factor (Cuadro 10). Al bajar la actividad en el ciclo anual natural, no es posible comprobar el efecto de un tratamiento que debería producir el mismo resultado.

Cuadro 10. Separación de medias entre los dos tiempos (días) evaluados. porcentaje de cambio en la variable consumo de cebo.

Tiempo	Media <sup>1</sup>
7	59,69 a
20	81,87 b

1: Datos en la columna seguidas por la misma letra, no son significativamente diferentes a un  $\alpha=0.05$  según la prueba SNK.

La reducción en número de salidas en cada nido debido al efecto de los tratamientos fue altamente significativo ( $P > 0.05$ ,  $Pr > F = 0.001$ ). Al igual que la efectividad en la reducción de consumo, se notó que la reducción de número de salidas varió significativamente según el tamaño del nido ( $P > 0.05$ ,  $Pr > F = 0.001$ ). El efecto del tiempo así como la interacción de este con los tratamientos no tuvo ningún efecto significativo sobre la variación en número de salidas ( $P > 0.05$ ,  $Pr > F = 0.5986$  y  $Pr > F = 0.5592$ , respectivamente). Al igual que el primer ensayo no se pudo determinar en que momento actúan mejor los tratamientos (Cuadro 11).

**Cuadro 11. Resumen de análisis de varianza de medias repetidas en el tiempo en el cambio de número de salidas.**

Fuente	Fobs <sup>1</sup>	Pr>F <sup>2</sup>
Bloques (B)	2.72	0.0770
Tratamiento (T)	28.94	0.0001
BxT	5.08	0.0020
Tiempo(Tt)	0.52	0.0812
TxTt	0.83	0.7899

1: f observada; 2: Probabilidad.

En cuanto a la reducción porcentual en el número de salidas por tratamiento no hubo ninguna diferencia entre los tratamientos pero si fueron significativamente diferentes al testigo (Cuadro 12). En el testigo se observó un incremento en el número de salidas posterior. Al igual que en el primer ensayo tampoco hubo una diferencia entre los tiempos evaluados.

**Cuadro 12. Separación de medias para la diferencia en número de salidas según tratamiento.**

Tratamiento	Media <sup>1</sup>
Malatión 150	96.4 a
Malatión 100	72.7 a
Mycotrol	66.3 a
Testigo	-22.59 b

1: Datos en la columna seguidas por la misma letra, no son significativamente diferentes a un  $\alpha = 0.05$  según la prueba SNK.

En general las aplicaciones de productos formulados en polvo, ya sean productos sintéticos o microbiales, con el uso de espolvoreadoras resulta una estrategia más factible que otras alternativas químicas disponibles. En el caso de uso de cebos aún existe mucha controversia en cuanto a su formulación y su

efecto se nota más a largo plazo. Si se compara a la manera tradicional de aplicación con bomba de mochila en formulación líquida y aplicaciones manuales de los productos, esta alternativa llega más directo al nido y es más segura para el ambiente y el aplicador. El uso de espolvoreadoras aún necesita mayor difusión y perfeccionamiento para que sea una alternativa totalmente viable, sobre todo en nidos grandes. También es indispensable probar en la época de mayor acarreo de hojas.

En el caso del uso de entomopatógenos, como *B. bassiana*, se requiere repetir en época de mayor actividad. Para poder recomendar como parte de un sistema de manejo del zompopo más sostenible.

### 3.4 Conclusiones

- No se encontró diferencia significativa entre los tratamientos en el cambio porcentual de consumo de cebo. Se notó una tendencia en reducción del consumo con malatión 4% a una dosis de 150 g/nido.
- Malatión 4% a una dosis de 150 g/nido y acefate 75% a una dosis de 75 g/nido resultaron ser los mejores tratamientos en la reducción de número de salidas.
- No hay diferencia entre los dos niveles de malatión, pero en cuanto a la reducción de salidas, el malatión 4% a una dosis de 150g/nido es más efectivo.
- Al considerar los 3 resultados anteriores se concluye que malatión 4% a 100 g/nido es más recomendable como control.
- En ambos ensayos hubo una interacción significativa entre el tamaño del nido y el tratamiento.
- En cuanto a la durabilidad del control a través del tiempo, no se encontró ninguna diferencia significativa en fechas de evaluación hasta los 46 días después de la aplicación.
- El control biológico bajo las condiciones del ensayo es tan efectivo como el malatión 4%, en la reducción del número de salidas.
- Existe una gran variabilidad en la actividad del zompopo entre la época de invierno y verano, siendo mayor la misma en esta última.

300762

### 3.5 Recomendaciones

- Se recomienda usar malatión 4% a una dosis de 100 g/nido cada 20 días, comenzando los tratamientos cuando el nido este recién establecido, lo cual ocurre al inicio de la temporada de lluvias.
- Se debería realizar el mismo ensayo utilizando otros insecticidas para probar la eficacia de estos y ampliar la gama de productos formalmente probados para el manejo del zompopo, concentrándose el ensayo en la época lluviosa que es cuando existe mayor actividad en las troneras.
- Es preciso determinar el efecto que tiene el tiempo en que se realizan las aplicaciones sobre los nidos, ya que durante la noche posiblemente se faciliten las aplicaciones. Las entradas a los nidos son más accesibles debido al pico de actividad del nido en las horas nocturnas.
- Excavar los nidos aplicados con entomopatógenos para comprobar el grado de infección en el nido.
- Continuar estudios con *B. bassiana* en la época lluviosa.
- Probar aplicaciones cada 20 días para determinar la cantidad de veces que se requiere para obtener un control aceptable en nidos muy grandes.
- Concentrar mayores esfuerzos en el manejo de nidos grandes.

## 4. VALIDACIÓN DE PRÁCTICAS EN ESTELÍ, NICARAGUA.

### 4.1 Introducción.

En Nicaragua aún no se encuentran prácticas de manejo de la plaga que satisfaga al productor. En parte esto se debe a que el productor nicaragüense tiene muy poco conocimiento de la biología, ecología y las alternativas de manejo que tiene. Estudios recientes en los departamentos de Estelí, Masaya y Chinandega confirman que el conocimiento de los productores sobre el zompopo es limitado (Morales, 1998; Palacios, 1998). Desde mediados de siglo Hambleton (1945), reconoce que la principal limitante en la lucha contra la plaga es la falta de conocimiento del productor. Afirma que sin saber sobre el comportamiento de la plaga de nada sirve tener una gama de productos disponibles para su control. Chanon (1998) reconoce que el conocimiento básico de la biología y ecología de la plaga puede promover un mejor manejo y procesos de investigación local por parte del productor.

Es influyente la idea de que debemos de erradicar la plaga, por lo cual aún no se ha tenido ningún éxito en su manejo. En cambio la meta debería de ser como Hölldober y Wilsón (1990) afirman "...un manejo inteligente de sus poblaciones y nunca su completa erradicación"

La tendencia en Nicaragua es utilizar productos químicos que han sido desarrollados con otros fines y que han sobrado de otras actividades agronómicas (Morales, 1998; Palacios, 1998). La percepción del productor nicaragüense en el departamento de Chinandega es que el control químico es una solución temporal (Morales, 1998).

#### 4.1.1. El uso de jabón en el manejo del zompopo

Los jabones se han utilizado desde hace varios años para el control de otras plagas como áfidos y mosca blanca. En si los jabones poseen propiedades insecticidas, Chanon (1998) reporta que:

"...la combinación de sodio o sales de potasio con ácidos grasos puede tener un efecto tóxico en diferentes tipos de insectos".

Reporta también que esto se debe a la alteración de las membranas de las células de la cutícula lo cual ocasiona parálisis y muerte.

El uso de jabón como práctica de manejo del zompopo en Nicaragua surge, según Chanon (1998), como propuesta de un promotor-productor del Instituto Nicaragüense de Tecnología Agrícola durante un taller en 1997. A raíz de pruebas del jabón mezclado como adherente con Mancozeb, en las cuales se encontró que el jabón solo controlaba eficazmente al zompopo.

Existen dos maneras de aplicar el jabón: la primera es la aplicación directa a las filas de obreros y soldados que se encuentran en sus rutas de trabajo en la noche, la otra (que es parte de este estudio) es la aplicación del jabón más la excavación. La primer forma es un control indirecto y que reduce las poblaciones de zompopo pero no elimina colonias de gran tamaño (Chanon, 1998). La segunda forma de aplicar el método presenta la ventaja que se elimina mayor cantidad de zompopos y sus futuras generaciones (huevo, larva, pupa y posiblemente a la reina) y el hongo que es fuente de alimento.

En la actualidad aún existe discrepancia en el uso del jabón, específicamente en cuanto a la dosis y marcas. A diferencia de los jabones insecticidas que son formulados con niveles específicos de sales y ácidos grasos (Chanon, 1998) los jabones empleados (jabones de lavar trastes o ropa) a nivel del productor no lo son. En pruebas preliminares realizadas en Zamoraño han encontrado que las dosis efectivas varían desde 200 gr hasta 400 gr de jabón por 4 galones de agua, pero esto aún continua en estudio.

En general el jabón es una práctica que si tiene efecto en la mortalidad del zompopo. Además presenta la ventaja de ser inofensivo para el humano y para organismos benéficos.

#### **4.1. 2. El uso de la bomba espolvoreadora artesanal**

Se sabe que la aplicación de insecticidas en polvo a presión con bombas espolvoreadoras es muy efectiva debido a que más producto viaja por el intrincado sistema de túneles. Una de las grandes limitantes para el pequeño productor es el acceso a equipo adecuado y barato para el manejo del zompopo. En Honduras se vende una bomba espolvoreadora manual de fabricación brasileña que es efectiva, no siendo así la situación en Nicaragua donde aún no se distribuye equipo de esta índole.

La manera tradicional de aplicar productos en polvo o granulados, como Chlorpirifos, es manualmente y directamente a la tronera sin equipo de protección. Lo cual resulta en una práctica poca eficaz y peligrosa. Por esto Palacios (1998), validó una bomba artesanal que después de ciertas modificaciones se retomo en este estudio. Con el objeto de hacer las aplicaciones más eficaces y menos peligrosas para el productor.

Este trabajo se enfocó en caracterizar al pequeño productor en la zona de Estelí en cuanto a los controles que utiliza para manejar al zompopo, los conocimientos que tiene de la plaga y validar con el productor el uso de una bomba espolvoreadora de fabricación local y el uso del jabón con excavación como alternativas de manejo.

#### 4.2. Materiales y métodos

Se llevaron a cabo talleres en el municipio de La Trinidad y en la comunidad de Sta. Cruz, municipio de Estelí, en el Departamento de Estelí, Nicaragua (Anexo 5); el 26 y 27 de enero de 1999. En el taller de La Trinidad asistieron 40 productores, mientras que en Sta. Cruz asistieron 24. Se escogieron estos dos lugares debido a la existencia de problemas con zompopos y por la accesibilidad a las zonas de trabajo.

El municipio de La Trinidad tiene una altura desde los 700 msnm hasta los 1200 msnm y tiene una precipitación media de 1900 mm de mayo a noviembre; la comunidad de Sta. Cruz en cambio está entre los 900 msnm y 1244 msnm y tiene una precipitación media entre los 900 mm y 1200 mm de mayo a noviembre.

El 75 % de los productores de la zona tiene una educación entre primero y cuarto grado (Figura 6). Un 65.6% no cultiva más de 5 mz (Figura 7), el 75% es dueño de su tierra (Figura 8). Los granos básicos, en un 67.2%, son la principal fuente de ingresos, seguido por un asociado de granos básicos, chíca y linaza en un 20.3% (Figura 9). El principal problema para su actividad agrícola es el financiamiento, en un 62.5 % (Figura 10).

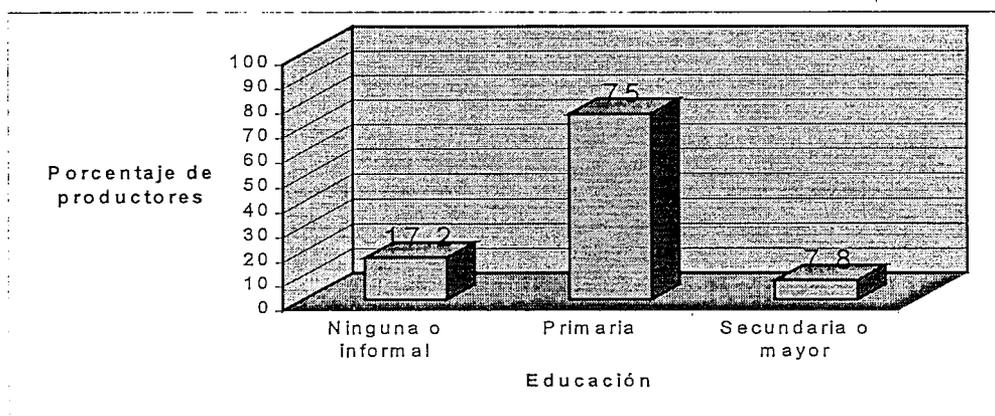


Figura 6. Nivel académico de la población evaluada.

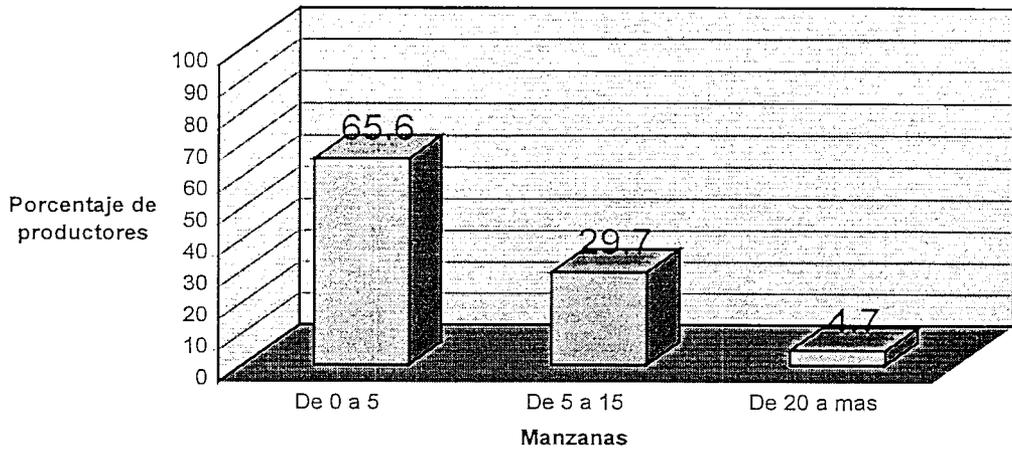


Figura 7. Distribución del área cultivada en la población evaluada.

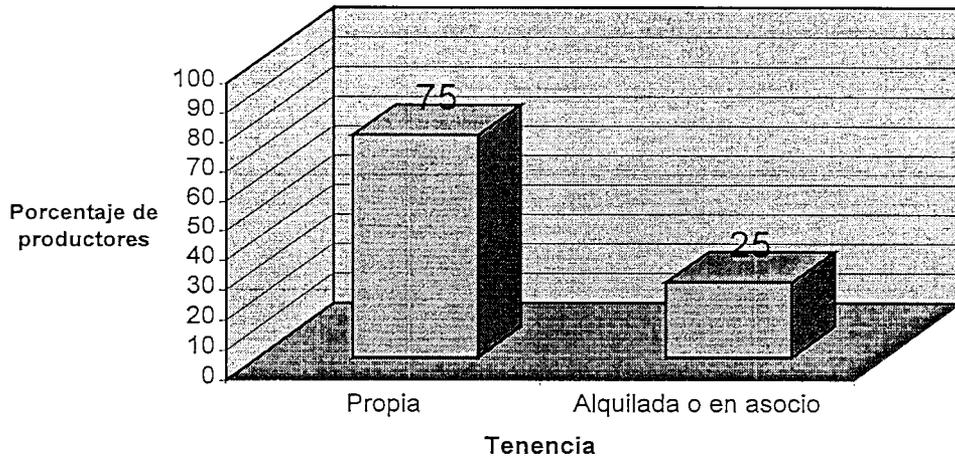


Figura 8. Tenencia de la tierra en la población evaluada.

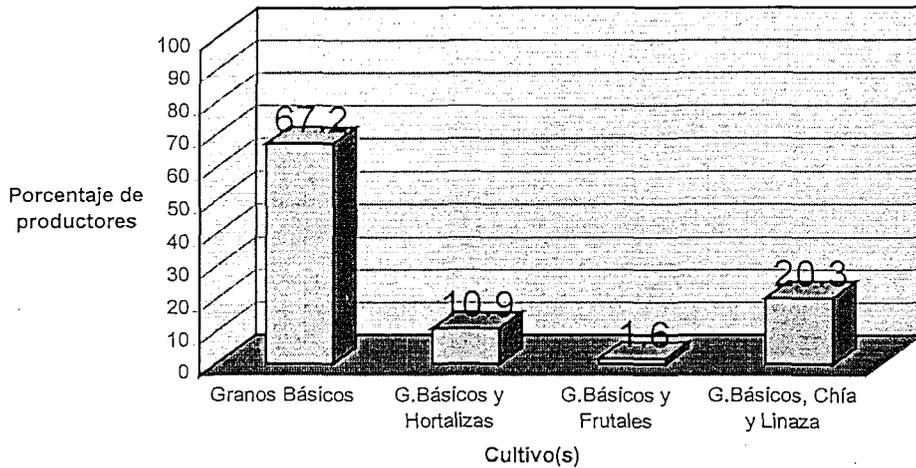


Figura 9. Principales cultivos o asocio de cultivos que genera la mayor parte de ingresos.

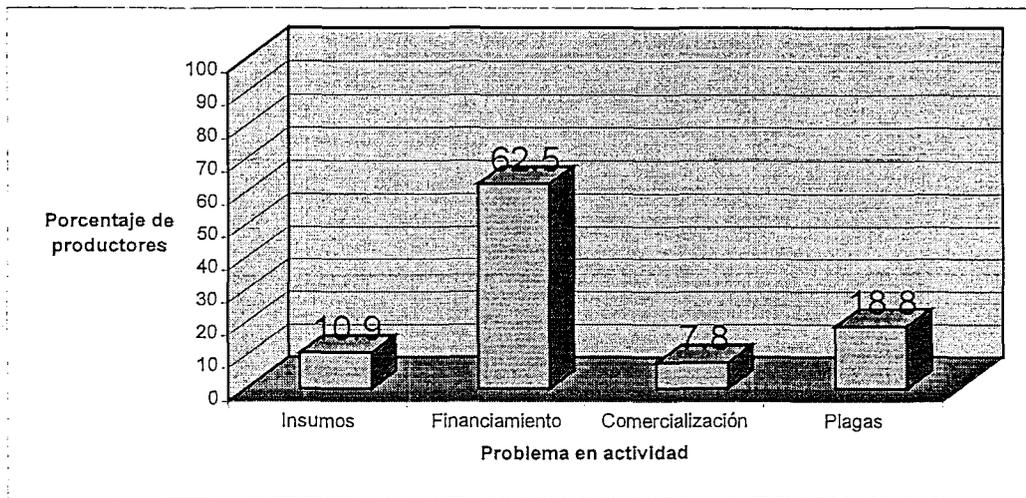


Figura 10. Principal limitante para la actividad agrícola de los productores.

Se encontró que casi un 33% de la población tiene más de veinte años lidiando con el zompopo, mientras que casi un 19% reporta que su problema con la plaga está entre 10 a 15 años y sólo un 7% reporta que su problema es reciente, de 1 a 5 años (Figura 11). Pero a pesar de que la problemática del zompopo se puede considerar endémica, sólo un 7.8% ha recibido capacitación en el manejo del zompopo (Figura 12).

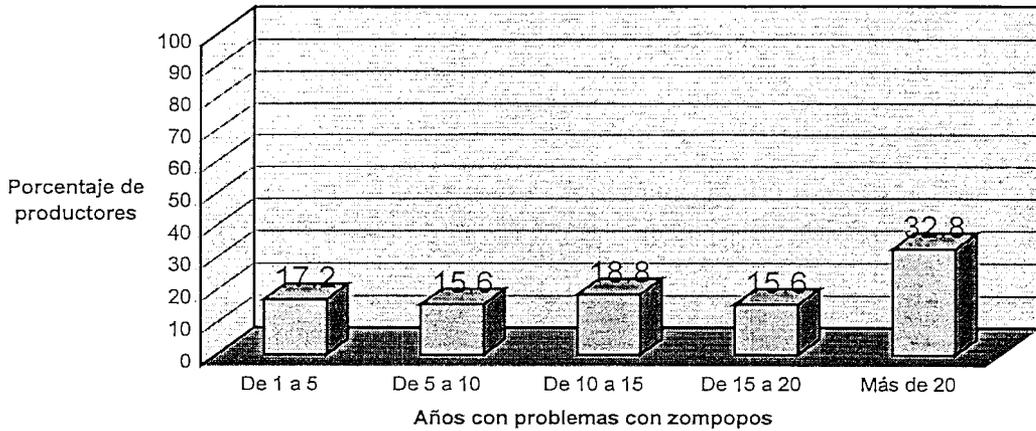


Figura 11. Historial de la problemática con zompops en La Trinidad y Sta. Cruz, departamento de Estelí, Nicaragua.

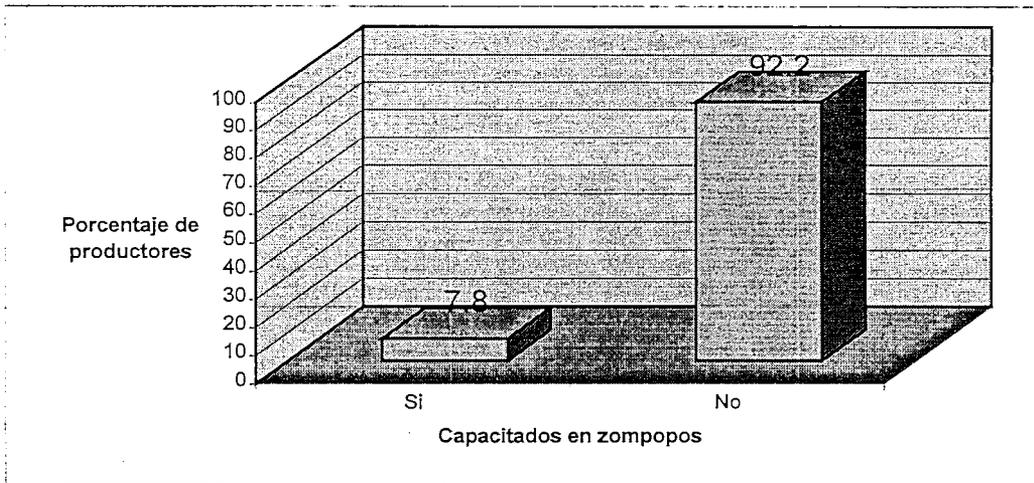


Figura 12. Porcentaje de la población que había recibido capacitación en el manejo del zompopo.

#### 4.2.1 Realización del taller

Los talleres se dividieron en cuatro partes, para la recaudación de la información necesaria se elaboró una encuesta de controles y problemática con zompops (Anexo 2) y se elaboró un examen de conocimientos previos de 7 preguntas (Anexo 1). En el caso de la encuesta de diagnóstico, controles y problemática

con zompopos se validó en las comunidades del estudio el 7 y 8 de enero con 20 productores de la zona.

La primer parte consistió en realizar el examen de conocimientos previos y la toma de la encuesta diagnóstico, sobre control y problemática con zompopos. Lo cual se hizo a través de una entrevista formal. Seguidamente se realizó una exposición y discusión de biología y ecología del zompopo. La discusión se enfoco en los aspectos reproductivos y organización social de la plaga. Durante el desarrollo del taller también se cubrieron las preguntas del examen de conocimientos previos.

La tercera parte del taller consistió en proponer dos métodos de control: uso combinado de jabón más excavación y el uso de una bomba espolvoreadora manual para la aplicación de insecticidas en polvo para el manejo del zompopo. Se realizó una demostración de los dos métodos para enseñarles la implementación de estos. Finalizando la exposición se solicitó a 5 voluntarios por método propuesto para que se validaran en su comunidad, teniendo en total 20 productores en las dos zonas del estudio (Cuadro 13). Se les solicitó que evaluaran estos métodos con respecto a los que implementaban anterior al taller, enfatizando también la necesidad de hacer los respectivos comentarios para mejorarlos en un futuro estudio.

Por último se tomo nuevamente el examen de conocimientos previos para cuantificar el grado de aprendizaje inmediato con respecto a lo cubierto en el taller.

Posteriormente a los veinte días de realizar el taller se realizó un seguimiento de las prácticas propuesta y se midió el grado de retención de los conocimientos adquiridos. Se elaboró una encuesta de seguimiento de las prácticas (Anexo 3). Para lo cual se visito a cada uno de los productores voluntarios en sus comunidades respectivas y se realizó una entrevista formal.

**Cuadro 13. Distribución de los tratamientos propuestos en el taller manejo del zompopo en un municipio y una comunidad de Estelí, Nicaragua.**

Municipio/Comunidad	Tratamiento	Número de Productores
Trinidad	Jabón más Excavación	5
	Bomba Artesanal	5
Sta.Cruz	Jabón más Excavación	5
	Bomba Artesanal	5
<b>Total</b>		<b>20</b>

## 4.2.2 Selección del tamaño de muestra

**4.2.2.1. Selección de la muestra.** Se trabajó en conjunto con la Fundación de Investigación y Desarrollo (FIDER), sede Estelí. Se tomó una muestra de un total de 1,141 productores que son atendidos por dicha institución, seleccionando a 64 de ellos (Anexo 4). La selección se hizo con un límite de confianza del 90% y permitiendo un error del 10% para caracterizar con la mayor confianza a la población. Debido a la ausencia de estudios previos en estas comunidades sobre la problemática del zompopo, se estimó que un 50% de la población respondiera favorablemente a presentar problemas con zompopos y un 50% desfavorablemente en la encuesta. Para la selección del tamaño muestral se aplicó la siguiente fórmula para poblaciones finitas (Departamento de Economía Aplicada y Agronegocios, 1998):

$$n = \frac{Z^2 * N * \pi * (1-\pi)}{(N-1)E^2 + Z^2 * \pi(1-\pi)}$$

Donde:

n= Tamaño de Muestra

Z= Probabilidad Z.

N= Tamaño del Universo.

$\pi$ = proporción de la población que responde favorablemente en tener problema con zompopos.

$(1-\pi)$ = proporción de la población que responde desfavorable en tener problemas con zompopos.

Para validar las prácticas propuestas en el taller (y constatar el nivel de retención posterior de los conocimientos adquiridos) se seleccionaron a 20 productores. El seguimiento de las prácticas se realizó con 8 de los 20 productores que originalmente se comprometieron, debido a que aún no habían probado el método por no tener problemas con zompopos. La bomba artesanal se validó con 3 productores y el jabón más excavación se realizó con 5.

## 4.2.3 Análisis de los datos

**4.2.3.1. Definición de las variables.** Para el análisis de la encuesta de problemática con zompopo se dividieron las preguntas y entre preguntas de estado (preguntas descriptivas del contexto agrícola de los productores) y

preguntas respuestas (preguntas relacionadas a la problemática del zompopo) (Anexo 14).

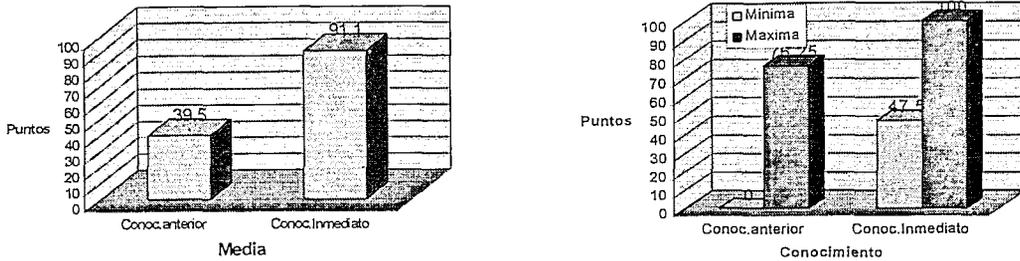
**4.2.3.2. Análisis estadístico.** El análisis del conocimiento previo y adquirido se realizó con las medidas de tendencia central. Se calculó el cambio de puntaje general y por pregunta antes del taller y final del mismo. Para evaluar la retención de conocimientos se calculó el cambio en puntaje a los 20 días de los 20 productores a los que validaron las técnicas de manejo en sus terrenos.

Para el análisis de la encuesta de la problemática y controles del zompopo en la zona se plantearon tres hipótesis: a) ¿La decisión de controlar el zompopo es influenciada por el género?, b) ¿El tipo de control que es empleado es independiente del género? y c) ¿La cantidad invertida anualmente es dependiente de la tenencia de la tierra?. El análisis de las hipótesis se realizó con la prueba Chi cuadrado. También se realizó la prueba de Cramer para ver el grado de asociación entre las relaciones, tomando como una asociación baja coeficientes entre 0. a 0.25, media de 0.25 a 0.50, fuerte de 0.50 a 0.75 y muy fuerte de 0.75 a 1. Debido a la alta variabilidad en la toma de las encuestas, grado de analfabetismo entre los productores y más de un encuestador, se utilizó un alpha de 0.10 para rechazar la hipótesis nula. El análisis se hizo utilizando el paquete estadístico SPSS versión 7.5.

## 4.3 Resultados y discusión

### 4.3.1 Conocimiento sobre la biología del zompopo

En general el conocimiento que tienen los productores de esta zona sobre la biología de la plaga es bajo, en promedio 39.5% de respuestas correctas. Se notó un incremento sustancial de dicho conocimiento posterior al taller, en promedio 51.6 puntos, teniendo una media final de 91.1 puntos (Figura 13). La nota máxima antes del taller fue 47.7 puntos, al finalizar incremento 52.5 puntos. Pero el mayor cambio fue en la nota mínima que paso de 0 puntos hasta 76.25 punto (Figura 13). En general el taller logro aumentar de manera significativa sus conocimientos.



**Figura 13. Cambio en la media, nota mínima y máxima de la prueba de conocimientos previos antes e inmediatamente después del taller de manejo del zompopo.**

De las siete preguntas realizadas en la prueba, cuatro mostraron el mayor incremento en puntaje: ¿Cuáles son las castas del zompopo?: 8.52 puntos; ¿Cuáles son las etapas por las que pasa el zompopo?: 12.30 puntos; ¿Qué función tiene cada casta?: 9.16 puntos y ¿De que se alimenta el zompopo? 10 puntos (Figura 14). Dichas preguntas mostraron las notas más bajas antes del taller.

Siendo estas preguntas el eje central para el entendimiento de la plaga, es necesario concentrar la enseñanza en la biología básica del zompopo. El agricultor maneja la época y hora del día en que la plaga es más dañina. Además reconoce la dimensión de una zompopera. No maneja la fuente de alimento principal, a diferencia de Chanon (1998) que encontró un 60% de conocimiento del alimento del zompopo. Pero coincide en reportar un bajo conocimiento de los aspectos básicos de la biología de la plaga.

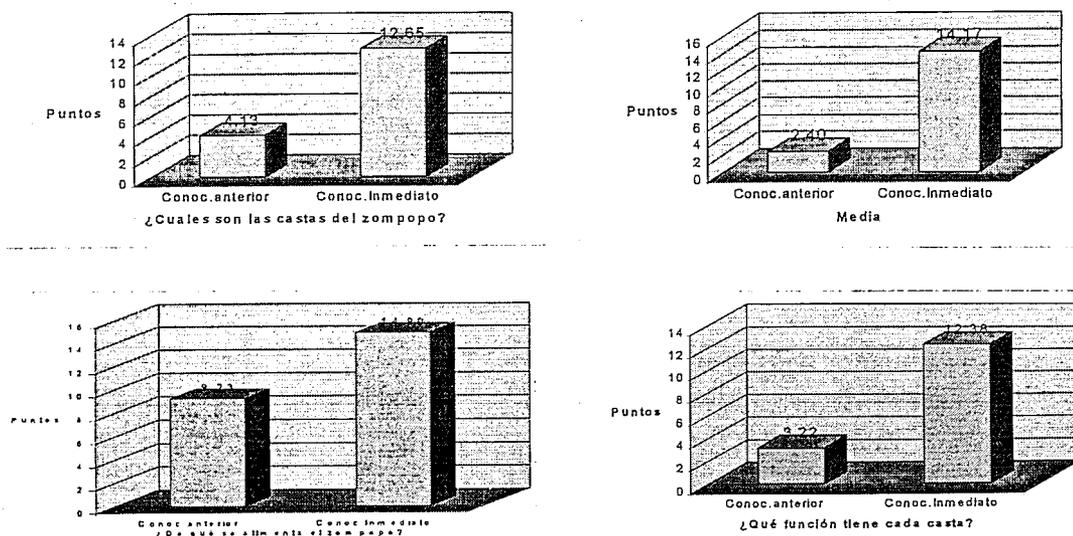


Figura 14. Cambio en la media de las respuestas a 4 preguntas sobre la biología básica del zompopo después de un taller sobre manejo del zompopo.

#### 4.3.2 Grado de retención del conocimiento del taller

La nota mínima antes del taller de manejo del zompopo de los 20 agricultores a quienes se les dio seguimiento fue de 0 y la máxima fue de 81.25. La nota mínima aumento 76.25 puntos inmediatamente después del taller, a los veinte días esta bajo 17.5 puntos, quedando en 58.75. La nota máxima también aumento inmediatamente después del taller en 23.75 puntos y se mantuvo a los veinte días (Figura 15). La media del conocimiento anterior fue de 49.38 puntos, esta subió 43.69 puntos, a una nota de 93.53, a los veinte días bajo 7.07 puntos, quedando en una nota media de 86.46 (Figura 15). Podemos ver que la retención de los conocimientos adquiridos en el taller fue aceptable, si tomamos como referencia la media final. Por tanto se recomienda continuar con este tipo de trabajos para aumentar el conocimiento de los agricultores con respecto al zompopo.

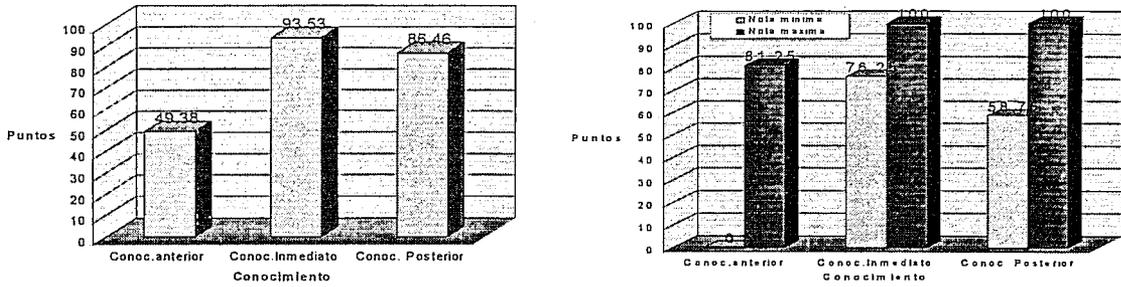


Figura 15. Cambio en la media, nota mínima y máxima de la prueba de conocimientos previos a los 20 días después del taller de manejo del zompopo.

Las preguntas que presentaron un descenso fueron: ¿Cuáles son las etapas por las que pasa el zompopo? 3.26 puntos, ¿De que se alimenta el zompopo? 2.00 puntos; la pregunta 3, ¿Qué función tiene cada casta?, aumento en 1.50 puntos (Figura 16). Se ve que los agricultores manejan muy bien el conocimiento de la biología del zompopo, después que esta allí sido explicada.

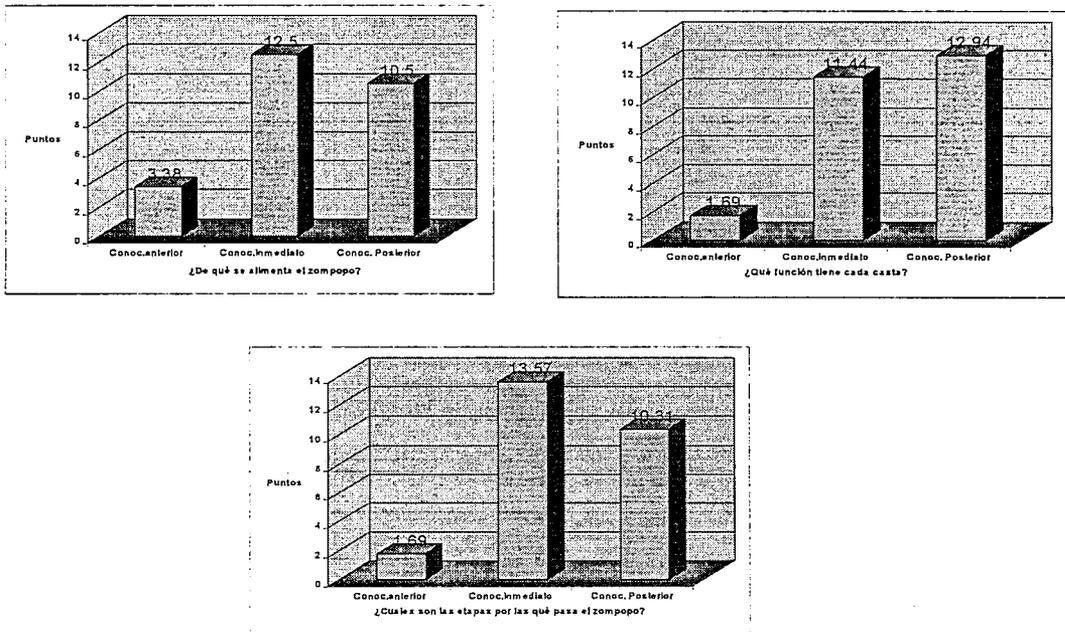


Figura 16. Cambio en la media de las respuestas a 3 preguntas sobre la biología básica del zompopo a los 20 días después de un taller sobre manejo del zompopo.

### 4.3.3 Validación de prácticas

Cuatro de los cinco productores que probaron el jabón más excavación reportó que este método fue mejor que los utilizados anteriormente (Figura 17) y el 100 % se sintió satisfecho con el control. Tres de los cinco productores notaron que el control había perdurado por más de 15 días (Figura 18). Sólo el 20 % realizó más de tres aplicaciones (Figura 19).

De todas las ventajas reportadas por los productores la que más se reportó fue el bajo costo de la tecnología (36.4% de los productores), seguido por la baja toxicidad ( 27.3% de los productores) (Figura 20). En un 75 % los productores coincidieron el que el método no presenta ninguna desventaja, la única reportada fue que requiere más tiempo y esfuerzo (Figura 21). Por tanto se concluye que esta práctica es muy aceptada a pesar de requerir más esfuerzo para llevarla a cabo.

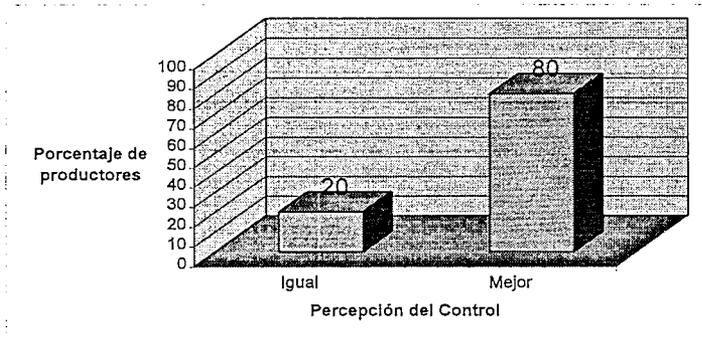


Figura 17. Evaluación de productores del control de zompopos con jabón y excavación.

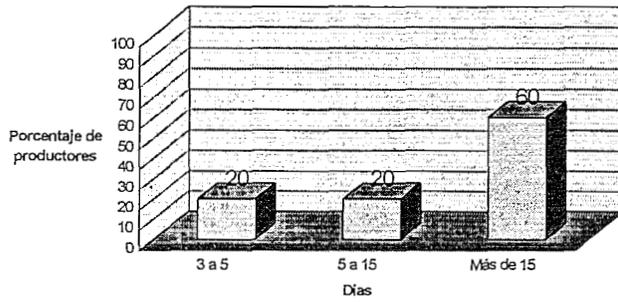


Figura 18. Número de días reportados que dura el jabón más excavación para el manejo del zompopo.

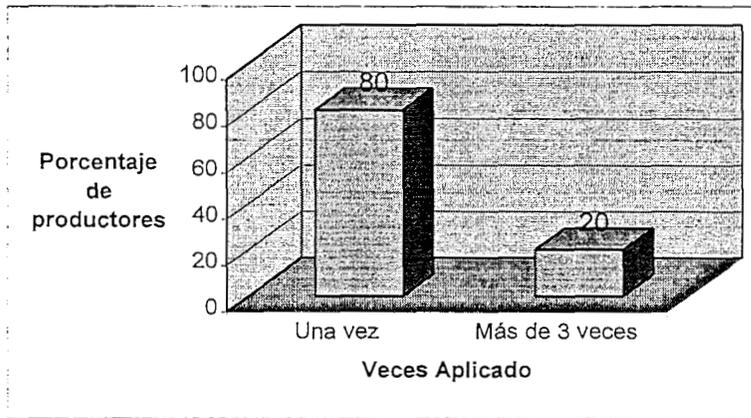


Figura 19. Número de veces que los productores aplicaron el jabón más excavación para el manejo del zompopo.

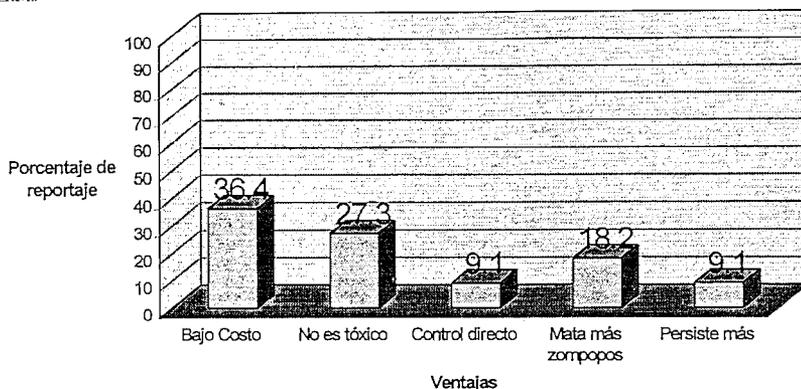


Figura 20. Ventajas reportadas de jabón y excavación para el manejo del zompopo.

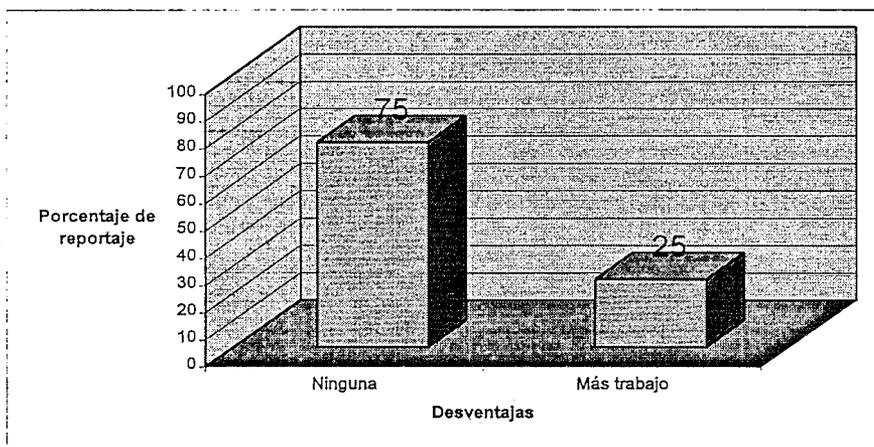


Figura 21. Desventajas reportadas de jabón y excavación para el manejo del zompopo.

En cuanto a la aplicación de insecticidas en polvo con la bomba artesanal el 100 % se sintió satisfecho, todos consideraron que este método era mejor que el que anteriormente usaban. El 66.7 % reportó no tener un control que perdurara por más de 5 días (Figura 22) y en el mismo porcentaje aplicaron el control más de 3 veces (Figura 23). En un 60 % reconocieron que la principal ventaja es que es menos tóxico, ya que no están en contacto directo con el producto (Figura 24) y la principal desventaja es que la bomba requiere todavía ciertas modificaciones (Figura 25) como ser: una manguera más larga, que descargue más producto y hacer más hermético el tarro donde va el producto.

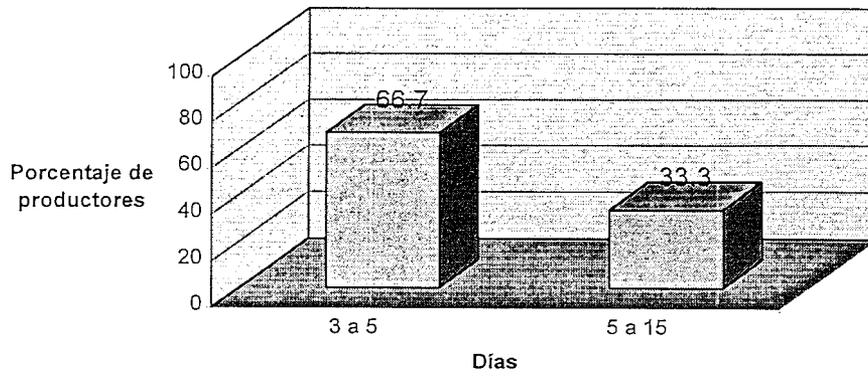


Figura 22. Número de días reportados que dura el control con la bomba artesanal en la zompopera.

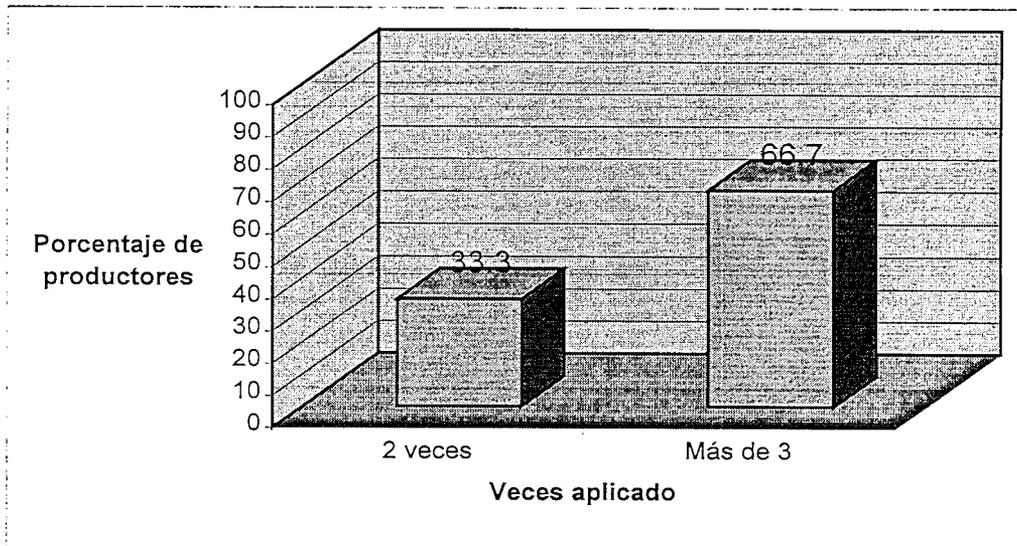


Figura 23. Número de veces aplicada una zompopera con la bomba artesanal.

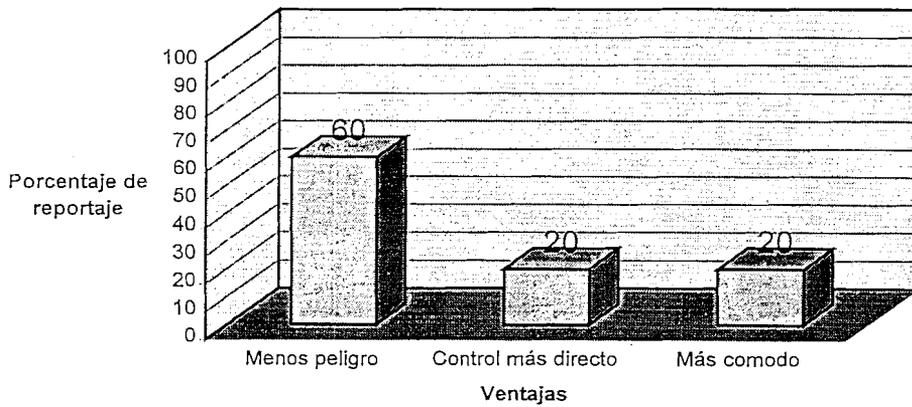


Figura 24. Ventajas reportadas de la bomba artesanal para el manejo del zompopo.

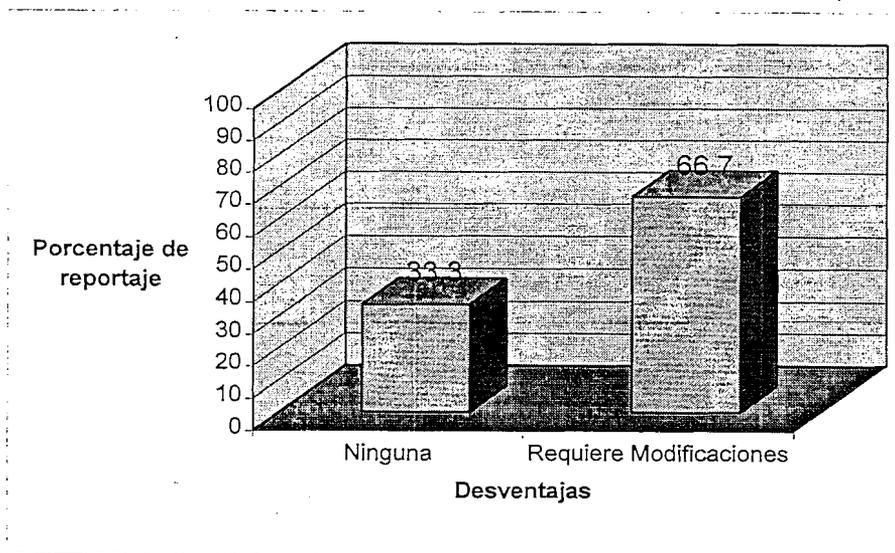
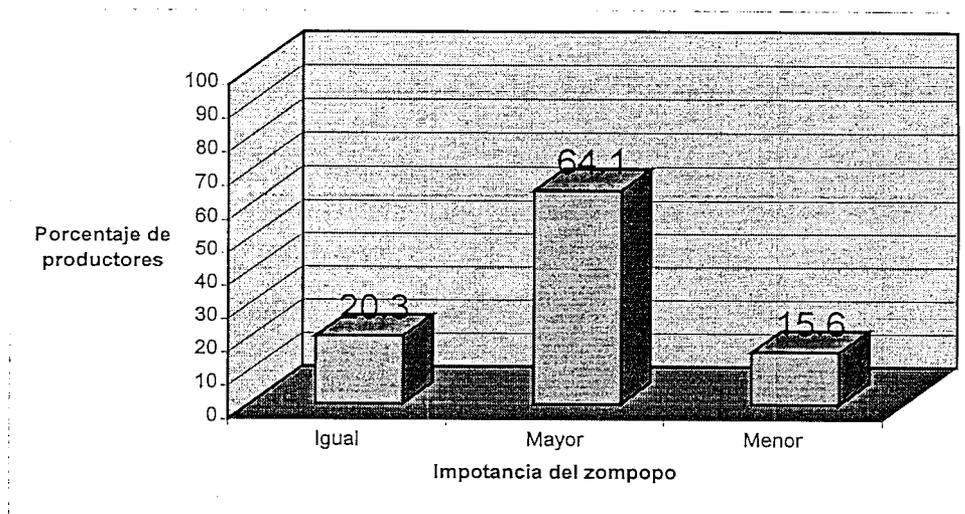


Figura 25. Desventajas reportadas de la bomba artesanal para el manejo del zompopo.

#### 4.3.4. Problemática del zompopo en La Trinidad y Sta. Cruz, Estelí, Nicaragua

Un 64% de la población considera al zompopo una plaga de mayor importancia, y un 20.3% la considera igual de importante comparada con las demás plagas en su agroecosistema con respecto al esfuerzo que hacen para su manejo (Figura 26).



**Figura 26. Percepción de la importancia del zompopo con respecto a las demás plagas en el agroecosistema de la población evaluada.**

Los cultivos más afectados por el zompopo son los frutales en un 39.1 %, seguido por una combinación de frutales, chí y linaza en 12.5 % y granos básicos, frutales, chí y linaza en un 12.5% (Figura 27). Sólo un 12.5 % de la población no aplica ningún control para el zompopo (Figura 28), de los que si controlan un 76.6 % utiliza el control químico (Figura 29). Pero el 41.1 % no invierte más de 4 dólares/año para su manejo y el 55.4 % espera hasta que el zompopo les afecta para decidir controlarlo (Figura 30).

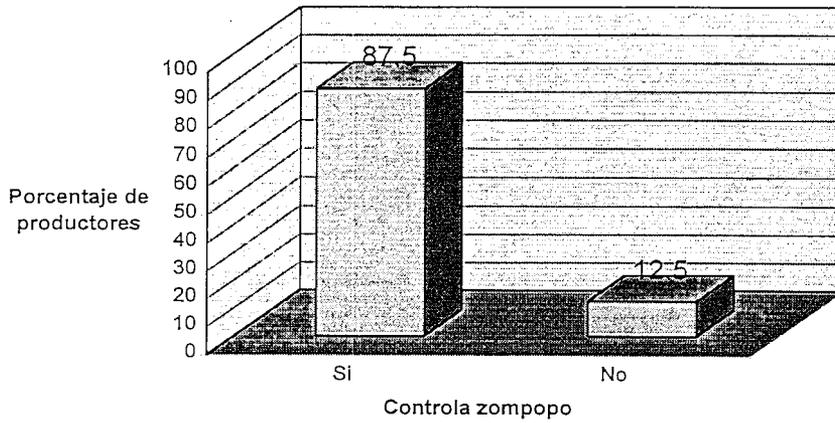


Figura 27. Porcentaje de la población que controla zompopos.

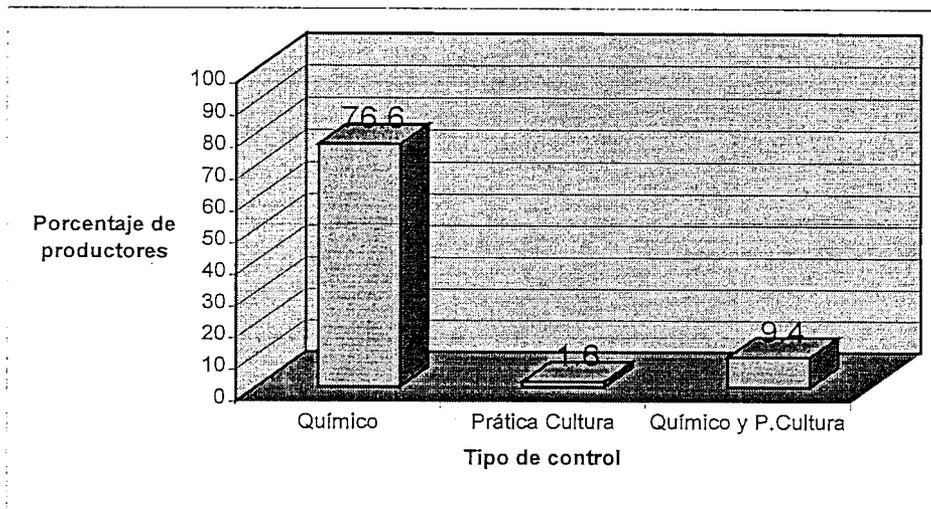


Figura 28. Tipos de controles utilizados por la población evaluada para el manejo del zompopo.

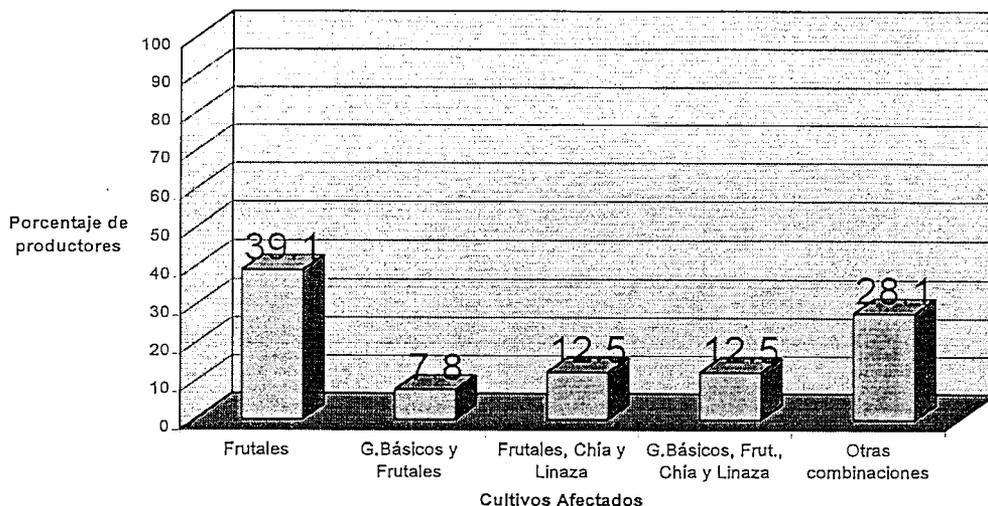


Figura 29. Cultivos o combinaciones de cultivos afectados por el zompopo.

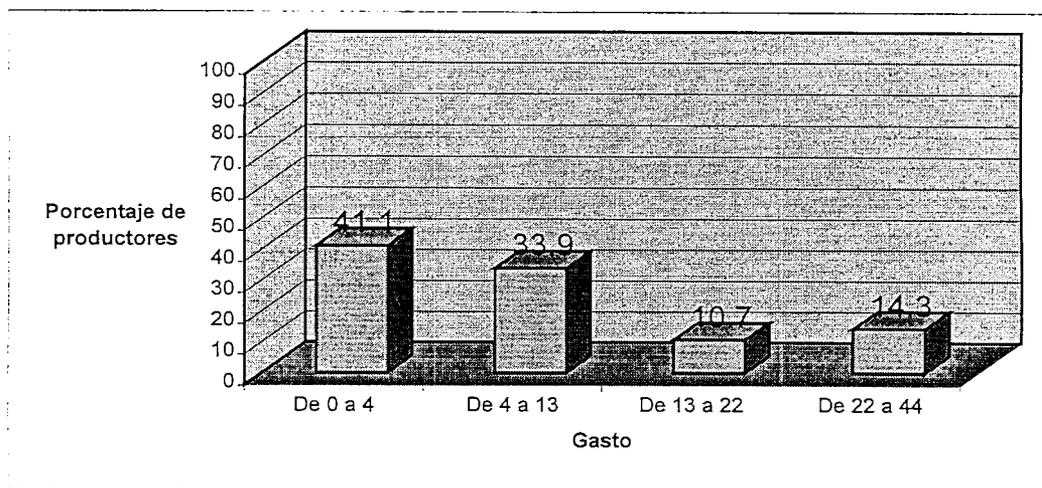


Figura 30. Cantidad invertida al año en dólares para el manejo del zompopo.

Se encontró una relación de dependencia significativa entre la decisión de controlar el zompopo y el género ( $P < 0.10$ ,  $P < F = 0.0005$ ) con grado de asociación intermedio (V de Cramer 0.46). El 95.9 % de los hombres controlan el zompopo, en cambio sólo el 60 % de las mujeres lo controla.

En ambos casos el porcentaje de control es considerable, pero pudiera ser que la diferencia entre los dos géneros se deba a las responsabilidades que cada uno juega en el hogar. Lo cual pudiera influir en que aparentemente el hombre haiga tenido por más tiempo problemas con el zompopo.

El tipo de control y el género no son independientes entre sí ( $P > 0.10$ ,  $Pr > F = 0.039$ ) y su grado de asociación es medio (V de Cramer 0.276). En ambos géneros el control predominante es el control químico, en un 91.5 % en los hombres y en un 66.7 % en las mujeres. Ambos géneros probablemente prefieran, en un porcentaje alto, el control químico. Pero existe mucha diferencia entre ambos. Lo cual pudiera ayudar a promover el control cultural, como jabón, entre las mujeres.

A pesar que existe una relación entre la tenencia de la tierra y la cantidad que invierten ( $P > 0.25$ ,  $Pr > F = 0.10$ ), con un grado de asociación bajo (V de Cramer 0.22), el porcentaje de productores que son dueños de su tierra y que inviertan entre 13 a 44 dólares/año es bajo, un 30.2 %, pero superior a aquellos que no son dueños de su tierra; ya que de estos un 7.7 % invierte en este rango. Por tanto es más factible promover tácticas de manejo del zompopo un poco más caras en aquellas personas que sean propietarios de su tierra.

#### 4.4 Conclusiones

- Hubo un conocimiento bajo de la biología y ecología de la plaga antes del taller. El incremento del conocimiento y la retención del mismo después del taller fue excelente.
- De las siete preguntas realizadas en la prueba de conocimientos sobre biología básica cuatro mostraron la mayor debilidad antes del taller y mostraron el mayor incremento y excelente retención después del taller.
- Las dos prácticas validadas mostraron una amplia aceptación, pero los que probaron el jabón y excavación notaron que este método es barato y menos tóxico al ambiente.
- Los agricultores tienen años de lidiar con el zompopo, pero las capacitaciones recibidas en el manejo de la plaga es muy bajo.
- La mayoría considera al zompopo plaga de mayor importancia con respecto al esfuerzo que realizan para su manejo.
- Método químico es el mayormente usado para el manejo de la plaga.
- El cultivo más afectado en la zona son los frutales, pero el cultivo principal de la zona son los granos básicos y una combinación de chíá y linaza con estos.

- La cantidad que invierte la población para el manejo de la plaga es bajo, la gran mayoría no invierte más de 4 dólares anuales para su manejo.
- Se encontró una relación significativa entre el género y decisión de manejo del zompopo y género y el tipo de control.
- La tenencia tiene una dependencia significativa con la cantidad invertida por año para el manejo de la plaga

#### **4.5 Recomendaciones**

- Realizar más talleres de este tipo pero en la época de invierno, donde la problemática del zompopo es mayor.
- Realizar las modificaciones necesarias a la bomba artesanal para promover su amplio uso.
- Validar el uso del jabón enfocándose en dosis y tipos de jabón.
- Asegurar un mayor número de productores con quién validar las prácticas de manejo.

## 5. BIBLIOGRAFIA

BATRA, L.R.; BATRA, S.W. 1978. Termite-fungus mutualism. In Insect-fungus symbiosis. Ed. by L.R. Batra. s.l., Wiley and Sons. 117-163p.

CHANON, K. 1998. Prospects for the adoption of integrated pest management practices in Honduras and Nicaragua. Tesis Maestría, Ithica, New York, Cornell University. 260p.

CHERRETT, J.M. 1986. History of leaf-cutting ant problem. . In Fire ants and leaf-cutting ants: biology and management. Ed. by C.F.Lofgren, R.K. Vander Meer. Boulder, Col., Westview Press. 10-17p.

CONSULTORA ASESORIA AGRICOLA INTEGRAL. 1998. Estudio base de la situación actual de fitoprotección en El Salvador: programa mip con pequeños agricultores para cetroamérica (PROMIPPAC). Ed. por E. Quiñonez; J.M. Chávez. San Salvador, El Salvador. 25-26p.

CORNELL UNIV.; MICHIGAN STATE UNIV.; OREGON STATE UNIV.; UNIV. OF CALIF., DAVIS. 1998. Extension toxicology network (EXTOXNET): Acephate. <http://ace.orst.edu/cgi-bin/mfs/01/pips/acephate.htm>

CORNELL UNIV.; MICHIGAN STATE UNIV.; OREGON STATE UNIV.; UNIV. OF CALIF., DAVIS. 1998. Extension toxicology network (EXTOXNET): Malathion. <http://ace.orst.edu/info/extoxnet/pips/malthio.p93>

DEPARTAMENTO DE ECONOMÍA APLICADA Y AGRONEGOCIOS. 1997. Guía técnica del macromódulo de economía aplicada y agronegocios: módulos de mercadotecnia, contabilidad de costos y control de calidad. Zamorano, Hond. 70p.

- ETIENNE, B.E. 1997. Especies de zompopos en los departamentos de Estelí y Somoto, región I de Nicaragua y el efecto de hojas de cuatro plantas en su actividad. Tesis Ing. Agr., Zamorano, Hond., Escuela Agrícola Panamericana, Departamento de Protección Vegetal. 22p.
- FARM CHEMICALS Handbook. 1997. Ed. by R.Meister. Willoughby, OH., U.S.A., Meiser Publishing Company. Vol.84. p.irr.
- GLADSTONE, S. 1998. Productos químicos usados para combatir zompopos. In PRIMER CURSO NACIONAL SOBRE MANEJO SOSTENIBLE DEL ZOMPOPO (1998, ESTELÍ; NIC.). [Curso]. Ed. por S. Gladstone; J. López; F. Pilarte; V. Ponce. s.p.
- HÖLLDOBER, B.; WILSON, E.O. 1990. The Ants. Cambridge, Mass., Belknap, Harvard. 732p.
- HAMBLETON, E.J. 1945. El Exterminio de la Hormiga Agricultora o Parasol. Washington., EE.UU., Imprenta del Gob. de los EE.UU. 11p.
- HOWSE, P.E.; BRADSHAW, J.W.S. 1977. Some aspects of the biology and chemistry of leaf-cutting ants. Out.Agric. 9: 160-166p.
- JAFFE, K. 1986. Control of *Atta* and *Acromyrmex spp.* in pine tree plantations in the venezuelan llanos. . In Fire ants and leaf-cutting ants: biology and management. Ed. by C.F.Lofgren, R.K. Vander Meer. Boulder, Col., Westview Press. 409-416p
- KERMARREC,A.; FEBUAY, G.; DECHARME, M. 1986. Protection of leaf-cutting ants from biohazards: is there a future for microbiological control? In Fire ants and leaf-cutting ants: biology and management. Ed. by C.F.Lofgren, R.K. Vander Meer. Boulder, Col., Westview Press. 339-358 p.
- KING, A.B.S.; SAUNDERS, J.L. 1984. Las plagas invertebradas de cultivos anuales alimenticios en America Central. CATIE; Tropical Development and Research Institute. Londres, Overseas Development Administration. 175p.

- LONGINO, J.T.; HANSON, P.E. 1995. The ants: formicidae. **In** The Hymenoptera of Costa Rica. Ed. by P.E. Hanson; I.D. Gould. The Natural History Museum, London, Oxford University Press. 588-620p.
- MELARA, W. 1997. Protección de plantas individuales. **In** CONGRESO SOBRE ZOMPOPOS. (1., 1997, NICARAGUA). [Congreso] Experiencias sobre biología, ecología y manejo del zompopo. Ed. Por M.Carillo. Estelí, Nicaragua, Proyecto de MIP con Pequeños Productores de Granos Básicos en Nicaragua. 13p.
- MELARA, W.; LÓPEZ, J.; AVILA, O. 1997. Biología, Ecología y Manejo de los Zompopos. Zamorano, Hond., Departamento de Protección Vegetal, Escuela Agrícola Panamericana. 10p.
- MORALES, E.D. 1998. Validación de técnicas alternativas para el manejo de las poblaciones de zompopos (*Atta spp.* y *Acromyrmex spp.*) Chinandega, Nicaragua. Tesis de Lic. en Biología, León, Nic. Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, Facultad de Ciencias, Departamento de Biología. 43p.
- PALACIOS, F. 1998. Evaluación y transferencias de practicas para el manejo de zompopos (*Atta spp.*). Tesis Ing. Agr., Zamorano, Hond., Escuela Agrícola Panamericana, Departamento de Protección Vegetal. 20p.
- STEEL, R.G.D.; TORRIE, J.H. 1980. Principles and procedures of statistics a biometrical approach. Ed. by C.Napier; J.W. Maisel. 2 ed. New York, McGraw Hill Inc. 625p.
- TANADA, Y.; KAYA, H. 1993. Insect pathology. Calif., USA, Academic Press. 633p.
- VIELA, E.F. 1986. Status of Leaf-cutting Ant Control in forest Plantations in Brazil. **In** Fire ants and leaf-cutting ants: biology and management. Ed. by C.F.Lofgren, R.K. Vander Meer. Boulder, Col., Westview Press. 399-408p.
- WILSON, E.O. 1986. The defining traits of fire ants and leaf-cutting ants. **In** Fire ants and leaf-cutting ants: biology and management. Ed. by C.F.Lofgren, R.K. Vander Meer. Boulder, Col., Westview Press. 1-9p.
- YAGUE, A.; TYLKO, I. s.f. Guía práctica de insecticidas, acaricidas y nematicidas. Madrid, Mundi-Prensa Libros, S.A. 287p.

Anexo 1. Prueba preliminar de conocimiento del comportamiento del zompopo (*Atta sp.*) para pequeños productores.

# **Prueba preliminar de conocimiento del comportamiento del zompopo (*Atta sp.*) para pequeños productores.**

PROMIPPAC-NICARAGUA/FIDER

**ESTELI-NICARAGUA**

Enero, 1999

**DATOS GENERALES**

Nombre: \_\_\_\_\_

Edad: \_\_\_\_\_

Lugar: \_\_\_\_\_

Fecha: \_\_\_\_\_

**CONOCIMIENTO DE LA PLAGA**

**1. ¿Cuales son las castas del zompopo?**

---

---

---

**2. ¿Cuales son las etapas por las que pasa el zompopo?**

---

---

---

**3. ¿Que función tiene cada casta?**

---

---

---

---

**4. ¿En que época se reproducen y empiezan a establecer sus troneras?**

---

---

---

5. ¿De que se alimenta el zompopo?

---

---

---

6. ¿Que tan profunda es una zomopera o tronera?

---

---

7. ¿Cuándo en el día son más activos los zompos?

---

Anexo 2. Diagnostico, control y problemática del zompopo (*Atta spp.*) con pequeños productores.

## **Diagnostico, control y problemática del zompopo (*Atta spp.*) con pequeños productores.**

PROMIPPAC-NICARAGUA/FIDER

**ESTELI-NICARAGUA**

Enero, 1999

**A. DATOS GENERALES**

Nombre: \_\_\_\_\_

Edad: \_\_\_\_\_

Lugar: \_\_\_\_\_

Fecha: \_\_\_\_\_

**¿Hasta que grado llego en la escuela?**

\_\_\_\_\_

**¿Cuál es el área que cultiva?**

- a) Menos de 5 manzanas
- b) Entre 5 y 15 manzanas
- c) Mas de 20 manzanas

**La tierra que cultiva es:**

- a) Propia
- b) Alquilada
- c) Sembrada en socio

**¿Qué cultivos son su principal fuente de ingresos y sustentación?**

---

---

---

**¿Cuál es el principal problema para su actividad agrícola en general?**

- a) Insumos
- b) Financiamiento
- c) Comercialización
- d) Plagas

¿En que temas agrícolas ha recibido capacitación?

---

---

---

---

**B. PROBLEMÁTICA CON ZOMPOPOS**

¿ Desde hace cuantos años tiene problemas con zompos?

- a) De 1 a 5 años
- b) De 5 a 10 años
- c) De 10 a 15 años
- d) Más 15 a 20 años
- e) Más de 20 años

¿Qué lugar ocupan los zompos en importancia, si tomamos en cuenta todas las otras plagas?

- a) Mayor
- b) Menor
- c) Igual

¿Cuantos nidos aproximadamente hay en su propiedad?

- a) 0 a 5
- b) 5 a 10
- c) 10 a 20
- d) mas de 20

¿Qué cultivos son más afectados?

---

---

---

¿Ha recibido capacitación en el manejo de zompopos?

- a) Si
- b) No

**C. CONTROL**

¿Ud. controla zompopos?

- a) Si
- b) No

¿Cómo los controla?

---

---

---

¿Cómo decide cual es el momento para controlar una zompopera?

- a) Detecta un nido
- b) Detecta defoliación

¿Que usa para su control (en el presente)?

---

---

¿Que ha usado para su control (en el pasado)?

---

---

---

¿Cómo aplica el control?

---

---

---

¿Cuánto gasta por año en el control de zompopos? (Ultimo año).

- a) C\$ 0 a 50
- b) C\$ 50 a 150
- c) C\$150 a 250
- d) C\$ 250 a 500

¿Cada cuanto tiempo los controla?

---

---

---

Anexo 3. Seguimiento de prácticas con pequeños productores para el manejo del zompopo (*Atta spp.*).

## **Seguimiento de prácticas con pequeños productores para el manejo del zompopo (*Atta spp.*).**

PROMIPPAC-NICARAGUA/FIDER

**ESTELI-NICARAGUA**

Enero, 1999

**DATOS GENERALES**

Nombre: \_\_\_\_\_

Lugar: \_\_\_\_\_

Fecha: \_\_\_\_\_

**EVALUACION DEL TRATAMIENTO**

Tratamiento: \_\_\_\_\_

**¿Tuvo un control satisfactorio?**

- a) Sí
- b) No

**El control con este método fue:**

- a) Igual que los métodos que anteriormente usaba.
- b) Peor que los métodos que anteriormente usaba
- c) Mejor que los métodos que anteriormente usaba

**¿Que marca de producto químico o jabón utilizo?**

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

**¿Que costo tiene el jabón o producto químico que utilizo (Considere la unidad de venta del producto: Barra o taco de jabón, kilogramo o libra de veneno)?**

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

**¿Que cantidad utilizo para controlar al zompopo (Barra o taco de jabón/bomba o Kg de veneno/bomba)?**

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

**¿Cuántas veces aplico el tratamiento?**

- a) 1 vez
- b) 2 veces
- c) 3 veces

**¿Cuánto tiempo duro el control?**

- a) De 3 a 5 días
- b) De 5 a 15 días
- c) Más de 15 días

**¿Cuales son las ventajas del tratamiento (considere el costo)?**

---

---

---

---

**¿Cuales son las desventajas del tratamiento (considere el costo)?**

---

---

---

**Anexo 4. Calculo del número de productores a encuestar.**

$$N= 1,141$$

$$Z= 1.645$$

$$\pi= 0.50$$

$$(1-\pi)= 0.50$$

$$E= 10\%$$

$$\frac{1.645^2 * 1,141 * 0.50 * 0.50}{1,140(0.10^2) + 1.645^2 * 0.50(0.50)} = 63.86 \text{ Productores}$$

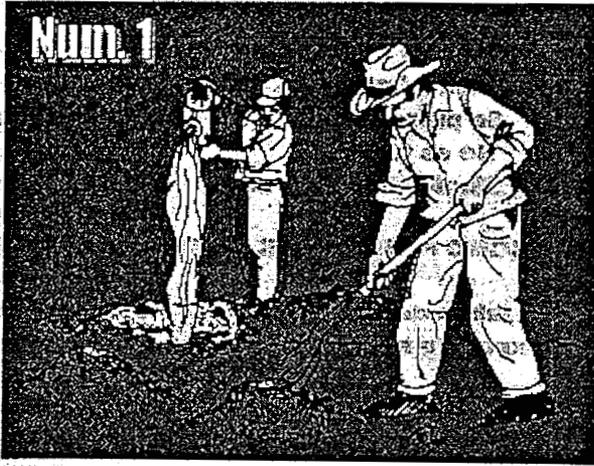


Anexo 6. Trifolio de Jabón y Excavación.

Serie:

**PRÁCTICAS DE  
MANEJO DEL  
ZOMPOPO**

Num. 1



Uso de

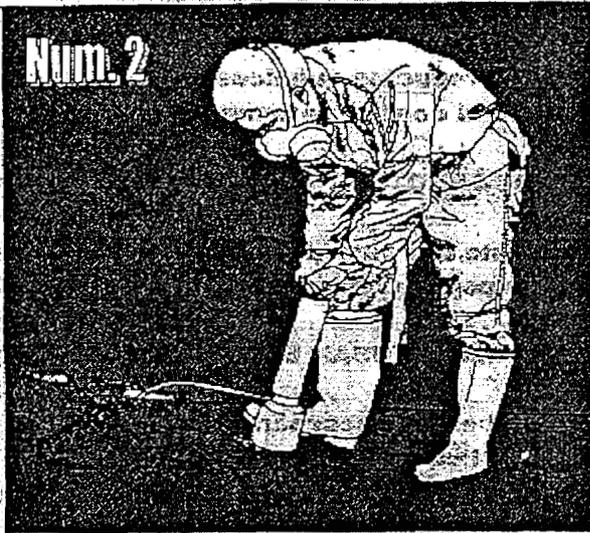
**jabón y excavación**

Anexo 7. Trifolio de Control Químico.

**Serie:**

**PRÁCTICAS DE  
MANEJO DEL  
ZOMPOPO**

**Num. 2**

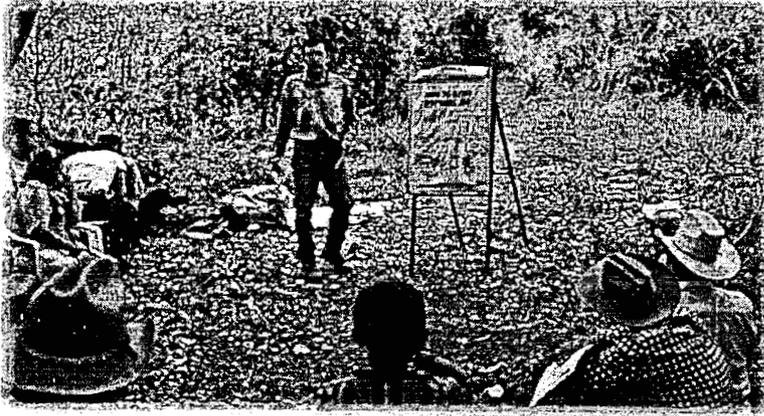


ELABORADOR JORGE SANCHEZ

**Uso de**

**productos químicos**

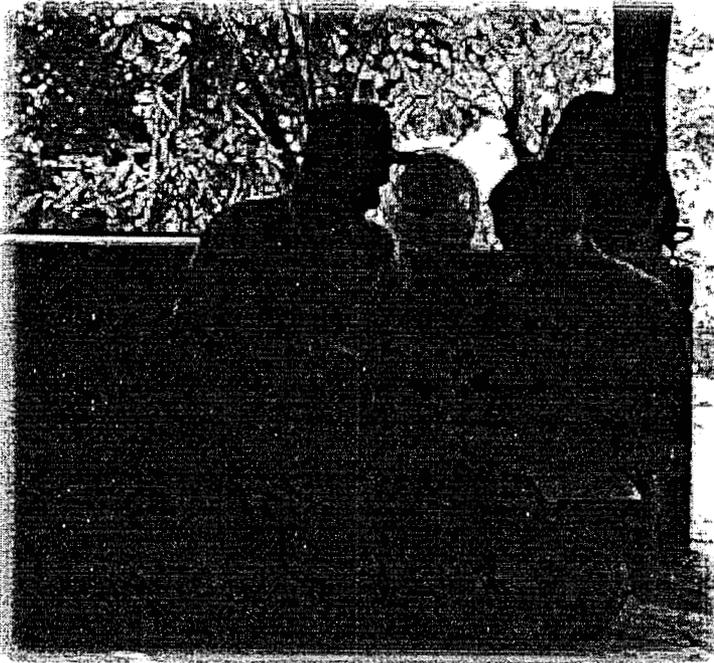
Anexo 8. Fotos del taller de manejo del zompopo en la comunidad de Rosario Abajo, en el municipio de La Trinidad.



Anexo 9. Fotos de demostración de las prácticas jabón y excavación y el uso de la bomba artesanal para la aplicación de productos químicos en el taller de manejo de zompopos en la comunidad de Rosario Abajo, en el municipio de La Trinidad.



Anexo 10. Fotos del taller de manejo del zompopo en la comunidad de Sta. Cruz, en el municipio de Estelí.



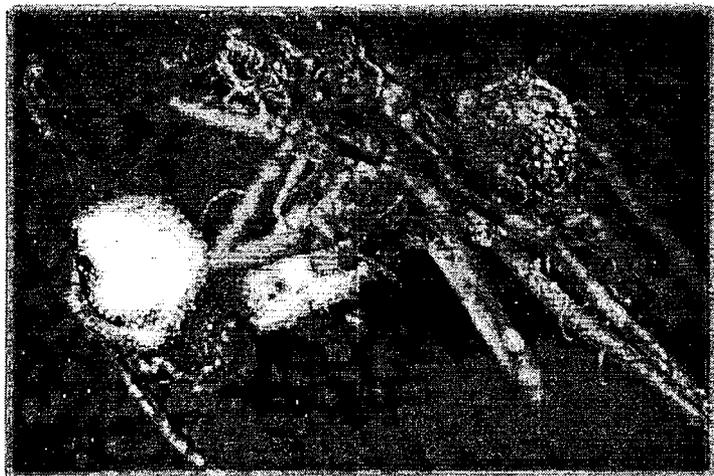
Anexo 11. Fotos de demostración de la práctica de la bomba artesanal para la aplicación de productos químicos en el taller de manejo de zompopos en la comunidad de Sta. Cruz, en el municipio de Estelí.



Anexo 12. Bomba guarani™



Anexo 13. *Atta colombica* de la casta soldado infectado por Mycotrol (*B. bassiana* cepa GHA).



#### Anexo 14. Preguntas de estado y respuesta de la encuesta de problemática del zompopo.

Las preguntas de estado fueron:

- a) Edad
- b) Escolaridad
- c) Area cultivada: Total de área que siembra, para ayudar caracterizar su sistema producción.
- d) Pertenencia de la tierra: caracterizar la pertenencia de la tierra, factor importante en el estudio ya que nos sirve como parámetro para ver que tan dispuesto esta el productor en invertir en el manejo del zompopo, para mejorar así el valor de su tierra.
- e) Cultivos que le proporcionan su ingreso: tipificar los principales cultivos que siembra.
- f) Principal problema para su actividad: Tiene como objetivo averiguar que limitantes posee, en su actividad agrícola.
- g) Temas en que ha sido capacitado: temas agrícolas diferentes al manejo del zompopo.
- h) Años con problemas con el zompopo: años que ha invertido en el manejo del zompopo, para tipificar si el problema es endémico o reciente.

Las preguntas respuestas fueron:

- a) Lugar de importancia de la plaga: Considera que tan importante es el zompopo para el productor con respecto a las demás plagas en su agroecosistema.
- b) Cantidad de nidos: cantidad de nidos presentes en la propiedad.
- c) Cultivos afectados: diagnosticar que cultivos son afectados y ver si estos son diferentes a los cultivos de los cuales obtiene sus ingresos.
- d) Capacitación en manejo del zompopo: ver la ausencia o presencia de capacitaciones en el tema.
- e) Control de zompopo: ver si el agricultor controla o no la plaga.
- f) Tácticas de control: Ver las maneras en que controla a la plaga.

- g) Decisión de controlar: Ver si el productor practica el control preventivo o curativo.
- h) Productos que utiliza: cuantificar la clase de productos que utiliza para el manejo del zompopo.
- i) Productos que ha utilizado: cuantificar los productos que ha usado para el manejo del zompopo.
- j) Gastos en control: cantidad aproximada que invierte en un año para su control.
- k) Conocimiento de las castas: capacidad del agricultor de reconocer las castas del zompopo.
- l) Etapas de vida: Ver el conocimiento que tiene el agricultor de las diferentes etapas de vida.
- m) Función de las castas: Ver si reconocen las funciones de las castas en la estructura organizacional del zompopo.
- n) Época de reproducción: Identificar la época en que se reproducen y son más activos.
- o) Alimento del zompopo: Ver si logran distinguir del sustrato del cual se alimenta el zompopo.

**BIBLIOTECA WILSON POPENOM**  
**ESUELA AGRICOLA PANAMERICANA**  
APARTADO 83  
TEGUCIGALPA HONDURAS