

**Control de *Atta colombica* con los hongos
Trichoderma harzianum, *Beauveria bassiana*
y el insecticida Malation**

Adriana Elizabeth Banderas Gavilánez

ZAMORANO
Carrera de Ciencia y Producción Agropecuaria
Diciembre, 2004

ZAMORANO
CARRERA DE CIENCIA Y PRODUCCIÓN AGROPECUARIA

**Control de *Atta colombica* con los hongos
Trichoderma harzianum, *Beauveria bassiana*
y el insecticida Malation**

Proyecto especial presentado como requisito parcial para optar
al título de Ingeniera Agrónoma en el Grado
Académico de Licenciatura

Presentado por:

Adriana Elizabeth Banderas Gavilánez

Honduras
Diciembre, 2004

La autora 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.

Adriana Elizabeth Banderas Gavilánez

Honduras
Diciembre, 2004

Control de *Atta colombica* con los hongos *Trichoderma harzianum*, *Beauveria bassiana* y el insecticida Malation

Presentado por:

Adriana Elizabeth Banderas Gavilánez

Aprobado:

Alfredo Rueda, Ph.D.
Asesor Principal

Rogelio Trabanino, M.Sc.
Asesor

Abelino Pitty, Ph.D.
Coordinador de Área Temática
Fitotecnia

Jorge Iván Restrepo, M.B.A.
Coordinador Carrera de Ciencia
y Producción Agropecuaria

Aurelio Revilla, M.S.A.
Decano Académico Interino

Kenneth L. Hoadley, D.B.A.
Rector

DEDICATORIA

Nada más perfecto que el amor a Dios quien supo orientarme e iluminarme a cada momento en mis decisiones.

A mi madre Rosa María de Lourdes por haberme dedicado los mejores días de su vida y su salud para la educación de sus hijos. Por ser mi pilar, mi mejor amiga, mi fuerza y mi fortaleza.

A mi tío Rodrigo por el apoyo incondicional que me dió y me sigue dando.

A mi padre Sergio Gonzalo por todo el amor y consejos.

A mis hermanos: Sergio, Mary Alejandra y Emily por ser ellos los que me instaron a seguir adelante.

A mis abuelitos José Antonio y Luz Aurora que me dieron mucho amor, cariño y a la distancia palabras de aliento para seguir adelante.

A mis amigos porque de uno u otra forma me apoyaron en el camino de Zamorano.

AGRADECIMIENTOS

A Dios y la Virgen del Guayco por permitirme terminar con éxitos mis estudios en Zamorano. Sin su intervención no hubiese podido lograr.

Al Dr. Alfredo Rueda por haberme dedicado su tiempo para realizar este documento, por ser un gran profesional con valores de humildad, sencillez e inagotable paciencia.

Al Dr. Antonio Flores por escucharme y extenderme una mano amiga para mi estadía en Zamorano.

Al Ing. Trabanino por su apoyo para realizar mi estudio.

Al Dr. Abelino Pitty por su paciencia y darme la oportunidad de aprender hacer las cosas correctas.

A la Dra. María Mercedes Roca por el ejemplo de perseverancia y amistad brindada.

A la Ing. Melisa Castillo por sus palabras dulces, apoyo incondicional y consejos que siempre me sirvieron de mucho.

Al Ing. Werner Melara, Octavio Ávila, Julio López y Edwin Flores por lo enseñado, sus consejos y apoyo en mi estudio.

A la Ing. Yamile Martínez y Joel Méndez por sus palabras de aliento y sus consejos en el trascurso del experimento.

A todo el personal del Área de Protección Vegetal que siempre me apoyo: Doña María, Anita Lagos y todos los trabajadores del control biológico.

A Mercedes Murillo por su apoyo incondicional y Marcos por su cariño y apoyo a la distancia.

A mis amigos zamoranos Lore Patiño, Flor, Lorelly, Fanny, Alejandra, Marleny, Caro, Montgómery, Juan, José Luis, Juan Pablo, Luis, René, Adolfo por todos los momentos alegres que vivimos.

A Gabriel M, Paulina Castillo y alumnos de la clase 05, por su ayuda en los trabajos de campo.

A mis compañeras de cuarto en Zamorano, Fanny, Erika, Lore y Silvia gracias por todo.

A la clase GENOMA 04

A Zamorano por todos los momentos vividos, las innumerables enseñanzas y formación de carácter.

AGRADECIMIENTO A PATROCINADORES

Al Instituto Ecuatoriano de Crédito Educativo (IECE), Fondo Ecuatoriano Populorum Progressio (FEPP) por el financiamiento brindado durante mis primeros años, y la Fundación Wilson Popenoe.

A Zamorano por la ayuda brindada durante mi carrera.

A PRONACA por la ayuda brindada para mi cuarto año.

A PROMIPAC por su ayuda económica para finalizar mis estudios en Zamorano.

A la Fundación Wilson Popenoe por su crédito educativo.

A mi familia por todo el apoyo económico brindado durante mi estadía en Zamorano.

RESUMEN

Banderas, A. 2004. Control de *Atta colombica* con los hongos *Trichoderma harzianum*, *Beauveria bassiana* y el insecticida Malation. Proyecto especial del Programa de Ingeniero Agrónomo. Zamorano, Honduras. 18 p.

Las hormigas cortadoras de hojas o zompopos (*Atta colombica*) son una plaga económicamente importante en la agricultura. Estas hormigas utilizan las hojas cortadas para cultivar el hongo *Attamyces* sp., del cual se alimentan. Los objetivos de este estudio fueron: a) Determinar la efectividad de *Trichoderma harzianum* y *Beauveria bassiana* para el control de *A. colombica*. b) Determinar el efecto antagónico de *T. harzianum* sobre *Attamyces* sp. Se estudio en el laboratorio la efectividad del Malation y los hongos. En el laboratorio los soldados y reinas tratados con *B. bassiana* y Malation murieron más rápido que con *T. harzianum* y el testigo. En los insectos parasitados por *B. bassiana*, después de tres días, el entomopatógeno crecía en la superficie del insecto. Se concluye que *B. bassiana* es una alternativa al Malation, controla igual y no contamina el ambiente. *T. harzianum* demora más en matar. En el campo, se seleccionaron nidos activos y se aplicaron los tratamientos, en el número de salidas, al final no hubo diferencia significativa entre *T. harzianum*, *B. bassiana* ni el testigo; el Malation mostró diferencia con los otros tratamientos. *B. bassiana* reduce la actividad de las obreras, comparado con los otros tratamientos. El uso de bioplaguicidas es una alternativa para el equilibrio ecológico y la protección del ambiente, por lo que la lucha biológica juega un papel muy importante dentro de la estrategia del control integrado de plagas.

Palabras clave: Antagónico, *Attamyces* sp., entomopatógeno, bioplaguicida.

CONTENIDO

Portadilla	i
Autoría	ii
Hoja de firmas	iii
Dedicatoria	iv
Agradecimientos.....	v
Agradecimiento a patrocinadores.....	vii
Resumen.....	viii
Contenido.....	ix
Índice de cuadro	x
Índice de figuras	xi
INTRODUCCIÓN.....	1
Características bioquímicas y microbiológicas del micelio del hongo simbiote del que se alimentan el género <i>Atta</i> sp.	2
Antecedentes	3
Justificación	3
Objetivo general	3
Objetivos específicos.....	3
MATERIALES Y MÉTODOS.....	5
Localización del experimento	5
Bioensayo de laboratorio	5
Tratamientos.....	5
Diseño experimental.....	6
Variables medidas	6
Análisis estadístico	6
Ensayo de campo.....	6
Tratamientos.....	6
Aplicaciones.....	7
Diseño experimental.....	7
Variables medidas	7
Análisis estadístico	7
RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	8
Mortalidad de soldados y reinas en bioensayo de laboratorio	8
Mortalidad de obreras en el campo	11
CONCLUSIONES	15
Bioensayo de laboratorio	15
Estudio en el campo.....	15
RECOMENDACIONES.....	16
BIBLIOGRAFÍA	17

Índice de cuadro

Cuadro

1	Tiempo promedio, hasta los 23 días que tarda en morir el 100% de los insectos con cada tratamiento.	8
---	--	---

Índice de figuras

Figuras

1	Área bajo la curva del porcentaje de mortalidad de soldados por tratamiento.	10
2	Área bajo la curva del porcentaje de mortalidad de reinas por tratamiento....	10
3	Total de salidas por tratamiento.....	12
4	Total de salidas activas por tratamiento.....	13
5	Total de salidas activas por tratamiento.....	13
6	Total de obreras por minuto por tratamiento.....	14

INTRODUCCIÓN

Los zompopos (hormigas cortadoras de hojas de los géneros *Atta* y *Acromyrmex* pertenecen al Orden Hymenoptera familia: Formicidae. Viven en colonias organizadas, con castas definidas y altamente sociales. Estos dos géneros de hormigas son consideradas las plagas defoliadoras de mayor importancia en Meso América. Afectan a toda clase de plantas, incluyendo frutales, granos básicos, hortalizas, árboles forestales y plantas ornamentales (Pérez s.f.).

El principal daño lo producen al defoliar o cortar las hojas de las plantas, este daño no lo hacen con el fin de alimentarse de las hojas, sino para usarlas en sus nidos para cultivo de un hongo de la clase basidiomycetes de la familia Lepiotaceae (Agaricales: Basidiomycota). Se ha comprobado que los hongos son el único alimento de las larvas y que apenas un 5% son consumidos por los adultos quienes obtienen la mayor parte de sus nutrientes de la savia vegetal que emana cuando realizan los cortes. Esta relación entre hongos y hormigas es de tipo mutualista obligada, las hormigas proporcionan cuidado y dispersión del hongo y *Attamyces* sp. proporciona los nutrientes necesarios de las larvas (Luna s.f.).

El manejo eficaz del zompopo tiene que partir de una buena comprensión de sus hábitos, cada especie cuenta con un repertorio de comportamiento distinto, incluyendo la forma y sitio para construir su nido, selección de plantas a cortar, y el ritmo anual de sus actividades. A partir de una correcta identificación de la especie que se está enfrentando y del comportamiento de ésta, el agricultor o dueño de casa, puede seleccionar de manera mucho más racional las medidas de manejo que le sirve mejor (Arguello y Glandstone 2001). Una estrategia implica la conservación de la vegetación silvestre en los alrededores de las zonas de cultivo.

El método más generalizado para el combate de esta plaga ha sido exclusivamente con productos químicos, que tienen como desventaja alta toxicidad, la destrucción de la fauna, entre los que se encuentran los enemigos naturales, además de seleccionar genotipos resistentes a estos compuestos (Cherret 1986). En el Anexo 1 se resume los principales métodos de control de *Atta* sp. que se han utilizado en Centroamérica y Estados Unidos, se presenta la relativa efectividad de cada método de control y sus dificultades en la aplicación.

El método de manejo tradicional del zompopo está basado en el uso de diversos plaguicidas sintéticos desarrollados para otras plagas. La aplicación de estos, ya sea en forma líquida y/o granulada, se hace en forma directa o indirecta en los nidos. Sin embargo, sus efectos resultan relativamente desventajosos para ser enmarcados en un programa de manejo de la plaga (Baquedano 1999). El empleo de polvos y la aplicación con presión representan una alternativa prometedora, debido a que viajan

con facilidad a través del sistema de túneles subterráneos donde se encuentra la colonia.

Todo lo anterior motiva la necesidad de desarrollar prácticas de control que sean factibles, aplicables, eficientes y en lo posible económicas. Ante esta realidad el control biológico constituye una alternativa viable y en teoría libre de riesgo para el hombre y el ambiente. Un grupo de investigadores de agentes biológicos incluyen hongos entomopatógenos y antagonistas que podrían ser utilizados para desarrollar pesticidas biológicos específicos, eficaces y económicos (López y Orduz 2002).

Características bioquímicas y microbiológicas del micelio del hongo simbiote del que se alimentan el género *Atta* sp.

Las características indican que son basidiomycetos de la familia Lepiotaceae (Agaricales:Basidiomycota). Estos hongos han sido clasificados como *Rozites gongylophora*, pero se le han asignado también otros nombres, como *Leucocoprinus gongylophora* y *Agaricus gongylophora*. La taxonomía del hongo cultivado por las hormigas cortadoras de hojas es confusa, se ha propuesto usar *Attamyces* sp. (Ortiz y Orduz 2001). El hongo es específico para el zompopo y han coevolucionado juntos, probablemente otros insectos puedan usar este hongo. Si el insecto depende de este hongo, se debe usar esto para su manejo. La saliva de obreras contiene enzimas y antibióticos para obtener buenas cosechas del hongo. El zompopo poda hifas del hongo para obligarlo a producir estructuras globosas que es lo que come (Palacios *et al.* 1997)

El Centro de Control Biológico de Zamorano – Honduras producen hongos entomopatógenos y antagonistas. Este laboratorio introdujo al mercado BAZAM[®] y TRICHOZAM[®], polvos mojables que contienen conidias de *Beauveria bassiana* y *Trichoderma harzianum*, respectivamente.

Beauveria bassiana ha sido estudiada durante más de 100 años y no se conoce de ningún efecto tóxico sobre animales domésticos ni silvestres, aves y peces, con la excepción de su acción patogénica contra los insectos. Estudios realizados de inocuidad de este entomopatógeno sobre conejos y ratones fueron: irritación ocular y dermal, toxicidad aguda y dermal; toxicidad por inhalación y sensibilización. Su impacto contribuye a la disminución de las plagas. Entorno no se ve afectado debido a que no daña el medio ambiente. No es tóxico para los animales de sangre caliente. Puede cosecharse los productos agrícolas inmediatamente después de aplicado el medio biológico (Pérez s.f.).

Trichoderma harzianum. Este género está compuesto por hongos que se encuentran en forma natural en casi todos los suelos y otros hábitats del planeta. Algunas cepas son componentes importantes de la rizosfera, incrementa la cantidad de micelio, aumenta la biomasa, actúa mediante la ruptura de paredes hifales del hongo parásitado, lo penetra con sus hifas y aprovechan los nutrientes de este y rompe sus hifas causando efecto micoparasítico. A su vez produce toxinas (trichodermin y harzianopiridona) causando antagonismo por fungistasis sobre el hongo y produce enzimas de tipo lítico que destruyen las paredes celulares de la estructura de resistencia del hongo (Harman 2003).

Una de las alternativas potenciales para el manejo de hormigas corta hojas es el uso de agentes biológicos. Investigaciones sobre hongos entomopatógenos y antagonicos en distintos países demuestran la efectividad.

Antecedentes

En Brasil, en estudios realizados en condiciones de laboratorio con *B. bassiana* y *Metarhizium anisopliae*, constataron patogenicidad y un rápido crecimiento y esporulación de estos hongos sobre los insectos muertos (Da Silva y Diehl 1988).

En Cuba se trabaja desde hace más de 3 años con las cepas existentes en la micoteca del Instituto de Investigaciones de Sanidad vegetal (INISAV), y se ha logrado resultados satisfactorios con la cepa MB-1 del hongo entomopatógeno *Beauveria bassiana*, alcanzado efectividades biológicas sobre *Atta insulares* superiores al 90%, a partir de las 72 horas, a la concentración de 2.5×10^9 y el mayor porcentaje de insectos enfermos en laboratorio (Pérez 2000).

En Cuba, los resultados obtenidos indican, la efectividad de las aplicaciones del entomopatógeno *B. bassiana* (cepa MB-1) para el combate de *A. insularis*, durante el desarrollo de estudio se pudo demostrar que para las condiciones de Cuba y sobre *A. insularis*, basta realizar dos tratamientos con el biopreparado a base de *B. bassiana* con intervalo de 15 días para lograr la disminución brusca de las poblaciones y en ocasiones desaparece totalmente la actividad (Pérez s.f.).

Los programas de control microbiológico están basados en la búsqueda de cepas de microorganismos capaces de infectar y causar mortalidad en corto tiempo a un grupo específico de insectos (López y Orduz 2002).

Justificación

Se realizó este trabajo para evaluar alternativas de control biológico para *Atta colombica* con *Beauveria bassiana* que controlan directamente al insecto y *Trichoderma harzianum* que ha sido considerado candidato para controlar el hongo del que se alimenta *Atta colombica*, comparándolo con el insecticida Malation 4%, que es uno de los productos más usados para el control de los zompos por ser un órganofosforado que afecta las vía respiratorias del insecto y los mata y un testigo sin ningún tratamiento.

Objetivo general

Determinar la efectividad de *Trichoderma harzianum* TRICHOZAM[®] y *Beauveria bassiana* BAZAM[®] en comparación con un tratamiento químico para el control de *Atta colombica*.

Objetivos específicos

Determinar el efecto antagonico de *Trichoderma harzianum* sobre *Attamyces* sp., el hongo utilizado por *Atta colombica* como alimento.

Determinar la eficiencia del hongo entomopatógeno *Beauveria bassiana* en el control de *Atta colombica*.

MATERIALES Y MÉTODOS

Localización del experimento

El ensayo se realizó en dos etapas en el laboratorio y en el campo, con nidos activos de *Atta colombica* dentro de los predios de la Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, Honduras. Está ubicada a 14° latitud Norte y 87° latitud Sur a una altura de 800 msnm, temperatura promedio anual de 24°C, precipitación promedio anual de 1100 mm y humedad relativa de 85%, éstas condiciones fueron apropiadas para las aplicaciones de los productos biológicos.

Bioensayo de laboratorio

Se utilizaron cuatro colonias activas para cada uno de los bloques que constaban de cuatro unidades experimentales, que se repitieron cuatro veces, en donde se evaluaron los productos BAZAM[®] (*Beauveria bassiana*) y TRICHOZAM[®] (*Trichoderma harzianum*), polvos mojables que contienen 3×10^{11} y 1×10^{11} conidias por gramo de cada hongo, cada producto esta compuesto de 8.3% de ingrediente activo, se comparó con las aplicaciones de RIMALATION[®] (Malation) que contiene 4% de ingrediente activo y un testigo absoluto.

Tratamientos

Para el ensayo se analizaron dos hongos un entomopatógeno, un antagonico más un control químico y un testigo utilizaron los siguientes productos:

Hongo entomopatógeno	<i>Beauveria bassiana</i>
Hongo antagonico	<i>Trichoderma harzianum</i>
Producto químico	Malation 4%
Testigo	sin producto solo <i>Attamyces</i> sp. y castas de <i>Atta Colombica</i> .

Se recolectó el hongo *Attamyces* sp. más toda la casta de *Atta colombica* de cuatro colonias activas que fueron excavadas en un área de unos 2 m². La selección de los nidos se realizó considerando semejanzas de localidad. Para comprobar que los nidos utilizados eran independientes se utilizó el criterio de territorialidad de los zompos, se colocaron miembros de una colonia en las otras colonias seleccionadas, detectando una agresión inmediata a individuos de otras colonias.

La muestra recolectada de cada nido activo contenía el hongo *Attamyces* sp. y las diferentes castas (obreras, jardineras, soldados y reinas) de *Atta colombica*, esta muestra se homogenizó mezclando el hongo y las castas recolectadas para posteriormente extraer cuatro muestras de 300 g que fueron depositadas en baldes plásticos individuales de 20 cm de diámetro por 35 cm de altura, cada muestra representó una unidad experimental. Para determinar el número de soldados y de

reinas que se tenía en cada unidad experimental se tomo una muestra de 100 g de hongo más las castas, se contó el número de soldados y reinas y se extrapoló la cifra a los 300 g de cada tratamiento.

Las aplicaciones de los tres productos en polvo se realizaron con bombas espolvoreadoras "Guarani", utilizando una para cada tratamiento. Se aplicó a cada tratamiento 4 g de cada producto, posteriormente los recipientes fueron cubiertos con una malla metálica para evitar la salida de los individuos. En el laboratorio se esterilizo los insectos muertos, se creó una cámara húmeda utilizando papel filtro y plato petri, en donde se depositaron los insectos para poder determinar la presencia del entomopatógeno *Beauveria bassiana* en la superficie del insecto.

La cantidad de 4 g se determinó subjetivamente debido a que no existen otros estudios en los que especifiquen la cantidad de producto que utilizaron para realizar las investigaciones, esta cantidad no se basó en la cantidad de ingrediente activo por tener dos productos diferentes un insecticida y biológicos.

Diseño experimental

El diseño que se utilizó fue un BCA (Bloque completamente al azar), con cuatro repeticiones, definiéndose un bloque por zompopera.

VARIABLES MEDIDAS

- Mortalidad de soldados y reinas.

Se midió la mortalidad de las castas soldados y reinas. Los muestreos postratamiento, se realizaron diariamente revisando cada unidad experimental por bloque y se retiraron de cada tratamiento los insectos muertos, se realizó por 23 días que fue el último día que se murió el último individuo en la unidad experimental testigo

Análisis estadístico

Se realizó un ANDEVA y una separación de medias utilizando prueba Tukey, con un margen de error del 5%, con el programa MINITAB®.

Ensayo de campo

Se buscaron zompoperas u hormigueros que tuvieron las mismas características como el tipo de vegetación que las rodea, el tamaño de la zompopera y el número de salidas activas. Las zompoperas u hormigueros se localizaron en dos sitios distintos dentro del campus de Zamorano, en el Ceda y la residencia Maya, en cada sitio se seleccionaron ocho nidos activos completando las 16 unidades experimentales, cuatro unidades para cada bloque.

Tratamientos

Se evaluaron los productos BAZAM® (*Beauveria bassiana*) y TRICHOZAM® (*Trichoderma harzianum*), comparando con las aplicaciones del producto químico Malation y un testigo absoluto. Cada tratamiento consistía de un nido activo los cuales

fueron categorizados de acuerdo a su tamaño con base en el perímetro de cada una de las zomopera y se aplicó la misma cantidad de cada producto de acuerdo a su categorización, grandes que llevaron 250 g y pequeños a los que se les aplicó 150 g , cada bloque contenía en total cuatro nidos activos.

Para determinar los bloques se basó en el perímetro que tenía cada zomopera más no en el número de entradas y salidas, ya que esto es muy subjetivo.

Aplicaciones

Antes de aplicar los 16 nidos activos, se muestreó la población de soldados y obreras por nido activo por tres días, dicho conteo se realizó entre las 19:30 en adelante que es cuando los individuos presentan mayor actividad (Cedeño-León 1994). Luego del muestreo que se realizó con el propósito de conocer la actividad de los individuos sin tratamiento, posteriormente se aplicaron los tres productos en polvo, con bombas espolvoreadoras "Guarani", utilizando una para cada tratamiento, se colocó la cantidad de producto de acuerdo al tamaño de la zomopera con base en el perímetro. Los productos fueron aplicados a las salidas activas de los nidos. Se realizaron dos aplicaciones cada quince días y los datos fueron tomados durante 30 días.

Diseño experimental

Se utilizó un diseño BCA (bloques completamente al azar) con cuatro repeticiones. Definiéndose cada nido activo como una unidad experimental en total 16 unidades experimentales.

VARIABLES MEDIDAS

- Actividad de obreras.

La toma de datos de las obreras que son encargadas en trabajar para mantener y nutrir las larvas que se están desarrollando, se contaron el número de obreras que entraban y salían del nido por minuto en cada una de las bocas de la zomopera, tres veces por semana en cada unidad experimental, en base a otros estudios realizados en la que determinaron el flujo promedio de hormigas/nido/minuto/semana (Da Silva y Diehl-Fleig 1988).

Análisis estadístico

Los valores de flujo de hormigas/salida activa/minuto obtenidos tres días por semana fueron sometidos a análisis de varianza y a la prueba de Tukey con el programa estadístico MINITAB®.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Mortalidad de soldados y reinas en bioensayo de laboratorio

Al comparar el porcentaje de mortalidad diaria de soldados y reinas se observó que el tiempo promedio de mortalidad fue menor con el tratamiento malation 4% y *Beauveria bassiana* en relación a *Trichoderma harzianum* y el testigo ($P \leq 0.05$). No existió diferencia estadística en el porcentaje de mortalidad de *Beauveria bassiana* y Malathion 4% (Cuadro 2).

Cuadro 1. Tiempo promedio, hasta los 23 días que tarda en morir el 100% de los insectos con cada tratamiento. Zamorano, Honduras, 2004.

Tratamiento	Días en alcanzar el 100% de mortalidad	
	Soldados	Reinas
<i>Beauveria bassiana</i>	9a ¹	8a
Malathion 4%	6a	7a
<i>Trichoderma harzianum</i>	15b	15b
Testigo ²	21c	23c

¹Los promedios dentro de una columna seguidos de la misma letra no son significativamente diferentes, Tukey ($P \leq 0.05$).

²El tiempo límite del ensayo fue 23 días.

En el caso de las reinas se puede observar el mismo resultado, el tratamiento con malation y *Beauveria bassiana* tuvo los menores tiempos en comparación con el tratamiento *Trichoderma harzianum* y el testigo.

La mortalidad diaria de soldados y reinas fue transformada a porcentajes, con esto se determinó el área bajo la curva, para mejor entendimiento el área bajo la curva es un buen parámetro para resumir la información, ya que utiliza todos los puntos de la curva, teniendo en cuenta los valores de las variables y los tiempos en que se determina, es importante para que las áreas bajo la curva sean comparables, el tiempo de observación debe ser el mismo, entre mayor área bajo la curva es mayor mortalidad, en este caso el mayor área representa la mortalidad de los insectos por el día total de observación.

La aplicación de Malation presento menor tiempo en matar los soldados al igual que el tratamiento biológico *Beauveria bassiana*, alcanza el 100% de mortalidad con pocos días de diferencia, entre Malation y *Beauveria bassiana* esta diferencia no es estadísticamente diferente (Figura 1).

El comportamiento de las reinas muestra la relación que existe entre el insecticida y el hongo entomopatógeno *Beauveria bassiana*. El tratamiento con el hongo antagónico *Trichoderma harzianum* se observó mayor tiempo para alcanzar el 100% de mortalidad, esta respuesta se puede justificar para las reinas y soldados ya que con *T. harzianum* se observó primero la muerte de *Attamyces* sp el hongo del que se alimentan los zompopos y como efecto colateral la muerte de sus castas, probablemente debido a la ausencia del hongo simbiote que les provee alimento (López y Orduz 2002). A diferencia que *Beauveria bassiana* que va directo atacar a los insectos. El químico logró matar los insectos a mayor velocidad que los otros tratamientos debido a que es un insecticida organofosforado que afecta al sistema nervioso central inhibe la enzima acetilcolinesterasa (Montenegro 2000). La muerte sobreviene por paro respiratorio (Figura 2).

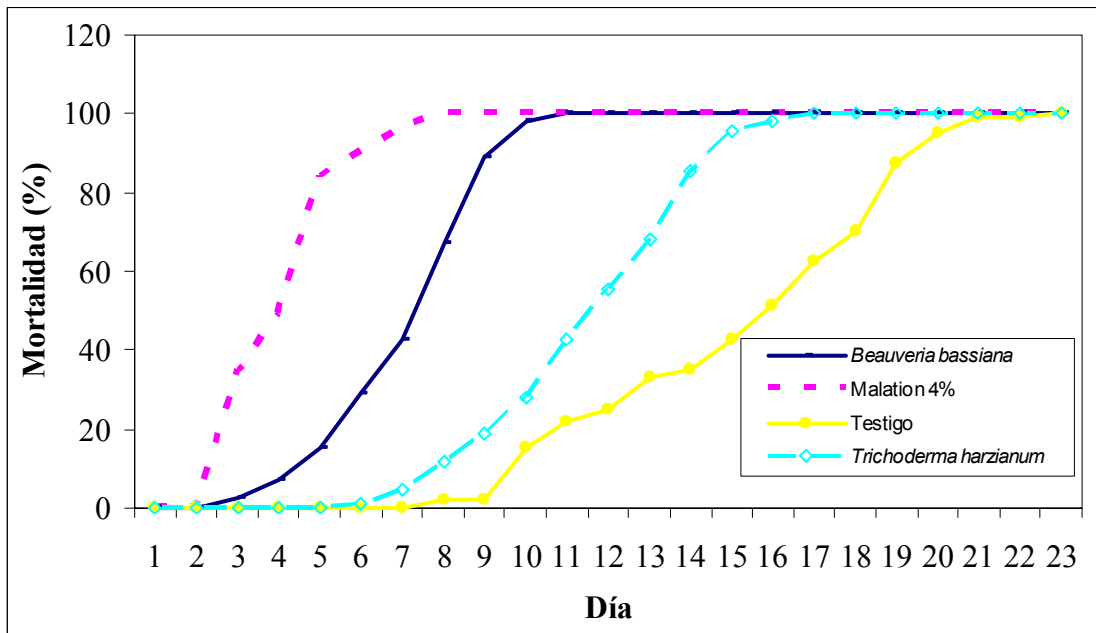


Figura 1. Área bajo la curva del porcentaje de mortalidad de soldados por tratamiento. Zamorano, Honduras, 2004

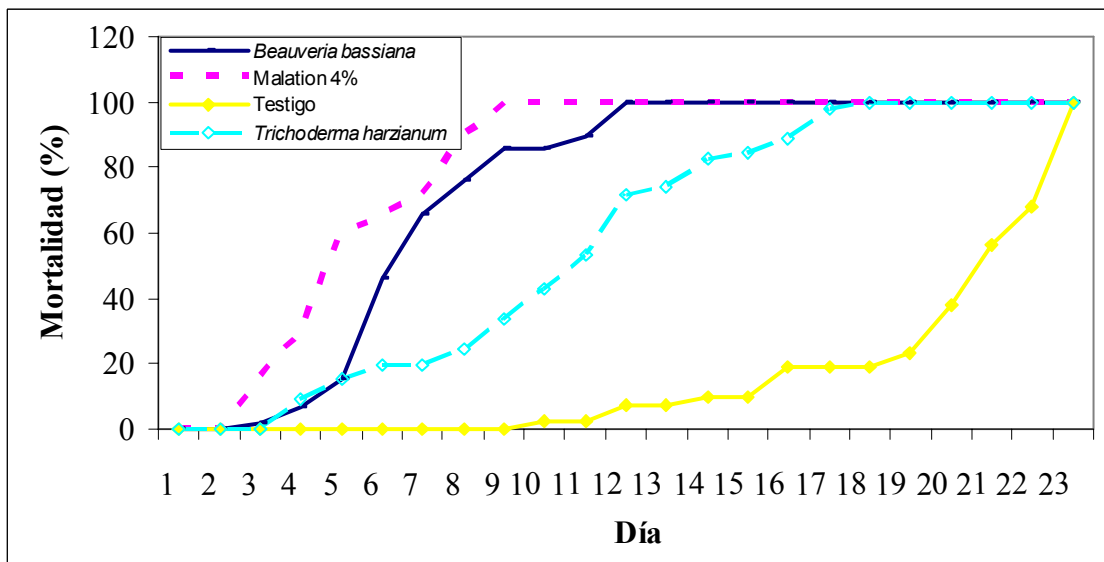


Figura 2. Área bajo la curva del porcentaje de mortalidad de reinas por tratamiento. Zamorano, Honduras, 2004

Se realizaron algunas observaciones cualitativas de los insectos, aplicados con *B. bassiana*, después de tres días de ser colocados los insectos muertos en la cámara húmeda, mostraron la presencia del entomopatógeno en la superficie del insecto. La penetración del tubo germinativo a través de la cutícula envuelve factores mecánicos y enzimáticos. Sitios comunes para la penetración son las áreas intersegmentales. La muerte del hospedero se produce porque el hongo absorbe los nutrientes de la hemolinfa del insecto. La muerte del hospedero marca el final de la fase parasítica del desarrollo del hongo, luego el micelio crece saprofiticamente a través de todos los tejidos. Si se dan condiciones de alta humedad (> 90%) comienza un abundante crecimiento de micelio fuera del cadáver del insecto (Ferron s.f.). En otros estudios realizados con *Atta insularis* en Cuba, se observó la emisión de las hifas del hongo entomopatógeno *Beauveria bassiana*, sobre los insectos muertos, a los siete días de realizadas las aplicaciones del biopreparado (Pérez 2000). Así mismo en Brasil, en estudios en condiciones de laboratorio con diferentes líneas de entomopatógenos *Beauveria bassiana* y *Metarhizium anisopliae*, constataron patogenicidad y un rápido crecimiento y esporulación de estos hongos sobre los insectos muertos (Da Silva y Diehl 1988).

Mortalidad de obreras en el campo

Con el fin de determinar la actividad de las obreras y la eficiencia del uso de los bioplaguicidas con el insecticida se realizó una separación de medias para el último día y la actividad de cada una de las zompoperas que contenían los tratamientos y el testigo absoluto de cada bloque.

No todas las salidas de las zompoperas son activas ya que las zompoperas tienen respiraderos, al inicio de las aplicaciones no aumentaron las salidas, pero en el segundo período de aplicación se notó la diferencia, incrementó el número de salidas con el Malation y el testigo por la actividad que diariamente realizan e incrementa el número de túneles, salidas y respiraderos, estadísticamente no existió diferencia significativa con el testigo, *T. harzianum* ni *B. bassiana*, en comparación con el Malation que tuvo diferencia estadística en comparación a los tres tratamientos debido a que este incrementó el número de salidas al percibir el insecticida (Figura 3).

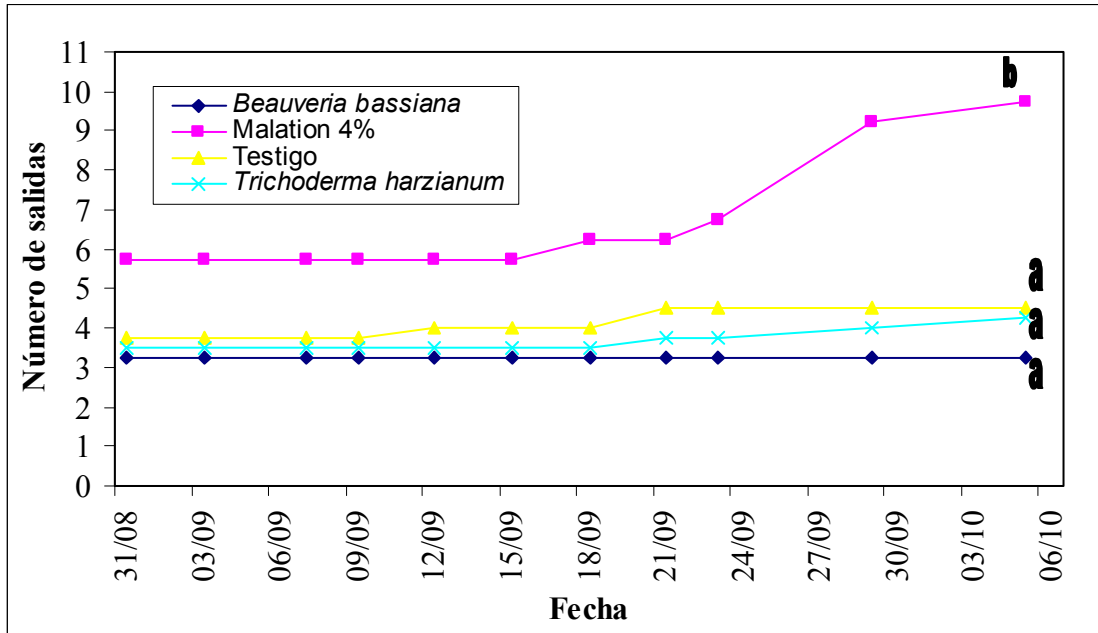


Figura 3. Total de salidas por tratamiento. Zamorano, Honduras, 2004.

¹Los tratamientos con la misma letra no son significativamente diferentes, Tukey ($P \leq 0.05$).

La relación de número de salidas activas por tratamiento, salidas donde los insectos trabajan en la noche acarreando material vegetativo para formar su alimento, después de la aplicación con Malation el número de salidas activas de las zompoperas disminuyó la actividad por cinco días aproximadamente, después asomaron otras salidas activas en lugares aledaños que con la aplicación después de quince días redujeron totalmente su actividad, *B. bassiana* mantuvo el número de salidas activas durante la primera aplicación, a partir de la segunda aplicación las salidas se redujeron, porque la actividad disminuye ya que el hongo hace efecto sobre los insectos los mata y no tiene trabajadores para mantener la actividad de la zompopera, *T. harzianum* mantuvo al inicio de la aplicación la cantidad de salidas activas, a los treinta días aproximadamente en que se tomo los últimos datos se pudo observar que incremento el número de salidas ya que los zompos forman otros túneles para crear otras cámaras de cría y formar el hongo del que se alimentan debido a que *T. harzianum* inhibe el desarrollo de este y no tienen alimento las demás castas que se encuentran dentro de la zompopera, las salidas activas en el testigo se mantuvieron durante un período pero por su naturaleza misma incrementaron, no se obtuvo ninguna diferencia significativa entre los cuatro tratamientos (Figura 4).

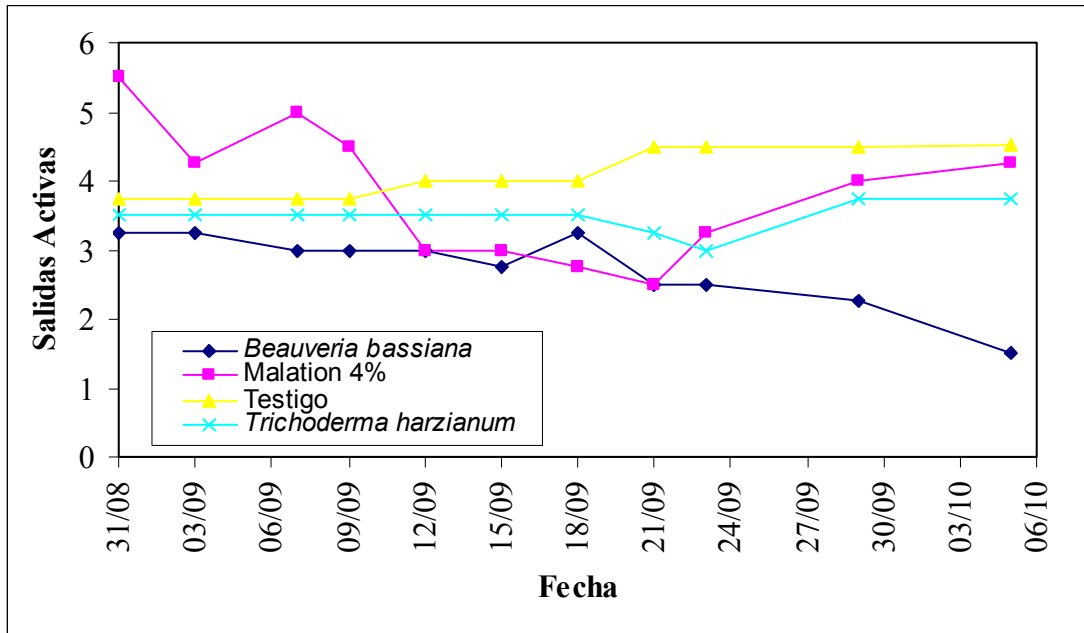


Figura 4. Total de salidas activas por tratamiento. Zamorano, Honduras, 2004.

El porcentaje de salidas activas se realizó en base al total de salidas en relación con las activas que aumentaban y disminuían en transcurso del estudio, se puede observar el testigo mantuvo el 100 % de salidas activas, Malation tuvo un comportamiento variable para cada fecha por las mismas razones expuestas anteriormente, estadísticamente con el testigo, *T. harzianum* ni *B. bassiana* no se obtuvo diferencia significativa para el primero y último día, el insecticida Malation presentó diferencia ante los tres tratamientos, sin embargo, con *B. bassiana* no obtuvo diferencia significativa (Figura 5).

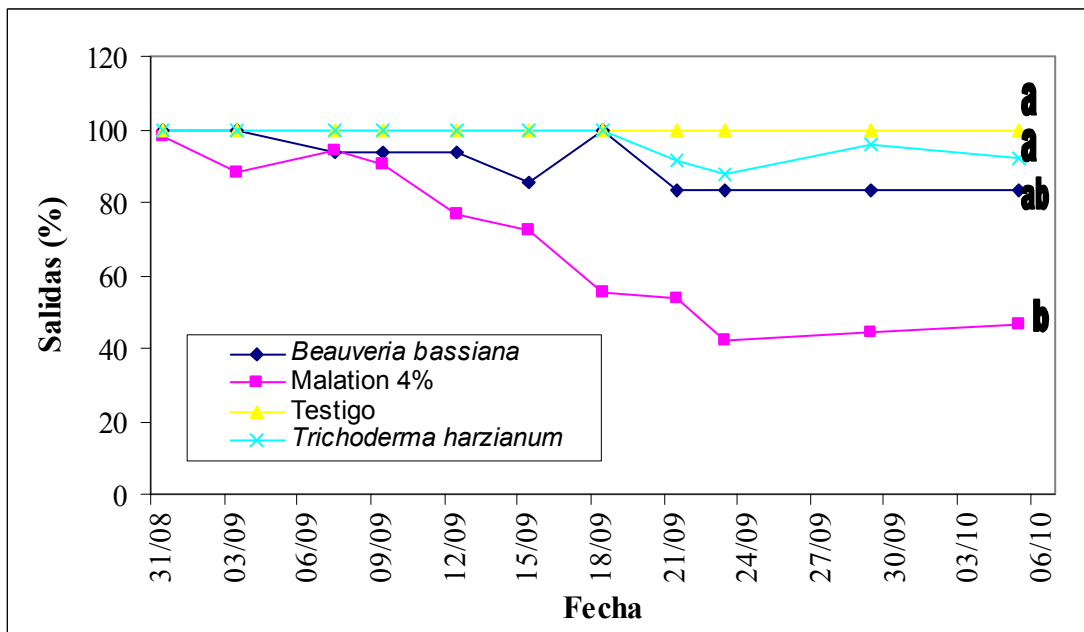


Figura 5. Total de salidas activas por tratamiento. Zamorano, Honduras, 2004.

¹Los tratamientos con la misma letra no son significativamente diferentes, Tukey ($P \leq 0.05$).

El número total de obreras por minuto que entraban y salían de cada salida activa de los cuatro tratamientos su comportamiento fue diferente, el testigo siempre obtuvo un incremento directo en relación tiempo y número de obreras en actividad, con Malation en los primeros cinco días el número total de obreras disminuyó por la aplicación durante esos días estas se encontraban realizando otros túneles dentro de la zompopera para abrir nuevas salidas activas y poder defoliar las plantas de su alrededor para llevar a las cámaras de cría y que las demás castas se alimenten, por lo que en las últimas fechas el número de obreras total trabajando incrementó y estadísticamente entre estos dos tratamientos no se obtuvo diferencia significativa, *T. harzianum* y *B. bassiana* desde el inicio de las aplicaciones bajo la actividad y *T. harzianum* disminuyó lentamente debido a que el producto va dirigido al alimento y no directamente a los insectos como en el caso del entomopatógeno, estadísticamente entre estos dos controles biológicos no se obtuvo diferencia estadística, pero si al comparar con Malation y el testigo (Figura 6).

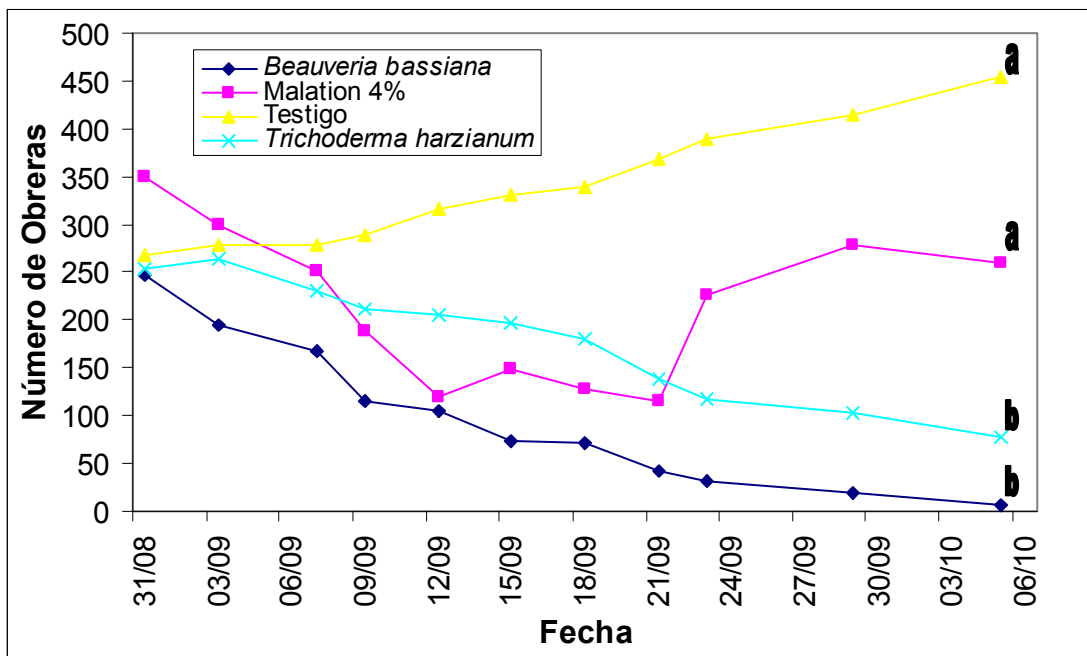


Figura 6. Total de obreras por minuto por tratamiento. Zamorano, Honduras, 2004.

¹Los tratamientos con la misma letra no son significativamente diferentes, Tukey ($P \leq 0.05$).

CONCLUSIONES

Bioensayo de laboratorio

Beauveria bassiana es una alternativa al Malation ya que controla igual y no contamina el medio ambiente.

Trichoderma harzianum tarda mayor tiempo en matar, pero se puede considerar una alternativa para lograr mayor énfasis en el mantenimiento del equilibrio ecológico.

Estudio en el campo

Malation aumenta el número de salidas totales y disminuye la proporción de salidas activas.

Beauveria bassiana y *Trichoderma harzianum* disminuye la actividad en comparación con el testigo y Malation.

RECOMENDACIONES

Realizar evaluaciones en distintas épocas del año para comprobar la eficacia de los hongos y observar su comportamiento.

Elaborar y evaluar nuevas formulaciones a concentraciones más bajas y más altas.

Seleccionar las unidades experimentales en lugares no cercanos a residencias.

Realizar el estudio de campo en mayor tiempo para evaluar de forma más precisa la efectividad de los hongos.

Hacer mayor énfasis en el mantenimiento del equilibrio ecológico y la protección del medio, por lo que la lucha biológica juega un papel muy importante en la estrategia del control integrado de plagas.

BIBLIOGRAFÍA

Arguello, H.; Glandstone, S. 2001. Guía ilustrada para identificación de especies de zompopos (*Atta* spp. y *Acromyrmex* spp.) presentes en El Salvador, Honduras y Nicaragua. PROMIPAC, Zamorano, Honduras. 34 p.

Baquedano, F.G. 1999. Evaluación de Malathion 4% y *Beauveria bassiana* en Zamorano, Honduras y validación de prácticas en Estela, Nicaragua para el manejo de zompopos (*Atta* sp.). Tesis Ing. Agr. Zamorano, Honduras. 69 p.

Cedeño-León, A. s.f. Los Bochados: aspectos de su ecología. Fondo Editorial Acta Científica Venezolana. 71 p.

Cherret ,J. 1986. The control of injurious animals. London. 210 p.

Da Silva, M. and Diehl-Fleig, E. 1988. Avaliacao de diferentes linhagens de fungos entomopatogenicos para el control da formiga *Atta sexdens piriventris* (Hymenoptera:Formicidae). An. Soc. Entomol. Brasil. 17:263-269.

Ferron, P. s.f. Pest control by the fungi *Beauveria* and *Metarhizium*. INRA, Station de Recherches de Luttel Biologique, La Miniere 78280 Guyancourt, France. Chapter 24. 466-479.

López, E.; Orduz, S. 2002. *Metarhizium anisopliae* and *Trichoderma viride* controlan efectivamente la hormiga cortadora de hojas *Atta cephalotes*. Unidad de Biotecnología y Control Biológico, Corporación para Investigaciones Biológicas – CIB. Medellín, Colombia. 22p.

López, E.; Orduz, S. 2002. *Metarhizium anisopliae* and *Trichoderma viride* for control of nest of the fungus-growing ant, *Atta cephalotes*. Biological Control. Medellín, Colombia. (en línea) www.sciencedirect.com

Luna, J.; s.f. Las hormigas arrieras *Atta* spp. (Himenóptera: Formicidae) de México. Revista Dugesiana (México). 3 (1): 21-31.

Melara, W; López J; Avila O. 1998. Biología. Ecología y manejo de los zompopos. 1 ed. Departamento de Producción Vegetal. Escuela agrícola Pamericana, Zamorano, HN. No. 662. 10

Molinero, L. 1997. Análisis estadístico de observaciones que se prolongan durante un período de tiempo. España. 25 p.

Montenegro, R. 2000. Fundación para la defensa del ambiente. (*en línea*)
<http://www.funam.org.ar/malathio.htm>

Ortiz, A; Orduz, S. 2001. *In vitro* evaluation in *Trichoderma* and *Gliocladium* antagonism against the symbiotic fungus of leaf-cutting and *Atta cephalotes*. *Mycopathol.* 150:53-60

Pérez, R. 2000. Lucha biológica contra la bibijagua (*Atta insularis Güerin*). Control Biológico de la bibijagua *Atta insulares*. Playa Ciudad de la Habana, Cuba (*en línea*)
<http://www.aguascalientes.gob.mx/agro/produce/ATTA-BIO.htm>

I Taller Nacional sobre el Manejo de Zompopos (*Atta y Acromyrmex*), (1997, Tegucigalpa, Hn). 1997. Manejo de Zompopos: memoria. Eds. F Palacios; J López; M Medrano. Tegucigalpa, HN. 16 p.