



“Por un Desarrollo
Agrario
Integral y Sostenible”

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA

FACULTAD DE AGRONOMÍA

Trabajo de Tesis

**Manejo de mosca blanca (*Bemisia tabaci*, G.)
con insecticidas biológicos y botánicos en el
cultivo del ayote (*Cucurbita moschata* D.) en el
Plantel, Masaya, 2019**

Autor

Br. Jacksell Geovanny Guevara Zambrana

Asesores

Ing.MSc. Ivania Zeledón Castro

Ing. MSc. Gregorio Varela Ochoa

**Managua, Nicaragua
Julio 2021**



“Por un Desarrollo
Agrario
Integral y Sostenible”

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA

FACULTAD DE AGRONOMÍA

Trabajo de Tesis

**Manejo de mosca blanca (*Bemisia tabaci*, G.)
con insecticidas biológicos y botánicos en el
cultivo del ayote (*Cucurbita moschata* D.) en el
Plantel, Masaya, 2019**

Autor

Br. Jacksell Geovanny Guevara Zambrana

Asesores

Ing. MSc. Ivania Zeledón Castro

Ing. MSc. Gregorio Varela Ochoa

Presentado a la consideración del honorable tribunal
examinador como requisito final para optar al grado
de Ingeniero en Sanidad Vegetal.

**Managua, Nicaragua
Julio 2021**



Hoja de aprobación del Tribunal Examinador

Este trabajo de graduación fue evaluado y aprobado por el honorable Tribunal Examinador designado por el Decanato de la Facultad de Agronomía como requisito final para optar al título profesional de:

Ingeniero en Sanidad Vegetal

Miembros del Tribunal Examinador

Presidente
PhD. Edgardo Jiménez Martínez

Secretario
MSc. Víctor Ramón Monzón
Ruiz

Vocal
MSc. Trinidad Castillo Arévalo

Lugar y Fecha: Sala Magna FAGRO, 15 de julio de 2021.

DEDICATORIA

A Dios, por darme la oportunidad de vivir y por estar conmigo en cada paso que doy, por fortalecer mi corazón e iluminar mi mente y regalarme la sabiduría necesaria y sostenerme en cada etapa de mi vida, por haber puesto en mi camino a aquellas personas que han sido mi soporte y compañía durante todo el periodo de estudio.

A mis padres Marlene Lisseth Guevara Zambrana y Felicito Erazo y abuelos que me ayudaron emocionalmente y económicamente. ¡Dios los bendiga!

Todos los profesores de la Universidad Nacional Agraria que aportaron sus conocimientos para mi formación profesional. MSc. Ivania Zeledón por todo el tiempo y conocimiento que me brindó durante el asesoramiento de esta investigación y a todos los docentes de la UNA que me impartieron el pan del saber. Bendiciones a todos.

AGRADECIMIENTO

A Dios por sobre todas las cosas, por proveer los recursos, darme salud, la oportunidad y sabiduría para poder llegar al final y cumplir esta meta propuesta.

Mi agradecimiento eterno a mis padres Marlene Lisseth Guevara Zambrana y Felicito Erazo y a mis abuelos María Melania Zambrana y Arcadio Guevara Espinal, los que siempre han estado a lo largo de mi vida para proveerme económicamente y darme amor. ¡que Dios los bendiga!

A la MSc. Ivania Zeledón y MSc. Gregorio Varela por brindarme la oportunidad y el apoyo para la realización desde el principio hasta la finalización de este trabajo de investigación.

A mi Alma Mater Universidad Nacional Agraria por brindar el financiamiento y a la vez por abrirme las puertas y contribuir a nuestra formación profesional.

Br. Jacksell Geovanny Guevara Zambrana

ÍNDICE DE CONTENIDO

SECCIÓN	PÁGINA
DEDICATORIA	i
AGRADECIMIENTO	ii
ÍNDICE DE CUADROS	iii
ÍNDICE DE FIGURAS	iv
ÍNDICE DE ANEXOS	v
RESUMEN	vi
ABSTRACT	vii
I. INTRODUCCIÓN	1
II. OBJETIVOS	3
2.1. General	3
2.2. Específicos	3
III. MARCO DE REFERENCIA	4
3.1. <i>Bemisia tabaci</i> una especie cosmopolita en la agricultura mundial	4
3.1.1 Origen y distribución de <i>Bemisia tabaci</i>	4
3.1.2 Importancia económica	4
3.2 Ciclo de vida de mosca blanca	5
3.2.1 Huevo	5
3.2.2 Ninfa	5
3.2.3 Adulto	5
3.3 Plantas hospederas	6
3.3.1 Daño directo	6
3.3.2 Daño indirecto	6
3.4 Control químico de mosca blanca	6
3.5. Alternativas de manejo	7
3.6. Control botánico para mosca blanca	7
3.7. Control biológico para mosca blanca	8
3.8. Productos utilizados para el manejo de mosca blanca	8

3.8.1. Tratamiento 1. Insecta pro®	8
3.8.2 Tratamiento 2. <i>Metarhizium anisopliae</i>	8
3.8.3. Tratamiento 3. <i>Isaria fumosorosea</i>	9
3.8.4. Tratamiento 4. Pirex®	9
3.8.5. Tratamiento 5. Testigo absoluto	9
IV. MATERIALES Y MÉTODOS	10
4.1. Ubicación del estudio	10
4.2. Diseño metodológico	10
4.3.1. Rendimiento del ayote en kg ha ⁻¹	11
4.3.2. Análisis económico de los tratamientos evaluados	11
4.3.3. Presupuesto parcial	11
4.3.4. Análisis de dominancia	12
4.3.5. Tasa de retorno marginal (TRM)	12
4.3.6. Recolección de datos	12
4.3.7. Análisis de datos	12
V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	13
5.1. Separación de medias de mosca blanca por tratamientos evaluados en el cultivo del ayote, El Plantel, Masaya, 2019	14
5.2. Incidencia poblacional de mosca blanca en el cultivo del ayote	15
5.3. Rendimiento total en kg ha ⁻¹ de las parcelas de ayote en los tratamientos evaluados.	16
5.3.1. Presupuesto parcial	16
5.3.2. Análisis de dominancia	18
5.3.3. Tasa de retorno marginal (TRM)	18
VI. CONCLUSIONES	21
VII. RECOMENDACIONES	22
VIII. LITERATURA CITADA	23
IX. ANEXOS	27

ÍNDICE DE CUADROS

CUADRO	PÁGINA
1. Separación de medias de la variable mosca blanca para el cultivo de ayote en el Plantel, Masaya, 2019.	13
2. Presupuesto parcial del cultivo de ayote en el Plantel, Masaya, 2019.	17
3. Análisis de dominancia del cultivo de ayote en el Plantel, Masaya, 2019.	18
4. Tasa de retorno marginal en el cultivo de ayote en el Plantel, Masaya, 2019.	18

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA	PÁGINA
1. Incidencia poblacional de mosca blanca en tratamientos evaluados en el cultivo de ayote en el Plantel, Masaya,2019.	15
2. Rendimiento total en kg ha ⁻¹ en las parcelas de ayote por tratamiento evaluados en el Plantel, Masaya,2019.	16

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO	PÁGINA
1. Análisis de varianza de mosca blanca (<i>B. tabaci</i>) en el cultivo de ayote, en los tratamientos evaluados, en El Plantel, Masaya,2019.	27
2. Etiqueta de producto biológico Isaria fumosorosea	28
3. Tesista Jacksell Geovanny Guevara Zambrana aplicando los bioplaguicidas en ayote	29
4. Plano de campo	30
5. Hoja de muestreo para monitoreo de mosca blanca	31
6. Etiqueta de producto botánico Pirex®	32
7. Etiqueta de producto biológico <i>Metarhizium anisopliae</i>	33
8. Etiqueta de producto botánico Insecta pro®	34

RESUMEN

Se realizó un estudio en el centro experimental El Plantel de la Universidad Nacional Agraria comprendido entre los meses de julio a septiembre del 2019, con el objetivo de evaluar el efecto de insecticidas botánicos y biológicos sobre mosca blanca (*Bemisia tabaci*, G.) en el cultivo del ayote (*Cucurbita moschata*, D.). Se estableció un experimento con un diseño de bloques completos al azar con cuatro bloques y cinco tratamientos. Los tratamientos estudiados fueron: 2 productos botánicos formulados comercialmente Insecta pro® y Pirex®, además de dos productos biológicos *Metarhizium anisopliae* e *Isaria fumosorosea* y un testigo sin aplicar. El área de la unidad experimental fue de seis m de largo por 6.4 m de ancho equivalente a un área de 38.4 m² por cada unidad experimental, se dejó un metro de distancia entre cada tratamiento para evitar el efecto borde, el área total 768 m², con 720 plantas de las cuales se muestrearon 10 plantas por tratamiento, para un total de 200 plantas muestreadas en todo en el experimento. Se evaluó la incidencia de mosca blanca por planta, así como algunas variables económicas tales como rendimiento en kg ha⁻¹, análisis de presupuesto parcial, análisis de dominancia y tasa de retorno marginal. Los datos fueron transformados mediante $\sqrt{x} + 0.5$. Se hizo un análisis de varianza y una comparación de media mediante la prueba de Tukey con un nivel de significancia de $p \leq 0.05$. Se utilizó el programa estadístico SAS, 2003. El análisis económico se realizó siguiendo la metodología del análisis marginal sugerido por CIMMYT, 1988. Los resultados indican que el menor promedio de mosca blanca por planta lo presentó *M. anisopliae* seguido del tratamiento *I.fumosorosea*, los mayores rendimientos se obtuvieron con los tratamientos de *M. anisopliae* con 3,027 kg ha⁻¹, Insecta pro® con 2,886 kg ha⁻¹, y *I. fumosorosea* con 2,877 kg ha⁻¹. El análisis económico indicó que los tratamientos con productos biológicos fueron superiores en términos de beneficios y retorno económico que los tratamientos con productos botánicos. Se concluye que *M. anisopliae* e *I.fumosorosea* son efectivos para el manejo de mosca blanca y presentaron mejores beneficios económicos.

Palabras clave: Entomopatógenos, cucurbitáceas, bioplaguicidas

ABSTRACT

A study was carried out in the experimental center of El Plantel, from the National Agrarian University, between the months of July to September 2019, with the aim of evaluating the effect of botanical and biological insecticides on whitefly (*Bemisia tabaci*, G.) In the cultivation of squash (*Cucurbita moschata*, D.). An experiment was established with a randomized complete block design with four blocks and five treatments. The treatments studied were: 2 commercially formulated botanical products Insecta pro® and Pirex®, in addition, to two biological products such as *Metarhizium anisopliae* and *Isaria fumosorosea* and a control without insecticide application. The area of the experimental unit was six m long by 6.4 m. wide, equivalent to an area of 38.4 m² for each experimental unit, a distance was left between each treatment to avoid the edge effect, the total area 768 m², with 720 plants of which 10 plants were sampled per treatment, for a total of 200 plants sampled throughout the experiment. The incidence of whitefly per plant was evaluated, as well as some economic variables such as yield in kg ha⁻¹, partial budget analysis, dominance analysis and marginal rate of return. The data were transformed by ($\sqrt{x + 0.5}$). An analysis of variance and a mean comparison were made using the Tukey test with a significance level of $p \leq 0.05$ using the statistical program SAS, 2003. The economic analysis was carried out following the marginal analysis methodology suggested by CIMMYT, 1988. The results indicate that the lowest average whitefly per plant was presented by *M. anisopliae* followed by the treatment *I. fumosorosea*, the highest yields were obtained with the treatments of *M. anisopliae* with 3,027 kg ha⁻¹, Insecta pro® with 2,886 kg ha⁻¹, and *I. fumosorosea* with 2,877 kg ha⁻¹. The economic analysis indicated, that the treatments with biological products were superior in terms of benefits and economic return, than the treatments with botanicals pesticides. It is concluded that *M. anisopliae* and *I. fumosorosea* are effective for the management of whitefly and that they also present better economic benefits.

Keywords: Entomopathogens, cucurbits, biopesticides

I. INTRODUCCIÓN

Las cucurbitáceas cultivadas a través del mundo van desde las zonas tropicales hasta las zonas más templadas hay una amplia variedad de especies sembradas entre ellas destaca el ayote (cucúrbita moschata) Grijalva-Pineda, (2006), como cultivo nutricionalmente importante. Estas especies se establecen en América Latina, Norte América, África del Norte, Europa y en zonas tropicales de Asia Esquinas y Gulik, (1983).

Las cucurbitáceas a lo largo de la historia de los pueblos americanos y principalmente en Nicaragua han formado parte del alimento tradicional y cultural, importante de la dieta alimenticia. Para muchos productores de Nicaragua ha formado parte de los huertos desde hace decenios, constituyéndose como parte de la dieta de familias productoras, aproximadamente 30 mil productores se dedican a la actividad hortofrutícola cuyo destino es mercados y consumo (Valle & Moran, 2012).

Dentro de las familias de las cucurbitáceas hay aproximadamente 30 especies, de ellas hay nueve géneros que son utilizadas como plantas cultivadas. Estos incluyen calabaza, ayote (cucúrbita moschata), melones, sandias, pepinos y otros cultivos de menos relevancia. Por lo general se consumen como frutas frescas comestibles, verduras, semillas comestibles, semillas de aceite, forrajes y fibras. (Esquina & Gulik, 1983)

En Nicaragua la mosca blanca (*Bemisia tabaci*, G.), por su alta capacidad de transmitir virus en cucurbitáceas, chiltoma y tomate, provoca grandes afectaciones a la producción de estos cultivos, lo que implica que los productores sean afectados económicamente (Jimenez-Martinez, 2009).

Por su parte Bolaños, (2001) menciona que la mosca blanca (*B. tabaci*) es una plaga de importancia económica en las cucúrbitas, se alimenta succionando la savia de las hojas donde inyecta el virus. Cuando el ataque ocurre en plantas jóvenes éstas se quedan pequeñas, la cual radica en que es vector de varios virus que ha causado serios daños en otros cultivos, además son especialmente importantes, debido a que transmiten varias enfermedades virales como el virus del mosaico de la sandía (WMV), virus del mosaico del pepino (CMV) y el virus del mosaico amarillo del zucchini (ZYMV).

Debido a que *B. tabaci* es una plaga cosmopolita y devastadora Anderson y Morales, (2005) menciona que el abuso de plaguicidas por parte de los productores es uno de los principales

factores en el desarrollo de epidemias de *B. tabaci* y enfermedades virales en América Latina; y es conocida la consecuencia de los insecticidas a desarrollar resistencia en la mosca blanca, en donde el sobre uso elimina los depredadores naturales, incrementando el uso y dosis de aplicaciones, desde las primeras etapas del cultivo hasta la etapa de cosecha pasando por alto las regulaciones de seguridad de los alimentos, riesgo de pérdidas de mercado para exportación y salud de los consumidores Anderson y Morales, (2005).

El gran problema que representa la mosca blanca en los sistemas de producción agrícola está asociada a numerosas causas, por lo tanto no se puede continuar con el control tradicional basado en la aplicación calendarizada de insecticidas, se debe de buscar un conjunto de herramientas complementarias entre si, para lograr disminuir el impacto de esta plaga (Madriz, 2019).

A partir de la década de los noventa se ha incrementado el uso de bioplaguicidas botánicos a nivel mundial. Las piretrinas, azadiractina y los aceites esenciales se confirman como bioplaguicidas naturales de gran efectividad y mínimos efectos adversos. Las características principales de estos bioplaguicidas botánicos para el control de plagas actualmente en uso: repelente y anti-alimentario (Perez, 2012).

Otra alternativa a tomar en cuenta es el uso de hongos entomopatógenos, según (Sanchez *et al.*, (2009) menciona que estos microorganismos presentan baja patogenicidad para el ser humano y otros microorganismos y se puede aprovechar las diferentes infecciones en los estados de desarrollo del ciclo de vida del insecto (hospedero), los hongos entomopatógenos son una excelente opción para una agricultura sostenible. Entre los géneros más estudiados para el control de *B. tabaci* en campo y condiciones de laboratorios son *Aschersonia* sp, *Paecilomyces* sp, *Lecanicillium* sp, *Metarhizium* sp y *Bauveria* sp (Monzón, 2001; Pucheta *et al.*, 2006; Rodriguez & Del Pozo, 2003).

En el siguiente estudio se propone evaluar el efecto de alternativas biológicas y botánicas para el manejo de mosca blanca como una tecnología disponible en manos de los productores que les permita mantener poblaciones de esta plaga en niveles que no les cause pérdidas económicas, disminuir el control tradicional de insecticidas químicos, contribuir con alternativas ambientalmente más sostenible y contribuir con productos cosechados más saludables.

II. OBJETIVOS

2.1. General

- Evaluar productos biológicos y botánicos para el manejo de mosca blanca en el cultivo de ayote.

2.2. Específicos

- Comparar el efecto de los insecticidas biológicos y botánicos sobre el control de mosca blanca en el cultivo del ayote.
- Determinar la incidencia poblacional de mosca blanca en el cultivo del ayote.
- Realizar el análisis marginal para generar recomendaciones de manejo de mosca blanca en el cultivo de ayote.

III. MARCO DE REFERENCIA

3.1. *Bemisia tabaci* una especie cosmopolita en la agricultura mundial

La mosca blanca (*Bemisia tabaci*) es una de las plagas ampliamente distribuidas en regiones tropicales y subtropicales del mundo donde afecta más de 600 especies de plantas cultivadas y silvestre afectando de manera directa e indirecta a los cultivos hospederos.(Cuéllar & Morales, 2006).

3.1.1 Origen y distribución de *Bemisia tabaci*

B. tabaci conocida como la mosca del algodón, del tabaco o batata fue observada por primera vez en Grecia y descrita como *Aleyrodes tabaci*. Sin embargo, en el nuevo mundo fue colectada por primera vez en 1897 sobre *Ipomea batatas* en los Estados unidos, donde se describió como *Aleyrodes incospicua*. Debido a la variación que sufre este insecto de acuerdo con el hospedero donde ha sido encontrado, se le han dado 22 nombres, los cuales hoy se consideran sinónimos de la especie *B. tabaci* (Oliveira *et al.*, 2001)

Según Martin *et al.*, (2000) menciona que *B. tabaci* está distribuido ampliamente en el mundo y en los sistemas agrícolas, sin embargo se ha notado más la presencia como plaga de cultivos en climas tropicales hasta subtropicales , pero se ha notado la presencia en climas templados. Es una especie global y se encuentra en todos los continentes con excepción en la Antártica (Cuéllar & Morales, 2006).

Sin embargo *B.tabaci* aparece como una plaga de importancia económica en América Latina en los años setenta debido a los abusos de insecticidas calendarizados en plantaciones de algodón (Vásquez, 2017).

3.1.2 Importancia económica

La mosca blanca es considerada una plaga importante en muchos cultivos agrícolas, ya que la presencia de este insecto-chupador puede ocasionar serios daños, debido a que es vector de tipo persistente y semi-persistente como geminivirus o crinivirus. Hay diferentes especies de mosca blanca en Nicaragua, pero la de mayor relevancia es mosca blanca *Bemisia tabaci*, por su alta capacidad de transmitir virus en cucurbitáceas, chiltoma y tomate, lo cual hace que las producciones sean afectados en gran manera, esto hace que los productores sean afectados en cuanto a sus ganancias (Jimenez-Martinez, 2009).

3.2 Ciclo de vida de mosca blanca

La mosca blanca tiene una metamorfosis incompleta y pasa por tres estadios huevo, ninfa (cuatro estadios) y adulto estos se observan en el envés de la hoja. La duración total del ciclo total de huevo a emergencia de adultos es de aproximadamente 23 a 28 días dependiendo de los factores ambientales y biológicos (Morales *et al.*, 2006).

3.2.1 Huevo

Según Anderson, (2000) indica que los huevo de mosca blanca es de textura lisa y ovalado con la parte superior terminada en punta y Inicialmente, es de color blanco verdoso; pero a medida que madura se toma amarillo, y cuando está próximo a eclosionar es de color café claro.

3.2.2 Ninfa

Las ninfas recién emergidas se mueven unos pocos centímetros para localizar sus sitios de alimentación. El primer instar es el único estado inmaduro que es móvil mide 0.26 mm de longitud y 0.16 mm de anchura. El segundo estado ninfal tiene forma acorazonada es de color blanco verdoso con bordes ondulados y mide 0.36 mm de longitud y 0.24 de anchura. El tercer estadio tiene misma forma acorazonada en su parte caudal termina en punta es de color blanco verdoso y mide 0.53 mm de longitud y 0.36 de anchura. El cuarto y último estadio es plana y transparente a medida que avanza su desarrollo se torna abultada opaca y esta provista de ojos rojos visibles este punto se denomina como pupa y mide 0.84 mm de longitud y 0.59 de anchura (Morales *et al.*, 2006)

3.2.3 Adulto

Cuando el adulto está próximo a emerger, el insecto rompe el integumento pupal en forma de una "T" invertida, y sale por medio de movimientos de contracción y expansión del cuerpo. El adulto se alimenta minutos después de emerger y, dos a cuatro horas después, las hembras pueden colocar huevos. Las hembras vírgenes colocan huevos viables de los cuales se desarrollan exclusivamente machos, pero generalmente ocurre la cópula y las hembras son fertilizadas (Anderson, 2000).

El adulto mide 1.1 mm de longitud y es de color amarillo pálido, pero en tres o cinco horas toma el color blanco característico debido al polvo cerosos que recubre sus alas. Las alas son transparentes, angosto en la parte anterior ensanchada hacia atrás. Los ojos son de color rojo oscuro la hembra vive entre 5 y 27 días y se diferencia del macho por su mayor tamaño. Se

alimenta y oviposita en el envés de las hojas jóvenes. Los adultos copulan apenas emergen, pero puede haber un periodo de pre-ovoposición de 1 a 2 días (Morales *et al.*, 2006).

3.3 Plantas hospederas

B. tabaci se ha registrado alimentándose en más de 600 especies de plantas hospederas, sin embargo la presencia del biotipo B en calabazas (*Cucurbita* sp) tiene la capacidad de inducir respuestas fitotóxicas en estas plantas (Secker *et al.*, 1998). Estas especies se ubican en 74 familias, incluyendo hortalizas, plantas ornamentales, cultivos industriales y numerosas especies silvestres. Entre los hospederos atacados por este insecto se encuentran comúnmente plantas que pertenecen a las familias cruciferae, cucurbitaceae, solanaceae, leguminosae, entre otras. Sin embargo la presencia del biotipo B en calabazas (*Cucurbita* sp) tiene la capacidad de inducir respuestas fitotóxicas (Brown, 1993).

3.3.1 Daño directo

El daño directo causado por la ninfa ocurre cuando succionan los nutrientes del follaje el cual se presenta con amarillamiento, moteado y encrespamiento de las hojas, seguido de necrosis y defoliación. Además, se forma fumagina que se desarrolla sobre las excreciones azucaradas interfiriendo en la producción fotosintética (Trabanino, 1998).

3.3.2 Daño indirecto

El daño indirecto se da por la transmisión de geminivirus, como el virus del mosaico dorado del frijol, virus del moteado clorótico del frijol. virus del enrollamiento de las cucúrbitas. virus del enrollamiento amarillo del tomate, se han observado problemas recientes de virus en sandía, chile y tabaco en Centroamérica. Los ataques son más severos durante la época seca y caliente. Si las plantas jóvenes son atacadas, estas pierden vigor y producen muy poco o ningún fruto comercial (Trabanino, 1998).

3. 4 Control químico de mosca blanca

El principal manejo de estos problemas insectiles es el uso de productos sintéticos que suelen ser insecticidas de amplio espectro que tienen un efecto adverso sobre los enemigos naturales y también sobre la fauna benéfica, por lo que este control debe ser utilizado siempre y cuando otras formas de regulación de plagas no sean efectivas (Ramirez & Luna, 2003)

El uso cotidiano de plaguicidas de manera calendarizada contribuye a la crisis de la agricultura que dificulta la preservación de los ecosistemas, los recursos naturales y afecta la salud de las

comunidades rurales y de consumidores urbanos. La búsqueda de la productividad a corto plazo por encima de la sustentabilidad ecológica, practicada en las últimas décadas, ha dejado un saldo a nivel mundial de contaminación y envenenamiento donde el pretendido remedio universal ha resultado ser peor que la enfermedad (Rodríguez *et al.*, 2014).

El control de *B. tabaci* depende principalmente del uso de insecticidas químicos, pero este enfoque independiente ha encontrado dificultades, debido a la selección de individuos resistentes. Además de la disminución del número de nuevos insecticidas registrados, sus efectos secundarios nocivos para organismos benéficos, restricciones legales con respecto a su uso seguro y sus riesgos ambientales han alentado la adopción de técnicas de control biológicos (Mascarín *et al.*, 2013).

Debido a los serios problemas que causa *B. tabaci* en los últimos años han salido un sin número de ingredientes activos para brindar soluciones a los productores, solo en México en producciones de sandía, tomate y chile; se determinó que el 71% de los insecticidas usados en las plantaciones, eran para el control directo de mosca blanca (Ruiz *et al.*, 2011).

3.5. Alternativas de manejo

Alternativas de manejo como técnicas (MIP) el uso de extractos de origen vegetales para el control de plagas agrícolas era una práctica ancestral ampliamente usada en diferentes culturas y regiones del planeta hasta la aparición de los plaguicidas sintéticos. En los últimos años esa búsqueda de un equilibrio entre el ambiente, la producción y el hombre se ha desarrollado un nuevo concepto de protección de cultivos mediante productos, en cuyo diseño se considera: acción específica sobre el objetivo, impacto bajo o nulo en organismos circundantes en el ambiente, impacto bajo o nulo en el cultivo (Molina, 2001).

3.6. Control botánico para mosca blanca

El uso de plaguicidas sintéticos ha generado a partir de la década de los noventa el uso de plaguicidas naturales de origen vegetales a nivel mundial. Las piretrinas, azadiractina y los aceites esenciales se afirman como plaguicidas naturales de gran efectividad y mínimos efectos adversos. Las características de los principales plaguicidas de origen vegetal actualmente en uso: mecanismo de acción, toxicidad y tendencias actuales por lo tanto es una alternativa ecológica eficaz y de costos económicos favorables para el productor (Perez, 2012)

Ingredientes activos como el piretro que actúa en los insectos como repelente, anti-alimentario. Actuando por contacto-ingestión en mosca blanca. El efecto insecticida se produce cuando las piretrinas naturales penetran el sistema nervioso del insecto, interfiriendo con el movimiento de iones potasio (K) y sodio (Na), provocando en el insecto después de la aplicación, la pérdida de capacidad de movilidad o vuelo. Las bajas dosis pueden ocasionar un efecto de derribo en los insectos, permitiendo que estos se recuperen debido a una desintoxicación de las piretrinas por las enzimas del insecto por lo general son sustancias fácilmente degradables bajo condiciones ambientales por lo tanto poco persistentes (García, 1993).

3.7. Control biológico para mosca blanca

A causa de los enormes problemas que se han presentado por el uso de insecticidas sintéticos en el control de las moscas blancas (fenómeno de resistencia, altos costos, etc.), surgió el interés por los bioproductos de origen microbiológico. Debido a los hábitos alimenticios de las moscas blancas, las mayores posibilidades se atribuyeron a los hongos entomopatógenos, los cuales tienen la característica de germinar en la cutícula del insecto y penetrar a través de su integumento (Vázquez, 2002).

Según Monzón,(2001)menciona que el uso de organismos entomopatógenos, tienen una alta reducción de plagas. Actualmente se ha identificado y estudiado diversas especies de hongos (que afectan plagas de importancia económica muchos de ellos utilizados en programas de control biológico.

3.8. Productos utilizados para el manejo de mosca blanca

3.8.1. Tratamiento 1. Insecta pro®

Es un insecticida a base de una mezcla de aceite de *Cedrela odorata*, *Cinnamomum verum*, *Glycine max*, entre otros; este insecticida es un potente repelente actúa en la feromona interfiriendo en la recepción de actopamina, bloqueando la habilidad de los insectos para ubicar su alimento, también interrumpe el proceso de producción de huevecillos, disminuyendo así su reproducción, este insecticida ha sido utilizado en cultivo, hortalizas, frutales y granos (Ronaix, 2014).

3.8.2 Tratamiento 2. *Metarhizium anisopliae*

Forma conidióforos simples o agregados; sus conidios son alargados, de forma ovoide, formando cadenas de ellos dispuestas en conidióforos en forma de botella. El tamaño de los conidios es de

6-8 micras, de color verde olivo, por ello, la enfermedad que provocan a los insectos se ha denominado “muscardina verde” (Hernández & Berlanga, 1999). En 1883, Sorokin fue el primero en establecer el género *Metarhizium* (Zimmermann, 2007). Se sabe que *M. anisopliae* fue el primer hongo, a nivel mundial, en producirse de manera masiva y ser utilizado para el control de insectos plaga (Krassiltschik, 1888). Se ha reportado que este hongo es un patógeno natural para más de 200 especies de insectos de diferentes órdenes, entre ellos, algunos de importancia económica (McCoy *et al.*, 1988).

3.8.3. Tratamiento 3. *Isaria fumosorosea*

Es un hongo cuyas colonias presentan un micelio blanco que puede cambiar a púrpura o rosa. Sus fiálides tienen forma de botella y sus conidios son cilíndricos, con un tamaño de 3-4 micras. La primera descripción de este hongo fue hecha por Wize y ocurrió en el inicio del Siglo XX. Por muchos años fue incluido en la sección *Paecilomyces*, por lo que fue conocido como *Paecilomyces fumosoroseus* (Zimmermann, 2008). Los estudios taxonómicos posteriores, determinaron que este hongo debía ser agrupado dentro del género *Isaria* (Luangsa-ard JJ, Hywel-Jones NL, 2004), por ello, ahora es conocido con este nombre. Se ha reportado que el número de especies de insectos que pueden ser hospederos de este hongo es de 40 (Smith P, 1993). A pesar de infectar a un menor número de insectos hospederos, la efectividad de *I. fumosorosea* ha sido evaluada en insectos plaga de gran importancia agrícola como *Bemisia tabaci* y *Diaphorina citri* (Macías *et al.*, 2013; Mascarín *et al.*, 2013; Stauderman *et al.*, 2012).

3.8.4. Tratamiento 4. Pirex®

Es un insecticida elaborado a base de extractos de *Chrysanthemum indicum* es una piretrina natural que provoca la caída de los insectos voladores ocasionándoles convulsiones por la acción neurotóxica de la piretrina que bloquea los canales de sodio presente en las neuronas de los insectos, ninfas y ácaros de piel blanda, este producto debe aplicarse directamente sobre la plaga que ataca al cultivo (Ecologika, 2016).

3.8.5. Tratamiento 5. Testigo absoluto

Sin aplicar, en este tratamiento solo se aplicó riego por aspersión y fertilización al igual que las demás unidades experimentales.

IV. MATERIALES Y MÉTODOS

4.1. Ubicación del estudio

El estudio investigativo se realizó en el año 2019 entre los meses de junio a septiembre en el centro experimental El Plantel, propiedad de la Universidad Nacional Agraria, localizado en el kilómetro 30 Carretera, Tipitapa-Masaya. Corresponde a una zona que se considera como bosque seco tropical, se ubica entre las coordenadas geográficas 12° 07' 10" de Latitud Norte y entre los 86° 05' 25.04" de Longitud Oeste. Se encuentra a una altitud de 112 metros sobre el nivel del mar (msnm), con temperatura promedio de 28 °C, la precipitación promedio anual oscila entre los 796-800 mm, con humedad relativa de 71 % y viento con velocidad de 3.5 m/s (Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales [INETER], 2009)

Los terrenos de la finca son ondulados, con una pendiente que varía entre 1 y 15 %, con muy poca cobertura de suelo, el área total es de 270 ha, destinadas a la producción agrícola, forestal y pecuaria, siendo este último el rubro principal. La textura del suelo donde se establecerá el ensayo es franco arcilloso con un pH ligeramente ácido de 6,08 y posee 3,16% de materia orgánica (Rodríguez & López, 2018).

4.2. Diseño metodológico

Se estableció un experimento con un diseño de bloques completos al azar (BCA) con cuatro bloques y cinco tratamientos. Los tratamientos estudiados fueron los siguientes: Insecta pro®, *Metarhizium anisopliae*, *Isaria fumosorosea*, Pirex® y Testigo sin aplicar. El área de la unidad experimental fue de un tamaño de seis m de largo por 6.4 m de ancho equivalente a un área de 38.4 m² por cada unidad de experimental, se dejó un metro de distancia entre cada tratamiento para evitar el efecto borde, el área total de los bloques era de 192 m².

Las dimensiones de área total del ensayo fueron de 32 m de largo y 27 m de ancho para un área total de 768 m². La distancia de siembra fue de 1.8 m entre posturas con una densidad poblacional de plantas fue de 720 plantas en todo el experimento.

Los tratamientos biológicos con los hongos entomopatógenos *Metharrizium anisopliae* e *Isaria fumosorosea* fueron suministrados en arroz por el laboratorio de hongo entomopatógeno de la Universidad Nacional Agraria.

Los tratamientos fueron aplicados de acuerdo a los resultados de los muestreos cada ocho días, las aplicaciones se realizaron con bomba de mochila de 20 litros, previamente calibradas. Estas aplicaciones se realizaban entre las 8-10 am de la mañana para que los tratamientos ejercieran un efecto en cuanto a las condiciones climáticas, se realizaron en el envés de la hoja, con dosis de 50 ml por bomba de mochila de 20 litros para los productos botánicos según las fichas técnicas del fabricante del producto. Así mismo, de acuerdo con Monzón, (2001) se utilizaron 30 gramos por bomba de mochila de 20 litros para los productos biológicos.

Se muestreó la parte del envés de la hoja, por ser el lugar donde normalmente se encuentra la mosca blanca, se muestrearon 10 plantas por tratamiento, muestreando cinco hojas por planta para un total de 200 plantas muestreadas en todo en el experimento.

1.3.1. Rendimiento del ayote en kg ha⁻¹

En kg ha⁻¹ en cada parcela de los tratamientos evaluados. Para obtener los datos de rendimiento por hectárea se realizó registro de cada fruto cosechado por cada tratamiento evaluado en el estudio hasta finalizar el ensayo. Para obtener los datos de rendimiento por hectárea se efectuó una suma de los frutos en cada repetición de los tratamientos y divididos entre el número de repeticiones para obtener los rendimientos medios por tratamiento.

1.3.2. Análisis económico de los tratamientos evaluados

Se realizó el análisis económico de los tratamientos evaluados con el fin valorar cuál de los tratamientos representa una posible recomendación de manejo adecuada para los productores. De manera que mejore sus rendimientos con retribución económica adicional.

Para ello se calcularon los resultados económicos siguiendo la metodología sugerida por (Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Sorgo [CIMMYT], 1988).

1.3.3. Presupuesto parcial

Se calcularon los rendimientos de los tratamientos, se ajustaron al 80%, con el fin de reflejar la diferencia entre el rendimiento experimental y el que el agricultor podría lograr con ese tratamiento, dado que tenemos condiciones más controladas que las que realiza el productor en su parcela. Se estableció el precio de venta por unidad de ayote producida y con esto se obtuvo el beneficio bruto. Los costos fijos fueron iguales para los tratamientos dados que se realizó el mismo manejo relacionado a preparación de tierra, semilla, manejo de fertilización y riego.

Los costos variables son los costos que representan nuestras posibles alternativas de manejo y su costo está establecido por los precios y números de aplicaciones realizadas. Finalmente se logró calcular el beneficio neto de cada uno de los tratamientos restando al beneficio bruto el costo total.

1.3.4. Análisis de dominancia

Para el análisis de dominancia de acuerdo a la metodología del (CIMMYT, 1988) se efectuó ordenando los tratamientos de menores a mayores costos variables con su respectivo beneficio neto. Se dice que un tratamiento es dominado cuando sus beneficios netos son menores o iguales a los de un tratamiento que tienen costos que varían más bajos (CIMMYT, 1988).

1.3.5. Tasa de retorno marginal (TRM)

Según CIMMYT, (1988) es un procedimiento por medio del cual se calculan las tasas de retorno marginal entre los tratamientos no dominados comenzando con el tratamiento de menor costo. La TRM indica lo que el agricultor puede esperar ganar en promedio con su inversión cuando decide cambiar una práctica (o conjunto de prácticas) por otra.

Se calculó mediante la fórmula: $TRM = \text{Beneficio neto marginal} \div \text{Costo neto marginal} \times 100$.

1.3.6. Recolección de datos

Para determinar el momento de aplicación de cada uno de los tratamientos, los muestreos se realizaron semanalmente, desde los ocho días después de la siembra, hasta la cosecha, por la mañana y de forma directa, donde se muestrearon adultos de mosca blanca. Para la obtención de los datos se seleccionaron cinco puntos al azar por parcela, en cada punto se tomaron 10 plantas, para un total de 50 plantas muestreadas por parcela y un total de 200 plantas en todo el experimento; se muestreó específicamente el envés de las hojas, ya que es donde se encuentran esta plaga, observando cinco hojas por planta.

1.3.7. Análisis de datos

Los datos se ordenaron por variable y por tratamiento para su análisis. Se realizó una transformación de los datos mediante chi cuadrada más 0.5 ($\sqrt{x + 0.5}$). Se hizo un análisis de varianza y una comparación de media mediante la prueba de Tukey con un nivel de significancia de $p \leq 0.05$. Se utilizó el programa estadístico (SAS, 2003). El análisis económico se realizó siguiendo la metodología del análisis marginal sugerido por (CIMMYT, 1988).

V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.1. Separación de medias de mosca blanca por tratamientos evaluados en el cultivo del ayote, El Plantel, Masaya, 2019.

De acuerdo con los resultados del análisis de varianza (**Anexo 1**), se observa que hubo significancia ($p < 0,0001$) para la variable *B. tabaci*, lo que demuestra que el modelo utilizado fue el adecuado, para el análisis de los datos, así mismo el ANDEVA demuestra que los tratamientos evaluados ejercieron control sobre las poblaciones de mosca blanca en el cultivo del ayote.

Cuadro 1 Separación de medias de la variable mosca blanca para el cultivo de ayote en el Plantel, Masaya, 2019.

Espece	Promedio de <i>B. tabaci</i> por planta
Tratamiento	Medias \pm ES
Testigo	3.68 \pm 0.20 a
Pirex®	3.24 \pm 0.22 ab
Insecta pro®	3.14 \pm 0.23 ab
<i>Isaria fumosorosea</i>	2.93 \pm 0.22 ab
<i>M. anisopliae</i>	2.55 \pm 0.19 c
<i>N</i>	2,200
<i>C.V.</i>	47.5330
<i>R</i> ²	0.8142
<i>(F;df;P)</i>	(4.29; 4; 0.0026)

Tukey (alfa= 0.05); ES= Error estándar; C. V.= Coeficiente de variación; N= Número de datos utilizados en el análisis; F= Fisher calculado; df= Grados de libertad del error; P= Probabilidad según Tukey.

Los resultados de comparación de medias con la prueba de Tukey, reflejan efecto significativo de los tratamientos evaluados sobre el control de *B. tabacci*, siendo el tratamiento con *M. anisopliae* el que mejor control tuvo con 2.55 moscas blancas por plantas, en comparación con el testigo que fue el que menor efecto presento con 3.68 moscas blancas por planta.

Por otro lado, el tratamiento con *I. fumosorosea* mostró una ligera similitud con *Metarhizium anisopliae* con 2.93 moscas blancas por planta, y los tratamientos botánicos de Pirex® e Insecta pro® se comportaron iguales en el control de mosca blanca. Siendo los insecticidas biológicos los que mostraron un mejor control sobre mosca blanca.

Según estudio realizado por Ocampo Muñoz,(2012) afirman que *Metarhizium anisopliae* con un número promedio general fue de 3.74 ninfas de moscas blancas muertas, en donde hubo

diferencias significativas entre tratamientos ($p < 0.0001$). El mayor número de ninfas muertas ocurrió en el tratamiento tomate, con un número promedio de 6.62, seguido por frijol con 3.25, lo que sugiere que estas especies de plantas favorecen el efecto de *M.anisopliae* sobre las ninfas., estos datos concuerdan con los resultados del presente estudio donde *M.anisopliae* fue el que mejor control tuvo sobre mosca blanca.

Según Morales et al., (2018) indican en un estudio, que los resultados con el uso de extracto Pirex® EC realizaron un control más efectivo de la incidencia de áfidos en el cultivo de loroco (*Fernaldia pandurata*) en los tres sitios de estudio. Este extracto controló entre el 70 y 80% de los áfidos en las parcelas de estudio, sin embargo en el presente estudio fue uno de los tratamientos que ejerció un menor control sobre mosca blanca, por lo que se debe seguir evaluando la efectividad de Pirex®, en áfidos y mosca blanca en Nicaragua, dado que el estudio sobre loroco se realizó en Guatemala.

Por otro lado, Díaz et al.,(2016), sugiere que *Isaria fumosorosea* con 25%, *Beauveria bassiana* 20% y *Lecanicillium lecanii* 30% tienen mayor incidencia en adulto de mosca blanca, estos resultados coinciden con los obtenidos en este estudio donde *Isaria fumosorosea* fue el segundo mejor tratamiento para el control de mosca blanca.

5.2. Incidencia poblacional de mosca blanca en el cultivo del ayote

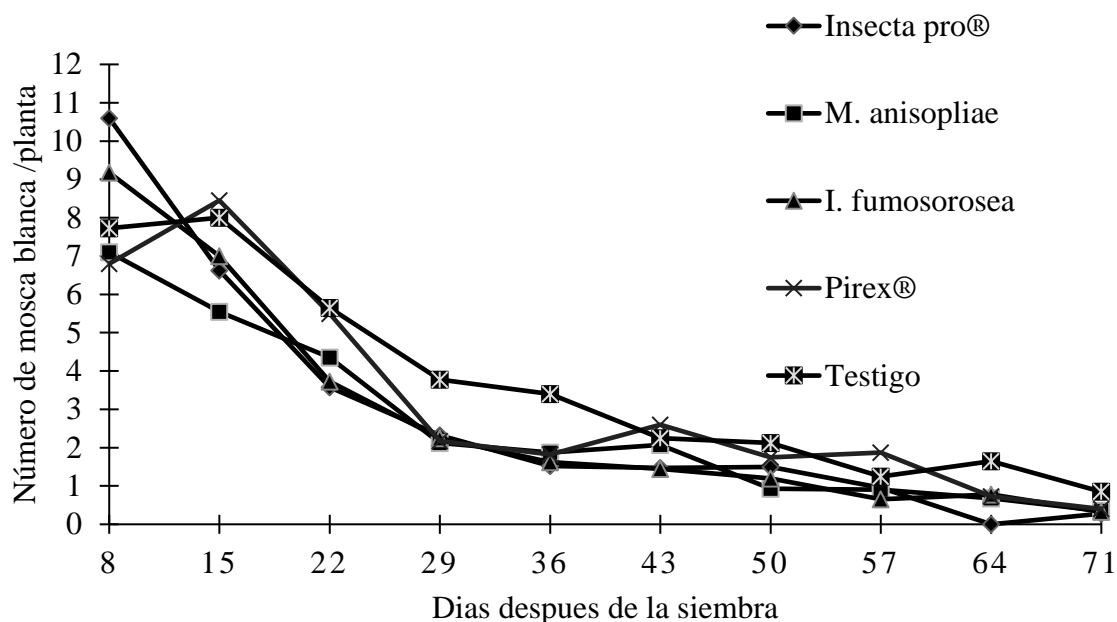


Figura 1. Incidencia poblacional de mosca blanca en tratamientos evaluados en el cultivo de ayote en el Plantel, Masaya, 2019.

Se evaluó la incidencia poblacional de mosca blanca en las diferentes fechas de muestreo (**Figura 1**) en donde se encontró mayor cantidad de individuos a partir de los ocho días después de la siembra, en esa misma fecha se realizó la primera aplicación de los tratamientos, de acuerdo con los valores de mosca blanca encontrados.

Los valores más altos registrados fueron entre los ocho días a los 29 días después de la siembra, coincidiendo con la etapa crítica del cultivo, por lo que las aplicaciones de los tratamientos se realizaron cada ocho días a partir de esa fecha hasta los 36 días, haciendo un total de cinco aplicaciones.

Como se logra mostrar en la (**Figura 1**) a los 36 días después de la siembra las poblaciones de mosca blanca disminuyeron considerablemente. Lo cual coincide con la última aplicación de los tratamientos.

Por otro lado (Borst & Rodriguez, 2018) comparó la fluctuación poblacional de *B. tabaci* en el periodo de septiembre a noviembre 2017, en el cultivo de pipián en la finca El Plantel, Masaya en los diferentes tratamientos evaluados. Se observó que las poblaciones de este insecto se

encontraron en todas las fechas de muestreos, los mayores picos poblacionales se presentaron en las fechas 22 septiembre y 29 septiembre, estas poblaciones fueron mayores en los tratamientos Neem seguido del tratamiento Madero Negro y el Testigo.

5.3. Rendimiento total en kg ha⁻¹ de las parcelas de ayote en los tratamientos evaluados.

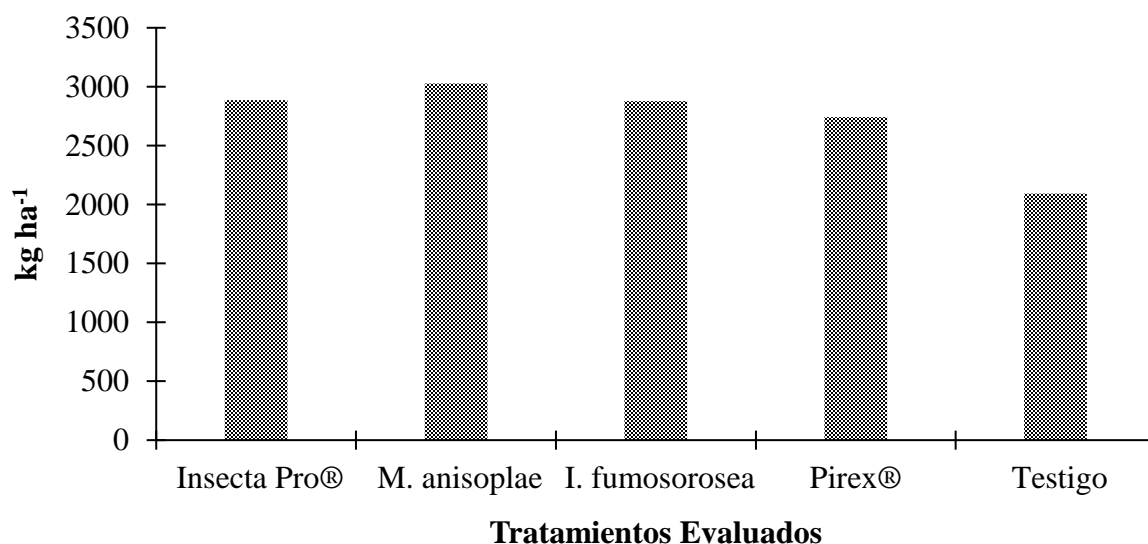


Figura 2. Rendimiento total en kg ha⁻¹ en las parcelas de ayote por tratamiento evaluados en el Plantel, Masaya, 2019.

De acuerdo con los resultados obtenidos de los tratamientos evaluados (**Figura 2**) en el estudio se puede observar que el tratamiento con un mayor rendimiento es *M. anisoplae* con 3027 kg ha⁻¹, seguido de Insecta pro® con 2886 kg ha⁻¹ e *I. fumosorosea* con 2877 kg ha⁻¹, en cambio Pirex® con 2743 kg ha⁻¹ y el testigo con 2092 kg ha⁻¹ fueron los que presentaron los rendimientos más bajos respectivamente.

5.3. Análisis económico de los tratamientos evaluados.

5.3.1. Presupuesto parcial

Los resultados del presupuesto parcial (**Cuadro 3**) realizado según la metodología (CIMMYT, 1988) determinó que los mayores rendimientos obtenidos corresponden al tratamiento *M. anisoplae* con 3,027 kg ha⁻¹, Insecta pro® con 2,886 kg ha⁻¹, y *I. fumosorosea* con 2,877 kg ha⁻¹, en el caso de los que lo que tienen menor rendimiento es Pirex® con 2,743 Kg ha⁻¹ y el testigo con 2,092 kg ha⁻¹. Los costos fijos fueron iguales para todos los tratamientos evaluados ya que todos recibieron el mismo manejo.

Los tratamientos que presentaron mayor beneficio neto son *M. anisopliae* con \$ \$205.31 y *I. fumosorosea* con \$ 170.71, en comparación con *Insecta pro*® que a pesar de que fue el segundo mejor rendimiento su costo variable de aplicación es mucho más alto por lo que su beneficio neto se redujo significativamente, el tratamiento que presentó más bajo beneficio fue el testigo con \$ 47.16. El presupuesto parcial es una forma de organizar los datos experimentales para así obtener los costos y beneficios de los tratamientos evaluados. En el análisis se utilizan únicamente los costos que varían de un tratamiento a otro. Por lo tanto, el proceso de aplicación de este enfoque debe generar una recomendación para los agricultores (CIMMYT, 1988).

Cuadro 2. Presupuesto parcial del cultivo de ayote en el Plantel, Masaya, 2019.

Indicador	T1	T2	T3	T4	T5
	<i>Insecta pro</i> ®	<i>Metharrizium anisopliae</i>	<i>Isaria fumosorosea</i>	<i>Pirex</i> ®	Testigo
Unidades/ha	3607	3784	3596	3429	2615
Rend. ajustado (20%)	2886	3027	2877	2743	2092
Precio/unidad US\$	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23
Ingreso bruto US\$	664	696	662	631	481
Costos fijos US\$	434	434	434	343	434
Costos variables					
N° de Aplicaciones	5	5	5	5	0
Costo de insecticida US\$	28.46	11.39	11.39	28.46	0
Costo para insumos US\$	142.30	56.95	56.95	142.30	0.00
Costo total variable US\$	142.30	56.95	56.95	142.30	0.00
Costos totales US\$	576.30	490.95	490.95	485.30	434.00
Beneficio neto US\$	87.39	205.31	170.71	145.64	47.16

5.3.2. Análisis de dominancia

Cuadro 3. Análisis de dominancia del cultivo de ayote en el Plantel, Masaya, 2019.

Tratamiento	Descripción	Costo variable	Beneficio neto	Decisión
T5	Testigo	0.00	47.16	ND
T3	<i>Isaria fumosorosea</i>	56.95	170.71	ND
T2	<i>Metarhizium anisopliae</i>	56.95	205.31	ND
T4	Pirex®	142.30	87.39	D
T1	Insecta pro®	142.30	145.54	D

El (**Cuadro 4**) muestra el análisis de dominancia realizado a los tratamientos evaluados el cual indica que los tratamientos con *Isaria fumosorosea* y *Metarhizium anisopliae* fueron los que resultaron no dominados, mientras que los tratamientos con los productos botánicos Pirex® e Insecta pro® resultaron dominados ya que el beneficio neto obtenido es menor que los otros tratamientos con menores costos variables.

5.3.3. Tasa de retorno marginal (TRM)

Cuadro 4. Tasa de retorno marginal en el cultivo de ayote en el Plantel, Masaya, 2019.

Descripción	Beneficio Neto	Costo Variable	Beneficio Neto Marginal	Costo Variable Marginal	TRM %
Testigo	47.16	0			
<i>Isaria fumosorosea</i>	170.71	56.95	123.55	56.95	216.94
<i>Metharrizium anisopliae</i>	205.31	56.95	158.15	56.95	277.70
TRM TOTAL	205.31	56.96	281.7	113.9	247

El cálculo de la tasa de retorno marginal (TRM) (**Cuadro 5**) se realizó obteniendo los beneficios netos marginales y los costos variables marginales de los tratamientos que resultaron no dominados. En este caso en particular la tasa de retorno marginal corresponde a tasa de retorno marginal neta dado que ambos tratamientos no dominados tienen el mismo costo variable por lo

cual se calculó comparando los beneficios netos marginales y los costos variables marginales con respecto al testigo.

Los resultados indican que la TRM total es de 278% lo cual sugiere que por cada unidad monetaria invertida el productor obtendría 2.78 unidades monetarias adicionales. En ese sentido el tratamiento con *Metarhizium anisopliae* la TRM es ligeramente mayor con 277.7% en comparación a la TRM de *Isaria fumosorosea* obtenida la cual fue de 216.9%.

Esto nos indica que la recomendación técnica para el manejo de mosca blanca más adecuada es la de *Metarhizium anisopliae* sin embargo también puede recomendarse *Isaria fumosorosea*.

El análisis económico indica que los tratamientos con productos entomopatógenos fueron superiores en términos de beneficios y retorno económico que los tratamientos con productos botánicos evaluados en este estudio, a pesar de que en el control de mosca blanca ambos tratamientos botánicos se comportaron igual a *Isaria fumosorosea*. Por lo tanto, es importante realizar este análisis económico porque permite recomendar las alternativas de manejo adecuadas que son efectivas para el manejo de la plaga pero que además representa una retribución económica mayor.

Según Arceda y López, (2011) realizaron un análisis económico basado en un presupuesto parcial, en manejo de mosca blanca y áfidos en el cultivo de pepino a través de este se pudo determinar que los mejores beneficios netos los presentó el tratamiento engeo®, seguido por madero negro, en el cual se obtuvo una tasa de retorno marginal de 638% es decir que por cada dólar invertido, el agricultor espera ganar un promedio de 6.38 dólar, estos resultados son superiores en comparación a los obtenidos en nuestro estudio, probablemente porque los tratamientos fueron productos elaborados artesanalmente lo que tuvieron menos costos variables y en el caso del engeo® es un producto sintético elaborado masivamente lo que le da un precio más bajo que los productos botánicos evaluados en nuestro estudio.

Borst y Rodriguez, (2018) hicieron un análisis de la tasa de retorno marginal refleja que para el control de plagas en el cultivo de pipián el mejor tratamiento es el madero negro ya que por cada dólar invertido el productor obtiene una tasa de retorno marginal de 9,366.00%, es decir que por cada dólar invertido obtiene 93.6 dólares adicionales, por otro lado si el productor decide usar chile+ajo+detergente para el control de plagas del cultivo de pipián por cada dólar invertido

obtiene una tasa de retorno marginal de 3,901.92 % lo cual equivale a 39.02 dólares adicionales una vez recuperado el dólar invertido, estos resultados son superiores a los obtenidos en nuestro estudio esto se debe a que los tratamiento que se utilizaron fueron elaborado artesanalmente y por ende sus costos variables son menores en cambio lo que utilizamos en nuestro estudio son elaborado masivamente.

VI. CONCLUSIONES

Los productos biológicos resultaron más efectivos que los productos botánicos para el manejo de mosca blanca (*Bemisia tabaci*) en el cultivo de ayote (*Cucurbita pepo*).

Metarhizium anisopliae es el que mejor control demostró para mosca blanca en el cultivo del ayote seguido de *Isaria fumosorosea*.

Los valores más altos de mosca blanca por planta se registraron entre los ocho días y los 29 días después de la siembra, coincidiendo con la etapa crítica del cultivo.

El análisis económico de los resultados obtenidos sugiere que *Metarhizium anisopliae* es la alternativa de recomendación más adecuada para el manejo de mosca blanca en el cultivo de ayote, porque presenta una mejor tasa de retorno marginal por unidad monetaria invertida.

VII. RECOMENDACIONES

Realizar investigaciones relacionadas al efecto que los productos evaluados en este estudio podrían ejercer sobre la fauna benéfica asociada al cultivo del Ayote.

Utilizar *Metarrizium anisopliae* y/o *Isaria Fumosorosea* para el manejo de mosca blanca en el cultivo Ayote.

VIII. LITERATURA CITADA

- Anderson, P. (2000). La mosca blanca vectora: *Bemisia tabaci*(Genn). Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), 21.
- Anderson, P. ., & Morales, F. . (2005). Whitefly and whitefly-borneviruses in the tropics: building a knowledge base for global action (p. 342). Centro Internacional deAgricultura Tropical.
- Arceda, L., & López, S. (2011). Evaluación de tres insecticidas botánicos y dis químico contra el complejo de moca blanca (*bemisia tabaci*, Genn.)-Geminivirus en el cultivo nde tomate (*Lycopersicum esculentum*, Mill) en camoapa, Boaco.
- Bolaños, A. . (2001). Introduccion a la Olericultura. 258.
- Borst, J., & Rodriguez, M. (2018). Evaluación de extractos botánicos para el manejo de insectos plagas asociados al cultivo de pipián (*Cucurbita pepo* L .), en El Plantel , Masaya , 2017.
- Brown, J. K. (1993). Evaluación crítica sobre los biotipos de mosca blanca en América, de 1989 a 1992 (CATIE).
- CIMMYT. (1988). (Centro Internacional de Mejoramiento de Maiz y Sorgo).1988. La formulación de reomendaciones a partir de datos agronómicos: Un manual metodológico de evaluación económico.D.F 79.
- Cuéllar, M., & Morales, F. (2006). La mosca blanca *Bemisia tabaci* (Gennadius) como plaga y vectora de virus en fríjol común (*Phaseolus vulgaris* L.). Revista Colombiana de Entomologia, 32(1), 1–9.
- Díaz, C., Victor, L., & Hernández, A. (2016). Hongos entomopatógenos para el control de mosca blanca *Bemisia tabaci* (Gennadius) (Homoptera : Aleyrodidae) en el cultivo de chile dulce (*Capsicum annuum* L .) bajo condiciones protegidas . 51.
- Ecologika. (2016). Pruebas de eficacia y vademécum de Pirex®, para el manejo de Bemicia tabaci, Genadius.
- Esquinas, J., & Gulik, P. (1983). Genetic Resources of Cucurbitaceae.101p.
- Garcia, J. E. (1993). Los Plaguicidades y el Combate de Plagas Agrícolas en Costa Rica. Agronomia Costarricense, 17(1), 121–133.
- Grijalva-Pineda, A. (2006). Flora Util - Etnobotanica de Nicaragua. 347.
- Hernández, V., & Berlanga, A. (1999). Control microbial de mosca pinta *Aeneolamia* spp. con *Metarhizium anisopliae*. (p. 8).
- INETER. (2009). Instituto Nicaraguense de Estudios Territoriales.2009.Dirección de General de Meteorología. Resumen de temperatura media y precipitación diaria.Masaya.

- Jimenez-Martinez, E. (2009). Manejo Integrado de Plagas (Universida). Universidad Nacional Agraria.
- Krassiltschik, I. (1888). La production industrielle des parasites vegetaux pour la destruction des insects nuisibles (Vol. 19, pp. 461–472).
- Luangsa-ard JJ, Hywel-Jones NL, S. R. (2004). The Polyphyletic Nature of *Paecilomyces* Sensu Lato Based on 18S-generated rDNA Phylogeny. *Mycologia*, 96, 773–780.
- Macías, A., Díaz, M., Ramos, M., Navarro, S., Espinosa, G., & Ruiz, D. (2013). Estudio del hongo entomopatígeno *Isaria fumosorosea* como control microbiológico de la mosquita blanca *Bemisia tabaci* (Vol. 38, pp. 523–527).
- Madriz Martínez, M. G. (2019). Efecto del biocarbón, lombricompost y Robust® aplicados al suelo sobre el desarrollo y tolerancia del pepino (*Cucumis sativus* L.) a la mosca blanca (*Bemisia tabaci* Gennadius) bajo condiciones de invernadero en Barva, Heredia. Universidad Nacional.
- Martin, J. H., Mifsud, D., & Rapisarda, C. (2000). The whiteflies (Hemiptera : Aleyrodidae) of Europe and the Mediterranean Basin. May 1999, 407–448.
- Mascarin, G. M., Kobori, N. N., Quintela, E. D., & Delalibera, I. (2013). The virulence of entomopathogenic fungi against *Bemisia tabaci* biotype B (Hemiptera: Aleyrodidae) and their conidial production using solid substrate fermentation. *Biological Control*, 66(3), 209–218. <https://doi.org/10.1016/j.biocontrol.2013.05.001>
- Mascarin, M., Kobori, N., Quintela, E., & Delalibera, I. (2013). The virulence of entomopathogenic fungi against *Bemisia tabaci* biotype B (Hemiptera: Aleyrodidae) and their conidial production using solid substrate fermentation. (pp. 209–218). *Biological Control*.
- McCoy, C., RA, S., & Boucias, D. (1988). Entomopatogenous Protozoa and Fungi. In: Ignoffo CM (CRC Handbo).
- Molina, N. (2001). Uso de extractos botánicos en control de plagas y enfermedades. *Manejo Integrado de Plagas*, 59(59), 76–77. <https://doi.org/10.1111/j.1447-0349.2008.00531.x>
- Monzón, A. (2001). Producción ,uso y control de calidad de hongos entomopatogenos en Nicaragua. *Avances En El Fomento de Productos Fitosanitarios No-SintŽticos*, 63, 95–103.
- Morales, A., Suchini, D., & Oliva, J. (2018). Evaluacion de cuatro extractos vegetales para el manejo de áfidos (*Aphis* spp Linneo), en el cultivo de Loroco (*Fernaldia pandurata* Woodson), rn los departamentos de Zacapa y Chuquimula, Guatemala. In CRIA.
- Morales, F., Cardina, C., Bueno, J., & Rodriguez, I. (2006). Manejo integrado de enfermedades de plantas causadas por virus transmitidos por mosca blanca (Francisco). 2006.

- Ocampo, M., & Muñoz, J. (2012). Uso de hongos entomopatógenos para el control de mosca blanca (*Bemisia tabaci*) en diferentes especies de plantas hospederas bajo condiciones de invernadero. Universidad Nacional Agraria.
- Oliveira, M. R. V., Henneberry, T. J., & Anderson, P. (2001). History, current status, and collaborative research projects for *Bemisia tabaci*. *Crop Protection*, 20(9), 709–723. [https://doi.org/10.1016/S0261-2194\(01\)00108-9](https://doi.org/10.1016/S0261-2194(01)00108-9)
- Pérez, E. (2012). Plaguicidas Botánicos : Una Alternativa a Tener en cuenta. *Fitosanidad*, 16, 51–59. <http://revistareduca.es/index.php/biologia/article/viewFile/798/814>
- Pucheta Diaz, M., Flores Macias, A., Rodriguez Navarro, S., & De la Torrez, M. (2006). Mecanismo de acción de los hongos entomopatógenos. *Interciencia*, 31(0378–1844), 860.
- Ramirez, A., & Luna, R. (2003). Evaluacion preliminar de la actividad plaguicida de cinco extractos botánicos para combatir el pulgón (*Aphis nerii* Boyer de Fonscolombe) de loroco (*Fernaldia pandurata* Woodson). Universidad de el Salvador.
- Rodriguez, A., & Del Pozo, E. . (2003). Alternativa para el manejo de *Trialeurodes vaporariorum* Westwood en tomate orgánico en Uruguay. *Biologia Vegetal*, 29, 211–218.
- Rodríguez, J., & López, A. (2018). Efecto de tres dosis de Biol en el cultivo de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.), cv. INTA Fuerte Sequía en la finca El Plantel, Masaya 2017. Universidad Nacional Agraria.
- Rodríguez, P., Asela, M., Tamayo, S., Estrada, P., & Daniel, E. (2014). Efectos de los plaguicidas sobre el ambiente y la salud. *Revista Cubana de Higiene y Epidemiologia*, 52, 372–387.
- Ronaix. (2014). Pruebas de eficacia y vademécum de Insecta Pro®, para el manejo de *Bemisia tabaci*, *Genadius*, en hortalizas (p. 62).
- Ruiz, J., Guzmán, S., & Pérez, E. (2011). Manejo y control de plagas de tomate en Cintalapa, Chiapas, México (p. 137). *Revista Internacional Contaminacion Ambiental*.
- Sanchez, Ruiz, E., Rosado Calderón, A., Chan Capul, W., Critobál Alejo, J., & Munguía Rosales, R. (2009). Patogenicidad de *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuillemin sobre estados inmaduros de mosquita blanca (*Bemisia tabaci* Genn.). *Fitosanidad*, 13(1562–3009), 6.
- SAS. (2003). Institute(2003). Statistical Analysis System.SAS/ETS 9 User´s Guid, volumes 1 and 2. SAS Institute Inc.Cary,NC, EUA.2143 pp.
- Secker, A. ., Bedford, I. ., Mar- kham, P. ., & William, E. C. (1998). Squash, a reliable field indicator for the presence of B biotype of tobacco whitefly, *Bemisia tabaci*. (pp. 837–842).
- Smith P. (1993). Control of *Bemisia tabaci* and the potential of *Paecilomyces fumosoroseus* as a biopesticide (Vol. 14, pp. 77–78).

- Stauderman, K., Avery, P., Aristizabal, L., & S, A. (2012). Evaluation of *Isaria fumosorosea* (Hypocreales: Cordycipitaceae) for control of the Asian citrus psyllid, *Diaphorina citri* (Hemiptera: Psyllidae) (pp. 747–761). *Biocontrol Science and Technology*.
- Trabanino, T. (1998). Guía parara el manejo itegrado de plagas invertebradas en Honduras (Zamorano A, Vol. 0218, Issue 31)
- Valle, N. ., & Moran, J. . (2012). Manual técnico para la producción de cucurbitáceas. (p. 28). Universidad Nacional Agraria.
- Vasquéz, L. (2017). Control biológico de la Mosca blanca “*Bemisia tabaci*”. (p. 18). Ministerio de Agricultura.
- Vazquez, L. (2002). Avances del control biologico de *Bemisia tabaci* en la region neotropical. *Manejo*, 66, 82–95.
- Zimmermann, G. (2007). Review on the safety of the entomopathogenic fungus *Metarhizium anisopliae*. *Biocontrol Science and Technology*, 17, 879–920.
- Zimmermann, G. (2008). The entomopathogenic fungi *Isaria farinose* (formerly *Paecilomyces farinosus*) and *Isaria fumosorosea* (formerly *Paecilomyces fumosoroseus*): biology, ecology and use in biological control. *Biocontrol Science and Technology*, 17, 879–920.

IX. ANEXOS

Anexo 1. Análisis de varianza de mosca blanca (*B. tabaci*) en el cultivo de ayote, en los tratamientos evaluados, en El Plantel, Masaya,2019.

Fuente	DF	Tipo I SS	Media	F-Valor	Pr > F
Bloques	3	28.992364	9.664121	4.18	< 0.0001
Fecha	10	1303.999000	130.399900	56.36	<0.0001
Tratamientos	4	39.691818	9.922955	4.29	< 0.0001
R ²					0.8142
C.V					47.5330

Anexo 2. Etiqueta de producto biológico *Isaria fumosorosea*



PRECAUCION

**¡ANTES DE COMPRAR Y USAR ESTE PRODUCTO
PROTEJA EL AMBIENTE CON BUENAS PRÁCTICAS AGRICOLAS,
CUMPLA CON LAS RECOMENDACIONES DEL PANFLETO.**

PRECAUCIONES Y ADVERTENCIAS DE USO:

NO ALMACENE ESTE PRODUCTO EN CASA DE HABITACION.
MANTENGANSE BAJO LLAVE FUERA DEL ALCANCE DE
LOS NIÑOS.

UTILICE EL SIGUIENTE EQUIPO DE
PROTECCION AL MANIPULAR EL
PRODUCTO, DURANTE LA PREPARACION
DE LA MEZCLA, CARGA Y APLICACION.

NO COMER, FUMAR O BEBER DURANTE EL
MANEJO Y APLICACION DE ESTE
PRODUCTO

BAÑESE DESPUES DE TRABAJAR Y PONGASE
ROPA
LIMPIA



EN CASE DE INTOXICACION LLEVE EL

**PACIENTE AL MEDICO Y DELE ESTE ETIQUETA O EL
PANFLETO**

SINTOMAS DE INTOXICACION: Por su naturaleza biológica este producto
no causa intoxicaciones, pero puede provocar cuadros leves de alergias,
dolor de cabeza o náuseas en pacientes susceptibles

PRIMEROS AUXILIOS:

Ingestión: En caso de ingestión inducir al vómito

Contacto con la Piel: Lavar con abundante agua y jabón

Inhalación: Retire al paciente del, área de contaminación

Contacto con los ojos: Lavar con abundante agua y jabón

**NUNCA DAR DE BEBER NI INDUZCA AL VOMITO A PERSONAS
EN ESTADO DE INCOSNSCIENCIA**

TRATAMIENTO MEDICO: En caso de síntomas asociados a la exposición de este
producto consulte inmediatamente al médico

Producido y Formulado por:

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA, KM 12 h c. NORTE, MANAGUA NICARAGUA; APDO. 453, TELEFONO: 505 - 2263 2609; E-mail:

Anexo 3. Tesista Jacksell Geovanny Guevara Zambrana aplicando los bioplaguicidas en ayote.



Anexo 4. Plano de campo

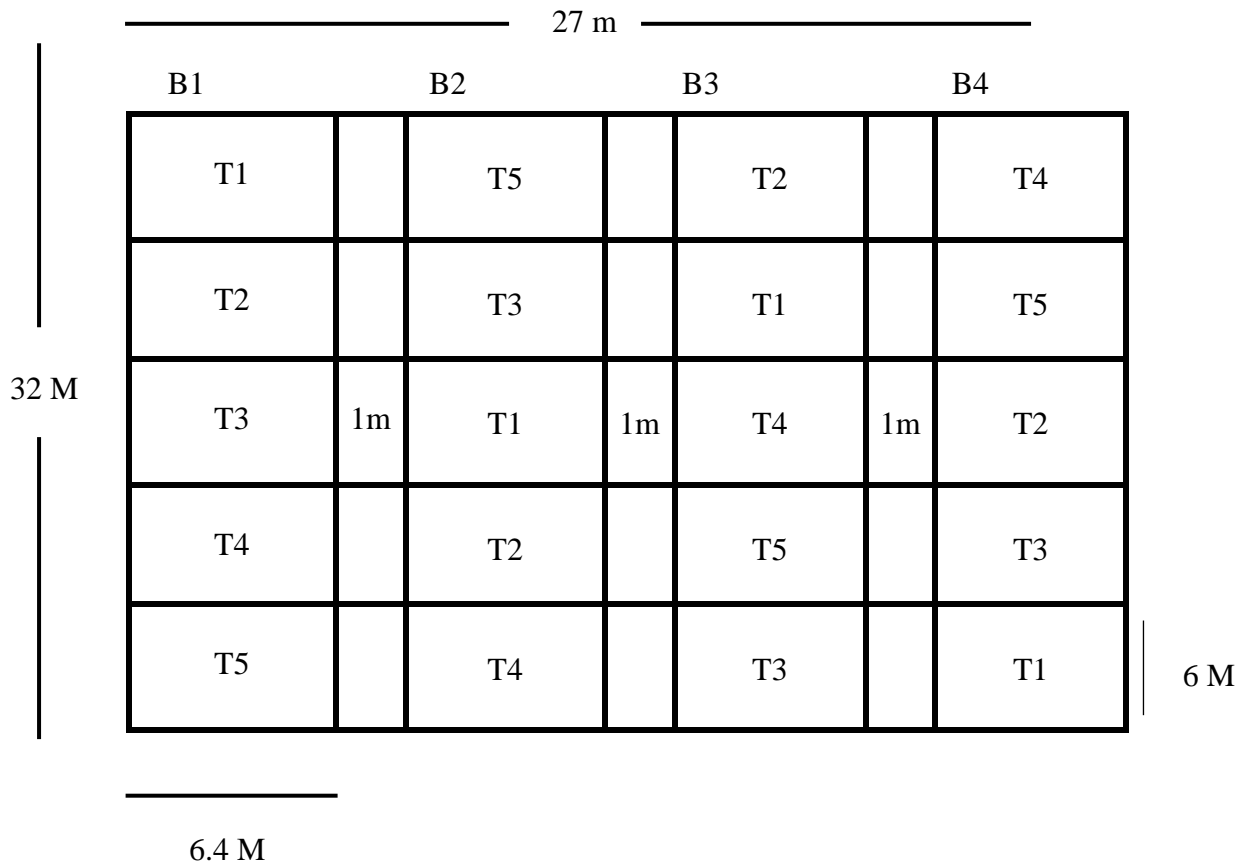
T1 Insecta pro®

T2 *Metarhizium anisopliae*

T3 *Isaria fumosorosea*

T4 Pirex®

T5 Testigo



Anexo 5. Hoja de muestreo para monitoreo de mosca blanca

HOJA DE MUESTREO.																													
Cultivo:								Fecha de Muestreo:								Tratamiento:													
Planta	Mosca blanca (adulto)				Áfido (adulto)				Diaphania hyalinta				León de áfidos				Marquita				Otros				Otros				
	B1	B2	B3	B4	B1	B2	B3	B4	B1	B2	B3	B4	B1	B2	B3	B4	B1	B2	B3	B4	B1	B2	B3	B4	B1	B2	B3	B4	
1																													
2																													
3																													
4																													
5																													
6																													
7																													
8																													
9																													
10																													
11																													
12																													
13																													
14																													
15																													

Anexo 6. Etiqueta de producto botánico Pirex®

PIREX 6%

INSECTICIDA BOTÁNICO



Información General

Ingrediente Activo: Extracto de Chrysanthemum. (Piretrina Natural)

Formulación: Líquida

Modo de Acción: Preventivo y curativo

Toxicidad: Grupo IV. Producto no ofrece peligro. Banda verde.

Características

El extracto de Chrysanthemum es una piretrina natural de contacto que actúa destruyendo la membrana celular de los insectos, ninfas y ácaros de piel blanda. Este producto debe aplicarse directamente sobre el órgano de la planta que ataca la plaga.

Cultivos

Hortalizas, Raíces y Tubérculos.
Granos Básicos, Okra, Frutales, Tabaco.
Arroz, Maní, Plátano, Banano.

Plagas

*Mosca blanca, Trips, Acaros adultos Pulgones Chinchas, Chicharritas, Escamas, Cochinillas, Gusanos recién eclosionados, **Broca del café**, Gusano alambre y Sinfilidos.*

Dosis

1. Control de insectos plaga:

➤ 1 L/mz via foliar



Anexo 7. Etiqueta de producto biológico *Metarhizium anisopliae*

Universidad Nacional Agraria

METAGREEN 5 PM

INSECTICIDA MICROBIAL DE CONTACTO
Metarhizium anisopliae

Composición:

Conidias de *Metarhizium anisopliae*..... 5% (p/p)
Ingredientes inertes:95% (p/p)
Total:100% (p/p)

Contenido neto: 300 gramos

Contiene: 50 gramos de Ingrediente (s) activo(s) por kilogramo de producto comercial

PRECAUCION

¡ANTES DE COMPRAR Y USAR ESTE PRODUCTO
PROTEJA EL AMBIENTE CON BUENAS PRÁCTICAS AGRICOLAS,
CUMPLA CON LAS RECOMENDACIONES DEL PANFLETO.

PRECAUCIONES Y ADVERTENCIAS DE USO:

NO ALMACENE ESTE PRODUCTO EN CASA DE HABITACION.

MANTENGANSE BAJO LLAVE FUERA DEL ALCANCE DE
LOS NIÑOS.

UTILICE EL SIGUIENTE EQUIPO DE PROTECCION AL
MANIPULAR EL PRODUCTO, DURANTE LA PREPARACION
DE LA MEZCLA, CARGA Y APLICACION.



NO COMER, FUMAR O BEBER DURANTE EL
MANEJO Y APLICACIÓN DE ESTE PRODUCTO

BAÑESE DESPUES DE TRABAJAR Y PONGASE
ROPA
LIMPIA

EN CASE DE INTOXICACION LLEVE EL
PACIENTE AL MEDICO Y DELE ESTE ETIQUETA O EL
PANFLETO



SINTOMAS DE INTOXICACION: Por su naturaleza biológica este producto
no causa intoxicación, pero puede provocar cuadros leves de alergias, dolor de
cabeza o náuseas en pacientes susceptibles

PRIMEROS AUXILIOS:

Ingestión: En caso de ingestión inducir al vómito

Contacto con la piel: Lavar con abundante agua y jabón

Inhalación: Retire al paciente del área de contaminación

Contacto con los ojos: Lavar con abundante agua y jabón

**NUNCA DAR DE BEBER NI INDUZCA AL VOMITO A PERSONAS EN
ESTADO DE INCONSCIENCIA**

TRATAMIENTO MEDICO: En caso de síntomas asociados a la exposición
de este producto consulte inmediatamente al médico

AVISO DE GARANTIA:

El fabricante de este producto garantiza el contenido del mismo, así mismo
garantiza su efectividad si su uso es de acuerdo a las indicaciones contenidas
en el panfleto.


PAÍS: NUMERO DE REGISTRO: FECHA DE REGISTRO:

NICARAGUA

Producido y Formulado por:

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA, KM 12 ½ C. NORTE, MANAGUA NICARAGUA; APDO. 453, TELEFONO: 585 - 2263 2609; E-mail: Dpaf@una.edu.ni

Anexo 8. Etiqueta de producto botánico Insecta pro®

Producto / Nombre Comercial:	
Materia Prima (Derivado de):	Olea Esencial (aceite de Neem, aceite de menta, aceite de citronela, Extracto de ajo, Hierba de limón, polvo de sílice soluble, Silicato de Potasio en polvo), carbono orgánico (derivado de la caña de azúcar no OMG cultivados en la India)
Proceso de Fabricación:	Olea Esencial → Se extrae el carbono orgánico de la caña de azúcar no OMG mediante un proceso Patentado. Este proceso de mezcla patentado se lleva a cabo dentro de un ambiente estéril → Aceites esenciales, ingredientes inertes y minerales están mezclados y calentado a una temperatura específica durante un período de tiempo específico → Proceso de enfriamiento y mantenimiento de consistencia → Control de Calidad & Pruebas
Composición / Análisis:	Silica (SiO₂): .265% Potasio (K₂O): .127% pH: 7.0 +-

Producto	Silica % SiO ₂	Potasio % K ₂ O	Aceite de Neem %	Aceite de menta%	Aceite de Citronela %	Extracto de Ajo %	Sacate de limón %	Ingredientes Inertes %
Insecta Pro	.265%	.127%	.007%	0.007%	0.007%	0.007%	0.007%	0.42%

Harmful ingredients:	No Aplica
Finished product:	Líquido opaco
Instrucciones / dilución:	<ol style="list-style-type: none"> 1) Mezclar 1-2 onzas (30-60 ml) de Insecta Pro en 5 galones (20 litros) de agua limpia. 2) Añada agua al depósito antes de agregar Insecta Pro. 3) Aplicar la mezcla líquida diluida Insecta Pro a hojas y o suelo cada 30-45 días durante el inicio de la siembra, según el objetivo de control, hasta 2 veces por semana, en crecimiento temprano, y en la formación de frutos. También se aplican a los cultivos y árboles para eliminar la cal, el moho y los residuos químicos. Insecta Pro es lo suficientemente segura como para enjuagar las cosechas, el equipo y los recipientes antes de transporte para reducir cualquier presencia de plagas y prolongar la vida de arancel.
Tasa de aplicación:	<p><u>Cultivos agronómicos</u> - 8-10 onzas (0.24 - 0,30 litros) de Insecta Pro en 40 - 50 galones (152 - 190 litros) de agua limpia por acre /por 0.40 hectárea.</p> <p><u>Pastos</u> - 8-10 onzas (0.24 - 0,30 litros) Insecta Pro en 40 - 50 galones (152 - 190 litros) de agua limpia por acre /por 0.40 hectárea.</p>

Almacenamiento

Almacenar en un lugar fresco fuera de la luz directa del sol.



www.ronaixinternational.com