



Por un Desarrollo Agrario
Integral y Sostenible

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA

DIRECCIÓN DE CIENCIAS AGRÍCOLAS

Trabajo de Tesis

Alternativas biológicas y botánicas como
opciones de manejo de insectos transmisores de
virus en cultivo de papaya (*Carica papaya* L.)
Finca San Carlos, Rivas, Nicaragua, 2024

Autor(es)

Br. Marcello Mansell Cajina

Asesor(es)

MSc. Trinidad Castillo Arévalo

Presentado a la consideración del honorable comité
evaluador como requisito final para optar al grado de
Ingeniero Agrónomo

Managua, Nicaragua
Noviembre, 2025

Este trabajo de graduación fue evaluado y aprobado por el honorable comité evaluador designado por la Dirección de Ciencias Agrícolas como requisito final para optar al título profesional de:

Ingeniero Agrónomo

Miembros del Comité Evaluador

<grado académico y nombre>
Presidente

<grado académico y nombre>
Secretario

<grado académico y nombre>
Vocal

Lugar y fecha: <Municipio>, Nicaragua, <día/mes/año>

DEDICATORIA

Dedico este trabajo de tesis a todas las personas que formaron parte de este camino de aprendizaje, moral, académica y profesionalmente. A los docentes que me transmitieron sus conocimientos y sus experiencias a lo largo de mi formación como Ingeniero Agrónomo, a mis compañeros de estudio con quienes compartí experiencia, apoyo y amistad, y a mi familia, que son mi inspiración y mi motivación para seguir creciendo como persona y profesionalmente. A todos los mencionados les dedico este gran logro en mi vida.

Br. Marcello Mansell Cajina

AGRADECIMIENTO

Inicialmente quiero agradecerle a Dios por permitirme vivir esta experiencia, por todas las bendiciones que me ha dado a lo largo de mi vida y por poner en mi camino a grandes personas que me han apoyado, guiado y que también me han dado su amistad sincera. Agradezco que Dios siempre estuvo y estará presente en todos los momentos buenos y difíciles de mi vida.

Quiero expresar mi más sincero agradecimiento a todas las personas que han sido parte de este proyecto y que han contribuido de alguna manera en su realización. Agradezco personal y muy sinceramente a mi asesor Ing. MSc. Trinidad Castillo Arévalo por su apoyo, su guía, su paciencia y su gran empatía para conmigo en todo el proceso de investigación.

A mi familia que siempre creyó en mí y me motivo a seguir siempre adelante, gracias por brindarme la fuerza y motivación para superar los obstáculos que surgieron durante este proyecto investigativo.

Por último, pero no menos importante a la Universidad Nacional Agraria por proporcionar los recursos necesarios para llevar a cabo la investigación y por acogerme desde un inicio como parte de ella.

Br. Marcello Mansell Cajina

ÍNDICE DE CONTENIDO

SECCIÓN	PÁGINA
DEDICATORIA	i
AGRADECIMIENTO	ii
ÍNDICE DE CONTENIDO	iii
ÍNDICE DE CUADROS	v
ÍNDICE DE FIGURAS	vi
ÍNDICE DE ANEXOS	vii
RESUMEN	viii
ABSTRACT	ix
I. INTRODUCCIÓN	1
II. OBJETIVOS	4
2.1. Objetivo general	4
2.2. Objetivos específicos	4
III. MARCO DE REFERENCIA	5
3.1 Generalidades de los insecticidas botánicos	5
3.1.1 Madero negro (<i>Gliricidia sepium Jacq</i>)	6
3.1.2 Crisantemos (<i>Chrysanthemum cinerariaefolium, Trevir</i>)	6
3.1.3 <i>Beauveria bassiana</i> en combinación con <i>Paecilomyces lilacinus</i>	6
3.2.5 chile + ajo + jabón (detergente)	7
3.3 Generalidades de insectos plagas en el cultivo de papaya	7
3.3.1 <i>Tetranychus urticae</i>	7
3.3.2 <i>Polyphagotarsonemus latus</i>	8
3.3.3 <i>Frankliniella occidentalis</i>	8
3.3.4 <i>Planococcus citri</i>	8
3.4 Generalidades de patógenos en el cultivo de papaya	8
3.4.1 Ring spot potyvirus	8
3.4.2 <i>Phytophthora</i> sp	9
3.4.3 <i>Colletotrichum</i> spp	9
3.4.4 <i>Cercospora papayae</i>	9
3.4.5 <i>Botrytis cinérea</i>	10

IV. MATERIALES Y MÉTODOS	11
4.1. Ubicación del estudio	11
4.2. Diseño metodológico	11
4.3. Variables evaluadas	12
4.4. Recolección de datos	12
4.4.1. Porcentaje de incidencia y severidad del daño de insectos por planta.	12
4.4.2. Insectos benéficos	14
4.5. Análisis de datos	14
4.6. Manejo agronómico	14
V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	16
5.1 Insectos plagas	17
5.2 Análisis de área bajo la curva en el progreso de la enfermedad	20
VI. CONCLUSIONES	22
VII. RECOMENDACIONES	23
VIII. LITERATURA CITADA	24
IX. ANEXOS	27

ÍNDICE DE CUADROS

CUADRO		PÁGINA
1.	Descripción de los tratamientos	12
2.	Escala para evaluación de la severidad del virus de la mancha anular del papayo	13
3.	Organismos plagas y benéficos encontrados en el cultivo de papaya (<i>Carica papaya</i> L.)	16

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA		PÁGINA
1.	Ubicación del estudio	11
2.	Fluctuación poblacional de insectos plagas en los meses de muestreo mediante aplicaciones inundativas de productos botánicos y microorganismos	17
3.	Efecto de los productos botánicos y microorganismos sobre la fluctuación poblacional de los insectos plaga	18
4.	Área bajo la curva en el progreso de la enfermedad	20

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO		PÁGINA
1.	Virosis presentada en el cultivo de papaya	27
2.	Muestreo realizado en las plantaciones de papaya	27
3.	Establecimiento de trampas cromáticas	28
4.	Aplicación de los tratamientos	28
5.	Prueba de Friedman y pruebas a posteriori	29
6.	Prueba de Friedman según efectos de los tratamientos	29

RESUMEN

La investigación se realizó con el objetivo de evaluar alternativas biológicas y botánicas para el manejo de insectos transmisores de virus en el cultivo de papaya (*Carica papaya* L.). Se estableció un diseño de bloques completamente al azar con seis tratamientos: extracto de madero negro, extracto de crisantemos, hongos entomopatógenos *Beauveria bassiana* y *Paecilomyces lilacinus*, mezcla de chile, ajo, jabón y un testigo absoluto. Las variables evaluadas fueron incidencia y severidad del daño de plagas, fluctuación poblacional de insectos plaga y benéficos, así como el área bajo la curva en el progreso de la enfermedad. Se identificaron como principales plagas *Bemisia tabaci*, *Tetranychus urticae*, *Empoasca kraemeri* y *Aphis fabae*, y entre los benéficos *Chrysoperla carnea*, *Polybia occidentalis*, arañas y tijeretas. Los resultados mostraron diferencias significativas entre tratamientos, siendo el extracto de madero negro y *Paecilomyces* los más efectivos en la reducción de la severidad del virus y control de poblaciones de insectos vectores, mientras que el tratamiento de chile, ajo, jabón y el de crisantemos también ejercieron efectos positivos, particularmente sobre *Bemisia tabaci*. Además, se comprobó que estas alternativas no afectaron negativamente a la entomofauna benéfica, lo que respalda su viabilidad dentro de un manejo integrado sostenible. En conclusión, los bioinsumos evaluados demostraron ser opciones eficaces y amigables con el ambiente para reducir el uso de agroquímicos sintéticos y contribuir al equilibrio ecológico en el cultivo de papaya.

Palabras clave: Manejo integrado de plagas, vectores, bioinsumos, entomofauna.

ABSTRACT

The research was conducted at San Carlos farm, Rivas, Nicaragua, between October 2023 and January 2024, with the objective of evaluating biological and botanical alternatives for the management of insect vectors of viruses in papaya (*Carica papaya* L.) cultivation. A randomized complete block design was established with six treatments: extract of *Gliricidia sepium* (madero negro), extract of chrysanthemums, entomopathogenic fungi *Beauveria bassiana* and *Paecilomyces* spp., a mixture of chili, garlic, soap, and an untreated control. The variables evaluated were incidence and severity of pest damage, population fluctuation of pest and beneficial insects, and the area under the disease progress curve. The main pests identified were *Bemisia tabaci*, *Tetranychus urticae*, *Empoasca kraemeri*, and *Aphis fabae*, while the beneficial fauna included *Chrysoperla carnea*, *Polybia occidentalis*, spiders, and earwigs. The results showed significant differences among treatments, with *Gliricidia sepium* extract and *Paecilomyces* being the most effective in reducing virus severity and controlling vector populations, while the chili, garlic, soap mixture and chrysanthemum extract also showed positive effects, particularly against *Bemisia tabaci*. Furthermore, these alternatives did not negatively affect beneficial entomofauna, supporting their viability within a sustainable integrated pest management approach. In conclusion, the evaluated bio-inputs proved to be effective and environmentally friendly options to reduce the use of synthetic agrochemicals and contribute to ecological balance in papaya cultivation.

Keywords: Integrated management of pests, vectors, bio-inputs, entomofauna.

I. INTRODUCCIÓN

La papaya es una planta tropical, el género carica pertenece a la familia Caricaceae y es originario de Centro América, extendiéndose desde el sur de México hasta Nicaragua. El género carica incluye 14 especies, de las que solamente 11 son comestibles, siendo de mucha importancia en todos los trópicos (Munguía, 1998).

El cultivo de la papaya en Nicaragua en los últimos años ha incrementado en cantidad y calidad. El cultivo de la papaya según el CENAGRO III (2011), precisa que en todo el país se contabiliza la siembra de 1,024 manzanas de papaya y Rivas utiliza 319 Mz, que genera 15.95 millones de unidades por año, superando por mucho a la Región Autónoma Atlántico Norte, que se ubica en segundo lugar con 118 manzanas principalmente, y la producción de Rivas se comercializa tanto en el mercado interno como externo, ya que la producción proveniente de la Isla de Ometepe se exporta a Centroamérica.

El departamento de Rivas tiene la mayor cantidad de áreas sembradas de papaya del país y la zona que posee las mejores condiciones agroclimáticas para la siembra de papaya, por las características edáficas y la abundancia del recurso agua (agua subterránea) para el establecimiento de explotaciones bajo riego. En Rivas es un rubro de alta relevancia agrícola, especialmente en la zona de Ometepe, Belén, Potosí, San Jorge (MIFIC, 2015).

Entre los insectos que representan un mayor problema desde el punto de vista fitosanitario, se mencionan *Tetranychus urticae*, *Polyphagotarsonemus latus*, *Frankliniella occidentalis* y *Planococcus citri*. Los principales patógenos son Ring spot potyvirus, *Phytophthora* sp, *Colletotrichum* sp, *Cercospora papayae* y *Botrytis cinerea* (Jiménez, 2002).

En Nicaragua no existen estudios del manejo de insectos transmisores virus. En los últimos años (1999-2009) se ha aumentado el uso indiscriminado de agroquímicos de origen sintéticos, que eliminan los enemigos naturales y contribuyen a provocar mayor calentamiento global. Productores de papaya a nivel mundial han sido testigo de la disminución de sus rendimientos de papaya hasta en un 50% producto de los virus transmitidos por insectos transmisores (Cabrera y García, 2010).

La papaya es un cultivo de alta rentabilidad con aceptables índices de producción y calidad, representa un rubro alternativo de exportación en la región, principalmente para el mercado Centroamericano. Desde algún tiempo atrás, la seguridad que el cultivo proporciona a los pequeños, medianos y grandes productores se ha visto amenazada por un conjunto de plagas y enfermedades que afectan a la planta y sus frutos (Martínez, 1998).

En el 2008 y 2009, se evaluaron alternativas botánicas y químicas sintéticas para el control de insectos transmisores de virus (Jiménez-Martínez et al., 2008, 2009), en este estudio se encontró que el uso de chile +jabón +ajo ejerce un control efectivo en época de primera (mayo-agosto).

Esta amenaza de plagas en papaya en el país es una gran oportunidad para que los especialistas en entomología, fitopatología y MIP de la UNA realicen investigaciones para conocer la bioecología de las especies de insectos e incidencias y severidades de patógenos encontrados, y es necesario que se realicen investigaciones para encontrar alternativas de manejo y control pero buscando alternativas botánicas y biológicas que no afecten el medio ambiente, no contaminen el agua ni el suelo y sean amigables con los enemigos naturales, tomando en cuenta opciones naturales.

Los resultados de esta investigación son esperados por los productores de papaya de Nicaragua, ya que les dará pautas de como conocer y enfrentar estas plagas, y manejarla muy bien, y que no cause mayores pérdidas en este ciclo productivo 2022 y en los ciclos venideros.

El propósito de esta investigación una vez finalizada es generar información científica a través de escritura de tesis y publicación de artículo científico, además compartir con los agricultores y técnicos de Nicaragua las herramientas suficientes de identificación temprana y sencilla de los insectos plagas y enfermedades asociadas al cultivo de papaya, que ayuden en la toma de decisiones y el manejo del cultivo. Este estudio vendrá a contribuir enormemente a la implementación de un plan integral de manejo a corto, mediano y largo plazo de los problemas fitosanitarios del cultivo de papaya y que a la vez ayude a los productores de este rubro a conocer, manejar y reducir los daños ocasionados por las plagas a las plantaciones de este cultivo. Por tal razón, se considera importante dicho estudio para generar información sobre el manejo de los principales insectos plagas y enfermedades asociadas a las papayas y que este estudio sirva como base para fortalecer nuestros conocimientos y brindar información que

puedan ser consideradas para el diseño de estrategias de manejo integrado de cultivo que sean eficientes y sostenibles.

II. OBJETIVOS

2.1. Objetivo general

Desarrollar opciones de manejo contra insectos transmisores de virus en el cultivo de papaya mediante alternativas biológicas y botánicas.

2.2. Objetivos específicos

Evaluar el efecto de 5 alternativas botánicas y biológicas para el control de insectos transmisores de virus en el cultivo de papaya.

Determinar el efecto de severidad de virosis y área bajo la curva en el progreso de la enfermedad en el cultivo de papaya.

III. MARCO DE REFERENCIA

Una de las técnicas de control de ácaros en el cultivo de papaya, es la utilización de microorganismos como *Beauveria bassiana* como control biológico que transmite la enfermedad de la Muscardina blanca, basta con dos bolsas de 300 gr para una ha, para combatir *Tretanyocchus urrticae* y también arañas rojas. (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [FAO], 2013).

Según Baños Guevara, et al. (2004) afirma que, el extracto de ajo reduce la severidad de la antracnosis en frutos de papaya y que además fue uno de los tratamientos con menores pérdidas de peso del fruto ya que evita en parte la deshidratación de los frutos.

El *Chrysanthemum indicum*, los componentes de las flores poseen las características de ser insecticida no sistémico que actúa por contacto, con acción neurotóxicas muy rápidas, causando inicialmente parálisis seguido de la muerte del insecto, a su vez es un poderoso repelente que hasta la fecha se sigue utilizando actualmente en su forma natural (Alzogaray, 1996, como se citó en Manzanares Rugama 2019).

Capsicum anum su principal sustancia activa es llamada capcicina que al ser aplicada sobre los insectos plaga genera una sensación de ardor en todo su cuerpo, por lo que es considerado un potente repelente que ocasiona que los insectos se alejen del cultivo evitando que estos dejen de alimentarse y mueren (Vendramim, 2000).

Según Jimenez-Martinez y Gomez-Martinez (2011) “se encontró que los tratamientos chile + ajo + jabón fueron los tratamientos más efectivos para el manejo del chinche patas de hoja y la mosquita negra en el cultivo del marañón, ya que los árboles tratados con estos insecticidas presentaron las menores poblaciones”. (p.11).

3.1 Generalidades de los insecticidas botánicos

Desde hace mucho tiempo se ha observado que algunas plantas tienen un poder repelente o causan algún efecto en los insectos plagas. Este tipo de plaguicidas se ha usado por varios siglos en algunas de las culturas africanas. Los plaguicidas botánicos por ser derivados de las plantas,

se cree que son amigables con el ambiente, es decir que no causan contaminaciones al medio. (García, 2000).

3.1.1 Madero negro (*Gliricidia sepium Jacq*)

Lanuza y Rizo (2012) señalan que el extracto a base de madero negro `` es un insecticida y abono foliar, su toxicidad se debe a la conversión por las bacterias de cumarinas a dicoumerol durante la fermentación`` (p. 8).

Para la elaboración se debe triturar 1 libra de hojas de madero negro en 2 litros de agua, luego agregarle más agua hasta completar 5 litros de preparado, dejar reposar por 24 horas y por último colar y aplicar un 1 litro de mezcla en 20 litros de agua. Ejerce acción únicamente para *Bemisia tabaci* y áfidos (Jiménez-Martínez, 2016).

3.1.2 Crisantemos (*Chrysanthemum cinerariaefolium, Trevir*)

Pertenece a la familia Asteraceae, siendo la principal sustancia activa la piretrina. Según Jiménez-Martínez y Valera (2013) describen que el piretro es un insecticida de 6 contacto obtenido de sus flores; los componentes de esta planta con actividad insecticida son seis esteres formados por la combinación de ácidos crisantemicos y piréticos además los alcoholes piretrolona, cinerolona y jasmolona. El modo de acción consiste en que los compuestos extraídos de las flores actúan sobre el sistema nervioso central y el sistema nervioso periférico de los insectos. Penetran la cutícula del insecto hasta llegar a los centros nerviosos. (p. 61).

Su preparación consiste en triturar las hojas y los tallos en 1 litro de agua, luego dejar fermentar por 24 horas, posteriormente disolver la mezcla en 11 litros de agua y por último colar y aplicar completando los 20 litros. Se utiliza para mosca blanca, áfidos, chinches, cogollero y nematodos. (Jiménez-Martínez, 2016).

3.1.3 *Beauveria bassiana* en combinación con *Paecilomyces lilacinus*

Ambos son hongos entomopatógenos, cuyo proceso inicia cuando las esporas se adhieren a la cutícula produciéndose un tubo germinativo el cual penetra al interior del insecto y un apresorio que se fija en la cutícula. La penetración se lleva a cabo por un mecanismo físico debido a la presión ejercida, la cual rompe las áreas esclerosadas y membranosas de la cutícula. Mientras

que el mecanismo químico consiste en la acción enzimática por proteasas, lipasas y quitinasas causando la descomposición del tejido en la zona de penetración. Por último, la hifa se ensancha ramificando dentro de los tejidos del insecto, colonizándolo completamente. (Jiménez-Martínez, 2009).

Beauveria bassiana: pertenece a la clase Deuteromycetes. Los insectos muertos infectados por especies de *Beauveria*, presentan una cubierta blanca algodonosa muy densa sobre el cuerpo, la cual esta formada por el micelio y esporulación del hongo. (Castillo et. al., 2014).

Paecilomyces spp: En la naturaleza este hongo es encontrado como habitante del suelo, teniendo la habilidad de sobrevivir en materia orgánica en el suelo y siempre se encuentra presente en el campo principalmente en zonas húmedas. (Universidad Nacional Agraria [UNA] y Fundación Para el Desarrollo Tecnológico Agropecuario y Forestal de Nicaragua [FUNICA], 2009).

3.2.5 chile + ajo + jabón (detergente)

El ingrediente activo es la Capcicina contenida en la semilla de chile. Para su elaboración hay que machacar el chile en un recipiente, una vez machacado mezclarlo con 5 litros de agua dejándolo reposar por 24 horas, transcurridas las 24 horas rallar $\frac{1}{4}$ de jabón y desbaratarlo en 1 litro de agua, por último, colar y agregar a los 5 litros de agua con chile. La dosificación es 1 litro de la mezcla por 20 litros de agua. Funciona principalmente para el acaro blanco (*Poliphagotarsonemus latus*) también para mosca blanca, pulgones y gusanos. (Jiménez-Martínez, 2009).

3.3 Generalidades de insectos plagas en el cultivo de papaya

3.3.1 *Tetranychus urticae*

Comúnmente conocido como arañita roja, dañan parte de las plantas pinchando y succionando el jugo de los tejidos. Provocando la caída prematura de las hojas, reducen el vigor del árbol y causan imperfecciones externas sobre la superficie de la fruta. Los ataques de *Tetranychus urticae* se presentan en épocas secas y cabe señalar que este acaro no siempre es de color rojo y en el cultivo de papaya es común observar ácaros de color blancos. (Cepeda y Calderón, 1996).

3.3.2 *Polyphagotarsonemus latus*

Polyphagotarsonemus latus es una especie cosmopolita su principal daño es la reducción o deformación de hojas jóvenes, brotes, flores y frutos. Sus síntomas se presentan como una clorosis y las hojas se enrollan. Cabe resaltar que este daño es similar al causado por el Virus de la mancha anular del papayo (PRSV). (Alcántara et. al., 2011).

3.3.3 *Frankliniella occidentalis*

Luis De Santis (1995, como se citó en Cáceres et. al., 2011) señala que este trips provoca dos tipos de daños, el primero es que al alimentarse de frutos en estos se manifiesta manchas plateadas de bordes irregulares, en hojas como manchas bronceadas en el envés y amarillamiento en la cara superior. Y el daño por oviposición en tejidos tiernos consiste en abultamientos que se ven como puntuaciones cloróticas en hojas observadas al trasluz llegándose a observar también el daño por oviposición en frutos verdes.

3.3.4 *Planococcus citri*

Conocida comúnmente por el nombre de cochinilla algodonosa la cual succiona sabia de las hojas, provocando el debilitamiento del árbol y la caída de frutos. Además, segrega abundante melaza llegándose a cubrir de fumagina las hojas, ramas y frutos. (Jiménez y Rodríguez, 2014).

3.4 Generalidades de patógenos en el cultivo de papaya

3.4.1 Ring spot potyvirus

Es el agente causal de la enfermedad conocida como mancha anular de la papaya (PRSV), sus síntomas se presentan en hojas, tallos y frutos; en las hojas presentan decoloraciones, deformaciones, alargamientos, vejigas, reducción de su tamaño y en los peciolo aparecen rayas longitudinales aceitosas de color verde oscuro. En el tallo se presentan manchas de forma irregular. En los frutos se observan puntos aceitosos de color verde oscuro y círculos en forma de anillo y en casos severos, el crecimiento se retarda, provocando un acortamiento de los peciolo y defoliación prematura (Acosta y Leon, 2003).

3.4.2 *Phytophthora* sp

En el cultivo de papaya los *Phytophthora* que se destacan son *Phytophthora palmivora* y *Phytophthora capsici* ocasionando la marchitez o muerte de la planta y el hongo de agua en fruta.

Los síntomas se caracterizan por la formación de burbujas en la base del tronco en donde hace contacto con el suelo, el cual a su vez se vuelve marrón, luego negro y termina contagiando todo el tronco. Cabe destacar que los árboles jóvenes son los más susceptibles a este hongo debido a que aún no presentan formación de lignina (Chemonics International Inc, 2009).

3.4.3 *Colletotrichum* spp

Antracnosis o sarna de la papaya es causada por el patógeno *Colletotrichum gloeosporoides*, siendo esta la enfermedad postcosecha más importante. Según Jara y Jirón (1997) señalan que:

Colletotrichum gloeosporoides es una enfermedad cosmopolita y está determinada grandemente por las condiciones ambientales. En las hojas sus síntomas se manifiestan como pequeñas manchas acuosas, de forma irregular que se alargan con el tiempo y se vuelven de color café claro. Cuando las lesiones se vuelven viejas el centro se vuelve de color oscuro y a veces se cae. Las hojas más viejas son las más susceptibles. Mientras que en los frutos se presenta como áreas pequeñas, redondas y acuosas, sus lesiones crecen más rápidamente mientras más madura está la fruta y estas no solamente son internas, sino que también el hongo penetra en la fruta, dándole a la pulpa un sabor desagradable. (pp. 9-10).

3.4.4 *Cercospora papayae*

Ataca a las hojas y frutos. Provoca manchas grisáceas en las hojas, y lesiones negras en los frutos afectados. Se presenta principalmente al inicio de las lluvias, acentuándose en la medida que estas se hacen más intensas” (Jara y Jirón, 1997, p.9).

Pequeños puntos negros en la fruta que se agrandan hasta 3 mm de ancho; las manchas, aunque no son claras en frutos verdes, se hacen visibles al madurar; las lesiones en las hojas son de forma irregular y de color gris-blanco; Si la infestación es severa, las hojas pueden volverse amarillas y necróticas y caer de la planta (Luis Ángel, 2020).

3.4.5 *Botrytis cinerea*

“La *Botrytis cinerea* es un hongo necrotrófico, lo que significa que cuando se instala en una planta mata a su anfitrión con el objetivo de obtener los nutrientes necesarios para su desarrollo. Su infección se conoce como moho gris porque en su desarrollo adquiere una apariencia parecida a la pelusa gris” (DECCO, 2019, parr.2).

IV. MATERIALES Y MÉTODOS

4.1. Ubicación del estudio

El estudio se llevó a cabo en la finca San Carlos, propiedad del Sr. Carlos Baldelomar, ubicada en el departamento de Rivas, comarca Popoyuapa, en las coordenadas 11°27'17" latitud norte y 85°49'48" longitud oeste, a una altura de 65 metros sobre el nivel del mar (m.s.n.m.). La humedad relativa promedio es de 74%, con temperaturas que van desde los 23 - 33 °C.



Figura 1. Ubicación del estudio

4.2. Diseño metodológico

El ensayo se estableció en el periodo comprendido de la segunda semana del mes de octubre 2023 a finalizar en la tercera semana del mes de enero del 2024, en campo abierto. Se realizaron muestreos cada 15 días.

Se estableció un diseño de bloques completamente al azar (BCA) en una plantación de papaya (*Carica papaya* L.) variedad “Guajira”, en un área de ensayo de 540 m², conformada por seis parcelas de 36 m de largo por 15 m de ancho. El ensayo incluyó seis tratamientos con ocho repeticiones cada uno, utilizando un total de 168 plantas distribuidas en 28 plantas por tratamiento. Para la evaluación de virosis, se realizó un muestreo de siete plantas por tratamiento, obteniendo un total de 42 plantas muestreadas.

4.2.1. Descripción de los tratamientos

Tratamientos	Tipo de control	Dosis/mz	Dosis/planta
T1: Extracto de Madero negro	Botánico	10 lt	180 ml
T2: Extracto de Crisantemos o flor de muerto	Botánico	10 lt	180 ml
T3: <i>Beauveria bassiana</i> (cepa UNA)	Biológico	300 gr (1×10^{12})	180 cc
T4: <i>Paecilomyces sp.</i>	Biológico	300 gr (1×10^{12})	180 cc
T5: Insecticida de chile + ajo + jabón	Botánico	10 lt	180 ml
T6: Testigo absoluto.	Sin aplicación	---	---

Cuadro 1. Descripción de los tratamientos

4.3. Variables evaluadas

- Incidencia del daño de plagas por planta
- Severidad del daño de las plagas por planta
- Número y tipo de organismo benéfico por planta

4.4.Recolección de datos

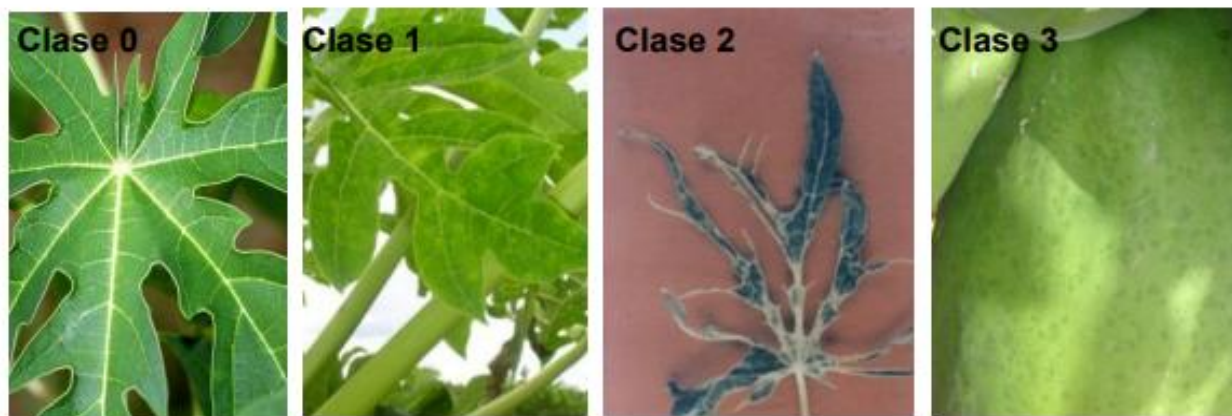
La información o datos obtenidos en todas las etapas del estudio fueron los siguientes:

- Género de insectos encontrados
- Número de especímenes por genero de insecto
- Frecuencia de intercepción
- Cálculo de incidencia y severidad del daño de las plagas al cultivo

4.4.1. Porcentaje de incidencia y severidad del daño de insectos por planta.

La incidencia se calculó como el porcentaje de plantas que presentaban síntomas de daño por insectos chupadores en relación al total de plantas muestreadas, mientras que la severidad se estimó como el porcentaje de tejido afectado en cada planta, utilizando la escala propuesta por López et al. (2009). Para la medición de virosis, se muestrearon siete plantas por tratamiento, totalizando 42 plantas. Estos datos permitieron evaluar la eficacia de las seis alternativas

biológicas y botánicas aplicadas, y su impacto tanto en la reducción de plagas como en la conservación de enemigos naturales del cultivo de papaya.



Cuadro 2. Escala para evaluación de la severidad del virus de la mancha anular del papayo (López et al, 2009)

Para obtener el grado porcentual de la incidencia se utilizó la siguiente fórmula: número de plantas con síntomas del daño entre el número total de planta totales multiplicada por 100.

$$incidencia (\%) = \frac{total\ de\ plantas\ con\ síntomas\ de\ virosis}{número\ de\ plantas\ muestreadas} \times 100$$

Para obtener el grado porcentual de la severidad se utilizó la fórmula general planteada por Vanderplank, 1963.

$$S(\%) = \frac{\sum i}{N(Vmax)} \times 100$$

Donde:

S = Porcentaje de severidad

$\sum i$ = Sumatoria de severidad en plantas muestreadas

N = Número de plantas muestreadas

V_{\max} = Valor máximo de la escala

4.4.2. Insectos benéficos

Además del monitoreo de las poblaciones de insectos vectores de virus, se realizó simultáneamente el registro de la ocurrencia poblacional de enemigos naturales presentes en el cultivo de papaya (*Carica papaya* L.). Este enfoque permitió evaluar el impacto de las alternativas biológicas y botánicas sobre la entomofauna benéfica.

4.5. Análisis de datos

Se realizó análisis de varianza no paramétrico, dado que las variables evaluadas no cumplieron con los supuestos para realizar pruebas paramétricas, para este análisis se utilizó la prueba estadística de Friedman. El análisis se llevó a cabo a través del uso del paquete estadístico InfoStat 2020. Para determinar la fluctuación poblacional de insectos plagas y benéficos se utilizaron gráficos de líneas con marcadores, utilizando el paquete Microsoft Excel.

4.6. Manejo agronómico

El ensayo se desarrolló en seis parcelas de 36 m de largo por 15 m de ancho, abarcando un área total de 540 m². Cada bloque experimental fue debidamente rotulado y señalado mediante cintas de colores para identificar los tratamientos aplicados: tratamiento 1 con cinta rosada, tratamiento 2 con cinta naranja, tratamiento 3 con cinta verde, tratamiento 4 con cinta morada, tratamiento 5 con cinta blanca y tratamiento 6 (testigo absoluto) con cinta blanco-morado. Las plantas seleccionadas para la evaluación de virosis fueron marcadas con cintas verde-anaranjado, facilitando su identificación durante los muestreos.

La preparación de los tratamientos incluyó la dosificación precisa de los hongos entomopatógenos, los cuales fueron pesados y diluidos en agua antes de su aplicación mediante bomba mochila. De igual forma, los extractos botánicos fueron medidos cuidadosamente para asegurar la uniformidad en la aplicación. Las aplicaciones se realizaron en horas de la mañana, con una frecuencia quincenal. Previo a cada aplicación, se efectuaron muestreos de insectos plaga y enemigos naturales, permitiendo registrar la dinámica poblacional de la entomofauna presente.

La dosis por planta fue calculada mediante una regla de tres, asegurando la correspondencia entre la cantidad aplicada y el número de plantas por tratamiento. Además del efecto de los tratamientos sobre los insectos vectores de virus, se evaluó su impacto sobre la entomofauna benéfica. Para ello, se establecieron cuatro puntos de muestreo por parcela, en los cuales se seleccionaron siete plantas por punto, totalizando 28 plantas muestreadas cada quince días. Los muestreos se realizaron en horas de la mañana, bajo condiciones homogéneas de luz y temperatura, con el fin de minimizar variaciones en la observación de los organismos.

V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Durante el desarrollo del ensayo se registró la presencia de diversas especies de insectos plaga, entre las cuales se identificaron adultos de *Bemisia tabaci* (3,588 individuos), ninfas de *B. tabaci* (2,177 individuos), *Empoasca kraemeri* (444 individuos), *Tetranychus urticae* (1,431 individuos) y *Aphis fabae* (41 individuos). Asimismo, se observaron insectos benéficos que incluyeron ejemplares de *Polybia occidentalis* (118 individuos), *Chrysoperla carnea* (116 individuos), individuos del orden *Arachnida* (93 individuos) y *Forficula auricularia* (24 individuos) a como se detalla en el siguiente cuadro.

Tipo de organismo	Nombre científico	Estadio	Orden	Categoría	Número de individuos
Plaga	<i>Bemisia tabaci</i>	Adulto	Hemíptera	Chupador	3,588
	<i>Bemisia tabaci</i>	Ninfa	Hemíptera	Chupador	2,177
	<i>Empoasca kraemeri</i>	Adulto	Hemíptera	Chupador	444
	<i>Tetranychus urticae</i>	Adulto	Trombidiformes	Raspador-Chupador	1,431
	<i>Aphis fabae</i>	Adulto	Hemíptera	Picador-Chupador	41
Benéfico	<i>Polybia occidentalis</i>	Adulto	Himenóptera	Depredador	118
	<i>Chrysoperla carnea</i>	Adulto	Neuróptera	Depredador	116
	<i>Arachnida</i>	Adulto	Aranae	Depredador	93
	<i>Forficula auricularia</i>	Adulto	Dermáptera	Depredador	24

Cuadro 3. Organismos plagas y benéficos encontrados en el cultivo de papaya (*Carica papaya* L.)

5.1 Insectos plagas

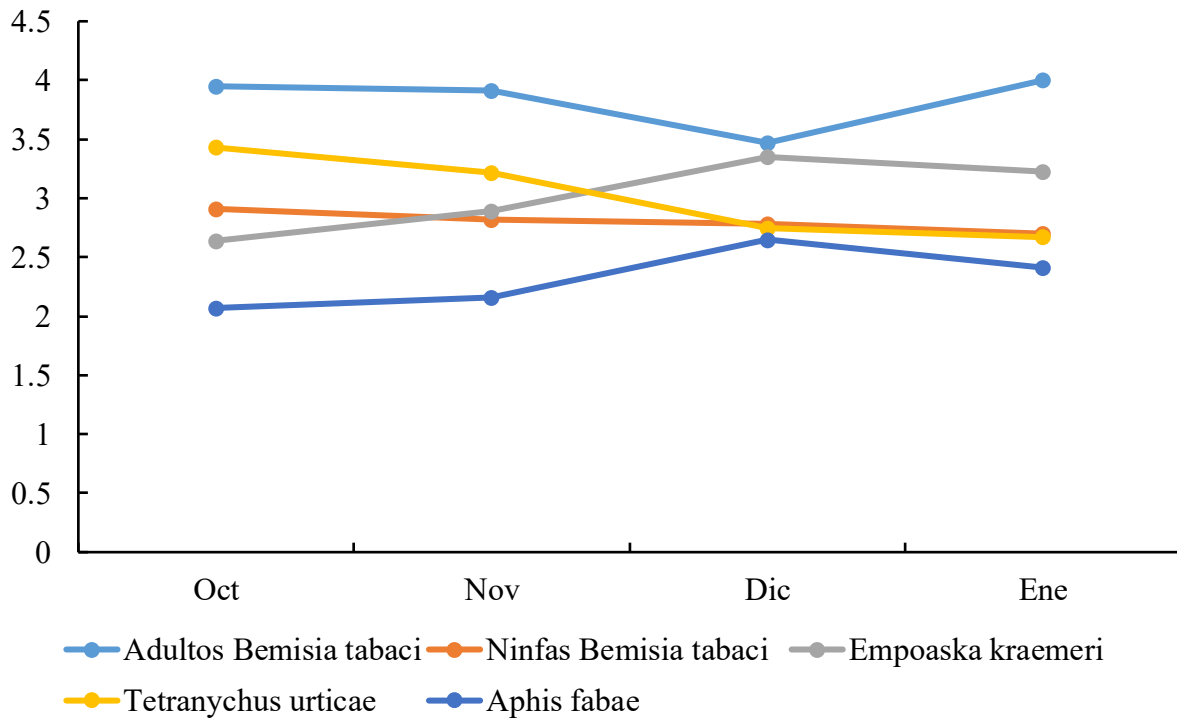


Figura 2. Fluctuación poblacional de insectos plagas en los meses de muestreo mediante aplicaciones inundativas de productos botánicos y microorganismos

De acuerdo con los resultados obtenidos mediante el análisis estadístico, se identificaron diferencias significativas ($p: <0.0001$) en la fluctuación poblacional de los insectos plaga a lo largo de los meses evaluados. Entre las especies registradas, *Aphis fabae* presentó la menor incidencia relativa, lo que sugiere una menor presión poblacional en comparación con otras especies durante el periodo de muestreo.

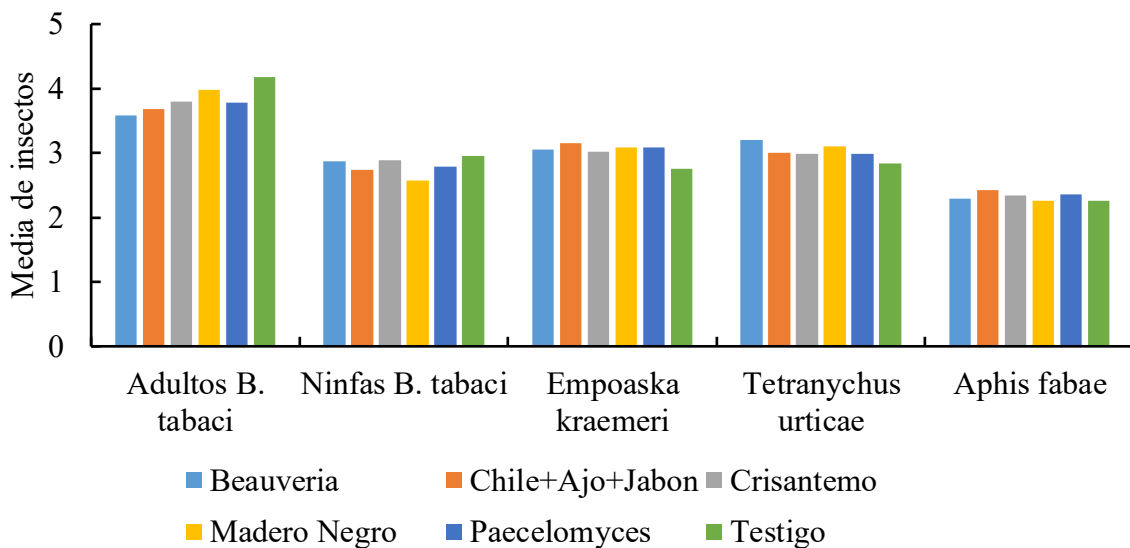


Figura 3. Efecto de los productos botánicos y microorganismos sobre la fluctuación poblacional de los insectos plaga

De acuerdo con los resultados obtenidos mediante el análisis estadístico, se identificaron diferencias significativas en la fluctuación poblacional de los insectos plaga entre cada uno de los tratamientos aplicados, siendo *Aphis fabae* el que presentó la menor incidencia en cada uno de los tratamientos.

Miranda y López (2024) evaluaron diversas alternativas biológicas y botánicas para el manejo de insectos plaga en el cultivo de papaya. Se destaca que la aplicación de una mezcla compuesta por chile (*Capsicum annuum* L.), ajo (*Allium sativum* L.) y jabón neutro, así como el uso de extractos de crisantemo (*Chrysanthemum cinerariaefolium*, Trevir), resultaron particularmente eficaces en la reducción de las poblaciones adultas de *Bemisia tabaci*. Por otro lado, los tratamientos a base de madero negro (*Gliricidia sepium*, Jacq) y el hongo entomopatógeno *Paecilomyces lilacinus* mostraron un mayor efecto de control sobre el estado ninfal de *B. tabaci* y los adultos de *Aphis fabae*, evidenciando su potencial como herramientas sostenibles dentro de un enfoque de manejo integrado de plagas

Dada a los pocos de estudios específicos que aborden el control de *Aphis fabae* mediante los tratamientos evaluados en el presente ensayo, se recurrió a la revisión de investigaciones previas que emplearon dichos tratamientos en otras especies de áfidos pertenecientes al mismo orden

(Hemiptera) y familia (Aphididae). Esta aproximación permitió contextualizar los resultados obtenidos y establecer comparaciones relevantes dentro de un marco taxonómico similar.

Según el estudio realizado por Zamani *et al.* (2013), la aplicación del hongo entomopatógeno *Beauveria bassiana* sobre poblaciones de *Aphis fabae* resultó en una tasa de mortalidad del 42,4%. Estos resultados evidencian el potencial biocontrolador de *B. bassiana* frente a esta especie de áfido, destacando su eficacia como una alternativa sostenible en el manejo integrado de plagas.

En la investigación desarrollada por Morales *et al.* (2021) sobre el manejo de áfidos en el cultivo de loroco (*Fernaldia pandurata*), se determinó que el producto Pirex® EC, formulado a base de extractos de crisantemo (*Chrysanthemum cinerariaefolium*, Trevir) y canela (*Cinnamomum zeylanicum*), fue el tratamiento más eficaz, logrando niveles de control entre el 70 % y el 80 %. Esta alta eficacia se atribuye a la acción de las piretrinas, compuestos activos presentes en el extracto de crisantemo, ampliamente reconocidos por su efectividad en el control de insectos plaga como pulgones, cochinillas y trips.

En el estudio llevado a cabo por Castillo *et al.* (2014), se evaluó el impacto de los hongos endófitos entomopatógenos *Beauveria bassiana* y *Paecilomyces lilacinus* sobre la supervivencia del pulgón del algodón (*Aphis gossypii*, Glover). Los resultados indicaron que *P. lilacinus* provocó una mortalidad del 60 % en *A. gossypii*, mientras que *B. bassiana* alcanzó un 57 % de mortalidad. Estos hallazgos evidencian la eficacia de ambos hongos como agentes de control biológico, con un efecto ligeramente superior por parte de *P. lilacinus* en las condiciones evaluadas.

A pesar de esta limitación, se logró identificar una base de estudios previos que, aunque no directamente comparables en términos de especies o metodologías exactas. Dichos estudios, realizados tanto en condiciones de laboratorio como de campo y abarcando diversas especies vegetales y órdenes de insectos, permitieron analizar y discutir los hallazgos del presente trabajo en relación con la literatura científica existente, contribuyendo así a la interpretación y el significado de los resultados obtenidos.

5.2 Análisis de área bajo la curva en el progreso de la enfermedad

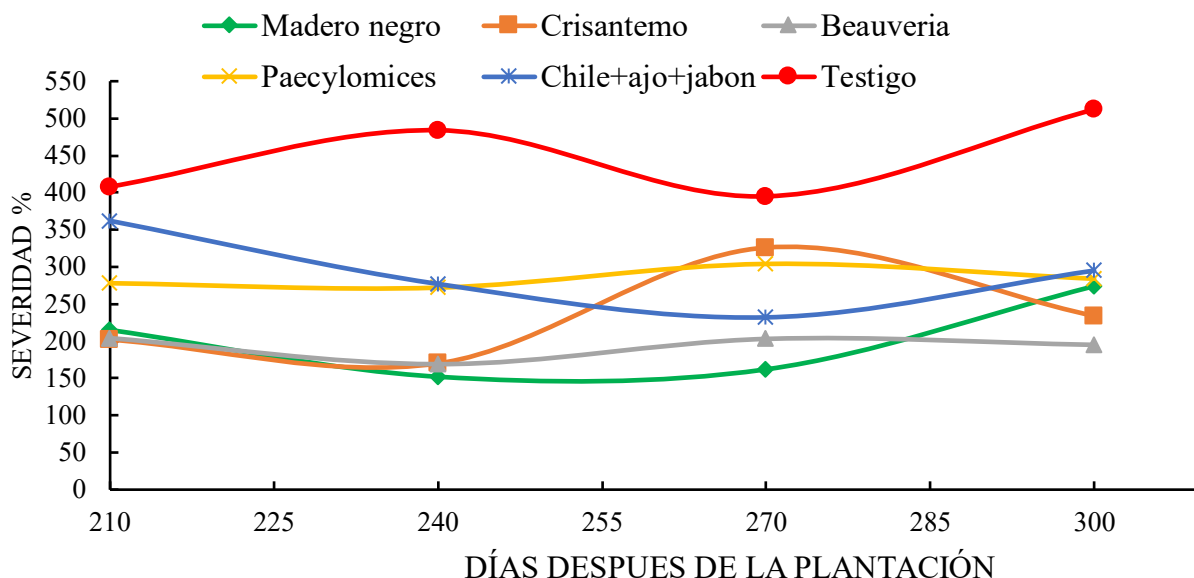


Figura 4. Área bajo la curva en el progreso de la enfermedad

El análisis del Área Bajo la Curva en el Progreso de la Enfermedad (ABCPE), calculado entre los 210 y 300 días post-plantación, es fundamental para evaluar la eficacia de los tratamientos en el control de insectos vectores transmisores de virus, y consecuentemente, en la reducción de la severidad de la enfermedad viral. La marcada diferencia en la dinámica de la severidad entre los tratamientos refleja su dispar capacidad para mitigar la transmisión del patógeno.

El Testigo al carecer de intervención para el control de vectores, exhibió consistentemente la mayor severidad de la enfermedad, superando el 500% al final del monitoreo. Esto indica la alta presión de los insectos vectores y la progresión agresiva de la enfermedad viral en ausencia de medidas de control vectorial.

En contraste, los tratamientos de Madero negro y *Paecilomyces* demostraron ser los más efectivos en el manejo de la enfermedad. Mantuvieron la severidad en los niveles más bajos lo que sugiere una alta eficacia en el control de las poblaciones de insectos vectores. La eficacia de Madero negro podría atribuirse a propiedades insecticidas, repelentes o antialimentarias sobre los vectores, derivadas de sus metabolitos secundarios. Por su parte, la acción de *Paecilomyces* como agente de control biológico de insectos es bien conocida, ejerciendo su efecto mediante infección y mortalidad de los vectores.

La disponibilidad de información específica concerniente a la aplicación de insecticidas botánicos y hongos entomopatógenos para el control de plagas asociadas al cultivo de papaya fue limitada. Esta restricción impidió establecer comparaciones directas y concluyentes con los resultados reportados en investigaciones previas bajo condiciones experimentales controladas.

Según el estudio desarrollado por Torres-López et al. (2019), en el cual se evaluó el impacto de tres formulaciones orgánicas y una formulación comercial de *Trichoderma harzianum* como inductores de resistencia frente al virus del mosaico dorado en *Capsicum annuum*, se observó que la inoculación con *T. harzianum* promueve la activación de los mecanismos de defensa endógenos de la planta. Este proceso contribuye a una desaceleración en la tasa de propagación viral, lo cual representa un factor clave en la mitigación de pérdidas económicas asociadas a enfermedades de ciclo simple. Cabe destacar que, en este tipo de patologías, la duración del ciclo constituye un elemento determinante; sin embargo, en el caso de las enfermedades virales, esta variable no puede ser modificada mediante intervenciones fitosanitarias curativas, dado que las infecciones virales no pueden ser detenidas ni erradicadas una vez establecidas en el hospedero.

VI. CONCLUSIONES

Los resultados del estudio evidencian que el uso de alternativas biológicas y botánicas constituye una estrategia eficaz para el manejo de insectos vectores de virus en el cultivo de papaya. Se encontraron diferencias altamente significativas entre los tratamientos aplicados ($p < 0.0001$), destacando el extracto de *Gliricidia sepium* (madero negro) y el hongo entomopatógeno *Paecilomyces lilacinus* como los más efectivos en la reducción de poblaciones de insectos vectores, especialmente en ninfas de *Bemisia tabaci* y adultos de *Aphis fabae*. El tratamiento compuesto por chile, ajo y jabón, así como el extracto de crisantemos, también mostraron efectos positivos sobre adultos de *B. tabaci*, aunque en menor magnitud. El testigo absoluto presentó las mayores poblaciones de plagas, confirmando la necesidad de implementar medidas de control.

El análisis del Área Bajo la Curva en el Progreso de la Enfermedad (ABCPE) reflejó diferencias claras entre tratamientos. El testigo alcanzó los valores más altos, lo que indica la mayor severidad de la enfermedad en ausencia de control. En contraste, el extracto de madero negro y *Paecilomyces lilacinus* mantuvieron los niveles más bajos, confirmando su eficacia en la mitigación de la progresión viral. Otros tratamientos como *Beauveria bassiana* y la mezcla de chile, ajo y jabón mostraron reducciones intermedias, mientras que el extracto de crisantemos presentó un comportamiento variable.

Asimismo, se observó que ninguno de los tratamientos evaluados afectó negativamente a la entomofauna benéfica, incluyendo especies como *Chrysoperla carnea* y *Polybia occidentalis*. Esto respalda la sostenibilidad de estas alternativas dentro de un enfoque de manejo integrado de plagas, contribuyendo a la reducción del uso de agroquímicos sintéticos y a la conservación del equilibrio ecológico en el agroecosistema.

VII. RECOMENDACIONES

Se recomienda fomentar el uso de extractos botánicos como el de *Gliricidia sepium* y agentes biológicos como *Paecilomyces spp.* en programas de manejo integrado de plagas en el cultivo de papaya, debido a su alta eficacia en la reducción de la severidad de enfermedades virales y el control de insectos vectores.

Se recomienda realizar las aplicaciones de los tratamientos en horas de la mañana, cada quince días, siguiendo el protocolo establecido en el presente estudio. Este intervalo permitió una adecuada evaluación del efecto de los bioinsumos sobre las poblaciones de insectos plaga y benéficos, así como sobre la severidad de la enfermedad viral.

Se sugiere realizar monitoreos periódicos de las poblaciones de insectos plaga y benéficos, con el fin de ajustar oportunamente las estrategias de manejo y evitar desequilibrios ecológicos que puedan comprometer la sostenibilidad del agroecosistema.

Se propone continuar con investigaciones complementarias que evalúen la eficacia de estos tratamientos en diferentes condiciones agroclimáticas y ciclos productivos.

VIII. LITERATURA CITADA

- Acosta, N. y Leon, G. (2003). Enfermedades y plagas de la papaya. Corpoica La Libertad.
- Alcantara, J., Santillan, M., Otero, G., Mora, A., Gutierrez, M. y Hernandez, E. (2011). Relación entre *Polyphagotarsonemus latus* (Acari: Tarsonemidae) y el virus de la mancha anular del papayo (PRSV-p). *Revista Colombiana de Entomología*, 37(2), 228 – 233.
- Arpaia, M. L. y Kader, A.A. (2002). Papaya, Recomendaciones para Mantener la Calidad Postcosecha.
- Baños Guevara, P.E., Zavaleta Mejía, E., Colina León, M.T., Luna Romero., I., Gutierrez Alonso, J.G. (2004). Control Biológico de *Colletotrichum gloeosporioides* [(Penz.) Penz. y Sacc.] en Papaya Maradol Roja (*Carica papaya* L.) y Fisiología Postcosecha de Frutos Infectados. *Revista Mexicana de Fitopatología*, 22(2) 198-205.
- Cabrera Menderos, D., García Hernández, D., Caballero Álvarez, M. W., García Mena, P. L. y Potal Villafaña, O. (2011). Manejo de la mancha anular de la papaya mediante el uso de malla antiáfidos en viveros de *Carica papaya* L. var. maradol roja. *Fitosanidad*, 15(4), 241-244.
- Caceres, S., Miño, V., y Aguirre, A. (2011). *Guía practica para la identificación y el manejo de las plagas del pimiento*. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria.
- Calderon, G., y Cepeda, R. (1996). Control de enfermedades y plagas en el melón y la papaya. Instituto Colombiano Agropecuario ICA.
- Campbell, C. L y Madden, L. V. (1990). *Introducción a la epidemiología de las enfermedades de las plantas*. John Wiley & Sons.
- Castillo, C., Cañizalez, L., Valera, R., Godoy, J., Guedez, C., Olivar, R. y Morillo, S. (2014). Caracterización morfológica de *Beauveria bassiana*, aislada de diferentes insectos en Trujillo–Venezuela. *Academia*, 11(23), 275–281.
- Castillo, D., Zhu-Salzman, K., Ek-Ramos, M., & Sword, G. (2014). The entomopathogenic fungal endophytes *Purpureocillium lilacinum* (formerly *Paecilomyces lilacinus*) and *Beauveria bassiana* negatively affect cotton aphid reproduction under both greenhouse and field conditions. *PLOS ONE*, 9(8). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0103891>.
- Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo. (1988). *La formulación de recomendaciones a partir de datos agronómicos: Un manual metodológico de evaluación económica*.
- Chemomics International Inc. (2009). *Proyecto de desarrollo de la cadena de valor y conglomerado agrícola: Cultivo de la papaya (Carica papaya)*. Manual de cultivo de la papaya.

- Conglomerado Agrícola. Cultivo de la Papaya (Carica papaya). Manual de cultivo de la Papaya.
- DECCO Ibérica. (2019, octubre 2). *Cómo combatir la podredumbre gris (Botrytis cinerea) en poscosecha*. <https://www.deccoiberica.com>.
- Fundación para el Desarrollo Tecnológico Agropecuario y Forestal de Nicaragua. (2009). *Guía: Uso y manejo de Paecilomyces lilacinus para el control de nematodos..*
- García, G. (2000). *Evaluación de plaguicidas biológicos y botánicos para el control de Plutella xylostella en el repollo* [Tesis de licenciatura, Universidad Nacional de Agricultura, Honduras].
- Jiménez Díaz, J. A. (2002). Manual práctico para el cultivo de la papaya hawaiana. Editorial EARTH.
- Jiménez, E. (2016). *Guía técnica: Preparación y uso de bio-plaguicidas para el manejo de plagas y enfermedades agrícolas en Nicaragua*. Universidad Nacional Agraria.
- Jiménez, E., y Varela, G. (2013). Módulo práctico: manejo integrado de plagas. Universidad Nacional Agraria.
- López, M. T., Rivas-Flores, A. W., & Cienfuegos, M. P. (2019). Inducción de resistencia al virus del mosaico dorado del chile dulce (*Capsicum annuum* L.) mediante el uso de preparados orgánicos y *Trichoderma harzianum* Rifai en fase de vivero. *Revista Agrociencia*, 3(13), 50–63..
- Madden, L. V., & Campbell, C. L. (1990). Nonlinear disease progress curves. En J. Kranz (Ed.), *Epidemics of plant diseases: Ecological studies (Analysis and synthesis)* (pp. 181–229). Springer.
- Madden, LV and Campbell, CL. 1990. Nonlinear Disease Progress curves. Department of Plant Pathology the Ohio State University - EU. 2 p.
- Martínez, E. (1998). *Crecimiento, desarrollo y potencial productivo de la papaya (Carica papaya L.) variedad Hawaiana..*
- Morales, A., Suchini, D., & Oliva, J. (2021). Evaluación de cuatro extractos vegetales para el manejo de áfidos en el cultivo de loroco en los departamentos de Zacapa y Chiquimula, Guatemala. *Revista Académica CUNZAC*, 4(1), 9–16. <https://revistacunzac.com/index.php/revista/article/view/26/86>.
- Munguía, R. (1998). *Cultivo de frutales del trópico: Texto básico*. Universidad Nacional Agraria.
- Nunes Zuffo, C. y Dávila Arce, M. (2004). *Taxonomía de los principales familias y subfamilia de insectos de interés agrícola de Nicaragua*.

- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) (2013). *Agronoticias: Actualidad agropecuaria de América Latina y el Caribe. Desarrollan nuevas formas de control biológico para la papaya en México.*
- Pedroza, H. (1993). *Fundamentos de experimentación agrícola.* Editora de Arte.
- Pérez López, M., Hernández Pérez, R., Marín Hautrive, L. R., Casanovas Casio, E. y Cabrera Mederos, D. (2009). *Empleo de inhibidores virales para el control de Papaya ringspot virus (PRSV) en Carica papaya L.*
- Vendramim, J. D., & Castiglioni, E. (2000). Aleloquímicos, resistencia de plantas y plantas insecticidas. En *Bases y técnicas del manejo de insectos* (pp. 113–128). UFSM/CCR/DFS.
- Zamani, Z., Aminae, M. M., & Khaniki, G. B. (2013). Biological control of *Aphis fabae* and *Bemisia tabaci* by the native isolates of *Beauveria bassiana* in Kerman province. *Archives of Phytopathology and Plant Protection*, 46(2), 141-149.
- Zamora, B. L. A. M., & Rodríguez, B. K. S. L. (2024). *Alternativas biológicas y botánicas para el control de insectos plagas y su efecto sobre entomofauna benéfica en el cultivo de papaya (Carica papaya L.).*

IX. ANEXOS

Anexo 1. Virosis presentada en el cultivo de papaya



Anexo 2. Muestreo realizado en las plantaciones de papaya



Anexo 3. Establecimiento de trampas cromáticas



Anexo 4. Aplicación de los tratamientos



Anexo 5. Prueba de Friedman y pruebas a posteriori

Adultos de <i>B. tabaci</i>	Ninfas de <i>B. tabaci</i>	<i>Empoasca</i> <i>kraemeri</i>	<i>Tetranychus</i> <i>urticae</i>	<i>Aphis</i> <i>fabae</i>	T ²	p
3.83	2.87	2.80	3.03	3.02	110.51	<0.0001

Tratamiento	Media (Ranks)	n	
<i>Aphis fabae</i>	2.32	384	A
Ninfas de <i>B. tabaci</i>	2.80	384	B
<i>Tetranychus urticae</i>	3.02	384	C
<i>Empoasca kraemeri</i>	3.03	384	C D
Adultos de <i>B. tabaci</i>	3.83	384	E

Anexo 6. Prueba de Friedman según efectos de los tratamientos

Tratamiento	Adultos <i>B. tabaci</i>	Ninfas <i>B. tabaci</i>	<i>Empoasca</i> <i>kraemeri</i>	<i>Tetranychus</i> <i>urticae</i>	<i>Aphis</i> <i>fabae</i>	T ² / p
Beauveria	3.59	2.87	3.06	3.20	2.29	13.47 / <0.0001

Tratamiento	Suma(Ranks)	Media(Ranks)	n	
<i>Aphis fabae</i>	146.50	2.29	64	A
Ninfas de <i>Bemisia tabaci</i>	183.50	2.87	64	B
<i>Empoasca</i> <i>kraemeri</i>	196.00	3.06	64	B C

<i>Tetranychus</i>	204.50	3.20	64	B C D
<i>urticae</i>				
Adultos de	229.50	3.59	64	E
<i>Bemisia tabaci</i>				

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.050$)

Tratamiento	Adultos B. tabaci	Ninfas B. tabaci	Empoasca kraemeri	Tetranychus urticae	Aphis fabae	T ² / p
Chile+ajo+jabon	3.69	2.73	3.15	3.00	2.43	14.16 / <0.0001

Tratamiento	Suma(Ranks)	Media(Ranks)	n	
<i>Aphis fabae</i>	155.50	2.43	64	A
Ninfas de	175.00	2.73	64	A B
<i>Bemisia tabaci</i>				
<i>Tetranychus</i>	192.00	3.00	64	B C
<i>urticae</i>				
<i>Empoasca</i>	201.50	3.15	64	C D
<i>kraemeri</i>				
Adultos de	236.00	3.69	64	E
<i>Bemisia tabaci</i>				

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.050$)

Tratamiento	Adultos B. tabaci	Ninfas B. tabaci	Empoasca kraemeri	Tetranychus urticae	Aphis fabae	T ² / p
Crisantemo	3.79	2.88	3.02	2.98	2.34	15.99 / <0.0001

Tratamiento	Suma(Ranks)	Media(Ranks)	n	
<i>Aphis fabae</i>	149.50	2.34	64	A

Ninfas de <i>Bemisia tabaci</i>	184.00	2.88	64	B
<i>Tetranychus</i> <i>urticae</i>	190.50	2.98	64	B C
<i>Empoasca</i> <i>kraemeri</i>	193.50	3.02	64	B C D
Adultos de <i>Bemisia tabaci</i>	242.50	3.79	64	E

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.050$)

Tratamiento	Adultos B. tabaci	Ninfas B. tabaci	Empoasca kraemeri	Tetranychus urticae	Aphis fabae	T ² / p
Madero negro	3.98	2.58	3.08	3.10	2.26	28.82 / <0.0001

Tratamiento	Suma(Ranks)	Media(Ranks)	n	
<i>Aphis fabae</i>	144.50	2.26	64	A
Ninfas de <i>Bemisia tabaci</i>	165.00	2.58	64	A B
<i>Empoasca</i> <i>kraemeri</i>	197.00	3.08	64	C
<i>Tetranychus</i> <i>urticae</i>	198.50	3.10	64	C D
Adultos de <i>Bemisia tabaci</i>	255.00	3.98	64	E

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.050$)

Tratamiento	Adultos B. tabaci	Ninfas B. tabaci	Empoasca kraemeri	Tetranychus urticae	Aphis fabae	T ² / p
Paecilomyces	3.78	2.79	3.09	2.98	2.36	16.94 / <0.0001

Tratamiento	Suma(Ranks)	Media(Ranks)	n	
<i>Aphis fabae</i>	151.00	2.36	64	A
Ninfas de	178.50	2.79	64	B
<i>Bemisia tabaci</i>				
<i>Tetranychus</i>	191.00	2.98	64	B C
<i>urticae</i>				
<i>Empoasca</i>	197.50	3.09	64	B C D
<i>kraemeri</i>				
Adultos de	242.00	3.78	64	E
<i>Bemisia tabaci</i>				

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.050$)

Tratamiento	Adultos B. tabaci	Ninfas B. tabaci	Empoasca kraemeri	Tetranychus urticae	Aphis fabae	T ² / p
Testigo	4.18	2.96	2.76	2.84	2.26	30.47 / <0.0001

Tratamiento	Suma(Ranks)	Media(Ranks)	n	
<i>Aphis fabae</i>	144.50	2.26	64	A
<i>Empoasca</i>	176.50	2.76	64	B
<i>kraemeri</i>				
<i>Tetranychus</i>	182.00	2.84	64	B C
<i>urticae</i>				
Ninfas de	189.50	2.96	64	B C D
<i>Bemisia tabaci</i>				
Adultos de	267.50	4.18	64	E
<i>Bemisia tabaci</i>				

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.050$)