



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA CHAPINGO

DEPARTAMENTO DE PARASITOLOGÍA AGRÍCOLA

**MAESTRÍA EN CIENCIAS
EN PROTECCIÓN VEGETAL**

**MANEJO QUÍMICO, ORGÁNICO Y BIOLÓGICO DE
Polyphagotarsonemus latus (BANKS), Papaya Ring Spot
Potyvirus, (PRSV-p) Y *Colletotrichum gloeosporioides*
(PENZ) EN PAPAYA MARADOL**

TESIS

**QUE COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL GRADO DE
MAESTRO EN CIENCIAS EN PROTECCIÓN VEGETAL**

PRESENTA

SOBED VALDIVIA PÉREZ

BAJO LA SUPERVISIÓN DE: DR. MATEO VARGAS HERNÁNDEZ

CHAPINGO, ESTADO DE MÉXICO, DICIEMBRE DE 2016



**MANEJO QUÍMICO, ORGÁNICO Y BIOLÓGICO DE
Polyphagotarsonemus latus (BANKS), Papaya Ring Spot
Potyvirus, (PRSV-p) Y *Colletotrichum gloeosporioides* (PENZ)
EN PAPAYA MARADOL**

Tesis realizada por **Sobed Valdivia Pérez** bajo la supervisión del Comité Asesor indicado, aprobada por el mismo y aceptada como requisito parcial para obtener el grado de:

MAESTRO EN CIENCIAS EN PROTECCIÓN VEGETAL

DIRECTOR:



Dr. Mateo Vargas Hernández

ASESOR:



Dr. Marcelo Acosta Ramos

ASESOR:



Dr. Alejandro Casimiro Michel Aceves

ASESOR:



Dr. José Ángel Alcántara Jiménez

Chapingo, Estado de México, Diciembre de 2016

MANEJO QUÍMICO, ORGÁNICO Y BIOLÓGICO DE *Polyphagotarsonemus latus* (BANKS), Papaya Ring Spot *Potyvirus*, (PRSV-p) Y *Colletotrichum gloeosporioides* (PENZ) EN PAPAYA MARADOL

CHEMICAL, ORGANIC AND BIOLOGICAL MANAGEMENT OF *Polyphagotarsonemus latus* (BANKS), Papaya Ring Spot *Potyvirus*, (PRSV-p) AND *Colletotrichum gloeosporioides* (PENZ) IN MARADOL PAPAYA

Sobed Valdivia Pérez¹ y Mateo Vargas Hernández²

RESUMEN

Debido a la necesidad de implementar un programa eficaz de Manejo Integrado del Cultivo de Papaya (*Carica papaya* L.) que considere el uso de diferentes métodos de control apoyado por conocimiento del cultivo, plaga, enfermedad y clima, los objetivos planteados en esta investigación fueron: evaluar la efectividad de tres tratamientos (químico, orgánico y biológico) en el control de *Polyphagotarsonemus latus* (Banks), Papaya Ring Spot *Potyvirus*, (PRSV-p) y *Colletotrichum gloeosporioides* (Penz), en planta y frutos de papaya maradol, en Cocula, Guerrero. Se encontró estadísticamente, que el tratamiento químico fue el que resultó más efectivo para el control del ácaro blanco (*P. latus*) con una incidencia del 28.57%. El tratamiento orgánico resultó el más eficaz en el control del vector del PRSV-p alcanzando una incidencia y severidad del 28 y 17%, respectivamente. Con respecto a la antracnosis por *C. gloeosporioides* el tratamiento químico fue el más efectivo sobre la enfermedad, del cual las plantas alcanzaron solo un 23 y 11% de incidencia y severidad respectivamente.

Palabras claves: Papaya, control, ácaro blanco, PRSV-p, antracnosis.

ABSTRACT

Due to the need to implement an effective Integrated Crop Management program for Papaya (*Carica papaya* L.) that includes the use of different control methods supported by knowledge of the crop, pests, diseases and climate, the objectives of this research were: evaluate the effectiveness of three treatments (chemical, organic and biological) in the control of *Polyphagotarsonemus latus* (Banks), Papaya Ring Spot *Potyvirus* (PRSV-p) and *Colletotrichum gloeosporioides* (Penz) in plant and fruits of maradol papaya in Cocula, Guerrero. It was confirmed statistically that the chemical treatment was more effective in the control of white mite (*P. latus*) with an incidence of 28.57%. The organic treatment was more efficient in the control of the PRSV-p vector, reaching an incidence and severity of 28 and 17%, respectively. With respect to anthracnose by *C. gloeosporioides*, the chemical treatment was more effective on the disease, with the plants reaching only 23% incidence and 11% severity.

Keywords: Papaya, control, white mite, PRSV-p, anthracnose

¹Tesista

²Director

DATOS BIOGRÁFICOS



Sobed Valdivia Pérez, es originario de Las Vigas, municipio de San Marcos, región Costa Chica del estado de Guerrero, nació el 20 de Noviembre de 1985 en Las Vigas Gro., realizó sus estudios de nivel primaria en Las Vigas en la escuela “Licenciado Benito Juárez” (1992-1998); los estudios de secundaria los efectuó en la secundaria general “Rubén Mora Gutiérrez” (1998-2001), de la misma localidad; los estudios de bachillerato los llevó a cabo en la Preparatoria No. 21 (2001-2004) del mismo lugar; su licenciatura la cursó en el Centro de Estudios Profesionales del Colegio Superior Agropecuario del Estado de Guerrero (CEP-CSAEGRO) (2004-2008). Se desempeñó como Prestador de Servicios Profesionales (PSP) en la Cadena Agroalimentaria de Maíz Guerrero (2008-2009). Los últimos años trabajó como (PSP) en el Campo Experimental de Iguala de la Independencia Gro, INIFAP, en el Proyecto “Desarrollo y validación de sistemas de manejo sustentable con base en la agricultura de conservación para evaluar el comportamiento de maíz de temporal en rotación con cacahuete y soya en asociación con mucuna”. (2013-2014). Posteriormente realizó los estudios de posgrado en la Maestría en Protección Vegetal en el Departamento de Parasitología Agrícola de la Universidad Autónoma Chapingo (2015-2016).

AGRADECIMIENTOS

A **DIOS**, Por darme los dones de la vida, fortaleza, entendimiento para seguir el buen camino de la vida, pero sobre todo por haber escogido a una maravillosa esposa, a unos hermosos padres para mí y a una hermosa familia, gracias, Señor.

Al **Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT)**, por la beca otorgada durante mis estudios de maestría.

A la **Universidad Autónoma Chapingo**, especialmente al **Departamento de Parasitología Agrícola** y al programa de Posgrado en **Protección Vegetal**, por permitirme la oportunidad de continuar con mi preparación académica, lo que cambio significativamente en mi persona el paradigma de la investigación.

A la **Dirección General de Investigación y Posgrado (DGIP)**, por el apoyo económico del Proyecto que permitió desarrollar el presente trabajo de investigación.

Al **Colegio Superior Agropecuario del Estado de Guerrero (CSAEGRO)**, por darme la oportunidad y facilidades otorgadas para el establecimiento de mi trabajo de investigación en su campo experimental.

Al **Dr. Mateo Vargas Hernández**, por su interminable ayuda en la presente investigación, así como la persistencia para la gestión del proyecto y cumplimiento de las metas propuestas, como profesor y asesor en la parte estadística del análisis de los datos, y dirección de la presente investigación.

Al **Dr. Marcelo Acosta Ramos**, por su apoyo, asesoría brindada en el diagnóstico de patógenos y las sugerencias en la conducción del trabajo de investigación.

Al **Dr. Alejandro C. Michel Aceves**, por su gran amistad, entusiasmo, apoyo y sus grandes consejos en la revisión del trabajo de investigación.

Al **Dr. José Ángel Alcántara Jiménez**, por su apoyo, amistad y aportaciones en la elaboración del presente trabajo de investigación.

A todos los profesores de posgrado que contribuyeron en mi formación académica, por su dedicación y entrega como compartidores del conocimiento.

A mis suegros, **Bernardo Flores Espinoza y Josefa Nájera Tolayo**, por sus grandes consejos, apoyo económico, aun cuando ya no deberían hacerlo.

A mis cuñadas (os), por todos los momentos inolvidables compartidos. En especial a: **Bernardo Flores y Balois Flores**, los cuales me apoyaron en las labores de campo en el presente trabajo de investigación.

A mis tíos, en especial a **Luis Valdivia y Teresa Mesino**, por su compañía, apoyo incondicional, alimentación y alojamiento otorgado en su humilde casa. Gracias tíos, lo tendré muy presente.

A todos mis compañeros de la maestría, especialmente a los amigos de la generación 56: **Heriberto Avilés, Víctor Cano, Hugo Colín, Martha Alicia Fernández, Erick Flores, Fidelia Escamilla, Paola Izquierdo, Joana Meyer, José Bojórquez, Angélica Quiroz, Daniel Rincón, Alejandra Sánchez**. Asimismo, a **Dionicio Fuentes, Lucio Delesma, Pedro Plancarte, Arturo Peláez, Ramiro Hernández y Sandra Berenice** por su amistad y compartir momentos especiales.

DEDICATORIAS

A **mi esposa Ludim Flores Nájera**, por ser mi compañera sentimental, por su comprensión, paciencia, esfuerzos y gran apoyo emocional en la terminación de mis estudios de posgrado. Te amo.

A **mi hijo Edahi Valdivia Flores**, con mucho amor por su paciencia, por ser un rayo de luz en el hogar, que se motive a superarme, para que le sirva de ejemplo.

A **mis padres Onésimo Valdivia Bibiano y Cira Pérez Pastrana**, por su cariño, momentos compartidos inolvidables, sus grandes consejos que me dieron por el sendero de la vida y apoyo económico, aun cuando ya no deberían de hacerlo; con todo el amor de mi corazón, para ustedes mis lindos viejos.

A **mis hermanos**, Fredis, Eunice, Juan, Martha, Maribel, Víctor, Juana Iris, Onésimo (+), José Luís, Alfredo, Cira Leibis, Ana Karen, Henri. Por ser unos buenos hermanos, amigos, ya que con toda su confianza, el estímulo, apoyo económico logré un gran sueño en mi vida, para ellos, esperando que nunca se termine ese gran cariño que nos tenemos. Muchas gracias.

ÍNDICE GENERAL

	Página
RESUMEN.....	i
ABSTRACT.....	i
DATOS BIOGRÁFICOS.....	ii
AGRADECIMIENTOS.....	iii
DEDICATORIAS.....	v
ÍNDICE GENERAL.....	vi
ÍNDICE DE CUADROS.....	x
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xi
1. INTRODUCCIÓN GENERAL.....	1
2. OBJETIVOS E HIPÓTESIS.....	3
2.1. Objetivo general.....	3
2.2. Objetivos particulares.....	3
2.3. Hipótesis.....	3
3. REVISIÓN DE LITERATURA.....	4
3.1 Importancia del cultivo de papaya.....	4
3.2 Principales plagas y enfermedades en esta investigación.....	4
3.2.1 Importancia de los ácaros fitófagos.....	4
3.2.2 El ácaro tropical <i>Polyphagotarsonemus latus</i> (Banks).....	5
3.2.3 Distribución.....	5
3.2.4 Biología.....	5
3.2.5 Descripción morfológica.....	6
3.2.5.1 Huevo.....	7
3.2.5.2 Larva.....	7
3.2.5.3 Adulto.....	7

3.2.6	Ciclo de vida.....	7
3.2.7	Manejo integrado de ácaros en papaya.....	8
3.3	Papaya Ring Spot <i>Potyvirus</i> (PRSV-p).....	11
3.3.1	Importancia económica.....	11
3.3.2.	Ubicación taxonómica.....	12
3.3.3	Agente causal.....	12
3.3.4	Epidemiología.....	13
3.3.5	Síntomas.....	13
3.3.6	Plantas hospedantes.....	14
3.3.7	Vectores.....	15
3.3.8	Manejo integrado de la enfermedad.....	15
3.4	<i>Colletotrichum gloeosporioides</i> (Penz).....	17
3.4.1	Importancia económica.....	17
3.4.2	Clasificación taxonómica.....	18
3.4.3	Proceso de infección.....	18
3.4.4	Síntomas.....	19
3.4.5	Manejo integrado de la enfermedad.....	19
4.	MATERIALES Y MÉTODOS.....	22
4.1	Descripción del área de estudio.....	22
4.2	Diseño de tratamientos.....	23
4.2.1	Manejo con productos químicos (testigo).....	24
4.2.2	Manejo con productos orgánicos.....	26
4.2.3	Manejo con productos biológicos.....	27
4.3	Diseño experimental y unidades experimentales.....	28
4.4	Aplicación de los tratamientos.....	28
4.5	Conducción del experimento.....	28
4.6	Preparación del terreno.....	29

4.7 Establecimiento del vivero y trasplante.....	29
4.8 Riego.....	30
4.9 Fertilización edáfica.....	30
4.10 Labores culturales.....	30
4.11 Variables de campo evaluadas.....	31
4.11.1 Incidencia y dinámica poblacional de <i>Polyphagotarsonemus latus</i>	32
4.11.2 Incidencia y severidad de Papaya Ring Spot <i>Potyvirus</i>	32
4.11.3 Dinámica poblacional de áfidos.....	33
4.11.4 Porcentaje de Incidencia y severidad de <i>Colletotrichum</i> <i>gloeosporioides</i>	33
4.11.5 Rendimiento total (ton ha ⁻¹).....	34
4.11.6 Contenido de sólidos solubles totales (°Brix).....	34
4.12 Análisis estadístico.....	34
4.13 Análisis económico.....	34
5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	36
5.1 Incidencia de daño del acaro blanco (<i>Polyphagotarsonemus latus</i>, BANKS).....	36
5.1.1 Dinámica poblacional del acaro blanco (<i>P. latus</i> , Banks).....	39
5.2 Incidencia y severidad de la enfermedad del Papaya Ring Spot<i>Potyvirus</i>, (PRSV-p) y Área Bajo la Curva del Progreso de la Enfermedad (ABCPE).....	42
5.2.1 Fluctuación poblacional de áfidos.....	46
5.2.2 Relación de áfidos con el Papaya Ring Spot <i>Potyvirus</i> , (PRSV-p).....	47

5.3 Incidencia y severidad de la enfermedad de la antracnosis por <i>C. gloeosporioides</i> (Penz) y Área Bajo la Curva del Progreso de la Enfermedad (ABCPE).....	49
5.4 Rendimiento (ton ha ⁻¹).....	51
5.5 Concentración de sólidos solubles (°Brix).....	53
5.6 Rentabilidad de los tratamientos.....	55
6. CONCLUSIONES.....	57
7. RECOMENDACIONES.....	59
8. LITERATURA CITADA.....	60
APÉNDICE.....	71

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro	Página
4.1 Tratamiento con productos químicos utilizados en el cultivo de papaya en Cocula, Guerrero. 2015 – 2016.....	24-
4.2 Tratamiento con productos orgánicos utilizados en el cultivo de papaya en Cocula, Guerrero. 2015 – 2016.....	26
4.3 Tratamiento con productos biológicos utilizados en el cultivo de papaya en Cocula, Guerrero. 2015 – 2016.....	27
5.1 Análisis de varianza y comparaciones de medias para el ABCPE de incidencia del daño por ácaro blanco (% días)...	37
5.2 Promedio de ácaros por planta presentes en diferentes estratos de papayo, durante cinco fechas de muestreo en CSAEGRO, Cocula, Gro. 2016.....	40
5.3 Análisis de varianza y comparaciones de medias para el ABCPE Papaya Ring Spot <i>Potyvirus</i> , (PRSV-p) (% días)....	44
5.4 Análisis de varianza y comparaciones de medias para el ABCPE de la antracnosis por <i>C. gloeosporioides</i> (% días)...	50
5.5 Rendimiento promedio (ton ha ⁻¹) de papaya (<i>Carica papaya</i> L.) bajo condiciones de temporal, en Cocula, Guerrero. 2016.....	52
5.6 Concentración total de sólidos solubles (°Brix) en tres tratamientos a la intemperie, Cocula, Gro. 2016.....	54
5.7 Resumen de los análisis económicos de los tratamientos en estudio. Cocula, Gro. 2016.....	56

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura	Página
4.1 Localización del área de estudio.....	23
4.2 Temperaturas medias, mínimas, máximas, y precipitación pluvial en Cocula Guerrero (promedio del año 2015).....	23
4.3 Distribución de los tratamientos en el campo (A) y dimensiones de la unidad experimental y parcela útil (B).....	28
4.4 Deschupones y deshojes en planta de la papaya maradol....	31
5.1 Porcentaje de Incidencia del acaro blanco en los tratamientos en estudio, en papaya maradol. Cocula, Guerrero. 2016.....	36
5.2 ABCPE de incidencia de daño por ácaro blanco (% días), en los tratamientos en estudio. Cocula, Guerrero. 2016.....	38
5.3 Dinámica poblacional del acaro blanco por estrato de papayo, muestreados de octubre 2015 a junio 2016, en Cocula, Guerrero.....	41
5.4 Progreso de la incidencia y severidad del PRSV-p en plantaciones de papaya maradol roja en los tratamientos en estudio.....	43
5.5 ABCPE de la incidencia y severidad del PRSV-p, en Cocula, Guerrero. 2016.....	44
5.6 Número de áfidos en el cultivo de papaya maradol roja, en los tratamientos en estudio.....	46
5.7 Fluctuación poblacional de áfidos, incidencia del PRSV-p, y su relación con los factores climáticos en el cultivo de papayo de la región de Cocula, Guerrero.....	48

5. 8	Progreso de la incidencia y severidad de la antracnosis por <i>C. gloeosporioides</i> en plantaciones de papaya maradol roja en los tratamientos en estudio.....	49
5.9	ABCPE de la incidencia y severidad de la antracnosis por <i>C. gloeosporioides</i> (% días). En Cocula, Guerrero. 2016.....	50
5.10	Rendimiento promedio (ton ha ⁻¹) en los tratamientos en estudio, en Cocula, Guerrero. 2016.....	52
5.11	Porcentaje de concentración de sólidos solubles totales (°Brix) en los tratamientos en estudios, Cocula, Guerrero. 2016.....	54
5.12	Ganancia por Peso Invertido en los tratamientos en estudio, Cocula, Gro. 2016.....	56



1. INTRODUCCIÓN GENERAL

México es uno de los principales productores a nivel mundial del cultivo de la papaya (*Carica papaya* L.). En el año 2014, la superficie sembrada fue de 16,055.52 ha, con una producción de 836,370.48 t, más del 50% de ellas se destinan a la exportación y el resto son dirigidas al mercado nacional. EUA representa el principal mercado mundial ocupando el 84% de la demanda. Los principales estados productores en orden de importancia son: Veracruz, Colima, Michoacán, Chiapas, Oaxaca y Guerrero, entre otros. Guerrero ocupó una superficie sembrada en 2014 de 1,133.20 ha, con una producción de 40,460.71 t (SIAP, 2016).

Sin embargo, esta planta es atacada por diversas plagas que producen cuantiosas pérdidas en la producción. El ácaro blanco *Polyphagotarsonemus latus* (Banks) es la principal especie de este grupo. En la región del Soconusco, esta plaga requiere de aplicaciones de acaricidas cada 5 días para su control en la papaya, principalmente en el periodo de marzo a mayo y al inicio de las lluvias (Gómez y Pedrero, 2000).

En México, las enfermedades causadas por virus son la principal limitante del cultivo y el virus de la mancha anular del papayo (PRSV-p por sus siglas en inglés) es considerado como la enfermedad más severa para el rendimiento del papayo (Gómez y Pedrero, 2000). Este virus puede ocasionar pérdidas desde 10% hasta 100% si la infección ocurre en los primeros meses de crecimiento vegetativo del papayo (Hernández-Castro, et al. 2004).

Asimismo, en México y en todas las zonas productoras, una de las principales enfermedades que afectan a esta Caricácea, es la antracnosis por *Colletotrichum gloeosporioides* (Penz), responsable de pérdidas severas en campo y, sobre todo en postcosecha (Romero, 2011). Esta enfermedad ocasiona pérdidas que varían del 15 al 50% (Becerra-Leor, 1995).

Actualmente la producción de papaya precisa de una gran cantidad de agroquímicos, pero el uso intensivo e irracional de plaguicidas ha causado daños irreversibles a los agroecosistemas y a la salud de productores y consumidores, ha generado resistencia en las plagas y eliminado sus enemigos naturales, sin la aportación de materia orgánica en los suelos cultivados, desgastando la fertilidad de los mismos, además de la pérdida en la rentabilidad del cultivo (Perring et al. 1999).

Existe la necesidad de implementar un programa de manejo integrado de plagas y enfermedades en forma participativa que contemple el uso de los diferentes métodos de control apoyado por el conocimiento del cultivo, de la enfermedad y del clima. Las investigaciones sobre manejo de plagas y de enfermedades en frutos en pre y postcosecha que se han realizado a la fecha no son suficientes para resolver los graves problemas que se presentan en esta área, si consideramos las pérdidas de frutos en el mercado, así como que año con año la población va en aumento, requiriendo mayores cantidades de frutos frescos para consumo. A esto hay que añadirle el hecho de que la tendencia es que las personas han aumentado el consumo de éstos. Por lo tanto, en dicha investigación se plantearon los siguientes objetivos e hipótesis:



2. OBJETIVOS E HIPÓTESIS

2.1. Objetivo general

- ❖ Evaluar la efectividad de tres tratamientos (químico, orgánico y biológico) en el control de i).- *Polyphagotarsonemus latus* (Banks), ii).- Papaya Ring Spot *Potyvirus*, (PRSV-p) y iii).- *Colletotrichum gloeosporioides* (Penz), en planta y frutos de papaya maradol.

2.2. Objetivos particulares

- ❖ Determinar la incidencia y severidad de *P. latus*, Papaya Ring Spot *Potyvirus*, (PRSV-p) y *C. gloeosporioides*, en planta y frutos de papaya maradol.
- ❖ Identificar la relación de la enfermedad de Papaya Ring Spot *Potyvirus*, (PRSV-p) con las especies de áfidos en los tres tratamientos (químico, orgánico y biológico).
- ❖ Evaluar parámetros de calidad en frutos bajo los tres tratamientos.

2.3. Hipótesis

- ❖ Al menos un tratamiento (químico, orgánico u biológico) será efectivo para el control de *P. latus*, Papaya Ring Spot *Potyvirus*, (PRSV-p) y *C. gloeosporioides*, en planta y frutos de papaya maradol.
- ❖ Existirá diferente grado de incidencia y severidad de *P. latus*, Papaya Ring Spot *Potyvirus*, (PRSV-p) y *C. gloeosporioides*, en planta y frutos de papaya maradol con la aplicación de los tratamientos..
- ❖ La relación de la enfermedad-vector del Papaya Ring Spot *Potyvirus*, (PRSV-p) será menor en al menos un tratamiento.
- ❖ Existirán diferencias en los parámetros de calidad de frutos evaluados bajo los tres tratamientos.



3. REVISIÓN DE LITERATURA

3.1 Importancia del cultivo de papaya

La papaya (*Carica papaya* L.) es uno de los frutos tropicales de mayor demanda nacional e internacional. Sus expectativas de desarrollo para el futuro son prometedoras, debido a la creciente demanda de esta fruta para la alimentación humana (SIAP, 2016).

El fruto contiene una poderosa enzima conocida como papaína, la cual degrada rápidamente las proteínas, pectinas y ciertos azúcares y grasas, lo que favorece la digestión y disminuye afecciones como gastritis, colitis y estreñimiento crónico. Además la papaya contiene carotenoides como licopeno, α -cryptoxanthina y α -caroteno (Rivera-Pastrana et al. 2010). Se sabe también que la pulpa contiene 223 mg/100g de potasio y cantidades considerables de sodio, calcio, hierro, fósforo, zinc, cobre, magnesio y manganeso (Oloyede, 2005).

3.2 Principales plagas y enfermedades en esta investigación

3.2.1 Importancia de los ácaros fitófagos

Los ácaros fitófagos han adquirido importancia debido al rápido aumento de sus poblaciones y a la gravedad de sus daños que los convierte en un factor limitativo al disminuir los rendimientos y al aumentar los costos de producción aún en épocas de lluvias, lo que hace deducir que las especies presentes han logrado instalarse definitivamente. Al rápido incremento de las poblaciones de los ácaros se suma la facilidad de su dispersión y la dificultad para su control por la gran mayoría de los acaricidas comerciales, lo que evidencia la necesidad de buscar otras alternativas para un manejo de algunos cultivos (Fernández et al. 1999).

3.2.2 El ácaro tropical *Polyphagotarsonemus latus* (Banks)

Es una especie polífaga con amplio rango de hospedantes de 60 familias diferentes, aunque es de mayor importancia en té, chile y cítricos, donde causa pérdidas de producción (CABI, 2012). En México se reporta atacando papaya en los estados de Tabasco, Chiapas entre otros (Guzmán et al. 2008; De Coss et al. 2010). En la región del Soconusco, *P. latus* y *Tetranychus cinnabarinus* Boisduval requieren de aplicaciones de acaricidas cada 5 días para controlarlos en el papayo, principalmente de marzo a mayo y al inicio de las lluvias (Gómez y Pedrero, 2000).

3.2.3 Distribución

Este ácaro presenta una distribución muy amplia y ha sido citado en muchas partes del mundo. Se encuentra en La India y Sri Lanka donde se llama acaro amarillo del té; en Bangladesh, ácaro amarillo del yute; en Rumania, araña cosmopolita; también se encuentra en los países europeos, África, Brasil (ácaro tropical), América del norte (ácaro blanco) (Waterhouse y Norris, 1987). En la isla de la Reunión, Aubert, et al. (1981) lo reportaron como la principal plaga en papayo. De Coss (1999) lo encontró por vez primera en Soconusco, Chiapas, en varias plantas hospedantes silvestres y cultivadas, entre ellas el papayo. En Cuba este fitófago se considera como una de las principales plagas de cultivo protegido del pimiento (De Coss y Peña, 1998; Tal et al. 2007; Weintraub, 2007).

3.2.4 Biología

Este ácaro se reproduce en un ambiente cálido y húmedo, su población más alta se logra a 25°C (Jones y Brown, 1983; Ferreira et al. 2006). Sin embargo, De Coss (1999) obtuvo la más alta población a 28°C. La fecundidad promedio es de aproximadamente 40 huevos por adulto dependiendo de la temperatura, la humedad y si la hembra está fecundada (Kabir, 1979).

Ferreira et al. (2006) estudiaron la biología de *P. latus*, utilizando temperaturas de 18, 22, 25, 28 y 32 °C, una humedad relativa de 65% y 12 horas de iluminación en uva *Vitis vinífera* L. cv. Italy. encontraron que a una temperatura de 25°C la duración de huevo a adulto fue de 4.4 días, al disminuir la temperatura a 18°C fue de 7.3 días y al aumentarla a 32 °C fue de 3.5 días. También observaron que la longevidad de las hembras fue de 15 días y siete para los machos.

Se ha observado que el número de huevos que cada hembra deposita, así como la dinámica poblacional de estos ácaros, son afectados por la temperatura y la humedad (Baker, 1997). Los huevos eclosionan a los dos días (Ferreira et al. 2006).

Posteriormente emergen las larvas, duran un día, tienen movimientos lentos y al final de este estado, entran a un periodo de reposo (ninfocrisálida) que dura de dos a tres días, Hugon (1983); durante esta fase las larvas hembras son seleccionadas por el macho. Cuando las hembras terminan la fase de reposo, los machos se aparean con ellas de inmediato (Jones y Brown, 1983).

Esta especie vive en las hojas jóvenes de los meristemas apicales y flores donde oviposita. La dispersión de los ácaros en la planta la realizan los machos, pues al transportar a las pupas quiescentes, seleccionan los sitios de oviposición; las hembras se mueven de las hojas inferiores hacia el ápice de la planta (Jeppson et al. 1975). Bautista et al. (2005) han estudiado la relación forética, aparentemente específica entre moscas blancas *Bemisia tabaci* Gen. y ácaros; ellos observaron entre dos y doce ácaros hembras por adulto de mosca blanca, sujetos a las tibias y tarsos de las patas de las moscas. Aubert et al. (1981) también señalan que los ácaros llegan a las plantas no infestadas por medio del viento.

3.2.5 Descripción morfológica

P. latus pertenece a la familia Tarsonemidae y se caracteriza por presentar las siguientes fases de vida, de acuerdo con Hugon (1983).

3.2.5.1 Huevo

Es ovalado y alargado con la superficie superior cubierta por cinco o seis hileras de proyecciones hemisféricas que pueden ser de 29 a 37, con un alto índice de refracción del color blanco; el cuerpo del huevo es transparente. Su base donde se adhiere a la epidermis de la hoja, es plana y mide 0.08 mm de longitud (Jeppson et al. 1975; Baker, 1997).

3.2.5.2 Larva

Se alimenta por un día y muda, al final de esta fase entra a un periodo de reposo llamado pupa o ninfocrisálida, en el que permanecen un día más dentro de la cutícula larval y después emergen como adultos (Jeppson et al. 1975).

3.2.5.3 Adulto

Los machos emergen primero y su color varía de blanco translúcido a amarillo crema, en función de los alimentos ingeridos; pueden asumir el color dependiendo de la superficie del hospedero del que se estén alimentando. Su tamaño es de 0.11 mm y tienen movimientos más rápidos que las hembras; posee cuatro pares de patas. El cuarto de éstos lo utiliza en la cópula. Su abdomen termina en una papila genital donde carga la ninfa hembra, próxima a convertirse en adulto, la ayuda a despojarse de la exuvia y la fecunda (Lavoipierre, 1940; Jeppson et al. 1975). Las hembras adulta miden 0.2 mm de largo y su color es similar al de los machos. Tiene cuatro pares de patas; las posteriores son delgadas, en forma de flagelo y tienen una fuerte uña en cada una de las patas anteriores. Poseen una banda blanca en la parte dorsal del cuerpo (Uygun et al. 1995; Fasulo, 2007).

3.2.6 Ciclo de vida

El ciclo de desarrollo de *P. latus* es extremadamente simple; presenta los estadios de huevo, larva y adulto (Vieira, 1995). Se completa en cinco días a una temperatura de 25 °C (Karl, 1965; Hugon, 1983). En este sentido, Ramos (1980)

señala que el ácaro blanco tiene una duración de desarrollo de 2.90 y 2.82 días, una longevidad de 12.24 y 10.69 días y una fecundidad total de 23.67 y 18.31 huevos sobre pimiento variedades California Wonder y Español, respectivamente. Más tarde, este mismo autor, Ramos (1986) evaluó la duración del ciclo biológico de *P. latus* en cuatro variedades de cítricos; como alimento utilizó hojas jóvenes de lima Persa, tangor Ortanique, toronja Duncan y toronja Marh; señaló que el desarrollo de esta especie tuvo una duración aproximada de 4 días, desde huevo hasta adulto. Según dicha autora, las hembras adultas ponen de 30 a 76 huevos (un promedio de cinco por día) en el envés de las hojas, en un período de 8 a 13 días y luego mueren. En el cultivo de papa el ciclo de desarrollo se completa, como mínimo, en 2 días, tiene una longevidad de 8 días y cada hembra ovípara como promedio 24 huevos (Calilung et al. 1994). Este especie tiene un corto tiempo generacional, una alta fecundidad y un pequeño tamaño, aunado a su hábitat protegido y patrones de dispersión provocan súbitos y devastadores efectos sobre la planta hospedante, convirtiéndola en plaga de los cultivos que ataca (Hugon, 1983; Gerson, 1992; Peña y Bullock, 1994).

3.2.7 Manejo integrado de ácaros en papaya

Control cultural. De los Santos et al. (2000) y Abato (2011) señalan que las mayores infestaciones de araña roja y ácaro blanco ocurren en los meses de marzo a julio, en época de sequía y al inicio del temporal, y ocasionalmente en septiembre (Ochoa et al. 1991) y Álvarez (2009) indican que cuando hay presencia de ácaros éstos pueden dispersarse por el viento, trasegó de plantas, por el tránsito de equipo y de personas en las labores agrícolas.

Las malezas hospederas de estos ácaros son tomatillo *Solanum nigrum*, correhuela *Convolvulus arvensis* y malva *Rumex* spp. Se recomienda como cultural la eliminación de malas hierbas y restos de cultivo, poner malla en dirección de los vientos dominantes, evitar abonar con exceso de nitrógeno y vigilar la plantación en etapas tempranas (AGACA, 2004).

Control biológico. Las poblaciones de ácaros en papayo pueden ser reguladas por enemigos naturales, entre los que se encuentran los ácaros depredadores e insectos (Álvarez, 2009). Collier et al. (2004) reportan a *Neoseiulus idaeus* Denmark & Muma, como un buen candidato para el control biológico de ácaros plaga en papayo, mientras que Verghese y Kalleshwaraswamy (2007) indica que *Amblyseius* spp (Acharina: Phytoseiidae) ayudan a mitigar los problemas de araña roja. AGACA (2004) recomienda la combinación de los ácaros depredadores *Amblyseius californicus* y *Phytoseiulus persimilis* para el control de araña roja en diversos cultivos, realizando tratamientos localizados en zonas de mayor intensidad; ambos pueden consumir diariamente 5 arañas rojas adultas y algunos huevos y larvas. En Veracruz Phytoseiidae: *Euseius hibisci* y *Galendromus helveolus*, utilizados comúnmente como agentes de control biológico en cítricos y aguacate., pueden ser utilizados como agentes de control biológico en papayo (Abato-Zarate et al. 2011; Abato 2011). Sin embargo estos necesitan ser estudiados a mayor profundidad sobre su eficiencia como depredadores de ácaros plagas (Reyes, 2012).

Tucuch (2009) indica que la utilización de los organismos benéficos *Cereachrysa cubana* y *Chrysoperla rufallabris*, a una dosis de 1 cc ha por liberación, se pueden utilizar para el combate de insectos de cuerpo blando como mosquita blanca, araña roja y pulgones que atacan el cultivo de papayo, lo que permite reducir los costos por combate de plagas arriba de 50%, disminuye riesgos de intoxicación, de contaminación ambiental y la presencia de residuos tóxicos en los productos.

Control químico. Las practicas recomendadas para asegurar la inocuidad de los frutos de papaya relacionadas con uso de plaguicidas, deben consideran aplicar plaguicidas solamente cuando no puedan aplicarse con eficacia otras medidas de control, utilizar plaguicidas registrados oficialmente y autorizados para el cultivo, que sean específicos con el mínimo efecto sobre los organismos benéficos y vida acuática, un programa de capacitación y una guía de seguridad

del uso de los plaguicidas, contar con un área de almacenamiento de plaguicidas y dar inicio a los análisis de residuos de plaguicidas (Rodríguez, 2004).

Para conocer la densidad de infestación se realiza el muestreo de ácaros en las hojas centrales de la planta, iniciando unos días después del trasplante en campo y en todo el periodo de producción. Los acaricidas deben aplicarse cuando al realizar un muestreo se observen de 5 a 10 arañas por hoja (De los Santos et al. 2000). Abato (2011) recomienda realizar muestreos para la detección de los ácaros plaga y sus depredadores durante todo el ciclo del cultivo, en tres estratos de la planta (Alto, medio y bajo) y realizar un control cuando no existan ácaros depredadores. Acuña et al. (2008) encontraron que los productos abamectin (Vertimec®), dicofol más tetradifon (Acarin® T) y azociclotin (Peropal®) fueron los más eficaces para el control de ácaro blanco *Polyphagotarsonemus latus* Banks, en el cultivo de papayo. Las plantas tratadas con abamectin, dicofol más tetradifon y azociclotin presentaron menor porcentaje de frutas con daños por ataque de ácaro blanco con respecto al total y mayor producción de fruta por planta. Estos productos podrían incluirse en un programa de manejo integrado de plagas con base en un monitoreo periódico de la población de ácaros. Álvarez (2009) indica que el insecticida a base de abamectina han mostrado buen efecto sobre los ácaros fitófagos, otras recomendaciones son amitraz como Mitac 20® o el Colt 45®, a una dosis de 1 a 2 mL^{-L} de agua, la mezcla de Talstar + Mitac (1 + 1 mL^{-L} de agua), el piretroide “bifentrin” (Talstar®) a una dosis de 0.8 a 1 mL⁻¹ de agua la mezcla de un insecticida a base de abamectina + óxido de fenbulation (Torque®), 0.7 + 1.5 mL L⁻¹ de agua).

Mientras que De los Santos et al. (2000) sugiere para su control 150 a 300 mL de la malatión en 100 litros de agua. En referencia a lo anterior Verghese y Kalleshwaraswamy (2007), señala que el dicofol 0.05%, mantiene los niveles bajos durante el verano.

Mandujano (2007), indica que la presencia de araña roja y el ácaro blanco, en el cultivo de papaya con producción orgánica, pueden controlarse con insecticidas

vegetales, como concentrados de higuera, tabaco, chicalote, piretrinaso, o la utilización de cal micronizada más azufre y/o polisulfuro de calcio más azufre. Brechelt (2004), señala que la Piocha *Melia azedarach* contiene como sustancia activa el meliantriol y controla ácaros y otros insectos. Recomienda su uso en dosis de 60 g de semillas molidas o 100 g de hojas secas mezclados en un litro de agua, disueltos en un aspersor de 20 L, debiendo realizar por lo menos tres aplicaciones. Mientras que Ochoa et al. (1991) señala que el ácaro blanco es susceptible a productos a base de azufre.

Abato et al. (2010a) y Abato (2011) señalan que los plaguicidas selectivos con mayor efectividad biológica para el control de ácaros en papayo son aceite parafinico de petróleo, dicofol en rotación con bifentrina, el azufre en polvo y el régimen ácidos grasos, aceite parafinico de petróleo y azadiractina al 1.2%. Mismos que se pueden utilizar en un programa de manejo integrado de ácaros.

3.3 Papaya Ring Spot *Potyvirus* (PRSV-p)

3.3.1 Importancia económica

La mancha anular del papayo se considera la enfermedad viral de mayor importancia económica y más amplia diseminación en los países productores de papayos en el mundo, por lo que constituye un factor limitante para la producción de este frutal en muchas regiones tropicales y subtropicales (Gonsalves, 1998).

De los Santos et al. (1997) señala que este virus es el principal problema del cultivo del papayo a nivel mundial y es diseminado por varias especies de pulgones de una manera no persistente, esto quiere decir que el insecto puede adquirir y transmitir el virus en segundos sin necesidad de un periodo de incubación y/o reproducción en su cuerpo.

Este virus puede ocasionar pérdidas desde 10% hasta 100% si la infección ocurre en los primeros meses de crecimiento vegetativo del papayo (Hernández-Castro et al. 2004).

El virus altera la capacidad fotosintética de la planta, lo que implica reducción de la productividad y calidad de las frutas, pérdida de vigor de las plantas y en ocasiones la muerte de estas (Bau et al. 2004).

3.3.2. Ubicación taxonómica

El género *Potyvirus* es el más numeroso de los integrantes de la familia *Potyviridae*, Fauquet et al. (2005) y constituye uno de los grupos de virus de plantas más extensos (Raccah et al. 2001). Este género contiene 128 especies confirmadas y 89 posibles (Fauquet et al. 2005). Recibe el nombre de *Potyvirus* debido a su miembro tipo: El *Virus Y de la papa* (PVY) (Shukla et al. 1998).

Los miembros del género *Potyvirus* tienen en común la morfología de los viriones, compuestos por partículas lisas, flexuosas y en forma de varilla; con una longitud de 650 a 950 nm y de 12 a 15 nm de diámetro (Shukla et al. 1998). El genoma de los potyvirus posee una simple cadena de ácido ribonucleico (ARN) orientada en sentido positivo, Fauquet et al. (2005); de aproximadamente 10000 nucleótidos, Yeh et al. (1992) y un único marco abierto de lectura, (Riechmann et al. 1992; Urcuqui-Inchima et al. 2001).

3.3.3 Agente causal

El PRSV es un virus de ARN, que pertenece al género *Potyvirus*, la partícula viral es una varilla flexible con dimensiones aproximadas de 780 nm de longitud y un diámetro de 12 nm. Yeh (1984) El PRSV tiene dos biotopos: PRSV-p y PRSV-w.

El PRSV-p infecta papayo y cucurbitáceas, mientras que el PRSV-w infecta solo cucurbitáceas. El rango de hospedantes de PRSV se limita a plantas de la familia *Caricaceae*, *Cucurbitaceae* y *Chenopodiaceae* (Purcifull, 1984).

El virus presenta partículas filamentosas flexuosas cortas y partículas en forma de bala o baciformes, las varillas son filiformes flexuosas completas y partidas, mientras que las inclusiones son de tipo granuloso (Becerra et al. 1999).

3.3.4 Epidemiología

No se transmite por semilla y es transferido de las plantas infectadas a plantas sanas por medio de áfidos (más de 25 especies), los más frecuentes son: *Myzus persicae*, *Aphis gossypii*, *A. neerii*, *A. citrícola* y *A. spiraecola* (VIFINEX, 2003). La dispersión del PRSV depende principalmente de factores bióticos y abióticos que influyen en la presencia y movimiento de los insectos vectores (Téliz, 1987).

Según Singh (1971) *M. persicae* (Sulzer) es el vector más eficiente, uno sólo es capaz de transmitir al virus que produce la infección en el campo; se ha comprobado que el insecto tarda de 15 a 30 segundos en adquirir al virus de tejidos sanos deshidratados, pero no muertos.

Los potyvirus se transmiten de manera no persistente por áfidos, Raccah et al. (2001), pertenecientes al orden *Hemíptera*, familia *Aphididae* (Blackman y Eastop, 2007). La transmisión no persistente se caracteriza por periodos de adquisición e inoculación muy cortos, de segundos a minutos (Pirone y Perry, 2002). El virus puede ser inoculado inmediatamente tras la adquisición. La capacidad de transmisión por el vector puede mantenerse durante periodos no prolongados (Ng y Perry, 2004). La capacidad del vector para inocular el virus se mantiene durante más tiempo, tras la adquisición luego de un período de ayuno (López-Moya y López-Abella, 1995).

En México la enfermedad se presenta con temperaturas máximas de 35°C, medias de 28°C y mínimas de 20°C, es probable que dichas temperaturas estén en el rango del insecto vector (Becerra et al.1999).

3.3.5 Síntomas

Los síntomas provocados por el PRSV en plantas de papayo inician con un reticulado acuoso de las nervaduras secundarias y terciarias en el envés de las hojas (Cárdenas et al. 1993). En los peciolos y la parte superior del tallo aparecen manchas de color verde oscuro con apariencia grasienta o acuosa, que libera

látex cuando son heridas. Los síntomas característicos se presentan en los frutos donde desarrollan manchas en forma de anillo o de “C” con apariencia grasienta (Barahona, 1991).

Los síntomas iniciales se caracterizan por manchas cloróticas de forma irregular, distribuidas sobre el haz y envés de las hojas del tercio medio de la planta. Al desarrollarse más el virus, se forma un moteado (manchas cloróticas más abundantes y grandes) seguido por un mosaico (áreas amarillas rodeadas de zonas verdes) y manchas aceitosas de forma variable en el envés de las hojas. Estas manchas son alargadas en pecíolos y tallos; o en forma de anillo o manchas de media luna en frutos (De Los Santos, 2000).

El síntoma típico es la formación de manchas anulares en el fruto y eventual deformación del mismo, las plantas con infecciones tempranas reducen severamente su crecimiento y puede anular su producción, el daño en plantas adultas se nota por la disminución del dosel y defoliación exponiendo los frutos a quemaduras por el sol, además que en México, el periodo productivo comercial se reduce aproximadamente a un año (Rivas-Valencia et al. 2008).

Cuando la infección ocurre en la etapa inicial del cultivo, antes de los dos meses de plantado, no se producen frutos. Si las plantas son infectadas en una etapa más avanzada se reducen los rendimientos, disminuye el contenido de azúcar de los frutos y la calidad de estos es pobre (Gonsalves, 1998). La manifestación de los síntomas es más marcada en la época de invierno (Jensen, 1949; Cabrera et al. 2010).

3.3.6 Plantas hospedantes

El rango de hospedantes del PRSV-p es limitado a plantas de las familias *Caricaceae*, *Cucurbitaceae* y *Chenopodiaceae* (Gonsalves, 1993). Experimentalmente, se ha demostrado que las especies susceptibles al virus son: (*Carica papaya* L., *Chenopodium quinoa* W., *Cucumis melo* L., *Cucumis sativus* L., *Cucurbita maxima* D., *Cucurbita moschata* D., y *Cucurbita pepo* L.) (Purcifull

et al. 1984). En Cuba además, se señaló la especie *Thumbergia fragans* R., como hospedante del virus, luego de ser inoculada experimentalmente y se demostró su transmisión, mediante insectos, a plantas sanas (Hernández, 1994). En Jamaica, Chin et al. (2007) señalaron la especie *Momordica charantia* L. como un reservorio natural de PRSV-p, se comprobó la identidad del aislado mediante pruebas de transmisión vectorial y análisis molecular, detectando una alta homología en la secuencia obtenida con otras publicadas en la base de datos del Genbank, incluyendo una secuencia de Cuba.

3.3.7 Vectores

Jensen en (1949) realizó un estudio en Hawaii para conocer los vectores involucrados en la transmisión del VMAP. Encontró que los áfidos *Myzus persicae*, *Aphis gossypii*, *A. medicaginis* y *A. rumicis*, estaban involucrados en la transmisión, pero de todos ellos *M. persicae* fue considerado como el principal debido a que fue colectado con mayor frecuencia en los campos papayeros estudiados.

En el estado de Veracruz, Sánchez (1982) encontró a las especies *M. persicae*, *A. gossypii*, *A. citrícola*, *A. craccivora*, *Rhopalosiphum maidis* y *Uroleucom ambrosiae* asociados al papayo. Las poblaciones más altas se registraron durante los meses de julio y agosto, declinando de septiembre a noviembre, para posteriormente incrementarse en diciembre y febrero.

3.3.8 Manejo integrado de la enfermedad

Para el manejo de la enfermedad se ha producido abundante información en relación a la aplicación de métodos de control individuales como el químico, cultural, físico, protección cruzada, variedades tolerantes, etc (Rivas-Valencia et al. 2008). En México se ha desarrollado MI del cultivo para la reducción de pérdidas, en este sistema se consideran las siguientes medidas: protección de viveros con malla de propileno o antiáfidos para obtener plantas libres de virus; uso de cultivos como barreras vegetales alrededor de la parcela como maíz (*Zea*

mays), sorgo (*Sorgum* spp.) y Jamaica (*Hibiscus sabdariffa*); mayor densidad de plantación (2200 a 3117 plantas/ha); aspersión foliar de aceites minerales derivados del petróleo (citrolina o Safe-T-Side al 1.5%) y de extractos vegetales (*Azadirachta indica*); y eliminación de plantas con síntomas de virosis desde el trasplante hasta el inicio de la floración (Hernández-Castro et al. 2004; Rivas-Valencia et al. 2008; Hernández-Castro et al. 2010).

La aplicación de técnicas de control del VMAP de forma aislada no ha resultado efectivas. Por ello, se han desarrollado prácticas agrícolas de manejo, que aplicadas de forma integral, actúan sinérgicamente para retrasar la incidencia y disminuir la severidad del VMAP, que permiten un desarrollo óptimo del cultivo. Estudios realizados por Pérez-Madrigal et al. (2000) donde evaluaron la influencia de la aplicación de extractos acuosos de Nim (*Azadirachta indica* A. juss), como componente potencial del manejo integrado del papayo (MIP) para retrasar la incidencia y disminuir la severidad del VMAP; encontraron que, la aplicación de Nim no contribuyó en el retraso de la incidencia y disminución de la severidad de la enfermedad. Asimismo, Hernández-Castro et al. (2003), estudiaron el efecto del cubrimiento con malla de polipropileno, de semilleros establecidos en tres épocas de siembra: La primera, dos meses antes del inicio de temporada de lluvias; la segunda en plena temporada de lluvias y la tercera en época de secano o riego, concluyendo que los semilleros instalados dos meses antes y en plena temporada de lluvias, aun sin la protección de la malla de polipropileno no presentaron plantas con infección del VMAP.

Sin embargo, en semilleros establecido en época de secano o riego y sin la protección de la malla, si se presentó la infección; aseverando que la malla ejerce un efecto de interferencia de la actividad vectorial de los áfidos que transmiten la enfermedad: Asimismo, señalan que la protección de los semilleros con malla de polipropileno evita la infección del VMAP, propiciando un mejor desarrollo de las plantas y mejores rendimientos (Hernández-Castro et al. 2003).

3.4 *Colletotrichum gloeosporioides* (Penz)

Los hongos del género *Colletotrichum* causantes de la antracnosis constituyen un interesante campo de estudio, y su ámbito más frecuente en que encuentra mayor riqueza, es el que tiene que ver con su papel de patógenos de plantas (Correa et al. 2007). Este género es considerado como uno de los más importantes en la agricultura debido a la diversidad de especies vegetales que pueden ser afectadas y la magnitud de los daños ocasionados sobre las plantas (Femenía, 2007).

3.4.1 Importancia económica

Colletotrichum gloeosporioides es un patógeno de gran importancia ya que infecta un amplio ámbito de hospedantes, Manners et al. (1992) entre ellos mango (*Mangifera indica*), papaya (*Carica papaya*), banano (*Musa paradisiaca*) es uno de los hongos más importantes causantes de pudriciones de los frutos en postcosecha (Bolkan et al. 1976). Parte de su importancia radica en que afecta flores, frutos tanto en árboles en desarrollo como en producción, y los frutos pueden ser afectados en cualquier etapa de crecimiento.

Desde el punto de vista económico, este hongo causa elevadas pérdidas al sector agrícola de todo el mundo (Martínez y Estrada, 1994; Cooke et al. 2003; Leroux, 2003).

La mayor incidencia de la enfermedad se presenta en las áreas tropicales y subtropicales del planeta, debido a las condiciones ambientales de estas regiones, con temperaturas que van desde medias a altas, lluvias frecuentes y una humedad relativa significativa, que favorecen la dispersión y el desarrollo del patógeno (Menezes-Morales y Hanlin, 1996).

Esta enfermedad se encuentra distribuida en todas las regiones productoras de México con ataques severos en floración, fructificación y postcosecha, ocasionando pérdidas que varían del 15 al 50% (Becerra-Leor, 1995).

3.4.2 Clasificación taxonómica

C. gloeosporioides es el estado imperfecto de *Glomerella cingulata* (Sutton, 1992). Su clasificación taxonómica según Agrios (1995) es la siguiente:

Reino: Mycetae o Fungi

División: Eumycota

Subdivisión: Deuteromycotina

Clase: Coelomycetes

Orden: Melanconiales

Género: *Colletotrichum*

Especie: *C. gloeosporioides*

3.4.3 Proceso de infección

El proceso de infección de *C.gloeosporioides* se inicia con el contacto del hongo y el fruto, sin ser necesaria la presencia de una herida para facilitar la entrada del hongo. El inóculo puede tener su origen en las plantas enfermas (hojas flores y frutos). Por medio de la lluvia (salpicadura) y el viento, las esporas son transportadas hasta los frutos que se encuentren en desarrollo (Chau y Álvarez, 1983). Uno de los conidios se establece en la superficie del fruto y germinan si la humedad relativa es cercana al 100% y si la temperatura oscila entre 25 y 29 °C, entonces el hongo produce una enzima llamada cutinasa, la cual es esencial en la penetración del tejido verde del fruto de papaya.

Después de varias horas, el tubo germinativo se alarga y la punta se hincha para formar una estructura conocida como apresorio, el cual mantiene al hongo firmemente unido al fruto. El crecimiento fúngico se detiene y posiblemente una hifa subcuticular permanece temporalmente inactiva, hasta que el fruto madura

(Binyamini y Schiffmann-Nadel, 1971; Dickman et al. 1982; Coates y Gowanlock, 1993).

3.4.4 Síntomas

La enfermedad comienza por la aparición de manchas oscuras en hojas y frutos, con formas redondeadas u ovaladas; de 1 a 5 cm de diámetro; en ocasiones, las lesiones son ligeramente sumidas o poseen un contorno levemente elevado, con tonalidades negra o marrón; a veces, la infección aparece con coloraciones rojo ladrillo, púrpura y negra, al final. Es muy común observar en los centros de las lesiones más antiguas, los acérvulos con masas de esporas de color rosa o salmón (Castro y Restrepo, 2004).

En algunos vegetales, la enfermedad produce una disminución significativa del área foliar, que conlleva un debilitamiento de las plantas por reducción de la capacidad fotosintética. Los ataques a las inflorescencias y a los frutos en formación ocasionan su caída prematura, lo que conduce a una disminución de la productividad; los brotes tiernos y los tallos en formación de las plantas adultas y jóvenes son afectados drásticamente. El ataque ocasiona en muchos casos, la muerte del huésped; este hecho es muy importante en los viveros, donde se presentan pérdidas significativas de las plántulas destinadas al trasplante. Los efectos de la enfermedad se ven incrementados por la tendencia del patógeno a causar daños en los frutos durante los procesos de postcosecha; este estadio de la enfermedad afecta en gran medida a todos los frutos destinados a la exportación y aquéllos que son almacenados para su posterior comercialización o consumo (Castro y Restrepo, 2004).

3.4.5 Manejo integrado de la enfermedad

Para prolongar la vida postcosecha de los productos hortofrutícolas, se han implementado diferentes tecnologías; como son el uso de aire caliente, tratamientos hidrotérmicos, irradiación del fruto, atmósferas modificadas, luz ultravioleta, extractos de plantas y microorganismos biocontroladores. Es

importante conocer del patógeno, los mecanismos de acción, el ciclo de la enfermedad, la susceptibilidad del cultivo y llevar a cabo las buenas prácticas agronómicas, como tener el huerto sin malezas, terrenos bien drenados y seguir el programa de protección fitosanitaria (Landeró, 2013).

Baños-Guevara et al. (2004) evaluaron los efectos de bacterias antagonistas y extractos de plantas con propiedades fungitoxicas sobre características físicas, químicas y fisiológicas de la papaya maradol inoculada con *C. gloeosporioides*. Se utilizaron tres aislamientos de *Bacillus firmus* Bredemann y Werner y cuatro de *Pseudomonas fluorescens* Migula, de los cuales solo dos de *B. firmus* redujeron *in vitro* el crecimiento de *C. gloeosporioides* en 75.3 y 69.2% en un lapso de 96 horas. Sin embargo, en postcosecha no ejercieron ningún control del hongo. Algunos ejemplos de microorganismos antagonistas utilizados exitosamente para controlar enfermedades en postcosecha son: *B. subtilis* contra *Alternaria citri* (Fr.) Keisll en naranja, Gutter y Littaver (1953), *Monilia frutícola* (Winter) en durazno y chabacano, Pusey y Wilson (1984), *Rhizopus* spp. en nectarina y ciruelo, Pusey et al. (1986), y *C. gloeosporioides* en mango, Spalding (1986). *Pseudomonas syringae* restringió a *B. cinérea* y a *Penicillium expansum* Link en pera, Janisiewicz y Criof (1992); *Trichoderma viridae* Pers, inhibió a *B. cinérea* y *P. expansum* en manzana, Schields y Atwell (1963); *Enterobacter cloacae* controló a *R. stolonifer* en durazno, Wisniewsky et al. (1989).

El aceite esencial de tomillo *Thymus vulgaris*, L. al 0.15% y el de limón mexicano (0.14%), redujeron 50% la enfermedad comparado con el testigo (100%), cuando se inocularon los frutos después de la aplicación de los dos extractos (Yang y Clausen, 2007).

Asimismo, el extracto de ajo tiene un amplio espectro de acción contra 14 especies de hongos. Se encontró que inhibió 65.2 % el desarrollo de *C. gloeosporioides* inoculado en frutos de aguacate (Reyes, 1996).

Por otra parte, Bianchi et al. (1997) observaron que los extractos de bulbo de ajo inhibieron 80% el crecimiento micelial de *C. gloeosporioides*; además, Bautista et

al. (2003) observaron que los extractos de hoja de limón y de papayo, inhibieron completamente el crecimiento *in vitro* de *C. gloeosporioides*, y la pudrición de la fruta, respectivamente.

En lo que respecta al control químico de enfermedades postcosecha en frutas tropicales y subtropicales se encuentran el benomil, thiabendazol, prochloraz e imazalil, que se utilizan ampliamente en Centro y Sudamérica, principalmente para el control de la antracnosis en plátano, mango y cítricos (Arauz, 1992; Eckert y Ogawa, 1985).

Nery-Silva et al. (2001) mostraron que la eficiencia de los fungicidas químicos Prochloraz, Imazalil y Thiabendazol; en el control de antracnosis (*Colletotrichum gloeosporioides*) en frutos de papayo 'Sunset' (Improved Sunrise Solo Line 72/12); se logró con las concentraciones de 250 y 350 mg de i.a/L del fungida prochloraz; mencionando también, que el thiabendazol, resulto ser poco eficiente en el control de dicha enfermedad. Del mismo modo, Tavares y Souza (2005) evaluaron la eficiencia de; azoxystrobin, clorotalonil, hipoclorito de sodio (NaClO), imazalil, oxicloruro de cobre, prochloraz, propiconazol, tebuconazol, thiabendazol y tiofanato metílico en el control *in vitro* de *Colletotrichum gloeosporioides* en postcosecha; concluyendo que los fungicidas azoxystrobin, clorotalonil, imazali, prochloraz, propiconazol y tebuconazol, mostraron alta eficiencia en la inhibición del micelio del hongo con respecto a los otros fungicidas.



4. MATERIALES Y MÉTODOS

4.1 Descripción del área de estudio

En los Municipios de Iguala de la Independencia y Cocula (Zona Norte de Guerrero), se encuentran las condiciones favorables para la producción y comercialización de la papaya, los productores de estos municipios siembran de 2 a 5 ha con costos de producción de aproximadamente \$50,000 ha⁻¹. Entre las Instituciones que han realizado investigación sobre este cultivo destaca el Colegio Superior Agropecuario del Estado de Guerrero (CSAEGRO) y la Universidad Autónoma de Guerrero (UAGro). El CSAEGRO ha abordado diferentes líneas de investigación como manejo de plagas, enfermedades, rendimiento, fertilización y manejo postcosecha, hay investigadores que están trabajando en esas líneas de investigación, con el apoyo de estudiantes para generar transferencias de tecnologías y poder transmitir las a los productores del estado de Guerrero, que se dedican a la producción de este cultivo. La presente investigación se llevó a cabo en los terrenos del Centro de Estudios Profesionales del Colegio Superior Agropecuario del Estado de Guerrero (CSAEGRO), localizado geográficamente en el kilómetro 14.5 de la carretera Iguala-Cocula; entre las coordenadas 18° 19' latitud norte y 99° 39' longitud oeste, a 640 m de altitud (Figura 4.1).

En esta región predomina un clima tropical seco [Aw0 (w) (i) g], con lluvias en verano (García, 1973).

El periodo de lluvias se ubica en verano sin estación invernal definida. La temperatura media, máxima y mínima anuales son de 25, 38 y 18°C, respectivamente (Figura 4.2). La precipitación media anual es de 797 mm (INEGI, 2016).

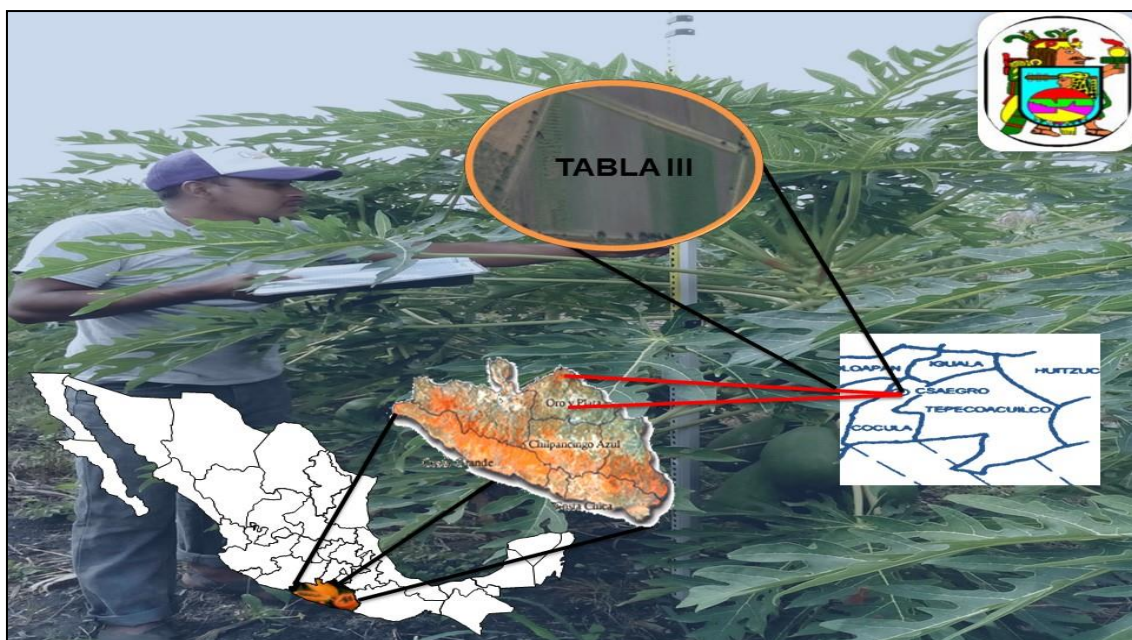


Figura 4.1. Localización del área de estudio.

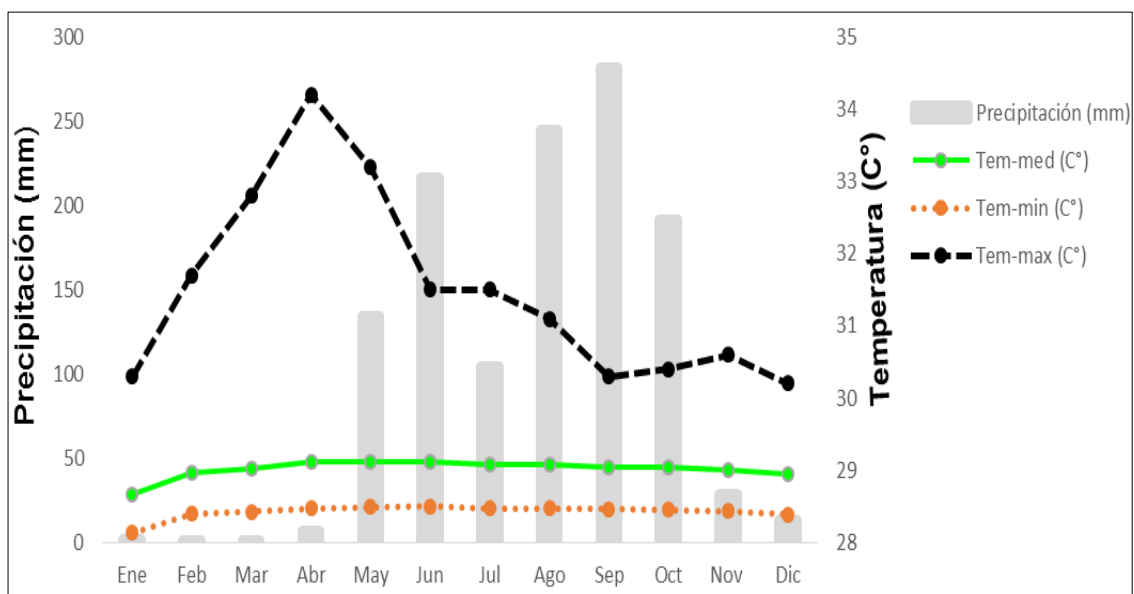


Figura 4.2. Temperaturas medias, mínimas, máximas, y precipitación pluvial en Cocula Guerrero (promedio del año 2015). **Fuente:** Elaboración propia, con datos obtenidos de la Comisión Nacional del Agua (CNA, 2016).

4.2 Diseño de tratamientos

En este experimento el objetivo fue evaluar diferentes sistemas de producción. En el tratamiento uno se usó el sistema de producción químico (testigo); el

tratamiento dos consistió en el sistema de producción orgánico, mientras que en el tratamiento tres se utilizaron solo productos biológicos. En todos los sistemas las aplicaciones se realizaron cada siete días después del trasplante.

Para llevar a cabo la aplicación de los tratamientos, se utilizó una aspersora manual con capacidad de 15 L con una boquilla de cuatro puntos, previa calibración del equipo con un gasto de 250 L de agua / ha.

4.2.1 Manejo con productos químicos (testigo)

Se usaron diferentes productos químicos comerciales para el manejo de insectos plagas, enfermedades y nutrición a lo largo del ciclo del cultivo, los cuales se muestran en el Cuadro 4.1, incluyendo el nombre comercial, clasificación, dosis y frecuencia de aplicación. Su aplicación se realizó tomando en cuenta los grupos químicos los cuales se fueron rotando para evitar la generación de resistencia. Cabe mencionar, que dichos productos son los que aplican los productores en esta región para el control de plagas, enfermedades y nutrición de la planta de papaya.

Cuadro 4.1. Tratamiento con productos químicos utilizados para el manejo de insectos plaga, enfermedades y nutrición en el cultivo de papaya en Cocula, Guerrero. 2015 – 2016.

Producto	Clasificación	Dosis aplicada	Frecuencia de aplicación
Cercobin	Fungicida	2.0 g L ⁻¹ agua	Trasplante y 8, 16 ddt al cuello de la planta
Captan	Fungicida	2.0 g L ⁻¹ agua	Trasplante y 8, 16 ddt al cuello de la planta
Benomilo	Fungicida	3.0 g L ⁻¹ agua	Cada 20 días a follaje y fruto
Amistar	Fungicida	1.0 g L ⁻¹ agua	Cada 25 días a follaje y fruto

Continuación **Cuadro 4.1** Tratamiento con productos químicos utilizados en el cultivo de papaya en Cocula, Guerrero. 2015 – 2016.

Producto	Clasificación	Dosis aplicada	Frecuencia de aplicación
Procloraz	Fungicida	1.0 mL L ⁻¹ agua	Cada 25 días a follaje y fruto
Abamectina	Insecticida	1 mL L ⁻¹ agua	Presencia de insectos (áfidos)
Confidor	Insecticida	1.0 g L ⁻¹ agua	Presencia de insectos (áfidos)
Malation 50	Insecticida	1 mL L ⁻¹ agua	Presencia de insectos (áfidos)
Agrimet	Insecticida	1 mL L ⁻¹ agua	Presencia de ácaro rojo o blanco
Grow Green	Fertilizante foliar	3 g L ⁻¹ agua	Cada 15 días a follaje y fruto
Poliquel multi	Fertilizante foliar	2 mL L ⁻¹ agua	Cada 20 días a follaje y fruto
Poliquel calcio	Fertilizante foliar	3 mL L ⁻¹ agua	Cada 30 días a follaje y fruto
Poliquel boro	Fertilizante foliar	3 mL L ⁻¹ agua	Cada 30 días a follaje y fruto
Phyto hormona plus	Fitohormona	1 mL L ⁻¹ agua	Cada 30 días a follaje y fruto
Ácido giberelico	Fitohormona	1.2 g aspersora manual de 15 L	Cada 35 días a follaje y fruto
Velfosato	Herbicida	3.0 mL L ⁻¹ agua	Cada 2 meses dirigido a las malezas
Finale	Herbicida	3.0 mL L ⁻¹ agua	Cada 2 meses dirigido a las malezas
Colplex	Adherente	1 mL L ⁻¹ agua	Cada aplicación

4.2.2 Manejo con productos orgánicos

Los productos a utilizar en este tratamiento se obtuvieron mediante un análisis de las posibles alternativas del control químico en la sanidad de la planta y en la mejora de la estructura física del suelo y del ambiente; así como para que los productores se familiarizaran con este tipo de manejo para mercados exigentes como EUA. En el Cuadro 4.2, se muestran el nombre comercial, clasificación, dosis y frecuencia de aplicación.

Cuadro 4.2. Tratamiento con productos orgánicos utilizados para el manejo de insectos plaga, enfermedades y nutrición en el cultivo de papaya en Cocula, Guerrero. 2015 – 2016.

Producto	Clasificación	Dosis aplicada	Frecuencia de aplicación
Serenade	Fungicida	2.0 g L ⁻¹ agua	Cada 20 días en drench
Natu control	Fungicida	2.0 g L ⁻¹ agua	Cada 20 días en drench
Bactiva	Fungicida	2.0 g L ⁻¹ agua	Al momento de la siembra y cada 2 meses
Kill neem	Insecticida	1 mL L ⁻¹ agua	Presencia de insectos (áfidos y ácaros)
Extracto vegetal (chile, ajo y cebolla)	Insecticida	4.5 mL L ⁻¹ agua	Presencia de insectos (áfidos y ácaros)
Progranic gamma	Insecticida	2 mL L ⁻¹ agua	Presencia de insectos (áfidos)
Aza-direct	Insecticida	1 mL L ⁻¹ agua	Presencia de insectos (áfidos)
Nutri-Fish	Fertilizante foliar	2 mL L ⁻¹ agua	Cada 20 días a follaje y fruto
Extracto húmico	Fertilizante foliar	2 mL L ⁻¹ agua	Cada 25 días a follaje y fruto
Nutri-Q Plus	Fertilizante foliar	2 mL L ⁻¹ agua	Cada 30 días a follaje y fruto
Energer	Fitohormona	1 g L ⁻¹ agua	Inicio de floración

4.2.3 Manejo con productos biológicos

De manera similar al manejo orgánico, este tratamiento se obtuvo mediante un análisis de las posibles alternativas al manejo químico para el control de plagas, enfermedades y nutrición de la papaya, así como la mejora de la estructura física del suelo y del ambiente. En el Cuadro 4.3, se muestran el nombre comercial, clasificación, dosis y frecuencia de aplicación.

Cuadro 4.3. Tratamiento con productos biológicos utilizados para el manejo de insectos plaga, enfermedades y nutrición en el cultivo de papaya en Cocula, Guerrero. 2015 – 2016.

Producto	Clasificación	Dosis aplicada		Frecuencia de aplicación
Messenger STS	Fungicida	2.5 g	L ⁻¹	Cada 20 días a follaje y fruto
Micobac	Fungicida	2.5 g	L ⁻¹	Cada 25 días a follaje y fruto
Baktillis	Fungicida	2.5 g	L ⁻¹	Cada 20 días a follaje y fruto
Gamma	Insecticida	2 mL	L ⁻¹	Presencia de insectos (áfidos y ácaros)
Citrolina	Insecticida	1 mL	L ⁻¹	Presencia de insectos (áfidos)
Kill-fly	Insecticida	1 mL	L ⁻¹	Presencia de insectos (áfidos)
Q-Algy	Fertilizante foliar	2 mL	L ⁻¹	Cada 30 días a follaje y fruto
Q cian	Fertilizante foliar	2 mL	L ⁻¹	Cada 30 días a follaje y fruto
Noxxide up	Fertilizante foliar	2 mL	L ⁻¹	Cada 30 días a follaje y fruto
Biozyme	Fitohormona	1 mL	L ⁻¹	Cada 30 días a follaje y fruto

4.3 Diseño experimental y unidades experimentales

Los tratamientos se distribuyeron en el campo arreglado en un diseño de bloques completos al azar con 3 repeticiones, generando 9 unidades experimentales (Figura 4.3). La unidad experimental estuvo constituida por 3 hileras de 10.5 m de longitud y 2.0 m de separación (47.25 m²) con plantas distribuidas a 1.5 m de distancia entre sí. La parcela útil estuvo constituida por 21 plantas para evaluar las variables de respuestas.

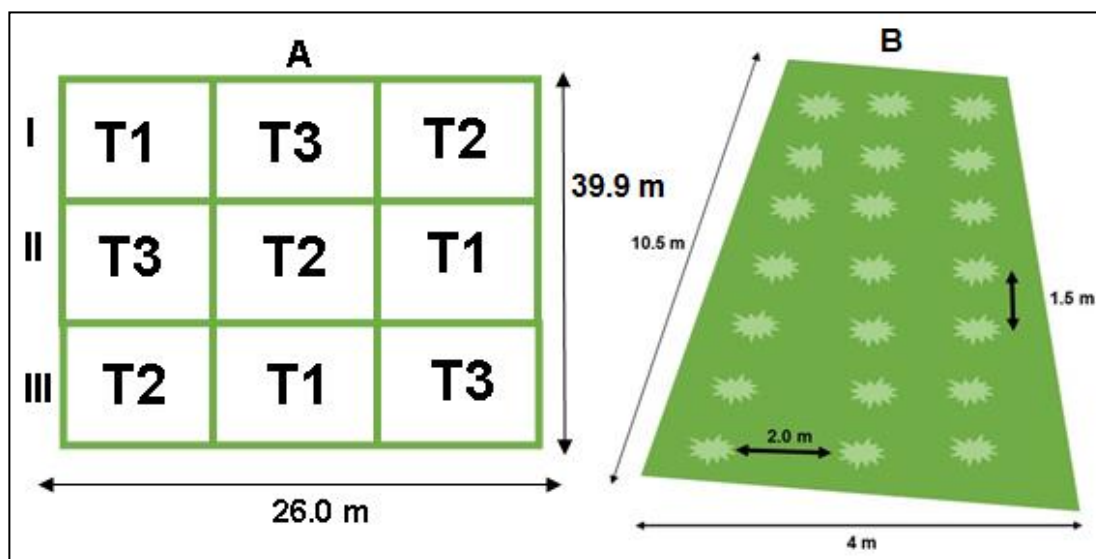


Figura 4.3. Distribución de los tratamientos en el campo (A) y dimensiones de la unidad experimental y parcela útil (B).

4.4 Aplicación de los tratamientos

Para las aplicaciones de los tratamientos se hicieron mezclas de productos correspondientes en cada sistema de producción. Las aplicaciones fueron intercaladas de fungicidas, acaricidas, insecticidas, fertilizantes foliares y fitohormonas, de acuerdo al cronograma de actividades planteado.

4.5 Conducción del experimento

El experimento se estableció el 09 de julio de 2015 y concluyó el 27 de julio de 2016. La toma de datos se realizó a partir de septiembre de 2015. Para reducir

la infección del virus mancha anular del papayo y del acaro blanco (*P. latus*), el manejo fue integrado y consistió en mantener a las plántulas en el vivero bajo la protección de malla sombra (50%). En el campo se sembraron barreras de sorgo (*Sorghum vulgare*), maíz (*Zea mays*) y jamaica (*Hibiscus sabdariffa*) entre hileras y alrededor del cultivo, un mes antes del trasplante de la papaya; la aplicación de productos fue de acuerdo a cada tratamiento (químico, orgánico y biológico).

4.6 Preparación del terreno

La preparación del terreno se realizó con dos meses de anticipación, consistió en un barbecho, rastreo, nivelación y surcado. Para el trasplante se realizaron cepas de 20 × 20 × 30 cm de largo, ancho y profundidad, respectivamente. Las cepas se hicieron con el apoyo de una pala recta, sobre el lomo del surco, a una distancia de 2.0 metros entre hilera y 1.5 metros entre planta, a una densidad de 3,333 plantas por hectárea.

4.7 Establecimiento del vivero y trasplante

Como parte del manejo integrado de la mancha anular del papayo y el acaro blanco (*P. latus*) el vivero se estableció dentro de una casa sombra (50%).

Para el establecimiento se utilizaron bolsas de polietileno de 15 × 20 cm, las cuales se rellenaron con una mezcla de sustrato de tierra lama más lombricomposta más sustrato comercial peat moss y agrolita, con relación 2:1:1:1/2. Cabe mencionar que la mezcla de sustrato se esterilizó con vapor de agua caliente durante 2 horas. A los 15 días después de haber germinado, se les aplicó 3 g L⁻¹ del fertilizante triple 17-17-17 + 1 mL L⁻¹ del fungicida tiofanato de metilo + 1 mL L⁻¹ del insecticida imidacloprid en la base del cuello de la planta. A los 20 días después de la germinación, se les asperjó 2 g L⁻¹ del fertilizante foliar Grow Green + 1 mL L⁻¹ del insecticida malation. Cuando las plántulas cumplieron 45 días en el vivero y tenían más de 8 hojas verdaderas se sacaron de la casa sombra y se trasplantaron al terreno definitivo.

4.8 Riego

El tipo de riego utilizado fue por gravedad, los cuales se realizaron cada ocho días, de acuerdo como lo fue requiriendo la planta y su estado fenológico. En el temporal se suspendieron y se aplicaron solo cuando fue necesario.

4.9 Fertilización edáfica

Dependiendo de los tratamientos, al momento del trasplante se aplicó al suelo lombricomposta más estiércol de bovino aplicando 1 kg por plántula (tratamiento orgánico), en el biológico se aplicó lombricomposta más gallinaza y en el caso del tratamiento químico se aplicó 100 g por plántula del fertilizante nitrogenado Urea.

Posteriormente, la fórmula 300-225-400 (kg/ha, N-P-K) se dividió entre cinco aplicaciones, cada dos meses, iniciando a los 30 ddt. La incorporación de materia orgánica se realizó tres veces para el tratamiento orgánico y biológico, una al momento del trasplante y las otras dos cada cuatro meses, con 1 kg por plántula por aplicación. Cabe mencionar que la fertilización edáfica se realizó manualmente colocando en el cajete de la planta el fertilizante.

4.10 Labores culturales

Durante el trasplante se realizaron diversas actividades con la finalidad de mantener las plantas del experimento, en buen estado. Se realizaron deshierbes manuales (tratamiento orgánico y biológico) y de forma alternada los herbicida glifosato y glufosinato de amonio con dosis de 1 mL L⁻¹ (tratamiento químico). Esta labor se realizó con una aspersora manual de mochila, una vez cada dos meses, para el tratamiento químico. Asimismo, se realizaron deschupones y deshojes cada mes hasta que la planta llegó a la etapa de plena producción de frutos. Dicha labor consistió en la eliminación manual de vástagos de las axilas de las plantas de la papaya (deschupones). Asimismo, se quitó la lámina foliar dejando el peciolo unido al tallo (deshojes) (Figura 4.4). Estas actividades se realizaron con guantes de látex para tener una mejor sanidad en la planta,

desinfectándolo con cloro al 5% por cada planta deshojada. También, se efectuaron aplicaciones intercaladas de fungicidas, acaricidas, insecticidas, fertilizantes foliares y fitohormonas para mantener a la plantación libre de plagas y enfermedades de acuerdo a lo establecido en el cronograma de actividades planteado en el proyecto.



Figura 4.4. Deschupones y deshojes en planta de la papaya maradol.

4.11 Variables evaluadas en campo

Los datos de las variables evaluadas en campo, se registraron durante las etapas de crecimiento vegetativo y reproductivo del cultivo de la papaya, para ello se escogieron 21 plantas por unidad experimental, a las cuales se les tomaron los siguientes datos.

4.11.1 Incidencia y dinámica poblacional de *Polyphagotarsonemus latus*

Para diferenciar una planta sana de una enferma se realizó a través de la observación del síntoma característico que presentan las hojas de las plantas, como es la clorosis y deformación de las hojas. Para obtener el porcentaje de incidencia se utilizó la siguiente fórmula:

$$I(\%) = \left(\frac{n}{N} \right) \times (100)$$

Dónde: I = incidencia de daño en el campo (%); n: total de plantas afectadas; N: total de plantas muestreadas.

Para evaluar la dinámica poblacional de ácaros, se muestrearon tres hojas por estrato (alto, medio y bajo) en 3 plantas muestreadas por tratamiento y repetición. Dichas hojas se llevaron al laboratorio de Fitopatología del CSAEGRO para cuantificar los ácaros con una lupa binocular de 30 × 21 mm. Se contabilizó la población de ácaro blanco por el haz y el envés de las hojas considerando la fase de adultos.

4.11.2 Incidencia y severidad de Papaya Ring Spot *Potyvirus*

Para calcular la incidencia de la enfermedad en cada tratamiento se empleó la misma fórmula descrita en la sección anterior.

Por su parte, para el cálculo de la severidad se empleó la fórmula de Townsend y Heuberger 1943.

$$IA(\%) = \left(\frac{\sum a \times b}{N \times K} \right) \times (100)$$

Dónde: IA = índice de afectación (%); a= total de plantas en cada grado de la escala; b= grado de la escala correspondiente; N= número total de plantas evaluadas; K= grado máximo de la escala (K=5).

La escala evaluativa empleada de 6 grados, incluye desde 0, que representa plantas asintomáticas hasta 5, donde las plantas exhiben síntomas severos (mosaico intenso y distorsión de las hojas en más del 75% del área foliar).

Con los valores de incidencia y severidad final se determinó el área bajo la curva de progreso de la enfermedad (ABCPE) según Shaner y Finney, 1977.

$$ABCPE = \sum_i \frac{(y_i + y_{i+1})(t_{i+1} - t_i)}{2}$$

Dónde: y_i = es la intensidad de la enfermedad y t es el periodo de la evaluación en días después de la siembra.

4.11.3 Dinámica poblacional de áfidos

Para evaluar la fluctuación poblacional de áfidos se colocaron trampas (platos) de color amarillo y azul, con aceite vegetal para que los áfidos alados quedaran impregnados. Se colocaron 2 trampas por tratamiento y repetición, teniendo en total 18 trampas en todo el experimento. Las trampas se revisaron cada 7 días.

4.11.4 Incidencia y severidad de *Colletotrichum gloeosporioides*

Para calcular el porcentaje de incidencia de la enfermedad en cada tratamiento se empleó la fórmula empleada en las dos secciones anteriores, mientras que para el cálculo de la severidad se empleó la fórmula de Townsend y Heuberger 1943, también ya descrita en la sección anterior.

Donde ahora la escala evaluativa empleada de 6 grados, incluye desde 0, que representa plantas asintomáticas hasta 5, donde las plantas exhiben síntomas severos (muy alta y muerte de planta hojas, peciolo y frutos).

Con los valores de incidencia y severidad final se determinó el área bajo la curva de progreso de la enfermedad (ABCPE) según Shaner y Finney, 1977.

Cabe mencionar que estas variables se estimaron en hojas, peciolo y frutos en campo, haciendo una observación visual detallada de síntomas

4.11.5 Rendimiento total (t ha)

El rendimiento se determinó a los 361 días después del trasplante. Se contabilizó el número total de frutos por planta durante 5 cortes, por unidad experimental. Los frutos se cosecharon y se pesaron en una báscula analítica de capacidad máxima de 40 kg, expresando finalmente el rendimiento en toneladas por hectárea.

4.11.6 Contenido de sólidos solubles totales (°Brix)

Se obtuvo con la ayuda de un refractómetro digital Atago modelo Pr-100, con escala de 0 a 32%. Estos datos se tomaron de la parte media de la pulpa del fruto, en plena madurez de consumo, agregándole una gota de jugo de pulpa en la lente del aparato.

4.12 Análisis estadístico

A los datos obtenidos, se les realizó un análisis de varianza (ANOVA) y una prueba de comparaciones múltiples de medias por el método de la diferencia significativa honesta de Tukey con nivel de significancia al 5%, utilizando el paquete estadístico SAS versión 9.4 (2014).

4.13 Análisis económico

De acuerdo con la metodología propuesta por Durán (2009), se realizó un análisis económico por cada tratamiento, para conocer la rentabilidad de los tratamientos, a través de los indicadores: Costo Total (CT), Ingresos Total (IT) y Neto (IN) y Ganancia por Peso Invertido (GPI).

Costo total de producción (CT). Se registraron todos los gastos efectuados por tratamiento.

Ingreso total (IT). Es el capital obtenido por la venta del producto, tomando en cuenta el precio por unidad, al momento de la comercialización. Se calcula con la fórmula:

$$IT = Py \cdot Y$$

Donde:

IT = Ingreso total

Py = Precio del producto

Y = Producción por hectárea

Ingreso neto (IN). Es la ganancia obtenida una vez que se han deducido los gastos; se obtiene mediante la fórmula:

$$IN = IT - CT$$

Donde:

IN = Ingreso neto

IT = Ingreso total

CT = Costo total

Ganancia por peso invertido (GPI). Permite determinar la rentabilidad de los tratamientos. Se determina por la fórmula:

$$GPI = \frac{IN}{CT} - 1$$

Donde:

GPI = Ganancia por peso invertido

IN = Ingreso neto

CT = Costo total



5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.1 Incidencia de daño del acaro blanco (*Polyphagotarsonemus latus*, BANKS)

En la primera fecha de muestreo, a los 90 días después del trasplante (ddt) el tratamiento orgánico presentó los menores porcentajes de incidencia de daño por ácaro blanco con 3.17%, mientras que los tratamientos químico y biológico presentaron los mayores porcentajes de incidencia con 4.17%, para ambos (Figura 5.1).

A los 270 ddt se observó que el tratamiento químico fue el que presentó los menores porcentajes de incidencia del daño con 28.57% y los tratamientos biológico y orgánico presentaron los valores de incidencia más altos con 39.68 y 36.50%, respectivamente.

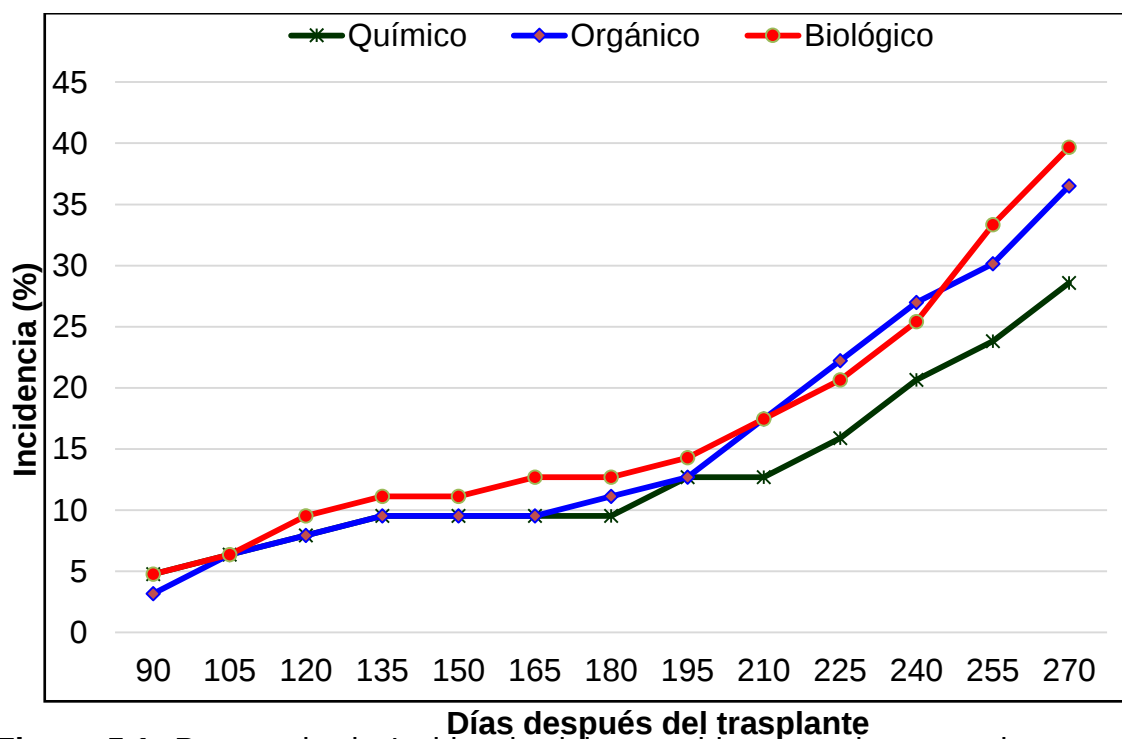


Figura 5.1. Porcentaje de Incidencia del acaro blanco en los tratamientos en estudio, en papaya maradol. Cocula, Guerrero, 2016.

El análisis de varianza realizado no mostró diferencias significativas en la evaluación de la incidencia del daño, en ninguna fecha de evaluación. Sin embargo, los tratamientos biológico y orgánico mostraron los valores de incidencia más altos (Cuadro A1 del apéndice). La comparación múltiple de medias por el método de LSD no formó grupos.

Los resultados del análisis del Área Bajo la Curva del Progreso de la Enfermedad (ABCPE) (Cuadro 5.1 y Figura 5.2), aunque no hubo diferencias significativas, indican claramente que el mejor tratamiento fue el químico, el cual presentó menor incidencia del daño del acaro blanco, en comparación con los tratamientos biológico y orgánico. En los tratamientos evaluados la manifestación de los síntomas se inició en el mismo periodo (Figura 5.1).

Cuadro 5.1. Análisis de varianza y comparaciones de medias para el ABCPE de incidencia del daño por ácaro blanco (% días).

Tratamiento	Incidencia
	ABCPE (%.día ⁻¹)
Biológico	3023.8 a [†]
Orgánico	2785.7 a
Químico	2226.2 a
DMS	1354
Probabilidad	0.344

†: Valores dentro de una misma columna seguido por la misma letra, no son estadísticamente diferentes (LSD, $p=0.05$).

No se observaron diferencias significativas entre los tratamientos, probablemente al uso de productos específicos para el control del ácaro, y además que la densidad de población de *P. latus* fue baja a lo largo del desarrollo del cultivo.

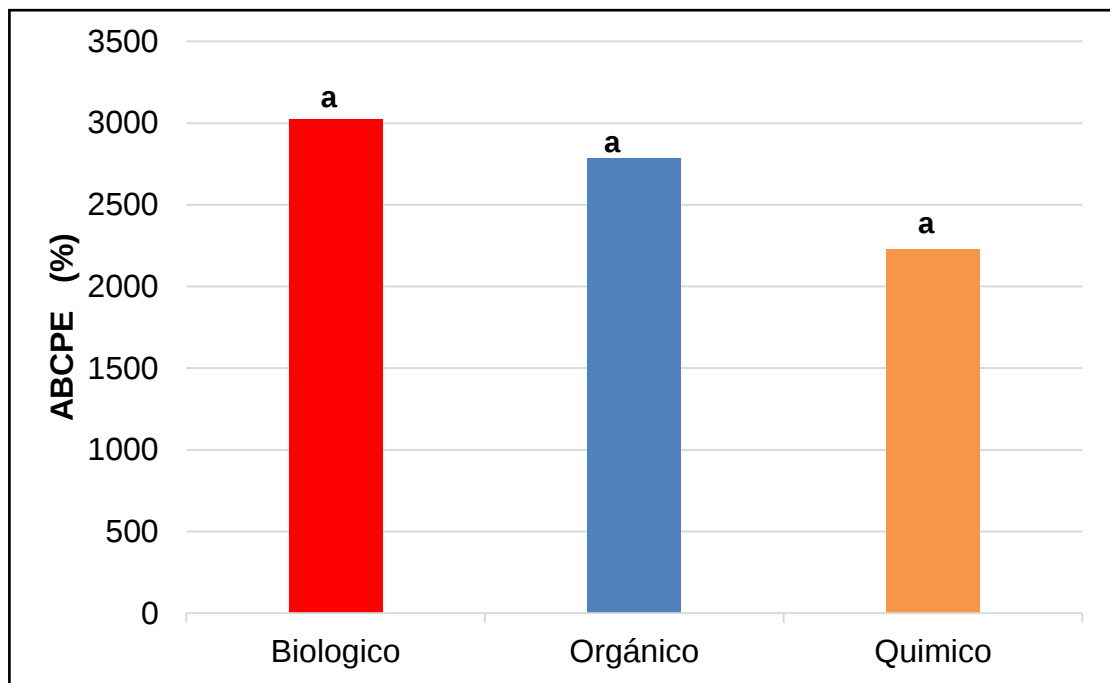


Figura 5.2. ABCPE de incidencia de daño por ácaro blanco (% días), en los tratamientos en estudio. Cocula, Guerrero. 2016. Barras con la misma letra, no son estadísticamente diferentes (LSD, $p=0.05$).

En base a los resultados encontrados se muestra que aunque los cultivos protegidos se comportan como islas ecológicas –preservan a las plantas contra muchas plagas potenciales–, las especies fitófagas al vencer sus barreras físicas encuentran condiciones de temperatura y alimenticias idóneas para que su reproducción sea prácticamente igual a su tasa de incremento potencial. Por tales razones las explosiones poblacionales registradas en el sistema estudiado son muy severas, y coincide con lo planteado por Ramaker y Rabasse (1995).

Se observaron daños cualitativos como la clorosis de la parte central de las hojas, aclaramiento y cambio de la estructura de las nervaduras y deformación de las hojas, coinciden con los daños descritos por De Coss et al. (2010).

Sin embargo, otros daños atribuidos a *P. latus* como el rizado del borde foliar en hojas formadas, pecíolos abatidos, venación con apariencia de cicatrices, primordios foliares deformados, tejido del limbo limitado a nervaduras (mano de

mono) y necrosis de los tejidos apicales descritos también por De Coss et al. (2010) no fueron observados durante el desarrollo de este experimento, debido quizás a que las plantas respondieron a los productos eliminando una buena cantidad de ácaro blanco.

5.1.1 Dinámica poblacional del acaro blanco (*P. latus*, Banks)

Se realizaron 5 muestreos a partir del mes de octubre de 2015 cada 2 meses hasta junio de 2016, para determinar la fluctuación poblacional de ácaro blanco (Figura 5.3). Se observó que las poblaciones de ácaro blanco se presentaron desde la primera fecha de muestreo. En el mes de diciembre se registró la población más baja y en el mes de abril se presentaron las poblaciones más altas de ácaro blanco.

También se observa que en octubre el tratamiento que presentó las poblaciones más bajas fue el químico con 3, 5 y 9 ácaros por estrato alto, medio y bajo, respectivamente, mientras que el tratamiento que presentó las mayores poblaciones fue el biológico con 3,8 y 11 ácaros por estrato alto, medio y bajo.

En el mes de abril el tratamiento químico presentó las poblaciones más bajas con (16, 21 y 31 ácaros por estrato alto, medio y bajo, respectivamente), mientras que los tratamientos biológico y orgánico fueron los que presentaron los picos poblacionales de ácaro blanco más altos con 24, 31 y 36; 21, 28, y 34 ácaros por estrato alto, medio y bajo respectivamente.

El análisis de varianza realizado de la fluctuación poblacional de ácaro blanco indica que hubo diferencias significativa entre los tratamientos ($p = 0.05$), en todos los estratos, donde en el tratamiento químico se encontraron las poblaciones más bajas con 13.0, 23.0 y 32.66 ácaros por planta y estrato alto medio y bajo respectivamente, comparado con los demás tratamientos en estudio (Cuadro 5.2).

Cuadro 5.2. Promedio de ácaros por planta presentes en diferentes estratos de papayo, durante cinco fechas de muestreo en CSAEGRO, Cocula, Gro. 2016.

Tratamiento	Estrato		
	Alto	Medio	Bajo
Biológico	20.00 a†	30.33 a†	40.66 a†
Orgánico	18.33 a	29.00 a	37.66 b
Químico	13.00 b	23.00 b	32.66 c
DMS	1.9993	5.4491	2.6177
Probabilidad	0.0014	0.0406	0.0027

†: Valores dentro de una misma columna seguido por la misma letra, no son estadísticamente diferentes (LSD, $p= 0.05$).

El ácaro blanco se presentó en toda la etapa de campo y se encontró atacando principalmente el tejido nuevo, en el envés de las hojas tiernas y brotes tiernos. El ácaro tuvo dos grandes picos poblacionales durante el muestreo, en febrero y abril, las poblaciones de ácaro blanco fueron menores en octubre y diciembre (Figura 5.3). El segundo pico poblacional coincidió con la cosecha del cultivo (Abril). El tratamiento químico obtuvo las menores poblaciones de ácaros en comparación con los demás tratamientos ya que presentó mayor efectividad en el manejo de ácaros.

Doreste1988), menciona que en la lucha contra ácaros, el arma más poderosa es el combate químico basándose en el uso de los productos acaricidas, ya que los ácaros se multiplican con gran rapidez en condiciones óptimas de temperatura y humedad relativa. Estudios realizados reportan que temperaturas entre 25 y 30 °C y humedad relativa entre 75 y 80% favorecen la reproducción del ácaro blanco, lo que induce a reducir el ciclo de vida de 3 a 4 días (INTA, 2004).

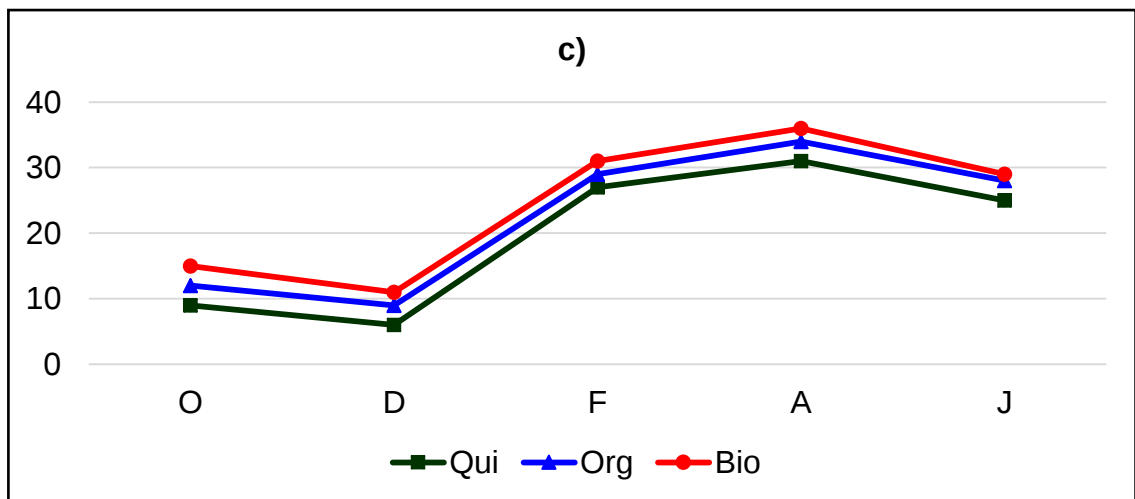
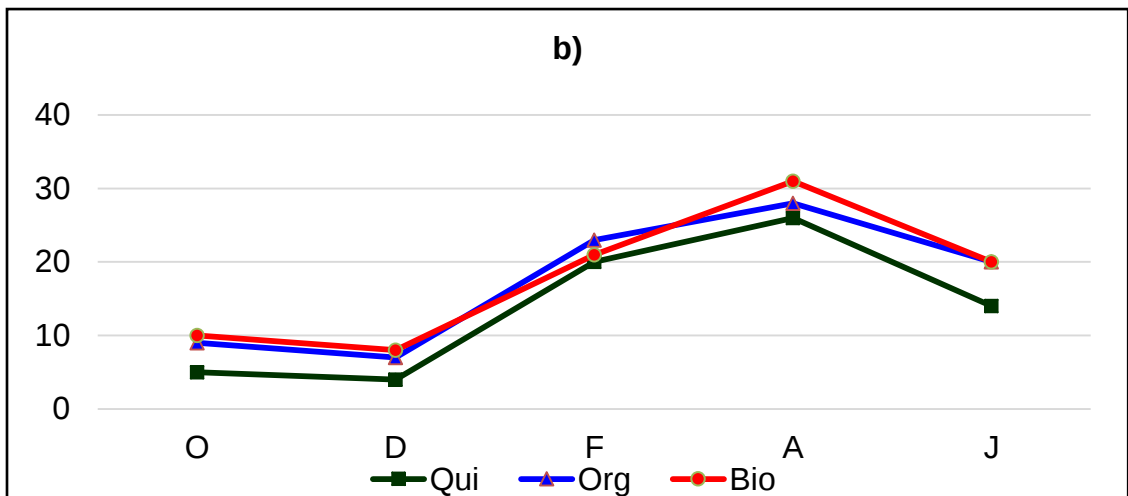
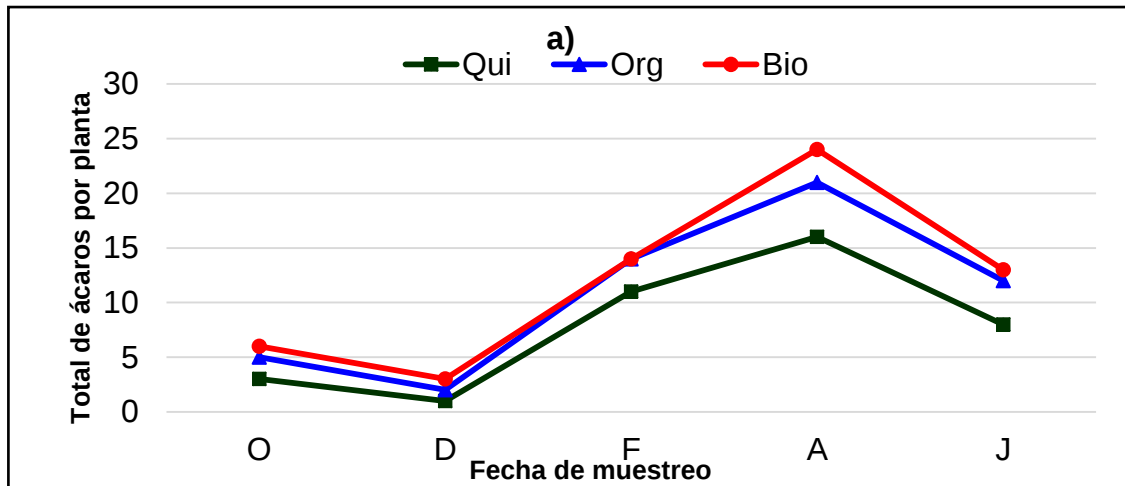


Figura 5.3. Dinámica poblacional del acaro blanco por estrato de papayo, muestreados de octubre 2015 a junio 2016, en Cocula, Guerrero. a) Estrato alto; b) Estrato medio; c) Estrato bajo.

Sarria (2002), indica que los ácaros se alimentan succionando la savia en el envés de las hojas y no son percibidos por los agricultores por su pequeño tamaño (1 a 3 mm). El ataque por ácaros puede ser en etapas tempranas pero es más frecuente durante la floración y fructificación. Los síntomas causados por estos arácnidos son muy característicos y muchas veces se confunden con los causados por virus o deficiencias minerales (Orellana et al. 2004).

Ochoa y Aguilar (1991), reportan que las principales causas del incremento de las poblaciones de ácaros, dependen de la biología, ecología, taxonomía y el manejo de las especies, abuso de las dosis de plaguicidas y un mal diagnóstico, lo que favorece el ataque del ácaro blanco en las plantaciones.

5.2 Incidencia y severidad de la enfermedad del Papaya Ring Spot*Potyvirus*, (PRSV-p) y Área Bajo la Curva del Progreso de la Enfermedad (ABCPE)

Los primeros síntomas de la enfermedad se presentaron en plantas con el tratamiento químico a los 150 ddt mostrando síntomas de clorosis, manchas aceitosas y moteadas, mientras que en los tratamientos biológico y orgánico los síntomas se presentaron hasta los 165 y 180 ddt, respectivamente. Para el tratamiento químico entre los 240 ddt las plantas superaron más del 41 y 24% de incidencia y severidad respectivamente, mientras que en los tratamientos biológico y orgánico a esa fecha alcanzaron solo el 31 y 28% de incidencia y 19 y 17% de severidad, respectivamente, de plantas infectadas como se observa en la (Figura 5.4).

El análisis de varianza mostró diferencias significativas en la evaluación de la incidencia pero no para la severidad de la enfermedad, en ninguna de las fechas de evaluación. La comparación múltiple de medias por el método de LSD formó grupos significativamente diferentes. Aun cuando en el análisis de la severidad de la enfermedad, no hubo diferencia estadística, los tratamientos biológico y químico presentaron mayor severidad (24 y 19 % respectivamente) (Cuadros A2 y A3 del apéndice).

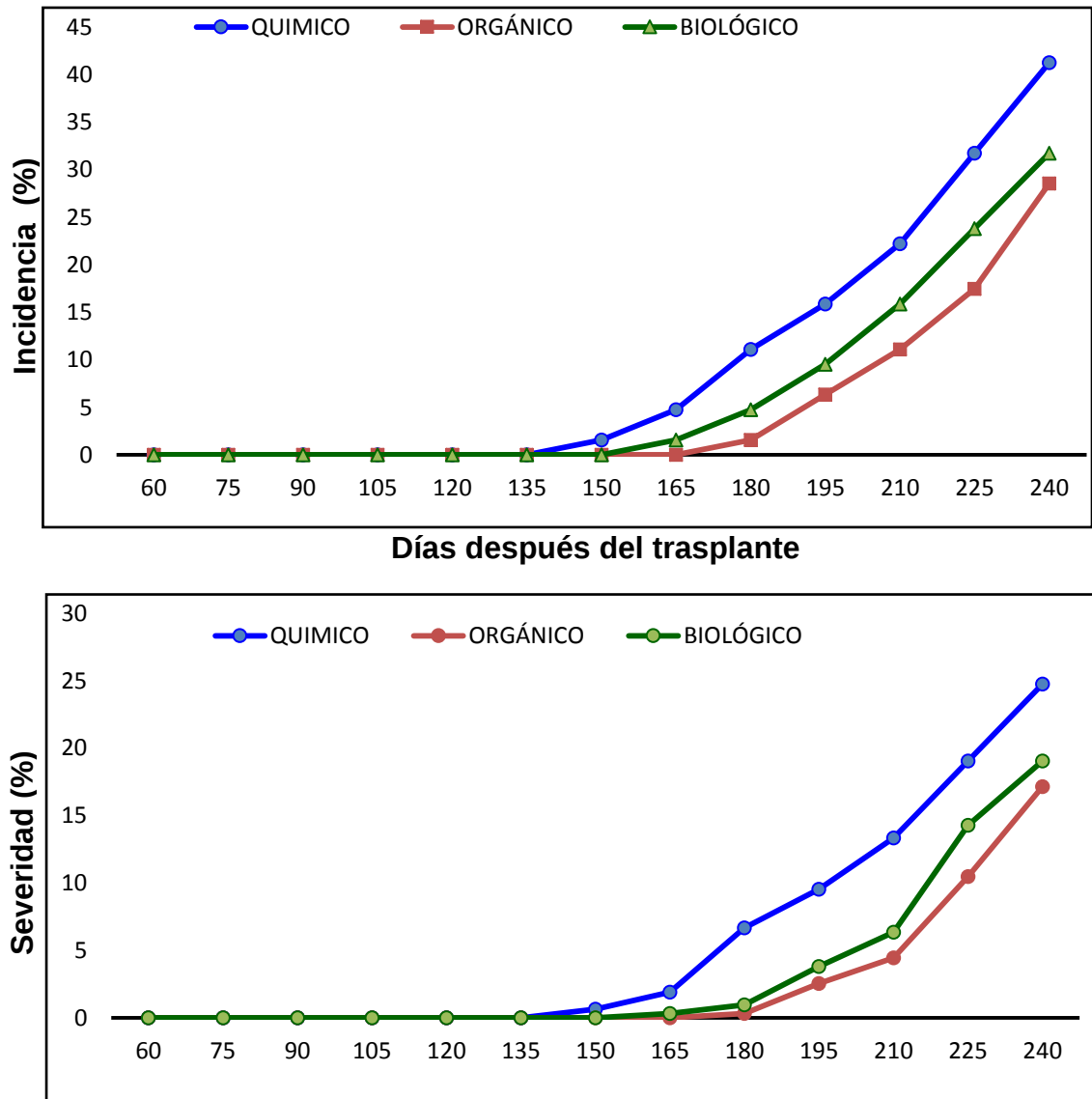


Figura 5.4. Progreso de la incidencia y severidad del PRSV-p en plantaciones de papaya maradol roja en los tratamientos en estudio.

Los resultados del análisis del ABCPE (Cuadro 5.3, Figura 5.5), indican claramente que los mejores tratamientos fueron el orgánico y biológico, los cuales presentaron menor incidencia y severidad de la enfermedad, en comparación al tratamiento químico. En los tratamientos evaluados la manifestación de los síntomas se inició en el mismo periodo de tiempo (Figura 5.4).

Cuadro 5.3. Análisis de varianza y comparaciones de medias para el ABCPE Papaya Ring Spot *Potyvirus*, (PRSV-p) (% días)

Tratamiento	ABCPE (%.día ⁻¹)	
	Incidencia	Severidad
Químico	1547.6 a†	721.4 a
Biológico	809.5 b	395.2 ab
Orgánico	595.2 b	245.2 b
DMS	542.78	394.68
Probabilidad	0.0176	0.0646

†; Valores dentro de una misma columna seguido por la misma letra, no son estadísticamente diferentes (LSD, p= 0.05).

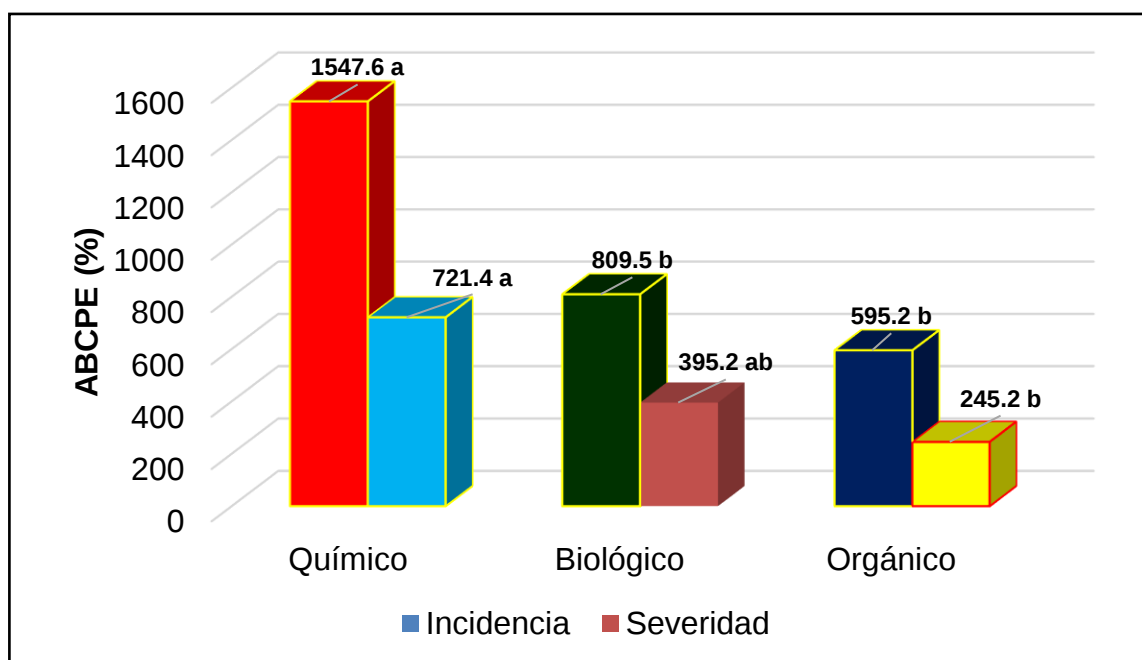


Figura 5.5. ABCPE de la incidencia y severidad del PRSV-p, en Cocula, Guerrero. 2016. Barras con la misma letra, no son estadísticamente diferentes (LSD, p= 0.05).

Como en los tres tratamientos se incorporó la protección de viveros y barreras perimetrales de maíz, sorgo forrajero y jamaica, en el manejo de la enfermedad del Papaya Ring Spot *Potyvirus*, (PRSV-p), se considera que fue un factor determinante en la reducción de los valores de incidencia y severidad de este virus.

Cabe mencionar, que el retraso de la incidencia de la enfermedad se expresó en un menor índice de severidad, ya que como la incidencia se presentó tardíamente, permitió que la planta desarrollara más por lo que tuvo un mayor vigor, de esta forma los daños del Papaya Ring Spot *Potyvirus*, (PRSV-p) se reflejaron en una menor severidad.

Esta disminución está relacionada con la interferencia provocada por las barreras, para la diseminación de la enfermedad entre plantas, debido al efecto que producen en la limpieza del estilete de los áfidos vectores del Virus. Estos resultados coinciden con los obtenidos por Cabrera-Mederos 2010, quienes emplearon barreras de maíz para manejo de epifitias del Virus de la Mancha Anular de la Papaya. También resultaron satisfactorias en el manejo de esta enfermedad, el uso de otras barreras vegetales y de combinaciones de alternativas.

En Veracruz, México, Hernández-Castro et al. 2004, evaluaron el manejo del PRSV en *C. papaya* var. Maradol roja mediante protección de viveros, con barreras perimetrales e intercaladas y demostraron su factibilidad comparado con el manejo regional aplicado por los productores. Además, determinaron que al existir una tasa de infección baja, el desarrollo de la epifitia es lento.

La severidad del Papaya Ring Spot *Potyvirus*, (PRSV-p) se relaciona con el proceso de patogénesis, la disminución de plantas infectadas influye en esta variable epidemiológica. Las plantas que se emplearon como barreras son colonizadas por áfidos, pero al no constituir hospedantes de dicho virus se convierten en sitios de limpieza del estilete de los alados infectados que puedan ingresar en las plantaciones y contribuyen así a evitar la diseminación de la enfermedad. Además, estas barreras pueden interferir en el comportamiento de vuelo de los áfidos, contribuyendo así al manejo de virus transmitidos de forma no persistente por estos insectos.

5.2.1 Fluctuación poblacional de áfidos

Las capturas de áfidos registraron dos picos, en octubre del 2015 y febrero-abril del 2016. Los registros menores se obtuvieron en diciembre de 2015 (Figura 5.6). Lo anterior no significa que en este periodo no existieran poblaciones mayores de vectores, ya que la incidencia y severidad de la enfermedad así lo sugiere.

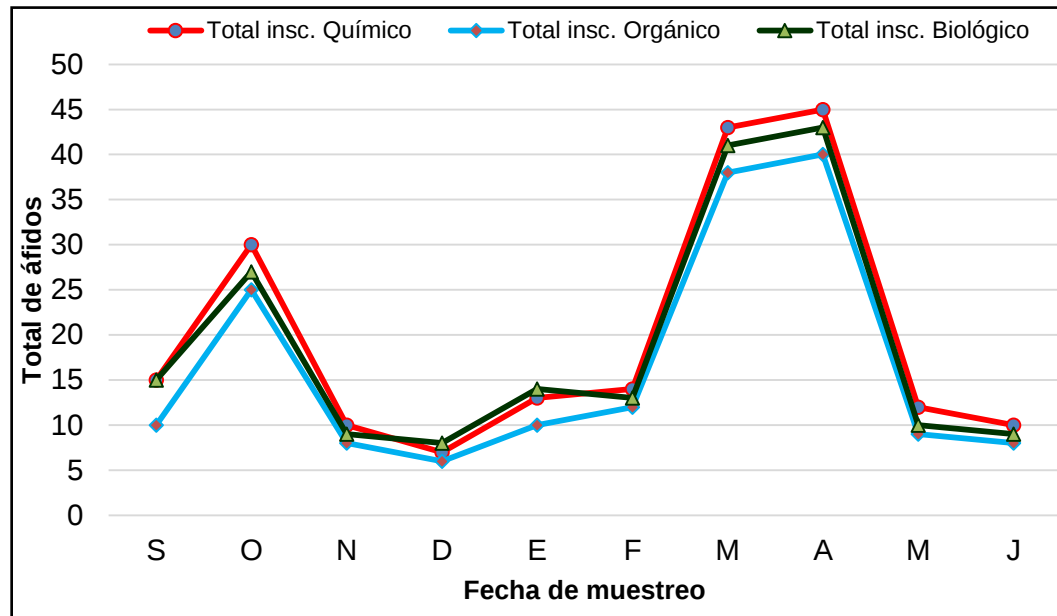


Figura 5.6. Número de áfidos en el cultivo de papaya cv. Maradol roja, en los tratamientos en estudio.

Otras investigaciones indican que las mayores capturas de áfidos en los trópicos se registran en invierno y las más bajas en verano (Mora y Téliz, 1987; Téliz et al. 1991). Al respecto, se sabe que una de las causas que propician el vuelo de áfidos es la escasez o deterioro del alimento (Peña-Martínez et al. 2001), por lo que la mayor cantidad de áfidos recolectados en ese periodo puede explicarse por la escasez de hospederos más que por el efecto directo sobre los áfidos, situación que ha sido señalada también para otras regiones del mundo (Marín1969, Thomas y Goldwin 1983).

Por otro lado, el incremento de la enfermedad coincidió con alta población de áfidos en los meses de febrero y marzo, lo cual también coincide con Nieto et al. (1990) y Cárdenas et al.1993 quienes reportaron que al incrementarse la

población del vector, la incidencia de la enfermedad aumenta, además está última investigadora menciona que la escasez de lluvias aunada a la presencia de vientos, probablemente favorecieron la presencia de áfidos y consecuentemente la enfermedad.

Retomando lo escrito por De los Santos et al. (1993) y Mandujano-Barrios 1993, donde mencionan que el periodo de incubación depende de las condiciones de crecimiento de la planta y el sitio de inoculación, usualmente los primeros síntomas aparecen dos semanas después de la inoculación pero la sintomatología de la enfermedad es variable y depende del estado de infección, de la temperatura, vigor y tamaño de la planta. Es aquí donde radica la importancia al emplear la estrategia de Manejo Integrado de Plagas, ya que con ésta se logra retrasar la incidencia hasta por cinco meses, permitiendo tener plantas más vigorosas lo cual permite que los daños causados por el virus sean menores.

5.2.2 Relación de áfidos con el Papaya Ring Spot *Potyvirus*, (PRSV-p)

En la Figura 5.7 se aprecia una correlación positiva entre los áfidos vectores y la incidencia de la enfermedad, cuando los datos se acumularon mensualmente, el análisis estadístico reveló una correlación desfasada ($r = 0.62, 0.68, 0.77$; $p \leq 0.05$ para el tratamiento químico, biológico y orgánico, respectivamente) entre poblaciones de áfidos de tres meses previos a la lectura de la enfermedad, lo que significa que los síntomas aparecieron tres meses después de la detección de los áfidos. El máximo porcentaje (90%) de incidencia acumulada (Y_f) se registró en marzo, simultáneamente al pico máximo de áfidos (marzo) (Figura 5.7).

Aunque se menciona que el período de incubación del virus es de cuatro semanas (Cárdenas y Teliz, 1994), en condiciones de campo la situación puede cambiar, tal como ocurrió en el presente estudio. La correlación desfasada de tres meses entre las poblaciones de áfidos y la incidencia de la enfermedad

podría explicarse por las altas temperaturas (>30 °C) registradas durante el período de estudio, y ya ha sido señalado que ese factor puede retrasar la manifestación de los síntomas (Marín1969, De los Santos 2000).

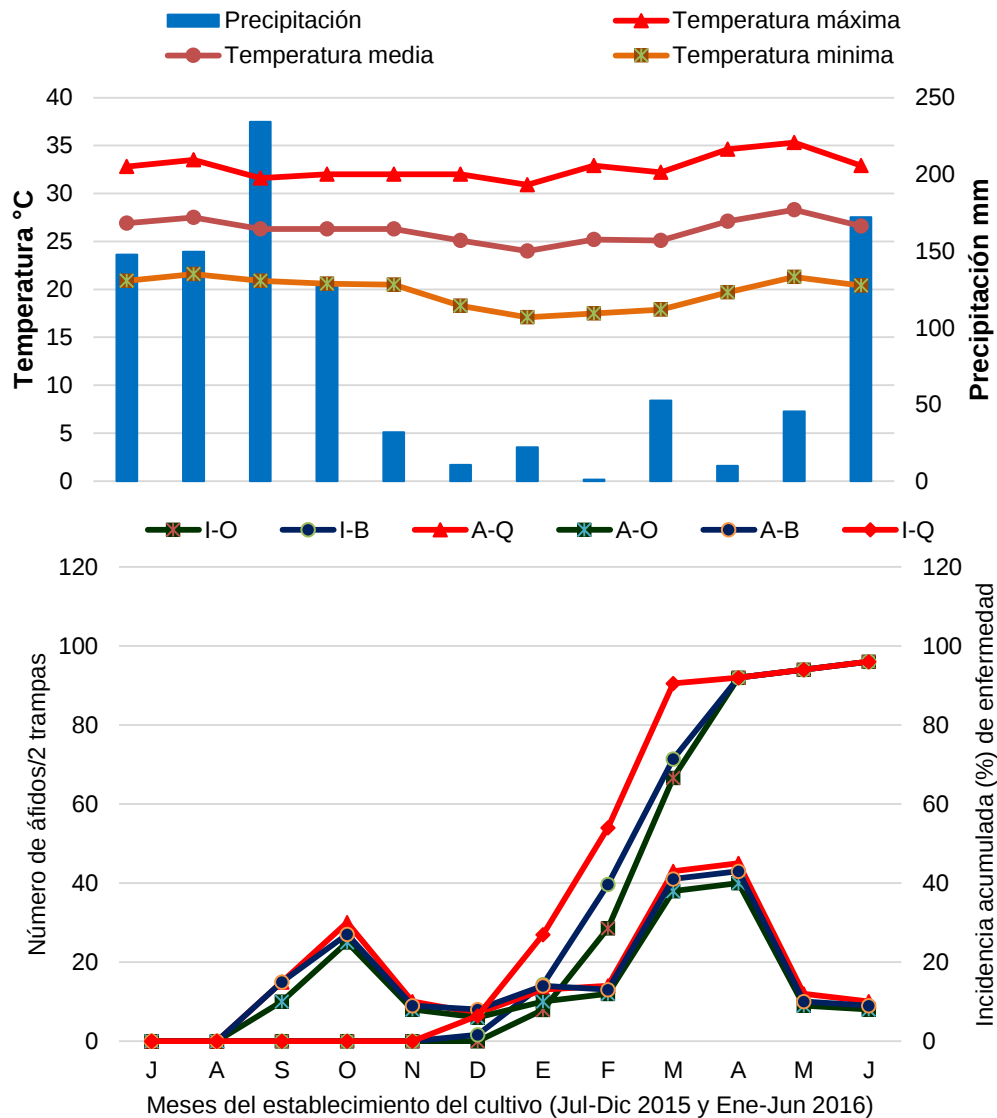


Figura 5.7. Fluctuación poblacional de áfidos, incidencia del PRSV-p, y su relación con los factores climáticos en el cultivo de papayo de la región de Cocula, Guerrero.

5.3 Incidencia y severidad de la enfermedad de la antracnosis por *C. gloeosporioides* (Penz) y Área Bajo la Curva del Progreso de la Enfermedad (ABCPE)

Los primeros síntomas de la enfermedad se presentaron en frutos en los tratamientos químico y biológico a los 269 ddt, mientras que en el tratamiento orgánico los síntomas en frutos se presentaron hasta los 284 ddt. Para el tratamiento químico entre los 404 ddt las plantas superaron más del 23 y 11% de incidencia y severidad respectivamente, mientras que en los tratamientos biológico y orgánico a esa fecha alcanzaron solo el 38 y 39% de incidencia y 19% de severidad, de plantas en frutos como se observa en la (Figura 5.8 y Cuadros A4 y A5 del apéndice).

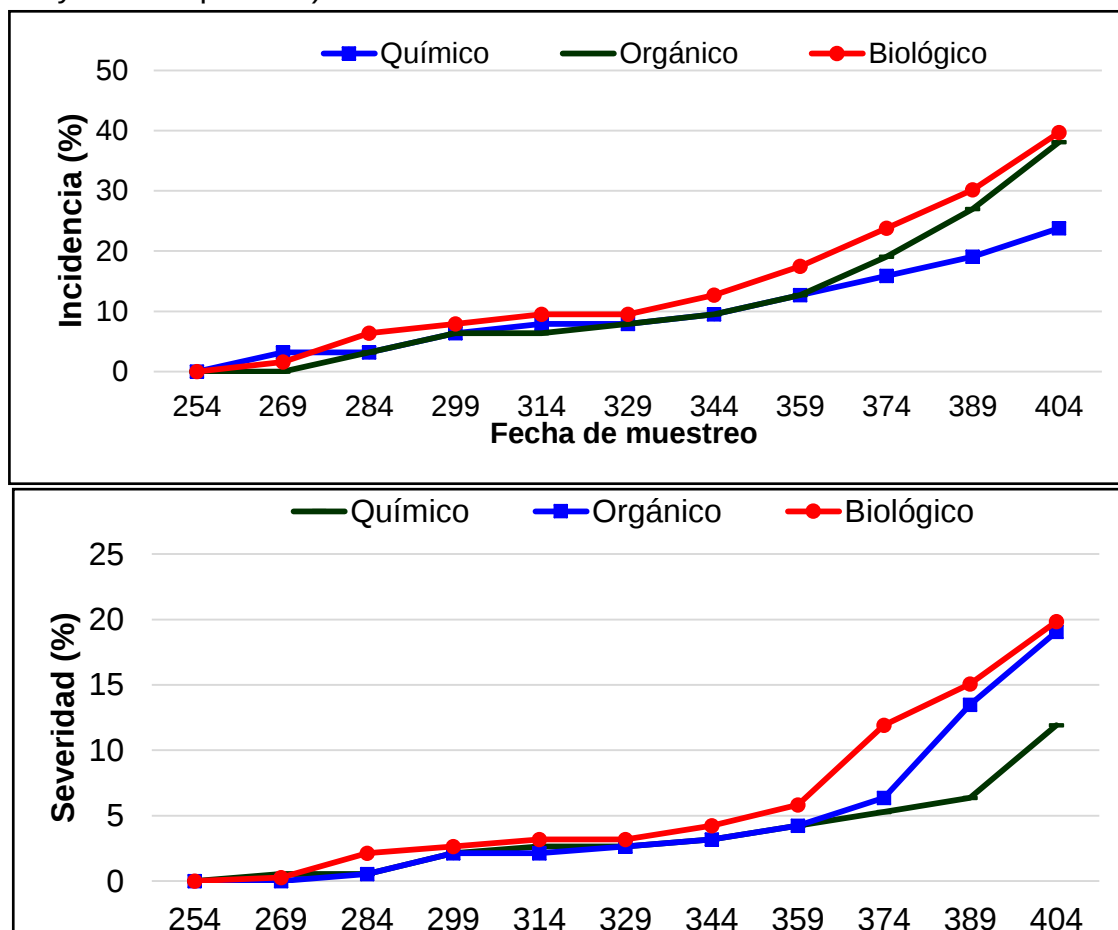


Figura 5. 8. Progreso de la incidencia y severidad de la antracnosis por *C. gloeosporioides* en plantaciones de papaya maradol roja en los tratamientos en estudio.

El análisis de varianza no mostró diferencias significativas en la evaluación de la incidencia y severidad de la enfermedad en ninguna fecha de evaluación. La comparación múltiple de medias por el método de LSD tampoco formó grupos de tratamientos diferentes.

Los resultados del análisis del ABCPE (Cuadro 5.4 y Figura 5.9), indican claramente que el mejor tratamiento fue el químico, el cual presentó un 30 y 43 % de incidencia y severidad de la enfermedad respectivamente, en comparación con los tratamientos orgánico y biológico.

Cuadro 5.4. Análisis de varianza y comparaciones de medias para el ABCPE de la antracnosis por *C. gloeosporioides* (% días).

Tratamiento	ABCPE (%.día ⁻¹)	
	Incidencia	Severidad
Biológico	1809.5 a [†]	658.7 a
Orgánico	1666.7 a	634.9 a
Químico	1464.3 a	470.2 a
DMS	861.07	330.01
Probabilidad	0.5802	0.3281

[†]: Valores dentro de una misma columna seguido por la misma letra, no son estadísticamente diferentes (LSD, $p=0.05$).

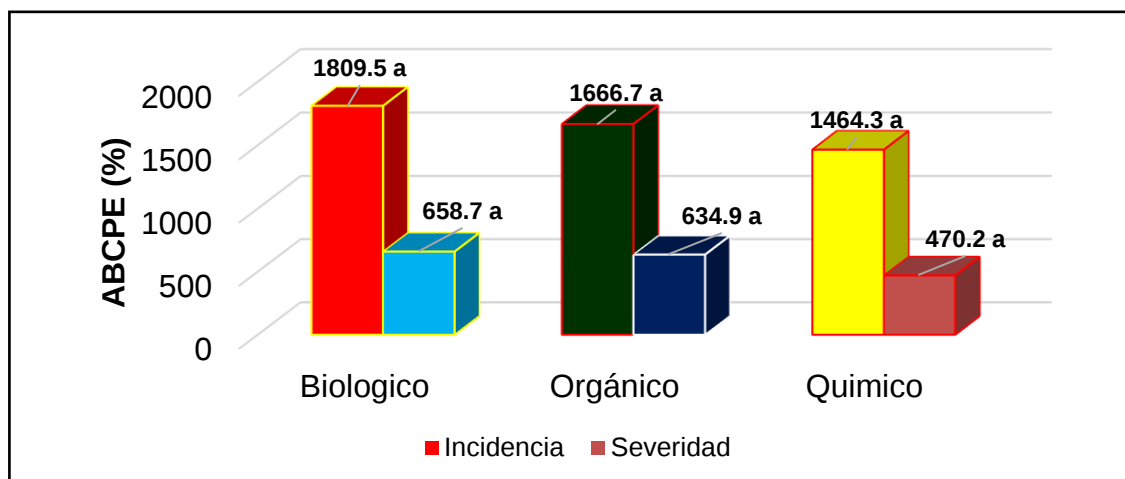


Figura 5.9. ABCPE de la incidencia y severidad de la antracnosis por *C. gloeosporioides* (% días). En Cocula, Guerrero. 2016. Barras con la misma letra, no son estadísticamente diferentes (LSD, $p=0.05$).

En el tratamiento químico se utilizó el fungicida sistémico azoxistrobin del grupo químico de las estrobilurinas, el cual ejerce un control eficiente sobre esporas de *C. gloeosporioides* y el patógeno no ha reportado resistencia hacia la molécula (Gutiérrez et al. 2003; Santamaría et al. 2011).

Sin embargo, este trabajo no sólo se apoyó en la selección aislada de fungicidas específicos y autorizados; sino también en el uso alternado y orden de aplicaciones para conservar su efectividad por más tiempo, con enfoque racional (Halleen y Holz, 2001).

En relación a lo observado en el estudio, al incrementarse la densidad de esporas en el aire del hongo aumenta su severidad en brotes florales y vegetativos así como reportó Acosta (2002). Temperaturas mayores de 35 °C favorece la esporulación, esto difiere a lo observado por Durán et al. (1998) y Acosta (2002) que mencionan que a temperaturas entre 15-30 °C hubo mayor esporulación; punto de rocío entre 20-24.9 °C ocasiona el mejor crecimiento de esporas, lo cual concuerda con lo estudiado por Makowski (1993). Humedades relativas menores del 60% tienen baja relación con la densidad de esporas en el aire según Durán et al. (1998).

Es importante mencionar que la toma de datos se efectuó en época seca (invierno con ausencia de lluvia) por lo que, la relación de incidencia y severidad de la enfermedad fue relativamente baja.

5.4 Rendimiento (ton ha⁻¹)

En los datos y análisis de varianza del rendimiento total ha⁻¹ (Cuadro A6 del apéndice) no se observan diferencias significativas por el efecto de los tratamientos, para dicha variable. El rendimiento promedio más alto se logró con el tratamiento orgánico con un promedio de 14.41 ton ha⁻¹. Por su parte el tratamiento químico obtuvo un rendimiento promedio de 12.54 ton ha⁻¹. El tratamiento biológico quedó en el último lugar con 9.43 ton ha⁻¹ (Cuadro 5.5 y Figura 5.10).

Cuadro 5.5. Rendimiento promedio (ton ha⁻¹) de papaya (*Carica papaya* L.) bajo condiciones de temporal, en Cocula, Guerrero. 2016.

Tratamiento	Rendimiento ton ha ⁻¹
Orgánico	14.41a [†]
Químico	12.54a
Biológico	9.43a
DMS	5.3346
Probabilidad	0.1353

[†]: Valores dentro de una misma columna seguido por la misma letra, no son estadísticamente diferentes (LSD, p= 0.05).

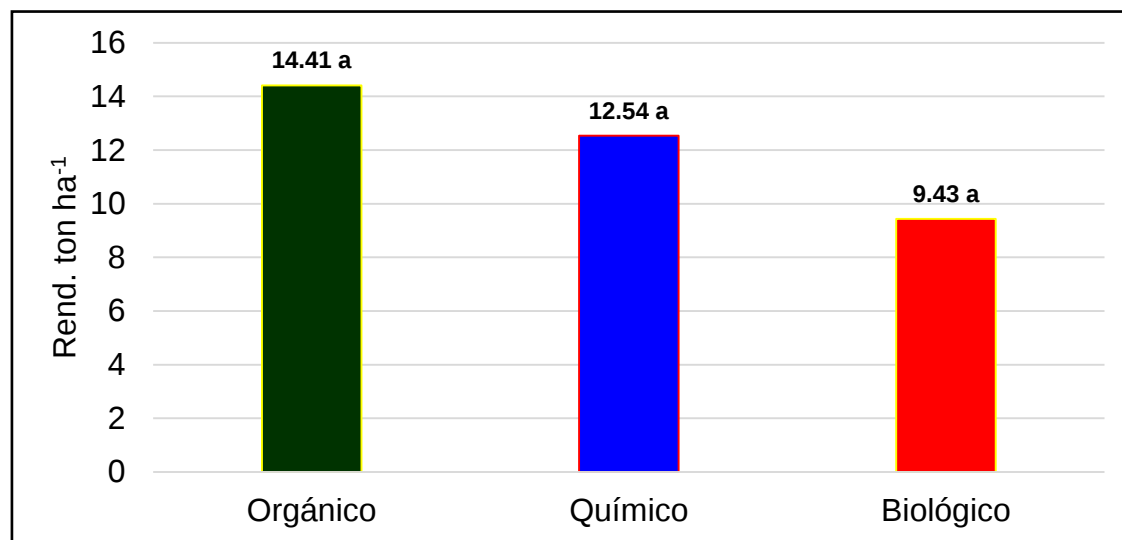


Figura 5.10. Rendimiento promedio (ton ha⁻¹) en los tratamientos en estudio, en Cocula, Guerrero. 2016. Barras con la misma letra, no son estadísticamente diferentes (LSD, p= 0.05).

Ayala (2013), reportó un promedio de 56.415 ton ha⁻¹ con fertilización química, orgánica y biológica. Salguero (2013) obtuvo un rendimiento promedio de 6.01 ton ha⁻¹ en un trabajo en respuesta a la fertilización foliar y aplicación de hormonas. Asimismo, Salvador (2010) en la parcela experimental del CEP-CSAEGRO, registró rendimientos de 15.9 y 8.3 ton ha⁻¹ con manejo orgánico y convencional respectivamente, estos valores son similares a los obtenidos en esta investigación.

Chamú (2006) en un experimento realizado a la i) sombra y ii) intemperie, ambos con fertirriego, encontró rendimientos de 24.24 y 17.7 ton ha⁻¹ respectivamente en Tepecoacuilco, Guerrero.

Escamilla et al. (2003), en Apatzingán, Michoacán, registró rendimientos de 27.94, 28.60 y 27.23 ton ha⁻¹ con fertilización foliar, mineral y orgánica respectivamente. Por otro lado Bueno et al. (2005), reportó un rendimiento promedio de 81.7 ton ha⁻¹ con el tratamiento de fertilización de NPK 300-130-300.

Vázquez y Ariza (2006) en la Planicie Huasteca reportó rendimientos de 144.9 y 101.7 ton ha⁻¹ con el tratamiento 235-42-222 de N-P-K combinado con la inoculación de los hongos *Glomus mosseae* y *Entrophospora colombiana* respectivamente. El mismo autor señala que en las condiciones del Campo Experimental Las Huastecas, el potencial de rendimiento a nivel experimental es de 150 ton ha⁻¹ y a nivel comercial es de alrededor de 120 ton ha⁻¹ (Vázquez, 2009).

5.5 Concentración de sólidos solubles (°Brix)

Los sólidos solubles totales (%) permiten de manera indirecta en casi todos los frutos, tener una idea del contenido de azúcares; aun cuando éstos son sacarosa y ácidos orgánicos (Bosquez, 1992).

En los datos y análisis de varianza de la concentración de sólidos solubles (°Brix) se observan diferencias altamente significativas por el efecto de los tratamientos, para dicha variable. La fertilización influyó en la concentración de sólidos solubles (°Brix), ya que en el tratamiento químico el total de sólidos solubles fue el más bajo (Cuadro 5.6 y Figura 5.11) con un porcentaje de 10.87, mientras que para los tratamientos orgánico y biológico, su porcentaje de °Brix fue más alto gracias a la aplicación de fertilizante mineral y orgánico, ya que como se puede notar el tratamiento orgánico comprende 300+225+400 +Lombricomposta + ácidos húmicos.

Cuadro 5.6. Concentración total de sólidos solubles (°Brix) en tres tratamientos a la intemperie, Cocula, Gro. 2016.

Tratamiento	Porcentaje de grados °Brix
Orgánico	11.87 a [†]
Biológico	11.66 b
Químico	10.87 c
DMS	0.1237
Probabilidad	<0.0001

[†]: Valores dentro de una misma columna seguido por la misma letra, no son estadísticamente diferentes (LSD, $p=0.05$).

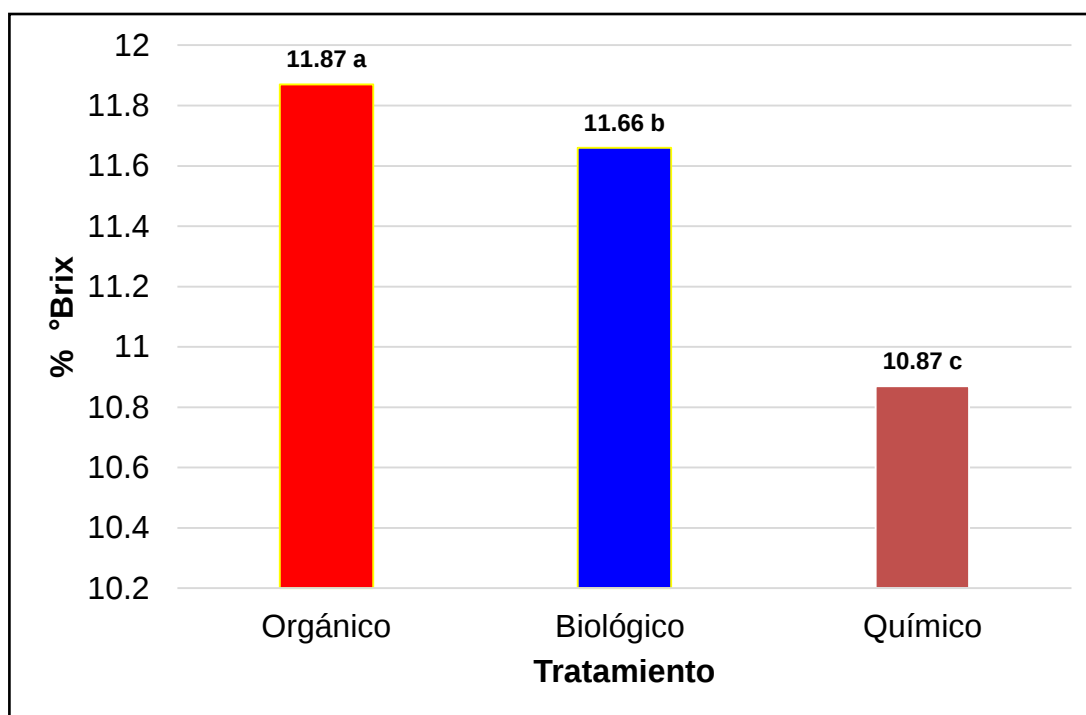


Figura 5.11. Porcentaje de concentración de sólidos solubles totales (°Brix) en los tratamientos en estudios, Cocula, Guerrero. 2016. Barras con la misma letra, no son estadísticamente diferentes (LSD, $p=0.05$).

Durante muchos años se han realizado varias investigaciones, donde se han encontrado diferentes porcentajes de concentración de azúcares en la fruta de papaya, lo cual se ha visto que depende de diferentes factores como el manejo agronómico que se le dé al cultivo y el ambiente en donde se establezca la plantación; Chamú (2006) encontró 11.75° y 11.00° Brix en plantas cultivadas bajo casa sombra y a la intemperie con fertirriego, respectivamente; mientras que Salvador (2010) con respecto al promedio, la densidad de 2,000 pl ha⁻¹ obtuvo numéricamente el mayor valor (11.13°Brix), seguida de la densidad, 2,400 y 1,600 pl ha⁻¹ con 10.53 y 10.83 de sólidos solubles, respectivamente.

Alcántara (2000) al evaluar la adaptación y rendimiento de genotipos de papayo, registró valores superiores al presente trabajo con 13.9 °Brix en la variedad Maradol.

CARISEM (2016) indica que la concentración de sólidos solubles en el cv Maradol es de 12° Brix. Valor similar al obtenido en el presente trabajo. Aparentemente los resultados obtenidos en esta investigación se debieron a la aplicación de un manejo integral de los tratamientos orgánico y biológico, permitiendo que los frutos presenten mayor contenido de azúcares.

5.6 Rentabilidad de los tratamientos

El cálculo de los costos de producción, ingresos totales y ganancia por peso invertido se encuentran en los cuadros A7 al A9 del Apéndice. Se realizó el análisis tomando en cuenta el análisis individual de cada tratamiento, los cuáles se resumen en el Cuadro 5.7.

El mejor tratamiento fue el orgánico, con una GPI de 2.24; mientras que el tratamiento químico obtuvo una GPI de 1.51. Puede notarse que el tratamiento biológico obtuvo la menor GPI de 1.24 (Cuadro 5.7 y Figura 5.12).

Cuadro 5.7. Resumen de los análisis económicos de los tratamientos en estudio. Cocula, Gro. 2016.

No.	Tratamiento	CT	IT	IN	GPI
1	Orgánico	17,768.50	57,640.00	39,871.50	2.24
2	Químico	19,952.43	50,160.00	30,207.57	1.51
3	Biológico	16,831.50	37,720.00	20,888.50	1.24

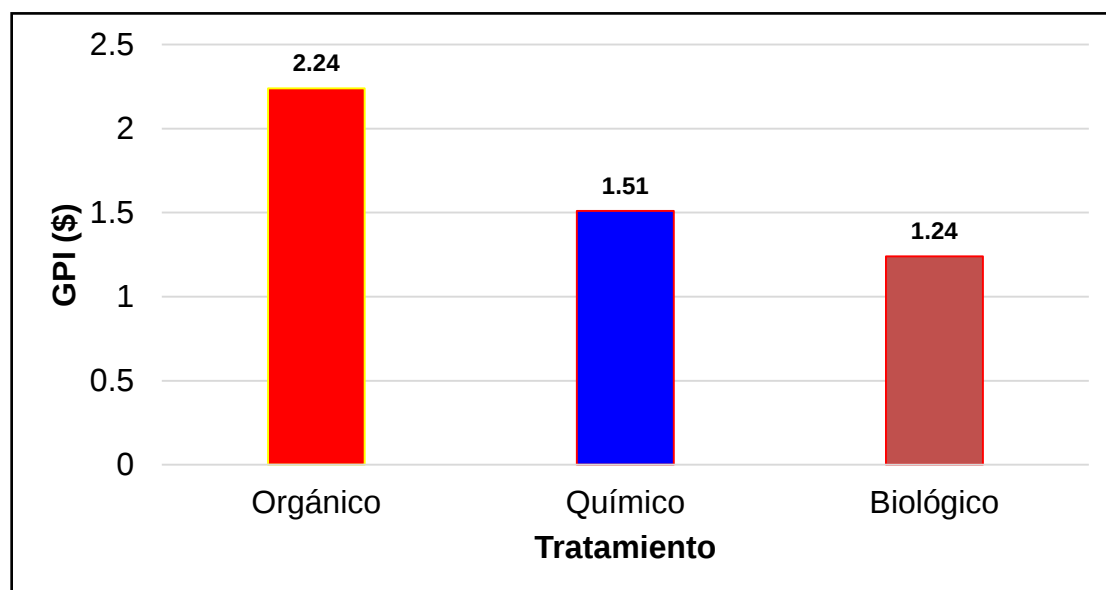


Figura 5.12. Ganancia por Peso Invertido en los tratamientos en estudio, Cocula, Gro. 2016.

Ayala (2013), en Tepecoacuilco, Guerrero, reportó GPIs de 2.10, 2.28 y 1.22, con producción química, química-orgánica y orgánica respectivamente; valores similares a los obtenidos en esta investigación.

Silvino (2015), en la parcela experimental del CEP-CSAEGRO, reportó GPIs de 5.39, 5.33, 4.05, 3.06, 1.91 y 1.54, producción química con la variedad mulata, química con la variedad maradol, orgánica con la variedad mulata, biológica con la variedad mulata, biológica con la variedad maradol, orgánica con la variedad maradol respectivamente.



6. CONCLUSIONES

De acuerdo con los objetivos e hipótesis planteados, y del análisis y discusión de resultados se concluye lo siguiente:

- ❖ El tratamiento químico fue el que resultó más efectivo para el control del ácaro blanco en papaya, ya que las plantas tratadas con este tratamiento resultaron con menor incidencia de daño por *Polyphagotarsonemus latus*. Los tratamientos orgánico y biológico presentaron mayor incidencia. El tratamiento químico podría incluirse en un programa de manejo integrado de plagas determinando el momento oportuno de control así como también en base a un monitoreo efectivo de la población de ácaros.
- ❖ El ácaro blanco se presentó en toda la etapa de evaluación y se encontró atacando principalmente el tejido nuevo, en el envés de las hojas tiernas y brotes tiernos. *P. latus* presentó dos grandes picos poblacionales durante el muestreo, en febrero y abril, mientras que las poblaciones menores fueron en octubre y diciembre. *P. latus* fue más abundante en el estrato bajo.
- ❖ Los mejores tratamientos fueron el orgánico y el biológico en el control del Papaya Ring Spot *Potyvirus* (PRSV-p), los cuales presentaron menor incidencia y severidad de la enfermedad, en comparación del tratamiento químico. En los tratamientos evaluados la manifestación de los síntomas se inició en el mismo periodo de tiempo.
- ❖ Los resultados de esta investigación sugieren la posibilidad de incluir barreras intercaladas de *Zea mays*, *Sorghum vulgare*, e *Hibiscus sabdariffa*, en el manejo integral de *C. papaya* en zonas endémicas del PRSV-p en Guerrero y con poblaciones abundantes de insectos vectores, debido a la interferencia que producen estas plantas en la dispersión del virus y en la reducción de epifitias.

- ❖ Las mayores poblaciones de áfidos alados se registraron en los periodos de sequía y de altas temperaturas; Octubre 2015 y Febrero-Abril 2016. Los registros menores se obtuvieron en bajas temperaturas (Diciembre 2015).
- ❖ La cantidad de áfidos se correlacionó en forma positiva y altamente significativa con la incidencia del PRSV-p, en la etapa de producción del cultivo.
- ❖ El mejor tratamiento fue el químico en el control de *Colletotrichum gloeosporioides* (Penz), el cual presentó un 70 y 57% menos de incidencia y severidad de la enfermedad, en comparación con los tratamientos orgánico y biológico. Se utilizaron los ingredientes activos (azoxistrobin y procloraz) los cuales fueron eficientes en el control de la antracnosis en floración.
- ❖ No hubo diferencias significativas en el rendimiento promedio, sin embargo, el más alto se logró con el tratamiento orgánico con 14.41 ton ha⁻¹, mientras que el tratamiento biológico fue el que obtuvo el menor rendimiento promedio con 9.43 ton ha⁻¹.
- ❖ La mayor concentración de sólidos solubles totales (°Brix) se obtuvo en el tratamiento orgánico con 11.87 y la menor concentración se obtuvo con el tratamiento químico con 10.87.
- ❖ La mayor Ganancia por Peso Invertido se obtuvo con el tratamiento orgánico, con una GPI de \$ 2.24, mientras que el tratamiento biológico generó el menor rendimiento económico con una GPI de \$ 1.24.



7. RECOMENDACIONES

- ❖ Es importante realizar más experimentos sobre estos sistemas de producción evaluados en este estudio y comparar los efectos obtenidos, ya que los tratamientos que incluyen productos orgánicos son alternativas factibles que no dañan al medio ambiente, se obtienen productos inocuos que no dañan la salud humana. Se sugiere seguir evaluándolos durante un periodo de tiempo mayor, debido a que en el caso de los frutales la respuesta a los tratamientos es a mediano o a largo plazo y no se puede observar en un solo ciclo de producción la efectividad biológica de los tratamientos.
- ❖ Asimismo se recomienda: utilizar nuevas moléculas químicas, orgánicas y extractos vegetales para el control de patógenos del suelo y follaje en el cultivo de papaya; así como integrar alternativas de control, incluyendo aplicaciones químicas orgánicas y biológicas juntas de forma preventiva, para un mejor control de patógenos.
- ❖ Incluir barreras intercaladas de *Zea mays*, *Sorghum vulgare*, e *Hibiscus sabdariffa*, en el manejo integral de *Carica papaya* en zonas endémicas del PRSV-p en Guerrero y con poblaciones abundantes de insectos vectores, debido a la interferencia que producen estas plantas en la dispersión del virus y en la reducción de epifitias.



8. LITERATURA CITADA

- Abato-Zarate, M., Villanueva-Jiménez, J. A., Otero-Colina, G., Reta-Mendiola, J. L., Ávila- Reséndiz, C., Hernández-Castro, E. 2010a. Ácaros que controlan plagas. Folleto técnico No.3. Serie Protección de Agroecosistemas. Colegio de Posgraduados. Campus Veracruz. Veracruz, México. 16 p.
- Abato, Z., M. 2011. Manejo integrado de la acarofauna del papayo y su transferencia de tecnología. Tesis de Doctor en Ciencias. Programa de Postgrado en Agroecosistemas Tropicales. Colegio de Postgraduados, Campus Veracruz. Tepetates, Manlio F. Altamirano, Veracruz. 104 p.
- Abato-Zarate, M., Villanueva-Jiménez, J. A., Reta-Mendiola, J. L., Ávila-Reséndiz, C., Otero-Colina, G., Hernández-Castro, E. 2011. Simultaneous productive growth (SPGG) innovation on papaya mite management. Trop. Subtrop. Agroecosyst. 13: 397-407.
- Acuña, L. E., Agostini, J. P., Haberle, T. H. 2008. Control químico de ácaro blanco *Polyphagotarsonemus latus* Banks del Mamon. Citrimisiones (30): 10-20.
- Acosta, RM. 2002. La Antracnosis (*Colletotrichum gloeosporioides* Penz.) del Mango (*Mangifera indica* L.) cv. Haden: Patogenicidad, Control Químico, Manejo y Epidemiología. Tesis de Doctor en Ciencias. Colegio de Postgraduados, Instituto de Fitosanidad. Montecillo, Edo. de México. 131 p.
- Alcántara, J., J. A. 2000. Adaptación y rendimiento de genotipos de papayo (*Carica papaya* L.) e incidencia del virus mancha anular en Tuxpan, Guerrero. Universidad Autónoma de Guerrero. Facultad de Ciencias Agropecuarias y Ambientales. Tesis de Maestría en Producción Agrícola. Iguala, Gro. México. 107 p.
- AGACA. 2004. Manual de Producción Integrada. Ed. Imprenta Plana S. L. Santiago de Compostela, España. 184 p.
- Álvarez, B., F. 2009. Los ácaros de la papaya: características, efectos y control. En: Hoja Divulgación No. 1. InfoAgro. Costa Rica.
- Agrios, G. 1995. Fitopatología. Editorial Limusa, segunda edición en español. México, DF. Pp. 337-344.
- Arauz, L., F. 1992. Elementos básicos de patología postcosecha de frutos y hortalizas. Pp 225-230. En: I Reunión Latinoamericana de Tecnología Postcosecha. UAM-Iztapalapa, México. D.F. 234 p.
- Aubert, B.; Lossois, P.; Marchal, J. 1981. Mise en évidence des dégats causes par *Polyphagotarsonemus latus* (Banks) sur papayers a l'île de la Reunion. Fruits 36: 9-24.
- Ayala, R., D. 2013. Rendimiento de papaya Maradol roja en respuesta a la fertilización química, orgánica y biológica. Tesis de Licenciatura. Centro de Estudios Profesionales del Colegio Superior Agropecuario del Estado de Guerrero. Cocula, Guerrero, México. Pp. 58-80.

- Baker, J. R. 1997. Cyclamen mite and broad mite. Ornamental and Turf Insect Information Notes. Recuperado de <http://www.ces.ncsu.edu/depts/ent/notes/O&T/flowers/note28/note28.htm> Consulta (10/03/2011).
- Baños-Guevara, P.E., Zavaleta-Mejía, E., Colinas-León, M.T. Luna-Romero, I y Gutiérrez-Alonso, J.G. 2004. Control biológico de *Colletotrichum gloeosporioides* en papaya maradol Roja y fisiología postcosecha de frutos infectados. Revista Mexicana de Fitopatología 2:198-205.
- Bau, HJ, Cheng YH, Yu TA, Yang JS, Liou PC, Hsiao CH, Lin CY, Yeh SD (2004). Field evaluation of transgenic papaya lines carrying the coat protein gene of *Papaya ringspot virus* in Taiwan. Plant Disease 88: 594-599.
- Bautista-Baños, S.; Hernández-López, M.; Bosquez-Molina, E. and Wilson, C. L. 2003. Effect of chitosan and plant extracts on growth of *Colletotrichum gloeosporioides* anthracnose level and quality of papaya fruit. Crop protection 22: 1087-1092.
- Bautista, L.; Arnal, E.; Aponte, O. 2005. Relación forética de *Polyphagotarsonemus latus* (Banks) (Acari: Tarsonemidae) y adultos de *Bemisia tabaci* (Gennadius) (Hemiptera: Aleyrodidae). Entomotropica 20(1): 79-80.
- Barahona, M. y Sancho, E. 1991. Fruticultura especial. Fascículo II. Piña y Papaya Editorial Universidad Estatal a distancia. San José, Costa Rica. Pp. 45-72.
- Becerra-Leor, E.N. 1995. Enfermedades de cultivo de mango. pp. 83-101. En: I. Mata Beltrán y R. Mosqueda Vázquez (eds.). La Producción de Mango en México. Noriega Editores. México, D.F. 159 p.
- Becerra, E. N., Cárdenas, E., Lozoya, H. y Mosqueda, R. 1999. Rhabdovirus en papayo (*Carica papaya* L.) en el sureste de México. Agronomía Mesoamericana 10(2):85-90.
- Binyamini, N. and Schiffmann-Nadel, M. 1971. Latent infection in avocado fruit due *Colletotrichum gloeosporioides*. Phytopathology 62:592-594.
- Bianchi, A.; Zambonelli, A.; Daulerio, A. Z. and Bellesia, F. 1997. Ultrastructural studies of the effects of *Allium sativum* on phytopathogenic fungi *in vitro*. Plant Disease 81: 1241-1246.
- Blackman, RL, Eastop V. 2007. Taxonomic Issues. En: Van Emden, HF, Harrington R (Eds) Aphids as crop pests, pp. 1-30. CAB International, Wallingford.
- Bolkan, H. A. 1976. Fungi associated with pre and post harvest fruit rots of papaya and their control in Central Brazil. Revista Plant Disease 0 (7): 605-609.
- Bosquez, M., A. 1992. Manual de prácticas de laboratorio de fisiología postcosecha de frutas y hortalizas. UAM. Unidad Iztapalapa, México, D.F. Pp. 5-7.
- Brechelt, A. 2004. Estudio sobre la situación de los plaguicidas de la categoría Ia y Ib en la República Dominicana. Fundación Agricultura y Medio Ambiente. Santo Domingo, República Dominicana. 18 p.

- Bueno, J., J.E.; E. Alonso L.; V. Volke H.; V. Gallardo L.; F. Ojeda R.; R. Mosqueda V. 2005. Respuesta del papayo a la fertilización con nitrógeno, fósforo y potasio en un luvisol. *Revista TERRA Latinoamericana* 23 (3):409-415.
- CAB, International. 2012. Crop Protection Compendium. Wallingford, UK. Recuperado de: <http://www.cabi.org/cpc/>. Consulta (19/04/2012).
- Cabrera, D, Cruz M, Portal O. (2010). Efecto de la temperatura en la virulencia del *Virus de la manchaanular de la papaya* (PRSV-p). *Fitosanidad* 14: 123-125.
- Calilung, V.; Mituda, S. E.; Malabayabas, M. 1994. Management of thrips and mites in lowland potato. I. Identity, biology and natural enemies of the pests. *Revista de Entomología* 9 (4): 435-442.
- Cárdenas, E., Téliz, D., Engleman, M. y Ortega, M.L. 1993. Patogénesis del virus de la mancha anular del papayo en México. *Revista Mexicana de Fitopatología* 11: 154-162.
- Cárdenas, S, E; Téliz O, D. 1994. Caracterización de aislamientos del virus mancha anular del papayo. *Agrociencia, Serie Protección Vegetal* 5(1): 103-113.
- Castro, B. y Restrepo, L. 2004. Efectos de tratamientos postcosecha sobre la prolongación de la maduración del baby banano (*Musa accuminata*). pp. 273-274. *Memorias XVI Reunión Internacional Acorbat*. Oaxaca, México.
- CARISEM. 2016. Semillas del Caribe. Recuperado de: http://www.semilladelcaribe.com.mx/sc/index.php?option=com_content&view=article&id=16&Itemid=14. Consulta (25/08/2016).
- Chau, K.F., and Alvarez, A.M. 1983. A histological study of anthracnose on *Carica papaya*. *Phytopathology* 73:1113- 1116.
- Chamú, B., J.A. 2006. Rendimiento de papayo cv. Maradol (*Carica papaya* L.) en función del ambiente con fertirriego. Tesis de Licenciatura. Centro de Estudios Profesionales del Colegio Superior Agropecuario del Estado de Guerrero. Cocula, Guerrero, México. pp. 30-50.
- Chin, M, Ahmad MH (2007) *Momordica charantia* is a weed host reservoir for *Papaya ringspot virus* type p in Jamaica. *Plant Disease* 91: 1518.
- CNA, 2016. Prontuario de información de temperaturas y lluvias a nivel municipal de los Estados Unidos Mexicanos, Cocula, Guerrero. Obtenido en la red: <http://smn.cna.gob.mx/es/climatologia/temperaturas-y-lluvias/resumenes-mensuales-de-temperaturas-y-lluvias>. Consulta (20/10/2016).
- Coates, L.M. and Gowanlock, D. 1993. Infection process of *Colletotrichum* species in tropical and subtropical fruits. Proceedings in an international Conference held at Chiang Mai Thailand. Australian Centre For International Agricultural Research 30: 162-168.
- Collier, K. F. S., De la Lima, J. O. G., Albuquerque, G. S. 2004. Predacious mites in papaya (*Carica papaya* L.) orchards: in search of a biological control agent of phytophagous mite pest. *Neotropical Entomology* 33 (6): 799-803.

- Cooke, D.E.L., Young, V., Birch, P.R.J., Toth, R., Gourlay, F., Day, J.P., Camagie, S.F. and Duncan, J.M. 2003. Phenotypic and genotypic diversity of *Phytophthora infestans* populations in Scotland (1995-1997). *Plant Pathology* 52:181-192.
- Correa, G. L., Lavalett, M.P. and Afanador, L. 2007. Use of multivariate methods for grouping strains of *Colletotrichum* spp. Based on Cultural and Morphological Characters. *Revista de la Facultad Nacional Agroalimentaria*. Medellín, Colombia 60 (1):3671-3690.
- De Coss, M. E. y Peña, J. E. 1998. Relationship of Broad Mite (Acari: Tarsonemidae) to Host Phenology and Injury Levels in *Capsicum annuum*. *Florida Entomología* 1:515-526, EE.UU.
- De Coss, M. E. 1999. Morfología externa de ácaros del género *Polyphagotarsonemus* (Actiniedida: Tarsonemidae) procedentes de la región del Soconusco, Chiapas. Tesis de Maestría en Ciencias. Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey, Nuevo León. 97 p.
- De Coss, M., Otero-Colina, G., Peña, J. E. y Magallanes, R. 2010. Demographic and reproductive parameters of *Polyphagotarsonemus latus* in *Carica papaya*. 357-359. *In*: Sabelis, M. W. and Bruin, J. (editors), *Trends in Acarology, Proceedings of the 12th International Congress*, Springer Science+Business Media B. V.
- De los Santos, de la R. F., Becerra L. E. N., Mosqueda V. R., Machain, L. M. y Riestra, D. D. 1993. Manual de Producción de papayo en el estado de Veracruz. Folleto para productores No. 1 División Agrícola, SARH. CIRGOC, INIFAP. Cotaxtla, Ver. México. 30 p.
- De los Santos, F., E. N. Becerra-León, A. Mosqueda-Vázquez y A. B. Vargas-García. 1997. Manual de producción de Papaya en el Estado de Veracruz. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Centro de Investigación Regional Golfo Centro. Veracruz, México. 86 p.
- De los Santos, R., E. N. L. Becerra, V. R. Mosqueda, H. A. Vázquez y García, V. 2000. Manual de producción de papaya en el estado de Veracruz. Folleto Técnico No. 17, División Agrícola INIFAP-SAGAR-FVP. Veracruz, México. 86 p.
- Dickman, M. B., Patil, S. S. and Kolatukkudi, P. E. 1982. Purification, Characterization and role in infection of an extracellular cutinolytic enzyme from *Colletotrichum gloeosporioides* on *Carica papaya*. *Physiological Plant Pathology* 20:333-347.
- Doreste, S. E. 1988. *Acarología* Segunda edición. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA). San José, Costa Rica. 385 p.
- Durán, A; Ramírez, L; Mora, D. 1998. Requerimientos de humedad relativa y tiempos de incubación para la infección de conidios de *Colletotrichum gloeosporioides* en frutos de papaya. *Agronomía Mesoamericana* 9(1):81-85.
- Durán, R., J. A. 2009. Apuntes sobre Formulación y Evaluación de Proyectos Agropecuarios. CEP-CSAEGRO. Segunda edición. Cocula, Gro. México. 130 p.

- Ecker., J. W., and J. M. Ogawa. 1985. The chemical control of postharvest diseases: subtropical and tropical fruit. *Annual Review of Phytopathology* 23:421-454.
- Escamilla, G., J., L. Saucedo V., C. Martínez D., M., T. Martínez G., A. Sánchez G., P. Soto H., R., M. 2003. Fertilización orgánica, mineral, y foliar sobre el desarrollo y la producción de papaya cv. Maradol. *Revista TERRA Latinoamericana* 21: 157-166.
- Fasulo, R. T. 2007. Broad mite, *Polyphagotarsonemus latus* (Bancos) (Arachnida:Acari: Tarsonemidae. University of Florida. Rescatado de: <http://entomology.ifas.ufl.edu/creatures>. Consulta (10 /03/2011).
- Fauquet, CM, Mayo MA, Maniloff J, Desselbelguer U, Ball LA. (2005) *Virus Taxonomy: The Eighth Report of the International Committee on Taxonomy of Viruses*. Elsevier. Amsterdam, Países Bajos.
- Femenía, M. 2007. Caracterización química de cepas de hongos del género *Colletotrichum*: síntesis de gloeosporiol. Diseño y síntesis de modelo de agentes fungiestáticos, Tesis de grado. Universidad de Cádiz, Facultad de Ciencias, Departamentos de química orgánica, España.
- Fernández, H, Benjamín; Llorente C, Ignacio; Lobatón, Valentín; Fernández H, Claudio. 1999. Reconocimiento de ácaros fitófagos y predadores asociados al cultivo de papaya en Córdoba. *Revista Temas Agrarios*. Montería, Colombia. Universidad de Córdoba. Facultad de Ciencias Agrícolas 4: (7); pp. 87-96.
- Ferreira, R. C. F.; De Oliveira, J. V.; Haji, F. N. P.; Manoel, G. C.; Gondin, Jr. 2006. Biology, thermal requirements and fertility life table of the broad mite *Polyphagotarsonemus latus* (Banks) (Acari: Tarsonemidae) in grape (*Vitis vinifera* L.) cv. Italia. *Neotropical Entomology* 35(1):126-132.
- García, E. 1973. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köpen (para adaptarlo a las condiciones de la República Mexicana). Instituto de Geografía de la UNAM, México, D.F., 213 p.
- Geissen, V. 2008. La producción de papaya en Tabasco y los retos del desarrollo sustentable. *El Cotidiano* 23(147):99-106.
- Gerson, U. 1992. Biology and control of the broad mite *Polyphagotarsonemus latus* (Banks) (Acari: Tarsonemidae). *Exp. and Appl. Acarol* 13: 163-178.
- Gómez, R. y Pedrero, R. 2000. Generalidades de la producción de papaya en México (Trabajo referativo). *Plantaciones Modernas*. Año 5 No. 1. (27–34).
- Gonsalves, D. 1993. *Papaya ringspot virus* (P-strain). Recuperado de: <http://www.extento.hawaii.edu/kbase/Crop/Type/papring.htm>. Consulta (8/12/ 2009).
- Gonsalves, D. 1998. Control of *Papaya ringspot virus* in papaya: a case study. *Annual Review of Phytopathology* 36: 415-437.
- Gutiérrez-Alonso, J. G., Gutiérrez-Alonso, O., Nieto-Ángel, D., Téliz-Ortiz, D., Zavaleta-Mejía, E., Delgadillo-Sánchez, F., Vaquera-Huerta, H. 2003. Resistencia a Benomil y Tiabendazol en aislamientos de *Colletotrichum gloeosporioides* (Penz.) Penz. Y Sacc. Obtenido de mango (*Mangifera indica* L.) en cinco regiones de México. *Revista Mexicana de Fitopatología* 21:260-265.

- Gutter, Y. and Littaver, R. 1953. Antagonistic action of *Bacillus subtilis* against citrus fruit pathogens. Bulletin Research Council of Israel 3:192-197.
- Halleen, F.; Holz, G. 2001. An overview of biology, epidemiology and control of *Uncinula necator* (powdery mildew) on grapevine, with referent to South África. South African Journal for Enology and Viticulture 22:111-121.
- Hernández, R .1994. Estudio sobre el *Virus de la mancha anular de la fruta bomba* (*Carica papaya* L.). Señalización de vectores y control e integración con otras medidas fitosanitarias. Tesis de Doctor en Ciencias Agrícolas. IBP, Universidad Central 'Marta Abreu' de Las Villas, Santa Clara.
- Hernández-Castro, E., D. Riestra-Díaz, J. A. Villanueva-Jiménez, y R. Mosqueda-Vázquez. 2003. Análisis epidemiológico del virus de la mancha anular del papayo bajo diferentes densidades, aplicación de extractos acuosos de semillas de nim (*Azadirachta indica* A. Juss.) y eliminación de plantas enfermas del cv. Maradol roja. Revista Chapingo Serie Horticultura 9: 55-68.
- Hernández-Castro, E, Villanueva-Jiménez JA, Mosqueda-Vázquez R, Mora-Aguilera JA. 2004. Efecto de la erradicación de plantas enfermas por el PRSV-P en un sistema de manejo integrado del papayo (*Carica papaya* L.) en Veracruz, México. Revista Mexicana Fitopatología 22:382-388.
- Hernández-Castro, E., Villanueva-Jiménez, J. A., Mora-Aguilera, J. A. y Nava-Díaz, C. 2010. Barreras de maíz en una estrategia de manejo integral para controlar epidemias del virus mancha anular del papayo (PRSV-p). Agrociencia 44:339-349.
- Hugon, R. 1983. Biologie et écologie de *Polyphagotarsonemus latus* Banks, ravageur sur agrumes aux Antilles. Fruits 38: 635-646.
- INEGI. 2016. Prontuario de información geográfica municipal de los Estados Unidos Mexicanos Cocula, Guerrero. Clave Geoestadística 120170001. Recuperado de: <http://www3.inegi.org.mx>. Consulta (13/02/2016).
- INTA, (Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria). 2004. Manejo integrado de plagas. Cultivo de la chiltoma. Managua, Nicaragua. 1ra Edición. 32 p.
- Janisiewicz, W. J. and Criof, A.M. 1992. Control of storage rots on various pears cultivars with a saprophytic strain f *Pseudomonas syringae*. Plant Disease 76:555-560.
- Jensen, DD .1949. Papaya virus diseases with special reference to *papaya ringspot*. Phytopathology 39: 191-211.
- Jeppson, L. R. Keifer, H. H. y Baker, E. W. 1975. Mites Injurious to Economic Plants. University of California Press, Berkeley. 614 p.
- Jones, V. P.; Brown, R. D. 1983. Reproductive responses of the broad mite, *Polyphagotarsonemus latus* (Acari: Tarsonemidae), to constant temperatura humidity regimes. Annals of Entomology Society of America 76(3):466 469.
- Kabir, A. K. M. F. 1979. Bioecology and behavior of of yellow jute mite. In: J.G.Rodríguez (Editor), Recent Advances in Acarology, Vol. 1. Academic Press, New York, Pp. 519-523.

- Karl, E. 1965. Untersuchungen zur Morphologie und Ökologie von Tarsonemidengartenerischer Kulturpflanzen. II. *Hemitarsonemus latus* (Banks), *Tarsonemusconfusus* Ewing, *T. talpae* Schaarschmidt, *T. setifer* Ewing, *T. smithi* Ewing und *Tarsonemoides belemnitoides* Weis-Fogh. Biol. Zentralbl 84: 33 1-357.
- Landero, V.N. 2013. Extractos vegetales y *Trichoderma* spp. en el control de *Colletotrichu gloeosporioides* (Penz.) Penz. y Sacc. en frutos de papaya Maradol (*Carica papaya* L.) en postcosecha. Tesis de Doctorado. Colegio de Postgraduados. Montecillo, Texcoco, Estado de México. 90 p.
- Lavoipierre, M. M. J. 1940. *Hermitarsonemus latus* (Banks) (Acarina), a Mite of Economic Importance New to South Africa. J. Entomol. Soc. Southern Africa. 3:116-123.
- Leroux, P. 2003. Mode of action of agrochemicals towards plant pathogens. Comptes Rendus biologiques 326:9-21.
- Leyva, B., S. 2015. Efecto de la fertilización química, productos orgánicos e inoculantes biológicos en el rendimiento de dos genotipos de papayo. Tesis de Licenciatura. Centro de Estudios Profesionales del Colegio Superior Agropecuario del Estado de Guerrero. Cocula, Guerrero, México. Pp. 60-62.
- López-Moya, JJ, López-Abella D. 1995. Transmisión de virus de plantas por insectos vectores. En: Llacer, G, López MM, Trapero A, Bello A (Eds) Patología Vegetal. Sociedad Española de Fitopatología, Madrid, España. Pp. 275-300.
- Makowski, RMD. 1993. Effect of inoculum concentration, temperature, dew period, and plant growth stage on disease of round-leaved mallow and velvetleaf by *Colletotrichum gloeosporioides* f. sp. *Malvae*. Phytopathology 83:1229-1234.
- Mandujano-Barrios, R. 1993. El papayo. Publicación Técnica, 1. Universidad Veracruzana, Tuxpan, Veracruz. 37p.
- Mandujano, B. R.; Gioanetto, F.; Morentin, L. X. 2007. Cultivo orgánico de la papaya en México. Revista electrónica Latinoamericana en Desarrollo Sustentable. México, D.F.
- Manner, J.M., Masel, A., Braithwhite, K.S., and Irwin, J.A.G. 1992. Molecular analysis of *Colletotrichum gloeosporioides* pathogenic on the tropical pasture legume *Sesbania*. P.p. 250-268. In: J.A. Bailey and M.J. Jegers (eds) *Colletotrichum*; Biology, pathology and control. British Society for Plant Pathology. C.A.B. International. London, England. 388 p.
- Martínez, B.R. y Estrada, N. L. 1994. Importancia de la antracnosis *Colletotrichum gloeosporioides* y la roña *Sphaceloma persea* en la producción de aguacate en Michoacán. Facultad de Agrobiología U.M.S.N.H. documento inédito. 8 p.
- Marín, A, JC. 1969. Consideraciones sobre insectos vectores Aphididae y la "deformación foliar" (distortion ringspot virus) de *Carica papaya* en el Limón, Estado Aragua, Venezuela. Revista de la Facultad de Agronomía 3:77-108.

- Menezes-Morales, J. and Hanlin, R. T. 1996. Appressoria of brazilian isolates of *Colletotrichum gloeosporioides* (Penz) Sacc. Causal agent of anthracnose disease, *Revista de Microbiología* 27:247-251.
- Mora, G; Téliz, D. 1987. Incidencia de la mancha anular del papayo en Veracruz. *In* Congreso Nacional de Fitopatología. Morelia, Michoacán, México. Memorias. 10 p.
- Nery-Silva, F.A., J. Da Cruz M., L. C. De Oliveira L., M.L. Vilela D.R. 2001. Controle químico da podridao peduncular de mamao causada por *Colletotrichum gloeosporioides*. *Cienc. Agrotec.*, Lavras 25 (3): 519-524.
- Nieto, A, D; Téliz O, D; Rodríguez M, R; Rodríguez, G. 1990. Epidemiología del virus de la mancha anular del papayo bajo diferentes fechas de siembra, densidades de plantación y localidades de Veracruz. Congreso de Fitopatología (17). Memorias. Culiacán, Sinaloa, MX. p. 40
- Ng, JCK, Perry KL. 2004. Transmission of plant viruses by aphid vectors. *Molecular Plant Pathology* 5: 505-511
- Ochoa, R., Aguilar, H., Vargas, C. 1991. Ácaros Fitófagos de América Central: Guía Ilustrada. CATIE, Costa Rica. 251 p.
- Orellana, B. F; Escobar, B. J; Morales, de B. A; Méndez, de S. I; Cruz, V.R; Castellón, H. M; CENTA (Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal). 2004. Guía técnica. Cultivo de chile dulce. La Libertad, El Salvador. 50 p.
- Oloyede, O. I. 2005. Chemical Profile of Unripe Pulp of *Carica papaya*. *Pakistan Journal of Nutrition* 4(6): 379-381.
- Peña, J. E.; Bullock, R. C. 1994. Effects of feeding of broad mite (Acari: Tarsonemidae) on vegetative plant growth. *Fla. Entomologist* 77(1): 180-184.
- Peña-Martínez, R; Lomelí F, JR; Trejo L., AG; Villegas J, N. 2001. Monitoreo de áfidos y afidófagos de importancia agrícola. Distrito Federal, MX, Escuela Nacional de Ciencias Biológicas, Instituto Politécnico Nacional. 89 p.
- Pérez-Madrigal, J.E., D. Riestra-Díaz, J.A. Villanueva-Jiménez, R. Mosqueda-Vázquez, D.A. Rodríguez-Lagunes, E. Garcia-Pérez, E. Hernández-Castro. 2000. Extractos acuosos de semilla de nim (*Azadirachta indica* A. Juss) en el manejo integrado del papayo (*Carica papaya* L.). *Revista Chapingo Serie- Horticultura* 6 (1): 79-87.
- Pirone, TP, Perry KL. 2002. Aphids-nonpersistent transmission. *Advances in Botanical Research* 36: 1-19.
- Purcifull, D. E.; J. R. Edwardson; E. Hiebert; D. Gonsalves. 1984. «Papaya ringspot virus», CMI/AAB Descriptions of Plant Viruses, Reino Unido. No. 292.
- Pusey, P. L. and Wilson, C. L. 1984. Postharvest biological control of Stone fruit brown rot by *Bacillus subtilis*. *Plant Disease* 68:753-756.
- Pusey, P.L., Wilson, C.L., Hochkiss, M.W. and Franklin, J.D. 1986. Compatibility *Bacillus subtilis* for postharvest control of peach Brown rot with comercial fruit waxes dicloran and cold storage conditions. *Plant Disease* 70: 587-590.

- Raccah, B, Huet H, Blanc S. 2001. Potyviruses. En: Harris, KF, Smith OP y Duffus JE (Eds) Virus-insect-plant interactions. Academic Press, New York. Pp.181-206.
- Ramaker, P. M. J.; J. M. Rabasse. 1995. «Integrated Pest Management in Protected Cultivation», Novel Approches to Integrated PestManagement, Lewis Publisher, EE.UU. Pp. 199-229.
- Ramos, M. 1980. *Polyphagotarsonemus latus* (Banks, 1904) Beer y Nucifora, 1965 (Acari: Tarsonemidae) sobre pimiento *Capsicum annuum* L. Trabajo de Diploma. Universidad de la Habana, Cuba. 23 p.
- Reyes, A. J. C. 1996. Aplicación de productos alternativos para el control de *Colletotrichum gloeosporioides* en frutos de aguacate Rincoatl. Fundación Salvador Sánchez Colín. Boletín 3 CICTAMEX S.C. Coatepec, Harinas, Edo. de México. Pp 37-40.
- Reyes, P., N. 2012. Implementación de control biológico de *Tetranychus merganser* Boudreaux, ácaro plaga del papayo en Veracruz, México. Tesis de Doctor en Ciencias. Programa de Postgrado en Agroecosistemas Tropicales. Colegio de Postgraduados, Campus Veracruz. Tepetates, Manlio F. Altamirano, Veracruz. 85 p.
- Rivas-Valencia, P., G. Mora-Aguilera, D. Téliz-Ortiz y A. Mora-Aguilera. 2008. Evaluación de barreras vegetales en el manejo integrado de la mancha anular del papayo en Michoacán, México. Summa Phytopathol 34: 307-312.
- Rivera-Pastrana, D. M., E. M Yahia and A. G. González-Aguilar. 2010. Phenolic and carotenoid profiles of papaya fruit (*Carica papaya* L.) and their contents under low temperature storage. Journal of the Science of Food and Agriculture 90(14) 2358-2365.
- Riechmann, JL, Laín S, García JA. 1992. Highlights and prospects of potyvirus molecular biology Journal of General Virology 73: 1-16.
- Rodríguez, L., R. A. 2004. Formulación de un programa de buenas prácticas agrícolas (BPA's) en el cultivo de papaya en El Salvador. Tesina de Maestría Tecnológica. Colegio de Postgraduados. Montecillo, Texcoco, Estado de México. Pp. 33-37.
- Salguero, Z., B., O. 2013. Rendimiento del papayo Maradol en respuesta a la fertilización foliar y aplicación de hormonas. Tesis de Licenciatura. Centro de Estudios Profesionales del Colegio Superior Agropecuario del Estado de Guerrero. Cocula, Guerrero, México. Pp. 39-40.
- Salvador, B., J.M. 2010. Manejo orgánico, convencional y densidades sobre el rendimiento del cultivo de papayo cv maradol. Tesis de Licenciatura. Centro de Estudios Profesionales del Colegio Superior Agropecuario del Estado de Guerrero. Cocula, Guerrero, México. Pp. 25-49.
- Sánchez, A. D.H. 1982. Dinámica poblacional de áfidos alados en el cultivo de papayo en la zona central de Veracruz, Mex. I Simposio sobre el virus de la distorsión foliar y mancha anular del papayo. CRECIDATH. CP. Tepetates, Veracruz.
- Santamaría, F; Díaz, R; Gutiérrez, O; Santamaría J; Larqué, A. 2011. Control de dos especies de *Colletotrichum* causantes de antracnosis en frutos de papaya Maradol. Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas 2(5):631- 643.

- Sarria, M. G. 2002. Manejo de ácaros en el cultivo de la chiltoma. Informe técnico anual. INTA Centro Norte. Valle de Sébaco, Matagalpa, Nicaragua. 60 p.
- Schiels, J. K. and Atwell, E. A. 1963. Effect of a mold *Trichoderma viride* on decay birch by four storage-rot fungi. Forest Products Journal 13:262-265.
- SIAP. 2016. Producción de papaya actual 2016. Recuperado de: http://infosiap.siap.gob.mx/aagricola_siap_gb/icultivo/index.jsp. Consulta (22/02/2016).
- Singh, A. B. 1971. Transmission of papaya leaf reduction virus by *Myzus persicae*. Plant Disease 55: 526-529.
- Shaner, G, Finney RE. 1977. The effect of nitrogen fertilization on the expression of show-mildewing resistance in knox wheat. Phytopathology 67:1051-1056.
- Shukla, DD, Ward CW, Brunt AA, Berger PH (1998) Potyviridae family. AAB\DPV Descriptions of Plant Viruses No. 366.
- Spalding, D.H. 1986. Evaluation of various treatments for control of postharvest decay of Florida mangoes. Proceedings of the Florida State Horticultural Society 99: 97-99.
- Sutton, B C. The *Coelomycetes*: Fungi imperfecti with Picnidia, Acervuli and Stromata. 1992. Commonwealth Mycological Institute.
- Tal, C.; Coll, M.; Weintraub, P. G. 2007. Biological Control of *Polyphagotarsonemus latus* (Acari: Tarsonemidae) by the Predaceous Mite *Amblyseius swirskii* (Acari: Phytoseiidae)», IOBC/WPRS Bull. 30(5). Israel.
- Tavares, G. M. e Souza, P. E. 2005. Efeito de fungicidas no controle in vitro de *Colletotrichum gloeosporioides*, agente etiológico de antracnose do mamoeiro (*Carica papaya* L.). Ciencia e Agrotecnologia 20(1):52-59.
- Téliz, D., G. Mora, D. Golsalves, F. Durán, y C. Ávila. 1987. El virus de la mancha anular del papayo en México: la enfermedad, el patógeno, el vector y la protección cruzada. XIV Congreso Nacional de Fitopatología. México. 12 p.
- Téliz, D; Mora, G; Nieto, D; Gonsalves, D; García, E; Matheis, L; Ávila, C. 1991 Mancha anular del papayo en México. Revista Mexicana de Fitopatología 9:64-68.
- Thomas, GG; Goldwin, GK. 1983. Association between weather factors and the spring migration of the damson-hop aphid, *Phorodon humuli*. Annals of Applied Biology 102:7-17.
- Tucuch, C., M. F. 2009. Reducción de costos con el combate biológico de plagas en papaya, INIFAP. Campo Experimental Edzna. Ficha Tecnológica. Edzna, Campeche. México.
- Urcuqui-Inchima, S, Haenni AL, Bernardi F. 2001. Potyvirus proteins: a wealth of functions. Virus Research 74: 157-175.
- Uygun, N.; Ulusoy, M. R.; Karaca, I. 1995. A citrus pest in the East Mediterranean region of Turkey, *Polyphagotarsonemus latus* (Banks) (Acarina: Tarsonemidae). Turkish Journal of Entomology 19 (1): 247-252.

- Vázquez, G. E. y R. Ariza. 2006. Características de calidad en postcosecha de papaya 'Maradol' en la región de las Huastecas. Resumen de congreso 1ra. Reunión Nacional de Innovación Agrícola y Forestal. Mérida, Yucatán. 136 p.
- Vázquez, G. E. 2009. Identificación, evaluación y manejo postcosecha de nuevas especies de frutales tropicales para el sur de Tamaulipas. Informe Final de Proyecto. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias. México. 56 p.
- Verghese, A., Kalleshwaraswamy, C. M. 2007. Pests of papaya and their management with special reference to aphid vectors. *Acta Hort* 740:259-263.
- Vieira, M. R. 1995. Estudios biológicos de *Polyphagotarsonemus latus* (Banks, 1904) (Acari: Tarsonemidae) em algodoneiro *Gossypium hirsutum* L. e limão Siciliano *Citrus limon* Burm. Tese Doutorado, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz. 107 p.
- VIFINEX. 2003. Prácticas Fitosanitarias y Manejo del cultivo de papayo (*Carica papaya*) para la exportación. Honduras. 70 p.
- Waterhouse, D. F. y K. R. Norris. 1987. Chapter 31: *Polyphagotarsonemus latus* (Banks). In: *Biological Control Pacific Prospects*. Inkata Press: Melbourne. 454 p.
- Weintraub, P. G. 2007. Integrated Control of Pests in Tropical and Subtropical Sweet Pepper Production», *Pest. Manag. Sci. Inglaterra*. 63:753-760.
- Wisniewsky, M., Wilson, C.L., and Hershberger, W. 1989. Characterization of inhibition of *Rhizopus stolonifer* germination and growth by *Enterobacter cloacae*. *Canadian Journal of Botany* 67:2317-2323.
- Yang, V. W., and Clausen C.A., 2007. Antifungal effect of essential oils on southern yellow pine. *Int. Biodeter. Biodegrad* 59: 302-306
- Yeh, S. and Gonsalves, D. 1984. Evaluation of induced mutants of papaya ringspot virus for control by cross protection. *Phytopathology* 74: 1086-1091.
- Yeh, SD, Jan FJ, Chiang CH, Doong TJ, Chen MJ, Chung PH, Bau HJ. 1992. Complete nucleotide sequence and genetic organization of *Papaya ringspotvirus* RNA. *Journal of General Virology* 73: 2531-2541.



APÉNDICE

Cuadro A1. Incidencia del daño de ácaros en los tratamientos en estudio en papaya (*Carica papaya*), Cocula, Guerrero. 2016.

DDT [†]	Tratamiento químico		Tratamiento orgánico		Tratamiento biológico	
	PEA [‡]	% Incidencia	PEA	% Incidencia	PEA	% Incidencia
90	3	4.76	2	3.17	3	4.76
105	4	6.35	4	6.35	4	6.35
120	5	7.93	5	7.93	6	9.52
135	6	9.52	6	9.52	7	11.11
150	6	9.52	6	9.52	7	11.11
165	6	9.52	6	9.52	8	12.70
180	6	9.52	7	11.11	8	12.70
195	8	12.70	8	12.70	9	14.28
210	8	12.70	11	17.46	11	17.46
225	10	15.87	14	22.22	13	20.63
240	13	20.63	17	26.98	16	25.39
255	15	23.81	19	30.15	21	33.33
270	18	28.57	23	36.51	25	39.68

†: DDT= Días después del trasplante; ‡: PEA= Plantas Enfermas Acumuladas.

Cuadro A2. Incidencia de la enfermedad del PRSV-p en los tratamientos en estudio en papaya (*Carica papaya*), Cocula, Guerrero. 2016.

DDT [†]	Tratamiento químico		Tratamiento orgánico		Tratamiento biológico	
	PEA [‡]	% Incidencia	PEA	% Incidencia	PEA	% Incidencia
60	0	0.00	0	0.00	0	0.00
75	0	0.00	0	0.00	0	0.00
90	0	0.00	0	0.00	0	0.00
105	0	0.00	0	0.00	0	0.00
120	0	0.00	0	0.00	0	0.00
135	0	0.00	0	0.00	0	0.00
150	1	1.59	0	0.00	0	0.00
165	3	4.77	0	0.00	1	1.587
180	7	11.11	1	1.587	3	4.76
195	10	15.87	4	6.35	6	9.52
210	14	22.22	7	11.11	10	15.87
225	20	31.74	11	17.46	15	23.81
240	26	41.27	18	28.57	20	31.74

†: DDT= Días después del trasplante; ‡: PEA= Plantas Enfermas Acumuladas.

Cuadro A3. Severidad de la enfermedad del PRSV-p en los tratamientos en estudio en papaya (*Carica papaya*), Cocula, Guerrero. 2016.

DDT†	Tratamiento químico		Tratamiento orgánico		Tratamiento biológico	
	PEA‡	% Severidad	PEA	% Severidad	PEA	% Severidad
60	0	0.00	0	0.00	0	0.00
75	0	0.00	0	0.00	0	0.00
90	0	0.00	0	0.00	0	0.00
105	0	0.00	0	0.00	0	0.00
120	0	0.00	0	0.00	0	0.00
135	0	0.00	0	0.00	0	0.00
150	1	0.64	0	0.00	0	0.00
165	3	1.90	0	0.00	1	0.32
180	7	6.67	1	0.32	3	0.95
195	10	9.53	4	2.54	6	3.81
210	14	13.33	7	4.44	10	6.35
225	20	19.05	11	10.48	15	19.05
240	26	24.76	18	17.14	20	25.40

†: DDT= Días después del trasplante; ‡: PEA= Plantas Enfermas Acumuladas.

Cuadro A4. Incidencia de la enfermedad de la antracnosis por *Colletotrichum gloeosporioides* en los tratamientos en estudio en papaya (*Carica papaya*), Cocula, Guerrero. 2016.

Fecha de muestreo	Tratamiento químico		Tratamiento orgánico		Tratamiento biológico	
	PEA‡	% Incidencia	PEA	% Incidencia	PEA	% Incidencia
12/03/2016	0	0	0	0	0	0
26/03/2016	2	3.17	0	0	1	1.59
02/04/2016	2	3.17	2	3.17	4	6.35
16/04/2016	4	6.35	4	6.35	5	7.94
30/04/2016	5	7.94	4	6.35	6	9.52
14/05/2016	5	7.94	5	7.94	6	9.52
28/05/2016	6	9.52	6	9.52	8	12.70
11/06/2016	8	12.70	8	12.70	11	17.46
25/06/2016	10	15.87	12	19.05	15	23.81
09/07/2016	12	19.05	17	26.98	19	30.16
23/07/2016	15	23.81	24	38.10	25	39.68

‡: PEA= Plantas Enfermas Acumuladas.

Cuadro A5. Severidad de la enfermedad de la antracnosis por *Colletotrichum gloeosporioides* en los tratamientos en estudio en papaya (*Carica papaya*), Cocula, Guerrero. 2016.

Fecha de muestreo	Tratamiento químico		Tratamiento orgánico		Tratamiento biológico	
	PEA‡	% Severidad	PEA	% Severidad	PEA	% Severidad
12/03/2016	0	0	0	0	0	0
26/03/2016	2	0.53	0	0	1	0.26
02/04/2016	2	0.53	2	0.53	4	2.12
16/04/2016	4	2.12	4	2.12	5	2.65
30/04/2016	5	2.65	4	2.12	6	3.17
14/05/2016	5	2.65	5	2.65	6	3.17
28/05/2016	6	3.17	6	3.17	8	4.23
11/06/2016	8	4.23	8	4.23	11	5.82
25/06/2016	10	5.29	12	6.35	15	11.90
09/07/2016	12	6.35	17	13.49	19	15.08
23/07/2016	15	11.91	24	19.05	25	19.84

‡: PEA= Plantas Enfermas Acumuladas.

Cuadro A6. Rendimiento total ton ha^{-1} por repeticiones en los tratamientos en estudio. Cocula, Guerrero. 2016.

Tratamiento	Repeticiones	ton ha^{-1}
Químico	1	10.56
Orgánico	1	13.23
Biológico	1	8.26
Químico	2	12.60
Orgánico	2	18.00
Biológico	2	8.90
Químico	3	14.47
Orgánico	3	12.03
Biológico	3	11.14

Cuadro A7. Estructura de costos del tratamiento químico en el sitio de cultivo CSAEGro. Cocula, Guerrero. 2016.

Concepto	Cantidad	Unidad	P. U.	Costo	Importe	%
1. Uso del terreno					\$ 2,000.00	10.02
1.1. Renta	1	ha	2000	2000		
2. Preparación del terreno					\$ 2,800.00	14.03
2.1. Barbecho	1	ha	1000	1000		
2.2. Rastreo	1	ha	1000	1000		
2.3. Surcado	1	ha	800	800		
3. Trasplante					\$ 2,800.00	14.03
3.1. Semilla	1	Sobre	1970	1970		
3.2. Sustrato	2	m3	300	600		
3.3. Bolsas	2	Kg	40	80		
3.4. Mano de obra	1	Jornal	150	150		
4. Fertilizantes					\$ 2,200.00	11.03
4.1. Urea	1	Bulto (50 Kg)	350	350		
4.2. DAP (18-46-00)	1	Bulto (50 Kg)	450	450		
4.3. Cloruro de Potasio	2	Bulto (50 Kg)	550	1100		
4.4. Mano de obra	2	Jornal	150	300		
5. Fertilizantes foliares y hormonas					\$ 1,670.00	8.37
5.1 Grow Green	2	Kg	60	120		
5.2 Phyto hormona plus	1	L	720	720		
5.3 Poliquel calcio	2	L	85	170		
5.4 Poliquel boro	2	L	85	170		
5.5 Poliquel multi	2	L	65	130		
5.6 Ácido giberelico	2	Sobre	30	60		
5.7 Mano de obra	2	Jornal	150	300		
6. Control de plagas					\$ 2,019.85	10.12
6.1 AGRIMEC 1.8% CE 250ML	1	Pz	649.85	649.85		
6.2 Imidaclopid	1	L	750	750		
6.3 Malation 50	1	L	190	190		
6.4 Cipermetrina	1	L	130	130		
6.5 Mano de obra	2	Jornal	150	300		
7. Control de enfermedades					\$ 3,649.60	18.29
7.1 Amistar	1	Kg	1000	1000		
7.2 Cercobin	1	Kg	549.6	549.6		
7.3 Procloraz	1	L	1100	1100		
7.4 Benomilo	1	Kg	520	520		
7.5 Captan	1	Kg	180	180		
7.6 Mano de obra	2	Jornal	150	300		

Continuación... **Cuadro A7.** Estructura de costos del tratamiento químico.

Concepto	Cantidad	Unidad	P. U.	Costo	Importe	%
8. Control de malezas					\$ 981.98	4.92
8.1 Velfosato	1	L	161.98	161.98		
8.2 Finale	1	L	520	520		
8.3 Mano de obra	2	Jornal	150	300		
9. Adherente					\$ 85.00	0.43
9.1 Colplex	1	L	85	85		
10. Cosecha					\$ 450.00	2.26
10.1. Corte	3	Jornal	150	450		
11. Gastos generales*					\$ 500.00	2.51
12. Depreciación (Cuadro A10)					\$ 796.00	3.99
COSTO TOTAL (CT)					\$ 19,952.43	100.00
COSTO UNITARIO (CU=CT/y)					\$ 1,591.10	
INGRESO TOTAL (IT)					\$ 50,160.00	
RENDIMIENTO (Ton ha⁻¹)					12.54	
INGRESO NETO (IN= IT-CT)					\$ 30,207.57	
GANANCIA POR PESO INVERTIDO (GPI=IN/CT)					\$ 1.51	
^a Precio ton ha ⁻¹					\$ 4,000.00	

*Incluye fletes de transporte de la fruta. ^aEl precio se tomó en base a Datos y Estadísticas Propapaya.org del año 2016, (\$4.00 por Kg).

Tomando en cuenta que en el estado de Guerrero se cuenta con el programa de fertilizante subsidiado la GPI se incrementaría.

Cuadro A8. Estructura de costos del tratamiento orgánico en el sitio de cultivo CSAEGro. Cocula, Guerrero. 2016.

Concepto	Cantidad	Unidad	P. U.	Costo	Importe	%
1. Uso del terreno					\$ 2,000.00	11.26
1.1. Renta	1	ha	2000	2000		
2. Preparación del terreno					\$ 2,800.00	15.76
2.1. Barbecho	1	ha	1000	1000		
2.2. Rastreo	1	ha	1000	1000		
2.3. Surcado	1	ha	800	800		
3. Trasplante					\$ 2,900.00	16.32
3.1. Semilla	1	Sobre	1970	1970		
3.2. Sustrato	2	m3	350	700		
3.3. Bolsas	2	Kg	40	80		
3.4. Mano de obra	1	Jornal	150	150		

Continuación... **Cuadro A8.** Estructura de costos del tratamiento orgánico.

4. Fertilizantes				\$ 2,767.00	15.57
4.1. Urea	1 Bulto (50 Kg)	350	350		
4.2. DAP (18-46-00)	1 Bulto (50 Kg)	450	450		
4.3. Cloruro de Potasio	2 Bulto (50 Kg)	550	1100		
4.4. Lombrihumus	189 Kg	3	567		
4.4. Mano de obra	2 Jornal	150	300		
5. Fertilizantes foliares y hormonas				\$ 2,075.50	11.68
5.1 Biozyme orgánico	1 L	245.5	245.5		
5.2 Extracto húmico	5 L	210	1050		
5.3 Nutri-Q Plus	1 L	250	250		
5.4 Q-Algy	1 L	230	230		
5.7 Mano de obra	2 Jornal	150	300		
6. Control de plagas				\$ 910.00	5.12
6.1 Biogarlic	1 L	210	210		
6.2 Kill neem	1 L	250	250		
6.3 Extracto vegetal (chile, ajo y cebolla)	5 L	30	150		
6.5 Mano de obra	2 Jornal	150	300		
7. Control de enfermedades				\$ 1,370.00	7.71
7.1 Serenade	1 Kg	480	480		
7.2 Natu control	1 Kg	380	380		
7.3 Biogarlic	1 L	210	210		
7.6 Mano de obra	2 Jornal	150	300		
8. Adherente				\$ 90.00	3.38
8.1 Adhefort	1 L	90	90		
9. Control de malezas				\$ 600.00	3.38
9.1 Deshierbes	4 Jornal	150	600		
10. Cosecha				\$ 450.00	2.53
10.1. Corte	3 Jornal	150	450		
11. Gastos generales*				\$ 500.00	2.81
12. Depreciación (Cuadro A10)				\$ 796.00	4.48
COSTO TOTAL (CT)				\$ 17,768.50	100
COSTO UNITARIO (CU=CT/y)				\$ 1,233.07	
INGRESO TOTAL (IT)				\$ 57,640.00	
RENDIMIENTO (Ton ha⁻¹)				14.41	
INGRESO NETO (IN= IT-CT)				\$ 39,871.50	
GANANCIA POR PESO INVERTIDO (GPI=IN/CT)				\$ 2.24	
^a Precio Ton ha ⁻¹				\$ 4,000.00	

*Incluye fletes de transporte de la fruta. ^aEl precio se tomó en base a Datos y Estadísticas Propapaya.org del año 2016, (\$4.00 por Kg).

Tomando en cuenta que en el estado de Guerrero se cuenta con el programa de fertilizante subsidiado la GPI se incrementaría.

Cuadro A9. Estructura de costos del tratamiento biológico en el sitio de cultivo CSAEGro. Cocula, Guerrero. 2016.

Concepto	Cantidad	Unidad	P. U.	Costo	Importe	%
1. Uso del terreno					\$ 2,000.00	11.88
1.1. Renta	1	ha	2000	2000		
2. Preparación del terreno					\$ 2,800.00	16.64
2.1. Barbecho	1	ha	1000	1000		
2.2. Rastreo	1	ha	1000	1000		
2.3. Surcado	1	ha	800	800		
3. Trasplante					\$ 2,900.00	17.23
3.1. Semilla	1	Sobre	1970	1970		
3.2. Sustrato	2	m3	350	700		
3.3. Bolsas	2	Kg	40	80		
3.4. Mano de obra	1	Jornal	150	150		
4. Fertilizantes					\$ 2,956.00	17.56
4.1. Urea	1	Bulto (50 Kg)	350	350		
4.2. DAP (18-46-00)	1	Bulto (50 Kg)	450	450		
4.3. Cloruro de Potasio	2	Bulto (50 Kg)	550	1100		
4.4 Gallinaza	189	Kg	4	756		
4.4. Mano de obra	2	Jornal	150	300		
5. Fertilizantes foliares y hormonas					\$ 1,098.50	6.53
5.1 Q cian	1	L	173	173		
5.2 Noxxide up	1	L	185	185		
5.3 Biozyme	1	L	245.5	245.5		
5.4 Q-Algy	1	L	195	195		
5.7 Mano de obra	2	Jornal	150	300		
6. Control de plagas					\$ 1,246.00	7.40
6.1 Gamma	1	L	185	185		
6.2 Citrolina	1	L	286	286		
6.3 Kill-fly	1	L	475	475		
6.5 Mano de obra	2	Jornal	150	300		
7. Control de enfermedades					\$ 1,485.00	8.82
7.1 Messenger STS	1	Kg	430	430		
7.2 Micobac	1	Kg	375	375		
7.3 Baktillis	1	Kg	380	380		
7.6 Mano de obra	2	Jornal	150	300		
8. Adherente					\$ 85.00	
8.1 Emulsyfi kt	1	L	85	85		
9. Control de malezas					\$ 600.00	3.56
9.1 Deshierbes	4	Jornal	150	600		
10. Cosecha					\$ 450.00	2.67
10.1.Corte	3	Jornal	150	450		
11.Gastos generales*					\$ 500.00	2.97
12. Depreciación (Cuadro A10)					\$ 796.00	4.73

Continuación... **Cuadro A9.** Estructura de costos del tratamiento biológico.

Concepto	Cantidad	Unidad	P. U.	Costo	Importe	%
COSTO TOTAL (CT)					\$ 16,831.50	100.00
COSTO UNITARIO (CU=CT/y)					\$ 1,784.89	
INGRESO TOTAL (IT)					\$ 37,720.00	
RENDIMIENTO (Ton ha⁻¹)					9.43	
INGRESO NETO (IN= IT-CT)					\$ 20,888.50	
GANANCIA POR PESO INVERTIDO (GPI=IN/CT)					\$ 1.24	
^a Precio Ton ha ⁻¹					\$ 4,000.00	

*Incluye fletes de transporte de la fruta. ^aEl precio se tomó en base a Datos y Estadísticas Propapaya.org del año 2016, (\$4.00 por Kg).

Tomando en cuenta que en el estado de Guerrero se cuenta con el programa de fertilizante subsidiado la GPI se incrementaría.

Cuadro A10. Depreciación anual del equipo utilizado en el experimento. En pesos.

Concepto	Cantidad	Unidad	P. U.	Costo	Importe	VU	DA (%)	DA (\$)
1. Equipo					\$ 1,990.00			398.00
Azadón	2	Pieza	6	120		5	0.2	24.00
Machete	2	Pieza	110	220		5	0.2	44.00
Bomba asp. manual	2	Equipo	550	1100		5	0.2	220.00
Tonel 200L	2	Pieza	200	400		5	0.2	80.00
Pala	2	Pieza	75	150		5	0.2	30.00
Depreciación anual								398.00
Depreciación por ciclo (24 meses)								796.00