



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL
ESTADO DE MORELOS

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MORELOS

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

**EFFECTIVIDAD DE INHIBIDORES VIRALES,
PARA EL CONTROL DEL VIRUS DE LA
MANCHA ANULAR (PRSV) EN PAPAYA
(*Carica papaya* L.)**

T E S I S

**QUE PARA OBTENER EL GRADO DE
MAESTRO EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y
DESARROLLO RURAL**

P R E S E N T A:

ISAAC MAGAÑA LÓPEZ

**DIRECTOR DE TESIS:
DR. DAGOBERTO GUILLÉN SÁNCHEZ**

**CO-DIRECTOR DE TESIS:
DR. RICARDO HERNÁNDEZ PÉREZ**



FACULTAD DE CIENCIAS
AGROPECUARIAS

CUERNAVACA, MORELOS, JUNIO DE 2018

**EFFECTIVIDAD DE INHIBIDORES VIRALES, PARA EL CONTROL DEL VIRUS DE LA
MANCHA ANULAR (PRSV) EN PAPAYA (*Carica papaya* L.)**

Tesis realizada por **Isaac Magaña López** bajo la dirección del Comité Revisor indicado, aprobada por el mismo y aceptada como requisito parcial para obtener el grado de:

MAESTRO EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y DESARROLLO RURAL

COMITÉ REVISOR

Director de tesis:

Dr. Dagoberto Guillén Sánchez

Co-Director de tesis:

Dr. Ricardo Hernández Pérez

Revisor:

Dr. Irán Alía Tejacal

Revisor:

Dr. Víctor López Martínez

Revisor:

Dr. Porfirio Juárez López

Revisora:

Dra. María Andrade Rodríguez

Cuernavaca, Morelos, junio de 2018

AGRADECIMIENTOS

A DIOS, por darme ese aliento divino concediéndome salud y energía necesaria para cosechar uno de los tantos logros que tanto anhelaba y que gracias a él he culminado.

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) por el incentivo económico brindado para que pudiera obtener la oportunidad de realizar mis estudios de Grado de Maestro en Ciencias Agropecuarias y Desarrollo Rural.

A la Facultad de Ciencias Agropecuarias, de la Universidad Autónoma del Estado de Morelos, por permitir a que me formara profesionalmente cobijándome en sus instalaciones durante mi etapa de formación.

A la Escuela de Estudios Superiores de Xalostoc, de la Universidad Autónoma del Estado de Morelos, por facilitarme el terreno para establecer mi experimento.

Al Dr. Dagoberto Guillén Sánchez: Por su grandiosa amistad y el valioso tiempo que ha invertido en mí, para la culminación de otra etapa de mi vida profesional, y por aceptar dirigirme en este proyecto que hoy termino.

Al Dr. Ricardo Hernández Pérez: Por el apoyo incondicional y logístico sugiriendo aportaciones en la culminación de este proyecto que sin duda alguna se refleja en el presente trabajo

Al comité revisor: Al Dr. Irán Alía Tejacal, al Dr. Víctor López Martínez, al Dr. Porfirio Juárez López y a la Dra. María Andrade Rodríguez, por sus aportaciones, sugerencias y observaciones realizadas para que este proyecto culminara con éxito

A mis Amigos y compañeros: Por todo su apoyo desinteresado que me han brindado en los buenos y malos momentos, les agradezco infinitamente su valiosísima amistad y su confianza.

DEDICATORIAS

A Mi Madre:

Marina López Lozada

La persona que más amo, respeto y admiro en este mundo, por haberme educado y soportar mis errores. Por los consejos, por el amor que siempre me ha brindado, por cultivar e inculcarme ese sabio don de la responsabilidad pero sobre todo por darme la vida.

A mis Hermanos

Angelina, Guadalupe †, Álvaro, Laurette y Rafael

Porque siempre he contado con ellos incondicionalmente en todo momento, tanto en buenas como en malas circunstancias, gracias a la confianza que siempre nos hemos tenido; por el apoyo y amistad.

A mis abuelos

Gustavo, Rosalinda, Alvaro † y Consuelo

Por los consejos que me han servido para levantarme en momentos difíciles, así también por el sacrificio que ellos han hecho sin objeción alguna y con mucho amor, para que pueda seguir cumpliendo mis metas.

A mi tía

Flor de María López Lozada

Por al apoyo incondicional que me dio durante el estudio de grado, acogéndome y motivándome en todo momento.

ÍNDICE

ÍNDICE DE CUADROS	iv
ÍNDICE DE FIGURAS	v
INDICE DE CUADROS EN EL ANEXO	vii
RESUMEN	viii
ABSTRACT	ix
1. INTRODUCCIÓN	1
2. OBJETIVOS E HIPÓTESIS	3
3. LITERATURA REVISADA	4
3.1. Generalidades del cultivo	4
3.1.1. Origen	4
3.1.2. Distribución	4
3.1.3. Importancia económica	4
3.1.3.1. Importancia económica a nivel mundial	4
3.1.3.2. Importancia económica en México	5
3.1.3.3. Importancia del cultivo de papaya en el estado de Morelos	5
3.1.3.3.1. Problemática	5
3.2. Principales enfermedades del cultivo	6
3.2.1. Enfermedades fungosas	6
3.2.1.1. Antracnosis	6
3.2.1.2. Mancha foliar	6
3.2.1.3. Pudrición de la raíz	7
3.2.1.4. Marchitez de la plántula	7
3.2.2. Enfermedades causadas por virus	8
3.2.2.1. Virus del mosaico de la papaya (PaMV)	8
3.2.2.2. Virus de la mancha anular del papayo (PRSV)	9
3.2.2.2.1. Transmisión	9
3.2.2.2.2. Síntomas	10

3.2.2.2.3. Control	10
3.2.2.2.3.1. Control cultural	10
3.2.2.2.3.2. Control químico	11
4. MATERIALES Y MÉTODOS	12
4.1. Localización geográfica del área donde se realizó el estudio	12
4.2. Material vegetal e implementación experimental	12
4.3. Diseño del experimento	12
4.4. Fase de campo	13
4.4.1. Establecimiento del experimento	13
4.4.2. Tratamientos	13
4.4.2.1. Frecuencia de los tratamientos preventivos	14
4.4.2.2. Frecuencia de los tratamientos control	14
4.4.3. Manejo agronómico del cultivo	15
4.4.3.1. Riego	15
4.4.3.2. Control de malezas	15
4.4.3.3. Fertilización	15
4.4.4. Diagnostico serológico del virus de la mancha anular	16
4.4.5. Variables evaluadas	17
4.4.5.1. Evaluación de incidencia y severidad de la enfermedad	17
4.4.5.2. Porcentaje de incidencia	18
4.4.5.3. Intensidad de la enfermedad	18
4.4.5.4. Porcentaje de eficacia del tratamiento	19
4.4.5.5. Mediciones morfoagronomicas	19
4.4.5.5.1. Altura y diámetro	19
4.4.5.5.2. Flores y frutos	19
4.4.5.5.3. Rendimiento	19
4.4.5.6. Muestreo de insectos vectores	20

4.4.5.6.1. Metodología de campo	20
4.4.5.6.2. Metodología de laboratorio	20
4.4.5.7. Variables poscosecha	20
4.4.6. Análisis estadístico	23
5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	24
5.1. Diagnostico serológico del aislado PRSV	24
5.2. Variables evaluadas	24
5.2.1. Evaluación de incidencia y severidad de la enfermedad	24
5.2.2. Porcentaje de incidencia	25
5.2.3. Intensidad de la enfermedad	27
5.2.4. Eficacia del tratamiento	28
5.3. Mediciones morfoagronómicas	29
5.3.1. Altura de plantas	29
5.3.2. Diámetro de tallo	29
5.3.3. Número de flores y frutos	30
5.3.4. Estimación de rendimiento potencial	31
5.3.4.1. Número de frutos	31
5.3.4.2. Peso de fruto	32
5.3.4.3. Rendimiento potencial	33
5.4. Muestreo de insectos vectores	34
5.5. Variables poscosecha	38
6. CONCLUSIONES	42
7. LITERATURA CITADA	43
8. ANEXOS	50

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1.	Escala para evaluación de la severidad del virus de la mancha anular del papayo	17
Cuadro 2.	Valores medios obtenidos de porcentaje de incidencia (PI), porcentaje de intensidad de la enfermedad (PIE) y Eficacia de Tratamientos (ET), a los 240 días de trasplante	26
Cuadro 3.	Valores promedio de variables morfoagronómicas evaluadas en plantas de papaya cv Maradol roja a los 8 meses después del trasplante en Xalostoc, Ayala, Morelos.	33
Cuadro 4.	Valores medios de peso y rendimiento potencial de frutos de papaya cv Maradol roja sometidos a tratamientos con inhibidores virales en Xalostoc, Ayala, Morelos.	34
Cuadro 5.	Principales especies de áfidos alados colectados en una plantación de papaya cv Maradol roja en Xalostoc, Ayala, Morelos.	36
Cuadro 6.	Datos obtenidos en los análisis fisicoquímicos y parámetros de color medidos en epicarpio y pulpa de frutos de papaya cv. Maradol roja	40
Cuadro 7.	Determinación de flavonoides totales (FLT), fenoles totales (FT) y Actividad Antioxidante de pulpa de frutos aplicando los métodos DPPH, ABTS y FRAP	41

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.	Distribución de tratamientos para evaluar la efectividad de inhibidores virales para el control del virus de la mancha anular de la papaya en Xalostoc, Morelos.	13
Figura 2.	Imágenes de los grados de severidad del virus de la mancha anular del papayo en hojas, tallo y fruto.	17
Figura 3.	Hojas jóvenes con síntomas iniciales (mosaico tenue) del virus de la mancha anular de la papaya.	24
Figura 4.	Síntomas de virosis en plantas de papayo, (a) Hojas filiformes y (b) manchas aceitosas en forma de anillos en frutos	25
Figura 5.	Progreso temporal de la incidencia de PRSV con aplicaciones preventivas y control de inhibidores virales en plantas de papaya.	26
Figura 6.	Progreso temporal de la intensidad del PRSV en diversos tratamientos con inhibidores virales en plantas de papaya.	27
Figura 7.	Porcentaje de efectividad lograda con tratamientos preventivos y control obtenido en los diversos tratamientos	28
Figura 8.	Número de flores en plantas de papayo cv. Maradol roja sometida a tratamientos con inhibidores virales en Xalostoc, Morelos	30
Figura 9.	Número de frutos en plantas de papaya cv Maradol roja sometidas a tratamientos con inhibidores virales en Xalostoc, Ayala, Morelos	31
Figura 10.	Peso de frutos de papaya cv. Maradol roja sometidos a tratamientos con inhibidores virales en Xalostoc, Ayala, Morelos	32
Figura 11.	Fluctuación poblacional de áfidos alados capturados en la plantación de papaya cv Maradol roja sometida a tratamiento de inhibidores virales durante mayo/2017-enero/2018.	35

Figura 12.	Porcentaje de áfidos alados colectados en una plantación de papaya cv Maradol roja en Xalostoc, Ayala, Morelos durante mayo/2017 a enero/2018.	37
Figura 13.	Porcentaje de áfidos alados asociados a PRSV colectados en el área de estudio de mayo de 2017 a enero de 2018	37
Figura 14.	Frutos de papaya cv Maradol roja en madurez de consumo	38

INDICE DE CUADROS EN EL ANEXO

Cuadro 1A	Valores de lectura de absorbancia (405 nm) de diagnóstico serológico del virus de la mancha anular de la papaya, correspondiente al mes de mayo	50
Cuadro 2A	Valores de lectura de absorbancia (405 nm) de diagnóstico serológico del virus de la mancha anular de la papaya, correspondiente al mes de junio	50
Cuadro 3A	Valores de lectura de absorbancia (405 nm) de diagnóstico serológico del virus de la mancha anular de la papaya, correspondiente al mes de julio	51
Cuadro 4A	Valores de lectura de absorbancia (405 nm) de diagnóstico serológico del virus de la mancha anular de la papaya, correspondiente al mes de agosto.	51
Cuadro 5A	Valores de lectura de absorbancia (405 nm) de diagnóstico serológico del virus de la mancha anular de la papaya, correspondiente al mes de septiembre	52
Cuadro 6A	Valores de lectura de absorbancia (405 nm) de diagnóstico serológico del virus de la mancha anular de la papaya, correspondiente al mes de octubre	52
Cuadro 7A	Valores de lectura de absorbancia (405 nm) de diagnóstico serológico del virus de la mancha anular de la papaya, correspondiente al mes de noviembre	53

RESUMEN

La papaya (*Carica papaya* L.) es un frutal muy aceptado en el mercado de exportación por generar alta rentabilidad. En México se cultiva en zonas tropicales y subtropicales. La búsqueda de alternativas para controlar plagas y enfermedades en el cultivo se ha vuelto una necesidad imperativa, principalmente en el control del Virus de la Mancha Anular del papayo (PRSV-P), siendo la limitante principal de la producción en México y el mundo, por lo cual en esta investigación se evaluó la eficacia de un nuevo inhibidor viral (Inhibitovir) como alternativa de control del PRSV, en comparación con otro antiviral comercial (Virus Stop), evaluando la respuesta de las plantas de papayo establecidas, mediante aplicaciones preventivas quincenalmente (3 ml.l-1) y dosis control (6 ml.l-1) en condiciones de campo, así también se evaluó el efecto de los inhibidores virales sobre las características fisicoquímicas y calidad poscosecha de los frutos de papaya en madurez de consumo, que fueron: peso del fruto, color del epicarpio y pulpa, sólidos solubles totales, acidez titulable, fenoles totales, flavonoides totales, actividad antioxidante (ABTS, DPPH, FRAP) y azúcares totales. Con el empleo de Inhibitovir® se logró prevenir afectaciones producidas por PRSV, con un satisfactorio estado fitosanitario de la plantación, hasta el 5o. mes después del trasplante, tiempo suficiente para que la plantación obtuviera un potencial elevado, sin embargo la aplicación de los inhibidores virales en plantas de papaya no tuvieron efecto significativo en la incidencia, severidad y eficacia sobre el virus de la mancha anular, así como en la calidad fisicoquímica de los frutos de papaya evaluados.

Palabras clave: PRSV, eficacia, inhibitovir®, calidad

ABSTRACT

The papaya (*Carica papaya* L.) is a fruit tree very accepted in the export market for generating high profitability. In Mexico it is grown in tropical and subtropical zones. The search for alternatives to control pests and diseases in the crop has become an imperative necessity, mainly in the control of the Annular Spot Virus of papaya (PRSV-P), being the main limitation of production in Mexico and the world, therefore, in this research the efficacy of a new viral inhibitor (Inhibitovir) as an alternative to PRSV control was evaluated, compared to another commercial antiviral (Virus Stop), evaluating the response of the established papaya plants, by means of preventive applications every two weeks (3 ml.l⁻¹) and control dose (6 ml.l⁻¹) under field conditions, the effect of the viral inhibitors on the physicochemical characteristics and post-harvest quality of the papaya fruits at consumption maturity was also evaluated. , which were: weight of the fruit, color of the epicarp and pulp, total soluble solids, titratable acidity, total phenols, total flavonoids, antioxidant activity (ABTS, DPPH, FRAP) and total sugars. With the use of Inhibitovir® it was possible to prevent affectations produced by PRSV, with a satisfactory phytosanitary state of the plantation, until the 5th. month after the transplant, enough time for the plantation to obtain a high potential, however the application of the viral inhibitors in papaya plants had no significant effect on the incidence, severity and efficacy of the ring spot virus, as well as the physico-chemical quality of the papaya fruits evaluated.

Keywords: PRSV, efficacy, inhibitovir®, quality

1. INTRODUCCIÓN

El papayo (*Carica papaya* L.) es un frutal muy aceptado en el mercado de exportación por lo cual presenta alta rentabilidad. En México se cultiva en las zonas tropicales y subtropicales cercanas al Golfo de México y Océano Pacífico (Hernández *et al.*, 2004).

En años recientes, la búsqueda de alternativas para control de plagas y enfermedades en el cultivo de papaya, se ha vuelto una necesidad imperativa, principalmente en el control de los virus que atacan a este cultivo como el virus del mosaico de la papaya (PaMV) y el virus de la mancha anular de la papaya (PRSV) (Alarcón, 2013).

El virus de la mancha anular del papayo, o PRSV-P por sus siglas en inglés, es la limitante principal de la producción en México y el mundo. El PRSV es transmitido por varias especies de áfidos de forma no persistente, y la llegada de insectos alados en la etapa inicial de las plantaciones constituye un obstáculo para su producción (Hernández *et al.*, 2004).

La infección en la etapa inicial de las plantaciones de papaya afectan su producción comercial; sin embargo, si se reducen los daños durante este período se pueden obtener frutos de calidad (Cabrera *et al.*, 2011).

Hasta el momento la lucha contra enfermedades virales no es fácil y ningún medio conocido ofrece control completo. Los métodos de control se basan en el uso de plantas sanas procedentes de viveros, el manejo integrado a base de la señalización y el control químico de vectores, atenciones culturales, movimiento de las fechas de trasplante y la selección negativa de plantas enfermas, excluyéndose la posibilidad de resistencia genética natural (Hernández, 1994).

El Manejo Integrado de Plagas (MIP) ha dado resultados importantes en cuanto al retraso y la disminución de la incidencia de PRSV-P, pero no se ha documentado el aporte individual de algunas de las prácticas que conforman este manejo. Esto se debe a que inicialmente esta estrategia incluía diferentes prácticas, de las cuales algunas se han eliminado, por su difícil implementación y su poca contribución a la reducción del problema (Hernández *et al.*, 2000).

En la actualidad las alternativas de control dan una nueva esperanza, la posibilidad de encontrar nuevos productos para el control de virus en plantas, dando paso a un grupo de productos denominados Antivirales o Inhibidores. Es por ello que en esta investigación se evaluó la respuesta del cultivo de papaya a un manejo de virosis, mediante el uso de Inhibidores virales.

Con la aplicación en campo de estos formulados, se busca ofrecer una nueva alternativa para el control del PRSV, la cual puede incluirse en el programa de manejo, garantizando una fruta de mayor calidad y aceptación en la producción de semilla, así como también frutos con mayor valor en el mercado.

2. OBJETIVOS E HIPOTESIS

Objetivo General

Determinar la efectividad de inhibidores virales, para el control del virus de la mancha anular (PRSV) en el cultivo de papaya, en Xalostoc, Ayala, Morelos.

Objetivos Específicos

1. Evaluar la efectividad del inhibidor viral en el control del virus de la mancha anular de la papaya (PRSV)
2. Evaluar el efecto de aplicaciones preventivas y control, en la atenuación de los síntomas del (PRSV), considerando la fase de mayor peligrosidad en el cultivo de la papaya.
3. Establecer un protocolo eficiente para la detección temprana en campo del virus mancha anular de la papaya (PRSV), mediante serología.
4. Determinar la población y especies de áfidos vectores del virus de la mancha anular, presentes en la plantación establecida
5. Evaluar el efecto de los inhibidores virales sobre las características fisicoquímicas y calidad poscosecha de los frutos de papaya en madurez de consumo

Hipótesis

La aplicación de un nuevo inhibidor viral puede ser efectivo en el control de PRSV en papaya, con bloqueo de la replicación viral y disminución de la síntesis de aminoácidos; contribuyendo a la atenuación de síntomas y daños en una variedad susceptibles como Maradol Roja.

3. LITERATURA REVISADA

3.1. Generalidades del cultivo

3.1.1. Origen

El papayo (*Carica papaya* L.) es nativo de los trópicos americanos; actualmente es cultivado en áreas subtropicales y tropicales de todo el mundo, por la alta demanda de su fruto y para la extracción de papaína (Rivas, 2003 citado por Rojas *et al.*, 2011).

3.1.2. Distribución

La primera mención escrita que se tiene de la papaya es en la “Historia Natural y General de las Indias” de Oviedo, quien alrededor del año 1535, en una carta a su Soberano, le decía haber visto, esta planta, creciendo en el sur de México y Centroamérica (García, 2010).

En los inicios de la conquista se distribuyó rápidamente por todas las Antillas y Sudamérica. A finales del siglo XIV y a principios del XV se difundió a Filipinas, Malasia, Sur de China, Ceilán y Hawai, por navegantes españoles y portugueses. Ahora se encuentra cultivado en extensas zonas por todas las regiones tropicales y subtropicales (García, 2010).

3.1.3. Importancia económica

3.1.3.1. Importancia económica a nivel mundial

Las exportaciones de papaya en el mundo han tenido una tendencia creciente en las últimas dos décadas, México, Guatemala y Brasil dominan el mercado de exportación de la papaya. Entre los tres países representan 59.9% de dicho mercado hasta el año 2014. México fue el principal exportador de papaya para el año en mención, con una

participación del 39.22% en las exportaciones. Mientras que Guatemala y Brasil representaron un 11% y 9.7% respectivamente. En un segundo plano, como exportadores de Papaya aparecen Belice, Malasia y los Estados Unidos (FAO, 2014).

3.1.3.2. Importancia económica en México

En México se tiene una superficie plantada de 19,374.78 hectáreas con un valor de producción de 4.7 mil millones de pesos. Los principales estados productores son: Veracruz, Oaxaca, Colima, Michoacán, Chiapas, Guerrero, Yucatán, Jalisco y Campeche que en conjunto tienen una superficie sembrada de 17,764.98, lo que representa el 91.7% de la superficie nacional (SIAP, 2016).

3.1.3.3. Importancia del cultivo de papaya en el estado de Morelos

Durante los últimos tres años se ha incrementado la superficie plantada de papayo teniéndose una superficie aproximada de 116 hectáreas bajo condiciones de riego y temporal, ubicándose esta superficie en los municipios de Amacuzac, Axochiapan, Cuautla, Tepalcingo, Mazatepec, Puente de Ixtla, Tlaltizapan de Zapata y Tlaquiltenango, siendo los municipios con mayor superficie Axochiapan y Mazatepec con 25 has cada uno, reportándose el mayor rendimiento por hectárea en el municipio de Mazatepec con 42.5 ton/ha (SIAP, 2016).

3.1.3.3.1. Problemática

En el estado de Morelos se obtienen rendimientos bajos en el cultivo de papaya, el rendimiento promedio es de aproximadamente 40 toneladas por hectárea, lo cual no resulta rentable para los productores, dado que los costos de producción son muy altos, los cuales fluctúan entre los 80 y 100 mil pesos por hectárea. Lo anterior obedece al poco conocimiento del cultivo y a la poca o nula tecnología de producción que existe en el estado de Morelos (FUPROMOR, 2011).

3.2. Principales Enfermedades del Cultivo

El papayo al igual que otras plantas cultivadas es infectado por enfermedades ocasionadas por hongos y virus, los cuales afectan el desarrollo de la planta y reducen la calidad de la fruta (Díaz *et al.*, 2002).

3.2.1. Enfermedades fungosas

Las condiciones climatológicas que prevalecen en ciertas estaciones del año (cálido húmedas) en la Región Pacífico Centro, favorecen el desarrollo de enfermedades ocasionadas por hongos (Díaz *et al.*, 2002).

3.2.1.1. Antracnosis

El organismo causal de la enfermedad es el hongo *Colletotrichum gloeosporioides* (Penz). Esta enfermedad ataca los peciolos de las hojas inferiores, las cuales al caer al suelo, son una fuente potencial de inóculo. Cuando las partes verdes del fruto se llegan a infectar, manifiestan pequeñas lesiones acuosas y húmedas con exudaciones de látex, que al oxidarse se transforman en masas pegajosas, en frutos maduros se muestran pequeñas manchas redondas y oscuras, las cuales se alargan rápidamente (Díaz *et al.*, 2002).

Para la prevención de esta enfermedad se sugiere regular la humedad del medio ambiente con distancias adecuadas de plantación que permitan aireación del cultivo y la eliminación de hojas caídas y frutos infectados por el patógeno, así como también se deben aplicar fungicidas como benomyl, captan y clorotalonil, en forma alternada para evitar que el hongo adquiera resistencia (Díaz *et al.*, 2002).

3.2.1.2. Mancha foliar

El agente causal de esta enfermedad es *Corynespora cassicola* (Berk y Curt) Wei.

Este hongo se caracteriza por presentar fase vegetativa filamentosa y raramente unicelular con hifas septadas. En las hojas se presentan manchas de forma redonda, irregular, de color café rojizo y conforme avanza la enfermedad se tornan blancas, en ocasiones presentan vellosidades color café, esta enfermedad causa defoliación prematura y reducción en la producción, se puede controlar con un manejo preventivo eficiente haciendo aplicaciones semanales de fungicidas (Díaz *et al*, 2002).

3.2.1.3. Pudrición de la raíz

La presencia de esta enfermedad está íntimamente relacionada con exceso de humedad en el terreno, siendo ocasionada por *Phytophthora parasítica* (Dast). Se caracteriza por producir gametos morfológicamente distintos, las zoosporas y los zoosporangios al fusionarse forman las oosporas. En la parte aérea de la planta se manifiesta una clorosis y marchitez general; en la raíz aparece como una pudrición acuosa blanda y en el tallo como manchas acuosas. En estados avanzados de la enfermedad, los frutos se pudren en la planta y caen; finalmente se produce un estrangulamiento de raíz y tallo. Para evitar problemas con esta enfermedad se sugiere sembrar semillas y plántulas sanas, desinfectar el almácigo con fungicidas, destruir los frutos caídos y evitar la siembra en lugares con encharcamiento (Díaz *et al*, 2002).

3.2.1.4. Marchitez de plántulas

Esta enfermedad es severa en climas cálidos y húmedos; es causada por un complejo de hongos que viven en el suelo, entre los que se mencionan *Pythium aphanidermatum*, *P. ultimum*, *Phytophthora parasítica* y *Rhizoctonia* sp. Los patógenos responsables de la marchitez causan pudrición en las plántulas, acompañada de necrosis rápida de los tejidos a nivel del suelo. Las lesiones son de aspecto acuoso y oscuro; las plantas enfermas se marchitan, se secan y mueren. Tomando en cuenta que los organismos que causan la enfermedad viven en el suelo y que el exceso de humedad les favorece, debe evitarse esta condición; en las plantaciones establecidas, cuando se presentan los primeros síntomas se debe aplicar en la lesión pasta

bordelesa o sulfato de cobre más cal disuelta en agua, con lo cual se logra la recuperación de las plantas afectadas si la lesión no es severa (Díaz *et al.*, 2002).

3.2.2. Enfermedades causadas por virus

Los virus de las plantas difieren ampliamente de todos los demás fitopatógenos, no solo en tamaño y forma, sino también en la sencillez de su constitución química y estructura física, método de infección, propagación, translocación dentro del hospedero, diseminación y los síntomas que producen sobre el hospedero. Debido a su tamaño pequeño y a la transparencia de su partícula, los virus no pueden observarse ni detectarse mediante los métodos utilizados para otros patógenos. Los virus no son células ni constan de ellas (Agrios, 2002).

En la región pacífico centro las enfermedades causadas por virus han sido una amenaza constante para el papayo, obligando al productor a buscar nuevas áreas donde el problema no sea crítico o bien realizar un control integral en las zonas de cultivo. Estas enfermedades infectan a través de insectos transmisores de virus, los cuales al efectuar la prueba o tiente inoculan las plantas y las herramientas utilizadas en la eliminación de las partes vegetativas o plantas infectadas. El efecto se manifiesta al reducirse el rendimiento o la pérdida total de la plantación (Díaz *et al.*, 2002).

3.2.2.1. Virus del mosaico de la papaya (PapMV)

Este virus pertenece al grupo potex; su nombre es virus «X» de la papaya. Las hojas presentan un moteado que no varía mucho en severidad durante las diferentes estaciones del año, hay clorosis venal, lesiones necróticas, rugosidad de la lámina, detención de la lámina, detención del crecimiento y en algunos casos raquitismo de la planta (Escalona, 1995 citados por Díaz *et al.*, 2002).

En los frutos en desarrollo se observan manchas verde olivo, los cuales a veces se deforman y desprenden gotitas de látex (Díaz *et al.*, 2002)

Escalona (1995) citado por Díaz *et al.* (2002) reporta como vectores transmisores del virus del mosaico de la papaya a los afidos *Myzus persicae* (Sulser) y *Aphis craccivora* (Koch).

Se recomienda destruir las plantaciones viejas y abandonadas, así como la supervisión continua de los lotes eliminando las plantas que muestren los primeros síntomas de la enfermedad; se debe mantener la plantación libre de maleza en toda la fase del cultivo para eliminar las plantas hospederas (Díaz *et al.*, 2002).

3.2.2.2. Virus de la mancha anular del papayo (PRSV)

El virus de la mancha anular de la papaya (PRSV), *Potyvirus* (Fauquet *et al.*, 2005), pertenece a uno de los grupos de virus de plantas más extensos e importantes desde el punto de vista económico (Tripathi *et al.*, 2008).

3.2.2.2.1. Transmisión

El PRSV, es la principal enfermedad que limita la producción de papaya en México y el mundo. Esta enfermedad se transmite por varias especies de áfidos de manera no persistente y la llegada de insectos alados en la etapa inicial de las plantaciones constituye un obstáculo para su producción (Hernández *et al.*, 2004). Una vez infectadas las plantaciones no existe tratamiento eficaz para su control (Cabrera *et al.*, 2010).

Destacan por su eficiencia de transmisión *Aphis gossypii* Glover, *A. nerii* Boyer de Fonscolombe, *A. spiraecola* Patch, *Myzus persicae* Sulzer y *Macrosiphum euphorbiae* Thomas (Rabara *et al.*, 1996; Villanueva y Peña, 1991 citados por Cabrera *et al.*, 2010).

3.2.2.2. Síntomas

Se manifiesta por la aparición de clorosis en las hojas jóvenes, seguida de un moteado amarillo-verde y del aclaramiento de las nervaduras. Rivas *et al* (2003) reportan que las plantas enfermas adultas reducen su tamaño, lámina foliar y dosel y se defolian facilitando las quemaduras de frutos por el sol. Se presentan manchas de color verde intenso en la base de los pecíolos de las hojas más jóvenes y estas toman una apariencia a la que se le llama “mano de chango”. También en las hojas se presentan manchas aceitosas de forma variable. En los frutos se observan manchas en forma de anillo a media luna concéntricas y aceitosos de aproximadamente de 1 a 2 cm de diámetro (García, 2010).

Con el avance de la enfermedad hay una menor cantidad de hojas formadas y son más cortas que las normales. Hay menor cantidad de frutos cuajados y no se desarrollan normalmente, quedando muy pequeños (García, 2010).

Además de la papaya, el virus infecta a otras 17 especies de plantas de 3 familias, Caricaceae, Chenopiaceas y Cucurbitaceas. Las plantas de papaya infectadas y malezas de cucurbitáceas son las más importantes en la propagación del virus (García, 2010).

Después de la inoculación del virus, pasan de 2 a 6 semanas para que aparezcan los primeros síntomas; esto dependerá de la edad de la planta, de las condiciones ambientales y del nivel de resistencia de la planta (García, 2010).

3.2.2.3. Control

3.2.2.3.1. Control Cultural

Eliminación de plantas viejas cercanas al cultivo, así como aquellas plantas aisladas cercanas a los lotes que muestren síntomas del virus; se deben hacer

recorridos por la plantación dos veces por semana para detectar plantas enfermas y al localizar algunas deberán ser eliminadas y sacadas de la plantación evitando el contacto con las plantas sanas. El cultivo y los bordes de la plantación deben mantenerse libre de malas hierbas, durante todo el ciclo de la planta, evitando el uso de herramientas utilizadas para eliminación de plantas enfermas sin haber sido desinfectadas (Díaz *et al*, 2002).

3.2.2.2.3.2. Control químico

Es poco el éxito obtenido con el uso de insecticidas para controlar los áfidos del virus de la mancha anular del papayo, ya que constituye un vector no persistente, es decir; el papayo no es su hospedero permanente, no se reproducen en él y su estancia es transitoria; al llegar los áfidos a una planta y succionar la savia de las hojas es el momento en que se produce la infección, la cual no dura más de un minuto; además, debido a que la aplicación de insecticidas hace más activos a los pulgones infectan un número mayor de plantas antes de morir (Díaz *et al.*, 2002).

4. MATERIALES Y MÉTODOS

4.1. Localización geográfica del área donde se realizó el estudio

La investigación se realizó en el campo experimental de la Escuela de Estudios Superiores de Xalostoc (EESuX), de la Universidad Autónoma del Estado de Morelos, ubicada en Xalostoc, Ayala, Morelos, a una altitud de 1285 m, en las coordenadas 18°44'27.04" latitud Norte y a 98°54'39.86" longitud Oeste.

4.2. Material vegetal e implementación experimental

Las plántulas de papaya utilizadas, fueron producidas en invernadero en la EESuX, la semilla fue de la variedad Maradol roja, certificada, adquirida a Especialistas en Papaya S.A. de C.V., empresa de Zapopan, Jalisco, y puestas a germinar en charolas de plástico de 38 cavidades las cuales contenían una mezcla de sustrato (Peat Moss + vermicomposta), que se mantuvieron alrededor de 58 días en las charolas después de haber emergido, para posteriormente ser trasplantadas a la parcela experimental.

4.3. Diseño del Experimento

Se utilizó un diseño experimental de bloques completos al azar, con cinco tratamientos y cuatro repeticiones. La superficie experimental fue de 2, 244 m² la cual fue dividida en 4 sub parcelas con un área aproximada de 561 m² cada una, donde se establecieron 140 plantas. Estas 140 plantas fueron distribuidas en 5 camas, estando cada cama compuesta por 2 hileras. El marco de plantación fue a doble hilera y con distancia de plantación de 3.00 x 2.0 x 1.50 m, correspondiendo a las distancia entre camas, hileras y plantas respectivamente, lo cual dio una densidad de 2,962 plantas ha⁻¹, estableciendo una planta por mata. La unidad experimental consto de una cama con dos hileras (Figura 1).

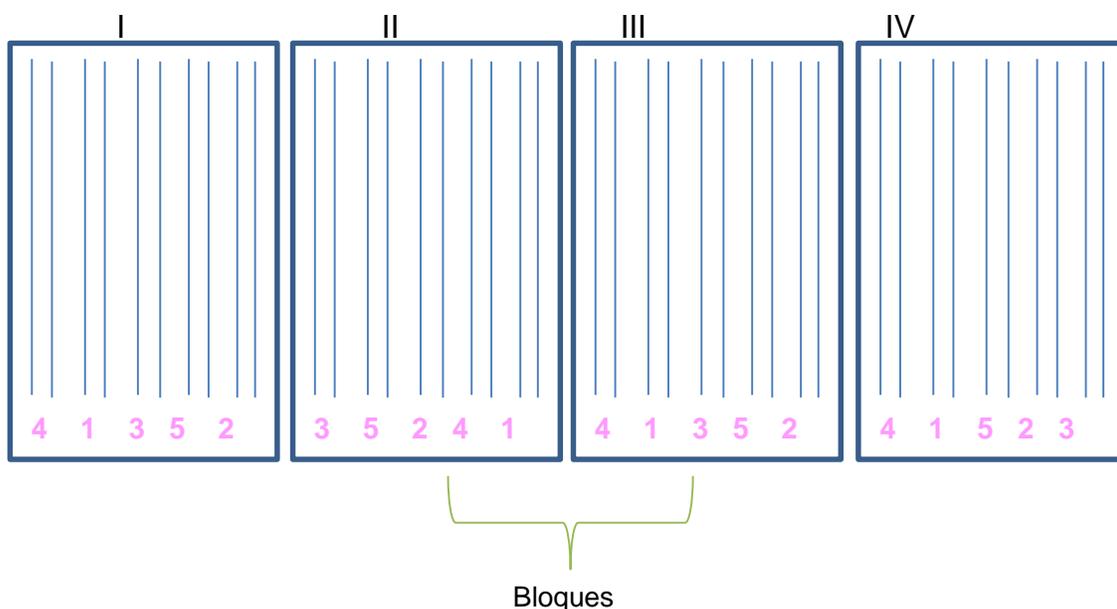


Figura 1. Distribución de tratamientos para evaluar la efectividad de inhibidores virales para el control del virus de la mancha anular de la papaya en Xalostoc, Morelos.

4.4. Fase de Campo

4.4.1. Establecimiento del experimento

El trasplante se realizó cuando las plantas alcanzaron una altura de 10 a 12 cm en vivero, lo cual ocurrió a los 58 días después de la emergencia.

4.4.2. Tratamientos

Los tratamientos aplicados fueron los siguientes:

1. Testigo (sin tratar)
2. Antiviral (Virus Stop) Preventivo (dosis 0.5 ml.l⁻¹)
3. Antiviral (Virus Stop) Control (dosis 1.5 ml.l⁻¹)
4. Inhibidor Viral. Preventivo (dosis 3 ml.l⁻¹)
5. Inhibidor viral. Control (dosis 6 ml.l⁻¹)

4.4.2.1. Frecuencia de los tratamientos preventivos.

Los Tratamientos dos y cuatro se refiere a aplicaciones preventivas, el cual se realizó cada 15 días, hasta el 5to mes después del trasplante, ya que es la fase de mayor peligrosidad del PRSV para el cultivo.

La aplicación se realizó al follaje con una aspersora de mochila motorizada Swissmex® con aguilón de las boquillas tipo KS. Se realizaron 10 aplicaciones, a intervalos de 15 días, tratando de hacer un buen recubrimiento de la planta. Se consideró la recomendación del producto, de utilizar agua con pH de 6.0 a 7.0.

Se realizaron dos aplicaciones a las plantas en fase de vivero y, antes de que aparecieran los síntomas.

4.4.2.2. Frecuencia de los tratamientos control.

En el caso de los Tratamientos tres y cinco referidos al control, se iniciaron las aplicaciones cuando se observaron las plantas con los primeros síntomas de la enfermedad (grado 1), según escala de daños propuesta por Hernández (1994) para el virus de la mancha anular de la papaya PRSV-VC, o sea con los síntomas de mosaico tenue.

Las aplicaciones se realizaron cada 15 días hasta el octavo mes después del trasplante, aplicándose una dosis de 1.5 mL.L⁻¹ para el tratamiento cuatro y, 6 mL.L⁻¹ para el caso del tratamiento cinco. Se utilizó agua con pH de 6.0-7.0.

El tratamiento uno, no tuvo aplicaciones contra el virus, pero se le realizaron todas las demás atenciones y protecciones requeridas según lo recomendado en el Instructivo técnico del cultivo (MINAG, 2005).

4.4.3. Manejo agronómico del cultivo

Se realizaron las labores agronómicas requeridas por el cultivo, como riegos, control de plagas y enfermedades, control de malezas, fertilización (granular y foliar) deschupone y deshoje.

4.4.3.1. Riego

El riego utilizado fue por gravedad (rodado), la fuente de agua es un pozo profundo propiedad de la EESuX, los riegos se realizaron semanalmente durante los dos primeros meses de plantación, esto debido a las altas temperaturas presentes, del tercer al cuarto mes no se realizó riego alguno debido a las altas precipitaciones presentes durante la temporada, pero del quinto mes en adelante realizó nuevamente cada semana.

4.4.3.2. Control de malezas

Durante los 2 primeros meses de plantación, por el tamaño de planta, 15-30 cm, se realizó control de malezas de manera manual con azadón, a manera de cajete aproximadamente unos 50 cm de diámetro alrededor de la planta

Una vez que las plantas alcanzaron una altura aproximada de 50 cm, se optó por el control químico con aplicación de glifosato a dosis de 6 mL.L⁻¹ de agua.

4.4.3.3. Fertilización

Fertilizaciones foliares fueron realizadas cada quince días, aplicando un complejo de aminoácidos (Aminorgan[®]) a dosis de 3 mL.L⁻¹ de agua, y aplicaciones de enraizador (Rooter Marine[®]) a dosis de 3 mL.L⁻¹ de agua.

Aplicaciones de fertilizantes granulados fueron realizadas bimestralmente, se utilizó

el fertilizante compuesto Triple 16, a razón de 200 g por planta, aplicando 100 g en los costados de la planta.

4.4.4. Diagnóstico serológico del virus de la mancha anular.

La incidencia de la enfermedad se determinó por serología, mediante ELISA-DAS, según protocolo desarrollado por (Clark y Adams, 1977) y usando un PathoScreen kit comercial para la detección del virus de la mancha anular de la papaya (AGDIA cod: PSA53500/0480) (Gonzalvez *et al.*, 1980) y modificado por (Hernández, 1994). Se hicieron macerados de hojas (muestras compuestas de 20 plantas), haciendo la extracción de savia como se indica en el protocolo de AGDIA, utilizando como antígeno una muestra de 2 g de cada repetición de tratamiento a evaluar. Las lecturas de absorbancia se realizaron en la placa después de aplicado el sustrato colorimétrico, se realizaron en un espectrofotómetro BIORAD, a una longitud de onda de 405 nm para los anticuerpos de PRSV con la enzima conjugada de fosfatasa alcalina.

Se obtuvieron lecturas por duplicado de cada muestra de tejido, y el valor medio de cada par fue el asignado. Como testigos se emplearon dos pozos: un testigo positivo proporcionado por el proveedor (Agdia) y un testigo negativo, eligiendo para tal efecto muestras de tejido sano, previamente evaluado asegurando la ausencia de virus. El valor del testigo negativo se obtuvo con el promedio de los dos valores de lectura de absorbancia del testigo negativo. Estableciendo como criterio para determinar el límite de detección, se utilizó el doble del valor promedio del testigo negativo para cada una de las muestras obtenidas. Todo valor por arriba de este límite de detección se considera positivo.

Se realizó un análisis serológico antes del trasplante, para descartar la presencia de PRSV en las plantas, y posteriormente se realizaron de forma mensual, hasta el octavo mes.

4.4.5. Variables evaluadas

4.4.5.1. Evaluación de incidencia y severidad de la enfermedad

Las evaluaciones y muestreos para determinar la propagación del PRSV en los tratamientos se realizó según la metodología desarrollada por Tsipenko (López *et al*, 2009) y elaborada en el Instituto de Investigaciones en Sanidad Vegetal (IISV) de Cuba. La intensidad del daño producido por el virus se evaluó usando la escala de 4 grados aplicada por Hernández (1994). (Figura 2).

Después del trasplante y hasta el 8o mes se realizaron evaluaciones mensuales de la severidad de la enfermedad en toda la unidad experimental (Cuadro 1).

Cuadro 1. Escala para evaluación de la severidad del virus de la mancha anular del papayo

Grado	Descripción
0	Planta sin síntomas
1	Mosaico suave o intenso en hojas del cogollo
2	Hojas filiformes con inhibición del desarrollo de la planta
3	Manchas en forma de anillos concéntricos en los frutos, tallo o pecíolos, sin afectación del látex

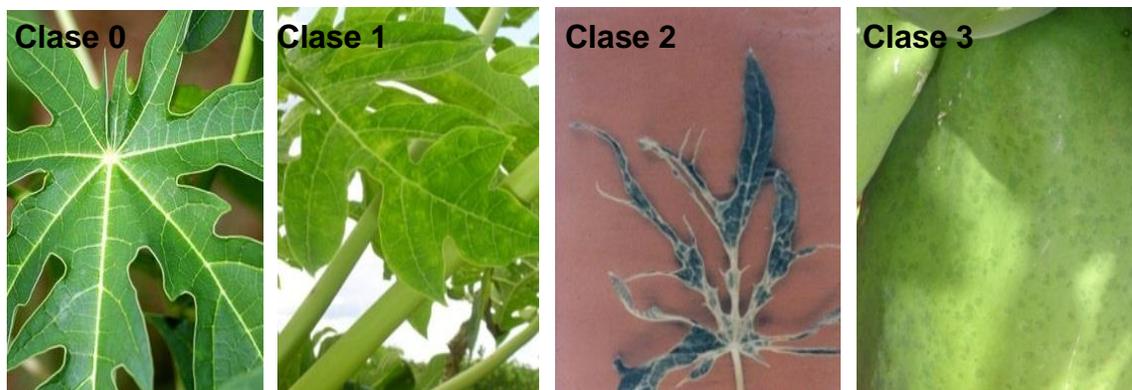


Figura 2. Imágenes de los grados de severidad del virus de la mancha anular del papayo en hojas, tallo y fruto

4.4.5.2. Porcentaje de incidencia

Para esta variable se evaluaron seis plantas por repetición (24 plantas por tratamiento). El porcentaje de incidencia del PRSV se determinó con la siguiente fórmula:

$P = (n/N) (100)$ Tsipenko (López *et al*, 2009) donde:

P= % de incidencia de la enfermedad por tratamiento.

n= Número de plantas enfermas.

N= Número de plantas observadas

4.4.5.3. Intensidad de la enfermedad

La intensidad media del daño ocasionada por el PRSV en los diferentes tratamientos fue calculada por la fórmula de Townsend y Heuberger (Ciba-Geygi, 1981). La cual define que dicha intensidad promedio se puede hallar, con la sumatoria de los grados de las plantas evaluadas, dividido entre el número de plantas evaluadas, más el valor máximo del índice de daño, como se indica en la siguiente fórmula:

$$I = (\sum(p.a) \div A) (100)$$

Dónde:

I= Intensidad de la Enfermedad en cada Tratamiento

$\sum(p.a)$ = Sumatoria de plantas por el grado o daño hallado en esas plantas

A= $(p \times i^*)$ Número de plantas evaluadas multiplicada por el valor de máximo índice de daño.

Esta variable se determinó a partir de los datos de severidad de la enfermedad.

4.4.5.4. Porcentaje de eficacia del tratamiento

Esta variable se calculó con relación a las observaciones previas realizadas en campo cada mes con la siguiente fórmula: Abbott (Ciba-Geygi,1981)

$$E.B = (A - B) \div A \times 100$$

Ef: Eficacia biológica

A= Cantidad de plantas enfermas antes de aplicación

B= Cantidad de plantas enfermas después de aplicación.

4.4.5.5. Mediciones morfoagronómicas

Para definir cuando ocurrieron los cambios de la fase vegetativa, se realizaron mediciones de altura de planta, diámetro del tallo, número de flores y frutos por planta.

4.4.5.5.1. Altura y diámetro

La altura se registró en centímetros, desde la base del tallo, hasta la altura máxima del dosel de las hojas. El diámetro del tallo se midió en cm con ayuda de un vernier, aproximadamente a 15 cm del suelo.

4.4.5.5.2. Flores y frutos

El número de flores se cuantificó registrando el número de axilas florales por planta y el número de frutos amarrados por planta. Se consideró fruto amarrado después de que los restos del estigma se cayeron (Hernández, 1994).

4.4.5.5.3. Rendimiento

El rendimiento se determinó de acuerdo al peso promedio de frutos por tratamiento, multiplicado por el promedio total de frutos por planta por tratamiento, por la densidad

de plantación.

4.4.5.6. Muestreo de insectos vectores

4.4.5.6.1. Metodología de campo

El muestreo de áfidos alados, principales vectores del PRSV, se realizó mediante trampeo, colocando en cada punto cardinal, se colocó una trampa amarilla con agua jabonosa, sobre soportes de madera, cambiándose estos cada mes con base al crecimiento de las plantas con la finalidad de que las trampas estuvieran siempre sobre el dosel de las plantas.

Los insectos fueron colectados de las trampas cada semana, colocados en tubos Eppendorf de 2 mL, los cuales contenían etanol al 70% para su conservación.

4.4.5.6.2. Metodología de laboratorio

Los especímenes colectados fueron identificados a especie en el laboratorio de Fitopatología de la EESuX, con la ayuda de un microscopio estereoscópico y claves pictóricas (Rosales *et al.*, 2013), Posteriormente la identificación fue confirmada con claves dicotómicas (Villegas, 2000) y por la M. en C. Adriana Trejo Loyo, especialista en taxonomía de áfidos.

4.4.5.7. Variables poscosecha

Se evaluaron las siguientes variables: masa o peso del fruto (g), color ($L^*C^*H^*$), sólidos solubles totales ($^{\circ}$ Brix), acidez titulable (% del ácido málico), fenoles totales (mg EAG g^{-1}), flavonoides totales ($\text{mg EQ } 100\text{g}^{-1}$), actividad antioxidante, (ABTS, DPPH, FRAP) ($\text{mg EAA } 100\text{g}^{-1}$) y azúcares totales (mg g^{-1}).

Masa o peso del fruto: El peso del fruto en madurez de consumo se obtuvo con una

balanza digital (OAHU® USA), se seleccionaron seis frutos por tratamiento con tamaño y forma similares, tomando cada fruto como una repetición.

Color. Se determinaron los parámetros de color, luminosidad (L), ángulo de matiz (Hue) y cromaticidad (croma) en el epicarpio y pulpa, en seis puntos de dos caras contrarias del fruto (tres puntos por cara), con un espectrofotómetro manual X-Rite® (mod 3290, USA).

Sólidos solubles totales (SST). Se determinaron a partir de tres gotas de jugo, colocadas en un refractómetro digital ATAGO PAL-1®, Japón) los resultados se reportaron en °Brix.

Acidez titulable (AT). Esta se determinó de acuerdo a lo establecido por la AOAC (1995), donde se pesó 1.0 g de pulpa la cual se homogenizó con 15 mL de agua destilada con un Ultraturax®, filtrándose posteriormente con papel filtro, donde cinco ml del filtrado fue titulado con NaOH 0.1 N, usándose fenolftaleína como indicador, los resultados se expresaron como porcentaje de ácido cítrico.

Fenoles totales (FT). Fueron determinados de acuerdo a la metodología de Folin-Cicolcateau. Se homogenizó 1.0 g de pulpa por repetición, en un tubo de ensaye con ayuda de un Ultra Turrax (IKAR®), con 15 mL de agua destilada y posteriormente se filtraron. Se extrajeron 0.5 mL del filtrado obtenido y en un tubo de ensaye se mezcló y agitó con 2.5 mL de Folin-Cicolcateau (1:10), dejando en reposo durante 5 minutos, posteriormente se adicionaron 2 mL de carbonato de sodio (NaCO₃) al 7.5% (p/v) agitándolo y dejándolo en reposo en oscuridad durante dos horas. Las lecturas se realizaron en un espectrofotómetro (GENESYS 10S UV-Vis®) a 760 nm. Los resultados se expresaron como mg equivalente de ácido gálico (EAG) 100 g⁻¹ peso fresco.

Flavonoides totales. Para los flavonoides se pesó 1.0 g de pulpa por repetición, y se añadieron 10 mL de metanol homogenizándolo con un Ultra Turrax (IKA®) para

posteriormente centrifugarse a 4°C durante 15 minutos a 10 rpm. A partir del sobrenadante centrifugado se tomaron 2 mL de muestra y se mezclaron con 2 mL de tricloruro de aluminio (AlCl_3) al 2% (p/v), dejándose reposar por 15 minutos en oscuridad. Las lecturas de absorbancia se realizaron a 415 nm, con un espectrofotómetro (GENESYS 10S UV-VIS[®]). Los resultados se expresaron como mg equivalentes de Quercetina (EQ) 100 g⁻¹ peso fresco.

Actividad antioxidante DPPH. Para la obtención de los extractos se pesó 1.0 g de pulpa y se homogenizó con agua destilada (1:15) el cual se filtró con papel filtro. Este método consistió en colocar en tubos de ensaye 3 mL de una solución de DPPH metanólica (0.0024 g DPPH/ 100 mL metanol al 80%) y se hizo reaccionar con 0.1 mL del extracto obtenido, la mezcla se dejó reposar durante 15 minutos en oscuridad, y se leyó a 517 nm. Los resultado se expresaron en mg equivalentes de ácido ascórbico (EAA) 100 g⁻¹ y μM equivalente Trolox (TE) 100 g⁻¹ peso fresco.

Actividad antioxidante ABTS. Se preparó ABTS 0.0383 g/10 mL agua destilada, y persulfato de potasio ($\text{K}_2\text{S}_2\text{O}_8$) 0.066/100 ml agua destilada y se mezclaron en proporción 1:1, se dejó reposar durante 16 h, se diluyó con etanol al 20% hasta alcanzar una absorbancia de 0.7 ± 0.02 a 734 nm. Se agregó 3 mL de ABTS con 0.1 mL de muestra y se dejó reaccionar durante 15 minutos, se realizaron lecturas de absorbancia a 734 nm. Los resultados se expresaron en mg equivalentes de ácido ascórbico (EAA) 100 g⁻¹ peso fresco y μM equivalente Trolox (TE) 100 g⁻¹ peso fresco.

Actividad antioxidante FRAP. Se empleó la metodología desarrollada por Benzie y Strain (1996), donde se preparó el reactivo FRAP (TPTZ, HCl, FeCl_3 y acetato de sodio), se mezcló 1.9 mL de FRAP con 100 μL de muestra, se dejó reaccionar durante 15 minutos en incubación a 37 °C y transcurrido el tiempo se leyó la absorbancia a 593 nm, los resultados de expresaron en mg equivalentes de ácido ascórbico (EAA) 100 g⁻¹ peso fresco.

Azúcares totales. La determinación de azúcares totales se realizó mediante el

método de antrona/sulfúrico, se pesó 1.0 g de pulpa, y se colocó en un frasco de vidrio, donde se agregó 50 mL de etanol al 80 %, que se colocó sobre una parrilla caliente hasta llevarlo a ebullición, dejándose 5 minutos hirviendo. Se retiró el frasco del calor, y se guardó debidamente tapado en refrigeración (5 °C) durante 15 días, transcurridos los 15 días se filtró el contenido del frasco y se midió el volumen final del sobrenadante obtenido, del cual se tomó 1 ml y se depositó en vasos de precipitados hasta evaporarse, evitando la caramelización, una vez evaporado se le añadieron 15 ml de agua destilada para recuperar los azúcares de la muestra.

El reactivo de antrona/sulfúrico se preparó en el momento de realizar el análisis disolviendo 0.4 g de 9,10 dihidro-9-oxoantraceno (antrona) (0.4 %) en 100 mL de ácido sulfúrico concentrado (98 %), para una concentración final de 4 gL⁻¹. Durante su empleo se conservó en frasco ámbar y protegido de la luz.

Para el procedimiento se tomaron 0.5 mL de muestra y se diluyeron en 1.0 mL de agua destilada en un tubo de ensaye, posteriormente se mezclaron con 3.0 mL de reactivo antrona, se agitaron en un vórtex, y se colocaron en gradillas inmersos en agua fría (10-15 °C), una vez enfriada la mezcla se sometió a ebullición en baño maría durante 3 minutos, transcurrido el tiempo se dejó enfriar y tomaron lecturas de la solución a 600 nm.

4.4.6. Análisis estadístico

Los datos fueron procesados con el paquete estadístico SAS versión 9.0, con un análisis de varianza y comparación de medias mediante Duncan ($P < 0.05$).

5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.1. Diagnóstico serológico del aislado PRSV

Las muestras de hojas analizadas fueron negativas para el diagnóstico serológico ELISA-DAS antes de llevarse a campo, asegurando que la planta iba libre de PRSV a campo (Cuadro 1A), permaneciendo negativas hasta el cuarto mes de trasplante (Cuadro 2A a 5A), se confirmó la presencia de PRSV después del quinto mes (Cuadro 6A), observando síntomas de grado 1 en plantas, confirmando la presencia de PRSV mediante el diagnóstico serológico, hasta el sexto mes después del trasplante (Cuadro 7A).

5.2. Variables evaluadas

5.2.1. Evaluación de incidencia y severidad de la enfermedad

Las primeras plantas con síntomas de PRSV se detectaron a los cinco meses después del trasplante (150 días), con síntomas de grado uno únicamente en plantas correspondientes a los tratamientos manejados con Virus Stop preventivo y control (Figura 3), mientras que Hernández-Castro (2010) reportó en el estado de Veracruz incidencias del PRSV a los 80 días después del trasplante.



Figura 3. Hojas jóvenes con síntomas iniciales (mosaico tenue) del virus de la mancha anular de la papaya.

A los 180 días después del trasplante (sexto mes) se detectaron plantas con síntomas de grado dos y tres, que corresponden a hojas filiformes (Figura 4a) y manchas aceitosas en formas de anillos en los frutos (Figura 4b), esto se observó en plantas donde se aplicó el tratamiento Virus Stop preventivo.



Figura 4. Síntomas de virosis en plantas de papayo, (a) Hojas filiformes y (b) manchas aceitosas en forma de anillos en frutos.

Estos resultados coinciden con los reportados por García *et al.* (1988), Nieto *et al.* (1990) y Villanueva-Jiménez y Peña (1991) quienes mencionaron que en Veracruz durante la época de riego (septiembre-enero) la incidencia alta de virosis corresponde con elevadas poblaciones de áfidos vectores y que, las condiciones de hospedante y clima favorecen su desarrollo.

5.2.2. Porcentaje de incidencia

De acuerdo a datos de incidencia de la enfermedad no se observaron síntomas durante los primeros cuatro meses después del trasplante, teniendo un 0% de incidencia, a partir del quinto mes se detectaron las primeras plantas con síntomas iniciales con una media de incidencia del 2.6% en los tratamientos, y aumentando el porcentaje de incidencia de manera notoria al octavo mes (Figura 5), alcanzando incidencia de entre 43% y 66% (Cuadro 2).

Cuadro 2. Valores medios obtenidos de porcentaje de incidencia (PI), porcentaje de intensidad de la enfermedad (PIE) y Eficacia de Tratamientos (ET), a los 240 días de trasplante.

Tratamiento	PI	PIE	ET
Testigo	56.67a	22.19a	0
Virus stop P	56.57a	27.75a	19.67a
Virus stop C	66.67a	27.77a	13.37a
Inhibitovir P	43.44a	15.33a	27.6a
inhibitovir C	56.67a	22.2a	13.33a
R2	0.5828	0.724	0.64
CV	18.82	18.39	72.5

*valores con la misma letra en columnas, no son diferentes estadísticamente de acuerdo a la comparación de medias de la prueba de Duncan ($P \geq 0.05$)

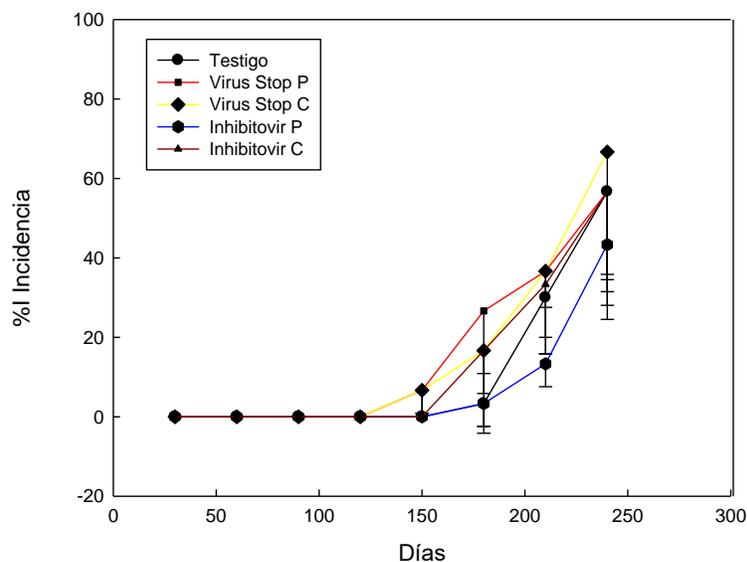


Figura 5. Progreso temporal de la incidencia de PRSV con aplicaciones preventivas y control de inhibidores virales en plantas de papaya.

Hernández (2010) reportó en el estado de Veracruz incidencias del 94% a los tres meses de trasplante, cabe mencionar que el Estado de Veracruz es uno de los principales estados productores de papaya a nivel nacional, motivo por el cual quizá la incidencia de PRSV es más alta a temprana edad de la plantación (SIAP, 2016). Mientras que Cabrera (2011) en Santo Domingo, Villa Clara, Cuba a los 90 días

después del trasplante observo síntomas ocasionados por PRSV, alcanzando 100% de incidencia a los 195 días. Lo anterior, indica que la presencia del virus puede verse favorecida por la presencia de plantas infectadas en parcelas cercanas al área donde se realizaron dichos estudios.

No se encontraron diferencias significativas entre tratamientos, a los ocho meses después de haberse establecido el experimento, tiempo en que inició la cosecha.

5.2.3. Intensidad de la enfermedad

Se obtuvo mayor porcentaje de intensidad de la enfermedad en el tratamiento dos, que corresponde al tratamiento preventivo de Virus Stop, teniendo menores porcentajes de intensidad en el tratamiento cuatro (Inhibitovir preventivo), pero así también en el testigo absoluto (T1) (Figura 6).

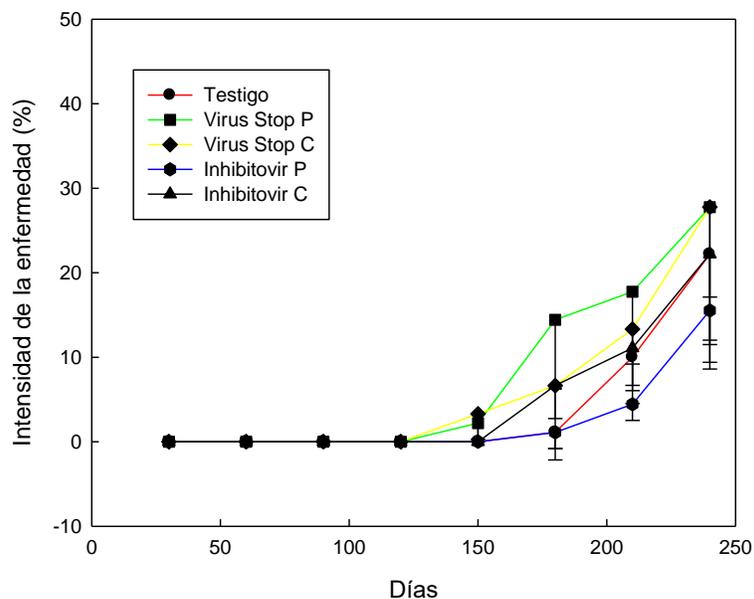


Figura 6. Progreso temporal de la intensidad del PRSV en diversos tratamientos con inhibidores virales en plantas de papaya.

No se encontraron diferencias significativas entre tratamientos en cuanto a

intensidad de la enfermedad, a seis meses de haberse establecido el experimento. Pérez *et al.* (2017) en un estudio en Cuba, realizando aplicaciones de inhibidores virales como Inhibitovir® y Q-2000VI®, reporta que logro atenuar el porcentaje de intensidad de PRSV hasta los 160 días.

5.2.4. Eficacia del tratamiento

La eficacia evaluada en este estudio fue del 27.6% de efectividad en las aplicaciones de Inhibitovir® y del 19.7% de efectividad en las aplicaciones preventivas con Virus Stop (Figura 7). Estos resultados son diferentes a los reportados por Pérez *et al.* (2017), quien evaluó la efectividad de Inhibitovir® contra un antiviral comercial (Q-2000VI®) reportando efectividad de Inhibitovir® en aplicaciones preventivas de 57.1% y 71.4% para Q-2000VI®, valores que son muy altos comparados con los obtenidos en este estudio.

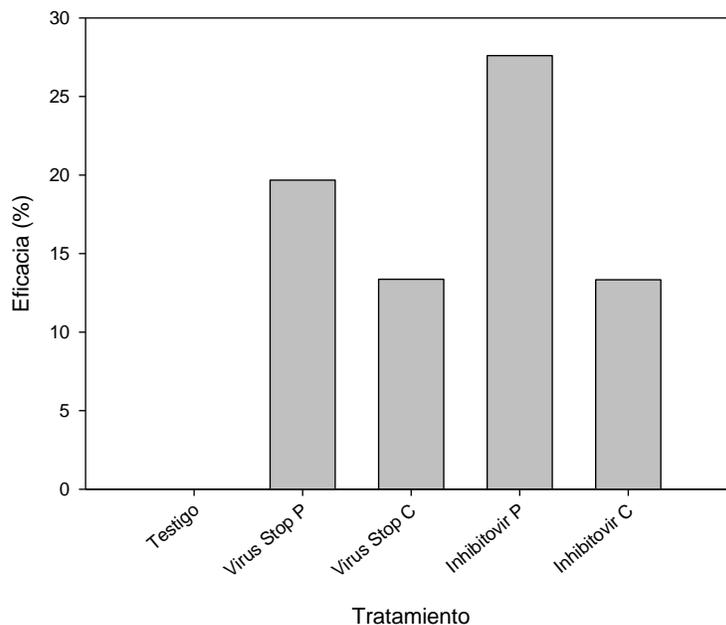


Figura 7. Porcentaje de efectividad lograda con tratamientos preventivos y control obtenido en los diversos tratamientos.

No se encontraron diferencias significativas en eficacia entre tratamientos a los 8 meses después del trasplante.

5.3. Mediciones morfoagronómicas

5.3.1. Altura de plantas

El tratamiento 5 (Inhibitovir® control) registró altura mayor alcanzando valores de 159 cm, pero sin diferencias significativas con los otros tratamiento que presentaron alturas menores (Cuadro 3), presentándose la altura menor en el tratamiento 4 (Inhibitovir® preventivo) con 140.4 cm.

Estos resultados se asemejan a los señalados por Jiménez *et al.* (2010), quienes registraron una altura promedio en plantas de papayo variedad maradol roja de 132.2 cm en el municipio de Tuxpan, Guerrero en la etapa de madurez. Arrieta y Carrillo (2002) reportaron alturas de planta de 161.06 cm en el municipio de Chontalpa, Tabasco, la cual fue mayor a la altura promedio presentada en esta investigación.

5.3.2. Diámetro de tallo

Esta variable presentó variaciones significativas entre los tratamientos estudiados (Cuadro 3). El valor medio del diámetro del tallo del tratamiento 1 (testigo) presentó el diámetro mayor (12.9 cm); siendo estadísticamente superior al tratamiento 4 (Inhibitovir preventivo) el cual presentó un diámetro promedio de 10.2 cm, pero sin diferencias de los otros tratamientos evaluados. Esto puede deberse a un efecto secundario de la aplicación del inhibidor y a la densidad de plantación; estos resultados concuerdan con lo presentado por Alonso *et al.* (2008) quienes reportaron un diámetro promedio para esta variedad de 10.2 cm en plantaciones establecidas en Cuba.

Alcántara *et al.* (2010) reportó para la variedad Maradol roja, un diámetro promedio de planta de 10.7 cm a los 11 meses de trasplante.

5.3.3. Número de flores y frutos

Como se puede observar en la figura 8, la productividad de las flores se mantuvo homogénea en los tratamientos evaluados, durante los 8 meses de toma de datos, pero hubo mayor número de flores por planta en aquellas donde se realizaron las aplicaciones del tratamiento 2 (Virus Stop P) y en el testigo, con un promedio de flores por planta de 12.6 en ambos tratamientos, encontrando diferencias significativas con los tratamientos tres (virus Stop C) y cuatro (Inhibitovir P), con 10 flores por planta y 10.2 respectivamente (Cuadro 3).

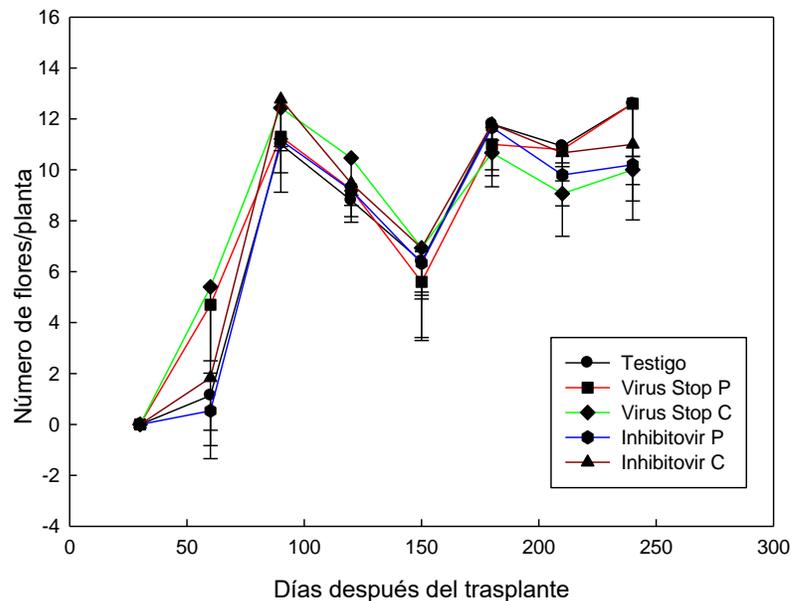


Figura 8. Número de flores en plantas de papayo cv. Maradol roja sometida a tratamientos con inhibidores virales en Xalostoc, Morelos.

Datos similares son reportados por Mora y Bogante (2004) en plantaciones establecidas en Pococí, Limón, Costa Rica, quienes contabilizaron entre 9.55 a 12.22 flores por planta.

El número de frutos amarrados por planta al igual que en las flores, fue homogéneo en todos los tratamientos (Figura 9), con un promedio de 47.6 frutos por planta, contabilizando un mayor número de frutos hasta el octavo mes (que fue el mes en que

se inició el periodo de cosecha), en las plantas con el tratamiento 5 (Inhibitovir C) con 52.6 frutos por planta, y en el tratamiento 2 (Virus Stop P) se tuvieron 42.6 frutos por planta, pero sin diferencias significativas entre tratamientos (Cuadro 3).

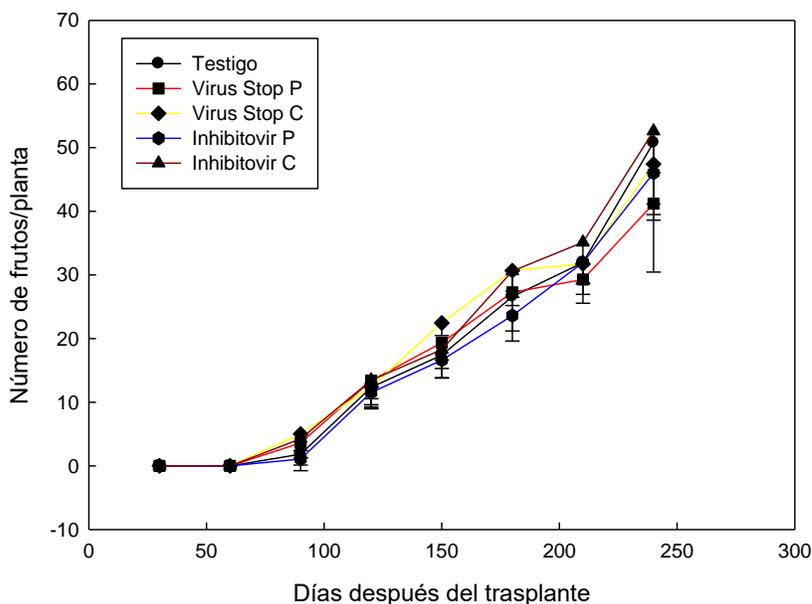


Figura 9. Número de frutos en plantas de papaya cv Maradol roja sometidas a tratamientos con inhibidores virales en Xalostoc, Ayala, Morelos.

Estos valores se asemejan a los reportados por Alonso *et al.* (2008), quienes evaluaron dos híbridos derivados de Maradol, así como a su progenitor Maradol Roja obteniendo 34, 36 y 40 frutos por planta, respectivamente. Mientras que Arrieta y Carrillo (2002) quienes evaluaron la respuesta del papayo variedad Maradol, a tres espaciamientos de drenaje subsuperficial, indicando una media de producción de 13.9 frutos por planta, valores inferiores a los obtenidos en esta investigación.

5.3.4. Estimación de rendimiento potencial

5.3.4.1. Número de frutos

En el análisis de varianza no se detectaron diferencias estadísticas en las medias de la cantidad de frutos por plantas en los diferentes tratamientos estudiados (Cuadro 3);

sin embargo, las plantas del testigo y el tratamiento 5 (Inhibitovir C), presentaron una tendencia a ser más productivas, con 50.8 y 52.6 frutos por planta respectivamente, obteniendo menor promedio por planta donde se aplicó el tratamiento 2 (Virus Stop P), valores que difieren de las cantidades indicadas por Alcántara *et al* (2010), quienes evaluaron características fenotípicas y agronómicas de seis genotipos de papaya de Tuxpan, Guerrero, México obteniendo como resultado para maradol roja, un promedio de 10.7 frutos por planta, pero acercándose más a los valores reportados por Alonso *et al.* (2008), quienes evaluaron dos híbridos derivados de Maradol, así como maradol roja obteniendo para esta última un promedio de 40 frutos por planta.

5.3.4.2. Peso de fruto

En el análisis de varianza no se detectaron diferencias estadísticas en las medias de los pesos de los frutos con los diferentes tratamientos estudiados (Cuadro 3), teniendo un peso mayor en los frutos del tratamiento 5 (Inhibitovir C) con un peso de 1,390.5 g, mientras que en el tratamiento 4 (Inhibitovir P) se obtuvo la media de peso más bajo de 1,280.5 g, teniendo una media general de peso de frutos de 1,358.9 g (Figura 10).

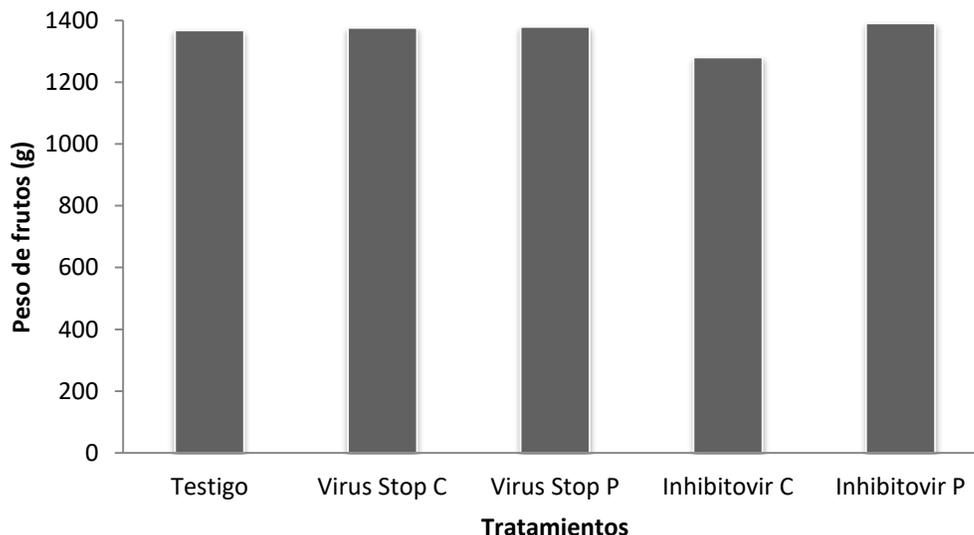


Figura 10. Peso de frutos de papaya cv. Maradol roja sometidos a tratamientos con inhibidores virales en Xalostoc, Ayala, Morelos.

Estos valores son similares con lo obtenidos por Arrieta y Carrillo (2002) quienes reportaron una media de peso en frutos del Cultivar Maradol roja de 1.250 g, pero que difiere de lo reportado por Alonso *et al* (2009) quienes obtuvieron una media de peso de 2,081.8 g por fruto, mientras que Hernández *et al* (2012) obtuvo pesos de 2,200.0 g a 2,670.0 g por fruto en la evaluación de un nuevo activador fisiológico potencializador de la fructificación en papaya, estos pesos duplican a los obtenidos en esta investigación.

Cuadro 3. Valores promedio de variables morfoagronómicas evaluadas en plantas de papaya cv Maradol roja a los 8 meses después del trasplante en Xalostoc, Ayala, Morelos.

Tratamientos	Altura de la planta (cm)	Diámetro del tallo (cm)	Flores por planta	Frutos por planta	Masa de frutos (g)	Rendimiento de frutos (t/ha)
Testigo	151.4 a	12.9 a	12.6 a	50.8 a	1368.1 a	216.64 a
Virus Stop P	141.2 a	11.7 a,b	12.6 a	41.2 a	1376.7 a	205.86 a
Virus Stop C	151.8 a	11.7 a,b	10.0 b	47.4 a	1379.2 a	193.64 a
Inhibitovir P	140.4 a	10.2 b	10.2 b	46.0 a	1280.5 a	174.47 a
Inhibitovir C	159.0 a	11.0 a,b	11.0 a, b	52.6 a	1390.5 a	168.00 a
CV %	8.51405	13.9273	14.1844	20.4414	15.07465	20.57125

* Valores con letras iguales en columnas no son diferentes estadísticamente ($p < 0,05$).

5.3.4.3. Rendimiento potencial

Esta variable es una de las más importantes para determinar la productividad de las plantas, de los tratamientos evaluados, ya que el propósito del productor es obtener el mayor rendimiento con el menor daño posible.

Los resultados no presentaron diferencias significativas ($p > 0.05$) en el rendimiento potencial, el cual fluctuó entre 216.64 a 168.0 t/ha (Cuadro 4), lo cual tiende a ser muy elevado considerando que en el país se han reportado valores máximos de 110 t/ha en el estado de Oaxaca (SIAP, 2016) aunque con un buen manejo agronómico y cuidados

fitosanitarios se podría llegar a esos rendimientos potenciales o lo más cerca posible, ya que algunos autores reportan valores similares en el cultivo de papaya, como los señalados por Sánchez y Samaniego (1998) y Rivas *et al.* (2000), quienes en Red Lady y Maradol obtuvieron 195.9 y 153.3 t/ha, mientras que Arrieta y Carrillo (2002) y Hernández *et al* (2012) reportan rendimientos de 60 y 74 t/ha, respectivamente, rendimientos que tienden a ser inferiores al rendimiento potencial esperado en esta investigación.

Cuadro 4. Valores medios de peso y rendimiento potencial de frutos de papaya cv Maradol roja sometidos a tratamientos con inhibidores virales en Xalostoc, Ayala, Morelos.

Tratamientos	Peso de frutos (g)	Rendimiento potencial (t/ha)
Testigo	1368.1 a	216.64 a
Virus Stop C	1376.7 a	205.86 a
Virus Stop P	1379.2 a	193.64 a
Inhibitovir C	1280.5 a	174.47 a
Inhibitovir P	1390.5 a	168.00 a
CV %	15.07465	20.57125

* Valores con letras iguales en columnas no son diferentes estadísticamente ($p > 0,05$).

5.4. Muestreo de insectos vectores

Para el muestreo de insectos vectores se capturaron únicamente aquellos pertenecientes a la familia Aphididae, Ya que los principales vectores del PRSV pertenecen a esta familia (González y Rodríguez, 2008). Los niveles poblacionales de insectos vectores se presentaron a lo largo de todo el período estudiado (Figura 11). Se observó incremento de las poblaciones de áfidos en los meses de julio y agosto del año 2017, esto podría deberse a que en los meses antes mencionados fue el periodo de lluvia más alto, por lo cual la cantidad y diversidad de vegetación alrededor de la plantación fue mayor, así como también la cantidad de organismos que se alimentan de ellos, como es el caso de algunas especies de áfidos capturados en las trampas, que

podieron haber caído en las trampas colocadas, por el arrastre de las corrientes de viento, esto concuerda con lo reportado por Rosales (2013) quien en un estudio realizado en captura de áfidos en diversas especies de plantas, capturo la mayoría de las especies en malezas y muy pocos en especies de importancia agrícola. Por otro lado los menores niveles poblacionales se presentaron en el mes de mayo de 2017, mes en que se realizó el trasplante a campo y, en que las vegetación fue menos abundante en la periferia de la parcela establecida. Villegas (2000) menciona que en México prácticamente todo el año se encuentran pulgones alados en actividad debido a las condiciones climáticas que operan en el país, ya que siempre se encuentran plantas hospederas disponibles para su alimentación.

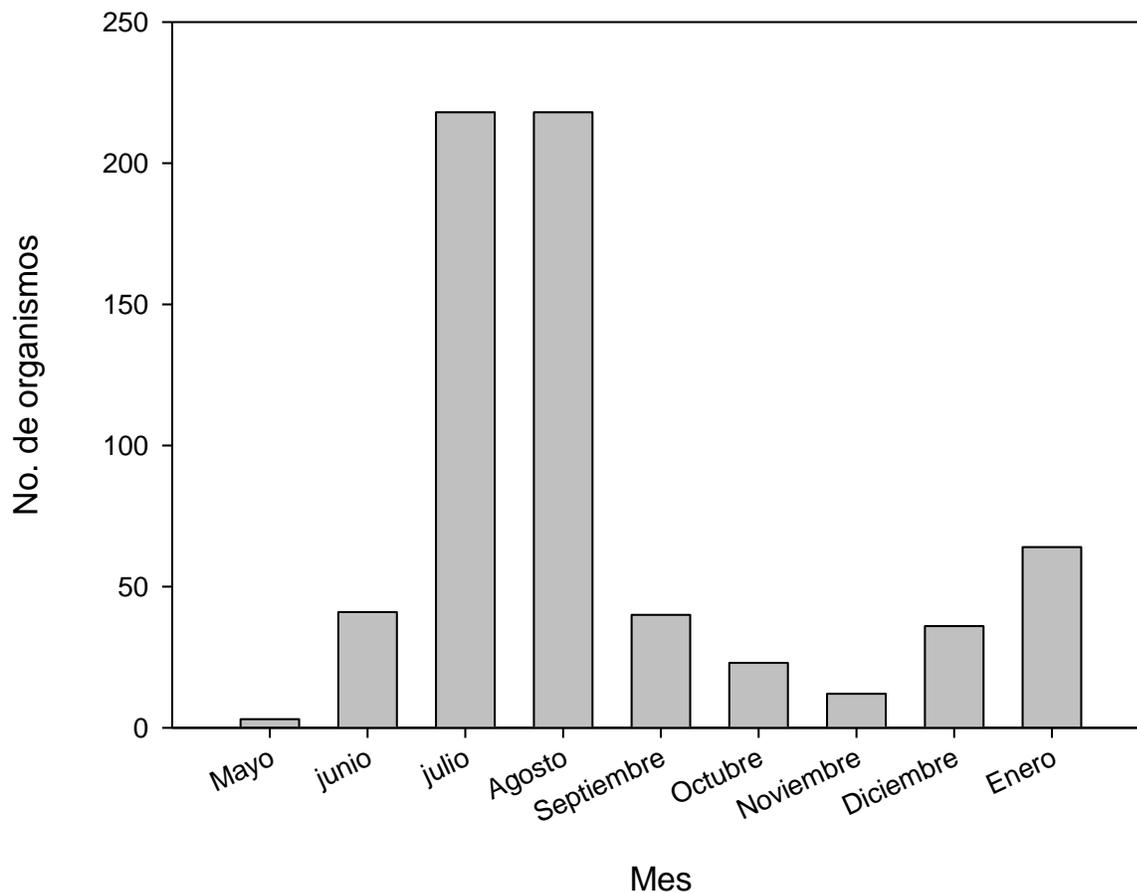


Figura 11. Fluctuación poblacional de áfidos alados capturados en la plantación de papaya cv Maradol roja sometida a tratamiento de inhibidores virales durante mayo/2017-enero/2018.

Número y especies de áfidos

Se colectaron 647 ejemplares de áfidos alados, encontrándose entre las especies más abundantes *Aphis spiraecola*, *Melanaphis sacchari/sorghii* y *Uroleucon* sp. (Cuadro 5). Entre las especies que son reportadas como vectores de PRSV se encontraron a *Aphis nerii*, *Aphis gossypii*, *Macrosiphum euphorbiae*, *Aphis spiraecola* y *Myzuz persicae*, especies que también han sido encontradas en plantaciones de papayo en Michoacán, México y con reconocida capacidad transmisora del PRSV (Rivas *et al*, 2008), estas especies también han sido reportadas por Hernández *et al* (2008) en plantaciones en el estado de Veracruz. Así también Hernández *et al* (2005) reporto la presencia de a *A. gossypii* y *A. nerii* en una plantación en el estado de Veracruz.

Cuadro 5. Principales especies de áfidos alados colectados en una plantación de papaya cv Maradol roja en Xalostoc, Ayala, Morelos.

Orden	Familia	Especie	No. Organismos
		<i>Aphis nerii</i> *	35
		<i>Rhopalosiphum maidis</i>	32
		<i>Aphis gossypii</i> *	6
		<i>Macrosiphum euphorbiae</i> *	17
		<i>Aphis fabae</i>	9
		<i>Aphis spiraecola</i> *	372
		<i>Aphis aff. hederiae</i>	2
		<i>Myzuz persicae</i> *	7
Hemiptera	Aphididae	<i>Sitobion avenae</i>	4
		<i>Toxoptera citricida</i>	17
		<i>Melanaphis sacchari/sorghii</i>	71
		<i>Rhopalociphum rufiabdominale</i>	5
		<i>Uroleucon</i> sp.	69
		<i>Aphis craccivora</i>	2
		<i>Lipaphis erysimi</i>	4
		<i>Brevicoryne brassicae</i>	2
		<i>Hyperomyzus lactucae</i>	1

Notas: */Especies vectores de PRSV

El porcentaje de especies de áfidos alados reportados como vectores de PRSV, en relación a las muestras totales fue del 66.72 %, que representa más de la mitad de los organismos colectados (Figura 12).

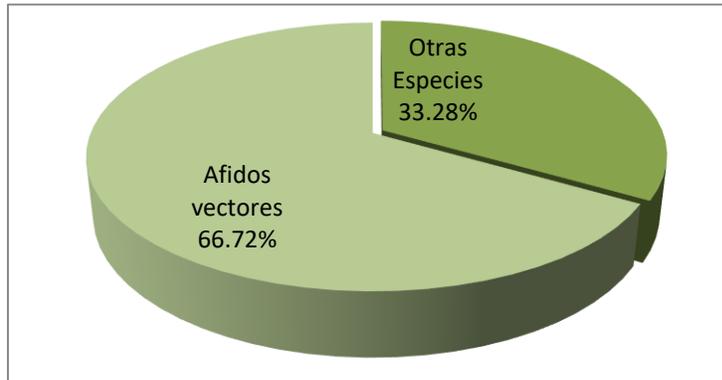


Figura 12. Porcentaje de áfidos alados colectados en una plantación de papaya cv Maradol roja en Xalostoc, Ayala, Morelos durante mayo/2017 a enero/2018.

De las cinco especies reportadas como vectores y encontradas en el área experimental, *Aphis spiraecola* tuvo mayor número de organismos colectados (85.13%), seguido por *Aphis nerii* (8.01%), el resto de las especies estuvo representado por porcentajes inferiores a 5% (Figura 13).

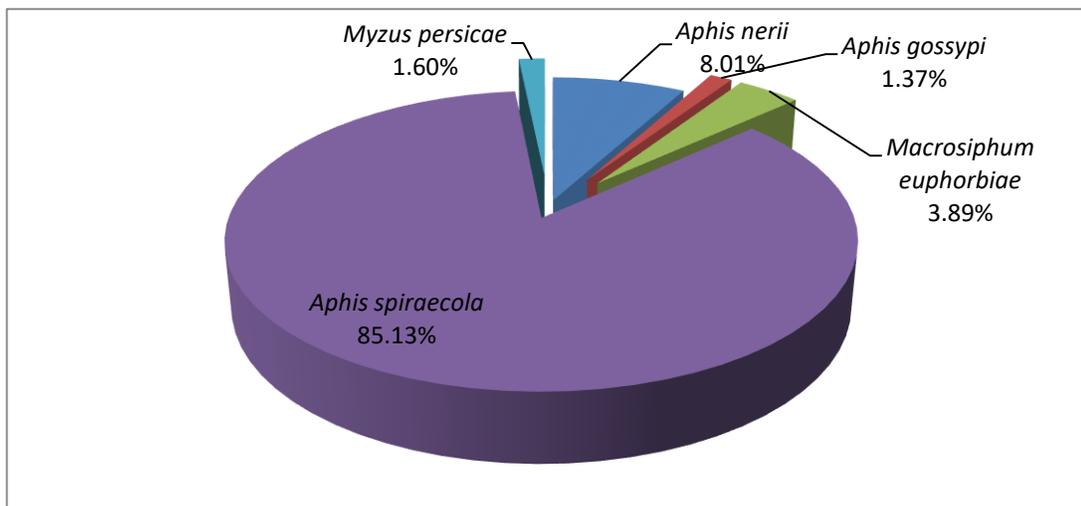


Figura 13. Porcentaje de áfidos alados asociados a PRSV colectados en el área de estudio de mayo de 2017 a enero de 2018

5.5. Variables poscosecha

Peso de fruto. La masa de la población de frutos de papaya mostro poca variación (15.07%) con valores medios de entre 1280.5 y 1390.5 g, obteniendo el valor máximo en el tratamiento cinco (Inhibitovir control) y el más bajo en el tratamiento cuatro que hace referencia al Inhibitovir preventivo (Cuadro 4). Alonso *et al.* (2009) evaluando dos nuevos híbridos en Cuba y utilizando la variedad Maradol como testigo, reportaron para esta última, una media de peso que va entre 2004.8 a 2018.8 g. Por otra parte Mora y Bogantes (2004), evaluando diferentes híbridos de papaya determinaron pesos promedios que van de 1,067.0 a 2089.0 g, lo que se asemeja a los resultados obtenidos en este trabajo.

Los frutos alcanzaron la madurez de consumo entre 11 y 13 días después de haberse cosechado.

Color. En el epicarpio se obtuvieron valores aproximados a: $h^*=71^\circ$, $C^*=46.2$ y $L^*=52.7$, lo que muestra que los frutos de los tratamientos evaluados tienen cáscara de una coloración que va del amarillo al naranja luminoso (Figura 14), teniendo en cuenta que el color de la cáscara es la característica más utilizada para evaluar el estado de maduración de los frutos de papaya, la intensidad y uniformidad del color influyen en la calidad del fruto (Santamaría *et al.*, 2015).



Figura 14. Frutos de papaya cv Maradol roja en madurez de consumo

En la pulpa se obtuvieron también coloraciones principalmente naranja amarillento tendiendo a ser un poco luminosa ($h^*= 59^\circ$, $C^*=52$ y $L^*=56$). Valores que son similares a los reportado por Sañudo *et al.* (2008) quienes en una evaluación de control de maduración en frutos de papayo obtuvieron matices naranja- rojizo en la pulpa de los frutos ($h^*=65$, $C^*=47$, $L^*=55$) cuando el color en cáscara estaba parcialmente desarrollado.

Sólidos solubles totales. Los frutos de papaya presentan poca variación en el contenido de acidez titulable (AT) y de sólidos solubles totales (SST) durante su maduración (Gomez *et al.*, 2002). El contenido de SST presentó diferencias significativas entre tratamientos, encontrándose la media más alta en tratamiento cinco con Inhibitovir® Control con 7.83 °Brix, mientras que el tratamiento cuatro que hace referencia al Inhibitovir® preventivo obtuvo el resultado más bajo, con una media de 6.83°Brix (Cuadro 6), siendo estos valores muy bajos de acuerdo a lo reportado por Villadiego *et al* (2016), quienes en frutos de papaya en madurez de consumo encontraron valores entre 11.5 °Brix, que concuerdan con los resultados obtenidos por Santamaría *et al* (2009) quienes reportan el contenido de SST para madurez de consumo entre 10 y 11.5 °Brix, mientras que Alcántara *et al* (2010) reportan valores de 13.9 °Brix en Maradol roja, que tiende a ser casi el doble a lo obtenido en esta investigación.

Acidez titulable. El contenido de acidez presente en las muestras varió entre 0.165 % a 0.197 % (Cuadro 6), los cuales son valores muy elevados de acuerdo a lo obtenido por Villadiego *et al.* (2016) quien realizó un estudio de las características fisicoquímicas de la papaya, arrojándole como resultado valores de porcentaje de acidez (porcentajes de ácido cítrico) comprendidos entre los 0.01 % y 0.04 % y Sañudo *et al* (2008) reportan en un estudio donde se evaluó el control de maduración, valores entre 0.06 % a 1.0 %, siendo también valores bajos que los obtenidos en este estudio.

Azúcares totales. El contenido de azúcares totales fue muy bajo, obteniendo promedios entre 39.67 a 24.91 mg/g⁻¹ pf (Cuadro 6), comparado con lo obtenido por

Fonseca *et al* (2003) quien reporta para frutos de papaya valores cercanos a 94.9 mg/g¹ pf lo que tiende a ser mucho más altos que lo obtenido en los frutos evaluados, los cuales presentaron un sabor muy simple, cuando generalmente los frutos de papaya tienden a ser muy dulces.

Cuadro 6. Datos obtenidos en los análisis fisicoquímicos y parámetros de color medidos en epicarpio y pulpa de frutos de papaya cv. Maradol roja

Tratamientos	Solidos solubles (°Brix)	Acidez titulable (%)	AT (mg /g ⁻¹ pf)	Color					
				L		C		H	
				Epicarpio	Pulpa	Epicarpio	Pulpa	Epicarpio	Pulpa
Testigo	7.75 a	0.197	31.22	52.18	54.89	45.00	53.79	69.64	58.73
Virus Stop P	7.67 a	0.173	39.67	56.15	56.62	49.29	52.38	70.99	59.45
Virus Stop C	7.4 a,b	0.165	24.91	50.93	54.28	47.50	51.75	69.19	58.87
Inhibitovir P	6.83 b	0.174	31.34	52.93	58.95	44.39	50.86	75.62	61.67
Inhibitovir C	7.83 a	0.229	25.54	51.59	56.03	44.90	54.24	71.79	58.17

*Medias con letras iguales en columnas no tienen diferencia significativa (p>0.05). Azúcares totales titulable (AT),

Fenoles totales. El contenido de fenoles totales presento medias entre los diversos tratamientos que van de 50 a 61.9 mg 100⁻¹ de peso fresco, encontrando diferencias significativas entre tratamientos (Cuadro 7), estos valores se asemejan a los reportados por Hernández *et al* (2014), quienes en un estudio de caracterización de papaya obtuvieron valores cercanos a 49.6 mg.100 g⁻¹ de peso fresco.

Flavonoides totales. El contenido de flavonoides totales tuvo poca variación, pero pese a que se obtuvieron medias de los tratamientos muy similares, se encontraron diferencias significativas entre las medias, teniendo como valor máximo 6.5 mg EAA/100 g en el testigo y tratamiento cinco y valor más bajo en el tratamiento cuatro con 5 mg EAA/100 g.

Actividad antioxidante. La actividad antioxidante resultante en las muestras de los frutos por el método DPPH obtuvo mayor variación (67.6%), encontrando diferencias

significativas entre las medias, obteniendo una mayor media en el tratamiento 2 que corresponde a Virus Stop preventivo de 44.47 mg EAA/100 g de peso fresco, mientras que los tratamientos con Inhibitovir® tanto preventivo como control, obtuvieron los valores más bajos con medias de 5.59 y 8.52 mg EAA/100 g respectivamente (Cuadro 7).

Por otra parte en la actividad antioxidante medida por el método ABTS, se obtuvo menor variación (12.5 %) aun así se encontraron diferencias significativas entre las medias de los tratamientos evaluados, Gutierrez (2007) reporta en frutos de papaya valor medio de actividad antioxidante con 25.1 mg EAA/100 g, lo que tiende a ser bajo comparado con los resultados obtenidos (Cuadro 7).

Los valores de medias obtenidos de actividad antioxidante por el método FRAP, no dieron diferencias significativas entre las medias de los tratamientos.

Cuadro 7. Determinación de flavonoides totales (FLT), fenoles totales (FT) y Actividad Antioxidante de pulpa de frutos aplicando los métodos DPPH, ABTS y FRAP

Tratamientos	FLT (mg EAA/100 g)	FT (mg EAG/100 g)	Actividad antioxidante (mg EAA/100 g pf)		
			DPPH	ABTS	FRAP
Testigo	6.5 a	55.7 a,b	27.86 a,b	69.55 b	124.22 a
Virus Stop P	5.8 a,b	61.9 a	44.47 a	69.61 b	115.66 a
Virus Stop C	5.3 a,b	52.3 a,b	20.14 b,c	64.22 b	93.47 a
Inhibitovir P	5 b	50 b	5.59 c	67.91 b	115.25 a
Inhibitovir C	6.5 a	50.6 b	8.52 c	87.55 a	105.21 a
CV %	16.8	15.6	67.6	12.5	26.1

*Medias con letras iguales en columnas no tienen diferencia significativa ($p > 0.05$)

6. CONCLUSIONES

1. La aplicación de inhibidores virales en plantas de papaya no tuvieron efecto significativo en la incidencia, severidad y eficacia sobre el virus de la mancha anular en Xalostoc, Ayala, Morelos.
2. El análisis serológico permitió asegurar que las plantas llevadas a campo procedentes del vivero, estuvieron sanas, así como también se pudo detectar la presencia del virus en la plantación, antes de que aparecieran los síntomas.
3. Las especies de áfidos vectores del virus de la mancha anular de la papaya encontradas, en orden de abundancia, fueron *Aphis spiraecola*, *Aphis nerii*, *Macrosiphum euphorbiae*, *Myzus persicae* y *Aphis gossypii*.
4. La aplicación de inhibidores virales en plantas de papaya no tuvieron un efecto significativo en la calidad físico-química y parámetros de color de frutos de papaya.

7. LITERATURA CITADA

- Agrios, N. G. (2002). Fitopatología. México, D.F. Editorial Limusa S.A. de C.V.
- Alarcon, H. L. E. 2013. Reporte técnico preprofesional sobre el cultivo de papaya (*Carica papaya* L.) en la localidad de Candelaria, Campeche. Tesis profesional. Facultad de Ciencias Agrícolas, Campus Xalapa, Universidad Veracruzana. Veracruz, México. 41 p.
- Alcantara, J. J. A., Castro, E. H., Serna, S. A., Nava, A. D., & Guadarrama, T. B. 2010. Características fenotípicas y agronómicas de seis genotipos de papaya (*Carica papaya* L.) de Tuxpan, Guerrero, México. Revista Venezolana de Ciencia y Tecnología de Alimentos 1(1): 35-46.
- Alonso, E. M., Tornet, Q. Y., Ramos, R. R., Farrés, A. E., Aranguren, G. M., y Rodríguez M. D. 2008. Caracterización y evaluación de dos híbridos de papaya en Cuba. Agricultura Técnica en México 34 (3): 333-339.
- Alonso, E M., Tornet, Y., Ramos, R., Farrés, E y Rodríguez, D. 2009. Evaluación de dos híbridos de papaya introducidos en Cuba. Agronomía costarricense: Revista de ciencias agrícolas 33 (2): 267-274.
- Arrieta, R. A., y Carrillo, A., E. 2002. Respuesta del papayo variedad maradol, a tres espaciamientos de drenaje superficial. Terra Latinoamericana 20 (4): 435-447.
- Benzie I.F.F. and Strain J.J. 1996. Ferric reducing ability of plasma (FRAP) as a measure of antioxidant power: The FRAP assay. Anal Biochem 239:70-76.
- Cabrera, M. D., Portal V. O., Cruz M. M. 2010. Efecto de la temperatura en la virulencia del virus de la mancha anular de la papaya (PRSV-P). Fitosanidad, 6: 123-125.

Cabrera, M.D., García, H.D., Caballero, Á.M.A., García, M.P.L. y Portal, V.O. 2011. Manejo de la mancha anular de la papaya mediante el uso de malla antiáfidos en viveros de *Carica papaya* L. var. maradol roja. Fitosanidad 15(4):241-244.

Clark, M. F., Adams, A. N. 1977. Characteristics of the microplate method of enzyme-linked immunosorbent assay for the detection of plant viruses. Journal of General Virology 34: 475-483.

Ciba-Geigy. 1981. Manual para ensayos de campo en protección vegetal. Segunda Edición. Basilea Suiza. 205 p.

Conover, R.A. 1964. Mild mosaic and faint mottle ringspot, two papaya virus disease of minor importance in Florida. Proc. Fla. Sta. Hort. Soc. 77: 444-448.

Díaz, G. G., Garza, L., Munro, O. D. 2002. Evaluación de cultivares y guía para producir papaya en la costa de Jalisco. INIFAP, CIRPAC. Campo Experimental Costa de Jalisco. Folleto Técnico Núm. 1, La Huerta, Jalisco, México. p 88.

FAO, 2014. Estadísticas de la producción mundial de papaya. Disponible en <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC>

Fauquet, C. M., Mayo, M.A., Maniloff, J., Desselbelguer, U., Ball, L.A. (2005) Virus Taxonomy: The Eighth Report of the International Committee on Taxonomy of Viruses. Elsevier. Amsterdam.

Fonseca, M., Leal R. N., Cenci, S., Cecon, P., y Smith, B. R. 2003. Comparación entre las papayas var. Sunrise Solo y var. Golden, durante siete estados de madurez. Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha 5 (2): 86-91.

FUPROMOR A.C. 2011. Tecnologías Generadas y Disponibles por Cadena Productiva. Cuernavaca, Morelos; México. Consultado en:

<http://www.producemorelos.org/PM%2025%20RED%20ok.pdf>

García, A. M. 2010. Guía técnica del cultivo de la papaya. Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal "Enrique Álvarez Córdova". Ciudad Arce, La Libertad, El Salvador. P. 8.

García, G. B., Villanueva, B. J., Becerra, L. N. 1988. Pruebas de transmisión por áfidos. In Reunión Científica Forestal y Agropecuaria del Estado de Veracruz (1). Memoria. Veracruz, MX, SARH-INIFAP-CIFAP-VER. p. 88-89.

Gomez, M., Lajolo, F., Cordenunsi, B. 2002 Evolution of soluble sugars during ripening of papaya fruit and its relation to sweet taste. J. Food Sci. 67:442-447.

González, L. y Rodríguez, D. 2008. Dinámica poblacional de vectores del virus de la mancha anular de la papaya intercalada con naranja valencia y diseminación de la enfermedad. Centro Agrícola 35: 55-60.

Gutiérrez, Z. Á., Ledesma R. L., García, G. I., Grajales C. O. 2007. Capacidad antioxidante total en alimentos convencionales y regionales de Chiapas, México. Revista Cubana de Salud Pública 33 (1):1-8.

Guzmán, D. G. A. 1998. Guía para el cultivo de la papaya (*Carica papaya* L.). Ministerio de agricultura y ganadería. San José, Costa Rica. p 9-10.

Hernández, C.E., Villanueva, J.J.A., Mosqueda, V.R. y Mora, A.J.A. 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 de Fitopatología 22:382-388.

Hernández, J., Fernandez, V. y Sulbarán, B. 2014. Caracterización fisicoquímica, actividad antioxidante y contenido de polifenoles totales en pulpa de lechosa (*Carica*

papaya L.). Observador del Conocimiento. Revista OC 2:195-202.

Hernández, P. R., García, H. I.A., Casanovas, C. E., y Guillen, S. D. 2015. Nuevo activador fisiológico potencializador de la fructificación en papaya (*Carica papaya* L.). Revista brasileira de fruticultura 37(4): 1065-1073.

Hernández, R. 1994. Estudio sobre el virus de la mancha anular de la fruta bomba (*Carica papaya* L.), señalización de vectores, control e integración con otras medidas fitosanitarias. Tesis presentada en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Agrícolas, 113 pp., 1994.
<http://www.centa.gob.sv/docs/guias/frutales/GUIA%20CULTIVO%20PAPAYA.pdf>

Hernández, R., González, J.E., Bermúdez, D., Machado, J., Pairol. A., García. M. 2000. Establecimiento de un sistema de diagnóstico por UM-ELISA para DMV en Aráceas. Certificación de vitroplantas de géneros comerciales para la introducción en Biofabricas. Centro Agrícola 27(1):27-31.

Hernández, C.E., N.E.D. Marín-Lara, y J. A. Villanueva-Jiménez. 2005. Malla de polipropileno para prevenir los daños del virus de la mancha anular en semilleros de papayo (*Carica papaya* L.) cv. Maradol roja. Manejo Integrado de Plagas y Agroecol. 74:59-64.

Hernández, C. E., Villanueva, J. J., Mora, A. J., y Nava, D. C. 2010. Barreras de maíz en una estrategia de manejo integral para controlar epidemias del virus mancha anular del papayo (PRSV-P). Agrociencia 44 (3):339-349.

Jensen, D.D. 1949. Papaya virus disease with special reference to papaya ring spot. Phytopathol.39:191-211.

López, M., Pérez, R., Luís, R., Hautrive, M., Casio, E., Dariel, Y. and Mederos, C. 2009. Use of virals inhibitors to control of Papaya ringspot virus (PRSV) in *Carica*

papaya L.. [online] ResearchGate. Available at: https://www.researchgate.net/publication/235993063_Use_of_virals_inhibitors_to_control_of_Papaya_ringspot_virus_PRSV_in_Carica_papaya_L [Accessed 29 May 2016].

MINAG. 2005. Instructivo Técnico para el cultivo de la fruta bomba. Dirc. Nac. De Cítricos y otros frutales. La Habana. P 22-34.

Mora, E., & Bogantes, A. 2004. Evaluación de híbridos de papaya (*Carica papaya* L.) en pococí, limón, Costa Rica. *Agronomía Mesoamericana*, 15 (1), 39-44.

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.

Osuna, G.J.A., Vázquez, V.V., Pérez, B. M. H., Urías, L. M. A. 2009. Alternativa comercial para extender vida de anaquel de papaya 'Maradol'. *Revista Chapingo serie horticultura* 15 (2):199-204.

Pérez, R.H., Sánchez, D.G., López, M.P., Casio, E.C. Viral inhibitors to control the Papaya ringspot virus on *Carica papaya*. 2017. *Ciencia e Investigación Agraria* 44 (3):312-319.

Rivas, V. P., Mora Aguilera, G; Téliz Ortiz, D.; Mora Aguilera, A. 2003. Influencia de variedades y densidades de plantación de papayo (*Carica papaya* L.). *Revista Mexicana de Fitopatología* 21: 109-116.

Rivas, V., P.; Mora-Aguilera, G.; Téliz-Ortiz, D.; Mora-Aguilera, A. 2008. Evaluación de barreras vegetales en el manejo integrado de la mancha anular del papayo en Michoacán, México. *Summa Phytopathologic* 34(4):307-312.

- Rojas, M. R. I., Zavaleta, M., Emma; Rivas, V. P. 2011. Presencia de fitoplasmas en papayo (*Carica papaya* L.) En México. Revista Chapingo serie horticultura 17(1):47-50.
- Rosales, L.A., Flores, D.M., Aguirre, U.L., Gonzales, V.R., Villegas, J. N., Vega, O. H. 2013. Diversidad de áfidos (Hemiptera: Aphididae) en el sureste de Coahuila. Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas 4 (7): 987-997.
- Santamaría, B. F., Díaz, P. R., Sauri, D. E., Espadas, F., Santamaría, F. J. M. y Larqué, S. A. 2009. Características de calidad de frutos de papaya Maradol en la madurez de consumo. 2009. Agricultura Técnica en México 35 (31):347-353.
- Sañudo, B. J. A., Siller, C. J., Osuna, E. T., Muy Rangel, D., López, Á. G. y Labavitch, J. 2008. Ripening control of papaya (*Carica papaya* L.) fruits with 1-Methylcyclopropene and 2-Chloroethyl phosphonic acid. Revista Fitotecnia Mexicana 31(2):141-147.
- SIAP, 2016. Estadísticas de la producción de papaya. Disponible en http://infosiap.siap.gob.mx/aagricola_siap_gb/icultivo/index.jsp
- Tripathi, S., Suzuki, J.Y., Ferreira, S.A., Gonsalves, D.(2008) *Papaya ringspot virus-P*: characteristics, pathogenicity, sequence variability and control. Molecular Plant Pathology 9: 269-280
- Villadiego, F., Villalb, M. y Arrázol, G. 2016. Relación del grado de madurez con las propiedades fisicoquímicas de la papaya (*Carica papaya* L.) Tainung. Agronomía Colombiana 34(1Supl.):929-932.
- Villanueva, J. J.A. 1990. Fluctuación poblacional de áfidos alados transmisores del virus de la mancha anular del papayo. Congreso Nacional de Entomología (25). Memorias. Oaxaca, MX. p. 128-129.

Villanueva, J.J.A., Nava, D.C., Mora, A.J.A., Hernández, C.E. (2010). Barreras de maíz en una estrategia de manejo integral para controlar epidemias del virus mancha anular del papayo (PRSV-P). *Agrociencia*, Abril-Mayo, 339-349.

Villegas, J. N. 2000. Afidofauna alada (homoptera: aphinidae) de la región citrícola de General Teran, Nuevo Leon. 1996-1997. Tesis de Licenciatura. Escuela Nacional de Ciencias Biologicas, IPN. 120 p.

8. ANEXOS

Cuadro 1A. Valores de lectura de absorbancia (405 nm) de diagnóstico serológico del virus de la mancha anular de la papaya, correspondiente al mes de mayo.

Muestra	R1	R2	Media	Resultado
T1M1	0.0065	0.0075	0.007	Negativo
T1M2	0.0075	0.0075	0.008	Negativo
T1M3	0.0065	0.0075	0.007	Negativo
T2M1	0.0065	0.0065	0.007	Negativo
T2M2	0.0065	0.0065	0.007	Negativo
T2M3	0.0055	0.0055	0.006	Negativo
T3M1	0.0075	0.0065	0.007	Negativo
T3M2	0.0095	0.0095	0.010	Negativo
T3M3	0.0075	0.0075	0.008	Negativo
T4M1	0.0085	0.0085	0.009	Negativo
T4M2	0.0065	0.0055	0.006	Negativo
T4M3	0.0065	0.0065	0.007	Negativo
T5M1	0.0055	0.0055	0.006	Negativo
T5M2	0.0065	0.0055	0.006	Negativo
T5M3	0.0075	0.0075	0.008	Negativo
(-)	0.0075	0.0065	0.007	Negativo
(+)	1.7705	1.7915	1.781	Positivo

Notas: T1: Testigo, T2: Virus Stop Preventivo, T3: Virus Stop Control, T4: Inhibitovir Preventivo, T5: Inhibitovir Control, R1: Repetición 1, R2: Repetición 2.

Cuadro 2A. Valores de lectura de absorbancia (405 nm) de diagnóstico serológico del virus de la mancha anular de la papaya, correspondiente al mes de junio

Muestra	R1	R2	Media	Resultado
T1M1	0.069	0.083	0.076	Negativo
T1M2	0.054	0.050	0.052	Negativo
T1M3	0.038	0.028	0.033	Negativo
T2M4	0.054	0.064	0.059	Negativo
T2M5	0.061	0.054	0.058	Negativo
T2M1	0.047	0.057	0.052	Negativo
T3M2	0.045	0.045	0.045	Negativo
T3M3	0.071	0.072	0.072	Negativo
T3M4	0.051	0.052	0.052	Negativo
T4M5	0.047	0.044	0.046	Negativo
T4M1	0.056	0.051	0.054	Negativo
T4M2	0.045	0.045	0.045	Negativo
T5M3	0.055	0.053	0.054	Negativo
T5M4	0.048	0.054	0.051	Negativo
T5M5	0.038	0.037	0.038	Negativo
(-)	0.042	0.038	0.040	Negativo
(+)	1.415	1.413	1.414	Positivo

Notas: T1: Testigo, T2: Virus Stop Preventivo, T3: Virus Stop Control, T4: Inhibitovir Preventivo, T5: Inhibitovir Control, R1: Repetición 1, R2: Repetición 2.

Cuadro 3A. Valores de absorbancia (405 nm) de diagnóstico serológico del virus de la mancha anular de la papaya, correspondiente al mes de julio

Muestra	R1	R2	Media	Resultado
T1M1	0.044	0.049	0.047	Negativo
T1M2	0.048	0.045	0.047	Negativo
T1M3	0.023	0.027	0.025	Negativo
T2M1	0.027	0.033	0.030	Negativo
T2M2	0.029	0.026	0.028	Negativo
T2M3	0.026	0.023	0.025	Negativo
T3M1	0.045	0.045	0.045	Negativo
T3M2	0.022	0.021	0.022	Negativo
T3M3	0.033	0.036	0.035	Negativo
T4M1	0.007	0.008	0.007	Negativo
T4M2	0.025	0.038	0.032	Negativo
T4M3	0.020	0.023	0.022	Negativo
T5M1	0.025	0.028	0.027	Negativo
T5M2	0.019	0.024	0.022	Negativo
T5M3	0.028	0.028	0.028	Negativo
(-)	0.041	0.040	0.041	Negativo
(+)	1.637	1.762	1.700	Positivo

Notas: T1: Testigo, T2: Virus Stop Preventivo, T3: Virus Stop Control, T4: Inhibitovir Preventivo, T5: Inhibitovir Control, R1: Repetición 1, R2: Repetición 2.

Cuadro 4A. Valores de lectura de absorbancia (405 nm) de diagnóstico serológico del virus de la mancha anular de la papaya, correspondiente al mes de agosto

Muestra	R1	R2	Media	Resultado
T1M1	0.05625	0.05025	0.053	Negativo
T1M2	0.05375	0.06325	0.059	Negativo
T1M3	0.05225	0.05225	0.052	Negativo
T2M1	0.06325	0.05475	0.059	Negativo
T2M2	0.06475	0.05475	0.060	Negativo
T2M3	0.05775	0.05975	0.059	Negativo
T3M1	0.05225	0.05125	0.052	Negativo
T3M2	0.06225	0.05375	0.058	Negativo
T3M3	0.05325	0.05925	0.056	Negativo
T4M1	0.03725	0.03775	0.038	Negativo
T4M2	0.09225	0.08225	0.087	Negativo
T4M3	0.07725	0.07125	0.074	Negativo
T5M1	0.05925	0.06175	0.061	Negativo
T5M2	0.05575	0.05875	0.057	Negativo
T5M3	0.04325	0.04825	0.046	Negativo
(-)	0.04225	0.05025	0.046	Negativo
(+)	0.95575	0.71475	0.835	Positivo

Notas: T1: Testigo, T2: Virus Stop Preventivo, T3: Virus Stop Control, T4: Inhibitovir Preventivo, T5: Inhibitovir Control, R1: Repetición 1, R2: Repetición 2.

Cuadro 5A. Valores de lectura de absorbancia (405 nm) de diagnóstico serológico del virus de la mancha anular de la papaya, correspondiente al mes de septiembre

Muestra	R1	R2	Media	Resultado
T1M1	0.030	0.040	0.035	Negativo
T1M2	0.023	0.022	0.022	Negativo
T1M3	0.020	0.011	0.015	Negativo
T2M1	0.018	0.028	0.023	Negativo
T2M2	0.023	0.020	0.021	Negativo
T2M3	0.020	0.028	0.024	Negativo
T3M1	0.019	0.021	0.020	Negativo
T3M2	0.032	0.030	0.031	Negativo
T3M3	0.022	0.023	0.022	Negativo
T4M1	0.021	0.018	0.019	Negativo
T4M2	0.025	0.021	0.023	Negativo
T4M3	0.015	0.018	0.016	Negativo
T5M1	0.023	0.022	0.022	Negativo
T5M2	0.020	0.022	0.021	Negativo
T5M3	0.014	0.014	0.014	Negativo
(-)	0.019	0.017	0.018	Negativo
(+)	0.582	0.592	0.587	Positivo

Notas: T1: Testigo, T2: Virus Stop Preventivo, T3: Virus Stop Control, T4: Inhibitovir Preventivo, T5: Inhibitovir Control, R1: Repetición 1, R2: Repetición 2.

Cuadro 6A. Valores de lectura de absorbancia (405 nm) de diagnóstico serológico del virus de la mancha anular de la papaya, correspondiente al mes de octubre

Muestra	R1	R2	Media	Resultado
T1M1	0.044	0.048	0.046	Positivo
T1M2	0.03	0.033	0.032	Positivo
T1M3	0.023	0.022	0.023	Negativo
T2M1	0.024	0.025	0.025	Positivo
T2M2	0.041	0.047	0.044	Positivo
T2M3	0.011	0.011	0.011	Negativo
T3M1	0.034	0.039	0.037	Positivo
T3M2	0.044	0.041	0.043	Positivo
T3M3	0.028	0.029	0.029	Positivo
T4M1	0.029	0.024	0.027	Positivo
T4M2	0.016	0.015	0.016	Negativo
T4M3	0.017	0.016	0.017	Negativo
T5M1	0.025	0.024	0.025	Positivo
T5M2	0.011	0.01	0.011	Negativo
T5M3	0.017	0.013	0.015	Negativo
(-)	.012	0.012	0.012	Negativo
(+)	2.461	2.461	2.461	Positivo

Notas: T1: Testigo, T2: Virus Stop Preventivo, T3: Virus Stop Control, T4: Inhibitovir Preventivo, T5: Inhibitovir Control, R1: Repetición 1, R2: Repetición 2.

Cuadro 7A. Valores de lectura de absorbancia (405 nm) de diagnóstico serológico del virus de la mancha anular de la papaya, correspondiente al mes de noviembre

Muestra	R1	R2	Media	Resultado
T1M1	0.4745	0.4875	0.481	Positivo
T1M2	0.2655	0.2345	0.250	Positivo
T1M3	0.4065	0.3945	0.401	Positivo
T2M1	0.6805	0.6605	0.671	Positivo
T2M2	0.4255	0.4305	0.428	Positivo
T2M3	0.1935	0.1895	0.192	Negativo
T3M1	0.6525	0.6765	0.665	Positivo
T3M2	0.5145	0.5775	0.546	Positivo
T3M3	0.0985	0.0965	0.098	Negativo
T4M1	0.8195	0.7755	0.798	Positivo
T4M2	0.2785	0.2705	0.275	Positivo
T4M3	0.1565	0.1365	0.147	Negativo
T5M1	0.8465	0.8135	0.830	Positivo
T5M2	0.3865	0.3015	0.344	Positivo
T5M3	0.1065	0.1155	0.111	Negativo
(-)	0.1005	0.1015	0.101	Negativo
(+)	1.0315	1.041	1.036	Positivo

Notas: T1: Testigo, T2: Virus Stop Preventivo, T3: Virus Stop Control, T4: Inhibitovir Preventivo, T5: Inhibitovir Control, R1: Repetición 1, R2: Repetición 2.