

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA “ ANTONIO NARRO ”
DIVISIÓN DE AGRONOMIA
DEPARTAMENTO DE HORTICULTURA

**Evaluación *In Vitro* de cuatro productos comerciales contra antracnosis
de papaya (*Colletotrichum gloeosporioides* Penz).**

Por:

NANCY ALICIA GONZÁLEZ AGUILAR

TESIS

**Que somete a consideración del H. Jurado examinador como requisito
parcial para obtener el título de: Ingeniero Agrónomo Horticultor.**

APROBADO:

El Presidente del jurado:

Ing. Eliseo Salvador González Sandoval.

M.C. Ma. Elizabeth Galindo Cepeda

SINODAL

Ing. Juan Armendáriz Chavez

SINODAL

M.C. Virgilio Mojica Marín

SUPLENTE

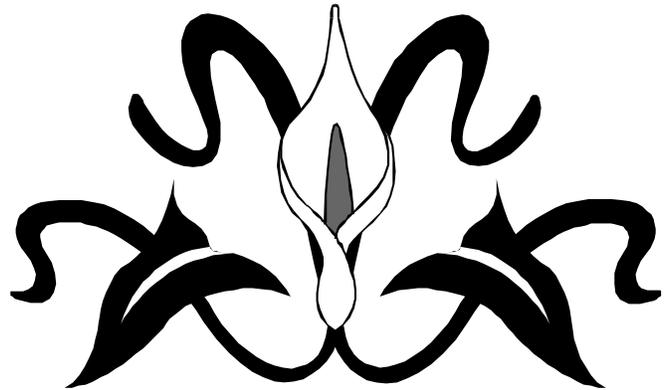
Ing. M.C. Reynaldo Alonso Velázquez

El coordinador de la División de Agronomía

Buenavista, Coahuila, México. Septiembre de 1999.

IN LAK´ECH *

*Tú eres mi otro yo



DEDICATORIA

Con todo mi amor a quienes hicieron de mi lo que ahora soy.

A Dios

Porque sólo él sabe de mis alegrías y sufrimientos, quien me ilumina en los momentos más difíciles de mi vida. Por ser la fuente del saber y del amor.

A papá y mamá

Gracias por el pequeño detalle de la vida y por que a través de sus ojos me enseñaron a amar esa parte de la naturaleza que hoy me hace la persona que finalmente soy. Gracias por todo el amor, ternura, bondad y paciencia que hay en el corazón de mi padre. Gracias mami por tu espacio, tu tiempo, juventud y vida. **Los amo**

A mi sapito Alán

Hijo del anhelo de la vida, pequeño fruto en que se anida mi esperanza, reaviva en mi alma la fé y la alegría de vivir. **Te amo sapo.**

A Vico

Que más que mi esposo eres el amigo que ha llenado de amor mi vida en todo momento, gracias. **Te amo**

Ady y Eli

Enanas quiero decirles a través de éstas palabras lo que muchas veces no digo por creer que ya lo saben, la mayor parte del tiempo están en mi mente porque son parte de mi y **las amo.**

AGRADECIMIENTOS.

A la Ing. M.C. Elizabeth Galindo Cepeda por la confianza brindada y por darme la oportunidad de trabajar y aprender bajo su asesoría, pero sobre todo por brindarme su amistad.

Al Ing. Eliseo s. González Sandoval gran maestro y amigo.

A los Ing. Juan Armendáriz C. y M.C. Virgilio Mojica Marín por las sugerencias, aportaciones y correcciones que me brindaron para la elaboración del manuscrito de la presente investigación.

Al Dr. Eugenio Guerrero Rodríguez con afecto y cariño, por su valiosa dirección técnica y práctica.

Al C. Ing. José Alberto Pantoja Parra por la paciencia y tolerancia que tuvo hacia mí durante el tiempo que llevó la realización del presente trabajo, porque sin su ayuda aún estuviera tratando de entender y resolver mi caos.

INDICE

AGRADECIMIENTOS.....	ii
INDICE DE CUADROS.....	viii
INDICE DE FIGURAS.....	ix
INDICE DEL APENDICE.....	x
INTRODUCCION.....	1
OBJETIVOS.....	4
REVISION DE LITERATURA.....	5
Importancia del Cultivo.....	5
Industrial y Alimenticia.....	5
Económica.....	5
Importancia De las Enfermedades de Postcosecha.....	7
Enfermedades que afectan al cultivo del papayo.....	10
Características de <i>Colletotrichum gloeosporioides</i> Penz.....	12
Importancia.....	12
Ubicación taxonómica.....	13
Etiología.....	13
Epifitiología.....	14
Epidemiología.....	14
Distribución.....	15
Sintomatología.....	15
Manejo.....	16
Tratamientos físicos.....	17
Tratamientos químicos.....	18
Manejo Integral.....	19

Descripción de los Productos Empleados.....	20
Citricidin.....	20
Origen.....	20
Composición.....	21
Características.....	22
Modo de acción.....	22
Dosis y forma de aplicación.....	23
Frutwax.....	23
Información general.....	23
Composición.....	24
Características.....	24
Modo de acción.....	24
Dosis y forma de aplicación.....	25
Mancozeb.....	27
Características.....	27
Composición.....	28
Modo de acción.....	28
Dosis y forma de aplicación.....	28
Sedric 650.....	29
Información general.....	29
Composición.....	29
Modo de acción.....	30
Dosis y forma de aplicación.....	30
MATERIALES Y MÉTODOS.....	31
Ubicación del Experimento.....	31

Obtención y Purificación del Patógeno.....	31
Procedimiento para la Evaluación de Fungicidas.....	32
Parámetros a Evaluar.....	35
RESULTADOS Y DISCUSION.....	37
CONCLUSIONES.....	48
BIBLIOGRAFÍA.....	49
APÉNDICE.....	54

INDICE DE CUADROS

CUADRO	PÁGINA
1 Relación de patógenos causantes de enfermedades en papaya.....	11
2 Productos evaluados y su dosis recomendada.....	32
3 Diseño del experimento en donde las dosis se expresan en PPM.....	33
4 Dosis del experimento expresando las unidades volumétricas necesarias para preparar 150 ml de medio de cultivo.....	34
5 Dosis de control letal y límites fiduciales de los fungicidas en PPM.....	39
6 Coeficientes de correlación y Chi-cuadrada de las líneas de regresión dosis-inhibición.....	41
7 Ecuaciones de predicción de cada uno de los bioensayos efectuados sobre <i>C. gloeosporioides</i>.....	43

INDICE DE FIGURAS

FIGURA	PÁGINA
1 DL₅₀ y límites fiduciales de cada producto.....	40
2 Líneas de regresión dosis-inhibición.....	42
3 Por ciento de inhibición y crecimiento alcanzado por cada una de las dosis del fungicida Citricidin aplicadas <i>In Vitro</i> sobre <i>C. gloeosporioides</i>.....	44
4 Por ciento de inhibición y crecimiento alcanzado por cada una de las dosis del fungicida Mancozeb aplicadas <i>In Vitro</i> sobre <i>C. gloeosporioides</i>.....	45
5 Por ciento de inhibición y crecimiento alcanzado por cada una de las dosis del fungicida Sedric aplicadas <i>In Vitro</i> sobre <i>C. gloeosporioides</i>.....	46
6 Por ciento de inhibición y crecimiento alcanzado por cada una de las dosis del fungicida Frutwax aplicadas <i>In Vitro</i> sobre <i>C. gloeosporioides</i>.....	47

CUADRO	PÁGINA
1 A Por ciento de inhibición de crecimiento diario de <i>C. gloeosporioides</i> tratado con Citricidin.....	54
2 A Por ciento de inhibición de crecimiento diario de <i>C. gloeosporioides</i> tratado con Mancozeb.....	54
3 A Por ciento de inhibición de crecimiento diario de <i>C. gloeosporioides</i> tratado con Sedric.....	55
4 A Por ciento de inhibición de crecimiento diario de <i>C. gloeosporioides</i> tratado con Frutwax.....	55

INTRODUCCIÓN

El primer reto al que se enfrentó la humanidad fue la búsqueda de mecanismos que aseguraran el abasto alimenticio. En la actualidad existen nuevos retos y no cabe duda de que el mayor de ellos es la conservación de los productos agrícolas.

La economía de los países Latinoamericanos depende en gran medida de su producción agrícola, tanto para su autoconsumo como para la generación de divisas, producto de su exportación.

En México de los 20 millones de hectáreas dedicadas a la Agricultura, el 3.5% se encuentran ocupadas por hortalizas y el 6.4% por frutales. Las hortalizas comprenden 100 cultivos y los frutales 100 especies. La producción hortofrutícola genera un millón doscientos mil empleos lo que equivale al 20% de la población económicamente activa en la agricultura (Bósquez, 1992).

De los volúmenes obtenidos en la producción hortofrutícola el 82% son productos de mercado nacional y el 17% son productos de exportación. Del total de los productos destinados al mercado nacional el 94% son productos de consumo en fresco y el 6% son procesados, la papaya es uno de los seis frutos más cultivados en las zonas del trópico mexicano.

Este cultivo en México está en una etapa de crecimiento debido a que hay un mercado en expansión en el exterior, pues el volumen de producción exportado se multiplicó por diez en los últimos años debido al creciente consumo humano e industrial.

Independientemente de los beneficios que el cultivo lleva con su producción como las fuentes de trabajo y la derrama económica en la zona de cultivo, impacta positivamente en la vida de los productores. Sin embargo lo que puede ser un excelente negocio se puede convertir en una mala inversión, si no se atiende correctamente el cultivo durante su ciclo y la producción se vuelve más susceptible al ataque de plagas y enfermedades que demeritan la calidad del fruto y en algunos casos la pérdida del mismo.

La FAO reporta que las pérdidas producidas en postcosecha durante 1998 fueron en promedio alrededor del 40 por ciento.

Las pérdidas en postcosecha se generan debido principalmente a una falta de seguimiento de las prácticas relacionadas con el flujo que siguen los productos entre la cosecha, postcosecha y el consumidor.

La investigación en patología de postcosecha está determinada por presiones externas a la fitopatología como son la necesidad de competir adecuadamente dentro de la economía de un país y la urgencia de desarrollar métodos de combate de enfermedades ecológicamente adecuados. Al no existir suficiente investigación fitopatológica, no existe la comprensión por los factores que afectan positiva o negativamente un producto después de su cosecha y no pueden establecerse una manera efectiva de evitar las pérdidas .

Dentro de las principales causas de éstas pérdidas se encuentran los daños atribuidos a los microorganismos, destacando los ocasionados por bacterias y hongos, siendo éstos últimos los más importantes.

Algunas de las alternativas más empleadas en el control de las enfermedades de postcosecha son los tratamientos físicos y los químicos, éstos últimos implican el uso constante de productos químicos que pueden originar resistencia en los patógenos y algunos incluso pueden causar daños a la salud y/o al medio ambiente, deteriorando en ocasiones la calidad del producto con manchas, olores y sabores desagradables.

El uso de extractos de plantas con propiedades fungicidas o fungiestáticas puede considerarse como una alternativa en el control de dichas enfermedades.

Por lo anteriormente descrito, la presente investigación es la evaluación del efecto de tres fungicidas derivados de extractos vegetales, sobre el crecimiento *In Vitro* del hongo *Colletotrichum gloeosporioides* Penz. causante de la antracnosis en frutos de papaya.

Uno de ellos, el Citricidin, es un extracto de semillas y pulpa de toronja. El Sedric es elaborado a partir de plantas desérticas y el Frutwax es un derivado de plantas xerófitas. El último de los productos es el Mancozeb un fungicida orgánico del grupo de los ditiocarbamatos.

OBJETIVOS

- Determinar la efectividad biológica de cuatro fungicidas comerciales para el control de la antracnosis (*Colletorichum gloeosporioides* Penz.) en papaya (*Carica papaya* L.).
- Determinar la mejor dosis de acuerdo a la efectividad biológica de los fungicidas.

REVISIÓN DE LITERATURA

Importancia del Cultivo

Industrial y Alimenticia

La papaya (*Carica papaya* L.) es una planta de suma importancia en los trópicos debido a su alto rendimiento, valor nutricional y por ser uno de los pocos frutales de producción continua durante todo el año de manera escalonada (Chandler, 1962).

La importancia del fruto radica en que es consumido como fruta fresca y una vez transformado es consumido en jaleas, polvos, congelados, cristalizados (Ochse et. al., 1980) así como en gelatinas, confitería y pastillas para adelgazar (Aserca, 1999). Además se extrae carpaina, la cual es un estimulante cardiaco regulador de la presión sanguínea y es usado además como amoebicida (Litz, 1986; citado por Sánchez, 1988).

Otro producto derivado de la papaya es la enzima proteolítica llamada papaina la cual es capaz de digerir proteínas, y es utilizada como ablandador de carnes, en la medicina se utiliza para las picaduras de insectos, antihelmíntico, casos tempranos de cáncer y purgativo (Sánchez, 1988); además es utilizado como limpiador de lentes de contacto y aclarador de jugo de manzana y cerveza (Kaplan, 1990).

Económica.

Por todas las ventajas que representa el consumo de la papaya en cuanto a salud se refiere así como a la gran diversidad de usos que esta fruta tiene, el consumo nacional y *per cápita*, ha crecido a gran escala durante los

últimos años. Entre 1990 y 1997 el consumo nacional se incrementó casi en un 120 por ciento al pasar de 244.7 mil toneladas a 555.2 mil toneladas respectivamente. Por lo que se refiere al consumo *per cápita* se observó un aumento al pasar de 3.012 kilogramos a 5.842 kilogramos en el mismo periodo, lo que representa un aumento de casi el 94 por ciento (Aserca, 1999).

La variedad Maradol Roja es la de mayor venta al extranjero, se cultiva principalmente en el estado de Chiapas y la totalidad de su producción es para exportación, principalmente a Estados Unidos. El precio es un aliciente para producir papaya, ya que se ha incrementado más de un 52 por ciento en lo que se refiere al precio unitario que pasó de los 0.17 dólares por kilogramo en 1990 a 0.26 dólares en 1998.

Actualmente se exporta un promedio de 50 mil toneladas anuales, con un valor aproximado de 12.6 millones de dólares, mientras que a principios de la presente década solo se exportaban 5 mil toneladas con un valor de 820 mil dólares (Aserca, 1999).

La producción mundial asciende a 4.8 millones de toneladas anuales y los países que más destacan son Brasil, Nigeria, México, India e Indonesia, según información de Aserca (1999) con datos de la ONU para la alimentación y la Agricultura, FAO. Brasil ocupa el primer lugar como productor mundial de papaya, al aportar alrededor del 36.5 por ciento con un millón 762.5 mil toneladas, en tanto que México junto con Nigeria y la India empatan en la segunda posición al dar al total de la producción un 10.4 por ciento cada uno de ellos.

Las importaciones de papaya están prácticamente concentradas en países industrializados donde la preferencia por el producto, ya sea para consumo en fresco o para la industrialización es muy alta. De esto resalta que

los principales demandantes son los Estados Unidos, Singapur, China, Japón y Canadá, quienes en conjunto compran aproximadamente el 83 por ciento del total mundial (Aserca, 1999).

Importancia De las Enfermedades de Postcosecha

Las enfermedades de postcosecha de las frutas y hortalizas son aquellas que se desarrollan durante la cosecha o subsecuentemente durante el clasificado, empaque y transporte del producto al mercado (Agrios, 1991).

Lizana (1992) menciona que las pérdidas en postcosecha se generan debido principalmente a una falta de seguimiento de las prácticas relacionadas con el flujo que siguen los productos entre la cosecha, postcosecha y la meta final de todos los procesos de producción, el consumidor.

El mismo autor señala que a este periodo (cosecha-consumidor) se le asocia con la “comercialización” y es por eso que muchas de las personas que participan en esta etapa son, por lo general, ajenos al cultivo y a las labores de manejo de un producto en fresco para evitar su deterioro y eventual pérdida.

Al no existir el conocimiento, no existe la comprensión por los factores que afectan positiva o negativamente un producto después de su cosecha y no pueden establecerse una manera efectiva de evitar las pérdidas (Lizana, 1992).

Dentro de las principales causas de éstas pérdidas se encuentran los daños atribuidos a los microorganismos, destacando los ocasionados por bacterias y hongos, siendo éstos últimos los más importantes (Arauz, 1994).

Muchas especies de hongos se presentan en forma de propágulos en la atmósfera o en el suelo y entran en contacto con las frutas desde etapas tempranas de su desarrollo presentándose una interacción durante el crecimiento de la planta, cosecha y condiciones de almacenamiento (Kader, 1992).

Agrios (1991), menciona que las enfermedades de postcosecha son causadas generalmente por hongos de los órdenes de Ascomycetes, Deuteromycetes, Oomycetes y Basidiomycetes y algunas especies de bacterias. Los Deuteromycetes son los hongos que causan las enfermedades más importantes y comunes de las afecciones de postcosecha.

Los Oomycetes que causan enfermedades son *Phytophthora* y *Phythium*. Los Deuteromycetes causan enfermedades producidas por *Alternaria*, *Fusarium*, *Botryodiplodia*, *Monilia*, *Aspergillus*, *Penicillium* y *Colletotrichum*.

Finalmente es de interés considerar a los patógenos secundarios en postcosecha y al respecto Pantástico (1979) menciona que una enfermedad leve inducida por un patógeno débil sirve de puerta de entrada a microorganismos secundarios más agresivos como *Rhizopus* y *Fusarium*.

Arauz (1992) considera que los hongos pueden comenzar el proceso de la enfermedad de dos maneras distintas: infección precosecha e infección postcosecha. En la primera de ellas varios géneros de hongos patogénicos, especialmente *Colletotrichum*, *Diplodia*, *Phomopsis*, *Botrytis*, *Alternaria* y *Fusarium* sobreviven y esporulan en lesiones en tallos, hojas, y partes florales de frutas y hortalizas. Otros como *Phytophthora*, *Sclerotium* y *Sclerotinia* habitan en el suelo. Las esporas son llevadas a los frutos en desarrollo, donde puede

germinar o permanecer latente hasta la madurez del fruto. Este es el caso de la antracnosis de los frutos causada por *Colletotrichum*. Otras veces el hongo invade el hospedero pocos días antes de la cosecha y pasa desapercibido en el momento de la recolección.

El mismo autor menciona que en la infección de postcosecha los patógenos requieren de heridas para penetrar en el hospedero. La herida de la cosecha es a menudo puerta de entrada si los frutos se cosechan antes que se formen capas de absición en el punto de la cosecha, o si se dejan demasiado tiempo en el campo antes de llevarlos a la empacadora, éstos patógenos pueden causar severas pudriciones, normalmente en el extremo del pedúnculo, conocidas normalmente como “pudriciones basales”.

Arauz (1994) señala que los productos cosechados se ven sometidos, durante el transporte y almacenamiento, a condiciones que favorecen el desarrollo de enfermedades:

- a) Pérdida de resistencia intrínseca a las enfermedades, asociada al proceso de maduración.
- b) Pérdida de firmeza, que conlleva facilidad de daños mecánicos que favorecen la entrada de microorganismos.
- c) Incremento en el contenido de azúcares, lo cual favorece el crecimiento de microorganismos.
- d) Contacto físico entre unidades de producto, permitiendo una fácil diseminación de patógenos de producto enfermo a producto sano.
- e) Exposición del producto a alta humedad relativa.
- f) El manipuleo produce heridas y redistribución de patógenos.

Además del daño directo al producto las enfermedades promueven la producción de etileno por el producto, y en algunos casos el propio hongo causante de la pudrición. Esto acelera incontroladamente la maduración y la senescencia.

Enfermedades que Afectan al Cultivo del Papayo.

La antracnosis causada por *Colletotrichum gloeosporioides* es la mayor causa de pérdidas en postcosecha. La pudrición basal negra producida por *Phoma caricae*, *Lasiodiplodia theobromae*, la pudrición causada por *Phomopsis caricae-papayae*, el cáncer producido por *Phytophthora nicotianae*, *Ascochyta caricae*, *Botryodiplodia theobromae* y la pudrición del fruto causada por *Phytophthora palmivora*, son algunas de las enfermedades que se presentan en el cultivo de la papaya especialmente en los frutos (Bolkan, 1976; Alvarez, 1977 y Kader, 1997).

A continuación se enlistan las principales enfermedades que se presentan en el cultivo de la papaya y el investigador que reporta su presencia. Aquellas que se encuentran con negrilla son las enfermedades que causan mayor daño o se presentan con mayor frecuencia.

Cuadro 1. Relación de patógenos causantes de enfermedades en papaya.

<u>PATOGENO</u>	<u>AUTORES</u>									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<i>Alternaria alternata</i>	x		x	x			x	x		x
<i>Ascochyta caricae</i>		x	x	x				x		
<i>Botryodiplodia theobromae</i>			x	x		x				
<i>Botrytis spp.</i>							x			
<i>Cercospora papayae</i>	x				x					
<i>Colletotrichum gloeosporioides</i>	x	x	x	x	x	x	x	x		x
<i>Curvularia cariae-papayae</i>					x	x				
<i>Chaetomium globosum</i>				x						
<i>Fusarium spp.</i>						x		x		
<i>Geotrichum spp.</i>								x		
<i>Gloesporium spp.</i>	x	x						x		
<i>Hymenella spp.</i>								x		
<i>Lasiodiplodia theobromae</i>										x
<i>Mucor spp.</i>								x		
<i>Nigrospora spp.</i>								x		
<i>Penicillium spp.</i>						x		x		
<i>Phoma caricae</i>										x
<i>Phomopsis caricae-papayae</i>						x				x
<i>Phytophthora cinamomi</i>					x					
<i>Phytophthora nicotianae</i>										x
<i>Phytophthora palmivora</i>	x	x	x		x					
<i>Rhizopus stolonifer</i>	x	x		x		x	x	x		
<i>Trichotecium roseum</i>				x				x		
<i>Volutella spp.</i>								x		

LISTA DE AUTORES

- | | |
|----------------------------|--|
| 1.- GARCIA, 1974 | 2.- BOLKAN, 1976 |
| 3.- ALVAREZ, 1977 | 4.- PANTASTICO, 1979 |
| 5.- SALUNKHE, 1984 | 6.- DURAN, 1985; citado por Castro y Jimenez, 1994 |
| 7.- HERNANDEZ Y SALA, 1989 | 8.- CUADROS, 1995 |
| 9.- MOZQUEDA, 1995 | 10.- KADER, 1997 |

Los pecíolos de papayas infectadas constituyen la fuente primaria de inóculo y es el área cercana al pedúnculo del fruto en donde se localiza una mayor severidad, se presume que esto es debido a la distribución de los frutos en la planta, ya que en ésta área se genera un microclima de mayor humedad y temperatura que favorece la infección y establecimiento de la enfermedad, además la zona del pedúnculo es ligeramente hundida lo que favorece a la acumulación de agua (Durán 1985; citado por Castro y Jimenez, 1994).

Al evaluar la incidencia de las enfermedades, Durán (1985), encontró que esta aumenta después de 2 días postcosecha. Esto lo atribuye a los cambios físicos y químicos en el fruto y a la finalización del periodo de incubación de los patógenos. En el caso de la severidad, ésta se da hasta los 4 días teniendo todavía una calidad aceptable.

Características de *Colletotrichum gloeosporioides* Penz.

Importancia.

La antracnosis de la papaya causada por el hongo *Colletotrichum gloeosporioides* Penz es considerada la enfermedad de postcosecha más importante en Hawaii y en muchas otras regiones tropicales donde se produce la papaya bajo condiciones de gran humedad. La investigación se enfoca en esta enfermedad y busca encontrar el programa de aplicación de fungicidas más adecuado para cada región además de enfocar los estudios en la epidemiología del patógeno (Sommer, 1981; Dickman *et. al*, 1983; Farmer's bookshelf, 1999).

Ubicación Taxonómica.

Antracnosis : *Colletotrichum gloeosporioides* Penz.

CLASE Deuteromycetos

ORDEN Melanconiales

FAMILIA Melanconiaceae

GENERO *Colletotrichum*

ESPECIE *gloeosporioides*

(Alexopoulos y Mims, 1996)

Etiología.

Colletotrichum gloeosporioides Penz es un parásito facultativo que pertenece al orden de los Melanconiales produce conidios incoloros, de una sola célula, entre ovoides y oblongas, ligeramente curvas, de 10-15 μm de largo y entre 5 - 7 μm de ancho. Las masas de conidias son de color salmón o rosa, los acérvulos son subepidérmicos y brotan a través de los tejidos de la planta, tienen forma de disco y cojín además son cerosos, con conidióforos cortos, simples y rectos. Los acérvulos tienen espinas largas y oscuras o hifas estériles en forma de filamentos (Agrios, 1991; Dickman, 1999; Durán, 1985 citado por Castro y Jimenez, 1994).

En la fase ascal (*Glomerella cingulata*) presenta peritecios globosos con setas y paráfisis evanescentes, de color negro, que se encuentran solos o en grupos. Ascas claviformes con pedicelo delicuescente. Ascospora alantoides

unicelulares, hialinas, oblongas o curvas con extremos punteados (Alexopoulos y Mims, 1996; Mendoza, 1991).

Epifitiología.

Las condiciones que favorecen el desarrollo del hongo son las altas temperaturas, siendo 28 °C la temperatura óptima, y una alta humedad relativa de alrededor de 97% (Dickman, 1999).

Epidemiología.

El inóculo primario puede ser diseminado por el aire o la lluvia, ya que generalmente las esporas del patógeno se encuentran suspendidas en el ambiente del área de cultivo (Dickman, 1999).

Los conidios germinan solo en presencia del agua. Después de haber germinado, producen un apresorio y una clavija de penetración y se introducen enzimáticamente directo en los tejidos de su hospedante. Al principio las hifas crecen rápidamente tanto intercelular como intracelularmente, pero producen poca o ninguna decoloración visible u otros síntomas de alteración (Agrios, 1991).

El patógeno inicialmente infecta los frutos verdes en el campo y aunque el fruto aún no muestra evidencias de la infección, los síntomas se desarrollan en la fase postclimática de maduración. De esta manera la infección parece comenzar cuando la fruta alcanza su madurez o durante el manejo de postcosecha (Dickman *et. al.*, 1986).

Existe clara evidencia experimental de que los hongo fitopatógenos pueden penetrar enzimáticamente las cutículas de las plantas, produciendo una enzima que degrada y en cierta forma corta la barrera cuticular del hospedero (Dickman *et. al.*, 1983).

Distribución.

Es un hongo cosmopolita que tiene un amplio rango de hospederos (Dickman, 1999).

Sintomatología.

Los síntomas que presenta esta enfermedad son muy variables y dicha variación se debe principalmente a la interacción de las diferentes variantes del patógeno con los diferentes genotipos que se presentan en el cultivo de la papaya (Durán, 1985; citado por Castro y Jimenez, 1994).

Un primer síntoma son manchas redondas, acuosas y hundidas en el cuerpo de la fruta cosechada alcanzando a medir hasta 5 cm en diámetro (Dickman,1983). El color de la lesión es variable y puede presentar un color café en su totalidad, oscurecimientos en el centro de la lesión, que pueden variar desde café hasta negro (Durán, 1985; citado por Castro y Jimenez, 1994).

Además, se pueden formar áreas de color salmón debido a las masas de conidias que cubren el centro de la lesión y frecuentemente forman un patrón de anillos concéntricos (Dickman *et. al.*, 1983).

Además de los daños ocasionados en la superficie, el hongo también avanza hacia adentro de la fruta. En estadíos tempranos la porción afectada puede ser removida del fruto como un tapón hemisférico. Ocasionalmente después de que el hongo penetra en la fruta, el látex se filtra a través de la epidermis de la fruta y forma una superficie pegajosa (Yee *et al.*, 1970)

Manejo.

La comercialización de frutas frescas se realiza cada vez con mayor frecuencia a grandes distancias de su sitio de producción. Esta comercialización a gran distancia resulta algunas veces en grandes beneficios económicos, los cuales sin embargo, pueden con frecuencia lograrse solamente alargando la vida de las frutas lo más posible después de cosechadas. Las enfermedades y magullamiento que normalmente son controlables durante el manejo en el tránsito y mercadeo transcontinental, pueden resultar excesivas cuando implica un transporte marítimo transoceánico de mayor duración (Sommer, 1981).

El mismo autor menciona que el tipo de manejo que las frutas reciben después de cosechadas determina en gran medida las pérdidas ocasionadas por pudriciones. La condición física y fisiológica de la planta es de gran importancia pues las frutas de gran vitalidad muestran una considerable resistencia al ataque fungoso. Las frutas maltratadas o envejecidas son con frecuencia más sensibles a las enfermedades. Similarmente, el almacenamiento

de frutas durante varias semanas antes de su comercialización puede crear problemas de enfermedades adicionales.

Tratamientos físicos.

Un tratamiento eficaz que reduce la incidencia de antracnosis en papaya son los tratamientos o baños de agua caliente a 48°C por un lapso de 20 minutos. Como quiera el tratamiento de agua caliente no elimina por completo la antracnosis, pero la reducción en la incidencia de la enfermedad es económicamente considerable. Además se recomienda tener mucho cuidado en su manejo de manera que se reduzca el daño mecánico, también se recomienda enfriar rápidamente y mantener el producto en la temperatura óptima de conservación y niveles de humedad relativa adecuados durante todas las operaciones de manejo de postcosecha (Nishijima 1992; Kader, 1997; Dickman, 1999).

Como el tiempo anteriormente mencionado es muy largo especialmente cuando se manejan grandes volúmenes de fruta, entonces se puede hacer el tratamiento con una temperatura de 54°C por 3 minutos. El control del tiempo debe ser riguroso para evitar daños al fruto (Lazos, 1997).

Los tratamientos con agua caliente además de controlar la antracnosis, benefician a la fruta al remover el látex, los residuos de fumigaciones y los insectos. Dicho tratamiento hace que se reduzca el tiempo de fumigación cuarentenario de la papaya (Couey, 1984; Lazos, 1997).

Las papayas después de ser tratadas con agua caliente son puestas a secar en la intemperie y se envuelven una vez secas en papel periódico

(Aserca, 1999). La temperatura óptima de almacenaje se encuentra entre los 7°C y los 13°C, dependiendo del estado de madurez de la fruta, y la humedad relativa debe conservarse entre el 90-95% (Kader, 1997)

Tratamientos químicos.

Comunmente se recomienda hacer aspersiones al cultivo con intervalos de 14-28 días, dependiendo de la frecuencia de las lluvias, con un fungicida de protección como los thiabendazoles. Los fungicidas de postcosecha aplicados como aspersión o como baños, con una cera de grado alimenticio han demostrado ser efectivas para reducir la antracnosis (Dickman, 1999).

Los fungicidas más eficaces en el manejo de postcosecha son: Benomil (1gr./litro); Thiofanato metílico (1 gr./litro); Thiabendazol (4-8 gr./litro); Dithane M45 (2 on/100 gal.). Para tener una mejor adherencia se recomienda el uso de una sustancia adhesiva en proporción del 0.2 al 0.4% del volumen de agua (Yee *et al.*, 1970; Couey, 1984; Nishijima, 1992; Kader, 1997; Lazos, 1997;).

Sin embargo los thiabendazoles no se han recomendado en los últimos años debido a que puede crear resistencia y su intervalo entre la última aplicación y el consumo es de 10 a 15 días por lo tanto no se recomienda para papaya (CICOPLAFEST, 1999).

La frecuencia con la que debe fumigarse el cultivo de la papaya depende del grado de infección que se presente y del clima prevaleciente. Intervalos de 10 días en la aspersión, usualmente produce un buen control, pero cuando las condiciones ambientales son favorables para el desarrollo de la enfermedad, será necesario fumigar cada 7 días (Yee *et al.*, 1970).

Manejo Integral.

El manejo en postcosecha lo podemos resumir en los siguientes pasos: lavado en agua caliente y por tratamiento con fungicidas, secado a la intemperie y clasificación y empaque (Aserca, 1999).

Flores (1994), menciona algunos puntos clave en la prevención y control de enfermedades en postcosecha. A continuación citaremos dichos puntos clave:

- Aplicaciones periódicas de fungicidas en precosecha.
- Eliminar residuos de cosecha que puedan representar una fuente de inóculo.
- Evitar daños y golpes durante y después de la cosecha.
- Eliminar frutos enfermos.
- Fumigar los almacenes periódicamente.
- Refrigerar adecuadamente los productos.
- Uso de atmósferas controladas o modificadas.

Descripción de los Productos Empleados.

Para lograr el control de las enfermedades fungosas, los tratamientos químicos (fungicidas) se aplican en gran escala y para que estos sean aplicados en forma eficiente, económica y segura, es indispensable conocer las características del fungicida (Barberá,1976).

A continuación se presenta la información técnica de los productos evaluados en el presente trabajo, de acuerdo a los datos proporcionados por las empresas que los han formulado y lo distribuyen.

Citricidin.

Fungicida y bactericida de amplio espectro y preservativo natural de vegetales, frutas y flores. Sintetizado de las semillas y la pulpa de la toronja.

Distribuido por Industrias Carpe S.A. de C.V.

Origen.

El Citricidin es un producto de origen orgánico natural, es sintetizado a partir de los compuestos polifenólicos encontrados en semillas y pulpa de toronja (*Citrus paradisi*), y cuyo ingrediente activo es un cloruro de amonio cuaternario, difenol hidroxibenceno que reacciona con cloruro de amonio.

Dicho ingrediente activo es un compuesto muy complejo, el cual está estabilizado físicamente e integrado por pequeñas trazas de elementos químicos naturales tales como:

- Acido ascórbico (Vitamina C).
- Acido dehidro-ascórbico.
- Acido palmítico.
- Glicéridos.

- Grupos de la familia del tocoferol (Vitamina E).
- Aminoácidos.
- Grandes grupos afines de Amonia.
- Grupo metil hidroxy no identificado.

(NutriTeam,1999)

Composición.

		% en volumen.
Ingredientes activos:		
Extracto de toronja		60.0
Compuestos libres de nitrógeno	39.6	
Acido ascórbico	16.5	
Proteína (min)	2.0	
Grasa (min)	1.0	
Cenizas (max)	0.5	
Fibra (max)	0.4	
Glicerina		<u>40.0</u>
	TOTAL	100.0

(Health Products Distributors Inc.,1998)

Características.

- Poderoso y amplio espectro germicida, eliminando microorganismos aún en altas diluciones. Acción eficaz contra bacterias, hongos, virus y protozoarios.
- Apariencia líquida, ligeramente viscosa.
- Color amarillo limón y olor ligeramente cítrico.
- LD50= 5.840 ml /kg.
- Soluble 100% en agua, alcohol y solventes orgánicos, biodegradable.
- No es tóxico, corrosivo, irritante ni altera sabores, peso ni composición organoléptica de los alimentos.
- No es antibiótico.
- No causa la aparición de cepas resistentes a su acción germicida.
- Biodegradable.

(NutriBiotic, 1999; NutriTeam, 1999)

Modo de acción.

Los estudios indican que el efecto antimicrobial del Citricidin se localiza en la membrana citoplásmica del patógeno en donde previene la síntesis de aminoácidos y produce un desbalance de la membrana y ocurre un derrame de contenido celular (NutriBiotic, 1999).

Dosis y forma de aplicación.

Frutas: En el enjuague final mezclar 2.5 ml. / litro de agua.

Vegetales: En el enjuague final mezclar 2.5 ml./litro de agua.

Flores: Atomizar una mezcla de 0.25 ml./ litro de agua.

Mezclar vigorosamente en el agua hasta que se disuelva completamente. Es incompatible con los agentes humectantes aniónicos y si el agua tiene un alto contenido de minerales la eficacia disminuye (NutriBiotic, 1999).

Frutwax.

Retardante de maduración y conservación de frutas.

Fabricado y distribuido en México por Biocampo de México

Información General.

Frutwax es un compuesto orgánico derivado de xerófitas cuya acción principal es la de proteger a las frutas y retardar su maduración sin alterar sus características físicas, químicas y organolépticas.

Composición.

% en peso

Extractos de origen vegetal como fuente de ingrediente activo (Ditio Isopentenil Dodecanoato Eicocilo; 230 g/lit)	66.40
Acondicionadores Orgánicos	<u>33.60</u>
TOTAL	100.00

Características.

Frutwax es una formulación líquida 100 por ciento soluble en agua bajo condiciones de temperatura ambiente, sin alterar el pH de la solución; su densidad en volumen es de 1.08 kg./litro.

Su aplicación no requiere adherente, dispersante ni penetrante ya que estas funciones son propiamente llevadas a cabo por el producto gracias a la naturaleza de su ingrediente activo. De acuerdo con el grado de maduración de la fruta y del tipo de fruto, la aplicación de Frutwax puede conservar la fruta desde 15 hasta 30 días sin afectar sus características.

Modo de acción.

Su efectividad se fundamenta en la acción que sus compuestos xerófitos ejercen sobre la testa de la fruta y provocan un cambio químico en su estructura, lo cual propicia una mayor resistencia al efecto del etileno en el proceso de transformación de carbohidratos de la testa en azúcares, esto es, el proceso de la maduración.

Frutwax a través de este mecanismo, permite que la fruta a la que se le aplica se conserve por periodos considerablemente largos en cualquiera de sus etapas de maduración. Frutwax inhibe la formación del etileno en la membrana celular de la testa de la fruta mediante un bloqueo del sitio de acción de las enzimas, lo que impide un embone correcto con los substratos y su correspondiente conversión en etileno. Este proceso se ejerce en la pared de la fruta y retarda por periodos prolongados las reacciones bioquímicas dependientes del etileno (maduración) y, consecuentemente, permite la conservación de la fruta sin menoscabo de sus características físicas, químicas y organolépticas, facilita su transporte y en la mayoría de los casos representa un considerable ahorro en los costos de refrigeración.

Dosis y forma de aplicación.

1. Aspersión o inmersión de frutos de: Aguacate, Cítricos, Plátano, Piña, Mango y Cucurbitáceas.

15 a 20 cc. de Frutwax por cada litro de agua.

* 15 a 30 días de conservación en condiciones ambientales.

• 3 a 4 meses de conservación en condiciones de refrigeración.

2. Aspersión o inmersión de frutos de: Cebolla, Papa y Ajo.

10 a 15 cc de Frutwax por cada litro de agua.

* 25 a 30 días de conservación en condiciones ambientales.

* 3 a 4 meses de conservación en condiciones de refrigeración.

3. Aspersión o inmersión de frutos de: Templados, Tomate, Uva y Guayaba.

8 a 10 cc de Frutwax por cada litro de agua.

* 25 a 30 días de conservación en condiciones ambientales.

* 3 a 4 meses de conservación en condiciones de refrigeración.

4. Aspersión o inmersión de frutos de: Col, Espinaca, Pimiento y Chile.

5 a 8 cc de Frutwax por cada litro de agua.

* 15 a 30 días de conservación en condiciones ambientales.

* 3 a 4 meses de conservación en condiciones de refrigeración.

5. Aspersión o inmersión de 3 a 5 min. (hasta 5 cm. de la base de la flor) de Flores:

5 a 8 cc de Frutwax por cada litro de agua.

* 25 a 30 días de conservación en condiciones ambientales.

* 3 a 4 meses de conservación en condiciones de refrigeración.

Mancozeb 80

Fungicida Agrícola .

Fabricado y Distribuido por Velsimex, S.A. de C.V.

Características.

DuPont (sin fecha) asentó que el Mancozeb es un fungicida de acción protectora, que no muestra ninguna acción sistémica. Es fuertemente influenciado por las condiciones adversas y fácilmente es eliminado de la superficie por acción del agua.

Formulación.

Polvo humectable.

Apariencia.

Cristales de color amarillo grisáceo.

Volatilidad.

Regular.

Solubilidad.

Soluble en agua.

Patógenos que controla.

Es un fungicida de amplio espectro utilizado para la prevención de un gran número de patógenos de las clases Ascomycetes, Deuteromycetes y Oomycetes en frutas, vegetales y cereales.

Composición.

% en peso

Ingrediente activo: Producto de coordinación del ion zinc y etilenbis ditiocarbonato de manganeso. (ion etilen bisditio carbamato 62%, manganeso 16% y zinc 2%)	80.0
Ingredientes inertes: Diluyentes, humectante, dispersante y estabilizadores	<u>20.0</u>
TOTAL	100.0

Modo de acción.

Schwin y Urech (1986) citados por Mendoza mencionan que tiene buena penetración local y una translocación acropétala lenta y débil. Son inhibidores no específicos de la respiración, interfieren con la estructura o función de la membrana (Deacon, 1988).

Dosis y forma de aplicación.

Para el tratamiento de *Colletotrichum gloeosporioides* en papaya se recomiendan aplicar entre 2.0 - 2.5 kg. Por hectárea, empezando las aplicaciones durante la floración repitiendo cada 7 - 14 días dependiendo de las condiciones prevalcientes en la zona, se aplica a la corona e inflorescencia (DEAQ, 1997).

Sedric-650

Inhibidor de hongos y bacterias. Mejorador de suelo.

Fabricado y distribuido por Biocampo de México S.A. de C.V.

Información general.

Sedric 650, el cual es elaborado a partir de extractos de plantas desérticas. El Sedric 650 es considerado un mejorador de suelo debido a que el uso de este producto proporciona un menor grado de empobrecimiento del suelo y previene o elimina la posible contaminación de los mantos freáticos por el uso de agroquímicos, este tipo de materiales orgánicos disminuyen problemas de acidez que afectarían a la planta y que dan como resultado la acentuación de hongos y bacterias en el suelo.

Composición.

	% en peso
Extracto a base de enzimas de origen vegetal	65.00
Acondicionadores y emulsificantes	<u>35.00</u>
TOTAL	100.00

Modo de acción.

Los agentes patológicos presentan un conjunto similitud en constitución y propiedades, con membrana celular parecida. Por lo anterior las condiciones enzimáticas, estables y de poco peso molecular del Sedric 650 pueden entrar directamente en la célula de bacterias y hongos, provocando que dichas enzimas actúen directamente sobre la replicación del núcleo en fase meiosis, dado esto por la captación de las proteínas por las enzimas de Sedric 650, evitando que estas lleguen a su destino y la inhibición de éstas impidiendo cualquier función dentro de la célula parando la replicación, logrando el fenómeno de apoptosis de la célula y como finalidad la muerte del patógeno .

El Sedric 650 induce a la desnaturalización o reemplazo de las enzimas involucradas en la conversión de substratos en materiales energéticos que sostienen el desarrollo y crecimiento del organismo. Esta inhibición produce en primera instancia un bloqueo de la síntesis de sustancias en la pared, una ruptura de la misma, y posteriormente su plasmólisis lo cual genera cero crecimiento del organismo.

Dosis y forma de aplicación.

Para la desinfección de frutos y tubérculos cosechados es recomendable un tratamiento por inmersión o aspersion de acuerdo con las condiciones de almacenaje. Para lo anterior se recomienda utilizar una solución de Sedric 650 al 3.0 a 4.0 % en relación con el agua. Esta solución protege a los frutos por un período de 20 a 45 días dependiendo de las condiciones de almacenamiento. Este tratamiento es recomendable para la desinfección de las bodegas y de los vehículos que transportan los productos.

MATERIALES Y METODOS

Ubicación del experimento.

La presente investigación se llevó a cabo en los laboratorios de Fitopatología del Departamento de Parasitología Agrícola de la Universidad Autónoma Agraria “Antonio Narro”, localizada en Buenavista, Saltillo, Coahuila.

Con el fin de observar la respuesta en el control *In Vitro* de la antracnosis de la papaya a fungicidas químicos convencionales como el manzate y fungicidas orgánicos derivados de extractos vegetales, se estableció un experimento bajo condiciones controladas en laboratorio (bioensayos).

Obtención y Purificación del Patógeno.

Primeramente se hizo una búsqueda de frutos, con señales visibles de infección, en los principales mercados y centros comerciales de la ciudad. Se enfocó la búsqueda en papayas de tipo maradol y papayas criollas amarillas, ambos tipos producidos en el país.

Se llevaron los frutos al laboratorio y se procedió a hacer cortes de tejido con síntomas aparentemente causados por antracnosis, se tomaron las muestras del tejido y después de ser lavadas en agua destilada y desinfectadas con hipoclorito de sodio al 3% y habiendo eliminado los restos de hipoclorito con agua estéril, se procedió a sembrar los cortes de tejido en un medio de cultivo de Agar Nutritivo ya que fué el medio en el que se obtuvo desarrollo de estructuras que facilitarían su identificación (después de utilizar PDA), la siembra se realizó en una cámara de transferencia (Blue-M) para evitar cualquier tipo de contaminación, al trabajar en condiciones de asepsia, que pudiera alterar los resultados. Las muestras de tejido se incubaron a una temperatura de $24^{\circ}\text{C} \pm 2$

, se revisaron al término de 6 días y en el caso de que hubiera crecimiento se prosiguió a identificar el patógeno, haciendo observaciones al microscopio y con la ayuda de un micrómetro y de las claves e ilustraciones para la identificación de patógenos de Barnett y Hunter (1985).

Una vez teniendo la certeza de que se trataba de *Colletotrichum gloeosporioides* Penz se iniciaron las resiembras con la finalidad de purificar la cepa, lo cual se logró después de al menos tres resiembras.

Procedimiento para la Evaluación de Fungicidas.

Basados en las dosis de productos recomendados comercialmente para el tratamiento de *C. gloeosporioides* Penz en papaya se diseñó el experimento. En el Cuadro 2 que se presenta a continuación se muestra en detalle la dosis recomendada comercialmente.

Cuadro 2. Productos evaluados y su dosis recomendada.

PRODUCTOS	DOSIS RECOMENDADA
Citricidin	2.5 ml/lit. agua
Frutwax	17.5 ml/lit. agua
Mancozeb	4.0 gr/lit. agua
Sedric	3.0 ml/lit. agua
Testigo Absoluto	

El diseño del experimento quedó establecido de la manera en que se observa en el Cuadro 3.

Cuadro 3. Diseño del experimento en donde las dosis se expresan en PPM (partes por millón).

PRODUCTOS

DOSIS	CITRICIDIN	FRUTWA X	MANCOZEB	SEDRIC
1	3500	9960	3200*	1950*
2	3000	6640*	1600	1300
3	2500	5312	800	650
4	2000	3984	600	390
5	1500*	2656	400	260
6	1200	664	240	130
7	1000		80	
8	500			
9	267			
10	134			

* Dosis recomendadas comercialmente para papaya.

Se prepararon matraces con 150 ml de Agar Nutritivo y se esterilizaron en autoclave a 16 atm. / pulg² equivalente a 120°C por un tiempo de 20 minutos. Después se dejó enfriar el medio de cultivo hasta alcanzar menos de 50°C debido a que algunos fungicidas se degradan al rebasar dicha temperatura. En la cámara de transferencia se procedió a medir cada una de las dosis de los productos, con pipetas y micropipetas en el caso de los productos líquidos y en el caso de los polvos se pesaron con anterioridad, y se agregaron a los matraces con Agar Nutritivo.

Se mantuvieron los matraces en una tina de baño maría de modo que no se gelificaran y nos permitieran agregar el fungicida y llenar las cajas petri.

A continuación se presentan en el Cuadro 4 las medidas volumétricas empleadas en cada uno de los productos .

Cuadro 4. Dosis del experimento expresando las unidades volumétricas necesarias para preparar 150 ml de medio de cultivo.

PRODUCTOS

DOSIS*	CITRICIDIN	FRUTWAX	MANCOZEB	SEDRIC
1	525 µl	2.25 ml	0.6 gr	450 µl
2	450 µl	1.15 ml	0.3 gr	300 µl
3	375 µl	1.2ml	0.15 gr	150 µl
4	300 µl	900 µl	0.112 gr	90 µl
5	225 µl	600 µl	0.075 gr	60 µl
6	180 µl	150 µl	0.045 gr	30 µl
7	150 µl		0.015 gr	
8	75 µl			
9	40 µl			
10	20 µl			

* Dosis calculadas para para lograr la concentración en ppm en 150 ml de medio de cultivo.

También en la cámara de transferencia se vació el medio de cultivo en cada una de las cajas petri (4 cajas por dosis de cada uno de los tratamientos), y se esperó a que gelificaran.

Una vez gelificado el medio de cultivo se sembró el patógeno ya puro tomando un sacabocados de 0.5 cm. se tomó un disco del patógeno y se depositó en el centro de las cajas petri con tratamiento y se sellaron posteriormente las cajas con kleen pack. Se incubó nuevamente a una temperatura de $24^{\circ}\text{C} \pm 2$ hasta que alcanzó el máximo crecimiento radial (9 días).

A partir del primer día, por un periodo de nueve días se comenzó la observación diaria midiendo el crecimiento radial del hongo con la ayuda de una regla milimétrica.

Parámetros a Evaluar.

Con los datos de crecimiento micelial y tomando en cuenta el máximo crecimiento del testigo como el 100% de crecimiento se corrigieron los datos transformándolos en por ciento de crecimiento primero y restándolo al 100% se obtuvo el por ciento de inhibición de crecimiento.

Con el por ciento de inhibición micelial, se realizó un análisis que se basó en el método de análisis próbit de máxima verosimilitud, para lo cual se utilizó un programa de computadora. Con dicho programa se obtuvieron las concentraciones inhibitorias de crecimiento del 10 al 95 por ciento y sus límites fiduciales.

Posteriormente se llevaron a cabo las pruebas de Chi cuadrada (χ^2) para obtener la bondad de ajustes con los valores obtenidos, y posteriormente con los grados de libertad estimar la probabilidad de ocurrencia de cada evento.

Así mismo, se obtuvieron los coeficientes de correlación (r^2) para determinar la confiabilidad de los resultados obtenidos en laboratorio. Finalmente, los resultados fueron representados gráficamente en la escala logarítmica, con las que se obtuvieron las líneas de respuesta dosis-inhibición correspondiente a cada tratamiento.

RESULTADOS Y DISCUSION.

En este apartado se buscará tener una secuencia lógica que nos permita comprender de la manera más clara posible los resultados obtenidos del presente trabajo de investigación. Al respecto primero se detallarán los resultados obtenidos en los bioensayos y posteriormente se discutirá el grado de eficiencia de los fungicidas y la dosis más eficiente.

Primero se citarán las anotaciones que se hicieron durante el tiempo que duraron los bioensayos en cuanto a las condiciones físicas que ocurrieron con cada uno de los fungicidas.

En el caso del Mancozeb a partir del cuarto día y en el Sedric, al final de los nueve días que duró el experimento se notó que el crecimiento micelial se comenzó a licuar de las orillas de las zonas de crecimiento hacia el centro de la caja, lo que nos permite inferir que hubo un rompimiento de la membrana celular.

Con la aplicación de Citricidin desde la dosis 1 (3500 ppm) hasta la dosis 5 (1500 ppm) se observó que el disco que contenía el patógeno fue decreciendo en tamaño sin llegar a contaminar el medio de cultivo y al término del experimento el medio de cultivo que circundaba el disco se tornó de un color negro parduzco.

El Frutwax no mostró formas atípicas de crecimiento ni coloraciones o reacciones distintas a las que se presentaron en el testigo, es decir su crecimiento fue muy similar al del testigo.

En lo que se refiere a los valores correspondientes a las dosis letal media (DL_{50}) y dosis letal 95 (DL_{95}) obtenidos para el crecimiento de *C. gloeosporioides* expuesto al efecto de los distintos fungicidas empleados se muestran en el Cuadro 5, observándose diferencias entre la DL_{50} de los diferentes productos y de acuerdo a los límites fiduciales, se observó que los tratamientos Mancozeb y Citricidin fueron los que obtuvieron mejores resultados

ya que sus DL₅₀ son de 150.65 y 158.45 ppm respectivamente. El Mancozeb inhibe la respiración celular lo cual no permite el desarrollo micelial y provoca la muerte del patógeno, en el caso del Citricidin provoca un desbalance en la membrana citoplásmica y el contenido se vacía hacia el exterior de la célula como efectivamente se observó en el experimento.

A los dos tratamientos anteriores le siguen el Sedric 650 y el Frutwax en los que se encontró que el efecto tóxico fué menor siendo su DL₅₀ de 1,139.05 y 9540.37 ppm ambos productos son productos orgánicos de reciente introducción en el mercado cuyo ingrediente activo son enzimas vegetales no mencionadas. En el primero de ellos no existe el conocimiento de que haya sido evaluado sobre *C. gloeosporioides* y pudiera ser este un indicio de selectividad del producto debido a las diferencias que existen entre los patógenos para los cuales se recomienda y *C. gloeosporioides*. En el caso del segundo producto queda aclarado que no es un producto que se espere que se tenga una acción fungicida o fungiestática, más bien como lo recomienda la compañía que lo elabora, se espera que su función sea la de formar una capa protectora en la epidermis de la fruta y no permitir la infección de postcosecha.

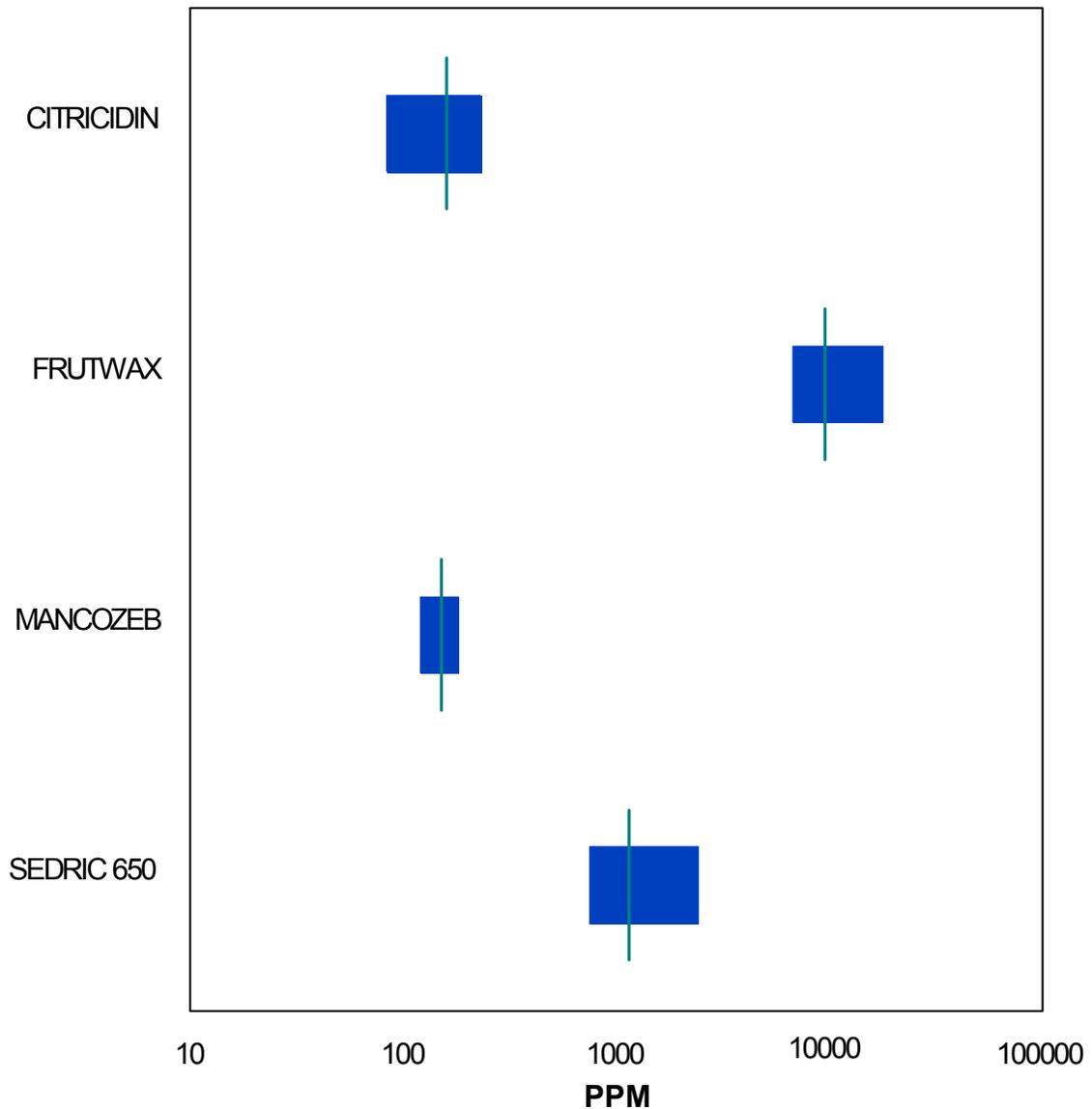
Cuadro 5 . Dosis de control letal y límites fiduciales de los fungicidas expresadas en PPM .

PRODUCTO	DL ₅₀	LIMITES FIDUCIALES		DL ₉₅
		INFERIOR*	SUPERIOR*	
CITRICIDIN	158.45	83.34	227.74	9280.59
FRUTWAX	9,540.37	6733.48	17597.16	992,538.09
MANCOZEB	150.65	120.34	179.83	1134.61
SEDRIC-650	1,139.05	751.20	2408.60	642,280.17

* Límites fiduciales correspondientes a la DL₅₀ al 95% de confiabilidad.

En lo que se refiere a los límites fiduciales de los fungicidas se puede observar en la Figura 1 que están graficados de acuerdo con el DL₅₀ de cada producto donde se observa claramente que los límites del Mancozeb se traslapan en los del Citricidin. Lo que quiere decir que es en este punto en donde los dos productos alcanzan el 50 por ciento de inhibición de crecimiento con dosis muy similares y se podría decir que casi iguales, además, los límites inferior y superior del Mancozeb caen dentro de los límites superior e inferior del Citricidin. Es en este único punto donde ambos productos se comportan de manera semejante y estadísticamente no hay diferencia.

Figura 1. DL₅₀ y límites fiduciales de cada producto.



En lo que respecta a los coeficientes de correlación (r^2) se observa que por lo general los valores estimados presentan en el caso del Citricidin y Mancozeb valores altos por encima de 0.95 y en el caso del Frutwax su valor es de 0.93 y en Sedic presenta un valor de 0.90. Estos valores muestran que los resultados de los bioensayos tienen un excelente ajuste y muestra una alta confiabilidad en los estudios realizados en el laboratorio para explicar la susceptibilidad de *C. gloeosporioides* a estos fungicidas.

En lo que se refiere a las pruebas de bondad de ajuste de Chi-cuadrada (X^2) nos indica que se tiene una confiabilidad de 99.5% en todos los tratamientos. Esto significa que de cada 100 veces que se repita cada experimento se tiene la seguridad de que 99 veces se van a repetir los mismos resultados del primer experimento siguiendo la misma metodología. Obsérvese Cuadro 6.

Cuadro 6. Coeficientes de correlación y Chi-cuadrada de las líneas de regresión dosis-inhibición.

PRODUCTOS	r^2	x^2	GL	P
CITRICIDIN	0.9583	0.0251	3	99.5
FRUTWAX	0.9367	0.0179	4	99.5
MANCOZEB	0.9522	0.0605	3	99.5
SEDRIC	0.9013	0.0389	4	99.5

A continuación se muestran en la Figura 2 las líneas de regresión dosis inhibición de *C. gloeosporioides* donde se puede observar que los fungicidas que obtuvieron mejores resultados fueron los siguientes; Mancozeb y Citricidin respectivamente. En el Cuadro 7 se incluyen las ecuaciones de predicción con las que se puede estimar el nivel esperado de mortalidad de acuerdo a las dosis que se requirieron aplicar.

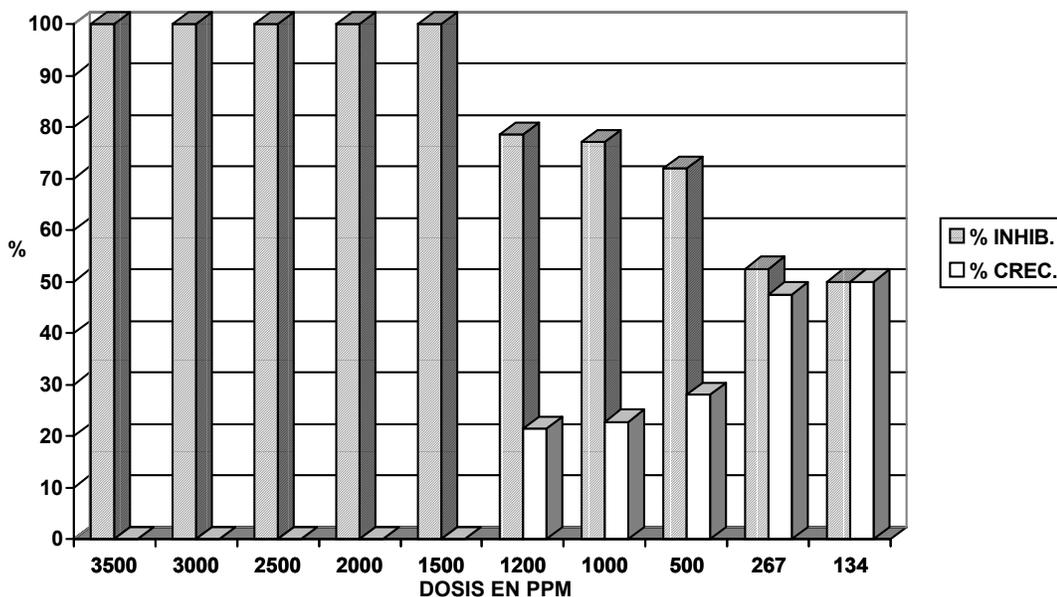
Figura 2. Líneas de regresión dosis-inhibición.

Cuadro 7. Ecuaciones de predicción de cada uno de los bioensayos efectuados sobre *C. gloeosporioides*.

PRODUCTOS	ECUACIÓN DE PREDICCIÓN
CITRICIDIN	$Y = 2.9529 + 0.9305 X$
FRUTWAX	$Y = 1.7549 + 0.8154 X$
MANCOZEB	$Y = 0.9144 + 1.8758 X$
SEDRIC	$Y = 3.1725 + 0.5978 X$

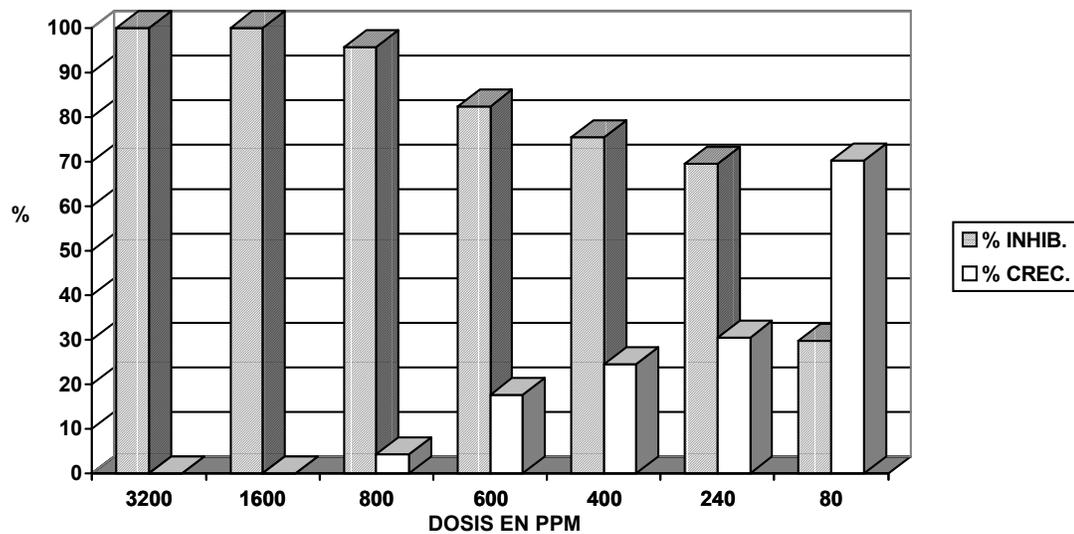
En lo referente a la mejor dosis para cada uno de los productos basado en el criterio de eficiencia, es decir lograr la mayor inhibición de crecimiento con la menor dosis posible, podemos decir que en caso del Citricidin (Figura 3) se logró obtener un 100% de inhibición con 1500 ppm que corresponde a la dosis recomendada comercialmente. Sin embargo se logró el mismo resultado con las dosis de 3500, 3000, 2500 y 2000 ppm. El resto de las dosis se mantuvo entre el 78.57 % y el 50 % de inhibición de crecimiento.

Figura 3. Por ciento de inhibición y crecimiento alcanzado por cada una de las dosis de Citricidin aplicado *In Vitro* sobre *Colletotrichum gloeosporioides* Penz.



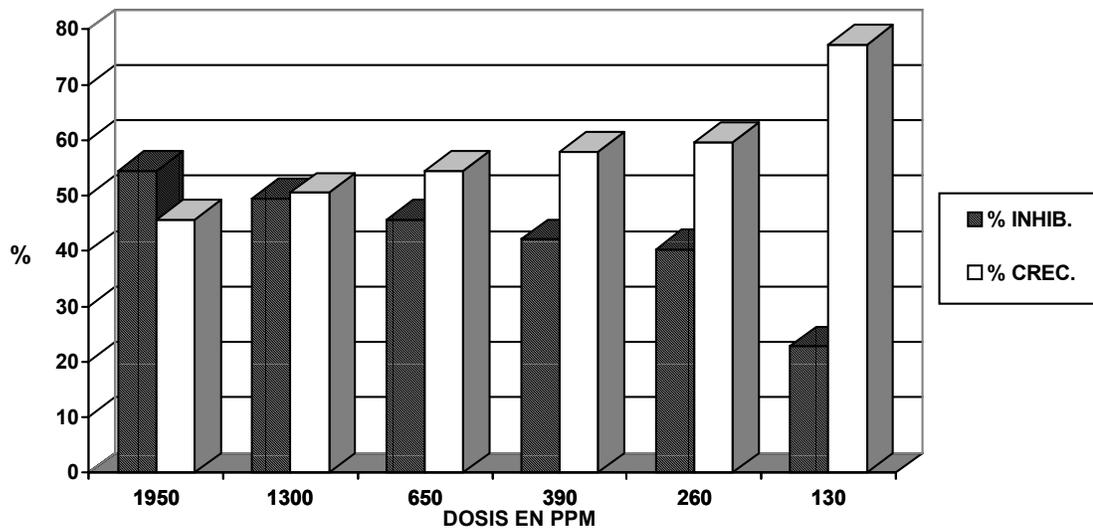
En el caso de Mancozeb (Figura 4) la mejor dosis que logró inhibir el crecimiento en un 100% fué a 1600 ppm exactamente la mitad de lo que se recomienda comercialmente (3200 ppm) y que también logra controlar el 100 % del crecimiento. Las demás dosis se mantuvieron entre el 95.61 % y el 29.82 % de inhibición de crecimiento.

Figura 4. Por ciento de inhibición y crecimiento alcanzado por cada una de las dosis de Mancozeb aplicado *In Vitro* sobre *Colletotrichum gloeosporioides* Penz.



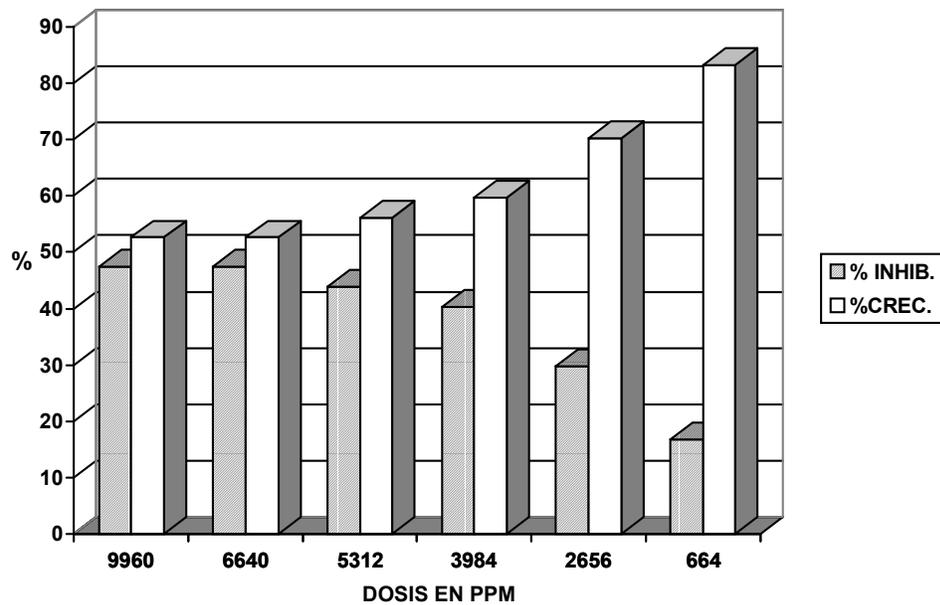
Para el Sedric 650 (Figura 5) se encontró que su mejor dosis fué aquella en que se tuvo el 54.38% de inhibición con 1950 ppm que fué la dosis máxima empleada para este fungicida además de ser la recomendada comercialmente. El resto de las dosis se mantuvieron entre el 49.47 % y el 22.80 % de inhibición de crecimiento.

Figura 5. Por ciento de inhibición y crecimiento alcanzado por cada una de las dosis de Sedric aplicado *In Vitro* sobre *Colletotrichum gloeosporioides* Penz.



Con el Frutwax (Figura 6) se logró obtener un 47.36% de inhibición con 6640 ppm que corresponde a la recomendación comercial, obteniéndose el mismo resultado con la dosis mayor que corresponde a 9960 ppm. Las demás dosis se mantuvieron en el rango del 43.85 % y el 16.84 % de inhibición de crecimiento. En todas las dosis fué mayor el por ciento de crecimiento que el por ciento de inhibición de crecimiento, lo cual indica que no es un fungicida.

Figura 6. Por ciento de inhibición y crecimiento alcanzado por cada una de las dosis de Frutwax aplicado *In Vitro* sobre *Colletotrichum gloeosporioides* Penz.



En el caso de los dos últimos productos el porcentaje de inhibición de crecimiento que alcanzaron no se considera aceptable dentro del control de enfermedades en postcosecha ya que lo que se pretende con dicho control es el evitar los síntomas de la enfermedad y esto se logra eliminando completamente al patógeno o disminuyendo al máximo su crecimiento.

CONCLUSIONES.

- En Mancozeb y el Citricidin resultaron ser efectivos biológicamente para el control de la antracnosis de la papaya (*Colletotrichum gloeosporioides* Penz) mientras que el Sedric y el Frutwax resultaron ser no efectivos.
- La mayor eficiencia se logró con los fungicidas de la manera que a continuación se cita; en primer orden Mancozeb con 1600 ppm y Citricidin con 1500 ppm. En el caso del Sedric la mejor dosis fué de 1950 ppm y para el Frutwax la de 6640 ppm.

BIBLIOGRAFIA

- Agrios, N.G. 1991. Fitopatología. Editorial Limusa. México, México. Pp. 95-106.
- Alexopoulos, C.J., C.W. Mims and M. Blackwell. 1996. Introductory Mycology. Fourth Edition. John Willey & Sons Inc.
- Alvarez, A.M., J.W. Hylin, and J.N. Ogata. 1977. Postharvest diseases of papaya reduced by biweekly orchards sprays. Plant Disease reporter. V61:731-735.
- Arauz, L. F. 1994. Elementos básicos de patología postcosecha de frutas y hortalizas. Memorias del I Taller Regional de Manejo de Poscosecha de productos de interés para el trópico. Escuela de Ingeniería Agrícola. San José, Costa Rica. Ponencia # 2.
- Arauz, L.F. 1992. Elementos básicos de patología postcosecha de frutas y hortalizas. Memorias de la I Reunión Latinoamericana de Tecnología Postcosecha. Universidad Autónoma Metropolitana - Iztapalapa. México, D.F. Pp 225.
- Aserca, 1999. La papaya, un mercado en expansión. Revista Claridades Agropecuarias. Vol. 67. Pp. 3-34.
- Barberá, C. 1976. Pesticidas Agrícolas. 3º Edición. Editorial Omega S.A. de C.V. Barcelona, España. Pp 265-270.
- Barnett, H.L. and Hunter, B.B. 1985. Illustrated Genera of Imperfect Fungi. 4º Edition. E.U.A. 384 pag.
- Biocampo. 1999. Manual Técnico de productos. Biocampo S.A. de C.V. Coahuila, México.
- Bolkan, H.A., F.P., Cupertino, J.C. Dianese and A. Taketsu. 1976. Fungi associated with pre and postharvest fruit rots of papaya and their control in central Brazil. Plant Disease Reporter. V60:605-609.

Bósquez, M.E. y C. Saucedo. 1992. Introducción. Memorias de la I Reunión Latinoamericana de Tecnología Postcosecha. Universidad Autónoma Metropolitana - Iztapalapa. México, D.F. 234 Pag.

Castro, O. y A. Jiménez. 1994. Avances en la investigación de enfermedades de postcosecha de la papaya (*Carica papaya*) en Costa Rica. Memorias del I Taller Regional de Manejo de Poscosecha de Productos de interés para el Trópico. San José, Costa Rica.

CICOPLAFEST ,1999. Catálogo Oficial de Plaguicidas. México.

Couey, H.M. 1984. Comparison of hot water spray and immersion treatments for control of postharvest decay of papaya. Plant Disease. Vol. 18, No. 5. Pp 436-437.

Cuadros, M.J.A. 1995. Identificación de enfermedades fungosas de papaya (*Carica papaya* L) en postcosecha en el centro de Abastos Estrella de San Nicolás de los Garza, Nuevo León. Tesis UAAAN. Saltillo, Coahuila, México. PP.

Chandler, W.H. 1962. Frutales de hoja perenne. 2ª Edición. Editorial UTEHA. México, México.

Deacon, J.W. 1988. Introducción a la micología moderna. Editorial Limusa. México, D.F. Pp 323-329.

DEAQ: Diccionario de Especialidades Agroquímicas. 1997. 7ª Edición. Ediciones PLM, S.A. de C.V. Mexico, D.F.

Dickman, 1999. www.extento.hawaii.edu/kbase/crop/type/c_gloeo.htm

Dickman, M.B. and A.M. Alvarez. 1983. Latent infection of papaya caused by *Colletotrichum gloeosporioides*. Plant Disease V67:748-750.

- Dickman, M.B. and S.P. Suresh. 1986. A rapid and sensitive plate assay for the detection of cutinase produced by plant pathogenic fungi. *Phytopathology*. Vol 76, no. 5. Pp. 473-475.
- Dickman, M.B., S.P. Suresh and P.E. Kolattukudy. 1983. Effects of organophosphorous pesticides on cutinase activity and infection of papayas by *Colletotrichum gloeosporioides*. *Phytopathology*. Vol. 73 No. 8. Pp. 1209-1214.
- DuPont, (sin fecha). Manzate 2000. Fungicida Mancozeb. Boletín de información técnica. DuPont Mexicana. División Agroquímicos. Pp.16.
- Farmer's bookshelf, 1999. Dirección de Internet
www.agrass.sherman.hawaii.edu/bookshelf/papaya/papaya.htm
- Flores, A.A. 1994. Manejo postcosecha de frutas y hortalizas en Venezuela. Experiencias y recomendaciones. UNELLEZ. San Carlos Cojedes, Venezuela. 319 pag.
- García, A.M. 1974. Enfermedades de las plantas de la República Mexicana. 1ª Edición. Editorial Limusa.
- Health Products Distributors Inc. 1998. Dirección de Internet.
WWW.integratedhealth.com/hpdspec/citrus.htm
- Hernández, H. J. M. y Sala, M.T. 1989. Trails for the control of postharvest rots of papaya (*Carica papaya* L.) in the Canarian Islands. *Acta Horticulturae* 258. Postharvest 88. USA.
- Kader, A.A. 1992. Postharvest technology of horticultural crops. Second Edition. University of California. Agricultural Division, Natural Resources.
- Kader, A.A. 1997. Dirección de Internet.
www.postharvest.ucdavis.edu/produce/producefacts/fruit/papaya
- Kaplan, J. K. 1990. Breeding a better papaya. *Agricultural Research* V38:18-19. No. 1.

- Lazos, C.E. 1997. El cultivo del papayo. Monografía UAAAN. Saltillo, Coahuila, México.
- Lizana, A. 1992. El papel de la tecnología postcosecha en el comercio latinoamericano de productos hortofrutícolas. Memorias de la I Reunión Latinoamericana de Tecnología Postcosecha. Universidad Autónoma Metropolitana - Iztapalapa. México, D.F. Pp. 1-13.
- Mendoza, Z.C. 1990. Fungicidas sistémicos y su modo de acción. UACH. Texcoco, EdoMex. 90 pag.
- Mendoza, Z.C. 1991. Diagnóstico de enfermedades fungosas. 1ª Edición. UACH, Texcoco, EdoMex.
- Mosqueda, V. R. 1995. Enfermedades del papayo (*Carica papaya* L.) Curso-Taller de Fitopatología Tropical. Cárdenas, Tabasco, México.
- Nishijima, K.A., USDA ARS. 1992. Effect of forced, hot-air treatment of papaya fruit quality and incidence of postharvest diseases. Plant Disease. PP.723-727.
- NutriBiotic. 1999. WWW.people.enternet.com.au/~cytel/grapefru.htm
- NutriTeam. 1999. WWW.gfex.com
- Ochse, J.J. et al. 1980. Cultivo y mejoramiento de plantas tropicales y subtropicales. Tomo I. 1ª Edición. Editorial Limusa. Mexico, México.
- Pantástico, E.B. 1979. Fisiología de la Postrecolección, Manejo y Utilización de Frutos y Hortalizas Tropicales y Subtropicales. 1ª Edición, CECSA. México. Pp.
- Salunkhe, D.K. Y B.B. Desai. 1984. Postharvest biotechnology of fruits. Volumen II. 1ª Edición. CRS Press, Inc. U.S.A.

Sanchez, M.F. 1988. Mejoramiento genético de la papaya (*Carica papaya* L.): Logros y perspectivas. Monografía U.A.A."A.N." Buenavista, Coahuila, México.

Sommer, N.F. 1981. Enfermedades de postcosecha de las frutas. Memoria del seminario sobre manejo y conservación de frutas, hortalizas y flores. FIRA y Banco de Mexico. Pp. 47

Yee et al.,1970. Papayas in Hawaii. Univ. Of Hawaii. Coop. Ext. Serv. Circ. 436, Pp. 21,27-31.

APENDICE

Cuadro 1A. Por ciento de inhibición de crecimiento diario de *C. gloesporioides* tratado con Citricidin.

Dia / Dosis	1	2	3	4	5	6	7	8	9
3500	100	100	100	100	100	100	100	100	100
3000	100	100	100	100	100	100	100	100	100
2500	100	100	100	100	100	100	100	100	100
2000	100	100	100	100	100	100	100	100	100
1500	100	100	100	100	100	100	100	100	100
1200	100	100	100	96.42	92.85	85.71	82.14	80.0	78.57
1000	100	96.49	92.98	89.47	85.96	82.45	78.94	78.94	77.19
500	100	96.49	89.47	85.96	82.45	78.94	75.43	75.43	71.92
267	100	96.42	89.28	82.14	75.0	69.64	58.21	58.21	52.50
134	100	93.33	86.66	83.33	79.0	76.66	30.00	60.00	50.00

Cuadro 2A. Por ciento de inhibición de crecimiento diario de *C. gloesporioides* tratado con Mancozeb

Dia / Dosis	1	2	3	4	5	6	7	8	9
3200	100	100	100	100	100	100	100	100	100
1600	100	100	100	100	100	100	100	100	100
800	100	100	100	100	100	100	100	100	95.61
600	100	100	100	100	100	100	89.47	85.96	82.45
400	100	100	100	92.98	92.98	89.47	82.45	82.45	75.43
240	100	100	100	92.98	92.98	89.47	80.70	78.94	69.47
80	100	100	77.19	64.91	54.38	40.35	29.82	29.82	29.82

Cuadro 3A . Porciento de inhibición de crecimiento diario de *C. gloesporioides* tratado con Sedric 650.

Días / Dosis	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1950	100	91.22	82.45	78.94	73.68	64.91	57.89	57.89	54.38
1300	100	89.47	82.45	78.94	70.17	64.91	57.89	54.38	49.47
650	100	87.71	78.94	75.43	64.91	61.40	54.38	47.36	45.61
390	91.22	85.96	78.07	71.92	64.91	54.38	50.87	42.10	42.10
260	95.61	82.45	75.43	64.91	57.89	50.87	47.36	40.35	40.35
130	95.98	80.70	64.91	54.38	50.87	43.85	35.08	29.82	22.80

Cuadro 4A. Porciento de inhibición de crecimiento diario de *C. gloesporioides* tratado con Frutwax.

Día / Dosis	1	2	3	4	5	6	7	8	9
9960	91.22	91.22	82.45	78.94	68.42	64.91	57.89	54.38	47.36
6640	91.22	89.47	82.45	77.19	68.42	61.40	54.38	56.84	47.36
5312	91.22	89.47	82.45	71.92	70.17	59.64	54.38	54.38	43.85
3984	91.22	85.96	75.43	68.42	64.91	50.87	47.36	47.36	40.35
2656	91.22	85.96	75.43	66.66	64.91	47.36	42.10	40.35	29.82
664	91.22	82.45	61.40	54.38	47.36	29.82	22.80	22.80	16.84