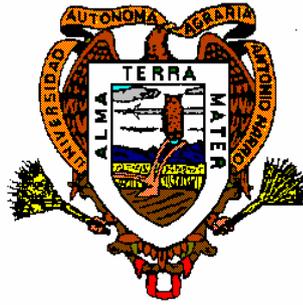


**UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA
“ANTONIO NARRO”
DIVISION DE AGRONOMIA**



**Evaluación *In Vitro* de cuatro productos comerciales contra el
moho gris (*Botrytis cinerea* Pers.:Fr.) de fresa**

Por:

JOSE ALBERTO PANTOJA PARRA

TESIS

**Presentada como Requisito Parcial para
Obtener el Título de:**

Ingeniero Agrónomo en Horticultura

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México

Noviembre de 1999

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
“ANTONIO NARRO”**

**DIVISIÓN DE AGRONOMIA
DEPARTAMENTO DE HORTICULTURA**

**Evaluación *In Vitro* de cuatro productos comerciales contra el moho gris
(*Botrytis cinerea* Pers.:Fr.) de fresa**

Por:

JOSE ALBERTO PANTOJA PARRA

TESIS:

**Que se somete a la consideración del H. Jurado examinador como requisito
parcial para obtener el título de:**

INGENIERO AGRÓNOMO HORTICULTOR

APROBADA POR:

PRESIDENTE DEL JURADO

M.C. Ma. Elizabeth Galindo Cepeda

Ing. Eliseo Salvador González Sandoval

SINODAL

M.C. María Magdalena Rodríguez Valdés

SINODAL

M.C. Reynaldo Alonso Velazco

Coordinador de la División de Agronomía

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.

Noviembre de 1999.

DEDICATORIA

A Dios:

Por lo que soy..... por lo que tengo

A mis Abuelos:

Sr. Raymundo Pantoja Vargas
Sra. Francisca García Hernadez
Sr Faustino Parra
Sra. Carmen Ramírez Morales

Con cariño y respecto, quienes me inculcaron los anhelos de superación, para alcanzar las grandes metas

A mis Padres:

Sr. Alberto Pantoja García
Sra. Ma. Mercedes Parra Ramírez

A ellos por amor y respeto que les debo, por la confianza y el sacrificio realizado dándome la oportunidad de estudiar y por ser lo mejor que tengo.

A mis Hermanos:

Delia
Raymundo

Con quienes he compartido alegrías, momentos difíciles y sobre todo el gran cariño que les tengo

A mis Familiares Todos:

Quienes siempre tuvieron una palabra de aliento y un momento de consuelo para alentarme en cumplir los objetivos que in día me propuse.

A mi " Alma Terra Mater"

AGRADECIMIENTOS

A la M.C. Ma. Elizabeth Galindo Cepeda, por la enseñanza, su amistad, comprensión y dedicación transmitida durante la elaboración del presente escrito.

Al Ing. Elíseo Salvador González Sandoval, por su asesoría y apoyo incondicional para la revisión de este trabajo; pero sobre todo por su sincera amistad.

Ing. Juan Armendáriz Chavez y al M.C. María Magdalena Rodríguez Valdés por la colaboración para el desarrollo de este trabajo.

Al Dr. Eugenio Guerrero Rodríguez, por su participación en el presente trabajo.

Al Ing. Nancy A. González Aguilar por su amistad y confianza depositada en mi persona y ayuda brindada desde el inicio hasta el final de este trabajo.

Al Departamento de Horticultura y Parasitología, por darme la oportunidad de continuar con mis estudios .

A la Generación LXXXVI de Horticultura principalmente a Benjamin Serrano, Antonio Jorge, Cesar Alvarado, Vicente Chavez, Raúl Grana, Esmeralda Reyes, Osvaldo Vargas por los momentos gratos convividos dentro y fuera de la Universidad.

A mis compañeros de dormitorio (Palomar No. 1 y Modulo No. 14), en especial a Luis A. Vaca, Adán Guillen, Víctor Ibarra y por ser antes que compañeros, grandes amigos.

ÍNDICE DE CONTENIDO

	Página
ÍNDICE DE CUADROS	iv
ÍNDICE DE FIGURAS	v
ÍNDICE DEL APENDICE	vi
INTRODUCCIÓN	1
Objetivos	2
REVISIÓN DE LITERATURA	3
Generalidades del Cultivo	3
Importancia del Cultivo	4
Industrial y alimenticia	4
Económica	4
Importancia de las Enfermedades en Postcosecha	5
Uso de extractos vegetales en el control de enfermedades en postcosecha	7
Características de <i>Botrytis cinerea</i>	8
Importancia y distribución	8
Clasificación taxonómica	9
Síntomas	9
Etiología	10
Epifitología	11
Epidemiología	11
Ciclo biológico	13
Cosecha y Manejo de Postcosecha	14
Métodos de Control de <i>Botrytis cinerea</i>	19
Control físico	19

Control químico	20
Control biológico	21
Control cultural	21
Cuidados	22
Descripción de los Productos Empleados	22
Captan	23
Composición	23
Propiedades físicas	23
Toxicología	24
Modo de acción	24
Dosis y formas de aplicación	24
Citricidin	25
Composición	25
Propiedades físicas	25
Toxicología	26
Modo de acción	26
Dosis y formas de aplicación	26
Frutwax	27
Composición	27
Características generales	27
Modo de acción	28
Dosis y formas de aplicación	28
Sedric	29
Composición	29
Características físicas	30
Modo de acción	30
Dosis y formas de aplicación	30
MATERIALES Y MÉTODOS	32
Ubicación del Experimento	32
Aislamiento y Purificación	32
Medio de Cultivo Especifico para la Esporulación	33

Procedimiento para la Evaluación de los Productos	34
Preparación de tratamientos	35
Desarrollo de la Prueba	36
Parámetros a Evaluar	37
Diseño Experimental	38
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	39
CONCLUSIONES	50
BIBLIOGRAFÍA	51
APÉNDICE	55

ÍNDICE DE CUADROS

	Página
Cuadro 1. Relación de hongos que causan pudrición en frutos de fresa.....	7
Cuadro 2. Diseño de preparación de tratamientos	35
Cuadro 3. Unidades volumétricas empleadas para preparar 150 ml. de medio de cultivo para cada uno de los tratamientos.	37
Cuadro 4. Dosis letales y límites fiduciales de cuatro productos contra el moho gris <i>Botrytis cinerea</i> de fresa.	45
Cuadro 5. Coeficiente de correlación y Chi-cuadrada de las líneas de regresión dosis-inhibición del moho gris <i>Botrytis cinerea</i> de fresa.	47
Cuadro 6. Ecuaciones de regresión obtenidas de los resultados manejados en programa Pc probit de cada uno de los bioensayos ejercidos sobre <i>Botrytis cinerea</i>	47

ÍNDICE DE FIGURAS

	Página
Figura 1. Síntomas del moho gris <i>Botrytis cinerea</i> de fresa	10
Figura 2. Esporulación de <i>Botrytis cinerea</i> durante floración	12
Figura 3. Infección con esporas de <i>Botrytis cinerea</i> en campo	12
Figura 4. Ciclo biológico de la enfermedad moho gris <i>Botrytis cinerea</i> de fresa	13
Figura 5. Por ciento de inhibición y crecimiento de <i>Botrytis cinerea</i> durante siete días en los diferentes tratamientos del producto Captan.....	40
Figura 6. Por ciento de inhibición y crecimiento de <i>Botrytis cinerea</i> durante siete días en los diferentes tratamientos del producto Citricidin	41
Figura 7. Por ciento de inhibición y crecimiento de <i>Botrytis cinerea</i> durante siete días en los diferentes tratamientos del producto Frutwax	42
Figura 8. Por ciento de inhibición y crecimiento de <i>Botrytis cinerea</i> durante siete días en los diferentes tratamientos del producto Sedric	43
Figura 9. Límites fiduciales del DL ₅₀ al 95 % de confiabilidad de cada producto.	46
Figura 10. Líneas de respuesta dosis-inhibición en el moho gris <i>Botrytis cinerea</i> de cada producto	49

ÍNDICE DEL APENDICE

	Página
Cuadro 1A. Análisis de Varianza para el crecimiento radial de <i>Botrytis. cinerea</i> del producto Captan.....	55
Cuadro 2A. Análisis de Varianza para el crecimiento radial de <i>Botrytis. cinerea</i> del producto Citricidin	55
Cuadro 3A. Análisis de Varianza para el crecimiento radial de <i>Botrytis. cinerea</i> del producto Frutwax	55
Cuadro 4A. Análisis de Varianza para el crecimiento radial de <i>Botrytis. cinerea</i> del producto Sedric	56
Cuadro 5A. Comparación de medias del crecimiento promedio en cm de <i>Botrytis. cinerea</i> Pers.:Fr al séptimo día, usando Captan según Tukey (P >0.01) de confiabilidad	56
Cuadro 6A. Comparación de medias del crecimiento promedio en cm de <i>Botrytis. cinerea</i> al séptimo día, usando Citricidin según Tukey (P >0.01) de confiabilidad	57
Cuadro 7A. Comparación de medias del crecimiento promedio en cm de <i>Botrytis. cinerea</i> al séptimo día, usando Frutwax según Tukey (P >0.01) de confiabilidad	57
Cuadro 8A. Comparación de medias del crecimiento promedio en cm de <i>Botrytis. cinerea</i> al séptimo día, usando Sedric según Tukey (P >0.01) de confiabilidad	58
Cuadro 9A. Productos recomendados por Cicoplafest para el control del moho gris <i>Botrytis. cinerea</i> de fresa	58

INTRODUCCION

La superficie cultivada de fresa (*Fragaria x ananassa* Duch) varía cada año, ya que su producción depende en gran parte de las expectativas del mercado. Se puede considerar que en promedio se siembran anualmente alrededor de 6,875 hectáreas con rendimientos promedio de 19.13 toneladas por hectárea, de las cuales el 90 por ciento se localizan en el área de Zamora, Michoacán e Irapuato, Guanajuato (Aserca, 1998).

Sin embargo, las enfermedades que atacan al cultivo constituyen un grave problema, estas demeritan la calidad del producto y disminuyen el rendimiento. Dichas enfermedades son diversas y se encuentran distribuidas a lo largo de cada una de las etapas de desarrollo del cultivo. Algunas son de carácter no infeccioso, ocasionadas por deficiencias nutricionales, en tanto que otras son de carácter infeccioso, entre las que predominan aquellas cuyo agente causal son los hongos fitopatógenos, tal es el caso del el moho gris que causa grandes perdidas en campo y postcosecha.

El moho gris es causado por *Botrytis cinerea* Pers.:Fr se presenta en las diversas regiones freseras del mundo, siendo un patógeno que puede atacar los frutos durante las primeras fases de desarrollo si las condiciones ambientales son favorables. Dentro de las principales causas de pérdidas en postcosecha de la fresa, están las enfermedades, entre las que se encuentra el moho gris considerado como el principal patógeno causante de perdidas en postcosecha. La infección generalmente proviene del campo, las cuales se desarrollan con gran rapidez en el almacenamiento si las condiciones de temperatura y humedad son favorables. Su infección es agresiva por ser una fruta muy sensible y vida de anaquel muy corta.

La gran mayoría de las veces, se necesita un control rápido al mal para salvar o proteger siquiera ciertas porciones del producto. Esta situación desesperante lleva en muchos casos a un abuso de los productos químicos, empleándose dosis perjudiciales a otras formas de vida, como causar daños a la salud y/o al medio ambiente, así como originar resistencia del patógeno, por lo cual es importante tomar en cuenta la regulación de cada producto en cuanto al intervalo a guardar entre la última aplicación y la cosecha, para evitar rebasar los límites permisibles en el producto cosechado.

Actualmente existe un nuevo grupo de fungicidas orgánicos de origen vegetal que inhiben el desarrollo de patógenos y pueden ser considerados como una alternativa más en el control de esta enfermedad. Existen pautas, ya bien establecidas, de cómo llevarse a cabo estudios en una forma cronológica, siendo una de ellas, la prueba "*In Vitro*" aplicada con frecuencia en biología, la cual es una fase indispensable como experimento "piloto".

Objetivos

- 1.- Conocer la efectividad biológica *In Vitro* de cuatro diferentes productos comerciales para el control del moho gris *Botrytis cinerea* Pers.:Fr en fresa (*Fragaria x ananassa* Duch).
- 2.- Determinar la mejor dosis de acuerdo a la efectividad biológica de los productos.

REVISION DE LITERATURA

Generalidades del Cultivo

Las fresas cultivadas en la actualidad son un híbrido octaploide reconocido como (*Fragaria x ananassa* Duch), el cual posee un número somático de 56 cromosomas y es producto de la cruce de *F. virginiana* L., nativa de Norteamérica y norte de México y *F. chilloensis* Duch., nativa de las costas Oeste de Norte y Sudamérica. Ambas especies son producto de una antigua poliploidización y selección natural (Bringhurst, 1990).

Es una planta herbácea, de hojas compuestas trifoliadas, con los bordes dentados, que pueden ser lampiñas o vellosas, con dos estípulas en la base; el tallo está transformado en rizoma, del cual brotan las hojas y estolones, estos enraízan por sus nudos y desarrollan brotes que son individuos nuevos (Sobrino y Sobrino, 1989).

Los mismos autores citan que las flores son hermafroditas, dispuestas en corimbos y tienen un pedúnculo piloso, el cáliz de 5 sépalos libres y la corola de cinco pétalos blancos, independientes, veinticinco estambres amarillos y un número indeterminado de carpelos. Una vez fecundado los óvulos, cada carpelo se convierte en un pequeño fruto y se forma un conjunto de poliaquenios.

Por encima del cáliz, el receptáculo de la flor se desarrolla, se hace carnoso, llenándose de sustancias azucaradas y perfumadas; este receptáculo carnoso es lo que se llama impropriamente fruto y constituye el objeto de consumo. La superficie del falso fruto está provista de los aquenios, que pueden utilizarse para multiplicar la planta (Sobrino y Sobrino, 1989).

Importancia del Cultivo

Industrial y alimenticia

Juscafresa e Ibar (1987), mencionan que la precocidad, el agradable sabor y perfume de estos frutos, se puede considerar como uno de los manjares predilectos que nos ha ofrecido la naturaleza, además de las propiedades terapéuticas que contienen, hace que esta deliciosa fruta, antes privilegio de las clases opulentas, actualmente sea un postre de alto consumo en todas las clases sociales, es combinada con otras frutas, nata y helados. Además de su consumo en fresco, son absorbidos por las industrias para la extracción de jugos, fresas congeladas y esencias, así como para la elaboración de combinados, mermeladas, conservas y licores.

La fresa contiene diversos azúcares como glucosa y sacarosa, además de vitaminas B1, B2 y gran cantidad de vitamina C, aunque esta disminuye cuando los frutos son dañados, también están presentes algunos ácidos orgánicos como el cítrico, tartárico y salicílico (SARH, 1994).

Económica

El cultivo de la fresa en México se inició a mediados del siglo pasado, en el estado de Guanajuato, con las variedades procedentes de la región de Lyon, Francia. En un principio, esta producción apenas incipiente, se concretaba a cubrir las necesidades del mercado doméstico; sin embargo, no fue sino hasta 1950, cuando su importancia fue en aumento, debido a la creciente demanda por parte de los Estados Unidos, a fin de complementar su consumo durante el periodo invernal. Fue precisamente la posibilidad de exportación, lo que originó que la instalación de congeladoras y empacadoras proliferara en la región fresera de Guanajuato y se extendiera al estado de Michoacán (Aserca, 1998).

Hoy en día, aunque la fresa ocupa menos del uno por ciento de la superficie total dedicada a la agricultura, guarda un lugar importante por el papel económico en el ámbito regional por el gran número de empleos que se genera en la época de cosecha, y por las diversas actividades en las empacadoras, así como las grandes inversiones que se canalizan para su producción. Mientras que en el caso nacional, la importancia radica principalmente en la generación de divisas por concepto de exportación (Aserca, 1998).

Aserca (1998), menciona que la producción nacional total es de 119,148 toneladas anuales y los estados que más destacan son Michoacán, Guanajuato, Baja California con un 52, 27 y 15 por ciento de la producción respectivamente. De la producción nacional se exporta aproximadamente el 30 por ciento y, de éste, el 95 por ciento se destina a la Unión Americana, en fresco y congelado

Entre las variedades que actualmente se cultivan y comercializan tanto en el mercado nacional como el internacional podemos mencionar a la Pájaro (o pico de Pájaro como se conoce en algunas regiones del país), Chandler, Selva, Oso grande, Seascape, Camarosa, Parker y Fern (Aserca, 1998).

Aserca (1998), reporta que la producción mundial es 2,581.86 miles de toneladas anuales y los países que más destacan son Estados Unidos con 27.56 por ciento, España con 9.76 por ciento, Japón con 7.71 por ciento, Polonia con 6.67 por ciento, e Italia con 6.82 por ciento. Los principales países demandantes son Alemania, Francia, Canadá, R. Unido y Estados Unidos.

Importancia De Las Enfermedades de Postcosecha

Las enfermedades en postcosecha de productos hortícolas ocurren después de la cosecha, desde la finca del productor hasta el consumidor final,

pasando por todas las etapas de transporte, empaque, almacenamiento y comercialización (Henz, 1992).

Agrios (1985), cita que las pérdidas debidas a las enfermedades de postcosecha se estiman en un 10 a 30 por ciento de la producción total de los cultivos, y en algunos cultivos perecederos no son raras las pérdidas superiores al 30 por ciento sobre todo en países en vías de desarrollo. Así mismo estas pérdidas son directas, es decir, disminuyen la calidad y cantidad de los productos afectados.

El mismo autor 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. Señalando a los Deuteromycetes como la causas más comunes e importantes de las pudriciones de postcosecha.

No existe un método generalmente aceptado para evaluar las pérdidas en postcosecha de productos frescos. Cualquiera que sea el método de evaluación utilizado, el resultado solo es válido para la situación concreta a la que se refiere (FAO, 1989).

Arauz (1992), considera que los hongos pueden comenzar el proceso de la enfermedad de dos formas distintas: infección en precosecha e infección en postcosecha. En la primera de ellas varios géneros de hongos patógenos como *Colletotrichum*, *Diplodia*, *Phomopsis*, *Botrytis*, *Alternaria* y *Fusarium* sobreviven y esporulan en lesiones de tallos, hojas y partes florales de frutas y hortalizas.

En el Cuadro 1 citado por Mass (1981), presenta una relación de hongos que causan pudriciones en el fruto de la fresa. Aquellas que se encuentran en negritas son las enfermedades que causan mayor daño o se presentan con mayor frecuencia en postcosecha.

Cuadro 1. Relación de hongos que causan pudriciones en frutos de fresa.

Patógeno	Referencia
<i>Alternaria sp.</i>	Freeman (1977)
<i>Botrytis cinerea</i>	Jarvis (1977)
<i>Colletotrichum sp.</i>	Beraha y Wright (1973), Howard (1971), McGechan (1977)
<i>Gloeosporium sp.</i>	Mass (1978)
<i>Gnomonia fructicola</i>	Alexopoulos y Cation (1952)
<i>Mucor spp.</i>	Cohen (1975), Dennis (1975)
<i>Mycosphaerella fragariae</i>	Damaree (1938, Nichols (1960)
<i>Penicillium sp.</i>	Freeman (1977)
<i>Peronospora sp.</i>	Dale (1961)
<i>Pestalotia longisetula</i>	Howard (1973), Kenneth <i>et al</i> (1968)
<i>Phytophthora cactorum</i>	Rose (1924), Wright (1964)
<i>Phytophthora parasitica</i>	Felix (1953)
<i>Rhizoctonia solani</i>	Crowell (1940),
<i>Rhizopus sexualis</i>	Dannis (1975)
<i>Rhizopus stolonifer</i>	Dannis (1977), Khalid (1976)
<i>Sclerotinia sclerotiorum</i>	Alacorn (1966)
<i>Sclerotium rolfsii</i>	Nolan (1935)
<i>Septoria fragariae</i>	Ogilvie (1932)
<i>Sphaerotheca humuli</i>	Horn <i>et al</i> (1972)

Uso de extractos vegetales en el control de enfermedades en postcosecha

Las plantas durante su evolución han logrado desarrollar diversos mecanismos de defensa contra los patógenos, uno de ellos es el desarrollo de metabolitos secundarios con propiedades antimicrobianas. Diversos autores han estudiado las posibilidades de aplicación de estos solventes para el control de microorganismos fitopatógenos (Montes *et al.* 1990).

Hernández y Granados (1992), mencionan que el descubrimiento de plantas con propiedades fungicidas o fungistáticas pueden considerarse como una alternativa de uso para el control de enfermedades en postcosecha ya que el uso constante de productos químicos puede originar resistencia en los patógenos y algunos por toxicidad pueden ocasionar daños a la salud y/o al medio ambiente.

Los mismos autores detectaron a nivel *In Vitro* que los extractos de leguminosas no inhiben el desarrollo de los hongos que atacan en postcosecha como *Aspergillus*, *Penicillium*, *Monilia*, *Btryodiplodia* y *Rhizopus*.

Gerardo *et al.* (1995), evaluaron *In Vitro* el extracto de semilla de toronja contra patógenos del tomate en postcosecha, a concentraciones de 1,000 a 5,000 ppm de ingrediente activo. Siendo *Geotrichum candidum* inhibido en un 94 y 100 por ciento a concentraciones de 2,000 y 3,000 ppm, *Alternaria alternata* en 94 y 100 por ciento a 1,000 y 2,000 ppm; mientras que *Rhizopus stolonifer* fue inhibido en 87 por ciento a 5,000 ppm.

Características de *Botrytis cinerea*

Importancia y distribución

Es uno de los patógenos más comunes y más ampliamente distribuidas en hortalizas y frutales a nivel mundial en campo, invernadero, transporte y almacenamiento. El agente causal es el hongo *Botrytis cinerea* el cual nos reduce notablemente los rendimientos al impedir que se formen los frutos cuando el ataque ocurre durante las primeras fases de su desarrollo. Además causa la pudrición de los frutos ya desarrollados, tanto en el campo como durante su transporte y almacenamiento, ocasionando pérdidas considerables que pueden llegar a ser totales si las condiciones ambientales le son favorables (Agrios, 1985; Martínez y Del Río, 1975; Mendoza y Pinto, 1985).

Clasificación taxonómica

Reino:	Mycetae
División:	Eumycota
Subdivisión:	Deuteromycotina
Clase:	Hyphomycetes
Orden:	Moniliales
Familia:	Moniliaceae
Genero:	Botrytis
Especie:	<u>B. cinerea</u>

(Alexopoulos y Mims, 1996)

Síntomas

En los frutos en maduración el síntoma típico es una lesión café claro, oval o redondeada, ligeramente blanda, pero no acuosa que después se torna café rojizo y cubierta por un crecimiento grisáceo y polvoso, que al avanzar la enfermedad puede llegar a cubrir todo el fruto y posteriormente secarlo y momificado (Mendoza, 1991).

Cuando el ataque ocurre durante el estado de flor o fruta muy pequeña, generalmente la infección se extiende hacia el cáliz y pedúnculo, produciendo una deshidratación total y posteriormente la muerte. En frutos desarrollados, próximos a madurar, los síntomas empiezan con la pérdida de su firmeza y posteriormente aparecen manchas descoloridas y opacas (Martínez y Del Río, 1975).



Figura 1. Síntomas del moho gris *Botrytis cinerea* de fresa (Sikora, 1996).

También se le conoce como pudrición seca; es una enfermedad altamente destructiva que se puede manifestar en el fruto en dos formas características: una es comenzando a atacar por el extremo del pedúnculo y la otra es en la parte apical del fruto. El tejido del fruto, cuando comienza a ser atacando, es ligeramente de color café y blando (Powelson, 1960).

Etiología

De acuerdo a Agrios (1985), menciona que el agente causal del moho gris de fresa, está ubicado dentro de la familia Moniliaceae. El hongo produce abundante micelio gris y varios conidioforos largos y ramificado, cuyas células apicales redondeadas producen racimos de conidios ovoides, unicelulares, de color gris, los racimos de conidios se asemejan a un racimo de uvas

Indica que el patógeno *Botrytis cinerea* produce conidióforos septados, grandes y gruesos (más o menos 10 μ de diámetro), café oscuro, ramificados en la parte distal, con ápices hinchados y pequeños esterigmas productores de

conidios lisos, unicelulares, café claro, de elipsoidales a ovoides de un promedio de 13.0 X 7.4 μ (Mendoza, 1991).

Epifitiología

Según Devaux (1978), citado por Paulus (1990), reporta que la humedad es el factor más importante que regula el suceso del moho gris. Las lluvias frecuentes inducen la máxima incidencia de la enfermedad. Las condiciones optimas en campo para el desarrollo de esta son de un ambiente de 15 a 20 °C con 90 por ciento de humedad relativa.

Agrios (1985), cita que el moho gris muestra mayor severidad en ambientes húmedos y moderadamente fríos (18 a 23 °C) para que se desarrolle adecuadamente, esporule, libere y germinen sus esporas y para que produzca la infección. También este patógeno muestra actividad incluso a bajas temperaturas y produce pérdidas considerables en cosechas que se han de almacenar durante largos periodos, aun cuando las temperaturas estén entre 0 y 10 °C.

Epidemiología

De acuerdo a Deacon (1988), el agente causal del moho gris en fresa se conoce mejor como un parásito de las frutas blandas, no especializado que ataca a una amplia gama de plantas, pero solo si sus tejidos comienzan a envejecer o han sido dañados, con frecuencia coloniza los pétalos de las flores en proceso de envejecimiento y los puntos donde éstas se desprenden del fruto subyacente (es decir, "heridas naturales").

El mismo autor menciona que se ha demostrado que las esporas de *Botrytis cinerea* no germinan en presencia del micelio progenitor. Esto se puede interpretar como medio de asegurar que sean dispersadas antes de germinar y

se considera como un invasor secundario común de los tejidos dañados por parásitos primarios.



Figura 2. Esporulacion de *Botrytis cinerea* durante floración (Walker, 1998).



Figura 3. Infección con esporas de *Botrytis cinerea* en campo (Walker, 1998).

Martínez y Del Río (1975), citan que la infección causada por el patógeno se lleva acabo de diferentes maneras: por acarreo de esporas por el viento y agua, por el contacto de los frutos con el suelo o con otros que estén enfermos. Si las condiciones son favorables el daño ocurre no importa en qué estado de desarrollo se encuentre el fruto.

Sommer (1981), menciona que si la fruta entra en contacto con el suelo, esta se puede invadir por el micelio del hongo y si esta fruta se empaca, los micelios invaden a una fresa sana adyacente.

Funt *et al* (1997), reporta que la infección ocurre realmente durante floración, entra a la fruta a través de las partes florales donde es inactiva y cuando el fruto se madura generalmente el hongo llega a ser activo y ocurre la descomposición.

Ciclo biológico

El hongo sobrevive como micelio y esclerocios sobre o dentro de los residuos de cosechas y en el suelo, estos germinan y producen conidióforos que después forman conidios que al ser liberados pueden atacar plantitas al nivel del cuello, también infectan flores (pétalos), hojas y frutos; en donde los conidios germinan, penetran e invaden los tejidos, desintegrando las células en su alcance, ocasiona las pudriciones sobre las cuales se desarrollan conidióforos y conidios que forman la capa o moho gris, se liberan de nuevo y atacan otras plantas; cuando las condiciones son favorables forman sobre las pudriciones los esclerocios de los cuales le sirven como estructuras de sobrevivencia (Agrios, 1985; Mendoza, 1991).

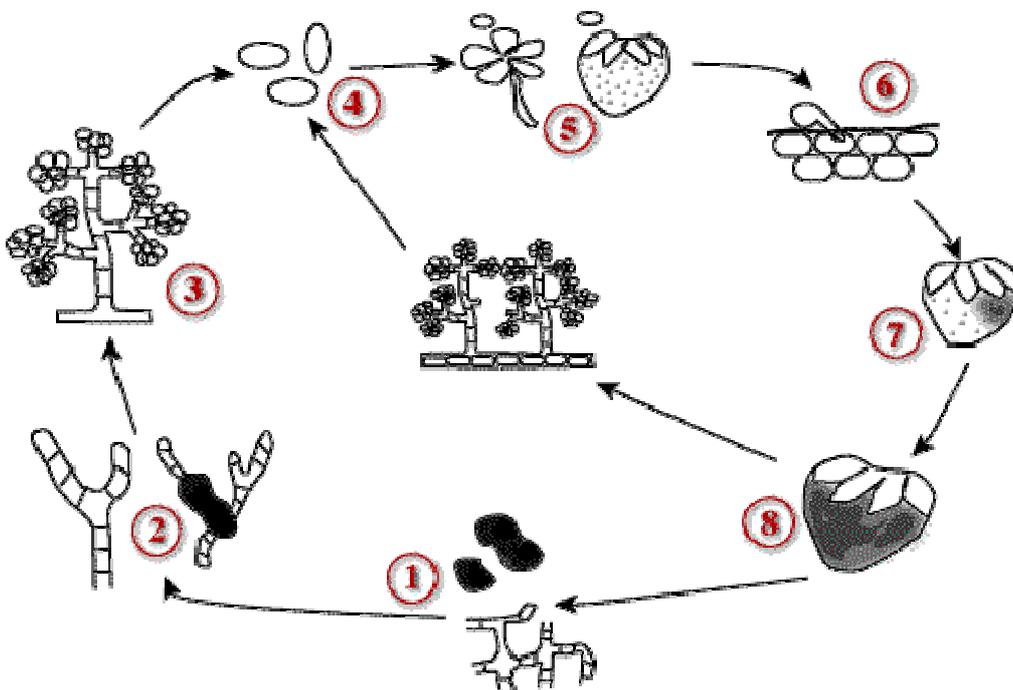


Figura 4. Ciclo biológico de la enfermedad moho gris *Botrytis cinerea* de fresa. (Agrios, 1985).

En otros reportes mencionan que los esclerocios de *Botrytis cinerea* germinan para producir conidioforos, pero pueden también producir una fase perfecta de *Sclerotinia*, en la que las ascosporas se forman en un apotecio, pero esta fase se encuentra raramente en la naturaleza (Agrios, 1985; Mass, 1984).

Cosecha y Manejo de Postcosecha

Kirschbaum (1998), menciona que dentro del manejo de postcosecha se llevan a cabo ciertas operaciones las cuales pueden ser divididas en dos etapas:

1) Cosecha y transporte de fresa desde el campo hasta la planta de enfriado.

2) Manejo del producto en la planta de enfriado:

- Descarga del producto paletizado en la puerta de las cámaras de enfriado.
- Se inicia con el pegado de rótulos identificatorios en cada caja y finaliza con la carga del camión frigorífico que la llevará a diferentes ciudades para su distribución.

Davalos *et al.* (1985), mencionan que la producción de fresa, se inicia entre los 70 y 80 días de ser transplantada a la huerta. Esto es a fines de octubre y continúa hasta junio. En esos ocho meses de cosecha, la máxima producción ocurre en marzo y abril, de noviembre a febrero se cosecha del 30 al 40 por ciento de la producción total y de marzo a junio el resto.

Los mismos autores reportan que la fresa que se va a exportar en fresco se debe cosechar a tres cuartos de maduración, comúnmente se le llama

“rayada” y la fresa para vender al mercado nacional en canasta, se prefiere completamente madura.

Branzanti (1989), menciona que la recolección se efectúa en numerosas pasadas ya que depende del clima, si hay temperaturas muy elevadas se realiza a diario, y debe tener lugar preferiblemente después que los frutos se hayan secado del rocío o de la lluvia a fin de mejorar la capacidad de resistencia al transporte.

Kirschbaum (1998), indica que la fruta se despoja de la planta con 1 cm del pedúnculo y se coloca en la caja donde permanecerá hasta el momento de ser vendida. Los recolectores realizan cuatro operaciones casi simultáneamente: clasifican y tipifican cuando eligen la fruta que van a cosechar y la embalan. Una vez que ambas están llenas, el operario las lleva hasta un camión estacionado en el lugar sombreado del mismo campo. El peso de la caja terminada en este caso es de 3.6 kg (ocho estuches de casi 500 gr). La ventaja de los estuches es la mejor tolerancia al transporte y la preferencia de los consumidores por poder ver casi todas las frutas dentro del envase.

Juscafresa e Ibar (1987), mencionan que hay dificultad en la recolección después de una lluvia persistente, por quedar el fruto enterrado, en cuyo caso no queda otra alternativa que escoger solo los menos embarrados y menos maduros. Si el productor tiene acceso rápido al mercado queda el remedio de lavar el fruto en agua limpia revolviendo ligeramente los frutos y después bien escurridos pueden ofrecerse sin demora al mercado.

La selección de la fruta se hace de acuerdo con el mercado al que se dirige, lo mismo que el empaque. Estas labores se inician en el momento de la cosecha, cuando se separan las frutas de acuerdo con su calidad y se empacan ahí mismo. La fruta fresca para exportación es la de mejor calidad la cual debe seleccionarse y empacarse debidamente en el mismo momento de la cosecha y

estas no pueden ser lavadas ni contener ninguna suciedad o materia extraña (MAG, 1991).

Arias (1989), menciona que en la región de Zamora, Michoacán la fresa es trasladada a un lugar sombreado, se encuentran unas mesas grandes en las cuales realizan la selección de la fruta que es pasada poco a poco a unas charolas con orificios que indican los diferentes tamaños de fruta y en base a esto se selecciona el tamaño que requiera el mercado en ese momento, toda la fruta podrida es eliminada, la deforme, muy madura, chica o quebrada es acomodada en cajas de madera y se destina al mercado nacional o proceso. El lavado de la fruta inmediatamente después de la cosecha con una solución al 1 por ciento de sal sódica del ácido Dehidroacético, permite que el fruto dure más tiempo sin pudriese.

El mismo autor menciona que la fruta seleccionada es acomodada en canastillas con aproximadamente unos 450 gramos, las cuáles a su vez son introducidas en cajas de cartón a la cuál le cabe 12 canastillas, este empaque es especial para destinarse a la exportación. Del terreno debidamente seleccionada, es llevada a las congeladoras, de donde es distribuida la que se exporta a Estados Unidos de Norteamérica, Canadá, Francia, Japón y la destinada al mercado nacional se manda a ciudades como México D.F., Guadalajara, Monterrey, Torreón, Querétaro, Celaya y otras.

Kirschbaum (1998), menciona que inmediatamente después de cosechar la fresa se llevan acabo las siguientes operaciones:

1. Carga de las cajas en los palets del camión: Las cajas se ubican sobre palets hasta completar las 112 cajas/palet. Las medidas de los palets se estandarizaron en 1 m x 1 m. Esta cantidad y disposición de las cajas dan firmeza al palet y permiten un buen enfriado del mismo.

2. El transporte a la planta de enfriado: Es en camiones abiertos, cuando la finca está a menos de 20 kilómetros de las instalaciones de enfriado, y en camiones refrigerados si la distancia es mayor. El objetivo es reducir el calor de campo de la fruta en el menor tiempo posible, hasta alcanzar 1 °C, para no acortar la vida en el producto.

3. Descarga de los palets en la planta de enfriado: El camión arriba a estas instalaciones, un autolevador le retira los palets. Luego de la descarga, el productor recoge nuevos envases. El empaque arma los envases y se los provee al productor.

4. Rotulado de las cajas: Pegado de rótulos en cada caja, es necesario para identificar al productor, día de cosecha y variedad. El objetivo de esta tarea es poder seguir al producto e identificar rápidamente el origen de probables problema si se reciben quejas de los compradores.

5. Pre-enfriado: La fruta es colocada en cámaras de pre-enfriado, el sistema de enfriado es por aire forzado, el cual bloquea el aire y lo obliga a circular entre a través de las cajas. El diseño de las cajas y la forma en que éstas son apiladas en el palet hacen a la eficiencia de este sistema.

6. Operación de pre-enfriado: Cada hora que la fruta permanece a 27 °C, la vida postcosecha se reduce en un día. El sistema de aire forzado es el recomendado en fresa para bajar rápidamente la temperatura de la fruta a 1 °C. Cuando los palets son descargados en la cámara, se ubican ajustadamente frente al ventilador y contra las paredes de madera laterales. Se utiliza el sistema de cuatro filas de palets. El concepto es hacer circular aire frío a través de la fruta para enfriarla. En el caso de los estuches plásticos, a pesar de tener perforaciones, el volumen de aire que pasa es menor y por lo tanto el tiempo de enfriado es mayor. El enfriamiento termina cuando la temperatura exterior de la fruta llega a 1 °C , se cubren con una cobertura los palets con films de

polietileno. El palet es completamente cubierto por una bolsa de polietileno con el fin de hermetizarlo para la inyección del CO₂

7. Atmósfera modificada: El sistema depende esencialmente del CO₂. , la cobertura plástica evita el escape del CO₂ y las fresas deben ser pre-enfriadas antes de ser cubiertas con el film de polietileno para evitar condensación de agua por respiración. Los inyectores se introducen al palet haciendo una punción en el film. Una aspiradora extrae el O₂ del palet y luego invierte el flujo para inyectar CO₂, sellando luego el orificio. Durante el transporte, la fruta al respirar consume el O₂ y libera más CO₂.

8. Almacenamiento en cámara de frío: Varía con la época del año, estado del tiempo y las condiciones de la fruta. En primavera la fruta debe ser despachada en el día porque apenas le quedan 2-3 días de vida en estante. La temperatura de almacenaje es de 1 °C.

9. Despacho de la fruta en camiones frigoríficos: En esta fase es importante que los otros productos transportados tengan requerimientos similares a la fresa, la temperatura de transporte es de 4 °C.

Sobrino y Sobrino (1989), mencionan que dentro del manejo de la fruta esta es almacenada en cámara de frío para su conservación, y disposición del fruto según las necesidades de comercialización, y a continuación se presenta una lista relacionada con la conservación de la fruta en función a la temperatura:

A 30 °C se ha de consumir en el día de la recolección

A 10 °C se mantiene durante 3 días

A 4 °C se mantiene durante 7 días

A 2 °C se mantiene durante 10 días

Métodos de Control de *Botrytis cinerea*

El control de las enfermedades en postcosecha debe empezar en el campo. Un manejo adecuado durante la cosecha y en las etapas subsecuentes puede disminuir los daños mecánicos y consecuentemente la incidencia de enfermedades. Varios tratamientos físicos y químicos han sido usados en el control de enfermedades en postcosecha, y más recientemente el control biológico (Henz, 1992).

Control físico

García *et al.* (1996), en experimentos realizados mencionan que los tratamientos por inmersión en agua a una temperatura 45 °C produce el mejor control del patógeno *Botrytis cinerea* y no afecta la calidad de la fruta .

En otras investigaciones citan que con tratamientos con aire caliente forzado a una temperatura de 43 °C y humedad relativa al 98 por ciento por 30 minutos se tiene un buen control del patógeno antes mencionado (Kitinoja y Kader, 1995)

Saks *et al.* (1996), mencionan que el uso de la luz blanca fluorescente a 2 °C retrasa los síntomas de *Botrytis cinerea* en fruta de fresa y el tratamiento con luz normal no elimina el desarrollo del hongo sino retarda su emergencia.

Sommer (1988), cita el uso de atmósferas modificadas mediante altos niveles de bióxido carbónico (entre 10 y 15 por ciento), bien sea para transportación aérea o terrestre. Este tipo de atmósferas pueden lograrse en el interior del camión o vagón, mediante la introducción directa de dicho gas o por sublimación de hielo seco.

La refrigeración con toda probabilidad es uno de los mejores métodos que se utiliza para el control de esta enfermedad a temperaturas de -0.5 a 0 °C y humedad relativa de 85 al 90 por ciento se logra un periodo máximo de conservación de unos doce a quince días. El punto de congelación se sitúa en -1.1 °C (Mitcham *et al.* 1996; Molinas y Duran, 1970).

Control químico

Según la FAO (1989) y Micham *et al.* (1996), citan que el uso de fungicida en postcosecha de fresa ofrece una desventaja adicional al producto, la misma agua permite tener un deterioro en la vida de anaquel de la de fruta, así como hacer cualquier inmersión en general ya que estas soluciones pueden acelerar el proceso de descomposición. Según Branzanti (1989) menciona que fruta que se va a transportar a largas distancias se inyecta a presión, traspasando el plástico, un fungicida en forma gaseosa como el Thiabendazol.

Mass (1971), citado por Pantástico (1979), en experimentos realizados mencionan al benomyl en concentraciones de 340 y 680 ppm, controló de manera efectiva a *Botrytis cinerea* cuando se sumergieron las fresas 24 horas antes de hacer la inoculación, pero no cuando se sumergieron 24 horas después.

Esta enfermedad requiere de tratamientos preventivos para reducir los daños en postcosecha evitando que los frutos tengan escasa o nula toxicidad para el hombre, por lo que se recomienda las aspersiones o espolvoraciones al inicio de la floración con captan, thiram o benomyl (Agrios, 1985).

Gleason *et al.* (1997) en investigaciones realizadas evaluaron varios productos biológicos en campo contra el moho gris en fresa, tomando como referencia de su evaluación las infecciones del cáliz tres días después de la cosecha, donde obtuvieron buenos resultados con cinco aspersiones Gray

Gold y Gray Gold alternado con Harpin dieron un control perceptiblemente mejor que el control convencional de fungicidas (Ronilan + Captan), este experimento no fue sujeto a la prueba estadística.

Ellis *et al.* (1998), detectaron en sus investigaciones que las aplicaciones foliares de CaCl_2 no reducen la incidencia del moho gris en cosecha y durante postcosecha. Pero las aplicaciones foliares del viclozolin más captan aplicado en el mismo horario que el CaCl_2 redujeron la incidencia de este patógeno en cosecha y postcosecha.

Agrios (1985), menciona que se han encontrado cepas de *Botrytis spp.* que son resistentes al benomyl, dicloran, iprodione e incluso al captan en varios cultivos incluyendo a la fresa, es por ello que es recomendable utilizar diferentes fungicidas o diferentes combinaciones de ellos para disminuir la aparición y el establecimiento de cepas resistentes.

Control biológico

Agrios (1985), señala que la aplicando varias aspersiones de esporas del hongo *Trichoderma* sobre flores y frutos jóvenes de plantas de fresa reducen las pudriciones de precosecha y postcosecha causadas por *Botrytis cinerea*.

Lima *et al.* (1997), citan que *Aurebasidium pullulans* y *Candida oleophila* son efectivos antagonistas de *Botrytis cinerea* y *Rhizopus stolonifer* cuando estos son aplicados en floración en cultivares Chandler y Pájaro.

Control cultural

Branzanti (1989), cita que para reducir considerablemente la incidencia de *Botrytis cinerea* es recomendable realizar las siguientes practicas:

- 1) Surcos altos.
- 2) Cuidado perfecto de los drenajes.
- 3) Acolchado para evitar el contacto de los frutos con el terreno.
- 4) Limpieza de residuos vegetales tales como hojas viejas y frutos afectados.
- 5) Quitar de los contenedores los frutos en los que haya empezado la infección o los lesionados.
- 6) En cultivos protegidos realizar constantes ventilaciones.

Cuidados

Sommer (1981), señala que para tener buenos resultados de control de enfermedades posteriores a la cosecha consisten en:

- 1) Tener el máximo cuidado para no empacar frutas infectadas
- 2) Tener cuidado de no dañar la fruta durante el corte y el manejo de empaque.
- 3) El rápido enfriamiento a temperaturas cercanas a 0 °C
- 4) El uso de camiones trailers refrigerados, de gran velocidad, para la entrega de la fruta a los mercados norteamericanos o aviones para embarques transoceánicos.

Descripción de los Productos Empleados

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

Captan

Es un excelente fungicida y seguro que se utiliza en el control de manchas foliares, tizones, pudriciones del fruto, etc., de algunos frutos, hortalizas, céspedes y plantas de ornato. También se utiliza como un compuesto protector de las semillas de algunas hortalizas flores y pastos, así como en el baño de postcosecha de algunos frutos y hortalizas (Agrios, 1985).

Formula empírica: $C_9H_8Cl_3NO_2S$

Composición

	% en peso
Ingrediente activo:	
N-(triclorometil) tio)-4-ciclohexen-1,2-dicarboximida	50.0
Ingredientes inertes:	
Diluyente, dispersante y compuestos relacionados	<u>50.0</u>
Total	100.0

Formulación: Polvo humectable 50%

Categoría toxicologica: IV

Tipo: fungicida del grupo de las carboximidias de contacto

Propiedades físicas

Apariencia:	Cristales blancos
Peso molecular:	300.59

Gravedad específica:	1.74
Densidad:	1.74 gr./ml.
Punto de fusión:	178 °C
Solubilidad:	Agua, acetona, ethanol
Incompatibilidad:	No mezclar con aceites
Estabilidad:	Inestable en medio alcalino

Toxicología

DL ₅₀ oral:	9000 mg/kg para rata
IDA :	0.1 mg/kg para el hombre
Efecto al medio ambiente:	Tóxico a peces
Efecto a la salud:	Ligeramente peligroso, puede causar reacción alérgica en la piel
Precauciones:	Los generales para el manejo de plaguicidas
Tratamiento por intoxicación:	Sintomático

(Cicoplafest, 1994)

Modo de acción

Es un inhibidor no específico de la respiración que reaccionan con las enzimas que contienen SH y aminoácidos NH₂ (Deacon, 1988., Agrios, 1985).

Dosis y formas de aplicación

Tratamientos al suelo: Para prevenir enfermedades como: Secadera (Damping –off) y pudrición de raíz. En almácigos y transplante de plantas

aplíquese a razón de 100 a 150 gramos por 100 m² ó 250 gramos por cada 100 litros de agua.

Tratamientos postcosecha: Puede aplicarse por inmersión o aspersión, par prevenir la pudrición de frutas y legumbres, durante su almacenamiento y transporte, principalmente por *Rhizopus spp.*, *Botrytis spp.*, *Gloeosporium spp.*, se aplican 300 g/100 litros de agua y tratamiento ha cajas con las que empacan con una suspensión de 250 gramos por cada 100 litros de agua, antes del empaque (DEAQ, 1994).

Citricidin

NutriTeam (1999), describe al producto como fungicida y bactericida de amplio espectro y preservativo natural de vegetales, frutas y flores. Obtenido de la pulpa y semillas de toronja (*Citrus paradisi*). Distribuido en México por industrias Carpe S.A de C.V.

Composición

	% en Volumen
Extracto de semilla de toronja:	60.0
Glicerina U.S.P:	<u>40.0</u>
Total:	100.0

Propiedades físicas

Descripción Química:	Difenol hidroxibenzeno
Apariencia:	Líquido viscoso pesado
Color:	Amarillo limón
Peso molecular:	565

Gravedad específica:	1.110	a 25 °C
Densidad:	9.37	Lb./gal.
pH:	2.5 - 3.0	a 25 °C
Punto de inflamación:	292 °F	
Viscosidad:	134.91	
Solubilidad:	Agua, alcohol y solventes orgánicos	

Toxicología

DL₅₀ : 5,000 mg /kg de peso vivo

Modo de acción

Los estudios indican que el efecto antimicrobial de este producto se localiza en la membrana citoplasmica del patógeno en donde previene la síntesis de aminoácidos (NutriTeam, 1999).

Dosis y formas de aplicación

En agricultura se usa como bactericida y fungicida en precosecha y postcosecha dosis entre 50 ppm a 250 ppm. frutas y hortalizas con enjuagues de 2.5 ml. por litro de agua, y flores atomizando con una mezcla de 0.25 ml. por litro de agua. Se mezcla perfectamente en agua hasta que se disuelva completamente. Es incompatible con los agentes humectantes aniónicos y si el agua tiene un alto contenido de minerales la eficiencia disminuye (NutriTeam, 1999).

Frutwax

Biocampo (1999), define al Frutwax como un compuesto orgánico derivado de xerófitas cuya acción principal es proteger a las frutas y retardar su maduración sin alterar sus características físicas, químicas y organolépticas. El ingrediente activo es el $C_{24} H_{88} O_3 S_2$: Ditio Isopentenil Dodecanoato Eicocilo integrado por un grupo de compuestos xerófilos con la acción antitranspirante e inhibir de la síntesis del etileno en la testa de la fruta.

Composición

	% en volumen
Extractos de origen vegetal como fuente del ingrediente activo	
(Ditio Isopentenil Dodecanoato Eicocilo; 230 g/lit)	66.40
Acondicionadores orgánicos	<u>33.60</u>
Total:	100.0

Características generales

Es una solución 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./L. Su aplicación no requiere de 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, la aplicación del producto puede conservar la fruta desde 15 hasta 30 días sin afectar sus características y depende del tipo de fruto.

Modo de acción

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

A través de este mecanismo, permite que la fruta a la que se le aplica se conserve por períodos considerablemente largos, en cualquiera de sus diferentes etapas de maduración. El producto 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 y, consecuentemente, permite la conservación de la fruta, facilita su transporte y en la mayoría de los casos.

Dosis y forma de aplicación

1. **Frutas:** Por aspersión o inmersión con 15 a 20 cc de producto por cada litro de agua dura entre 15 a 30 días de conservación en condiciones ambientales y de 3 a 4 meses de conservación en condiciones de refrigeración las frutas son Aguacate, Cítricos, Banano, Cucurbitáceas, Piña, y Mango. Frutas templadas como Uva, Tomate, y Guayaba con 8 a 10 cc de producto por cada litro de agua dura entre 25 a 30 días de conservaciones ambientales y de 3 a 4 meses en condiciones de refrigeración.
2. **Hortalizas de Bulbo y Tubérculos:** Por aspersión o inmersión con 10 a 15 cc de producto por cada litro de agua dura entre 25 a 30 días de

conservación en condiciones ambientales y de 3 a 4 meses de conservación en condiciones de refrigeración, hortalizas como Cebolla, Ajo y Papa.

3. **Hortalizas de Hoja y de Fruto:** Por aspersion o inmersión con 5 a 8 cc de producto por cada litro de agua dura entre 15 a 30 días de conservación en condiciones ambientales y de 3 a 4 meses de conservación de refrigeración (col, espinaca, pimiento y chile)
4. **Flores:** Por inmersión hasta 5 cm de la base de la flor con 5 a 8 cc de producto por cada litro de agua dura de 5 a 30 días de conservación en condiciones ambientales y de 3 a 4 meses de conservación en condiciones de refrigeración.

Sedric

Biocampo (1999), define al Sedric como un producto natural concentrado al 65 por ciento el cual es elaborado a partir de extractos de plantas desérticas, cultivadas a nivel de micropropagación eliminando así la deforestación del desierto. Los procesos de extracción son convencionales proporcionando la máxima explotación de las plantas y su aprovechamiento enzimático. Es un producto de fácil manejo que permite la inhibición de hongos y bacterias de cultivos en forma preventiva, así como desinfección de suelos.

Composición

	% en volumen
Acido hidroclico (orgánico)	5.00
Enzimas, extractos y activadores orgánicos	65.00
Agente surfactante y humectante orgánico	<u>30.00</u>
Total:	100.0

Características físicas

Punto de ebullición:	33.6 °C
Presión de vapor, 20 °C	17.5 mm.
Densidad de vapor:	20.7
Solubilidad en agua:	Soluble en agua 100 por ciento
Apariencia y olor:	Aroma ligero y color café
Gravedad específica en agua:	1.03
Por ciento de volatilidad:	Ninguna
Nivel de evaporación:	Igual que el agua

Modo de acción

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

Dosis y formas de aplicación

El control de hongos fitopatógenos se efectúa en forma foliar y suelo, en la mayoría de los cultivos se aplican desde 3.0 a 5.0 litros por hectárea aplicados en aspersión dirigido a la zona de infección. Tratamientos a tubérculos y frutos en postcosecha: Para la desinfección de tubérculos y otros

frutos cosechados es recomendable un tratamiento por inmersión o aspersión de acuerdo con las condiciones de almacenaje. Para lo anterior se recomienda utilizar una solución de Sedric al 3.0 a 4.0 por ciento en relación con agua. Este tratamiento nos 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 vehículos donde se transportan los productos.

MATERIALES Y MÉTODOS

Ubicación del Experimento

Este estudio se realizó durante el periodo de abril a mayo de 1999 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* del moho gris de la fresa del producto químico convencional Captan y productos orgánicos derivados de extractos vegetales, se estableció un experimento bajo condiciones controladas en laboratorio.

Aislamiento y Purificación

La recolección del tejido vegetal enfermo fue obtenido de frutos con señales visibles de infección, con procedencia de la región de Irapuato, Guanajuato. Se llevaron los frutos al laboratorio y se procedió a hacer cortes de tejido con síntomas aparentemente causados por *Botrytis cinerea*, se tomaron las muestras del tejido para ser lavadas con agua esterilizada y desinfectadas con hipoclorito de sodio al 3 por ciento, una vez que se eliminó los restos de hipoclorito con agua estéril, con las pinzas de disección a punta de mechero se llevó a cabo la siembra en una cámara de transferencias usando cajas de petri en medio de cultivo de Papa Dextrosa Agar (PDA).

Las cajas se incubaron durante seis días a dos diferentes temperaturas, los primeros tres días a $24\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}$ y el resto a $4\text{ }^{\circ}\text{C}$, fueron observadas a diario durante los seis días. En cajas donde hubo crecimiento se procedió a identificar

el patógeno, realizando laminillas para su observación en el microscopio y con claves para la identificación de patógenos de Barnett y Hunter (1985).

Después de haber hecho las observaciones, se observó que el supuesto patógeno no estaba fructificado, por lo que se transfirió a un medio de cultivo específico, obteniendo así buenos resultados, el cual se presenta a continuación:

Medio de Cultivo Especifico para la Esporulación

Ingredientes:

Extracto de levadura	2.50	gr.
Extracto de malta	7.50	gr.
Caseína hidrolizada	0.25	gr.
Nucleato de sodio *	0.1	gr.
Solución de microelementos **	1.0	ml.
Caldo Czapek-Doz	1.0	litro

* Se sustituyó por Acetato de sodio (1 gr.)

** La solución de microelementos contiene, por litro de agua:

$\text{Fe}(\text{NO}_3)_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$	723.5	mg
$\text{ZnSO}_4 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$	203.0	mg
H_2MoO_3	2.0	mg
H_3BO_3	2.0	mg

(Sosa *et al.* 1996)

Se mezclan todos los componentes en el caldo Czapek-Dox y se esteriliza en la autoclave.

Una vez teniendo la certeza de que se trataba de *Botrytis cinerea* se iniciaron las resiembras a punta de hifa con la finalidad de purificar la cepa, lo cual se logro después de tres resiembras.

Procedimiento para la Evaluación de los Productos

Se tomo como base las dosis recomendadas comercialmente por el fabricante para cada uno de los productos evaluados, las cuales se presentan a continuación:

Producto	Dosis recomendada
Captan	3.0 gr/lt agua
Citricidin	2.5 ml/lt. agua
Frutwax	10.0 ml/lt. agua
Sedric	3.0 ml/lt agua

Es importante señalar que las dosis que se recomiendan en los productos Frutwax y Sedric no corresponden al cultivo de la fresa , por lo cual estas dosis corresponden a otros cultivos, sin embargo fueron tomadas como base para iniciar pruebas en este cultivo contra el moho gris, ya que estos dos productos tienen poco tiempo en el mercado y solo los mencionan en la etiqueta como inhibidores de hongos y bacterias en general. De estos dos productos únicamente el Sedric tiene reportes de uso contra patógenos.

El Captan su dosis que se reporta si corresponde al cultivo de fresa y al patógeno estudiado ya que este producto esta ya bien establecido como tal y con mucho tiempo en el mercado. El Citricidin no reporta cultivos en especial ni patógenos, la dosis que recomienda esta expresada para frutas, hortalizas y flores en general.

Preparación de tratamientos

Los productos usados contra *Botrytis cinerea* se evaluaron bajo los siguientes tratamientos, preparados en soluciones expresadas en partes por millón (ppm), para preparar las soluciones diluidas que conforman cada uno de los tratamientos se partió de la información que constituye cada producto, (Cuadro 2).

Cuadro 2. Diseño de la preparación de tratamientos.

Tratamiento	Captan (ppm)	Citricidin (ppm)	Frutwax (ppm)	Sedric (ppm)
1	2000	3500	9960	1950 *
2	1500 *	3000	6640 *	1300
3	1000	2500	5312	650
4	750	2000	3984	520
5	500	1500 *	2656	390
6	300	1000	1328	260
7	150	500	664	130
8		227		
9		133		
10		67		
Testigo	0.00	0.00	0.00	0.00

* Dosis recomendadas comercialmente

Desarrollo de la prueba

El medio de cultivo utilizado fue el antes mencionado (especifico para esporulación), para prepararlo se empleó una balanza analítica, con capacidad para pesar diezmilésimas de gramo, el cual se colocó en matraces Erlenmeyer de 250 cc de capacidad, estos se llenaron con un volumen aproximado de 150 cc de medio ya preparado y se esterizaron en auto clave a 121 °C por 20 minutos.

Después de realizar la esterilización fueron colocados en una tina de “Baño María” de tal forma que no se gelificaran. Cuando el medio de cultivo tenía una temperatura aproximada de 42 °C se pasó a cámara de transferencia y cada matraz se le añadió el fungicida en cantidad suficiente para dar finalmente la concentración deseada en partes por millón (ppm).

Las concentraciones para cada tratamiento de Captan se obtuvieron pesando en la balanza analítica. En los tratamientos de Citricidin, Frutwax y Sedric , por su formulación en líquido se midieron con pipetas y micropipetas previamente esterilizadas.

Posteriormente se mezcló perfectamente el producto en el medio de cultivo tratando de que no se gelificara, vertiendo así aproximadamente 30 milímetros de esta mezcla a cada caja de petri, para cada tratamiento se utilizaron 4 cajas de petri.

Cuadro 3. Unidades volumétricas empleadas para preparar 150 ml de medio de cultivo para cada uno de los tratamientos.

Tratamientos	Captan (gr)	Citricidin (ml)	Frutwax (ml)	Sedric (ml)
1	0.300	0.525	2.250	0.450
2	0.225	0.450	1.500	0.300
3	0.150	0.375	1.200	0.150
4	0.112	0.300	0.900	0.120
5	0.076	0.225	0.600	0.090
6	0.045	0.150	0.300	0.060
7	0.022	0.075	0.150	0.030
8		0.040		
9		0.020		
10		0.010		
Testigo	0.000	0.000	0.000	0.000

Una vez solidificado el medio de cultivo en las cajas de petri se procedió a realizar la siembra, colocando al centro de estas un disco de medio de cultivo de 6 milímetros de diámetro con micelio de *Botrytis cinerea* de dos semanas de edad, el cual se extrajo con un sacabocados, después se sello perfectamente con Kleen pack. Las cajas se incubaron en un refrigerador a una temperatura de 4 °C.

Parámetros a Evaluar

La evaluación de esta etapa experimental a nivel laboratorio se realizó en base al crecimiento radial del micelio del hongo y/o supresión de crecimiento en relación con el testigo, el cual se tomo como base para dar fin al experimento. El testigo se toma como el 100 por ciento de crecimiento, trasformando así los datos en base a las lecturas que se obtengan en por ciento de inhibición y por ciento de crecimiento respectivos para cada tratamiento.

La toma de datos del experimento se inicio el 2 de abril de 1999, con ayuda de una regla milimétrica se realizaron las mediciones diariamente hasta completar el llenado de la caja de petri del testigo absoluto aproximadamente a los siete días, se procuró que las lecturas se hicieran a la misma hora cada vez.

Diseño Experimental

Se utilizó el diseño completamente al azar y las unidades experimentales fueron cajas de petri. Con el por ciento de inhibición micelial respectivo de cada tratamiento, se realizó un análisis que se basó en el método de análisis Pc probit de máxima verosimilitud, para lo cual se utilizó un programa de computadora, con dicho programa se obtuvo la siguiente información:

Ecuación de predicción

La Dosis Letal al 50 (DL₅₀)

Dosis Letal al 95 (DL₉₅)

Línea de dosis - inhibición

Límites fiduciales (Rango donde el DL₅₀ puede desplazarse)

Los resultados obtenidos se graficaron en el papel logaritmo probit, y a partir de estos se obtendrá la prueba de chi cuadrada (X^2) para obtener la bondad de ajuste con los valores obtenidos. Así mismo, se obtuvieron los coeficientes de correlación (r^2), y la probabilidad para determinar la confiabilidad de los resultados obtenidos en el laboratorio.

RESULTADOS Y DISCUSION

Con el objeto de establecer de una manera clara y lógica los resultados obtenidos en la presente investigación, se describe a continuación los resultados y discusión de los bioensayos realizados con *Botrytis cinerea* utilizando los productos Captan, Citricidin, Frutwax y Sedric respectivamente.

En el Captan de acuerdo con los resultados obtenidos en el ANAVA, nos indica que hay una alta significancia entre algunos tratamientos con un coeficiente de variación de 4.02 por ciento (Cuadro 1A). Para determinar el tratamiento más efectivo con este se realizó la prueba de comparación de medias (Tukey; >0.01), el crecimiento micelial se vio afectado positivamente por la aplicación de las dosis de cada tratamiento a nivel *In Vitro*. Las pruebas de comparación de medias revela cinco categorías de significancia al nivel de confianza establecido.

Estadísticamente los tratamientos dos, uno y tres fueron iguales, seguido del tratamiento cuatro y cinco, pero se logró una mayor inhibición con el tratamiento dos y uno que con el tres. El patógeno no es inhibido completamente por el producto a las dosis usadas. El tratamiento dos a los siete días produjo un 99.77 por ciento de inhibición, la cual corresponde a la dosis recomendada (1500 ppm). Sin embargo su efecto fue fungistático, ya que este sigue creciendo después de haber terminado con la con la toma de datos, esto resulta benéfico ya que almacenando la fruta a 1 °C se conserva durante siete días en buen estado. Este efecto coincide con lo mencionado por Rebollado *et al.* (1996), pero es importante señalar que uso diferente dosis y patógeno., véanse Cuadro 5A y Figura 5.

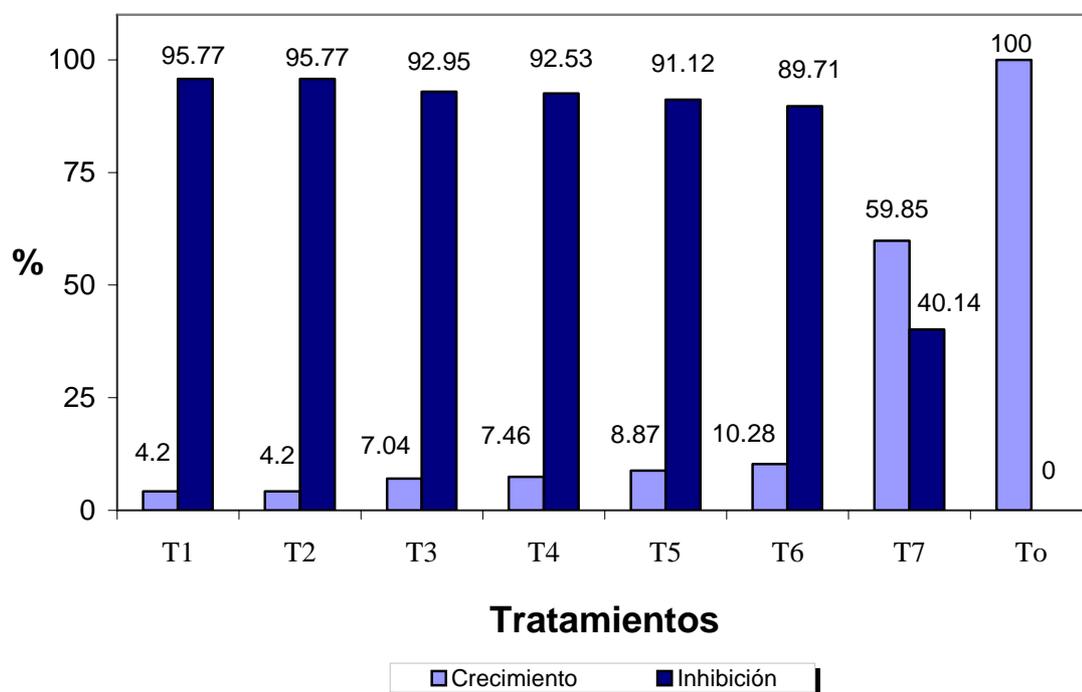


Figura 5. Por ciento de inhibición y crecimiento de *Botrytis cinerea* durante siete días en los diferentes tratamientos del producto Captan.

En el caso de Citricidin de acuerdo a los resultados del ANAVA también nos indica que hay una alta significancia entre algunos tratamientos con un coeficiente de variación de 10.73 por ciento (Cuadro 2A) que puede considerarse aceptable.

Para determinar el tratamiento más efectivo con este producto se realizó la prueba de comparación de medias (Tukey; >0.01) se puede observar tres grupos de significancia diferentes de acción del producto. Esto quiere decir que estadísticamente los tratamientos del uno al siete fueron iguales pero, es importante resaltar, que se logró un mayor por ciento de inhibición con el tratamiento uno y siete, este último fue mayor incluso que los tratamientos del dos, tres, cuatro, cinco y seis; el tratamiento cinco corresponde a la dosis

recomendada (1500 ppm) produjo un 69.75 por ciento de inhibición a los siete días, la cual no vario significativamente a la dosis más alta establecida en este experimento (1950 ppm) con esta dosis se obtuvo un 78.30 por ciento de inhibición, el patógeno no es inhibido completamente a ninguna de las dosis usadas del producto, se observa un efecto fungistático, véanse Cuadro 6A y Figura 6.

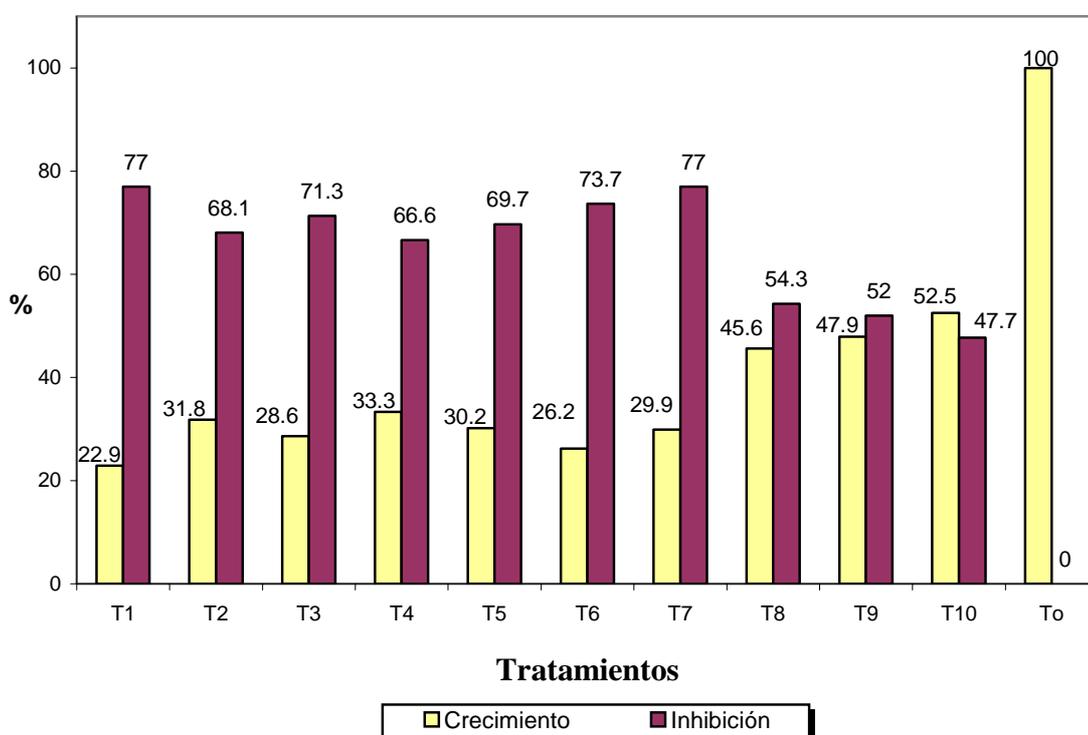


Figura 6. Por ciento de inhibición y crecimiento de *Botrytis cinerea* durante siete días en los diferentes tratamientos del producto Citricidin.

El Frutwax en los resultados de ANAVA indican alta significancia en los tratamientos con un coeficiente de variación de 6.48 por ciento (Cuadro 3A), lo cual es aceptable. La prueba de comparación de medias de (Tukey; >0.01) se observa que el crecimiento micelial se vio poco afectado con la aplicación de las

dosis de cada tratamiento bajo este control *In Vitro*; bajo estas condiciones dichas pruebas revelan cuatro categorías de significancia.

Los tratamientos uno, dos, tres y cuatro fueron equivalentes estadísticamente, seguidos del cinco y seis, siete, pero se logro una mayor efectividad con el tratamiento uno. En la dosis recomendada corresponde al tratamiento dos (9960 ppm) tuvo una inhibición del 62.89 por ciento, estadísticamente no hay diferencia significativa con el tratamiento uno que tuvo una inhibición del 65.78 por ciento a una dosis de (9960 ppm), de igual manera que los productos anteriores el patógeno no es totalmente inhibido, se observa también un efecto fungistático, pero este crece con mayor rapidez después de los siete días., véanse Cuadro 7A y Figura 7.

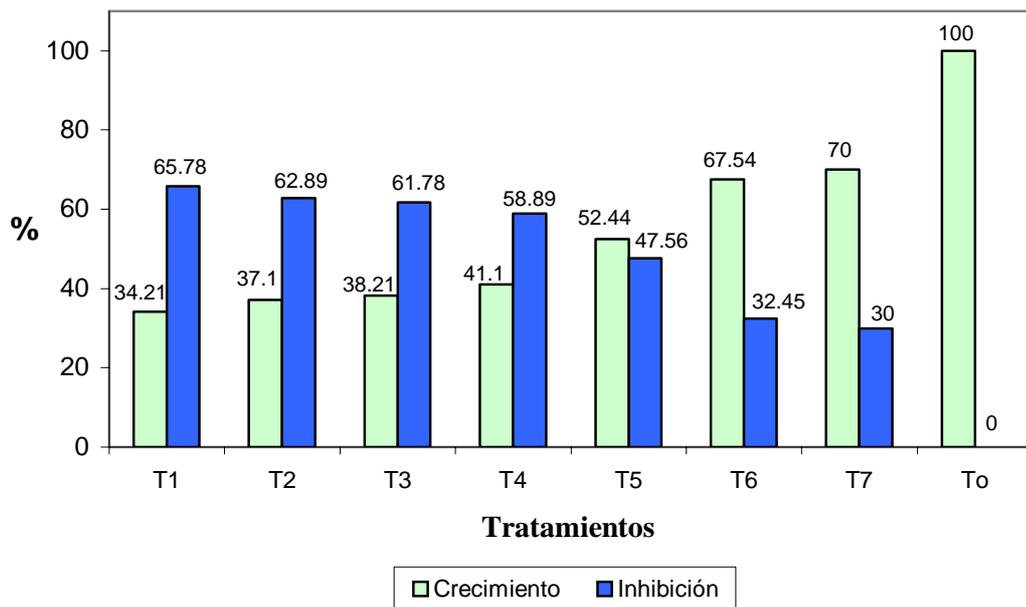


Figura 7. Por ciento de inhibición y crecimiento de *Botrytis cinerea* durante siete días en los diferentes tratamientos del producto Frutwax.

El Sedric muestra niveles de significancia altos con un coeficiente de variación de 8.58 por ciento (Cuadro 4A). Llevando acabo la prueba de

comparación de medias (Tukey; >0.01), se observa que el producto afectó positivamente al crecimiento micelial del patógeno a nivel *In Vitro*.

Donde dichas pruebas de comparación de medias arrojaron cinco niveles de significancia al rango de confiabilidad establecido, donde se observa claramente que los tratamientos uno, dos y tres estadísticamente son iguales, seguido del tratamiento cuatro y en ultimo sitio el testigo. Con el tratamiento uno se obtuvieron los mejores resultados, el cual corresponde a la dosis recomendada (1950 ppm) causando un 78.30 por ciento de inhibición. De este producto no se tiene referencias de que haya sido probado sobre este hongo, pero como se observa tiene efectos inhibitorios muy importantes., véanse Cuadro 8A y Figura 8.

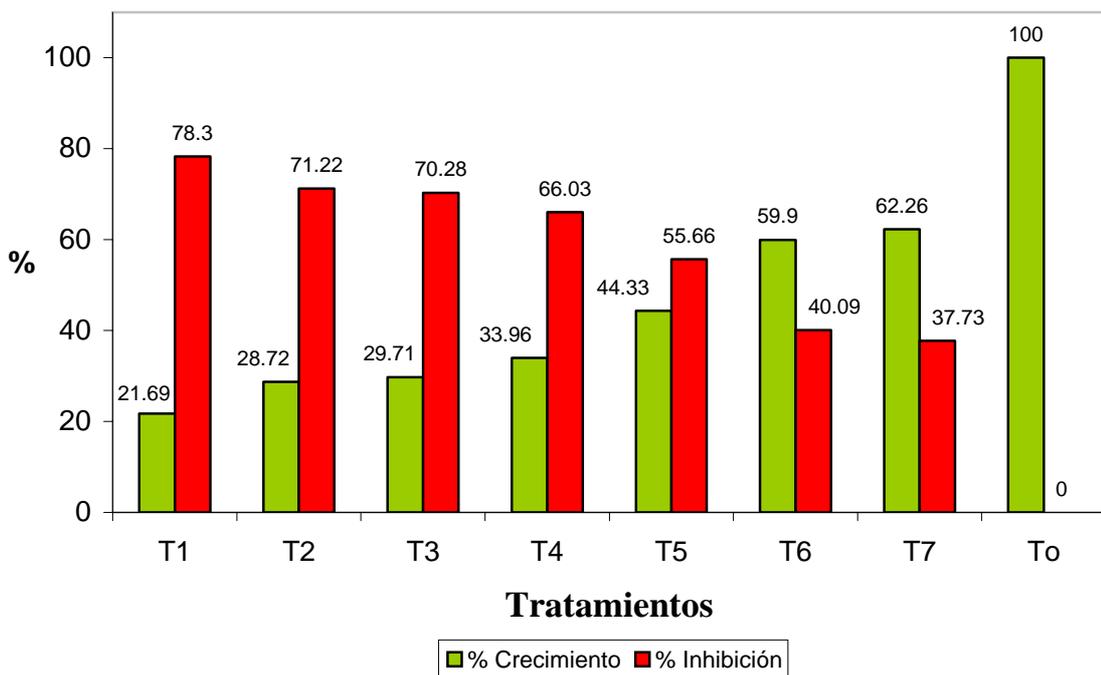


Figura 8. Por ciento de inhibición y crecimiento de *Botrytis cinerea* durante siete días en los diferentes tratamientos del producto Sedric.

Cabe señalar que el patógeno no es totalmente inhibido por el producto a las dosis usadas y se observa un efecto fungistático. De este producto no se

reportan referencias sobre su efecto fungicida o fungistático, de igual forma para los productos Citricidin y Frutwax.

El análisis estadístico obtenido en el programa computacional del Pc probit se obtuvieron los siguientes resultados:

La obtención de los valores correspondientes a las dosis letal media (DL₅₀) y dosis letal 95 (DL₉₅) reportados en el presente estudio para el crecimiento de *Botrytis cinerea* expuesto al control químico a nivel laboratorio *In Vitro*, se muestran en el Cuadro 4, observándose diferencias entre la DL₅₀ de los diferentes productos.

Así que de acuerdo a los resultados obtenidos en los límites fiduciales, se observa que de acuerdo a las dosis letales medias de los tratamientos, Citricidin y Captan fueron los que obtuvieron mejor resultado con respecto al DL₅₀ con valores de 63.67 y 130.02 ppm respectivamente. A los tratamientos anteriores le siguen el Sedric y el Frutwax donde se observa que el efecto tóxico fue un poco menor siendo su DL₅₀ de 283.90 y 2918.98 ppm respectivamente.

Con lo que respecta a los límites fiduciales de los productos están graficados de acuerdo con el DL₅₀ respectivo, donde se observa que el Citricidin sus límites fiduciales al DL₅₀ se traslapan en una parte con los del Captan por lo que se podría considerar que estadísticamente ambos productos se comparan de manera semejante, pero no hay diferencia significativa, es importante señalar que con el Captan se obtuvieron mejores resultados. Los productos Sedric y Frutwax se comportaron estadísticamente diferentes., véanse en el Cuadro 4 y Figura 9.

Cuadro 4. Dosis letales y límites fiduciales de cuatro productos contra el moho gris *Botrytis cinerea* de fresa.

		Ppm.	
--	--	------	--

Producto	DL ₅₀	Limite Fiducial		DL ₉₅
		Inferior*	Superior*	
Captan	130.02	92.55	165.72	1,018.74
Citricidin	63.67	14.16	137.69	1,262,942.23
Frutwax	2918.98	2,259.58	3,710.19	175,946.85
Sedric	283.90	204.50	361.01	13,100.59

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

Para las DL₉₅ obtenidas en los tratamientos aplicados, los productos con las dosis más altas fueron los siguientes: Citricidin (1,262,942.23 ppm), Frutwax (175,946.85 ppm) y los productos con la dosis más bajas son: Captan (1018.74 ppm) seguido del Sedric (13,100.59 ppm). En base a los resultados obtenidos en la DL₉₅ los productos que se sugieren utilizar en base a estos resultados a nivel *In Vitro* son: el Captan y Sedric respectivamente., véase en el Cuadro 4.

Con respecto a los coeficientes de correlación (r^2), se observa que hay variación en los valores estimados, en el caso de Frutwax y Sedric presentan los valores mayores que son de 0.93 y 0.90 respectivamente lo que nos indica un alto nivel de confiabilidad hacia la línea de regresión y el menor es de 0.78 y 0.79 para los productos Captan y Citricidin, lo que nos indica baja correlación.

La variabilidad que se manifiesta en algunos valores de r^2 , puede ser debido a la diferencia de los tratamientos ya que el Citricidin se opto por correr otro bioensayo para obtener la línea de regresión para este producto, el cual se realizo en diferente tiempo, lo que aumenta la probabilidad de heterogeneidad de los resultados obtenidos en el bioensayo., véase en el Cuadro 5.

Cuadro 5. Coeficientes de correlación y Chi-cuadrada de las líneas de regresión dosis–inhibición del moho gris *Botrytis cinerea* de fresa.

Producto	r^2	X^2	G.L.	P
Captan	0.7863	0.2499	4	99.0
Citricidin	0.7946	0.1858	8	99.5
Frutwax	0.9398	0.0247	5	99.5
Sedric	0.9037	0.1212	5	99.5

r^2 = Coeficiente de correlación

X^2 = Prueba de Chi-cuadrada

G.L. = Grados de libertad

P = Probabilidad de tablas de X^2 al 95 %

Para las pruebas de bondad de ajuste de Chi-cuadrada (X^2) presentadas en el cuadro anterior, con las cuales se verifica la eficiencia del modelo matemático utilizado, se expresaron valores muy altos de probabilidad al 99 a 99.5 por ciento, lo que indica que se tiene altos niveles de confiabilidad pese a los resultados obtenidos en el coeficiente de correlación de los productos antes mencionados. Por lo que las líneas de regresión obtenidas tienden a la exactitud, considerándose como estadísticamente confiable.

Cuadro 6. Ecuaciones de regresión obtenidas de los resultados manejados en programa Pc probit. de cada uno de los bioensayos ejercidos sobre *Botrytis cinerea*

Producto	Ecuaciones de regresión
Captan	$Y = 1.1105 + 1.8398 X$
Citricidin	$Y = 4.3095 + 0.3827 X$
Frutwax	$Y = 1.7981 + 0.9239 X$
Sedric	$Y = 2.5752 + 0.9884 X$

En el Cuadro 6 presentado anteriormente se incluyen las ecuaciones de predicción con las que se puede estimar el nivel esperado de inhibición de acuerdo a las dosis que se requieran aplicar.

A continuación se muestran en las Figura 10, las líneas de regresión dosis–inhibición de *Botrytis cinerea* donde se puede observar claramente los productos que obtuvieron mejor resultado Captan y Sedric respectivamente.

CONCLUSIONES

Bajo las condiciones en que se realizaron los bioensayos del efecto de los cuatro productos sobre el moho gris de fresa *Botrytis cinerea*, se puede concluir lo siguiente:

Los productos que fueron más efectivos para reducir el desarrollo micelial del moho gris de fresa fueron el Captan, Sedric y Citricidin respectivamente resultaron ser efectivos biológicamente, el Frutwax resulto ser menos efectivo. Sin embargo, en los cuatro productos evaluados ninguno inhibe al patógeno completamente a las dosis establecidas.

La mayor eficiencia se logro con el producto Captan con el tratamiento dos a una dosis de 1500 ppm, Sedric con el tratamiento uno a una dosis de 1950 ppm y Citricidin con los tratamientos siete a una dosis de 500 ppm. En el caso del Frutwax el mejor tratamiento fue el uno con una dosis de 9960 ppm.

BIBLIOGRAFÍA

- Agrios, N. G. 1985. Fitopatología. Editorial Limusa. Primera edición. México, DF. 838 pag.
- Alexopoulos, C. J., C. W. Mims and M. Blackwell. 1996. Introductory Micology. John Wiley Sons, Inc. Fourt edition. New York, U.S.A. 865 pag.
- Arauz, 1992. Elementos básicos de patologia postcosecha de frutas y hortalizas. Memorias de la I Reunión Latinoamericana de tecnología Postcosecha. Universidad Autónoma Metropolitana – Iztapalapa. México, D.F. Pp 225.
- Arias, V. T. 1989. El cultivo de la fresa (*Fragaria x ananassa* Duch) en la región de Zamora, Michoacán. Memorias, UAAAN, Saltillo, Coah., México, 108 pag.
- Aserca, 1998. Revista Claridades Agropecuarias: Cultivo de la Fresa, No. 55, Marzo, México.. 36 pag.
- Barnett, H. L. and B. B. Hunter. 1985. Illustrated General of Imperfect Fungi. 4ta. edición, E.U.A. 384 pag.
- Biocampo, 1999. Manual tecnico de productos. Biocampo S.A. de C.V., Saltillo, Coah. México. 59 pag.
- Branzanti, E. C. 1989. La Fresa. Ediciones Mundi-Prensa. Primera edición. Madrid, España. 386 pag.
- Bringhurst, R. S. 1990. Cytogenetics and evolution in American *Fragaria*, Hort Science. 25:879 – 881
- CICOPLAFEST. 1994. Catalogo Oficial de Plaguicidas. México, DF. Pp. 256.
- Davalos, G. P., M. J. González., F. J. Castro., C. G. Díaz y V. A. Alvarado. 1985. Guía para cultivar fresa en Irapuato. INIA-SARH-CIAB. Celaya, Gto. Méx. 26 pag. (Folleto para productores No. 14)

- Deacon J. W. 1988. Introducción a la micología moderna. Editorial Limusa. Primera edición, México, DF. 350 pag.
- DEAQ, 1994. Diccionario de Especialidades Agroquímicas, Ediciones PLM, S.A. de C.V. México, DF. 256 pag.
- Ellis, M. A., O. Erincik., L. V. Madden, and J. C. Scheerens. 1998. Evaluation of foliar Applications of Calcium Chloride for Control of Botrytis Gray Mold on Strawberry: A brief summary of research in Ohio. The Ohio State University, Wooster, Ohio
<http://www.exnet.iastate.edu/pages/planpath/1pm-winter98-4.html>
- FAO. 1989. Prevention of Postharvest Food Losses: Fruit, vegetables and Root Crops. A Training Manual. Rome, Italy: UNFAO. 157 pag.
<http://www.fao.org/inpho/pp-dr/pp-arch/full-doc/frame-s.htm>
- Funt, R. C., M. A. Ellis, and C. Welty. 1997. Midwest Small Fruit Pest Management Handbook, Bulletin 861. The Ohio State University.
Http://www.ag.ohio-state.edu/~ohioline/b861/b861_9.html
- Garcia, J. M., C. Aguilera and A. M. Jimenez. 1996. Gray Mold and Quality of Strawberry Fruit following Postharvest Heat Treatment. Hort Science 31 (2): 255-257.
- Gerardo, A.M., S. A. Apodaca., y B. J. Quintero. 1995. Control de patógenos del tomate en postcosecha con extracto de semilla toronja. XXII Congreso Nacional de la Sociedad Mexicana de Fitopatología A. C. Guadalajara, Jalisco. Méx. Resumen 87.
- Gleason, M. L; N. Zriba, and G. R. Nonnecke. 1997. Evaluation of Biological products for Control of gray Mold (*Botrytis cinerea*) on june-bearing Strawberries in Iowa, The Iowa State University, Ames.
<http://www.exnet.iastate.edu/pages/plantpath/ipmfall97.html#evaluation2>
- Gonzáles, S. F. A. 1989. Determinación de la persistencia de la actividad bacteriana de resina de *Larrea tridentata* sobre *Pseudomonas solanacearum* en laboratorio e invernadero. Tesis de Lic., UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila; Méx. 68 pag.
- Henz, G. P. 1992. Patología postcosecha de hortalizas. Memorias de la I Reunión Latinoamericana de Tecnología Postcosecha. Universidad Autónoma Metropolitana – Iztapala. México, D.F. Pp. 225.
- Hérmendez, H. L. U., y A. N. Granados. 1992. Actividad de extractos de leguminosas sobre hongos causantes de enfermedades en frutos de postcosecha en condiciones de laboratorio. XIX Congreso Nacional de Fitopatología, Buenavista, Saltillo, Coahuila; México. Pag. 162

- Juscafresa, B. y L. Ibar. 1987. Fresas y Fresones. Editorial AEDOS. 1ra. edición. Barcelona, España. 171 pag.
- Kirschbaum, D. 1998. Frutillas: Cosecha y Manejo de Postcosecha en Florida http://www.produccion.com.ar/1998/98jun_13.htm
- Kitinoja, L. and A. A. Kader. 1995. Small-scale postharvest handling practices – A manual for horticultural crops. 3rd edition. UC Davis. California. <http://www.fao.org/inpho/pp-dr/pp-arch/full-doc/frame-s.htm>
- Lima, G., A. Ippolito., F. Nigro ; and M. Selerno. 1997. Effectiveness of *Aureobasidium pulluans* and *Candida oleophila* against Postharvest strawberry Rots. *Universita degli studi de Bari, Postharvest Biology and Technology*, 10:2, 169-178; Bari, Italy.
- MAG. 1991. Aspectos Técnicos de 45 cultivos Agrícolas de Costa Rica. Ministerio de Agricultura y Ganadería. Costa Rica <http://www.mag.go.cr/inf11i.htm#MENUDEINICIO>
- Martínez, A. J. y A. O. Del Río. 1975. Principales Enfermedades del cultivo de la fresa en Valle de Zamora, Mich. México. INIA. 22 pag. (Folleto Misc. No. 27).
- Mass, J. L. 1981. Postharvest Diseases of Strawberry. Pages 329-353 in: *The strawberry; Cultivars to Marketing*. N. F. Childers, de. Horticultural Publications, Gainesville, Fl.
- Mass, J. L. 1984. *Compendium of Strawberry Diseases*. A.P.S. St. Paul Minnesota. 138 pag.
- Mendoza, Z. C. y C. B. Pinto. 1985. *Principios de Fitopatología y Enfermedades Causadas por Hongos*. UACH. Chapingo,; México. 311 pag.
- Mendoza, Z. C. 1991. *Diagnostico de enfermedades fungosas*. 1ra. Edición. UACH. Chapingo, México. 168 pag.
- Mitcham, E. J; C. H. Crisosto and A. A. Kader. 1996. *Recommendations for Maintaining Postharvest Quality*. Department of pomology. University of California, Davis, CA. <http://postharvest.ucdavis.edu/Produce/ProduceFacts/Fruit/strawberry.html>
- Molinas, M. y S. Duran. 1970. *Frigoconservación y manejo: frutas, flores y hortalizas*; Editorial AEDOS; Primera edición; Barcelona, España. 278 pag.

- Montes, B. R., C. V. Cruz y P. M. Domingo. 1990. Control de la roya del frijol mediante extractos vegetales, bajo condiciones de campo en Santa Cruz Xoxocotlan, Oaxaca. XVII Congreso Nacional de la Sociedad Mexicana de Fitopatología. Culiacan, Sinaloa; Méx. 104 pag.
- NutriTeam. 1999. Citricidal Technical Data. NutriTeam, Inc. <http://www82.pair.com/samallen/tech.html>
- Pantástico, E. B. 1979. Fisiología de Postrecolección, Manejo y Utilización de Frutos y Hortalizas Tropicales y Subtropicales. Editorial CECSA, Primera edición, México, D.F
- Paulus, A. O. 1990. Fungal Diseases of Strawberry. Hort Science 25 (8): 885 – 889.
- Powelson, R. L. 1960. Initiation of Strawberry Fruit Rot caused by *Botrytis cinerea*.; Phytopathology 50:491-494
- Rebolledo, A. A., R. R. Alatorre y Z. Mendoza. 1996. Evaluación *In Vitro* de fungicidas sobre el hongo entomopatogeno *Verticillium lecanii* (Zimm.) viegas. Revista chapingo, Vol. III. Num. 1. UACH, Méx. Pp. 41.
- Saks, Y., A. Copel., and R. Barkai-Golan. 1996. Improvement of harvest strawberry quality by illumination: Colour and *Botrytis* infection. Postharvest Biology and Technology. 8(1):19-27.
- SARH, 1994. Datos Básicos de Hortalizas. Dirección General de Política Agrícola; Octubre; México, DF. Pp. 47.
- Sikora, E. J. 1996. Common Diseases of Strawberry. IPM Alabama. <http://www.aces.edu/department/ipm/strawdis.htm>
- Sobrino, I. E. y V. E. Sobrino. 1989. Tratado de horticultura herbácea, hortalizas de flor y de fruto. Ed. AEDOS. 1ra. Edición. Barcelona, España. 352 pag.
- Sommer, N, F. 1981. Enfermedades de postcosecha de las frutas. Memorias del seminario sobre manejo y conservación de frutas, hortalizas y flores. FIRA y Banco de México, Pp. 56
- Sosa, M. C., R. F. Perdomo., y W. B. Chelston. 1996. Manual de Técnicas para el Diagnostico de las Enfermedades de las plantas. IICA. Primera edición, México, DF. 233 pag.
- Walker, G. M. 1998. Major and minor pest of strawberry. Ministry of Agriculture. Ontario, Canada. <http://www.gov.on.ca/OMAFRA/english/crops/facts/92-139.htm>

APENDICE

Cuadro 1A. Análisis de Varianza para el crecimiento radial de *Botrytis cinerea* del producto Captan

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	Fc.	F _{0.05}	F _{0.01}
Tratamientos	7	177.5653	25.3664	4868.28 **	2.42	3.50
Error	24	0.1250	0.0052			
Total	31	177.6903				

C.V. = 4.02%

Cuadro 2A. Análisis de Varianza para el crecimiento radial de *Botrytis cinerea* del producto Citricidin

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	Fc.	F _{0.05}	F _{0.01}
Tratamientos	10	102.3335	10.2333	122.7621 **	2.136	2.926
Error	33	2.7508	0.0833			
Total	43	105.084				

C.V. = 10.73 %

Cuadro 3A. Análisis de Varianza para el crecimiento radial de *Botrytis cinerea* del producto Frutwax

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	Fc.	F _{0.05}	F _{0.01}
Tratamientos	7	81.8776	11.6968	163.3881 **	2.42	3.50
Error	24	1.7181	0.0715			
Total	31	83.5958				

C.V. = 6.48 %

Cuadro 4A. Análisis de Varianza para el crecimiento radial de *Botrytis cinerea* del producto Sedric

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	Fc.	F _{0.05}	F _{0.01}
Tratamientos	7	52.2921	7.4703	159.7239 **	2.42	3.50
Error	24	1.1224	0.0467			
Total	31	53.4146				

C.V. = 8.58 %

Cuadro 5A. Comparación de medias del crecimiento micelial promedio en cm de *Botrytis cinerea* al séptimo día, usando Captan según Tukey (P >0.01) de confiabilidad.

Tratamiento		% Crecimiento	% inhibición	Medias	
Testigo	0 ppm	100	0	7.10	E
7	150 ppm	59.85	40.14	4.25	D
6	300 ppm	10.28	89.71	0.73	C
5	500 ppm	8.87	91.12	0.63	B C
4	750 ppm	7.46	92.53	0.53	B C
3	1000 ppm	7.04	92.95	0.50	A B
1	2000 ppm	4.20	95.77	0.30	A
2 *	1500 ppm	4.20	95.77	0.30	A

Tukey = 0.2054

* Dosis comercial o recomendada

Cuadro 6A. Comparación de medias del crecimiento micelial promedio en cm de *Botrytis cinerea* al séptimo día, usando Citricidin según Tukey (P >0.01) de confiabilidad.

Tratamiento		% Crecimiento	% inbición	Medias	
Testigo	0 ppm	100	0	6.75	C
10	67 ppm	52.51	47.78	3.83	B
9	133 ppm	47.94	52.05	3.50	B
8	227 ppm	45.66	54.33	3.33	B
4	2000 ppm	33.38	66.61	2.07	A
2	3000 ppm	31.85	68.14	1.97	A
5 *	1500 ppm	30.24	69.75	1.87	A
3	2500 ppm	28.62	71.37	1.77	A
6	1000 ppm	26.20	73.79	1.62	A
1	3500 ppm	22.98	77.01	1.42	A
7	500 ppm	22.98	77.01	1.42	A

Tukey = 0.8376

* Dosis comercial o recomendada

Cuadro 7A. Comparación de medias del crecimiento micelial promedio en cm de *Botrytis cinerea* al séptimo día, usando Frutwax, según Tukey (P >0.01) de confiabilidad.

Tratamiento		% Crecimiento	% inbición	Medias	
Testigo	0 ppm	100	0	7.50	D
7	664 ppm	70.00	30.00	5.25	C
6	1328 ppm	67.54	32.45	5.06	C
5	2656 ppm	52.44	47.56	3.93	B
4	3984 ppm	41.10	58.89	3.08	A
3	5312 ppm	38.21	61.78	2.86	A
2 *	6640 ppm	37.10	62.89	2.78	A
1	9960 ppm	34.21	65.78	2.56	A

Tukey = 0.7612

* Dosis comercial o recomendada

Cuadro 8A. Comparación de medias del crecimiento micelial promedio en cm de *Botrytis cinerea* al séptimo día, usando Sedric según Tukey (P >0.01) de confiabilidad.

Tratamiento		% Crecimiento	% inbición	Medias	
Testigo	0 ppm	100	0	5.30	E
7	130 ppm	21.69	78.30	3.30	D
6	260 ppm	28.72	71.22	3.17	D
5	390 ppm	29.71	70.28	2.35	C
4	520 ppm	33.96	66.03	1.80	B C
3	650 ppm	29.71	70.28	1.57	A B
2	1300 ppm	28.72	71.22	1.52	A B
1 *	1950 ppm	21.69	78.30	1.15	A

Tukey = 0.6153

* Dosis comercial o recomendada

Cuadro 9A. Productos recomendados por Cicoplafest para el control del moho gris *Botrytis cinerea* de fresa.

Fungicida	Formulación	Dosis	LMR ⁽¹⁾ (ppm)	IS ⁽²⁾ (días)
Anilazina	P.H. 50	2.0 – 4.0 kg./ha.	10.0	5
Benomilo	P.H. 50	0.4 – 0.6 kg./ha.	5.0	Sin limite
Captan	P.H. 50	0.3 – 0.5/100 L	25.0	Sin limite
Iprodiona	P.H. 50	1.5 kg./ha.	15.0	Sin limite
Oxicloruro	P.H. 85	2.0 – 4.0 kg./ha.	E ⁽³⁾	Sin limite
Sulf. De Cu.	P.H. 93	3.0 – 4.0 kg./ha.	E	Sin limite
Viclozolin	G.D 50	1.5 – 2.0 kg./ha.	10.0	8
S + Oxicloruro	Susp. A. 57	2.5 – 3.0 lt./ha.	E + E	Sin limite

1) LMR = limite máximo permitido

2) IS = Intervalo de seguridad

3) E = Excento

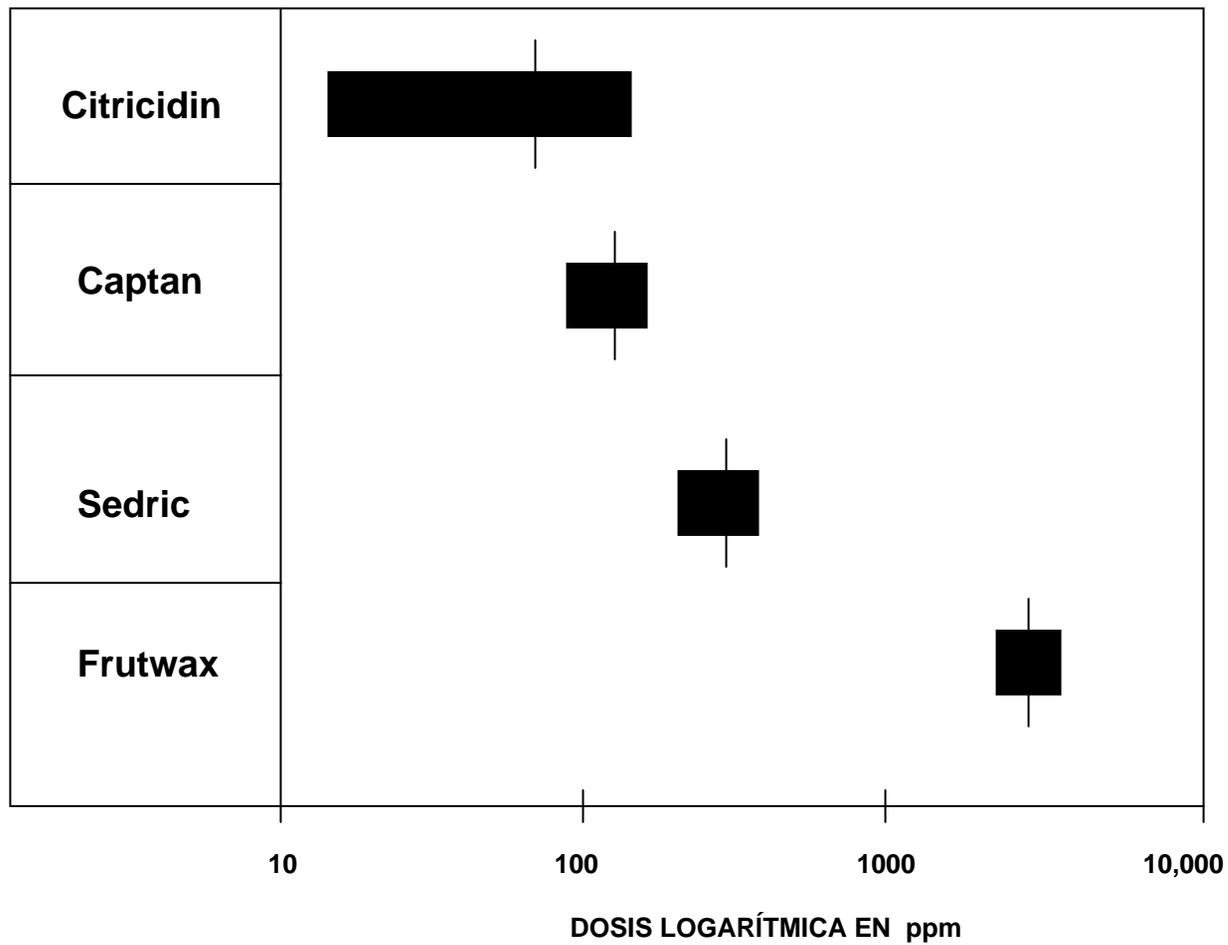


Figura 9. Limites fiduciales del DL₅₀ al 99 % de confiabilidad de cada producto.

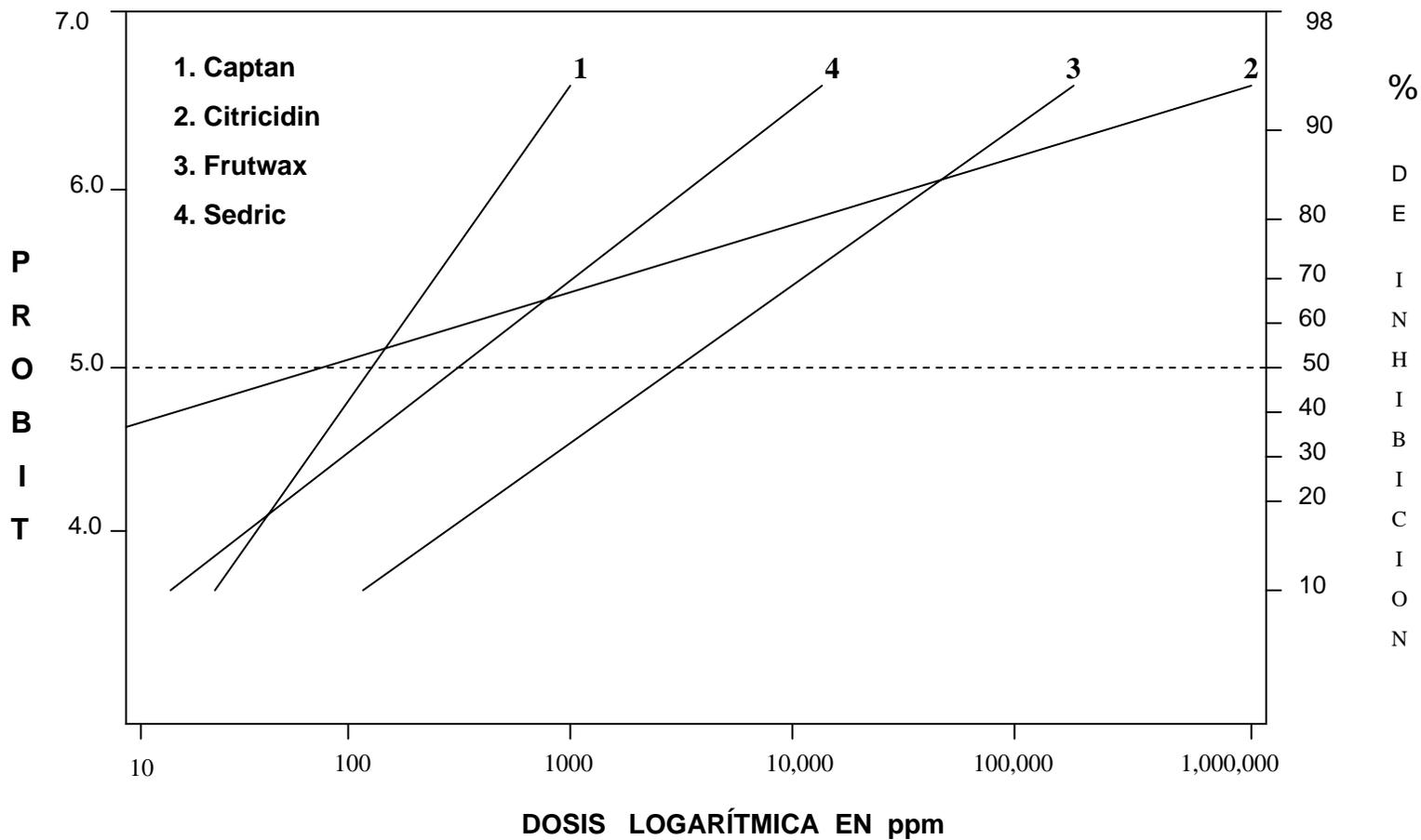


Figura 10. Líneas de respuesta dosis-inhibición en el moho gris *Botrytis cinerea* de cada producto