



EVALUACIÓN DE DOS FUNGICIDAS ORGÁNICOS PARA EL CONTROL DE LA ANTRACNOSIS EN LA LECHOSA (*Carica papaya* L.) Y SU CALIDAD POSTCOSECHA.

Escalona-Lujano Enny Coromoto, Goyo-Morillo Yaritza, González Marie Tamara, Molina-Quintero Luisa, Álvarez-Lujano Francisco Javier.

Programa de Ingeniería Agroindustrial. Decanato de Agronomía. Universidad Centroccidental "Lisandro Alvarado". Barquisimeto, Estado Lara, Venezuela.
Escalonaenny13@gmail.com

ASA/EX -2017-01.

Recibido: 16-03-2017

Aceptado: 18-05-2017

RESUMEN

La antracnosis es una enfermedad causada por el hongo *Colletotrichum gloeosporioides* en la lechosa; el objetivo fue evaluar el efecto que tienen dos fungicidas orgánicos a base de orégano (ganore y fungol) sobre el control del hongo *Colletotrichum gloeosporioides*. Para ello, se realizó el aislamiento del hongo; se evaluó de la velocidad de crecimiento micelial; la patogenicidad del hongo (postulados de Koch); el efecto de los fungicidas sobre el crecimiento in vitro del hongo *Colletotrichum gloeosporioides*; el efecto de los fungicidas sobre el hongo *Colletotrichum gloeosporioides* en la superficie de la lechosa y el efecto de los fungicidas sobre la calidad postcosecha de la lechosa. Se obtuvieron resultados de un efecto inhibitorio de un 100% de los dos fungicidas orgánicos en los diferentes tratamientos empleados con concentraciones de ganore, dosis alta 15 mL, dosis recomendada 10 mL y dosis baja 5 mL y fungol dosis alta 1,5 mL, dosis recomendada 1 mL y dosis baja 0,5 mL; el efecto inhibitorio de estos fungicidas orgánicos sobre el hongo in vitro, como en la superficie de los frutos de lechosa aplicados directamente; y al igual que en la evaluación de la calidad postcosecha, mantuvieron las características de apariencia, color, pH y sólidos solubles totales (°Brix), del mismo modo, la presencia de daños y enfermedades en las lechosas no se observó desde el inicio hasta después de 3 días de evaluación. Se concluye, que los productos a base de orégano pueden ser una alternativa orgánica para el control del hongo *Colletotrichum gloeosporioides*, de manera natural y eficaz, sin afectar la calidad postcosecha de la lechosa.

Palabras claves: *Colletotrichum gloeosporioides*, lechosa (*Carica papaya*), orégano.



EVALUATION OF TWO ORGANIC FUNGICIDES FOR THE CONTROL OF ANTHRACNOSIS IN MILK (*Carica papaya* L.) AND THEIR POSTCOSECHA QUALITY.

ABSTRACT

Anthrachnose is a disease caused by the fungus *Colletotrichum gloeosporioides* in lechosa; the objective was to evaluate the effect of two organic fungicides based on oregano (ganore and fungol) on the control of the fungus *Colletotrichum gloeosporioides*. For this, the isolation of the fungus was carried out; The rate of mycelial growth was evaluated; The pathogenicity of the fungus (koch postulates); The effect of fungicides on the growth of the fungus *Colletotrichum gloeosporioides*; The effect of fungicides on the fungus *Colletotrichum gloeosporioides* on the surface of the lechosa and the effect of the fungicides on the postharvest quality of the lechosa. Results were obtained of a 100% inhibitory effect of the two organic fungicides in the different treatments used with concentrations of ganore high dose 15 mL, recommended dose 10 mL and low dose 5 mL and fungol; high dose 1,5 mL, 1 mL recommended dose and low dose 0.5 mL; The inhibitory effect of these organic fungicides on the fungus, as in directly applied lechosa fruits; and as in the post-harvest quality evaluation, they maintained the characteristics of appearance, color, pH and total soluble solids (° Brix); likewise, the presence of damages and diseases in the lechosa ones was not observed from the beginning until After 3 days of evaluation. It is concluded that the products based on oregano can be an organic alternative for the control of the fungus *Colletotrichum gloeosporioides*, naturally and efficiently, without affecting the postharvest quality of the lechosa.

Keywords: *Colletotrichum gloeosporioides*, lechosa (*Carica papaya*), oregano.



INTRODUCCIÓN

El cultivo de lechosa (*Carica papaya* L.), ha sido afectado por un número considerable de microorganismos entre virus, bacterias y hongos, dentro de este último se destaca el *Colletotrichum gloeosporioides* causante de la antracnosis. Este hongo es uno de los microorganismos de cultivos de lechosa importantes y de mayor distribución, debido a que ataca al fruto desde el campo, causando pérdidas postcosecha de la lechosa. (Pérez *et al.* 2003).

Las condiciones ambientales juegan un papel importante en el desarrollo de la enfermedad, la duración de la humedad sobre la superficie de la hoja, es la que influye directamente sobre el proceso de infección y crecimiento del microorganismo sobre la planta, por lo tanto periodos prolongados de lluvia incrementan el desarrollo de la enfermedad. Se ha reportado que las temperaturas a (27 °C) y alta humedad (80 %) al momento de la maduración de los frutos favorecen la infección y propagación del hongo. La severidad de la antracnosis ha llevado a los

productores a realizar aplicaciones exageradas de fungicidas y desinfectantes en busca del control de esta enfermedad en la lechosa. (Quiroga, 2013).

Por tal razón, este trabajo tiene como objetivo evaluar dos fungicidas orgánicos para el control de la antracnosis en la lechosa (*carica papaya*.) y su relación con la calidad postcosecha; enfermedad causada por el hongo *Colletotrichum gloeosporioides* con la finalidad de alargar la vida útil en anaquel y minimizar las pérdidas de la misma, sin afectar las características y propiedades del fruto.

MATERIALES Y METODOS

Material vegetal: se emplearon frutos de lechosa (*Carica papaya* L.) fisiológicamente maduros con un índice de madurez en estado 2, (coloración verde con trazas amarillas en proporción inferior al 25 % del área total), tamaño y color uniforme, libres de daños físicos e infecciones fúngicas (Figura 1); se ubicaron en un mercado popular de Barquisimeto, estos frutos de lechosa, unos con signos de la enfermedad (para el



aislamiento del hongo) y otros sanos, los mismos fueron trasladados al laboratorio de Microbiología del núcleo Obelisco.

Para la evaluación de los fungicidas orgánicos: se estableció en un diseño completamente al azar, considerando 2 tratamientos referidos como 2 tipos de fungicidas (ganore y fungol).

Procedimiento

Para lograr el objetivo general de esta investigación, se realizaron 6 tratamientos con los fungicidas (ganore y fungol) con 3 repeticiones, cada tratamiento conto con 3 unidades experimentales para un total de 18 lechosas.



Figura 1. Estado de maduración de la lechosa. Fuente Quiroga (2013).

ACTIVIDADES PREVIAS:

Aislamiento del *Colletotrichum gloeosporioides*

Para determinar las especies de *Colletotrichum gloeosporioides*, se realizó según la metodología descrita por Rondón *et al.* (2006) y Carrillo, (1994). Las cuales consistieron en obtener el aislamiento a partir de las lesiones presentes en las muestras recolectadas de lechosas; para el estudio se consideró la siguiente característica: velocidad de crecimiento micelial sobre PDA (agar papa dextrosa) al 2 %. Se seleccionó el aislamiento que se caracterizó por tener mayor velocidad de crecimiento micelial en el medio de cultivo. Los aislamientos seleccionados fueron identificados y purificados; a la vez se utilizaron para determinar el grado de patogenicidad sobre el fruto.

Se utilizó el medio de cultivo PDA (agar papa dextrosa) el mismo es usado normalmente como rutina para otros tipos de hongo; fue preparado previamente según las especificaciones del producto, dispersando 15 mL por cada placa con el medio.

Seguidamente se logró la obtención de aislamientos con ayuda de un bisturí de disección estéril; se tomó una pequeña parte las lesiones sobre la cáscara de un



fruto de lechosa que presentaban una cantidad visible de acérvulos, se dividieron en explantes de aproximadamente 0,5 cm, se colocaron en una solución de hipoclorito de sodio (NaClO) al 0,5 %, se dejó por 3 minutos, luego se lavaron con agua destilada estéril, con ayuda de una hoja de papel absorbente estéril se retiró el excedente de agua y se colocó la muestra en una placa Petri con medio de cultivo PDA preparado previamente con 0,1 g de Cloranfenicol (antibiótico) para evitar el crecimiento de bacterias. Se tomó un explante y se colocó en el centro de la placas Petri con ayuda de una pinza estéril, esto se realizó en 4 placas de medio PDA y se dejaron en oscuridad, a temperatura ambiente 26 °C por 72 horas.

Posteriormente cumplida las 72 horas se realizó la observación de las placas y se procedió a la identificación del espécimen aislado. Se realizó mediante la técnica de cinta adhesiva, colocada en un portaobjeto para observar las estructuras del hongo en un microscopio óptico, transcurrido este tiempo, se identificaron con características propias del hongo como crecimiento de colonias con micelio blanco y en el centro con una coloración

salmón que son características de *Colletotrichum gloeosporioides*.

Luego se realizó una impresión y tinción tomando una pequeña muestra del hongo empleando la técnica de la cinta adhesiva, colocándola en una lámina de porta objeto con una gota de azul de metileno, se procedió a observar en el microscopio y se comparó con la clave de identificación de hongos, sugerida por Rodríguez et al (2009).

Evaluación de la velocidad de crecimiento micelial.

La evaluación se realizó mediante la observación y medición del crecimiento micelial del hongo, replicado en 3 placas con medio PDA, en la que se colocó una sección de 0,5 cm del hongo aislado previamente, en el centro de la placa, dejándola a temperatura ambiente 26 °C y evaluando cada 24 horas por 7 días. (Carrillo, 1994).

Desarrollado el crecimiento del hongo, se midió en 4 puntos de la placa de, (obteniendo 4 valores diarios), tomando medidas desde el inicio donde se encontraba el explante del hongo aislado previamente, hasta la zona de avance de



crecimiento del hongo *Colletotrichum gloeosporioides* (Carrillo, 1994).

Patogenicidad del hongo *Colletotrichum gloeosporioides* (postulados de Koch).

Para determinar la capacidad patogénica de los aislamientos se utilizó el método desarrollado por Carrillo (1994). Se emplearon 3 lechosas para el ensayo y 3 lechosas se dejaron como control (cuadro 1).

Las cuales fueron desinfectadas, por inmersión en una solución de hipoclorito de sodio (NaClO) al 0,5 %, sumergiendo la fruta durante 5 min; posteriormente los conidios fueron extraídos para preparar una solución de 2×10^6 conidios/ mL/ aislamiento; Se inocularon las 3 lechosas por aspersión con un recipiente atomizador con la solución de conidios del hongo y a las 3 lechosas usadas como control no se le aplicó ninguna solución. Las condiciones del ensayo fueron: humedad relativa de 79 % y temperatura de 26 °C, además de la oscuridad para acelerar así el crecimiento del hongo. El reaislamiento del hongo a partir de frutos con síntomas confirmo la presencia del mismo comprobando los postulados de Koch (Andrades I., *et al*, 2009). Se

evaluaron signos y síntomas de la patogenicidad del hongo *Colletotrichum gloeosporioides*, para luego aislar e identificar nuevamente el hongo.

Cuadro 1. Tratamientos para evaluar Patogenicidad del hongo *Colletotrichum gloeosporioides* en frutos de lechosa

Tratamientos	Número de muestras	Descripción
T1	3	Inocular con el hongo <i>C. gloeosporioides</i>
T2	3	Sin inocular

Se evaluaron signos y síntomas de la patogenicidad del hongo *Colletotrichum gloeosporioides*, para luego aislar e identificar nuevamente el hongo.

Actividad 1. Evaluación de los fungicidas sobre el crecimiento del hongo *Colletotrichum gloeosporioides*.

Se realizó un estudio *in vitro* de la eficacia de dos fungicidas orgánicos (Ganore y Fungol) frente al hongo *Colletotrichum gloeosporioides*. El arreglo factorial de los tratamientos, considerando 2 factores: tipo de fungicida con 3 niveles: ganore, fungol y un testigo, además de las dosis utilizadas con 3 niveles: dosis baja, dosis recomendada y



dosis alta, para un total de 6 tratamientos. La unidad experimental la constituyó una placa, con 5 repeticiones por tratamiento, para un total de 35 unidades experimentales.

El ensayo se desarrolló mediante la técnica de dilución en placa; las concentraciones de los fungicidas orgánicos a evaluar (altas, recomendadas y bajas) se eligieron a partir de resultados obtenidos de la información sobre dosis de tratamiento indicada en la ficha técnica de cada uno de los productos estipulados por los fabricantes (Cuadro 2) Metodología descrita por (Perera *et al.* 2010).

Cuadro 2. Dosis utilizadas de los fungicidas orgánicos a base de orégano

Nombre comercial	Dosis alta	Dosis recomendada	Dosis baja
1. Ganore	15 mL	10 mL	5 mL
2. Fungol	1,5 mL	1 mL	0,5 mL

En la evaluación del fungicida 1 (ganore), se agregó con ayuda de una pipeta y con una varilla de vidrio se logró dispersar el fungicida completamente en placas de PDA los 20 µL de la dilución

de fungicida en dosis alta 15 mL en 1 litro de agua, recomendada 10 mL en 1 litro de agua y baja 5 mL en 1 litro de agua y luego se colocó una sección de 0.5 cm del hongo aislado en el centro de la placa; con 5 repeticiones por cada una de las dosis del fungicida.

Seguidamente se procedió a realizar lo mismo con el fungicida 2 (fungol), se agregó con ayuda de una pipeta y con una varilla de vidrio se logró dispersar el fungicida completamente, se dispersaron 20 µL de la dilución de fungicida con dosis alta de 1,5 mL en 1 litro de agua, recomendada con 1 mL en 1 litro de agua y baja con 0,5 mL en 1 litro de agua, se procedió de la misma manera que el anterior. Mientras que en el testigo se utilizaron placas de PDA a las que no se añadió ningún producto; se colocó una sección de 0,5 cm del hongo aislado en el centro de la placa.

Todos los tratamientos se incubaron por 7 días a temperatura ambiente en la oscuridad. El crecimiento micelial se evaluó a diario por 7 días. La eficacia de los productos se calculó como porcentaje de crecimiento radial con respecto al



control usando la: la fórmula propuesta por Vincent, (1947).

$$I = \frac{C-T}{C} \times 100$$

Dónde:

I: porcentaje de inhibición

C: crecimiento radial en el testigo

T: crecimiento radial en el tratamiento

Para comprobar qué tipo de efecto presentaron los diferentes productos, se evaluaron en aquellas muestras si hubo o no crecimiento lineal en el momento de la medición del crecimiento. Los cultivos en PDA que no presentaron ningún crecimiento lineal, el efecto se consideró fungicida y en los cultivos que si presentaron crecimiento lineal, el efecto se consideró fungistático.

Actividad 2. Evaluación de los fungicidas sobre el hongo *Colletotrichum gloeosporioides* en la superficie de la lechosa.

Se empleada metodología sugerida por Guédez, (2014) con el objetivo de evaluar el control de los fungicidas sobre el hongo *Colletotrichum gloeosporioides*.

Se sumergieron los frutos de lechosa en una solución de fungicida de forma directa a la lechosa por inmersión en una solución de fungicida, con un número de 6 tratamientos con 3 frutas empleadas por cada tratamiento para 3 repeticiones por cada fungicida a utilizar (Cuadro 3). Se utilizó el fungicida a base de orégano con la dosis recomendada (ganore = 10 mL y fungol= 1 mL) por litro de agua. Los frutos se lavaron con agua, se desinfectaron con hipoclorito de sodio (0,5 %) y se secaron a temperatura ambiente.

Cuadro 3. Tratamientos aplicados para el control de *C. gloeosporioides* sobre frutos de la lechosa (*Carica papaya* L.).

T	REPETICIONES	DESCRIPCIÓN
T1	3	Ganore + <i>C. gloeosporioides</i> .
T2	3	Ganore
T3	3	Fungol + <i>C. gloeosporioides</i>
T4	3	Fungol
T5	3	Con <i>C. gloeosporioides</i>
T6	3	Sin fungicida, sin <i>C. gloeosporioides</i>



T= *tratamientos*

Los frutos de lechosa fueron separados y asperjados, con el recubrimiento de cada dosis de fungicida correspondiente y para el tratamiento control se asperjaron con agua destilada estéril. Se dejaron secar al aire a temperatura ambiente, esto para asegurarse no provocar algún daño o alteración en el fruto por exceso de humedad y se mantuvieron con humedad relativa (HR) de 78 %, durante 7 días.

Se evaluaron signos y síntomas del hongo *Colletotrichum gloeosporioides*. Donde hubo presencia de hongos estos se aislaron en el medio de cultivo PDA.

Actividad 3. Evaluación del efecto de los fungicidas sobre la calidad postcosecha de la lechosa.

En este ensayo, se realizó el proceso de limpieza, inicialmente un lavado con agua potable y luego por inmersión se sumergieron los frutos en una solución de fungicida de orégano (Ganore= 10 mL y Fungol= 1 mL) por 3 minutos. El ensayo se realizó siguiendo un diseño al azar: 6 tratamientos por cada fungicida orgánico a utilizar; empleando la dosis obtenida en el ensayo anterior; haciendo

uso del Cuadro 3. Las variables que se emplearon para evaluar la calidad poscosecha son las siguientes:

Evaluación de Apariencia de las lechosas tratadas con los fungicidas orgánicos.

Está en función del grado de brillo, frescura, marchites y aspecto general del producto. Para ello realizaron uso del cuadro 4 para la evaluación de apariencia. (Zambrano y Materano, 1999).

Cuadro 4. Escala para la evaluación de apariencia del fruto. (Zambrano y Materano, 1999).

Escala	Descripción
1	No aceptable
2	Medianamente aceptable
3	Aceptable comercialmente
4	Bueno
5	excelente

Evaluación de color de las lechosas tratadas con los fungicidas orgánicos.

Es un indicador de daños fisiológicos, mecánicos y patológicos Sheewfelt, (2002); se utilizó de escala



para la evaluación del color sugerida por Pérez, 1996 (Cuadro 5).

Cuadro 5. Escala para la evaluación del color del fruto (Pérez *et al.* 1996).

Categoría	Descripción
1	Color propio del producto.
2	80 % del color propio del producto.
3	50 % del color propio del producto.
4	20 % del color propio del producto.
5	0-10 % del color propio del producto.

Determinación de pH de las lechosas tratadas con los fungicidas orgánicos.

Se pesó (10 g) de la pulpa de la fruta y se transfirió a un mortero para ser triturada (reducción de tamaño); luego se transfirió a un vaso precipitado de 200 mL. Se le adiciono 90 mL de agua destilada para mezclar y lograr una solución homogénea. Posterior se utilizó un indicador de pH de papel, el cual se

introdujo en la solución y al cabo de 1 min se observó el cambio de coloración, se realizaron 3 repeticiones.

Determinación de solidos solubles totales (°Brix) de las lechosas tratadas con los fungicidas orgánicos.

Se pesó (10 g) de la pulpa de la fruta y se traspasó a un mortero para ser triturada (reducción de tamaño); luego se transfirió a un vaso precipitado de 200 mL. Se le adiciona 90 mL de agua destilada para mezclar y lograr una solución homogénea. Posteriormente, se utilizó un densímetro baume para medir solidos solubles totales (°Brix), el mismo fue introducido en la solución con un movimiento giratorio no brusco y al normalizarse se procedió a registrar la lectura. Este paso se realizó con 3 repeticiones.

Evaluación de presencia de daños y enfermedades de las lechosas tratadas con los fungicidas orgánicos.

Se realizó mediante observación minuciosa de las diferentes frutas y se ubicaron en alguna de las categorías de la escala para evaluar presencia de daños o enfermedades ubicadas en el cuadro 6 (Zambrano y Materano, 1999).



Cuadro 6. Evaluación de presencia de daño y enfermedades del fruto. (Zambrano y Materano 1999).

Escala	% del fruto afectado por lección	Descripción
1	<10	Lesión mínima (5mm)
2	20-40	Lesión > 5mm
3	40-60	+ de la mitad lesionado
4	60-100	Fruto descartado

Análisis estadísticos de los datos

Se realizó la interpretación de la información obtenida durante la recolección de los datos, se usó el programa de Excel 2013 para el análisis estadístico y el programa estadístico Minitab. 17. Para determinar la varianza y desviación estándar de la velocidad de crecimiento micelial a lo largo de los 7 días de tratamiento.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Identificación del hongo *Colletotrichum gloeosporioides*:

La identificación del hongo se realizó a través del empleo de las claves taxonómicas para hongos, posee hifas septadas y produce apresorios clavados, ovalados, algunas veces lobulados, melanizados de color café.

Además se observaron conidios cilíndricos, unicelulares y sin septos, características del hongo *Colletotrichum gloeosporioides* (Figura 2), características que se contrastó con la clave de identificación de hongos, sugerida por Rodríguez *et al.* (2009), Coincidiendo con lo observado por Guédez, (2014); en frutos de naranjas (*Citrus sinensis* L.).

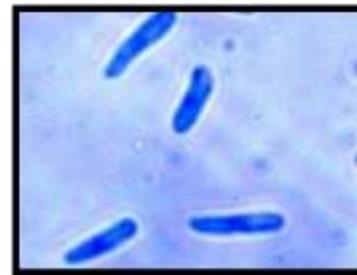


Figura 2. Esporas representativas de *Colletotrichum gloeosporioides*.

Velocidad de crecimiento micelial del hongo *Colletotrichum gloeosporioides*.



Para los resultados de la velocidad de crecimiento micelial en el aislamiento del hongo *Colletotrichum gloeosporioides*, se puede observar crecimiento del hongo en medio PDA durante 7 días. Obteniéndose valores en 4 puntos cardinales de la placa presentando de 0.5 – 1 cm de diferencia por día. Esta medida se tomó, realizando 3 repeticiones para esta actividad, arrojando valores muy similares entre ellos.

En el ensayo de la velocidad de crecimiento micelial, se logró observar; que el micelio creció hasta los bordes de la placa. En la zona de avance se obtuvo mediciones en centímetros (cm) por cada día, los cuales fueron desde 0,5 cm – 1 cm (Figura 3). Se proporcionaron las condiciones para el desarrollo y el medio de cultivo indicado para que el hongo realice su etapa de crecimiento fácilmente, con una desviación estándar de 1,56 y una varianza de 2,42; con un intervalo de varianza de 95%.

A simple vista se pudo observar que el micelio se presentó compacto, cerca del inóculo se observó micelio aéreo, color blanco mate, la colonia fue de textura algodonosa que posteriormente se

tornaron de color salmón, con pequeños conglomerados de micelio compacto (Figura 4).

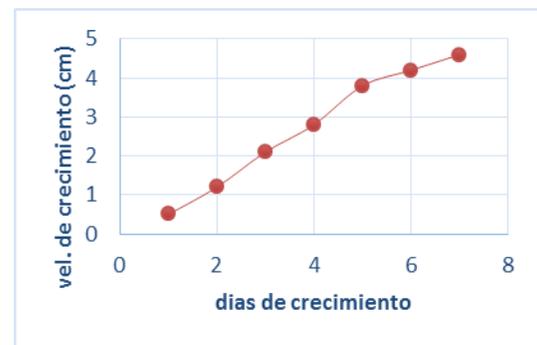


Figura 3. Velocidad de crecimiento micelial del hongo *Colletotrichum gloeosporioides* durante 7 días.



Figura 4. Características de una colonia de *Colletotrichum gloeosporioides*.

El comportamiento observado durante la evaluación coincidió con el trabajo de Carrillo (1994).



Patogenicidad del hongo *Colletotrichum gloeosporioides* (postulados de Koch).

Se observaron síntomas de la enfermedad causada por el hongo *Colletotrichum gloeosporioides*; dichos frutos después de la inoculación presentaron manchas de color marrón oscuro en todo el área de la lechosa; síntomas característicos de la antracnosis, a excepción del control que permaneció completamente sano.

En concordancia con lo descrito por Andrades *et al.* (2009); en su trabajo donde aplicó los postulados de Koch en frutos de guanábana; estos frutos presentaron síntomas característicos de la enfermedad, manifestando así que las manchas presentes en los frutos, si fueron ocasionadas por el hongo inoculado, se descarta la posibilidad de que ya estos frutos antes de este ensayo, estuviesen infestados por el hongo.

Actividad 1. Evaluación de los fungicidas sobre el crecimiento del hongo *Colletotrichum gloeosporioides*.

De acuerdo a los valores de los porcentajes de inhibición del crecimiento

radial, de las tres dosis de los tratamientos que se muestran en la Figura 5.

Los tratamientos con ganore y fungol superaron el 90 % de inhibición del crecimiento radial con respecto al testigo para las tres dosis evaluadas; a excepción del Fungol en el que la dosis baja obtuvo un 95 % de inhibición, Cuadro 7; y es diferente de la dosis alta y recomendada que llegaron a un 100 %; mientras que el tratamiento con ganore alcanzó el 100 % para la dosis máxima y recomendada y la dosis mínima obtuvo un 91% de inhibición, Figura 6.



Figura 5. Inhibición del crecimiento del hongo *Colletotrichum gloeosporioides* en placas PDA con las concentraciones recomendadas de los dos fungicidas orgánicos (Ganore y Fungol).

Relacionándolo con el trabajo presentado por Perera *et al.* (2010). En su evaluación de la eficacia *in vitro* de productos naturales y químicos en el control de especies fúngicas que afectan



al cultivo de plátano; donde a diferencia de este trabajo de investigación, solo con los productos químicos en dosis altas y recomendadas se obtuvieron los mayores porcentajes de inhibición del hongo; cabe destacar que en esta oportunidad los productos orgánicos fueron los protagonistas y que al igual que los productos químicos usados por este autor, obtuvieron efectos fungicidas en el hongo *Colletotrichum gloeosporioides*; siendo estos productos orgánicos más rentables al momento de ser empleados, ya que se utiliza menos cantidad recomendada que otros productos comerciales y con un efecto 100 % inhibitorio en el testigo del hongo. (Figura 6).

Trabajo realizado por Moya (2015), quién evaluó los aceites esenciales en el control de micotoxinas, señala que dicho control se debe a los principales componentes del orégano como los son el timol y carvacrol y su actividad fungicida pudiendo inferir en un ataque a la pared celular y ocasionar la retracción del citoplasma en la hifas y en última instancia resultar la muerte del micelio, además de relacionarlo con la interferencia en las reacciones enzimáticas de la síntesis de la pared

celular, que afecta el crecimiento y la morfogénesis del hongo.

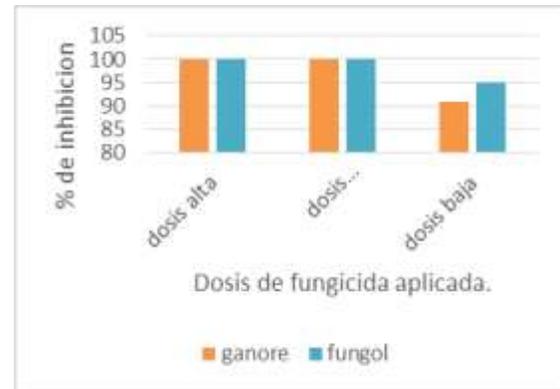


Figura 6. Evaluación de los fungicidas sobre el crecimiento del hongo *Colletotrichum gloeosporioides* in Vitro.

Actividad 2. Evaluación de los fungicidas sobre el hongo *Colletotrichum gloeosporioides* en la superficie de la lechosa.

En esta actividad se observó el porcentaje de crecimiento del hongo *Colletotrichum gloeosporioides* en la lechosa. (Figura 7).

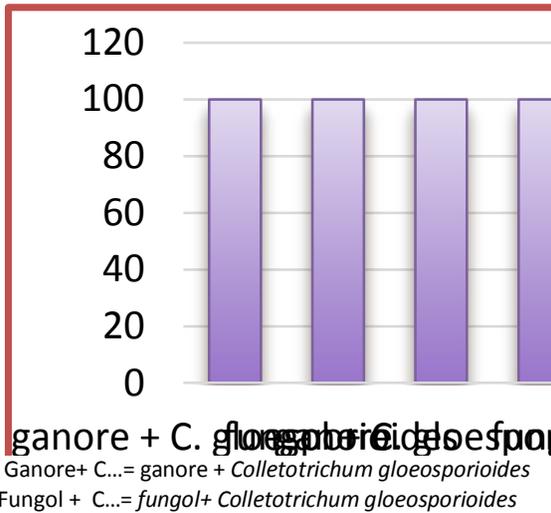


Figura 7. Evaluación de los fungicidas sobre el hongo *Colletotrichum gloeosporioides* en la superficie de la lechosa.

Obteniendo los valores porcentuales de inhibición de los fungicidas orgánicos ganore y fungol y con los diferentes tratamientos aplicados de forma directa en el fruto, durante los primeros 7 días de almacenamiento a 26 °C y 78 % de HR; se destacan los porcentajes de inhibición en todos los tiempos de valoración, con respecto a los dos fungicidas orgánicos (ganore + *C. gloeosporioides*; ganore; fungol + *C. gloeosporioides* y fungol), donde se obtienen los porcentajes con una inhibición total del 100% correspondientes (ausencia de micelio del hongo *Colletotrichum gloeosporioides*); debido a la actividad fungicida de los principales componentes del orégano

timol y carvacrol y a su interferencia en las reacciones enzimáticas de la síntesis de la pared celular, que afecta el crecimiento del hongo; por lo que se determina un efecto fungicida; entre el resto de los tratamientos evaluados.

Se observó un 70 % de inhibición para el testigo (solo hongo); debido a la presencia de lesiones, esto sumado quizás a daños mecánicos entre frutos, temperatura o humedad relativa, condiciones ideales para que hayan crecimientos microbianos tales como (*alternaria* y bacterias). Al igual que lo reportado por Guedez (2014) en naranja, no se produjo deterioro en los frutos.

Actividad 3.- Evaluación del efecto de los fungicidas sobre la calidad postcosecha de la lechosa.

Evaluación de Apariencia de las lechosas tratadas con los fungicidas orgánicos.

En la apariencia externa de los frutos predominaron la frescura y el brillo durante los días de tratamientos con los fungicidas orgánicos, a excepción del control el cual transcurriendo los días de



la evaluación se empezó a observar cambios en la apariencia de estos frutos.

Comparándolo con lo expuesto por Velázquez (2007); donde se obtuvieron resultados relativamente iguales, se manifestó que no hubo cambio relevante en los días de evaluación de los frutos bajo los diferentes tratamientos.

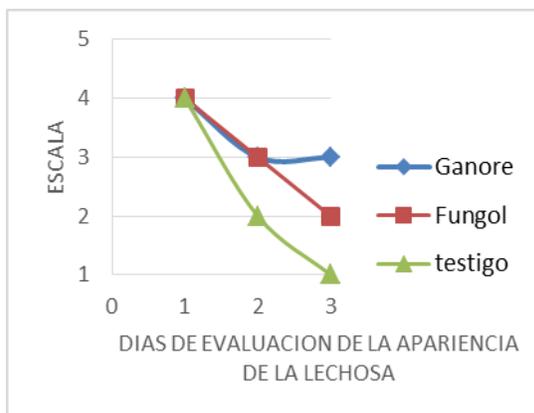


Figura 8. Escala de apariencia en frutos de lechosa (*Carica papaya* L.) tratados con los fungicidas orgánicos ganore y fungol a los 3 días de evaluación mantenidos a 26 °C y 78 % de humedad relativa.

Evaluación de color de las lechosas tratadas con los fungicidas orgánicos.

En el Figura 9, se observan los resultados obtenidos sobre el color del fruto; en el que se puede apreciar los posibles daños mecánicos, fisiológicos y patológicos. El tratamiento con ganore: en el día 1 y 2 los frutos pasaron a categoría 2 definida como: color del fruto

entre 70 % verde – 30 % naranja; seguidamente en el día 3 se mantuvieron las características a la categoría 3 definida como: color del fruto entre 50 % verde – 50 % naranja. En el tratamiento empleado con fungol: se mantuvieron las características, los días 1, 2 y 3 los frutos se encontraron a la categoría 2 definida como: color del fruto entre 70 % verde – 30 % naranja. Sin embargo en el testigo; en el día 1 y 2 los frutos se encontraron a la categoría 2 definida como: color del fruto entre 70 % verde – 30 % naranja y en el día 3 (categoría 4) 30 % verde – 70 % naranja.

En los frutos el color no hubo cambio relevante de color en el fruto mediante la aplicación de tratamientos con el transcurso de los días. Coincidiendo esto con lo señalado por Velázquez (2007). Se puede hacer referencia, que a medida que el fruto lleva más días desde su recolección el mismo cumplirá con su proceso de maduración y por esta razón puede percibir el cambio en su coloración, sin verse afectados por la aplicación de fungicidas orgánicos a base de orégano.

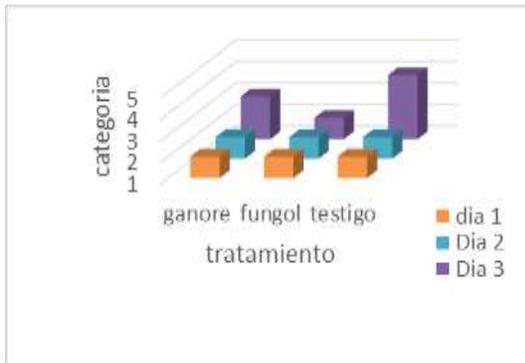


Figura 9. Categorías de color en frutos de lechosa (*Carica papaya* L.) tratados con los fungicidas orgánicos ganore y fungol a los 3 días de evaluación mantenidos a 26 °C y 78 % de humedad relativa.

Determinación de pH de las lechosas tratadas con los fungicidas orgánicos.

Los resultados obtenidos de pH indican valores de 5, ácidos en cada tratamiento con (ganore, fungol y testigo) tomando como referencia el tratamiento testigo, estos fungicidas orgánicos no alteraron las características del fruto, debido a que no causaron algún cambio de pH en la misma, (Figura 10). Además que al relacionarlo con lo expuesto por Velázquez (2007), podemos observar que los resultados fueron iguales, y se concluye que las lechosa no sufren alguna modificación en su pH luego de ser cosechadas y tratadas con estos productos orgánicos a base de orégano. Característica del fruto importante en

cuanto al efecto que ejerce el hongo *Colletotrichum gloeosporioides* sobre el mismo, factor de patogenicidad que se debe tener en cuenta a la hora de controlar la enfermedades.

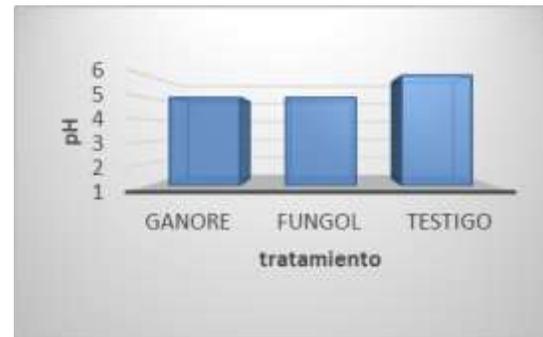


Figura 10. Valores de pH en frutos de lechosa (*Carica papaya* L.) tratados con los fungicidas orgánicos Ganore y Fungol a los 3 días de evaluación mantenidos a 26 °C y 78 % de humedad relativa.

Determinación de sólidos solubles totales (°Brix) de las lechosas tratadas con los fungicidas orgánicos.

La Figura 11, muestra los resultados obtenidos reflejan que los valores, se encuentran relativamente iguales en cada tratamiento con ganore, fungol y el testigo, por lo que se puede inferir, tomando como referencia el testigo, que ninguno de los productos orgánicos produjo algún cambio en la fruta. En concordancia con lo planteado por Velázquez (2007), donde los resultados



resultaron iguales, se concluye que al aplicar estos fungicidas orgánicos luego de ser cosechadas las lechosas no se ocasiona ninguna alteración sobre los valores de sólidos solubles totales de la fruta, lo que hace más atractivo a estos productos orgánicos al momento de ser aplicados para el testigo de esta enfermedad.

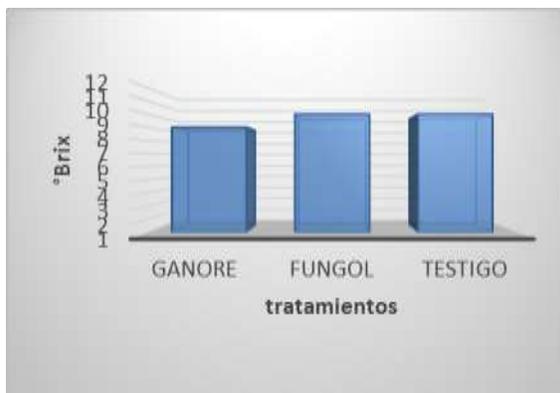


Figura 11. Valores de sólidos solubles totales (°Brix) en frutos de lechosa (*Carica papaya* L.) tratados con los fungicidas orgánicos ganore y fungol a los 3 días de evaluación mantenidos a 26 °C y 78 % de humedad relativa. Evaluación de presencia de daños y enfermedades de las lechosas tratadas con los fungicidas orgánicos.

En la Figura 12; podemos observar la presencia de daños donde el color azul es identificado como ganore, el color naranja como fungol y el color gris se identifican como testigo. El tratamiento con ganore: en el día 1 y 2 los frutos se encontraron a escala 1 definida como: <

10 % lesión mínima (5mm); seguidamente en el día 3 se mantuvieron las características a escala 2 definida como: 20 – 40 % lesión < (5 mm), escalas reflejadas en Cuadro 6.

En el tratamiento empleado con fungol: se mantuvieron las características los días 1, 2 y 3 los frutos se encontraron a escala 1 definida como: < 10 % lesión mínima (5 mm). Para el testigo; en el día 1 los frutos se encontraron a escala 1 definida como: < 10 % lesión mínima (5 mm), mientras que los días 2 y 3 en escala 2 de 20 – 40 % lesión < (5 mm). Demostrando así resultados visuales, apareciendo en los frutos con el tratamiento control en el segundo y tercer día de evaluación daños de entre un 20 – 40 % de daño en la fruta, mientras que con ganore el último día de evaluación se pudieron apreciar daños en la fruta; en relación con presentado por Guédez (2014). Se concluye referente a los tratamientos con ganore y testigo, que posiblemente estos resultados son debido a que el grado de madurez de los frutos pudo influir en el avance de la pudrición, inducida por la temperatura y humedad relativa en el lugar donde las mismas se almacenaran o por el ataque de algún



microorganismo diferente al hongo en estudio.

característico del hongo, cumpliendo con los postulados de Koch.

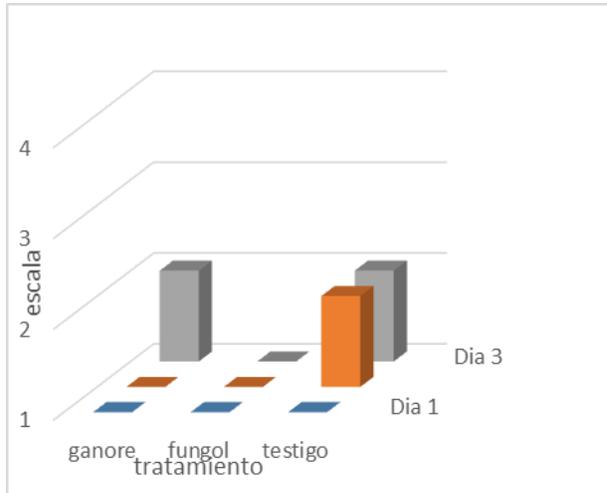


Figura 12. Valores de presencia de daños y enfermedades en frutos de lechosa (*Carica papaya*) tratados con los fungicidas orgánicos ganore y fungol a los 3 días de evaluación mantenidos a 26 °C y 78 % de humedad relativa.

CONCLUSIONES

El empleo de fungicidas orgánicos a base de orégano (ganore y fungol), son efectivos para el control de la antracnosis en la lechosa, además no afectan la calidad postcosecha del producto.

El aislamiento realizado corresponde hongo *Colletotrichum gloeosporioides*, que tiene crecimiento micelial

En la determinación del efecto de los fungicidas orgánicos a base de orégano sobre el hongo, se refleja que tanto para ganore como para fungol (fungicidas orgánicos) se obtuvo el 100% de inhibición del crecimiento radial con las dosis altas y las dosis recomendadas y entre un 91 - 95% respectivamente para la dosis baja de cada fungicida orgánico.

El porcentaje de inhibición del fungicida sobre el fruto, en los diferentes tratamientos con ganore y fungol (fungicidas orgánicos), ambos obtuvieron los porcentajes correspondientes a 100% de inhibición; manifestando así la ausencia de micelio del hongo *Colletotrichum gloeosporioides*.

Los fungicidas orgánicos a base de orégano (ganore y fungol) aplicados en los frutos de lechosa, así como fueron efectivos para el control del hongo *Colletotrichum gloeosporioides*, del mismo modo, resultaron eficaces, al ser evaluados en cuanto al efecto en la calidad poscosecha, revelando que no causan algún cambio no deseado de la lechosa.



Estos fungicidas orgánicos son más rentables al momento de ser empleados, ya que se utiliza menos cantidad recomendada que otros fungicidas comerciales y con un efecto 100% inhibidor en el control del hongo.

RECOMENDACIONES

Implementar nuevas alternativas en el uso de fungicidas orgánicos; como lo son los productos a base de orégano, eficaces en el control de enfermedades causadas por microorganismos.

Estudiar las condiciones de temperatura y humedad relativa en frutos de lechosa para que a medida de su desarrollo, se puedan controlar aquellos factores que indiquen en el ataque de enfermedades causadas por parte de hongos como el *Colletotrichum gloeosporioides*.

Realizar estudios relacionados con la calidad poscosecha de la lechosa, empleando tratamientos de control desde el campo, esto para la evaluación del efecto que pudieran causar a la lechosa durante su aplicación.

AGRADECIMIENTOS

Por su incondicional apoyo ético, moral, académico y financiero a la empresa INSUBIOL, INSUMOS BIOLOGICOS C.A. en su ayuda en la adquisición de las lechosas, fungicidas orgánicos, medios de cultivos y todos los equipos e instrumentos, necesarios para llevar a cabo las actividades planteadas y al laboratorio de microbiología del programa de Ingeniería Agroindustrial de la Universidad Centroccidental "Lisandro Alvarado; Barquisimeto, Estado Lara, Venezuela.

REFERENCIAS

- Andrades I., Yender F., Labarca J., Ulacio D., Paredes C y Marín Y., (2009). *Evaluación de la antracnosis (Colletotrichum sp.) en guanábana (Annona muricata L.) tipo Gigante en el sector Moralito del estado Zulia, Venezuela.* Universidad Nacional Experimental Sur del Lago (UNESUR). Programa Ingeniería de la Producción Agropecuaria. Apdo. postal 5148; Universidad Centroccidental "Lisandro Alvarado". Posgrado de Fitopatología. Apdo. Postal 400. Barquisimeto, Estado Lara e Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas INIA-Zulia. El Vigía, Estado Zulia, Venezuela.



Carrillo, M. (1994). *Identificación y patogenicidad de cepas del genero Colletotrichum asociados al cultivo del café (Coffea arabica l). En la región centro occidental de Venezuela.* Tesis de grado. Artículo vol. 44. UCLA, Postgrado de Fitopatología, Escuela de Agronomía. Apartado 400. Barquisimeto, estado Lara, Venezuela.

Guédez, (2014). *Actividad antifúngica del aceite esencial de naranja (Citrus sinensisL.) sobre hongos postcosecha en frutos de lechosa (Carica papaya L.).* Revista de la Sociedad Venezolana de Microbiología. vol.34 no.2 Caracas diciembre, 2014.

Moya, M. (2015). *Aceites esenciales para el control de micotoxinas.* <https://prezi.com/onydon7wty01/aceites-esenciales-para-el-control-de-micotoxinas/>

Perera G., Santiago D., Hernández J., de la Rosa S., (2010). *Evaluación de la eficacia in vitro de productos naturales y químicos en el control de especies fúngicas que afectan al cultivo del plátano en canarias.* Instituto Canario de Investigaciones Agrarias (ICIA). Departamento de Protección Vegetal.

Pérez C., Libia M., Saquero M., Herrera H., Darío J., (2003) *Caracterización morfológica y patogénica de Colletotrichum sp. Como agente causal de la antracnosis en ñame Dioscorea sp.* Revista Colombiana de

Biotecnología, vol. V, núm. 1, julio, 2003, pp. 24-35 Universidad Nacional de Colombia Bogotá, Colombia.

Pérez M., Zambrano J. Y Manzano J. (1996). *Relación entre el color de los frutos de piña Española roja y su estado de madurez.* Revista de la facultad de Agronomía. Alcance 50:89-95.

Quiroga, M (2013). *Antracnosis, una enfermedad limitante para la producción de papaya.* Fisiología de cultivos, Universidad Nacional de Colombia. Producción de cultivos; plaga del mes.

Rodríguez E., González J., y Pérez N. (2009). *La Infección de Colletotrichum gloeosporioides (Penz.) Penz. Y Sacc. En Aguacatero (Persea americana Mill.): Aspectos Bioquímicos y Genéticos.* Rev. mex. fitopatol vol.27 no.1 Texcoco ene. 2009. Revista mexicana de fitopatología.

Rondón O., Sanabría N., y Rondón A., (2006). *Respuesta in vitro a la acción de fungicidas para el control de antracnosis,(Colletotrichum gloeosporioides penz), en frutos de mango.* Artículo vol.56. Centro Nacional de Investigaciones Agrícolas. Zona Universitaria.

Sherwfelt. (2002). *Color. In. postharvest Physiology and pathology of vegetables.* Bartz, Jerry (Ed.). Marcel Dekker Incorporated. Second edition. New York, USA. Pp. 287.



Velázquez C, (2007). *Manual de manejo postcosecha de frutas tropicales, (Papaya, piña, plátano, cítricos)*. 2007.
<http://www.fao.org/inpho/content/documents/vlibrary/ac304s/ac304s00.htm>.

Vincent, (1947). *Distortion of fungal hyphae in the presence of certain inhibitors*. Nature, 159:850

Zambrano J. y Materano W. (1999). *Efecto del tratamiento de inmersión en agua caliente sobre el desarrollo de daños por el frío en frutos de mango*. Agronomía tropical 49(1): 81-92.