



## Potencial antifúngico de *Citrus sinensis* y *Citrus nobilis* sobre el crecimiento de *Rhizopus stolonifer* y *Colletotrichum gloeosporioides* en papaya

### Antifungal potential of *Citrus sinensis* and *Citrus nobilis* on the *Rhizopus stolonifer* and *Colletotrichum gloeosporioides* growth in papaya

Flor Jajaira Narváez Baque<sup>1</sup>, <sup>a</sup>Sonnia Esther Barzola Miranda<sup>1</sup>, Flor Marina Fon-Fay Vásquez<sup>1</sup>, Malena Jacqueline Martínez Chávez<sup>1</sup>, Juan Alejandro Neira Mosquera<sup>1,2</sup>, Sungey Naynee Sánchez Llaguno<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Universidad Técnica Estatal de Quevedo. Facultad de Ciencias de la Ingeniería, Carrera de Ingeniería Agroindustrial. Campus Manuel Haz Álvarez. Av. Quito Km 1.5 vía Santo Domingo de los Tsáchilas. EC.120301. Quevedo, Ecuador. florjbaq.narvaez@uteq.edu.ec; <sup>a</sup>sbarzola@uteq.edu.ec; ffonfay@uteq.edu.ec; mmartinez@uteq.edu.ec; neiramosquera@uteq.edu.ec

<sup>2</sup>Universidad de las Fuerzas Armadas-ESPE, Departamento de Ciencias de la Vida. Av. General Rumiñahui s/n Sangolquí, Ecuador, P.O.BOX: 171-5-231B. snsanchez@espe.edu.ec

Rec.: 22.06.2016. Acept.: 27.12.2016.

Publicado el 1 de junio de 2017

#### Resumen

En este estudio se evaluó el efecto antifúngico de los aceites esenciales de hojas y pericarpio de *Citrus sinensis* (Naranja) y *Citrus nobilis* (Mandarina) sobre el crecimiento de los hongos *Rhizopus stolonifer* y *Colletotrichum gloeosporioides* aislados de papaya Maradol. Se aplicó un análisis estadístico con un arreglo factorial de bloques A(2)xB(2)xC(3) con 2 repeticiones considerando como Factor A: Aceites esenciales (*Citrus sinensis* y *Citrus nobilis*), Factor B: Origen de los aceites esenciales (hojas y pericarpio), Factor C: Concentraciones (1%, 2% y 4%); se evaluó durante siete días el crecimiento radial de los hongos y posteriormente se realizó el conteo de esporas en la cámara de Neubauer. Para el análisis de datos se empleó el paquete estadístico StatGraphics; para la separación de medias de los niveles de los tratamientos se realizó la prueba de significación Tukey ( $p < 0.05$ ). Los mejores resultados, tanto para la inhibición de crecimiento radial, como de esporas fueron el aceite esencial de *Citrus sinensis* (a0), obtenido de las hojas (b0) y con 4% de concentración de aceite en la solución empleada (c2) en los dos microorganismos aplicados: *Rhizopus stolonifer* y *Colletotrichum gloeosporioides*.

**Palabras clave:** aceites esenciales, hongos, papaya, inhibición radial, esporas.

#### Abstract

This study evaluated the antifungal effect of essential oils obtained from *Citrus sinensis* (orange) and *Citrus nobilis* (mandarine) leaves and pericarp on the growth of fungi (*Rhizopus stolonifer* and *Colletotrichum gloeosporioides*) isolated from papaya Maradol. A statistical analysis with a factorial block arrangement A(2)xB(2)xC(3) with two repetitions was made, considering: Factor A: essential oils (*Citrus sinensis* and *Citrus nobilis*), Factor B: essential oil source (leaves and pericarp), Factor C: Concentrations (1%, 2% y 4%). During seven days fungi radial growth was evaluated, and after this spore counting was carried out in the Neubauer chamber (haemocytometer). For data analysis StatGraphics was used and for determining the treatments' level means, significance Tukey test ( $p < 0.05$ ) was made. The best results inhibiting radial growth, and spores were: essential oil from *Citrus sinensis* (a0), obtained from the leaves (b0) with 4% oil concentration in the solution used (c2) in the microorganisms *Rhizopus stolonifer* and *Colletotrichum gloeosporioides*.

**Key words:** essential oils, fungi, papaya, radial inhibition, spores.

## Introducción

Las frutas tropicales como la papaya tiene gran importancia económica por su alto valor nutritivo, propiedades sensoriales y medicinales, características que han contribuido a incrementar su cultivo, siendo una fruta susceptible al manejo postcosecha, requiere cuidados para evitar pérdidas y mermas de un alto costo económico (Suárez *et al.*, 2013). Su valor nutritivo comprende un adecuado balance de compuestos orgánicos e inorgánicos tales como carbohidratos, vitaminas A, B, C, K, ácido fólico y minerales como el calcio, fósforo, magnesio, hierro, sodio, potasio, entre otros (Rodríguez y Veneros, 2011).

Después de cosechados, los frutos pasan por una serie de transformaciones endógenas resultantes del metabolismo celular, el aumento de los azúcares solubles, de agua libre y de las pectinas es acompañado por la reducción de algunos componentes fenólicos y protopectínicos, que tornan los frutos más sensibles al daño mecánico y al ataque de diversos microorganismos (Mendoza *et al.*, 2013). La maduración de la papaya ocurre inmediatamente después de la cosecha por lo tanto se recomienda conservarse a temperaturas entre 8 a 10 °C por un periodo máximo de 4 semanas; y de 5 a 7 días si la temperatura es de 22 °C; sin embargo, durante este tiempo es susceptible al ataque de microorganismos patógenos, siendo los hongos *Colletotrichum* sp., *Rhizopus stolonifer*, *Botrytis cinerea*, *Penicillium italicum* y *Penicillium digitatum*, los causantes de las enfermedades de postcosecha más comunes (Guédez *et al.*, 2014).

Una de las alternativas que se han estudiado con resultados prometedores, se basa en el hecho que, las plantas elaboran metabolitos secundarios con la finalidad de disminuir el ataque de parásitos y depredadores naturales, muchos de estos compuestos se caracterizan por ser inocuos para el ser humano, y se consideran como “fungicidas naturales” (Landeró *et al.*, 2013). Por tanto, se incrementó el interés de su aplicación para el manejo de enfermedades en campo y poscosecha, debido al efecto que exhiben sobre los fitopatógenos (Duarte *et al.*, 2013).

Este estudio evaluó el potencial antifúngico de los aceites esenciales de *Citrus sinensis* (naranja) y *Citrus nobilis* (mandarina) aplicado en cepas de *Rhizopus stolonifer* y *Colletotrichum gloeosporioides*, aisladas del mesocarpio de la papaya de variedad “Maradol” colectada en el cantón Valencia, sector agrícola de la provincia de Los Ríos, Ecuador.

## Materiales y métodos

### Obtención del material vegetal

En el Cantón Valencia, Provincia de Los Ríos, Ecuador, se obtuvieron las papayas de la variedad “Maradol”.

### Aislamiento de *Rhizopus stolonifer* y *Colletotrichum gloeosporioides*

El material vegetal (papaya) fue previamente lavado con solución de hipoclorito de sodio al 3%. Posteriormente, con agua destilada estéril se enjuagó tres veces consecutivas. Seguidamente, se seleccionaron 5 muestras del mesocarpio de 0.50 cm<sup>2</sup> entre las partes intermedias del tejido sano y parte del tejido en descomposición; fueron transferidas al medio de cultivo agar papa dextrosa (APD) (Neogen corporation) y se aplicó Sulfato de estreptomycin® al 1%. Para el aislamiento de los microorganismos se incubaron las placas a una temperatura de 24 °C por 7 días. Todo el procedimiento se desarrolló en cámara de flujo laminar cumpliendo las condiciones de asepsia y esterilidad requeridas (Castellanos *et al.*, 2011).

### Identificación de colonias

Cada colonia desarrollada se separó y purificó por el sistema de repiques, usando medio de cultivo APD y la observación se efectuó por montaje microscópico. La identificación a nivel de género se realizó siguiendo las claves de Barnett y Hunter (1987), esto permitió obtener colonias aisladas de *Rhizopus stolonifer* y *Colletotrichum gloeosporioides*. La identificación se hizo tomando en cuenta las características del micelio, el color de la colonia, la forma de conidióforos; forma, tamaño y color de los conidios (Von, 1981; Barnett y Hunter, 1987).

### Obtención de aceites esenciales

Los aceites esenciales de pericarpio y hojas de *Citrus sinensis* y *Citrus nobilis* fueron extraídos y obtenidos mediante hidrodestilación. Los aceites de los pericarpios fueron preparados en el Laboratorio IsabrukBotanik S.A. ubicado en la ciudad de Ambato, provincia de Tungurahua, Ecuador. Mientras, los aceites de las hojas se obtuvieron en el laboratorio de Química Básica, UTEQ-Quevedo, provincia de Los Ríos, Ecuador.

### Determinación de la capacidad fungicida

El efecto inhibitorio de los aceites esenciales sobre los hongos *Rhizopus stolonifer* y *Colletotrichum gloeosporioides* se determinó mediante la observación del crecimiento radial del micelio, medido en mm y conteo del número de esporas por mL de solución (Castellanos *et al.*, 2011).

### Determinación del crecimiento radial

La siembra se realizó en cajas de petri previamente esterilizadas con medio APD, a estas se agregó concentraciones de aceites de 1%, 2% y 4% equivalentes a 100 µL, 200 µL y 400 µL. Previamente, los aceites se mezclaron con tween 20 a una concentración de 1% para mejorar su solubilidad y estabilidad en el medio. Cada concentración y tipo de aceite se colocó en placas por separado. Una vez homogenizado y solidificado el medio, una muestra de aproximadamente 6 mm

de diámetro de cada hongo, se colocó sobre el agar. El ensayo se realizó por duplicado y se incluyó una muestra (testigo) únicamente con el medio APD y tween 20 a concentración de 1%. Las placas se incubaron a 24 °C y se registro los datos cada 24 horas y durante 7 días, con mediciones del crecimiento radial en mm usando un calibrador vernier. Para determinar el porcentaje de inhibición se usó la fórmula  $(T - Tr / T) * 100$ , donde: T: testigo y Tr: tratamiento.

#### Conteo de esporas

Una vez observado el crecimiento radial se contó el número de esporas por microorganismo ensayado. A cada una de las placas se adicionó 10 mL de agua destilada estéril, cada placa se agitó con una varilla de vidrio y se tomó una alícuota de 1 mL de agua; se agregó 1 µL de tween 20 al 1%, las muestras se colocaron en viales Eppendorf y se agitaron en un Vortex mixer (Labnet SO200) para obtener una solución homogénea. Se contó el número de esporas, y se usó una cámara de Neubauer (Marienfeld 0.0025 mm x 0.10 mm de profundidad) y un microscopio (Olympus CX1, lente número 10). El porcentaje de inhibición se determinó mediante la fórmula  $(T - Tr / T) * 100$ , donde: T: testigo y Tr: tratamiento.

**Cuadro 1. Tratamientos estudiados en la valoración de los aceites esenciales de *Citrus sinensis* (naranja) y *Citrus nobilis* (mandarina) en la inhibición de hongos de papaya**

Trat.	Simb.	Descripción
T1	a <sub>0</sub> b <sub>0</sub> c <sub>0</sub>	Naranja, Hojas, 1%
T2	a <sub>0</sub> b <sub>0</sub> c <sub>1</sub>	Naranja, Hojas, 2%
T3	a <sub>0</sub> b <sub>0</sub> c <sub>2</sub>	Naranja, Hojas, 4%
T4	a <sub>0</sub> b <sub>1</sub> c <sub>0</sub>	Naranja, Corteza del fruto, 1%
T5	a <sub>0</sub> b <sub>1</sub> c <sub>1</sub>	Naranja, Corteza del fruto, 2%
T6	a <sub>0</sub> b <sub>1</sub> c <sub>2</sub>	Naranja, Corteza del fruto, 4%
T7	a <sub>1</sub> b <sub>0</sub> c <sub>0</sub>	Mandarina, Hojas, 1%
T8	a <sub>1</sub> b <sub>0</sub> c <sub>1</sub>	Mandarina, Hojas, 2%
T9	a <sub>1</sub> b <sub>0</sub> c <sub>2</sub>	Mandarina, Hojas, 4%
T10	a <sub>1</sub> b <sub>1</sub> c <sub>0</sub>	Mandarina, Corteza del fruto, 1%
T11	a <sub>1</sub> b <sub>1</sub> c <sub>1</sub>	Mandarina, Corteza del fruto, 2%
T12	a <sub>1</sub> b <sub>1</sub> c <sub>2</sub>	Mandarina, Corteza del fruto, 4%

#### Análisis estadísticos

Se aplicó un ANOVA, con diseño de bloques al azar mediante arreglo factorial A\*B\*C con tres replicas (Cuadro 1); Los niveles estudiados por tratamiento fueron: Factor A: Aceites esenciales (naranja y mandarina), Factor B: Origen de los aceites esenciales (hojas y pericarpio) y el Factor C: concentraciones (1%, 2% y 4%), la tabulación de resultados se realizó mediante el software Stats Graphics Centurión de la Universidad de Massachusetts. Para la separación de medias de los tratamientos se realizó mediante Tukey (p<0.05).

## Resultados y discusión

En la capacidad fungica, las interacciones (A\*B\*C) para la inhibición del crecimiento radial del hongo *R. stolonifer*, los tratamientos evitaron 100% de proliferación, a diferencia del a<sub>1</sub>b<sub>1</sub>c<sub>0</sub> (*Citrus nobilis*, corteza del fruto, 1%) y a<sub>1</sub>b<sub>1</sub>c<sub>1</sub> (*Citrus nobilis*, corteza del fruto, 2%) (Cuadro 2), resultados que coinciden con lo reportado por Ronquillo (2007) en su estudio de evaluación del potencial antimicrobiano de películas comestibles con aceites esenciales *in vitro* e *in situ*. Mientras, en la inhibición de esporas, se observó 100% en los tratamientos a<sub>0</sub>b<sub>0</sub>c<sub>1</sub> (*Citrus sinensis*, Hojas, 2%), a<sub>0</sub>b<sub>0</sub>c<sub>2</sub> (*Citrus sinensis*, Hojas, 4%), a<sub>1</sub>b<sub>0</sub>c<sub>2</sub> (*Citrus nobilis*, Hojas, 4%), a<sub>0</sub>b<sub>0</sub>c<sub>0</sub> (*Citrus sinensis*, Hojas, 1%), a<sub>1</sub>b<sub>0</sub>c<sub>0</sub> (*Citrus nobilis*, Hojas, 1%) superiores a los reportados por Tzortzakis y Economakis (2007) en su investigación sobre actividad anti fúngica del aceite esencial de Lemongrass (*Cymbopogon citratus* L.) contra hongos patógenos de poscosecha (70%). Por tanto, se puede expresar que los niveles de inhibición son buenos, y la variación podría estar sujeta a factores intrínsecos de la fruta utilizada o a su vez a factores ambientales.

Asimismo, *C. gloeosporioides*, tuvo la misma tendencia que *R. stolonifer*, efectuando una inhibición del 100% de crecimiento radial en los mismos tratamientos (Cuadro 2), superiores a los reportados por Pineda *et al.* (2010) en su estudio de propiedad fungistática *in vitro* de propóleos sobre tres aislamientos de *Colletotrichum gloeosporioides* (30%); similares resultados se obtuvo en inhibición de esporas (100% de inhibición), valores superiores a los reportados por Silva *et al.* (2011) en su investigación titulada: Inhibición del crecimiento micelial y la germinación *Colletotrichum gloeosporioides* aplicando aceite de neem (*Azadirachta indica*) que fue solo del 61%.

El aceite esencial de *Citrus sinensis* reveló una fuerte actividad inhibitoria tanto en crecimiento radial como en número de esporas de hongos para *R. stolonifer* (Cuadro 3). Estos resultados son similares a los obtenidos por Guédez *et al.* (2014) quienes evaluaron el aceite *Citrus sinensis* en frutos de lechosa (*Carica papaya* L.) en la postcosecha, consiguiendo 100% de inhibición.

En la inhibición de esporas se evidenció 97.06% con el aceite de *Citrus sinensis*, valores superiores (50%) a los reportados por Perera *et al.* (2011) en la evaluación de la eficacia de fungicidas naturales y químicos en el control de enfermedades postcosecha sobre distintas variedades de papaya. Estos resultados podrían atribuirse a la concentración de 4% de aceite y a la calidad de la muestra vegetativa, lo mismo ocurrió en el caso de la inhibición del hongo *C. gloeosporioides* alterando su viabilidad en 100% con el uso de *Citrus sinensis*, valores superiores a los reportados en el estudio de propiedad fungistática *in vitro* de propóleos sobre tres aislamientos de *Colletotrichum gloeosporioides* (30% de inhibición) (Pineda *et al.*, 2010).

**Cuadro 2. Porcentajes de inhibición del crecimiento radial y número de esporas**

Tratamientos A*B*C	Inhibición del Crecimiento Radial (%)		Inhibición de número de esporas (%)	
	<i>Rhizopus stolonifer</i>	<i>Colletotrichum gloeosporioides</i>	<i>Rhizopus stolonifer</i>	<i>Colletotrichum gloeosporioides</i>
a <sub>0</sub> b <sub>0</sub> c <sub>0</sub>	100.00 c	100.00 c	99.76 e	100.00 g
a <sub>0</sub> b <sub>0</sub> c <sub>1</sub>	100.00 c	100.00 c	100.00 e	100.00 g
a <sub>0</sub> b <sub>0</sub> c <sub>2</sub>	100.00 c	100.00 c	100.00 e	100.00 g
a <sub>0</sub> b <sub>1</sub> c <sub>0</sub>	100.00 c	100.00 c	95.79 d	95.35 d
a <sub>0</sub> b <sub>1</sub> c <sub>1</sub>	100.00 c	100.00 c	95.60 d	98.79 f
a <sub>0</sub> b <sub>1</sub> c <sub>2</sub>	100.00 c	100.00 c	91.26 c	96.24 e
a <sub>1</sub> b <sub>0</sub> c <sub>0</sub>	100.00 c	100.00 c	99.76 e	100.00 g
a <sub>1</sub> b <sub>0</sub> c <sub>1</sub>	100.00 c	100.00 c	100.00 e	100.00 g
a <sub>1</sub> b <sub>0</sub> c <sub>2</sub>	100.00 c	100.00 c	99.76 e	100.00 g
a <sub>1</sub> b <sub>1</sub> c <sub>0</sub>	0.56 a	52.54 a	72.51 b	50.30 c
a <sub>1</sub> b <sub>1</sub> c <sub>1</sub>	42.78 b	75.97 b	64.38 a	24.49 a
a <sub>1</sub> b <sub>1</sub> c <sub>2</sub>	100.00 c	100.00 c	91.49 c	28.03 b

Medias con una letra común, no son significativamente diferentes (Tukey, p>0.05)

**Cuadro 3. Comparación de la actividad inhibitoria del crecimiento radial y el número de esporas de hongos del Aceite esencial *Citrus sinensis* (naranja) frente al aceite esencial de *Citrus nobilis* (mandarina) en control de *Rhizopus Stolonifer* y *Colletotrichum gloeosporioides* (Papaya)**

Niveles estudiados	<i>Rhizopus stolonifer</i>		<i>Colletotrichum gloeosporioides</i>	
	Inhibición Crecimiento radial (%)	Inhibición de esporas (%)	Inhibición Crecimiento radial (%)	Inhibición de esporas (%)
<i>C. sinensis</i> (Naranja)	100.00 b	97.06 b	100.00 b	98.39 b
<i>C. nobilis</i> (Mandarina)	75.23 a	87.98 a	80.91 a	67.13 a
Error Estándar	1.11	0.03	1.00	0.06

Medias con una letra común, no son significativamente diferentes (Tukey, p>0.05)

La inhibición de esporas *C. gloeosporioides* alcanzó un 98.39% (*Citrus sinensis*), valor ligeramente inferior al 100% alcanzado por Landero *et al.* (2013) en su investigación de potencial antifúngico de extractos de cuatro especies vegetales sobre el crecimiento de *Colletotrichum gloeosporioides* en papaya (*Carica papaya*) en poscosecha, estos valores podría atribuirse a varios factores, como las condiciones del ambiente microbiológico, o posiblemente, factores ambientales del sitio de trabajo, que en este caso no fueron controlados como factor determinante en este estudio, a pesar de trabajar en un ambiente regulado (acondicionado).

Al respecto, los aceites esenciales a partir de hojas y pericarpio de los cítricos estudiados, en el crecimiento radial de *R. stolonifer* se evidenció 100% (hojas) de inhibición, valor superior al 94% de inhibición reportado por Barrera y Bautista (2008) en la investigación de actividad antifúngica de polvos, extractos y fracciones de *Cestrum nocturnum* L.

sobre el crecimiento micelial de *Rhizopus stolonifer*.

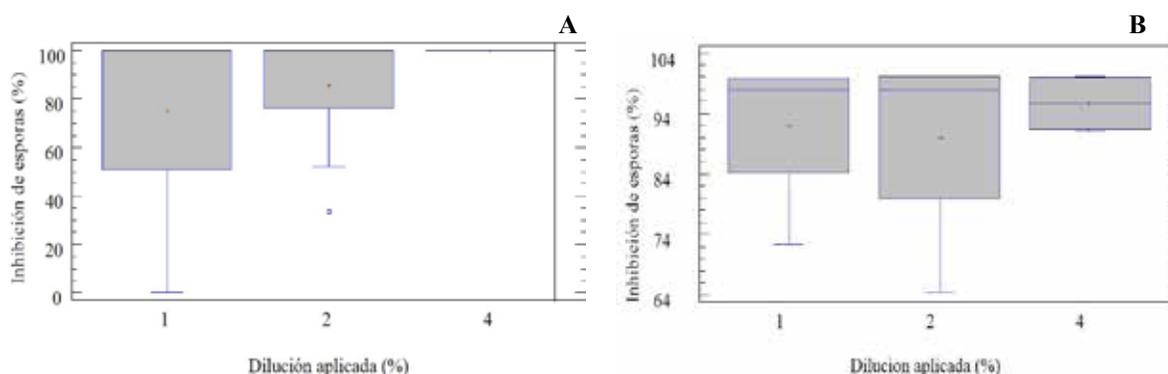
En la inhibición de esporas de *R. stolonifer* se logró 99.88% con aceite obtenido de las hojas (Cuadro 4), valor superior al 88% obtenidos por Angulo *et al.* (2009) en la extracción de semilla de *Swietenia humilis* Zucc con actividad antifúngica de *R. stolonifer*. Mientras, en la inhibición del crecimiento radial del hongo del género *C. gloeosporioides* se obtuvo 100% (hojas), resultados iguales a los reportados por Prapassom *et al.* (2012) en el efecto de extracto crudo de hojas contra *Colletotrichum gloeosporioides*; y en el porcentaje de inhibición del esporas del hongo del género *C. gloeosporioides* también se obtuvo el 100% con aceite extraído de las hojas, superiores a los reportados por Ademe *et al.* (2013) quienes publicaron 88.70% en la evaluación de la actividad antifúngica de extractos de plantas contra la antracnosis (*Colletotrichum gloeosporioides*) de la papaya.

En lo referente a las concentraciones de aceites (Factor

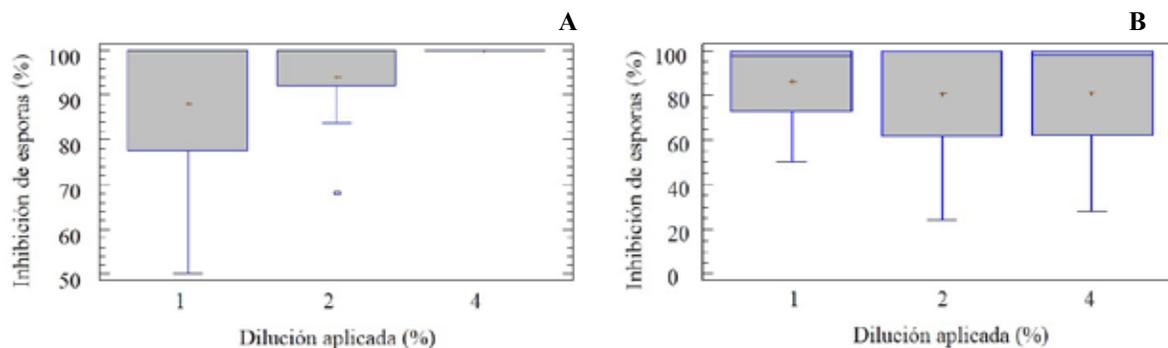
**Cuadro 4. Valoración de la Actividad inhibitoria en crecimiento radial y número de esporas de hongos. Comparación de aceites provenientes de las hojas frente al aceite de pericarpio**

Niveles estudiados	<i>Rhizopus stolonifer</i>		<i>Colletotrichum gloeosporioides</i>	
	Inhibición Crecimiento radial (%)	Inhibición de esporas (%)	Inhibición Crecimiento radial (%)	Inhibición de esporas (%)
Hojas	100.00 b	99.88 b	100.00 b	100.00 b
Pericarpio	75.23 a	85.16 a	88.08 a	65.53 a
Error Estándar	1.11	0.03	1.00	0.06

Medias con una letra común, no son significativamente diferentes (Tukey,  $p > 0.05$ )



**Figura 1. Concentraciones de aceites esenciales (1%, 2%, 4%) en cepas *R. stolonifer*. A) Porcentaje de inhibición del crecimiento radial (c0=75,13%, c1=85,69% y c2=100%); B) Porcentaje de inhibición del número de esporas (c1=89,99%, c0=91,95% y c2=95,62%)**



**Figura 2. Concentraciones de aceites esenciales (1%, 2%, 4%) en cepas *C. gloeosporioides*. A) Porcentaje de inhibición del crecimiento radial (c0= 88.13%, c1=93.99% y c2=100%); B) Porcentaje de inhibición del número de esporas (c1 =80.81%, c2=81.06% y c0 =86.41%)**

C) (1%, 2% y 4%) empleados como inhibidores de hongos (Figura 1 y Figura 2), en el crecimiento radial del hongo del género *R. stolonifer* se logró 100% aplicando 4% de aceite, igual al reportado por Ronquillo (2007) en la evaluación del potencial antimicrobiano de películas comestibles con aceites esenciales *in vitro* e *in situ*. En la evaluación de la inhibición de esporas del hongo *R. stolonifer* se obtuvo 95.62% con 4%

de aceite, valores superiores a los obtenidos por Tzortzakos y Economakis (2007) en su trabajo de actividad antifúngica del aceite esencial de Lemongrass (*Cymbopogon citratus* L.) contra hongos patógenos de postcosecha. El crecimiento radial de *C. gloeosporioides* reveló 100% de inhibición con el uso de 4% de solución, este resultado coincide con Guédez *et al.* (2014) quienes reportaron actividad antifúngica

del aceite esencial de naranja (*Citrus sinensis* L.) sobre hongos postcosecha en frutos de lechosa (*Carica papaya* L.); mientras, Silva *et al.* (2011) presenta el 61% de inhibición del crecimiento micelial y la germinación *Colletotrichum gloeosporioides* aplicando aceite de neem (*Azadirachta indica*).

### Conclusiones

El aceite esencial de las hojas y pericarpio de *Citrus sinensis* aplicado en cepas *R. stolonifer* y *C. gloeosporioides* al 4% es capaz de inhibir el crecimiento radial y de esporas en el proceso de conservación de papaya de variedad "Maradol"

### Agradecimientos

A la Universidad Técnica Estatal de Quevedo y a la Secretaría Nacional de Educación Superior, Ciencia, Tecnología e Innovación (SENESCYT), Ecuador, por el apoyo a la ejecución de la investigación.

### Bibliografía

- Ademe, A., Ayalew, A., & Woldetsadik, K. (2013). Evaluation of Antifungal Activity of Plant Extracts against Papaya Anthracnose (*Colletotrichum gloeosporioides*). *Plant Pathology & Microbiology*, 4(10).
- Angulo, M., Armenta, E., García, R., Carrillo, J., Salazar, E., & Valdéz, J. (2009). Extractos de Semilla de *Swietenia humilis* Zucc. con Actividad Antifúngica en *Rhizopus stolonifer* (Ehreb.:Fr.) Vuill. *Revista Mexicana de Fitopatología*, 27(2), 84-92.
- Barnett, H., & Hunter, B. (1987). *Illustrated Genera of Imperfect Fungi* (4 ed.). NY: Macmillan Publishing Company.
- Barrera, L., & Bautista, S. (2008). Actividad Antifúngica de Polvos, Extractos y Fracciones de *Cestrum nocturnum* L. Sobre el Crecimiento Micelial de *Rhizopus stolonifer* (Ehreb.:Fr.) Vuill. *Revista Mexicana de Fitopatología*, 26(1), 27-31.
- Duarte, Y., Pino, O., & Martínez, B. (2013). Efecto de cuatro aceites esenciales sobre *Fusarium* spp. *Protección Vegetal*, 28(3), 232-235.
- Guédez, C., Cañizalez, L., Avendaño, L., Scorza, J., Castillo, C., Olivar, R. (2014). Actividad antifúngica del aceite esencial de naranja (*Citrus sinensis* L.) sobre hongos postcosecha en frutos de lechosa (*Carica papaya* L.). *Revista de la Sociedad Venezolana de Microbiología*, 81-85.
- Landero, N., Nieto, D., Téliz, D., Alatorre, R., Orozco, M., & Ortiz, C. (2013). Potencial antifúngico de extractos de cuatro especies vegetales sobre el crecimiento de *Colletotrichum gloeosporioides* en papaya (*Carica papaya* L.) en poscosecha. *Revista Venezolana de Ciencia y Tecnología de Alimentos*, 47-62.
- Perera, S., Pérez, E., Hernández, J., Lobo, G., López, J., Puerta, M. (2011). Evaluación de la eficacia de fungicidas naturales y químicos en el control de enfermedades postcosecha sobre distintas variedades de papaya (II).
- Pineda, J., Principal, J., Barrios, C., Milla, D., Solano, Y., & Gil, E. (2010). Propiedad fungistática *in vitro* de propóleos sobre tres aislamientos de *Colletotrichum gloeosporioides*. *Bioline.org*, 28(1), 83-91.
- Prapassom, B., Piyarat, N., Paweena, R., & Angsuman, C. (2012). Effect of Crude Leaf Extract on *Colletotrichum gloeosporioides* (Penz.) Sacc. *Hindawi*, 6.
- Rodríguez Lacherre, M., & Veneros Terrones, R. (2011). Control biológico de *Trichoderma harzianum* RIFAI sobre hongos patógenos de frutos poscosecha de *Carica papaya* procedente de zonas de distribución del distrito Trujillo (Perú). *Revista de la Facultad de Ciencias Biológicas*.
- Ronquillo De Jesús, E. (2007). Evaluación del potencial antimicrobiano de películas comestibles con aceites esenciales *in vitro* e *in situ*. División CBS, Unidad Iztapalapa. Mexico D.F: Universidad Autónoma Metropolitana. Posgrado en Biotecnología.
- Silva, R., Pereira, R., & Nakano, M. (2011). Inibição do crescimento micelial e germinação de *Colletotrichum gloeosporioides* na seringueira pelo óleo de neem (*Azadirachta indica*). *Dialnet*, 8(1), 295-303.
- Suárez, M., Mendoza, I., Monroy, J., De la Cruz, J., Ángulo, O., & González, O. (2013). Aislamiento, identificación y sensibilidad a antifúngicos de hongos fitopatógenos de papaya cv. Maradol (*Carica papaya* L.). *Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha*, 14(2), 115-124.
- Tzortzakakis, N., & Economakis, C. (2007). Antifungal activity of lemongrass (*Cytopogon citratus* L.) essential oil against key postharvest pathogens. Elsevier Ltd.
- Von-Arx, J. (1981). *The genera of fungi sporulating in pure culture*, Stratus and Cramer. Alemania.