

# BIOACTIVIDAD FUNGISTÁTICA DEL EXTRACTO ACUOSO ARTESANAL DE *Azadirachta indica* EN HONGOS FITOPATÓGENOS ASOCIADOS AL CULTIVO DE GUANÁBANA

## FUNGISTATIC BIOACTIVITY OF THE ARTISAN AQUEOUS EXTRACT OF *Azadirachta indica* PHYTOPATHOGENIC FUNGUS ASSOCIATED WITH THE CULTIVATION OF SOURSOP

Pineda Zambrano, M. C.<sup>1</sup>; González García, H.<sup>2</sup>;

<sup>1</sup>**Master Maryori Carolina Pineda Zambrano. Profesora Investigadora,** Programa académico de Ingeniería de la Producción Agropecuaria, Laboratorio de Fitopatología, Universidad Nacional Experimental Sur del Lago “Jesús María Semprúm” (UNESUR), Santa Bárbara de Zulia, estado Zulia, Venezuela, e-mail: [pinedamc@unesur.edu.ve](mailto:pinedamc@unesur.edu.ve). ORCID. <https://orcid.org/0000-0003-4597-2420>

<sup>2</sup>**Ph.D. Hebandreyna González García. Profesora Investigadora,** Programa académico de Ingeniería de la Producción Agropecuaria, Laboratorio de Suelos, Universidad Nacional Experimental Sur del Lago “Jesús María Semprúm” (UNESUR), Santa Bárbara de Zulia, estado Zulia, Venezuela, e-mail: [gonzalezh@unesur.edu.ve](mailto:gonzalezh@unesur.edu.ve). ORCID. <https://orcid.org/0000-0001-9622-1139>

### Entidad<sup>1</sup>

Universidad Nacional Experimental Sur del Lago “Jesús María Semprúm” (UNESUR), Santa Bárbara de Zulia, estado Zulia, Venezuela.

Tel: 58 (275)- 5551036

E-mail: [produccionagropecuaria@unesur.edu.ve](mailto:produccionagropecuaria@unesur.edu.ve)

**Recibido: 15/08/2022 / Aceptado: 14/12/2022**

### Resumen

La antracnosis es una de las enfermedades fúngicas de mayor interés. Se evaluó la bioactividad fungistática del extracto acuoso artesanal de *Azadirachta indica* en hongos fitopatógenos asociados al cultivo de guanábana. Se realizaron las pruebas antifúngicas en condiciones in vitro, evaluando ocho tratamientos (tres preparados artesanales, dos funguicidas comerciales en dos concentraciones y el control absoluto). En las observaciones se determinó la presencia de *Colletotrichum acutatum* como agente causal de la antracnosis en fruto y hojas de guanábana. El tratamiento de Curacarb® a 10 ppm fue el de mayor inhibición del micelio del patógeno con 95,28 %. Los tratamientos donde se emplearon los EA de *A. indica* mostraron altos % porcentajes de inhibición, se encontró flavonoides en todos los

extractos, los alcaloides variaron de acuerdo con la dosis y tipo de tejido seleccionado. El uso de extractos acuosos representa un recurso botánico promisorio para el manejo efectivo de la enfermedad.

**Palabras Claves:** Neem; *Colletotrichum acutatum*; metabolitos secundarios; alternativas de manejo; control botánico.

### Abstract

Anthracnose is one of the most interesting fungal diseases. The fungistatic bioactivity of the artisanal aqueous extract of *Azadirachta indica* was evaluated in phytopathogenic fungi associated with the cultivation of soursop. Antifungal tests were performed under in vitro conditions, evaluating eight treatments (three artisanal preparations, two commercial fungicides in two concentrations and absolute control). The observations determined the presence of *Colletotrichum acutatum* as a causal agent of anthracnose in fruit and leaves of soursop. The treatment of Curacarb® at 10 ppm was the one with the highest inhibition of the mycelium of the pathogen with 95.28%. The treatments where *A. indica* EA were used showed high percentage of inhibition, flavonoids were found in all extracts, alkaloids varied according to the dose and type of tissue selected. The use of aqueous extracts represents a promising botanical resource for the effective management of the disease.

**Keywords:** Neem; *Colletotrichum acutatum*; Development; secondary metabolites; management alternatives; botanical control.

## 1. INTRODUCCIÓN

El Neem (*Azadirachta indica* A. Juss), es un árbol originario de la india, que desde la antigüedad ha sido plantado en diversas latitudes de Asia, su amplia expansión por los continentes, ha conllevado a que se introduzca paulatinamente en los países árabes y más recientemente en América, específicamente en varias naciones del Caribe como República Dominicana, México, Belice, Guatemala, Honduras, Bolivia, Ecuador, Brasil y Venezuela. Su utilización en el país formó parte de una estrategia ambientalista que promovía el uso y aplicación de insecticidas naturales que no contaminaran el ambiente y controlaran eficientemente las plagas y enfermedades agrícolas y pecuarias, (Urdaneta, 2001; Torrado *et al.*, 2020).

En los años 90 la Society for Technical Cooperation y la Friedrich-Naumann Foundation, introdujo el árbol de neem a Venezuela fomentando así, el apoyo interinstitucional entre las cooperativas mixtas de la zona de Dabajuro, el destacado trabajo y resultados obtenidos

con los pequeños productores organizados de la zona, condujo a la Corporación de Desarrollo de la Región Zuliana (CORPOZULIA) a extrapolar la tecnología aplicada y expandir el árbol de neem por toda Venezuela (Urdaneta, 2001; Alonso *et al.*, 2020; Niño Rondón *et al.*, 2021).

El uso de biopreparados para el manejo agroecológico de enfermedades agrícolas es cada vez más aceptado debido a la necesidad de emplear compuestos eficaces que no provoquen efectos negativos para la salud y el ambiente; estos son biodegradables, no producen desequilibrios en el ecosistema y al ser de origen vegetal provocan un impacto mínimo sobre la fauna benéfica y no tiene restricciones toxicológicas (Chirinos, 2009; Castellanos *et al.*, 2020; Guerrero *et al.*, 2021).

Por otra parte, la situación social y económica, así como la necesidad de lograr un aprovechamiento más racional de los recursos disponibles, hacen necesario que la agricultura contribuya a la

realización de bioplaguicidas obtenidos a partir de recursos naturales y eventualmente existiría la posibilidad de utilizar extractos vegetales en forma artesanal o semiartesanal, como se hace con *Azadiractina indica* A. Juss para el control de plagas (Martínez, 2010; Mahecha *et al.*, 2020; Bermúdez *et al.*, 2020; Bonilla *et al.*, 2021).

El potencial a largo plazo de este producto indica que puede ser empleado como bioplaguicida, sin embargo, los metabolitos secundarios naturales que posee la planta en soluciones acuosas no se ha descrito con anterioridad, lo que su descripción y cuantificación permitiría a largo plazo determinar el efecto en invernadero y principalmente en campo ante un agente patógeno (Terrero *et al.*, 2020; Araujo & Rivera, 2020).

La investigación se centró en determinar la bioactividad de extractos acuosos de *A. indica* A. Juss procedentes de dos zonas agroecológicas del Sur del Lago de Maracaibo, Venezuela, a fin de cuantificar y caracterizar los metabolitos secundarios presentes en el extracto, desarrollar una metodología para la elaboración del extracto que permita englobar el desarrollo de técnica ornamental de fácil aplicación para ser extrapolada bajo diferentes situaciones agrícolas. Además de conocer el efecto real de estos extractos sobre hongos fitopatógenos en el cultivo de guanábana, evaluados bajo condiciones *in vitro*.

## 2. METODOLOGIA

**2.1 Ubicación:** El estudio se llevó a cabo en dos fases: la primera de campo donde se recolectaron las muestras del

material vegetal fresco *A. indica*, en dos zonas agroecológicas en el sur del lago de Maracaibo, Venezuela. Las muestras del material vegetal fueron recolectadas en la hacienda “La Glorietta” ubicada en Santa Bárbara del Zulia, municipio Colón, del estado Zulia, estado Zulia, Venezuela, la cual consta con una temperatura de 30-35°C, tiene aproximadamente una altitud de 6 msnm, y una precipitación 2000 mm. Mientras que el tejido lesionado fue recolectado en la finca La Morera ubicada en el sector km 15 de la troncal 001 desde el estado Mérida al estado Táchira, Venezuela. El material fue procesado en el Laboratorio de Microbiología y Fitopatología de la Universidad Nacional Sur del Lago (UNESUR), ubicado en la parroquia Santa Bárbara de Zulia, municipio Colón, Venezuela.

**2.2 Diseño de la investigación:** La investigación se llevó a cabo durante el primer semestre del año 2018, se empleó un diseño del laboratorio bajo condiciones controladas, completamente al azar, tomando cada capsula de Petri como unidad experimental. La investigación constó de ocho tratamientos (T) evaluando los extractos acuosos artesanales, los funguicidas en dos concentraciones diluidos en estado líquido, en medio PDA, los tratamientos a razón 10:1 y un control absoluto (Tabla 1). Realizando cuatro replicas por tratamiento, las mediciones fueron realizadas cada 24 horas por 10 días continuos.

**Tabla 1.** Descripción y enfoques de los tratamientos empleados en el estudio.

TRATAMIENTOS	DESCRIPCIÓN DEL TRATAMIENTO
T1	Extracto acuoso artesanal de hojas de <i>A. indica</i> (neem)

T2	Extracto acuoso artesanal de frutos de <i>A. indica</i> (neem)
T3	Extracto acuoso artesanal de torta (hojas y frutos) de <i>A. indica</i> (neem)
T4	Dilución de Curacarb® a 100 ppm
T5	Dilución de Curacarb® a 10 ppm

T6	Dilución de Manzate® a 100 ppm
T7	Dilución de Manzate® a 10 ppm
T8	Testigo absoluto (control)

### 2.3 Preparación de los extractos acuosos:

Para la toma de muestras (hojas y fruto) se realizó un procedimiento de selección de hojas y frutos por árbol muestreado, se recolectaron 3 sub-muestras de plantas de *A. indica*. Para la recolección se llevó a cabo una clasificación de muestreo tomando en cuenta los siguientes aspectos: Hojas jóvenes, con apariencia sana y de color verdoso, frutos sanos de textura madura, de color amarillo sin presencia de sintomatología. Posteriormente, se procedió a realizar el método de preparación artesanal descrito por los mismos productores de la localidad de la finca pero para otros preparados botánicos, en este caso, el procedimiento consistió en secar el material muestreado, exponiendo al sol al menos 8 horas continuas el tejido por 5 días, posteriormente, el material seco fue pesado, consecutivamente, para el mezclado se procedió a emplear 45 g de material seco con 2 l de agua, este preparado fue mezclado en licuadora doméstica a máxima velocidad por 40 segundos y posteriormente fue macerado por 24 horas para finalmente ser filtrado y esterilizado.

### 2.4 Pruebas de composición química a los EA:

Se realizó a través de la determinación y cuantificación de los grupos de metabolitos: alcaloides, aceites esenciales, flavonoides, saponinas, polifenoles y taninos presentes, aplicando las técnicas descritas por Marcano y Hasegawa (2002).

### 2.5 Aislamiento de las muestras de guanaba:

El material enfermo fue aislado por la técnica descrita por Agrios (2005), lo cual consiste en lavar con agua corriente el tejido de interés a procesar, posteriormente, se realizan cortes de los tejidos lesionados (márgenes) de aproximadamente 5 mm, estos seguidamente fueron desinfectados con solución de hipoclorito durante 1 minuto, transcurrido el tiempo, el tejido es lavado con agua destilada estéril (ADE) y secado, para ubicar los cortes en forma equidistante en los platos de Petri contenidos con medio PDA, incubándose a temperatura de  $28^{\circ}\text{C}\pm 1$  durante 5 días hasta el desarrollo y posterior purificación de las colonias.

### 2.6 Identificación del género de hongos aislados:

La tipificación del género aislado se realizó a través de la observación micromorfológica de cada hongo obtenido, caracterizándolos con la ayuda de las claves taxonómicas de Pitt y Hocking (1997).

### 2.7 Pruebas de patogenicidad:

El material vegetal sano fue tratado en cámara húmeda por 3 días continuos después de su establecimiento; seguidamente, los aislados fúngicos obtenidos se inocularon en plantas sanas a través de la aspersión del hongo sobre las hojas de las plantas con una concentración de inóculo de  $2,5 \times 10^5$  conidios/ml contados, con la cámara de Neubauer. Las plantas inoculadas fueron cubiertas con bolsas plásticas a manera de cámara húmeda durante 7 días, evaluándose la aparición de los síntomas de

la enfermedad una semana después de la inoculación (Peñaloza et al., 2020; Castellanos & Baldovino, 2021).

que consiste en determinar la actividad de crecimiento del hongo midiendo el halo del crecimiento de este con respecto al controles empleados (testigo absoluto y testigos químicos).

**2.9 Selección de los fungicidas:** Para realizar la comparación del efecto y potencial de los EA con respecto al testigo

**2.8 Pruebas de bioactividad antifúngica de EAA:** La evaluación fue realizada en condiciones *in vitro* aplicando la metodología descritas por Lizcano (2007) químico empleado comercialmente para los hongos en estudio, se realizó las revisiones de la literatura en el tema (Tabla 2). En función de ello, se obtuvo los fungicidas: Curacarb® (Benzimidazol) y Manzate® (Dithane M-45) (Ortega et al., 2020).

Tabla 2. Descripción de los fungicidas empleados en la fase in vitro.

Nombre comercial	Curacarb®	Manzate®
<b>Ingrediente activo</b>	Carbendazim	Mancozeb
<b>Grupo químico</b>	Benzimidazol	Ditiocarbamato
<b>Formulación del producto</b>	Granulado dispersable en agua	Suspensión concentrada
<b>DOSIS DE APLICACIÓN RECOMENDADA</b>		
<b>Guanábana:</b>	80-150cc/100L de agua aplique en los 1 síntomas y repetir cada 1-2 semanas.	0,5-1,0 kg en 200l.
<b>Cítrico:</b>	1,5-3,0 l/ha, al comienzo de lluvia o cuando hay humedad 120 a 240cc/100l.	0,5-1,0 kg en 200l.

Fuente: Muñoz (2008).

**2.10 Descripción de la técnica *in vitro*:** Para la fase se utilizó el método de dilución directa de los EA y fungicidas seleccionados en el plato Petri con APD (metodologías descritas por Bolívar et al., 2009 y Palazón, 1983, respectivamente). En este sentido, la preparación se basó en colocar 1 ml de las diferentes concentraciones de los EA en forma directa con el medio, este último esterilizado y conservado a temperatura constante de 80°C. Para testigos químicos fue preciso pesar la cantidad equivalente a 1g del principio activo de cada fungicida, luego, en forma individual se disolvió cada uno en 5 ml de acetona (95%), completando su volumen a 100 ml con agua destilada estéril, obteniéndose así una suspensión

patrón de 10.000 ppm para c/u de los fungicidas. A partir de esta concentración patrón se hicieron diluciones en serie, tomando 1 ml de cada uno y mezclándolos con 9 ml de agua destilada estéril, se obtuvieron concentraciones de 1.000, 100, 10 ppm, respectivamente. Luego, en condiciones requeridas se mezcló 1 ml de la concentración del fungicida respectivo (100 y 10 ppm) con 15 ml del medio líquido APD, inmediatamente se agitó suavemente cada plato de Petri sin levantarlos de la mesa, lográndose así una mezcla homogénea; mientras que, el testigo absoluto consistió en solo el medio de crecimiento APD.

A las 12 horas de realizado el procedimiento anterior se procedió a sembrar un disco de agar con micelio del hongo (de 10 días de edad) en el centro de cada plato Petri. El material fue colocado en una incubadora a una temperatura de  $28^{\circ}\text{C} \pm 2$ , durante 10 días. Procediéndose después a evaluar el efecto de los tratamientos sobre el crecimiento micelial de los hongos, para lo cual se hicieron mediciones a las 48, 96, 144, 192 y 240 horas.

Para evaluar el diámetro de las colonias se dividió el plato Petri en cuatro cuadrantes, midiéndose con un escalímetro (1:100) a partir de la zona inoculada obteniendo como resultado el valor promedio de estas mediciones, donde se determinó el

porcentaje de crecimiento y el porcentaje de inhibición del crecimiento del hongo para las diferentes concentraciones del extracto acuoso con respecto al testigo.

Para ello se requirió realizar las siguientes fórmulas:

$$\% \text{ de crecimiento} = \frac{\text{Diámetro del crecimiento del hongo en el extracto}}{\text{Diámetro del control negativo}} \times 100$$

**Ecuación 1.** % de inhibición:  $100 - \% \text{ de crecimiento}$ .

### 2.11 Variables evaluadas

Se evaluaron por cuadruplicado 8 tratamientos (T) en el patógeno aislado de hoja y fruto de guanábana los distintos preparados botánicos a base de *Azadirachta indica*, dos funguicidas (Curacarb® y Manzate®) y 1 control absoluto. Se procedió a realizar las mediciones del diámetro a fin de cuantificar el % de crecimiento y posteriormente el % de inhibición.

### 2.12 Análisis de datos

El procesamiento estadístico se realizó a través de un análisis de varianza (ANOVA), con pruebas de comparación de promedios Tukey. Los datos fueron procesados estadísticamente con el programa estadístico SPSS versión 21; a un nivel de

significancia  $\alpha=0,05$  y proyectados a través de tablas, los datos de composición fueron representados por tablas según la presencia de metabolitos.

## 3. ANALISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

### 3.1 Identificación del patógeno de las muestras colectadas

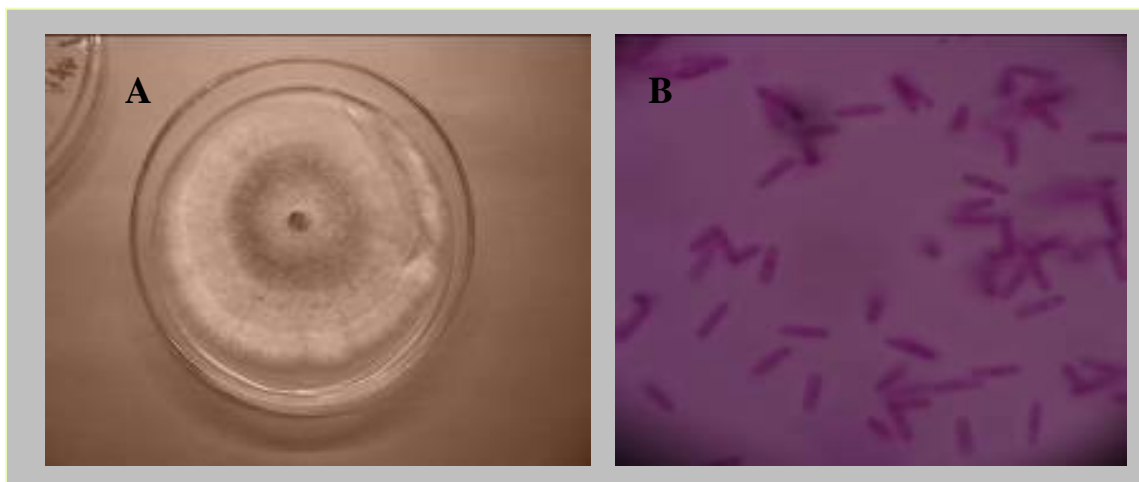
De las muestras con sintomatología aparente (Figura 1) colectadas en hojas (Figura 1A) y fruto (Figura 1B y 1C) de guanábana, se determinó la presencia del hongo *C. acutatum* como agente causal de la enfermedad (Figura 2), las características micromorfológicas y culturales del desarrollo de la colonia lo agrupan para este especie

de agente oportunista; este hongo ha sido señalado por muchos autores a nivel mundial como polifacético por la gran cantidad de ambientes a los cuales se puede adaptar y asociar de forma parasítica. Por lo que, los síntomas identificados y corroborados en las pruebas de patogenicidad coinciden con los reportados por Baraona y Sancho (1992) para el caso de guanábana señalando la formación de manchas verdes que cambian a color negro hasta cubrir toda la lámina o

en considerables porciones en el ápice de las hojas. En el caso del fruto, pueden ser atacados desde etapas muy tempranas de su desarrollo, causándole manchas negras que rápidamente los cubren y causan la caída incluyendo la momificación de estos. Estas sintomatologías fueron observadas durante la recolección de las muestras en campo donde el fruto aun sin la maduración total presentaba severos daños externos e internos.



**Figura 1.** Lesiones ocasionadas por el hongo en hojas y frutos de guanábana. 1A. Manchas marrones en bordes de las hojas con apariencia aceitosa y leve desarrollo de halo amarillento. 1B. Interior del fruto de guanábana con desarrollo de pudrición seca, coloración negra en tejido necrosado, pisqueos marrones en zona del tejido aun blanco. 1C. Pudrición negra en los frutos, lados externos con desarrollo micelial y esporulativo externo de color crema, iniciando estadios de momificación.



**Figura 2.** Características culturales y micromorfológicas de *Colletotrichum acutatum* 2A. Colonia de micelio de color blanco grisáceo que a medida que se desarrolla presenta colores cremosos en el centro. Topografía aérea de crecimiento medio a los 8 días de forma concéntrica, textura algodonosa. Presencia de exudados hialinos, desarrolla dos tipos de pústulas unas endurecidas de color negro y otras gomosas de color naranja intenso alrededor de los primeros 3 cm de punto de desarrollo. 2B. Conidias hialinas, unicelulares, de forma ovoide de base redonda y apéndice acuñado que presentan longitudes promedios de 14µm y 5 µm de ancho. Ausencia de acérvulo y presencia de algunos tabiques septados de longitud promedio 14µm entre septos.

### 3.2 Efecto antifúngico de los EA de *A. indica* (neem) en *Colletotrichum acutatum* procedentes de hojas y fruto de guanábana bajo condiciones *in vitro*

Al evaluar el efecto fungistático de los EAA de neem en *Colletotrichum acutatum* resultó bajo las condiciones en estudio un fitohongo de gran potencial para el estudio de biocontrol, por ser un hongo de importancia en pre y postcosecha en una variedad de cultivos, además de presentar un comportamiento versátil con los distintos productos botánicos de una misma planta. La tabla 3 registra el comportamiento medio de los tratamientos en estudio, en este se observa que la respuesta de inhibición en los EAA varía según el órgano de tejidos secos de la planta que se seleccione para

trabajar y la respuesta en el crecimiento del hongo en el medio. Se observaron diferencias significativas ( $p < 0,001$ ) estableciéndose cinco (5) subconjuntos entre los tratamientos evaluados, siendo el T2, T4 y T5, los que mayor porcentaje de inhibición ejercieron sobre el hongo identificado.

Los registros de inhibición representados en la tabla 3 muestran el impacto positivo de los EA sobre el patógeno, por lo que pudiese representar una alternativa de manejo agroecológica a bajo costo, ya que



los índices de % inhibición incluso son superiores a la utilización de un fungicida comercial como Manzate, estos resultados difieren a los reportados por Stauffer et al. (2000) y Cocom (2005), en el caso de Stauffer et al. (2000) evaluó el efecto de extractos cebolla, mamón y ajo frente a *Colletotrichum* y otros patógenos, los investigadores obtuvieron un efecto inhibitor de inferior intensidad con los dos primeros e inhibición intermedia con el último caso. Mientras que, Cocom (2005) evaluó 66 extractos etanólicos en distintas dosis frente *Colletotrichum* y ninguno de sus productos utilizados inhibió el crecimiento del hongo en ningún grado, en este sentido, podría sospecharse la baja patogenicidad del agente causal que permite reducir su crecimiento en condiciones controladas. Por otra parte, se observó que el hongo *Colletotrichum acutatum* es altamente sensible al fungicida Curacarb® bajo la dosis 10 y 100 ppm bajo condiciones *in vitro* mostrando porcentaje de inhibición de 95,28 % y 94,34% respectivamente, si bien este valor no es estadísticamente significativo al resto de los productos evaluados, la respuesta biológica de inhibición muestra el efecto de la molécula sobre el desarrollo vegetativo y esporulativo del patógeno. Resultados similares, ya han sido reportados para este grupo químico al que

pertenece el fungida Curacarb® (benzimidazoles) por Rondón et al. (2006) donde al evaluar la sensibilidad frente a *Colletotrichum* obtuvo que las dosis de 100 y 10 ppm resultaron con buena efectividad en la inhibición del crecimiento superior al 90%.

Las observaciones permiten plantear que el bioactivo alcaloides no ejerce efecto sobre la actividad antifúngica, debido a que el preparado de fruto fue el más efectivo a pesar de no poseer reporte de este metabolito. Otro aspecto observado y de importancia es que aunque existe diferencias entre los porcentajes de inhibición de los productos, muchos de ellos se podrían usar en campo con resultados potencialmente efectivos, el hecho de que algunos tratamientos ejercieron mejor efecto de inhibición que el otro producto químico utilizado en la investigación Manzate®, demuestra que este presenta una baja sensibilidad frente al patógeno en estudio, debido a que en ninguna de las evaluaciones ejerció la efectividad esperada para este tipo de compuesto, este comportamiento descrito concuerda con lo expresado por Rondón et al. (2006) donde las dosis de 10 ppm de este fungicida ejerce un porcentaje de inhibición muy débil frente a *Colletotrichum*.

**Tabla 3.** Comportamiento promedio de la inhibición del hongo *Colletotrichum acutatum*.

TRATAMIENTO	% Inhibición
1	82.80 <sup>abc</sup>
2	91.005 <sup>ab</sup>
3	76.95 <sup>abc</sup>
4	94.34 <sup>ab</sup>
5	95.28 <sup>ab</sup>
6	71.31 <sup>abcd</sup>
7	50.31 <sup>d</sup>
8	0 <sup>e</sup>

Valores promedios seguidos por letras minúsculas diferentes entre las columnas indican diferencias significativas ( $p < 0,05$ ) según prueba Tukey entre tratamientos aplicados. T1. EAA de hojas de neem, T2. EAA de frutos de neem, T3. EAA de torta

de neem, T4. Curacarb® a 100 ppm, T5. Curacarb® a 10 ppm, T6. Manzate® a 100 ppm, T7. Manzate® a 10 ppm, T8. Testigo absoluto (control).

### 3.3 Composición química de los EA de *A. indica* procedentes de dos zonas agroecológicas del sur del lago de Maracaibo, Venezuela

La producción de sustancias bioactivas o metabolitos secundarios por las plantas ocurre a través de diferentes vías metabólicas, generando gran número de compuestos, muchos de los cuales sólo son detectados en un determinado grupo de plantas y en concentraciones variables (Alcalá et al., 2005). Al determinar y cuantificar los metabolitos secundarios de las muestras procesadas en el estudio, se determinó que existe relación entre la cantidad de los metabolitos, tipo de muestra utilizada en la misma planta; siendo para este caso el preparado de torta la preparación con mayor cantidad de sustancias metabólicas encontradas. Al respecto, Mauro (2001) explica que las condiciones agroclimáticas a las que se somete una planta modifica fisiológicamente la cantidad y composición de esta clase de compuestos, variando por el tipo de tejido, edad de la planta, hábitat y el tipo de suelo.

Al evaluar químicamente los preparados se observó que en todos los extractos

preparados existe la presencia de flavonoides y saponinas, mientras que alcaloides solo está presente EA de hoja y torta y en fruto no; asimismo, se observó ausencia de fenoles totales en todos los EA preparados (Tabla 4). Estos resultados coinciden parcialmente con los obtenidos por Bolívar et al. (2009) donde al evaluar muestras procedentes de *A. indica* de diferentes localidades del estado Lara se obtuvo presencia de saponinas y ausencia de flavonoides, este hecho pudiese estar involucrado a dos circunstancias, que las evaluaciones del investigador se realizaron en muestras de extracto etanólico (EE) por lo que, se podría pensar que durante el proceso de elaboración es arrastrado con mayor facilidad algunos compuestos, como las saponinas; además podría estar influenciado a la relación planta-suelo-ambiente referido a la zonas agroecológicas de procedencia de las muestras tal como se sugiere anteriormente.

**Tabla 4.** Metabolitos secundarios presente en los EA *A. indica* en dos zonas agroecológicas del sur del lago de Maracaibo.

MUESTRA	Alcaloides mcg/L	Flavonoides	Fenoles totales	Saponina
Hoja	59,1	+	-	+
Fruto	0	+	-	+
Torta	78,93	+	-	+

(+) Presencia del compuesto, (-) Ausencia del compuesto.

## 4. CONCLUSIONES

La sintomatología observada en las muestras de fruto y hoja de guanábana se

comprobó que es ocasionada por el hongo *Colletotrichum acutatum*. Mientras que, la bioactividad antifúngica bajo condiciones *in*

*in vitro* de los extractos de fruto resultó entre los EA de mejor efecto inhibitorio, inclusive con mejor comportamiento que el fungicida Manzate® en sus diferentes dosis evaluadas.

El hongo *Colletotrichum acutatum* es altamente sensible al fungicida Curacarb® bajo la dosis 100 y 10 ppm en condiciones *in vitro*.

## 5. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Agrios, G. (2005). Plant Pathology. 5ta ed. London, UK: Editorial Elsevier Academic Press.
- Alcalá, D., Vargas N., y Pire, A. (2005). Efecto de extractos vegetales y fungicidas sintéticos sobre el crecimiento micelial *in vitro* de *Sclerotium rolfsii* y *Thielaviopsis basicola*. Revista de la Facultad de Agronomía, 22 (4).
- Alonso, L., Castellanos, L. y Meseguer, O. (2020). Efectos alelopáticos de residuos de *Sorghum Halepense* (L.) sobre dos arvenses dicotiledóneas en condiciones de laboratorio. Revista Ambiental Agua, Aire y Suelo (RAAAS), 11(1). DOI: <https://doi.org/10.24054/aaas.v11i1.354>
- Araujo, T. C. y Rivera, M. E. (2020). Índices de sequía para la cuenca del Río Cesar – Colombia. Revista Ambiental Agua, Aire y Suelo (RAAAS), 11(2). DOI: <https://doi.org/10.24054/19009178.v2.n2.2020.4671>
- Baraona, M., y Sancho, E. (1992). Guanábana y Macadamia. Fruticultura Especial. (5ta ed). Costa Rica: Editorial Universidad Estatal a Distancia.
- Bermúdez, N., Gallegos, D. S. y Botello-De los EA preparados y analizados químicamente se obtuvo la presencia de alcaloides y flavonoides. Solo las muestras de fruto no presentaron alcaloides durante las pruebas, de igual forma, ninguno de los extractos presento fenoles.
- Suárez W. A. (2020). Desarrollo de un dispositivo autónomo para el mejoramiento de la calidad del agua en el humedal córdoba (Bogotá, Colombia). Revista Ambiental Agua, Aire y Suelo (RAAAS), 11(1). DOI: <https://doi.org/10.24054/aaas.v11i1.355>
- Bolívar, K., Sanabria, M., Rodríguez, D., Camacaro, M., Ulacio, D., Cumana, L., y Crescente, O. (2009). Potencial efecto fungicida de extractos vegetales en el desarrollo *in vitro* del hongo *Colletotrichum gloeosporioides* (Penz.) Penz. & Sacc. y de la antracnosis en frutos de mango. Revista Científica UDO Agrícola, 9 (1), 175-181.
- Bonilla, C. A., Rubio, Y. M. y Bonilla, S. A. (2021). Afectación por derrames de crudo ocasionados por acciones subversivas al oleoducto Caño Limón Coveñas. Revista Ambiental Agua, Aire y Suelo (RAAAS), 12(2). <https://ojs.unipamplona.edu.co/index.php/aaas/article/view/2572>
- Castellanos, L., Serrano, S. y Becerra, W. M. (2020). Preferencia por morfoespecies de babosas en diferentes cultivos y ambientes del municipio Pamplona, Norte de Santander. Revista Ambiental Agua, Aire y Suelo (RAAAS), 11(1). DOI:

<https://doi.org/10.24054/aaas.v11i1.356>

- Castellanos, L. y Baldovino, A. L. (2021). Enfermedades foliares más importantes del cultivo de la fresa en la zona de Pamplona. *Revista Ambiental Agua, Aire y Suelo (RAAAS)*, 12(1). DOI: <https://ojs.unipamplona.edu.co/index.php/aaas/article/view/2569/3133>
- Chirinos J. (2009). Uso de extractos naturales como una alternativa ecológica para el control de enfermedades en plantas. *INIA-Divulga*, 40-42.
- Cocom, J. (2005). Evaluación de la actividad biológica de extractos vegetales sobre *Radopholus similis* y *Colletotrichum gloeosporioides*. (Trabajo de grado). Universidad EARTH, Costa Rica.
- Guerrero, J., Hernández, B. y Castellanos, L. (2021). Calidad del agua para sistemas de riego en Colombia. *Revista Ambiental Agua, Aire y Suelo (RAAAS)*, 12(2). <https://ojs.unipamplona.edu.co/index.php/aaas/article/view/2573/3137>
- Lizcano, M. (2007). Evaluación de la actividad antifúngica del extracto de tomillo (*Thymus vulgaris*) contra *Botrytis*, *Fusarium oxysporum* y *Sclerotinia sclerotiorum*. (Trabajo de grado). Universidad Javeriana, Colombia.
- Mahecha, J. G., Castellanos, L. y Céspedes, N. (2020). Alternativas para Suplir la Carencia de Fósforo en Fresa y Disminuir la Contaminación Ambiental en Pamplona Norte de Santander. *Revista Ambiental Agua, Aire y Suelo (RAAAS)*, 10(1). DOI: <https://doi.org/10.24054/aaas.v11i1.384>
- Martínez, N., Estrada, J., Góngora, F., López, R., Martínez, L., y Curbelo, S. (2010). Bioplaguicida de *Azadirachta indica* A. Juss (Nim) y la poda, una alternativa para el control de *Hypsipyla grandella* Zeller en plantaciones de *Cedrela odorata* L. *Revista Chapingo Serie Ciencias Forestales y del Ambiente*, 16 (1), 61-68.
- Mauro, R. (2001). Estrategias de biotecnología agropecuaria para el Cono Sur. Montevideo, Uruguay: PROCISUR.
- Muñoz, J. (2008). Manual Técnico: Productos agroquímicos y biológicos, fertilizantes, semillas y equipos. Venezuela: Editorial AGROISLEÑA.
- Niño Rondón, C. V., Castro Casadiego, S. A. y Ortíz Fonseca, D. M. (2021). Análisis de herramientas para desarrollar un sistema de apoyo ambiental para identificar residuos sólidos. *Revista Ambiental Agua, Aire y Suelo (RAAAS)*, 12(2). <https://ojs.unipamplona.edu.co/index.php/aaas/article/view/2572/3136>
- Ortega, A., Cáceres, L. y Castiblanca, L. (2020). Introducción al Uso de Coagulantes Naturales en los Procesos de Potabilización del Agua. *Revista Ambiental Agua, Aire y Suelo (RAAAS)*, 11(2). DOI: <https://doi.org/10.24054/aaas.v11i2.873>
- Palazón, I. (1983). Primer curso internacional sobre la protección fitosanitaria en plantaciones frutales. Zaragoza, España. 16 p.
- Peñaloza, L. K., Carvajal, F. A. y Hernández, N. J. (2020). Análisis multitemporal del cambio de cobertura vegetal de la microcuenca El Volcán a partir de la compra de áreas estratégicas. *Revista Ambiental Agua,*

- Aire y Suelo (RAAAS), 11(1). DOI: <https://doi.org/10.24054/aaas.v11i1.381>
- Pitt, J., y Hocking, A. (1997). Fungi and Food Spoilage. Second Edition. London: Blackie Academic & Professional.
- Rondón, O., Sanabria, 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. *Revista Agronomía Tropical*, 56 (2), 219 - 235.
- Stauffer, A., Orrego, A., y Aquino, A. (2000). Selección de extractos vegetales con efecto fungicida y/o bactericida. *Revista de Ciencia y Tecnología, UNA*, 1 (2), 29 - 33.
- Terrero, W., Castellanos, L. y Vicet, L. (2020). Potencialidades alelopáticas del residual paja de la caña de azúcar (SACCHARUM SPP., HYBRID) para el manejo de arvenses. *Revista Ambiental Agua, Aire y Suelo (RAAAS)*, 11(1) DOI: <https://doi.org/10.24054/aaas.v11i1.357>
- Torrado, J. M., Castellanos, L. y Céspedes, N. (2020). Evaluación de alternativas biológicas para el control de *Ascochyta* Spp. en el cultivo de arveja, Pamplona, Norte de Santander. *Revista Ambiental Agua, Aire y Suelo (RAAAS)*, 11(1). DOI: <https://doi.org/10.24054/aaas.v11i1.353>
- Urdaneta J. (2001). *Neem: un árbol milagroso. Manual técnico. (1ra ed).* Venezuela: Universidad del Zulia. Facultad de Agronomía. División de Extensión Agrícola.