

**Efectos Antifúngicos de Extractos Botánicos sobre el Crecimiento Micelial de Colletotrichum sp. a Nivel In Vitro, Causante de Antracnosis en la Fruta de Aguacate**

**Antifungal Effects of Botanical Extracts on Mycelial Growth of Colletotrichum sp. at In Vitro Level, Cause of Anthracnose in Avocado Fruit**

**Bryner Joan Pabon-Montoya<sup>1</sup>**  
Colegio Marcel Laniado de Wind - Ecuador  
brynerpabonmontoya@gmail.com

**María Fernanda Córdova-Chávez<sup>2</sup>**  
mafer\_cor\_chavez@hotmail.com

**Jhonny Alfredo Alban-Alcivar<sup>3</sup>**  
Instituto o universidad: UEPRIM - Ecuador  
jalban@ueprim.edu.ec

**Ariana Valentina Jaramillo-Robles<sup>4</sup>**  
arivalen\_jaro2005@hotmail.com

**[doi.org/10.33386/593dp.2024.1.2218](https://doi.org/10.33386/593dp.2024.1.2218)**

V9-N1 (ene-feb) 2024, pp 869-879 | Recibido: 8 de noviembre del 2023 - Aceptado: 7 de diciembre del 2023 (2 ronda rev.)

---

1 Mgs, Docente de Biología y Monografía del BI.  
ORCID: <https://orcid.org/0009-0000-7139-8341>

2 Mgs. Psicóloga.

3 ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5264-4906>

4 Estudiante BI.

### Cómo citar este artículo en norma APA:

Pabon-Montoya, B., Córdova-Chávez, M., Alban-Alcivar, J. & Jaramillo-Robles, A., (2023). Efectos Antifúngicos de Extractos Botánicos sobre el Crecimiento Micelial de *Colletotrichum* sp. a Nivel In Vitro, Causante de Antracnosis en la Fruta de Aguacate. 593 Digital Publisher CEIT, 9(1), 869-879, <https://doi.org/10.33386/593dp.2024.1.2218>

Descargar para Mendeley y Zotero

## RESUMEN

Actualmente, existen problemáticas en base al control de *Colletotrichum* sp. en los frutos de aguacate, es por esta razón que se hace uso de fungicidas químicos para combatir este hongo, sin embargo, el uso extremo genera una significativa contaminación ambiental y resistencia en los hongos. Como respuesta a esta situación, se ha optado al uso alternativo de extractos botánicos que faciliten el control del mismo, es por ello que el objetivo de esta investigación es analizar la efectividad de los aceites esenciales de romero (*Salvia rosmarinus*), Hierbaluisa (*Cymbopogon citratus*) y pimienta negra (*Piper nigrum*), al 0,5 % en comparación con los hidrolatos de orégano (*Origanum vulgare*), clavo de olor (*Syzygium aromaticum*), tomillo (*Thymus*) en concentraciones de 5% en el crecimiento micelial de *Colletotrichum* sp. en condiciones in vitro en un tiempo de 10 días, a través de un análisis estadístico. La metodología utilizada es de nivel descriptivo y explicativo (Mendoza y Hernández, 2018), con un procedimiento de campo, y con enfoque cual cuantitativo con un muestreo no es probabilístico, en el procedimiento se hizo un total de 150 repeticiones por cada sustancia. Los resultados obtenidos de la t student demuestran que la inhibición del crecimiento micelial del hongo se da mejor cuando se utilizan los aceites que en los hidrolatos con mayor efectividad en el aceite esencial de romero y aceite esencial de Hierbaluisa, siendo la AHL la más efectiva en la inhibición del crecimiento del hongo, debido probablemente a los compuestos presentados como "geraniol, el nerol, limoneno, y citral que tiene propiedades antibacterianas, anti fúngicas antioxidantes, por último se puede concluir que los aceites esenciales causan en los hongos inhibición del crecimiento: Los aceites esenciales pueden inhibir el crecimiento de los hongos y reducir su capacidad para reproducirse y propagarse; daño a la membrana celular lo que puede provocar su muerte.

**Palabras clave:** control de *Colletotrichum* sp, fungicidas orgánicos, antracnosis.

## ABSTRACT

Currently, there are problems based on the control of *Colletotrichum* sp. In avocado fruits, it is for this reason that chemical fungicides are used to combat this fungus; however, extreme use generates significant environmental contamination and resistance in the fungi. As a response to this situation, the alternative use of botanical extracts has been chosen to facilitate its control, which is why the objective of this research is to analyze the effectiveness of the essential oils of rosemary (*Salvia rosmarinus*), lemon verbena (*Cymbopogon citratus*) and black pepper (*Piper nigrum*), at 0.5% compared to oregano hydrolates (*Origanum vulgare*). cloves (*Syzygium aromaticum*), thyme (*Thymus*) in concentrations of 5% in the mycelial growth of *Colletotrichum* sp. in vitro conditions over a period of 10 days, through a statistical analysis. The methodology used is descriptive and explanatory (Mendoza & Hernández, 2018), with a field procedure, and with a qualitative and quantitative approach with a non-probabilistic sampling, in the procedure a total of 150 repetitions were made for each substance.

The results obtained from the student's t show that the inhibition of the mycelial growth of the fungus occurs better when the oils are used than in the hydrolates with greater effectiveness in rosemary essential oil and lemon verbena essential oil, with AHL being the most effective in inhibiting the growth of the fungus. probably due to compounds presented as "geraniol, nerol, limonene, and citral, which has antibacterial, antifungal and antioxidant properties, finally it can be concluded that essential oils cause growth inhibition in fungi: Essential oils can inhibit the growth of fungi and reduce their ability to reproduce and spread damage to the cell membrane, which can lead to its death.

**Keywords:** control of *Colletotrichum* sp, organic fungicides, anthracnose.

## Introducción

Los fungicidas son compuestos químicos utilizados para eliminar o inhibir hongos o esporas de hongos (Solomon, Berg, Martin & Vilee, 2013), ya que estos causan graves daños en los cultivos, lo que resulta en pérdidas de rendimiento, calidad y rentabilidad de las siembras, es por esto que, a nivel mundial es común que se recurra al uso de fungicidas para el cuidado de las mismas, sin embargo el uso excesivo pueden causar daños a la salud pública, medio ambiente y resistencia en las cepas de hongos, “Se han identificado varias enfermedades presentadas en salud pública y a los ecosistemas por el uso de agroquímicos, entre ellos resalta aguas contaminadas y suelos infértiles” (Salamanca, 2020), de igual manera se destaca que la resistencia constituye una propiedad heredable y estable de los organismos fúngicos, por la cual obtienen la habilidad de adaptación a diferentes condiciones agronómicas normalmente adversas, y por lo tanto les permite sobrevivir (Hobbelen et al., 2014).

Es importante destacar que la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) afirma que las enfermedades que afectan a las plantas cuestan anualmente a la economía mundial más de 220.000 millones de dólares (ONU, 2021). En el contexto ecuatoriano, donde la agricultura es un pilar fundamental, es preocupante ver como cultivos son afectados por hongos, en especial el aguacate, donde su principal agente es el *Colletotrichum* sp. produciendo frutos con tejidos con necrosis, este hongo es el responsable de la antracnosis, enfermedad que causa manchas rojizas en las hojas y los frutos producido por tejidos afectados” (Cerón, Higuera, Sánchez, Bustamante, & Buitrago, 2005), La antracnosis es una de las enfermedades más limitantes en el cultivo del aguacate, que puede producir pérdidas de entre el 20 y el 40%, esta enfermedad afecta tanto los tejidos de las plantas en desarrollo como los tejidos maduros, dañando los frutos durante su crecimiento ya sea en el campo o en bodegas de almacenamiento (Rodríguez, Cárdenas, Hernández, Gutiérrez y Pérez, 2013). Por ende, la atención a la forma

en que se desarrolla y se disemina el hongo causa preocupación en los agricultores, conviene aclarar que el hongo presenta las siguientes características: Las colonias de son radiales y de color gris, las conidias son falcadas y fusiformes con ambos extremos agudos (Pérez, Saquero, & Beltrán Herrera, 2003). Asimismo, su ciclo de vida y reproducción es el siguiente; producen estructuras de reproducción sexual llamadas peritecios, que contienen ascosporas, las ascosporas son liberadas al ambiente y pueden infectar a las plantas hospederas (Rojo and eat, 2017). Por consiguiente, una vez que las ascosporas infectan la planta, el hongo produce estructuras de reproducción asexual llamadas acérvulos, que contienen conidias. Las conidias son liberadas al ambiente y pueden infectar a otras plantas hospederas (Restrepo & Rada, 2017). Y más tarde las conidias germinan y producen tubos germinativos que penetran en los tejidos de la planta. Una vez dentro de la planta, el hongo se desarrolla y produce síntomas de la enfermedad, como manchas rojizas en las hojas y los frutos (Oliveira, Moral, Bouhmid, & Trapero, 2005).

Entonces, como se puede luchar contra este mal que afecta a las siembras de aguacate, puesto que, cuando una planta no puede defenderse de manera natural ante las enfermedades, los agricultores hacen uso de sustancia que ayudan al control de la enfermedad (Agronet, 2021), donde el problema radica en el uso excesivo del químico, puesto que por medio de este proceso de adquisición de resistencia, algunos individuos de la población fúngica logran sobrevivir, multiplicarse y propagarse, a pesar de haber sido expuestos a la aplicación de un fungicida que normalmente controlaba a esa población (Hobbelen et al., 2014). Es por ello que en los últimos tiempos se ha llevado acciones que involucran sustratos orgánicos, que funcionan como antifúngicos consiguiéndose buenos resultados.

En esta instancia se utilizará aceites esenciales e hidrolatos, los cuales, se presentan como prometedores debido a su potencial como agentes antifúngicos naturales, pero es necesario

determinar su efectividad y concentración óptima en las condiciones particulares de Ecuador.

En esta investigación se utilizarán los siguientes extractos botánicos:

**Hidrolato de orégano:** Este contiene compuestos fenólicos, como carvacrol y timol, que tienen propiedades antimicrobianas y antioxidantes, también contiene ácido rosmarínico, que tiene propiedades antiinflamatorias y antialérgicas (Muzzio & Segovia, 2021).

**Hidrolato de Clavo de olor:** Contiene eugenol, que es un compuesto fenólico con propiedades antimicrobianas y antioxidantes (Pérez, Chamorro, & Gómez, 2021).

**Hidrolato de tomillo:** Contiene compuestos fenólicos, como timol y carvacrol, que tienen propiedades antimicrobianas y antioxidantes (Cerón, Higuera, Sánchez, & Buitrago, 2005). De igual manera presenta ácido rosmarínico, que tiene propiedades antiinflamatorias y antialérgicas (Rodríguez, González, Hernández & Pérez, 2013). Estos compuestos pueden ayudar en la inhibición del crecimiento del hongo *Colletotrichum sp.* al interferir con su metabolismo y su capacidad para crecer y reproducirse (Trinidad y otros, 2017)

**Aceite esencial de romero:** contiene ácidos fenólicos, flavonoides, aceite esencial, ácidos triterpénicos y alcoholes triterpénico (Caribé & Campos, 2002).

**Aceite esencial de Hierbaluisa:** Contiene compuestos como el citral, el geraniol, el nerol y el limoneno, que le confieren su aroma y sabor característicos. El citral es el principal componente del aceite esencial de Hierbaluisa y tiene propiedades antibacterianas, antifúngicas y antioxidantes (Auccapiña, Champi, & Lino, 2017)

**Aceite esencial de pimienta negra:** Contiene compuestos como el citral, el geraniol, el nerol y el limoneno, que le confieren su aroma

y sabor característicos (Cano, Chávez, Godinez, & Monzón, 2002)

En algunas partes se ha evaluado la actividad antifúngica de extractos botánicos, incluyendo aceites esenciales e hidrolatos, contra el crecimiento micelial de *Colletotrichum sp.*, por ejemplo en un estudio realizado en México, se evaluó la actividad antifúngica de diferentes aceites esenciales, incluyendo el aceite esencial de tomillo, contra cepas de *Colletotrichum sp.* aisladas de aguacate. Los resultados mostraron que el aceite esencial de tomillo tuvo una actividad antifúngica significativa contra las cepas de *Colletotrichum sp.* evaluadas (Velandia, 2021), en otra investigación se utilizó hidrolato de pimienta negra que posee propiedades antibacterianas y antifúngicas, lo que sugiere que el hidrolato de pimienta negra podría tener un efecto similar en la inhibición del crecimiento del hongo (Bravo, 2018). En general, se ha encontrado que extractos vegetales y aceites esenciales de plantas tienen potencial antifúngico contra *Colletotrichum sp.* y pueden ser utilizados como alternativas naturales a los fungicidas químicos (Pérez, Chamorro, y Vitola; 2016)

## Método

El método utilizado fue de tipo experimental se evaluaron 150 repeticiones de cada una de las sustancias y este proceso de recolección de datos se realizó por 10 días.

La investigación experimental tuvo lugar en el laboratorio de sanidad vegetal perteneciente a la Universidad Técnica de Machala (UTMACH). Se utilizaron varias plantas para la producción de los extractos, como orégano (*Origanum vulgare*), clavo de olor (*Syzygium aromaticum*), tomillo (*Thymus*), romero (*Salvia rosmarinus*), Hierbaluisa (*Cymbopogon citratus*) y pimienta (*Piper nigrum*), por otro lado el *Colletotrichum sp.*, fue previamente aislado de frutos de aguacate se multiplicó utilizando medio PDA (Papa Dextrosa Agar), y se dejó crecer durante 10 días.

Se realizó una evaluación de los hidrolatos a una concentración del 5% y aceites esenciales

a 0.5% en medio PDA utilizando la técnica de medios envenenados. Se estableció un diseño de conteo de crecimiento dividido en 4 cuadrantes en la capsula de Petri, de esta manera tener mejores medidas, incluyendo al testigo absoluto. La inoculación del patógeno se realizó mediante un sacabocado y se midió el efecto inhibitorio midiendo el crecimiento del radio micelial del patógeno cada 72 horas durante un período de 10 días. Los datos obtenidos se utilizaron para calcular los porcentajes de inhibición del crecimiento.

Se usaron este porcentaje de concentraciones ya que, según Morales (2022) los aceites esenciales tienen una mayor concentración de metabolitos secundarios, que son sustancias químicas naturales conocidas por su capacidad para apoyar la salud y el bienestar, incluyendo la actividad antifúngica y antibacteriana. Por otro lado, los hidrolatos tienen una concentración menor de metabolitos secundarios (Pérez, 2022). Los cuales son los encargados de la protección contra patógenos. En función de la medición del hongo en cuadrantes, este se mide de esta forma porque *colletotrichum sp.*, es un tipo de hongo que tiene un crecimiento de micelio en forma radial.

Así, la subdivisión de la caja Petri en cuatro cuadrantes se convierte en un método efectivo para calcular el crecimiento promedio de su micelio. De igual manera el estadístico a utilizar es una prueba T con un error de medición de una regla a  $\pm 0,1$  cm.

**Tabla 1**  
*Variables de investigación.*

Variable Independiente	Variable Dependiente	Variable de control	Margen de error
Concentración de los extractos botánicos a 0,5 % y 5%	Crecimiento del hongo <i>Colletotrichum sp</i> en cm en 10 días.	-Temperatura del cuarto	Como se mide con una regla el crecimiento del hongo el margen de error será de 0,1 cm.
		-Luz	Se tendrá en cuenta la media, mediana y la desviación estándar.
		-Toma de medidas	
		-Control del pH	
		-Control de la	
		-Control del uso de	
		- cajas Petri del mismo tamaño	

Es de suma importancia tener variables de control ya que permite controlar situaciones que no se tomaran en cuenta en el experimento pero que podrían afectar la investigación, es por ello que tener el control sobre ellas es de crucial para obtener datos fiables y certeros.

**Metodología**

En la investigación se usó un nivel de investigación descriptiva, según Mendoza y Hernández (2018) se basa en medir y recolectar datos acerca de los diversos conceptos, variables, tecnicismos y datos del efecto del *Colletotrichum sp.* Por este motivo se usarán una gran cantidad de datos comparando el antes y el después para poder afirmar la medida del efecto de los fungicidas botánicos para el control del crecimiento micelial hongo *Colletotrichum sp.* en la fruta de aguacate.



De igual manera se presenta un nivel explicativo, el autor anterior citado menciona, que el interés se centra en aclarar cómo ocurren los fenómenos y de qué forma se manifiestan, o cómo se dan las variables dependiendo de la disolución. Dicho con otras palabras, se dará a conocer de qué manera funcionan los fungicidas, ya sea en controlar o no la enfermedad de *Colletotrichum* sp.

Los datos se obtuvieron colocando el hongo en una placa Petri y se procedió a introducir el fungicida botánico realizado llegando a un total de 150 repeticiones por cada sustancia. El muestreo no es probabilístico, ya que según el autor ya mencionado la elección de las unidades no depende de la probabilidad ante los elementos de la población en el procedimiento de selección.

Es importante destacar que en esta investigación se realizó una observación inmediata ante los Figuras para posteriormente realizar un análisis de datos utilizando el de la prueba t de Student en base a la fórmula que corresponde para poder obtener una correlación de datos que nos muestre la efectividad que tienen los extractos botánicos en la inhibición del hongo *Colletotrichum* sp. en la fruta del aguacate.

Por asunto de espacio ya que son 150 repeticiones, a continuación, se presentarán los promedios obtenidos del crecimiento del hongo por el uso de diferentes sustratos,

### Interpretación de los resultados

**Tabla 2**

*Promedios del crecimiento del hongo con la aplicación de las sustancias en cm ± 0,1 cm*

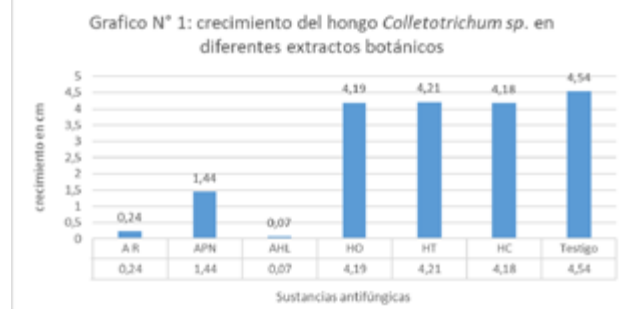
Sustancia	Promedio en cm	Desviación estándar
Aceite de Romero (AR)	0,24	0,10
Aceite de pimienta negra (APN)	1,44	0,13
Aceite de Hierbaluisa (AHL)	<b>0,07</b>	0,02
Hidrolato de orégano (HO)	4,19	0,13
Hidrolato de tomillo (HT)	4,21	0,12

Hidrolato de clavo de olor (HC)	4,18	0,13
Testigo	4,54	0,14

De igual manera se presenta los Figuras de la investigación.

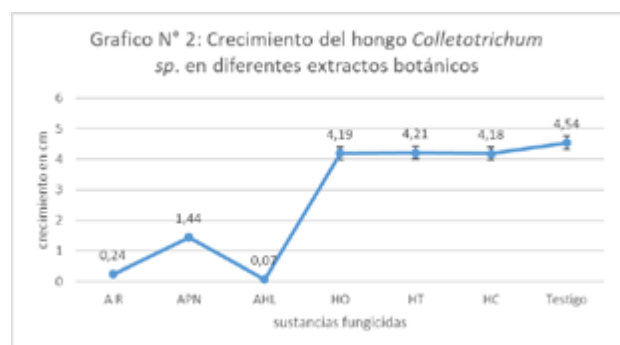
**Figura 1**

*Crecimiento del hongo *Colletotrichum* sp. en diferentes extractos botánicos*



**Figura 2**

*Crecimiento del hongo *Colletotrichum* sp. en diferentes extractos botánicos*



Según las Figuras 1 y 2, se puede observar que existe una inhibición del crecimiento micelial del hongo mejor en los aceites que en los hidrolatos con mayor efectividad en el aceite esencial de romero y aceite esencial de Hierbaluisa, siendo la AHL la más efectiva en la inhibición del crecimiento del hongo, debido probablemente a los compuestos presentados como “geraniol, el nerol, limoneno, y citral que tiene propiedades antibacterianas, anti fúngicas y antioxidantes” (Auccapiña Ramos, Champi Claros, & Lino Bautista, 2017), de igual manera los resultados obtenidos podrían deberse a la presencia de mayor metabolitos secundarios en la composición de la AHL ya que estos poseen propiedades antibióticas, anti fúngicas y antivirales, inhibiendo el crecimiento de los hongos, quizás porque causa una menor división mitótica en ellos, además podrían dañar

las paredes de los mismos haciendo que se plasmolisen o sufran turgencia, de igual manera los compuestos de AHL puede producir bloqueo de enzimas, ya sea compitiendo o no por el sitio activo o cambiando la forma del mismo, por lo que se puede deducir es que el citral posee un mayor acoplamiento en el sitio activo por ende se obtuvieron mejores resultados.

Adicionalmente, es importante resaltar que el experimento se lo realizó a nivel in vitro, es decir, son pruebas en cajas Petri y medio de cultivo, por lo tanto, el siguiente paso que se recomienda es afinar la mejor dosis resultante en este ensayo a nivel de campo en plantaciones de aguacate.

Para tener en cuenta si hay diferencia significativa en el uso de los aceites esenciales se aplicó la prueba t, la cual, permite aceptar o rechazar la hipótesis nula de este experimento. Solo se utilizaron los dos mejores tratamientos, AR y AHL, ya que fueron los más efectivos en la inhibición del crecimiento micelial del hongo en comparación con los aceites esenciales e hidrolatos.

### Hipótesis

H0: no existe diferencia en la inhibición del hongo *Colletotrichum sp* en cm al utilizar aceite esencial de romero (AR) y aceite esencial de Hierbaluisa (AHL) en concentraciones de 0,5 %

H1: Existe diferencia en la inhibición del hongo *Colletotrichum sp* en cm al utilizar aceite esencial de romero (AR) y aceite esencial de Hierbaluisa (AHL) en concentraciones de 0,5 %

**Tabla 3**  
*Prueba T*

## Prueba

Hipótesis nula  $H_0: \mu_1 - \mu_2 = 0$   
 Hipótesis alterna  $H_1: \mu_1 - \mu_2 \neq 0$

Valor T	GL	Valor p
-44,87	298	0,000

Nota: *Minitab (2023)*

**Tabla 3**  
*Estadísticas descriptivas*

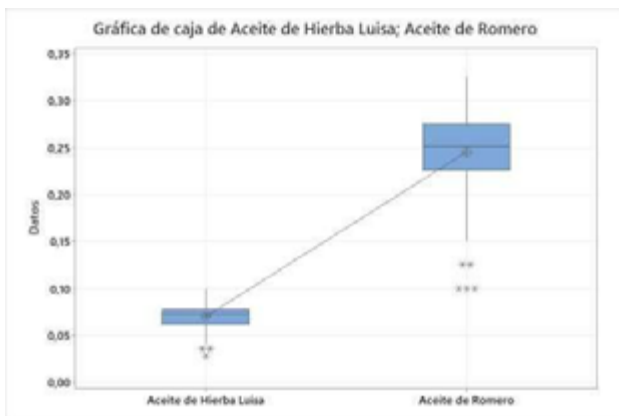
## Estadísticas descriptivas

Muestra	N	Media	Desv.Est.	Error estándar de la media
C1	150	0,0701	0,0149	0,0012
C2	150	0,2450	0,0453	0,0037

Nota: *Minitab (2023)*

En vista que, “p” es menor que 0.05 se establece que se rechaza la hipótesis nula, por ende, el crecimiento del hongo si se ve afectado en mayor proporción por el AHL, debido quizás a los compuestos presentes en la planta, los cuales fueron detallados anteriormente, de esta manera se responde la pregunta de investigación en un principio planteada llegando a la conclusión que los aceites son más efectivos para el tratamiento del hongo y en mayor proporción el aceite de AHL.

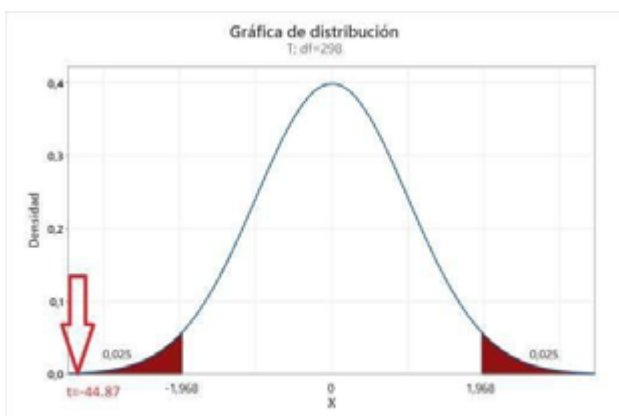
**Figura 3**  
*Caja de bigotes del Aceite de Hierbaluisa y Aceite de Romero*



Nota: Minitab (2023)

En esta gráfica se puede evidenciar que, si existe diferencia entre la efectividad para inhibir el crecimiento del hongo, presentando a la Hierbaluisa como una posible solución para el tratamiento del *Colletotrichum sp.* (hay que tener en cuenta que las concentraciones deben adaptarse al ser aplicado en el campo).

**Figura 4**  
*Gráfica de distribución de la comparación de los aceites de Romero y Hierbaluisa con respecto a los resultados de prueba t.*



Nota: Minitab (2023)

### Conclusión

A partir de los resultados obtenidos se observa que los aceites son aparentemente más efectivos que los hidrolatos en la inhibición del crecimiento del hongo *Colletotrichum sp.*, ya que presentan composiciones fúngicas que muestran más efectividad, sumándose a que

los hidrolatos a la concentración de 5% no es óptima debido quizás, a que no hay la suficiente concentración de metabolitos secundarios y/o sustancias con actividad antifúngica. Habría que realizar futuros experimentos con mayores dosis en los hidrolatos. Es importante considerar que los resultados obtenidos son en un ambiente controlado, a nivel in vitro en un laboratorio, por tanto deben adaptarse en experimentos en el campo, por lo mencionado se concluye que las concentraciones de 0,5% de los aceites esenciales son las más apropiadas para la inhibición micelial del hongo *Colletotrichum sp.* en el aguacate.

En base a lo anterior se responde la pregunta de investigación “¿Qué tan efectivo es el uso de los aceites esenciales de romero (*Salvia rosmarinus*), Hierbaluisa (*Cymbopogon*

*citratu*s) y pimienta negra (*Piper nigrum*), al 0,5 % en comparación con los hidrolatos de orégano (*Origanum vulgare*), clavo de olor (*Syzygium aromaticum*), tomillo (*Thymus*) en concentraciones de 5% en el crecimiento micelial de *Colletotrichum sp.* en condiciones in vitro en un tiempo de 10 días?” dando como eficiente que los aceites esenciales son más efectivos en comparación a los hidrolatos por lo mencionado anteriormente.

Debe considerarse que los aceites esenciales causan en los hongos inhibición del crecimiento: Los aceites esenciales pueden inhibir el crecimiento de los hongos y reducir su capacidad para reproducirse y propagarse; daño a la membrana celular lo que puede provocar su muerte. (Bravo, 2018)

Hay que tener en cuenta que entre los aceites la prueba T demostró que de Hierbaluisa (AHL) es más eficiente que el aceite esencial de romero (AR) en concentraciones de 0,5% dando paso a responder la hipótesis utilizada la cual dice que existe diferencia en la inhibición del hongo *Colletotrichum sp.* en cm al utilizar aceite esencial de romero (AR) y aceite esencial de Hierbaluisa (AHL) en concentraciones de 0,5% de igual manera se reconoce que el objetivo fue cumplido ya que se evidencio con los datos que los



aceites cumplen una mejor función para evitar el crecimiento del hongo en muestras de aguacate.

Por otro lado, el método utilizado ha sido lo suficientemente meticuloso como para obtener resultados fiables respecto a los efectos que tiene la aplicación de aceites esenciales de

Hierbaluisa en el control del hongo *Colletotrichum* sp, causante de la enfermedad antracnosis en aguacate.

Cabe destacar que el impacto de este trabajo trasciende a nivel personal y beneficia a la empresa familiar y comunidad agrícola. Los resultados y conclusiones obtenidos pueden servir como guía para futuras plantaciones y para que se tenga en cuenta el control de enfermedades fúngicas en cultivos, especialmente en el aguacate. Además, la aplicación de fungicidas orgánicos derivados de extractos botánicos puede tener beneficios ambientales y de salud al reducir la dependencia de productos químicos sintéticos en la agricultura, contribuyendo así a prácticas más sostenibles y seguras.

Por último, se sugiere que no solamente se haga a nivel in vitro, sino que también a nivel campo, para así para saber cuáles serían las concentraciones adecuadas para tratar el hongo. Además, se sugiere aumentar las concentraciones de los hidrolatos para así saber si su eficacia mejora con concentraciones más altas. Extender la investigación hacia otros hongos para conocer si los extractos botánicos son eficientes para otras especies.

## Referencias Bibliográficas

- Agronet*. (21). Obtenido de Antracnosis en aguacate Hass se combatiría con manejo integrado: <https://www.agronet.gov.co/Noticias/Paginas/Antracnosis-en-aguacate-Hass-se-combatir%C3%ADa-con-manejo-integrado.aspx>
- Auccapiña, E; Champi, J; y Lino, D. (2017). *Universidad nacional del Callao*. Obtenido de Caracterización y evaluación de la actividad antibacteriana del aceite esencial de Hierbaluisa (*Cymbopogon citratus* (DC.) Stapf.) obtenido por el método de arrastre con vapor: <http://repositorio.unac.edu.pe/handle/20.500.12952/3536>
- Bravo, D. (2018). *Universidad Politécnica Salesiana de Cuenca*. Obtenido de Comparación in vitro de la actividad antifúngica de los aceites esenciales de citronella (*Cymbopogon nardus*) y eucalipto (*Eucalyptus Globulus*) frente al agente causal de la antracnosis (*Colletotrichum gloeosporioides*): <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/16596/1/UPS-CT008049.pdf>
- Cano, T; Chávez, B; Godínez, J; & Monzón, D. (2002). *FACULTAD DE INGENIERÍA centro de investigaciones de ingeniería*. obtenido de obtención y caracterización del aceite esencial y obtención y caracterización del aceite esencial y obtención y caracterización del aceite esencial y para el agricultor guatemalteco: <https://digi.usac.edu.gt/bvirtual/informes/puidi/INF-2002-041.pdf>
- Cerón, L; Higuera, B; Sánchez, J; Bustamante, S; & Buitrago, G. (2005). *Scielo*. Obtenido de CRECIMIENTO Y DESARROLLO DE *Colletotrichum gloeosporioides f.alatae* DURANTE SU CULTIVO EN MEDIOS LÍQUIDOS: [http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S0120-548X2006000100008&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S0120-548X2006000100008&script=sci_arttext)
- Hernández, R; & Mendoza, C. (2018). *Metodología de la investigación. Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta*, Ciudad de México, México: Editorial Mc Graw Hill Education, Año de edición: 2018, ISBN: 978-1-4562-6096-5, 714 p.

- Hobbelen, P. H. F.; N. D. Paveley and F. van den Bosch. 2014. The Emergence of Resistance to Fungicides. *PLoS ONE* 9(3): e91910. doi:10.1371/journal.pone.0091910. Muzzio, M; & Segovia, K (2021). *ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL*. Obtenido de “Bioprospección de especies con actividad antimicrobiana In vitro contra patógenos de cacao y banano”: <https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/54379/1/T-110338%20-%20MARCELA%20MUZZIO%20Y%20KAREN%20SEGOVIA%20.pdf>
- Oliveira, R., Moral, J., Bouhmidi, K., & Trapero, A. (2005). Caracterización morfológica y cultural de aislados de *Colletotrichum* spp. causantes de la Antracnosis del olivo. 531-548. Obtenido de Caracterización morfológica y cultural de aislados de *Colletotrichum* spp. causantes de la Antracnosis del olivo.
- ONU. (2021). *Organización de las Naciones Unidas*. Obtenido de El cambio climático aumentará el riesgo de propagación de plagas, que ya destruyen un 40% de la producción de cultivos: <https://news.un.org/es/story/2021/06/1492762#:~:text=La%20Organizaci%C3%B3n%20de%20las%20Naciones%20Unidas%20para%20la,insectos%20invasores%20al%20menos%2070.000%20millones%20de%20d%C3%B3lares.>
- Pérez, C. (2022). Bases ecológicas para la producción de aceite esencial de jara pringosa (*Cistus ladanifer* L.). extraído de. [https://dehesa.unex.es/bitstream/10662/14915/1/TDUEX\\_2022\\_P%C3%A9rez\\_Izquierdo.pdf](https://dehesa.unex.es/bitstream/10662/14915/1/TDUEX_2022_P%C3%A9rez_Izquierdo.pdf)
- Pérez, L; Saquero, M & Beltrán, J (2003). Caracterización morfológica y patogénica de *Colletotrichum* sp. como agente causal de la antracnosis en ñame *Dioscorea* sp. *Revista Colombiana de Biotecnología*, 24-35. Obtenido de Caracterización morfológica y patogénica de *Colletotrichum* sp. como agente causal de la antracnosis en ñame *Dioscorea* sp.: <https://www.redalyc.org/pdf/776/77650104.pdf>
- Pérez, A; Chamorro, L; & Gómez, J. (2021). *Universidad Pedagógica y Tecnología de Colombia*. Obtenido de Inhibición de *Colletotrichum* gloeosporioides en cultivos de ñame en el Caribe colombiano usando aceites esenciales de *Cúrcuma longa* y *Zingiber officinale*: [https://revistas.uptc.edu.co/index.php/ciencia\\_en\\_desarrollo/article/view/10510](https://revistas.uptc.edu.co/index.php/ciencia_en_desarrollo/article/view/10510)
- Restrepo, J.; & Rada, D. (2017). *Universidad Magdalena*. Obtenido de ESTUDIO EPIDEMIOLÓGICO DE *Colletotrichum* spp. ASOCIADO A TRES ESPECIES DEL ARBOLADO DEL CAMPUS DE LA UNIVERSIDAD DEL MAGDALENA: <https://core.ac.uk/download/pdf/198275856.pdf>
- Rodríguez, E; Cárdenas, S; Hernández, P; y Pérez, N. (2013). *Scielo*. Obtenido de La Infección de *Colletotrichum* gloeosporioides (Penz.) Penz. y Sacc. en Aguacatero (*Persea americana* Mill.): Aspectos Bioquímicos y Genéticos: [https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S0185-33092009000100007&script=sci\\_arttext](https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S0185-33092009000100007&script=sci_arttext)
- Rojas, I; Álvarez, B; García, R; León, F; Sañudo, A; & Allende, R. (2017). *Scielo*. Obtenido de Situación actual de *Colletotrichum* spp. en México: Taxonomía, caracterización, patogénesis y control: <https://www.>

- scielo.org.mx/scielo.php?pid=S0185-33092017000300549&script=sci\_arttext
- Salamanca, G. (2020). *Universidad Militar Nueva Granada*. Obtenido de Efecto de los agroquímicos en salud pública y medio ambiente: <https://repository.unimilitar.edu.co/handle/10654/36092>
- Solomon, Berg, Martin & Villee : *Biología de Villee*; 3ra ed. Editorial Interamericana, Mc Graw – Hill , México, 1996
- Trinidad, Á; Ascencio, F; Ulloa, J; Ramírez, J; Ragazz; , J; Calderón; M & Bautista U. (2017). *Scielo*. Obtenido de Identificación y caracterización de Colletotrichum spp. Causante de antracnosis en aguacate Nayarit, México: [https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S2007-09342017001103953&script=sci\\_arttext](https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S2007-09342017001103953&script=sci_arttext)
- Velandia, P. 2021). *UNIVERSIDAD DE LOS ANDES UNIVERSIDAD DE LOS ANDES DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA QUÍMICA Y DE ALIMENTOS*. Obtenido de FORMULACIÓN Y EVALUACIÓN DE UN BIO-RECUBRIMIENTO A BASE DE ALMIDÓN DE YUCA MODIFICADO CON ACEITE ESENCIALDE TOMILLO, QUITOSANO Y ÁCIDO TANICO PARA LA MITIGACIÓN DEL HONGO Colletotrichum gloeosporioides AISLADO DEL AGUACATE HASS: <https://repositorio.uniandes.edu.co/bitstream/handle/1992/54034/25105.pdf?isAllowed=y &sequence=1>
- Pérez, A; Chamorro; L; Vitola; D. (2016). Actividad antifúngica de Cymbopogon citratus contra Colletotrichum gloeosporioides. Extraído de. <https://www.redalyc.org/journal/437/43750618011/>