

## Efecto antifúngico y estudio químico de *Eysenhardtia polystachya* (Fabaceae) sobre *Phaneroquete cryosporum* y *Ganoderma lucidium*

César Bonifacio Ramírez López<sup>1</sup>  
Sonia Pérez-Mayorga<sup>1</sup>  
Ernesto Ramírez Briones<sup>1</sup>  
Ramón Macías Rodríguez<sup>1</sup>  
Eduardo Salcedo-Pérez<sup>1,§</sup>

<sup>1</sup> Departamento de botánica y zoología-Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias. Carretera Guadalajara-Nogales km 15.5, Jalisco, México. CP. 45200. Tel. 33 37771150, ext. 32924. (cesar.ramirezl@academicos.udg.mx; soniapermay@hotmail.com; ernesto.ramirez@academicos.udg.mx; ramon.rmacias@academicos.udg.mx; eduardo.salcedo@academicos.udg.mx).

Autor para correspondencia: eduardo.salcedo@academicos.udg.mx.

### Resumen

Las especies forestales, son fuente de productos maderables y no maderables. Además de ser importante en la obtención de extractos botánicos, contienen en sus tejidos numerosos metabolitos secundarios a los que se les han reconocido por su diversidad y actividad biológica. Considerados como una alternativa contra hongos causantes de pudrición y degradación en la madera (hongos xilófagos), así como los hongos causantes de enfermedades en cultivos agrícolas. En este sentido, se propuso el estudio de *Eysenhardtia polystachya* como fuente preservante natural de madera debido a su alta resistencia a la pudrición de sus tallos. Para ello, se obtuvieron extractos con disolventes de diferentes polaridades a partir de hoja, albura y duramen. Se realizó un escrutinio y selección de los extractos con mayor eficacia en *Phaneroquetes cryosporum* y *Ganoderma lucidium*; se sometió a cromatografía en columna. Se determinó el contenido de fenoles y flavonoides. Los extractos de hoja presentaron selectividad en cuanto a su inhibición micelial en *P. cryosporum* con mayor sensibilidad a los extractos que *G. lucidium*. El efecto sinérgico de los compuestos presentes favorece la inhibición en *P. cryosporum*. Por lo que, *E. polystachya* presenta compuestos químicos que pueden preservar la madera y prolongar su tiempo de uso ante el ataque por hongos xilófagos, así como generar un control en hongos fitopatógenos.

### Palabras clave:

hongos xilófagos, inhibición micelial, metabolitos secundarios.



## Introducción

La madera como recurso natural renovable juega un papel importante en la economía mundial, particularmente en la construcción y fabricación de muebles (González- Laredo *et al.*, 2015). Como cualquier otro material orgánico, la madera es susceptible al deterioro por factores mecánicos y factores biológicos principalmente por insectos y hongos degradadores (xilófagos) (Goktas *et al.*, 2007). Para proteger y prolongar la vida útil de los productos que utilizan madera se han desarrollado diferentes compuestos químicos sintéticos, los cuales, no han sido muy aceptados debido a que en su mayoría contienen compuestos tóxicos que dañan la salud y contaminan el ambiente, como suelos y aguas.

Por lo anterior, una de las prioridades para la preservación de la madera es buscar alternativas amigables con el ambiente que permitan reducir el uso de estos compuestos químicos y así evitar en lo posible efectos negativos (Tascioglu *et al.*, 2013). Considerando que las plantas sintetizan y almacenan diversos metabolitos secundarios con actividad biológica, los cuales pueden ser extraídos para evaluar su potencial uso como alternativa sustentable (Stevenson *et al.*, 2017; Shakya *et al.*, 2019).

Desde hace más de 100 años, varias especies vegetales han sido consideradas como opción para evaluar sus extractos o alguna de sus fracciones como agentes de control biológico contra organismos relacionados con la degradación de la madera, principalmente termitas y hongos xilófagos (Ramírez-López *et al.*, 2016).

Así; por ejemplo, Goktas *et al.* (2007) mencionó que los efectos antifúngicos de extractos obtenidos de hojas y flores de *Nerium oleander* contra los hongos *Postia placenta* y *Trametes versicolor*. Como plantea Tascioglu *et al.* (2013) muchas especies arbóreas han demostrado tener diversas funciones en ámbitos agronómicos (control de plagas), industrial (madera de uso en construcción) y medicinal, la corteza de mimosa (*Acacia mollissima*) y quebracho (*Schinopsis lorentzii*) mostraron ser eficientes contra los hongos degradadores de la madera: *Trametes versicolor*, *Pleurotus ostreatus*, *Gloeophyllum trabeum* y *Fomitopsis palustris*.

Por su parte, Brocco *et al.* (2017) en un estudio para evaluar el potencial de preservación de la madera reportaron efectos favorables de extractos etanólicos obtenidos del duramen de teca (*Tectonia grandis*) contra *Postia placenta*. En otro estudio más reciente Lajnef *et al.* (2018) reportaron que los extractos de granada (*Punica granatum*) y *Melia azederach* obtenidos de la corteza fueron eficientes como agentes antifúngicos contra *Coriolus versicolor* y *Coniophora puteana*, mejorando la durabilidad de las maderas de haya y pino marítimo.

A pesar de los estudios existentes sobre el efecto de extractos de plantas sobre el crecimiento de hongos degradadores de la madera, en México existe una diversidad de especies vegetales que no han sido evaluadas para conocer su potencial como fuente de compuestos naturales con actividad antifúngica, como es el caso de la leguminosa conocida como 'palo dulce' o 'palo azul' *Eysenhardtia polystachya* (Fabaceae).

Aunque es reconocida esta especie arbórea en la medicina tradicional (Pablo-Pérez *et al.*, 2016) y existen estudios de extractos con propiedades farmacológicas (Pablo-Pérez *et al.*, 2018), los reportes de actividad antimicrobiana aún son limitados. Otros reportes consideran que los extractos de hoja de *E. polystachya* demostraron un efecto sobre el crecimiento de microorganismos patógenos como *Escherichia coli*. (Alonso-Castro *et al.*, 2018).

Uno de los estudios realizados en el grupo de trabajo se demostró que los extractos obtenidos de albura y duramen de *E. polystachya* inhibían el crecimiento micelial en los hongos *Rizoctonia solani* y *Sclerotium cepiporum* (Bernabé-Antonio *et al.*, 2017). El objetivo de este estudio fue evaluar el efecto anti-fúngico y químico de diferentes extractos obtenidos del 'palo dulce' *E. polystachya* contra *Phanerochaete chrysosporum* y *Ganoderma lucidum*.



## Materiales y métodos

### Recolecta de *Eysenhardtia polystachya*

En julio de 2019 se recolectó hojas y tallos del arbusto *E. polystachya* en poblaciones silvestres localizadas en las comunidades de San Luciano y las Trojes municipio de Jocotepec, Jalisco. Entre las coordenadas 20° 10' 00" de latitud norte y los 103° 17' 30" longitud oeste a 1 840 msnm. El espécimen se trasladó al Laboratorio de productos naturales del Departamento de Madera Celulosa y Papel (Universidad de Guadalajara), donde fue procesado para obtener la biomasa de sus diferentes órganos (hojas, albura y duramen). Las muestras del espécimen colectado del arbusto se clasificaron de acuerdo con lo reportado con la Red de Herbarios del Noroeste de México.

### Obtención de extractos

Se obtuvieron 238 g de hojas a partir del secado a temperatura ambiente y molienda de estas, para obtener las muestras del tejido leñoso se procedió al descortezado de tallos, astillado y molido de las astillas (malla 1 mm) para obtener 300 g de aserrín de albura y 285 g de duramen. Cada una de las muestras fueron maceradas con disolventes en polaridad ascendente (hexano, diclorometano y metanol).

La maceración con hexano se realizó durante tres días, se filtró con papel Whatman® poro mediano (Sigma Aldrich, USA), se concentró en un rotavapor a 65 °C Rotava-RE-114 and vacuum pump B-169 (Büchi, Switzerland). Posteriormente, la biomasa se dejó secar a temperatura ambiente para someter a maceración con diclorometano, se concentró en un rotavapor a 35 °C. Posteriormente, las mismas muestras fueron maceradas con metanol y concentradas a 75 °C. El extracto hexánico fue desengrasado, para obtener un extracto graso y uno libre de grasa.

A partir de los extractos diclorometánicos, se obtuvieron dos fracciones, la del primer lavado con hexano y la segunda con acetato de etilo. Obteniendo un total de 15 extractos, cinco extractos por tipo de biomasa vegetal (albura, duramen y hoja) que fueron empleados para la evaluación contra los hongos xilófagos *Phaneroquete cryosporum* y *Ganoderma lucidium*.

### Cepas de *Phaneroquete cryosporum* y *Ganoderma lucidium*

Los hongos empleados para este estudio fueron obtenidos de cepas puras resguardadas en tubos de ensayo a 26 °C, otorgadas por el laboratorio de Bioingeniería del Departamento de Madera, Celulosa y Papel del Centro Universitario de Ciencias Exactas e Ingenierías de la Universidad de Guadalajara, se reactivaron en cajas de petri con agar papa dextrosa para someterá evaluación en presencia de los extractos.

### Evaluación de los extractos contra *P. cryosporum* y *G. lucidium*.

#### Preparación de los extractos orgánicos

Los extractos obtenidos fueron disueltos en etanol al 96° (1mg ml<sup>-1</sup>). Se utilizó como control positivo, el Cercobin® (tiofanato de metilo) y como control negativo el etanol. El diseño experimental de los tratamientos que fueron evaluados en bloques como se muestran en el Cuadro 1, donde se realizó un modelo completamente al azar con una n= 3 por tratamiento.



**Cuadro 1. Diseño experimental de la actividad anti-fúngica vs *P. cryosporum* y *G. lucidium* de los extractos orgánicos obtenidos (n= 3, por tratamiento).**

Extracto Órgano	1	2	3	4	5
Hoja	T1	T2	T3	T4	T5
Albura	T6	T7	T8	T9	T10
Duramen	T11	T12	T13	T14	15
Control (+) Cercobin®	T16	Control (-) Etanol	T17		

1= extracto graso (EG); 2= extracto hexánico desengrasado (EHD); 3= extracto diclorometano-acetato de etilo (EDA); 4= extracto diclorometano-hexano (EDH); y 5= extracto metanólico (EM). Cada uno con albura, duramen y hoja.

### Evaluación por el método de difusión en agar

Para cada hongo se prepararon 15 cajas de Petri (55 x 15 mm) con agar papa dextrosa y en cada caja se colocaron cinco discos de papel filtro Whatman® (Sigma Aldrich, USA) de 0.5 mm de diámetro. Cada disco fue impregnado con 10 µl de cada extracto en estudio. En todas las cajas se incluyeron el control positivo (fungicida) y control negativo (etanol). Posteriormente, sobre cada disco se colocó 1 mm<sup>3</sup> del micelio de cada hongo; y se incubó a 36 ±2 °C por 72

h. Los datos obtenidos fueron reportados como porcentaje de inhibición mediante la medición del halo de crecimiento del micelio control con respecto a los tratamientos, como se muestra en siguiente fórmula: inhibición (%)= [(Cc - Ct)/ (Cc + Ct)]\*100. Donde: Cc= crecimiento control; y Ct= crecimiento tratado. Se realizó un análisis de varianza y una comparación de medias con una prueba de Tukey (α= 0.05) Statistic versión 7.

### Fraccionamiento de los extractos con mayor actividad antifúngica contra *P. cryosporum* y *G. lucidium*

Los extractos de hoja que tuvieron mejor efecto antifúngico fueron fraccionados por cromatografía en columna y analizada su actividad sobre los hongos. La cromatografía se realizó utilizando como fase estacionaria sílica gel y como fase móvil una mezcla de hexano/acetato de etilo en polaridad ascendente. Cada fracción obtenida constituyó un tratamiento evaluado, de acuerdo con la metodología mencionada para los extractos (Cuadro 1).

### Determinación de fenoles y flavonoides totales en las fracciones seleccionadas

Se realizó una determinación de fenoles totales donde se extrajo con 5 ml de metanol y centrifugación a 6 000 rpm durante 20 min, posteriormente se determinó la concentración de fenoles mediante el método de Folin-Ciocalteu (Yim *et al.*, 2012), utilizando ácido gálico como estándar. Los resultados obtenidos fueron expresados como mg de ácido gálico equivalentes por gramo de muestra (mg GAE g<sup>-1</sup> DW).

La determinación del contenido total de flavonoides fue de acuerdo con el método utilizado por Liu *et al.* (2009). Para la curva estándar se utilizó la quercetina como indicador, está se realizó de acuerdo con el protocolo utilizado por Bernabé-Antonio *et al.* (2017) y los resultados fueron reportados como miligramos de quercetina equivalentes por gramo de muestra (mg QE g<sup>-1</sup> DW).



## Resultados y discusión

### Efecto de los extractos sobre el crecimiento micelial en *G. lucidium* y *P. cryosporum*

Se encontró que los extractos de *E. polystachya* presentaron efecto fungicida y fungistático sobre el desarrollo del micelio en ambos hongos degradadores de madera, al igual ha sido reportado en trabajos que muestran la eficacia de otros extractos vegetales con el mismo efecto para hongos xilófagos que ocasionan daños considerables a cultivos de importancia agrícola (Bahraminejad *et al.*, 2015).

Los resultados demuestran que existe selectividad de los extractos de *E. polystachya*; *P. cryosporum* (fitopatógeno) resultó sensible, mientras que *G. lucidium* (hongo de importancia medicinal) presentó mayor resistencia. Algunos extractos demostraron inhibir el crecimiento del hongo hasta su totalidad (fungicida), mientras otro grupo de extractos solo detuvieron el crecimiento (fungistático), al igual que los reportados por Bernabé-Antonio *et al.* (2017) para *R. solani* y *S. cepivorum* como se muestra en el Cuadro 2.

**Cuadro 2. Porcentaje de inhibición de los tratamientos evaluados en *P. cryosporum* y *G. lucidium***

Tipo de biomasa								
Hoja (%)			Duramen (%)			Albura (%)		
Pc	GI		Pc	GI		Pc	GI	
T1	14 ±1.9 d	0	T6	24 ±4.1 c	0	T11	45 ±4.1 a	0
T2	20 ±4.3 d	0	T7	78 ±7.1 a	0	T12	30 ±6.1 ab	42 ±2.1 a
T3	84 ±3.2 b	0	T8	70 ±6.3 a	0	T13	28 ±1.2 ab	0
T4	57 ±2.4 c	50 ±3.2	T9	60 ±1.8 ab	48 ±4.7	T14	25 ±4.2 b	28 ±2.6 b
T5	100 ±0 a	0	T10	57 ±1.3 b	56 ±6.2	T15	6 ±0.9 c	18 ±1.5 c

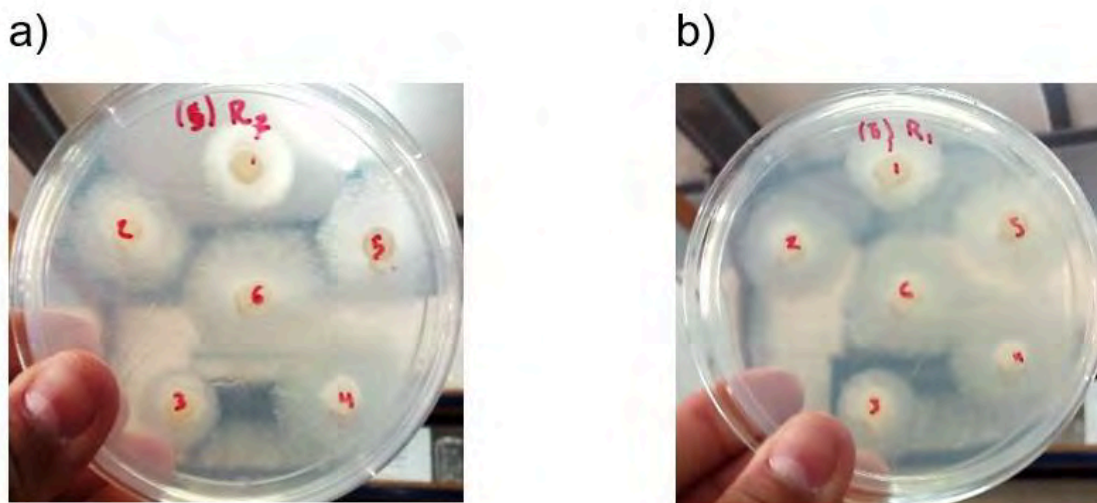
Los tratamientos se delimitan en el Cuadro 2. Pc = *P. cryosporum*; GI = *G. lucidium*. Valores con la misma letra en la misma fila no presentaron diferencia significativa, de acuerdo con la prueba de Tukey con  $\alpha=0.5$ .

Para el presente trabajo se consideró efecto fungicida, los extractos que inhibieron el crecimiento del hongo en un porcentaje igual o mayor al 70% y fungistático con una inhibición menor de 70%. Los extractos con mayor efecto sobre *P. cryosporum* fueron diclorometano-hexano de hoja (E3H) con un 84 ±3.2% y el extracto metanólico de hoja (E5H) con 100% de inhibición sobre el crecimiento micelial (Cuadro 2).

El tratamiento T4 (diclorometano/hexano) fue seleccionado para fraccionar por cromatografía en columna y determinar la eficacia de los metabolitos secundarios responsables de inhibir el crecimiento micelial en *P. cryosporum*. La eficacia de los extractos se muestra en la Figura 1, donde se observa la inhibición del crecimiento micelial de los hongos comparados con los controles positivos y negativos con un 70 y 100% (Figura 1a y 1b). Los compuestos presentes en los extractos pueden dificultar la eficacia que puede ejercer como sinergismo sobre el hongo. Por lo que es imposible determinar la efectividad química y funcionalidad en una mezcla compleja.



Figura 1. Efecto de los extractos diclorometánicos/hexano de hoja (T4 disco 3) sobre el crecimiento micelial en *P. crysosporum* a las 72 h (a). Extracto hexánico desengrasado (T2 disco 2) (b). Los discos 6 (S/tratamiento), disco 1 (fungicida) para todos los experimentos.



A partir de los extractos que presentaron efecto fungicida en *P. crysosporum* se obtuvieron 25 fracciones del extracto diclorometano/hexano de hoja (T4) con un rendimiento de 0.7 al 3.5%. En el Cuadro 3 se muestra el efecto de las fracciones obtenidas del extracto seleccionado sobre el crecimiento micelial. La fracción 16 (T4-16) fue la que presentó mayor efecto fungicida (88.2 ±9.8%) sobre *S. cepivorum*, coincidiendo con las concentraciones más altas de fenoles totales (17.61 ±1.31 mg GAE g<sup>-1</sup> DW) y flavonoides (8.93 ±1.23 mg QE g<sup>-1</sup> DW).

Cuadro 3. Efecto inhibitorio de las fracciones obtenidas del extracto diclorometano/hexano de Hoja (T4) y el contenido de fenoles totales y flavonoides.

Tratamiento	Inhibición del crecimiento micelial (%)			Determinación de compuestos aromáticos	
	<i>P. crysosporum</i>	<i>R. solani</i>	<i>S. cepivorum</i>	Fenoles totales (mg GAE g <sup>-1</sup> DW)	Flavonoides (mg QEG <sup>-1</sup> DW)
T4-1	NA	NA	10.1 ±0.6	ND	ND
T4-4	7.1 ±0.9d	8.6 ±3.0d	ND	0.96 ±0.02b	0.32 ±0.01d
T4-6	ND	16.3 ±6.1c	ND	ND	ND
T4-7	ND	13.2 ±3.1cd	47.8 ±7.4b	0.75 ±0.01c	0.21 ±0.03d
T4-8	ND	8.4 ±2.1d	19.6 ±4.1e	ND	ND
T4-9	11 ±1.1c	3.8 ±0.7f	12.9 ±2.3ef	ND	ND
T4-10	13.9 ±1.3c	5.9 ±1.1e	10.1 ±0.9f	ND	ND
T4-11	2.6 ±0.5f	ND	41.3 ±6.1bc	0.71 ±0.11c	0.54 ±0.15c
T4-12	5.6 ±0.7e	ND	24.4 ±7.2d	ND	ND
T4-13	7.7 ±1.1d	8.9 ±2.3d	25.6 ±1.6cd	ND	ND
T4-14	26 ±4.3b	23.8 ±5.1ab	26.9 ±2.3c	ND	ND
T4-15	ND	ND	41.4 ±2.5dc	ND	ND
T4-16	6.7 ±0.9de	7.9 ±0.8de	88.2 ±9.8a	17.61 ±1.31a	8.93 ±1.23a
T4-17	39.3 ±6.8a	29.4 ±7.3a	26.8 ±2.3c	1.64 ±0.79b	0.98 ±0.11b
T4-18	31 ±5.4ab	24.3 ±2.4ab	12.2 ±2.2ef	ND	ND

Se muestran únicamente las fracciones que presentaron un efecto inhibitorio sobre el crecimiento micelial. Sin efecto= no presentaron inhibición. ND= no determinado. Valores con la misma letra en la misma columna no presentaron diferencia estadísticamente significativa ( $\alpha=0.05$ ) según la prueba de Tukey, estadística versión. Sin embargo, Supradip, reportó resultados similares atribuyendo una sinergia de otros compuestos de tipo terpenos que favorecieron la actividad fúngica, donde se considera que actúa sobre la composición química de la pared del hongo, al estimular enzimas degradadoras. La fracción 7 (T4-7) presentó solo efecto fungistático ( $47.8 \pm 7.4\%$ ) y un contenido de fenoles de  $0.75 \pm 0.01$  mg GAE g<sup>-1</sup> DW y flavonoides de  $0.21 \pm 0.03$  mg QE g<sup>-1</sup> DW. El bajo contenido de fenoles y flavonoides es debido a que los extractos hexánicos no favorecen la obtención de compuestos de esta polaridad.

En el Cuadro 4 se muestra el efecto de las fracciones obtenidas de los extractos metanólico de hoja (T5), se obtuvieron 18 fracciones del extracto. La fracción 1 (T5-1) presentó efecto fungistático sobre *P. crysosporum* con  $45.7 \pm 4.8$ , *R. solani*  $36.9 \pm 7.5$  y *S. cepivorum*  $65.1 \pm 4.3$ , el contenido de fenoles totales fue de  $8.91 \pm 0.94$  mg GAE g<sup>-1</sup> DW y flavonoides totales de  $5.75 \pm 1.21$  mg QEG<sup>-1</sup> DW.

**Cuadro 4. Efecto inhibitorio sobre el crecimiento micelial en *P. crysosporum*, *R. solani* y *S. cepivorum* de las fracciones obtenidas del extracto metanólico de hoja (T5) y el contenido de fenoles totales y flavonoides.**

Tratamiento	Inhibición del crecimiento micelial (%)			Determinación de compuestos aromáticos	
	<i>P. crysosporum</i>	<i>R. solani</i>	<i>S. cepivorum</i>	Fenoles totales (mg GAE g <sup>-1</sup> DW)	Flavonoides (mg QEG <sup>-1</sup> DW)
T5-1	45.7 ±4.8a	36.9 ±7.5a	65.1 ±4.3b	8.91 ±0.94a	5.75 ±1.21b
T5-2	Sin efecto	Sin efecto	14.5 ±2.1e	ND	ND
T5-3	Sin efecto	Sin efecto	6.5 ±0.8f	ND	ND
T5-4	24.7 ±3.9bc	13.9 ±2.1c	Sin efecto	ND	ND
T5-5	9.1 ±0.7d	Sin efecto	Sin efecto	ND	ND
T5-6	5.6 ±1.2e	Sin efecto	Sin efecto	ND	ND
T5-8	4.5 ±0.5e	13.9 ±6.1bc	46 ±9.3c	0.86 ±0.05b	0.59 ±0.03c
T5-12	28.4 ±1.9b	Sin efecto	22.7 ±2.9d	ND	ND
T5-17	21.2 ±1.3c	19.7 ±2.1b	85.4 ±9.6a	9.78 ±1.23a	7.29 ±1.12a

Se muestran únicamente las fracciones que presentaron un efecto inhibitorio sobre el crecimiento micelial. Sin efecto= no presentaron inhibición; ND= no determinado. Los datos presentados en el cuadro representan las medias ± desviación estándar de tres replicas. Valores con la misma letra en la misma columna no presentaron diferencia significativa estadísticamente ( $\alpha=0.05$ ) de acuerdo con la prueba de Tukey.

La eficacia y selectividad de las moléculas presentes a nivel extracto y nivel fracción demuestran una vez más su efecto fungicida y fungistático característico para cada tipo de fitopatógeno, por lo que se considera de gran interés ante la aplicación de fungicidas de uso comercial y botánico, así como la importancia en su relación estructura química y actividad.



El contenido de compuestos fenólicos totales y flavonoides encontrados en las fracciones con efecto inhibitorio sobre el crecimiento micelial de los tres hongos evaluados fue comparado con los reportados en hoja y cultivo celular de *E. polystachya* al igual que los valores obtenidos con otras especies de la familia Fabaceae (Bernabé-Antonio *et al.*, 2017).

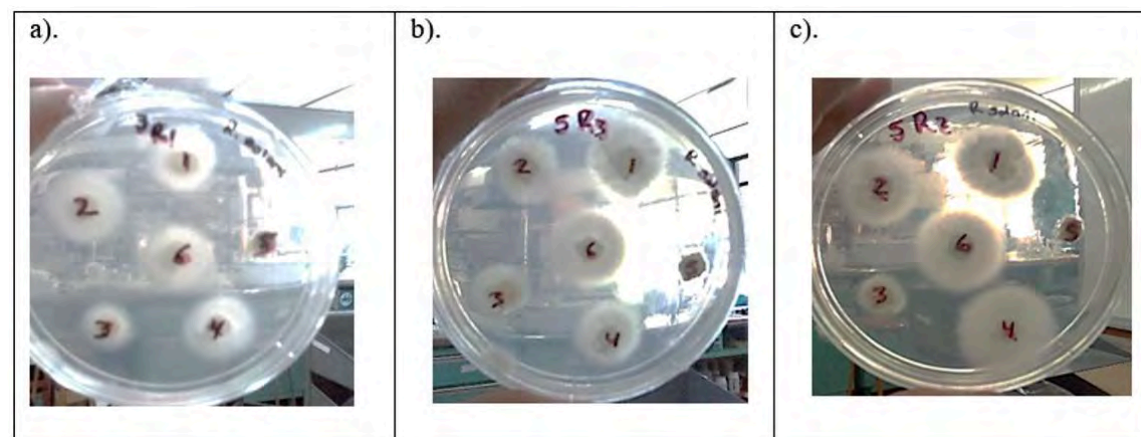
En otras familias de especies vegetales se ha reportado el contenido de fenoles y flavonoides totales menor que los presentados en *E. polystachya*, al igual que en las fracciones; por ejemplo, en especies como *Artemisia absinthium* L., el contenido de fenoles fue de 3.57 mg GAE g<sup>-1</sup> DW, menor que *E. polystachya* (Cuadro 4) y flavonoides de 1.89 mg QE g<sup>-1</sup> DW menor que los tratamientos presentes en el Cuadro 3 y 4, *E. polystachya* es enriquecida por compuestos de tipo flavonoides y chalconas en hoja y tallo (Toroglu, 2007).

Los tratamientos T5-1 y T5-17 fueron los únicos con efecto fungicida en *S. cepivorum* como se muestra el Cuadro 3 y 4. Sin embargo, el tratamiento T5-1 demostró un efecto fungistático contra *S. cepivorum*, por lo que se seleccionaron estos tres tratamientos para determinar su concentración efectiva 50 (CE<sub>50</sub>) en *S. cepivorum*. Para determinar la concentración efectiva 50 se realizaron diluciones 1:10 en un intervalo de 0.1 a 0.01 mg ml<sup>-1</sup>, en el que se encontró que a la concentración de 12.1 y 14.5 µg ml<sup>-1</sup> presentaron una CE<sub>50</sub> sobre el crecimiento micelial los tratamientos T5-1 y T5-17 respectivamente.

El tratamiento T5-1 presentó una CE<sub>50</sub> de 8.7 µg ml<sup>-1</sup>. Con estos datos se demuestra la eficacia de las fracciones en cuanto a su CE<sub>50</sub>, con un efecto favorable que el reportado por Marel-Abdelgaleil *et al.* (2018), en que se determinó una CE<sub>50</sub> de 9.31 mg L<sup>-1</sup> en *Alternaria Solani* y 24.69 mg L<sup>-1</sup> en *Rhizoctonia solani* en extractos o fracciones compuestas por monoterpenos.

En la Figura 2 se muestran las imágenes del efecto considerado de las fracciones obtenidas de los extractos seleccionados en *R. solani*, *S. cepivorum* (Bernabé-Antonio *et al.*, 2017) y *P. cryosporum*, *G. lucidium* no presentó inhibición del crecimiento con las fracciones evaluadas. Sin embargo, la selectividad y eficiencia de los extractos y las fracciones obtenidas de la misma especie vegetal es de interés para la inhibición de algunos hongos fitopatógenos, *G. lucidium* es considerado como un hongo medicinal, *R. solani* y *S. cepivorum* ocasionan daño a productos de importancia agrícola, siendo los de mayor impacto las especies del género *Sclerotio* (Morales-Palacios, 2016).

**Figura 2. Efectos de las fracciones obtenidas de los extractos seleccionados con actividad antifúngica en *R. solani*. Fracciones de la 1 a la 4 del extracto hexánico/diclorometano de hoja (a). Fracción del 1 al 4 del extracto metanólico de hoja (b). Efecto de la fracción 7 obtenida del extracto diclorometano-hexano hoja (disco 3) (c).**



Algunos reportes consideran que *E. polystachya* contiene compuestos de tipo terpenos, la mayoría de ellos detectables en extractos no polares como hexano y éter de petróleo, ya que



tienen como precursores compuestos de ácidos grasos, así como compuestos fenólicos desde estructuras simples; muchas de ellas dando origen a chalconas y flavonoides (Rivas-Morales *et al.*, 2009; García-Hernández *et al.*, 2016).

Muchos de estos compuestos son considerados metabolitos secundarios presentes en diversos órganos de la planta y que han demostrado tener actividad biológica contra hongos fitopatógenos. Por lo que fue importante determinar el contenido de fenoles y flavonoides totales en las fracciones seleccionadas, ya que en la hoja se encontró una cantidad considerable de fenoles totales de 155.17 mg GAE g<sup>-1</sup> DW contra la mitad de contenido reportado en cultivo celular con 73.98 mg GAE g<sup>-1</sup> DW (Bernabé-Antonio *et al.*, 2017).

Con este hallazgo se demostró de nuevos biofungicidas específicos para cada hongo, se puede considerar a *E. polystachya* como una fuente inexplorada de compuestos bioactivos contra fitopatógenos. Tales efectos pueden estar relacionados con moléculas químicas presentes en esta especie vegetal y de la cual existen escasos estudios sobre los posibles metabolitos secundarios responsables de su actividad.

## Conclusiones

Los extractos obtenidos de *E. polystachya* (Palo dulce) presentaron efecto antifúngico sobre hongos xilófagos, posiblemente por la presencia de flavonoides y algunos compuestos de tipo terpénicos que se ha reportado su presencia en la especie. Por lo que *E. polystachya* puede considerarse una biofuente de metabolitos secundarios como fungicida vegetal de interés en el área agronómica y forestal.

## Bibliografía

- 1 Alonso-Castro, A. J.; Zapata-Morales, J. R.; Arana-Argáez, V.; Torres-Romero, J.C.; Ramírez-Villanueva, E.; Pérez-Medina, S. E.; Ramírez-Morales, M. A.; Juárez-Méndez, M. A.; Infante-Barrios, Y. P.; Martínez-Gutiérrez F.; Carranza-Álvarez, C.; Isordia-Espinoza, M. A. and Flores-Santos, A. 2018. Pharmacological and toxicological study of a chemical -standardized ethanol extract of the branches and leaves from *Eysenhardtia polystachya* (Ortega) Sarg. (Fabaceae). *Journal of Ethnopharmacology*. 5(224):314-322. Doi: 10.1016/j.jep.2018.06.016. PMID 29913299.
- 2 Bahraminejad, S. N.; Amiri R. M., y Abbasi S. R. 2015. Propiedades antifúngicas de 43 especies vegetales frente a *Alternaria solani* y *Botrytis cinerea*. *Archivos de Fitopatología y Protección Fitosanitaria*. 48(4):336-344.
- 3 Bernabé-Antonio, A.; Maldonado-Magaña, A.; Ramírez-López, C. B.; Salcedo-Pérez, E.; Meza-Contreras, J. C.; González-García, Y. and Cruz-Sosa, F. 2017. Establishment of callus and cell suspension cultures of *Eysenhardtia polystachya* (Ortega) and fungistatic activity of their extracts. *South African Journal of Botany*. 112(4):40-47. Doi: 10.1016/j.sajb.2017.05.023.
- 4 Brocco, V. F.; Paes, J. B.; da Costa, L. G.; Brazolin, S. y Arantes, M. D. C. 2017. Potential of teak heartwood extracts as a natural wood preservative. *Journal of Cleaner Production*. 142(4):2093-2099. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.11.074>.
- 5 García-Hernández, D. G.; Rivas-Morales, C. y Leos-Rivas, C. 2016. Actividad antifúngica. *In: Rivas-Morales, C.; Oranday-Cárdenas, M. A. y Ver-de-Star, M. J. Ed. Investigación en plantas de importancia médica*. Barcelona, España. OmniaScience. 101-128 pp.
- 6 Goktas, O.; Mammadov, R. A.; Duru, M. E.; Ozen, E. and Colak, A. M. 2007. Application of extracts from the poisonous plant, *Nerium Oleander* L., as a wood preservative. *African Journal of Biotechnology*. 6(17):2000-2003. <https://www.researchgate.net/publication/27797907>.
- 7 González-Laredo, R. F.; Rosales-Castro, M.; Rocha-Guzmán, N. E.; Gallegos-Infante, J. A.; Moreno-Jiménez, M. R. y Karchesy, J. J. 2015. Conservación de la madera con

- productos naturales. *Madera y Bosques*. 21(SPE):63-76. Doi: <https://doi.org/10.21829/myb.2015.210427>.
- 8 Lajnef, L.; Caceres, I.; Trinsoutrot, P.; Carrier-El Bouhtoury, F.; Ayed, N.; Charrier, B. 2018. Effect of *Punica granatum* peel and *Melia azedarach* bark extracts on durability of European beech and maritime pine. *Eur. J. Wood Products*. 76:1725-1735. Doi: <https://doi.org/10.1007/s00107-018-1340-x>.
  - 9 Liu, C. Z. and Saxena, P. K. 2009. *Saussurea medusa* cell suspension cultures for flavonoid production. *In: Mohan, J. S. and Saxena, P. Ed. Protocols for in vitro cultures and secondary metabolite analysis of aromatic and medicinal plants. methods in molecular Biology*. 547(4):53-59. Doi:10.1007/978-1-60327-287-24.
  - 10 Marel, G. I. and Abdelgaleil, S. 2018. Antifungal potential and biochemical effects of monoterpenes and Phenylpropenes on plant pathogenic Fungi. *Plant Protection Science*. 54(1):9-16.
  - 11 Morales-Palacios, F. G. 2016. Análisis espectroscópico de compuestos del duramen de maderas durables que inhiben el crecimiento de *Trametes versicolor*. Tesis de Maestría. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. 17-22 pp.
  - 12 Pablo-Pérez, S. S.; Estévez-Carmona, M. M.; Meléndez-Camargo, M. E. 2016. Diuretic activity of the bark of *Eysenhardtia polystachya*. *Bangladesh Journal Pharmacol*. 11(1):212-17.
  - 13 Pablo-Pérez, S. S.; Parada-Cruz, B.; Barbier, O. C. and Meléndez-Camargo, M. E. 2018. The ethanolic extract of *Eysenhardtia polystachya* (Ort.) Sarg. Bark and Its fractions delay the progression of rheumatoid arthritis and show antinociceptive activity in murine models. *Iran Journal of Pharmaceutical Research*. 17(1):236-248.
  - 14 Ramírez-López, C. B.; García-Sánchez, E.; Martínez-Muñoz, R. E.; Del Río, R. E. and Martínez-Pacheco, M. M. 2016. Chemical composition of the essential oil from *Ageratina jocotepecana* and its repellent effect on Drywood termite *Incisitermes marginipennis*. *Boletín Latinoamericano y del Caribe de plantas medicinales y aromáticas*. 15(1):53-60.
  - 15 Rivas-Morales, C.; Oranday-Cárdenas, M. A.; Verde-Star, M. J.; Morales-Rubio, M. E.; Ortiz-Mier, E. J. y Garza-González, E. 2009. Activity of extracts from two *Eysenhardtia* species against microorganisms related to urinary tract infections *British Journal of Biomedical Science*. 66(2):102-106.
  - 16 Shakya, P. S.; Marslin, G. F.; Siram, K. A.; Beerhues, L. C. y Frankin, G. 2019. Elicitation as a tool to improve the profiles of high value secondary metabolites and pharmacological properties of *Hypericum perforatum*. *Journal of Pharmacy and Pharmacology*. 71(1):70-82. Doi: <https://doi.org/10.1111/jphp.12743>.
  - 17 Stevenson, P. C.; Nicolson, W. C. and Geraldine, A. W. 2017. Plant-Pollinator interactions from flower to landscape. Plant secondary metabolites in nectar: impacts on pollinators and ecological functions. *Functional Ecology*. 31(1):65-75. Doi: <https://doi.org/10.1111/1365-2435.12761>.
  - 18 Tascioglu, C.; Yalcin, M. M.; Sen, S. and Akcay, C. 2013. Antifungal properties of some plant extracts used as wood preservatives. *International Biodeterioration & Biodegradation*. 85(0):23-28. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.ibiod.2013.06.004>.
  - 19 Toroglu, S. 2007. *In vitro* antimicrobial activity and antagonistic effect of essential oils from plant species. *Journal of Environmental Biology*. 28(3):551-559.
  - 20 Yim, H. S.; Chye, F. Y.; Koo, S. M.; Matanjun, P. C.; How, S. E. and Ho, C. W. 2012. Optimization of extraction time and temperature for antioxidant activity of edible wild mushroom, *Pleurotus porrigens*. *Food and Bioproducts Processing*. 90(2):235-242. Doi: 10.1016/j.fbp.2011.04.00

## Efecto antifúngico y estudio químico de *Eysenhardtia polystachya* (Fabaceae) sobre *Phaneroquete cryosporum* y *Ganoderma lucidium*

Journal Information
Journal ID (publisher-id): remexca
Title: Revista mexicana de ciencias agrícolas
Abbreviated Title: Rev. Mex. Cienc. Agríc
ISSN (print): 2007-0934
Publisher: Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias

Article/Issue Information
Date received: 01 September 2023
Date accepted: 01 November 2023
Publication date: 27 November 2023
Publication date: November 2023
Volume: 14
Issue: 8
Electronic Location Identifier: e3208
DOI: 10.29312/remexca.v14i8.3208

### Categories

Subject: Artículo

### Palabras claves:

**Palabras claves:**

hongos xilófagos

inhibición micelial

metabolitos secundarios

### Counts

Figures: 2

Tables: 4

Equations: 0

References: 20

Pages: 0