UEA Biología
PrePrint UEA

Sección Biología
Vol. BIO2324. ep12–69

| Recibido: 13/03/2024 |
| Aceptado: 15/04/2024 |
| Publicado: 06/11/2026 |

Evaluación de la actividad antifúngica in vitro del extracto liofilizado de *Tectona grandis*

Evaluation of the in vitro antifungal activity of the lyophilized extract of *Tectona grandis*

Victor Alfredo Garófalo Murillo[1], Luis Ramón Bravo Sánchez[1]

https://doi.org/10.59410/PREPRINT-UEA-vBIO2324ep12-69 Crossref

Resumen

Se evaluó la actividad antifúngica del extracto liofilizado de *Tectona grandis* mediante pruebas de susceptibilidad in vitro. La investigación se llevó a cabo debido a la necesidad de encontrar alternativas terapéuticas contra las infecciones fúngicas. Se utilizó una cepa del hongo *Rhizopus stolonifer* como organismo modelo en medio agar papa dextrosa, y se aplicó el método del medio envenenado para evaluar la actividad antifúngica del extracto acuoso. Los resultados demostraron una inhibición significativa del crecimiento del hongo por parte del extracto liofilizado de *Tectona grandis*, lo que sugiere su potencial como agente antifúngico. Dicho resultado fue dependiente de la dosis en el intervalo estudiado, de 30 a 75 mg/L, ya que se pudo observar claramente cómo el crecimiento del hongo disminuyó gradualmente con el aumento de las dosis de extracto liofilizado de hojas de teca. El extracto liofilizado de *Tectona grandis* muestra prometedores efectos antifúngicos in vitro, lo que respalda su investigación y desarrollo como posible tratamiento alternativo contra las infecciones fúngicas.

Palabras clave

tectona grandis, actividad antifúngica, extracto liofilizado, resistencia a antifúngicos, alternativas terapéuticas.

Abstract

The antifungal activity of the lyophilized extract of *Tectona grandis* was evaluated by in vitro susceptibility tests. The research was carried out due to the need to find therapeutic alternatives against fungal infections. A strain of the fungus *Rhizopus stolonifer* was used as a model organism and the potato dextrose agar medium and the poisoned medium method was applied to evaluate the antifungal activity of the aqueous extract. The results demonstrated a significant inhibition of fungal growth by the lyophilized extract of *Tectona grandis*, suggesting its potential as an antifungal agent. This turned out to be dose dependent in the range studied, from 30 to 75 mg/L, since it could be clearly observed how the growth of the fungus gradually decreased with increasing doses of lyophilized extract of teak leaves. Freeze-dried extract of *Tectona grandis* shows promising antifungal effects in vitro, supporting its research and development as a potential alternative treatment against fungal infections.

Keywords

tectona grandis, antifungal activity, lyophilized extract, resistance to antifungals, therapeutic alternatives.

Direcciones

[1]Universidad Estatal Amazónica. Pastaza, Ecuador. Email: amb2015433@uea.edu.ec, lbravo@uea.edu.ec,

Autor para la correspondencia

Victor Alfredo Garófalo Murillo. Universidad Estatal Amazónica. Pastaza, Ecuador. Email: amb2015433@uea.edu.ec

Cómo citar

GARÓFALO MURILLO, Victor Alfredo, BRAVO SÁNCHEZ, Luis Ramón and , 2026. **Evaluación de la actividad antifúngica in vitro del extracto liofilizado de *Tectona grandis***. PrePrint UEA. Vol. BIO2324. p. ep12–69. https://doi.org/10.59410/PREPRINT-UEA-vBIO2324ep12-69

Editores Académicos Elizabeth Del Carmen Ramírez Iglesias

Editorial Editorial de la Universidad Estatal Amazónica 2026

Copyright

Derechos de autor 2026 | PrePrint UEA.
Esta obra está bajo una licencia internacional Creative Commons Atribución 4.0.
Los autores del artículo autorizan a la RACYT a que este artículo sea compartido bajo las condiciones de la Licencia Creative Commons 4.0 (CC-BY 4.0).

1. Introducción

La teca *(Tectona grandis* L.) es una de las maderas duras más importantes del mundo, famosa con razón por su color suave, su veta fina y su durabilidad. Se encuentra naturalmente solo en India, Myanmar, la República Democrática Popular Lao y Tailandia, y está naturalizado en Java, Indonesia, donde probablemente fue introducido hace unos 400 a 600 años. Además, se ha establecido en toda Asia tropical, así como en África tropical (incluidos Nigeria, y la República Unida de Tanzania) y América Latina y el Caribe (Colombia, Venezuela). La teca también se ha introducido en algunas islas de la región del Pacífico (Papua Nueva Guinea, Fiji y las Islas Salomón) y en el norte de Australia a niveles de prueba (BROWN & PANDEY, 2000).

La madera de teca ha sido reconocida por sus propiedades naturales antifúngicas, atribuidas a la presencia de componentes químicos como los taninos y los aceites naturales (MONSALVE PAREDES & BELLO ALARCON, 2019). Estos compuestos actúan como agentes protectores contra la degradación por hongos, lo que hace que la teca sea una opción popular para aplicaciones al aire libre y en ambientes húmedos donde los hongos pueden ser una preocupación (RAMESHA, et al., 2006).

Varios estudios han demostrado que los extractos de la hoja de teca contienen compuestos con propiedades antifúngicas significativas (MONSALVE PAREDES & BELLO ALARCON, 2019). Los taninos presentes en la hoja de teca han sido identificados como agentes efectivos contra una variedad de hongos, inhibiendo su crecimiento y proliferación (FLORES VELASTEGUI, et al., 2009). Estas propiedades hacen que la teca sea una opción atractiva en aplicaciones donde la resistencia al moho y la degradación por hongos son preocupaciones importantes (MONSALVE & ALARCON, 2019).

A pesar de estos hallazgos prometedores, hay una falta de investigación exhaustiva sobre la actividad antifúngica de los extractos acuosos de las hojas de *Tectona grandis.* Por lo tanto, este estudio se propone evaluar la actividad antifúngica de este extracto en estado seco o liofilizado contra Rhizopus stolonifer, uno de los principales patógenos fúngicos en plantas y el objetivo es el siguiente: Evaluar la actividad antifúngica del extracto acuoso liofilizado de *Tectona grandis* contra *Rhizopus stolonifer*

2. Metodología

Esta investigación se llevó a cabo en la ciudad del Puyo, provincia de Pastaza, Ecuador, en los laboratorios de Química, Biología y Bromatología de la Universidad Estatal Amazónica.

2.1 Recolección y acondicionamiento del material vegetal

Se recolectaron hojas de *Tectona grandis*, en el área cercana a la ciudad de Santa Clara, en una zona limítrofe entre las provincias de Pastaza y Napo. Las hojas fueron lavadas, primero con agua potable y posteriormente con agua destilada y secadas por 2 horas al aire libre, volteándolas cada 15 o 20 minutos y luego en estufa por 24 horas a 50°C. El material foliar se pulverizó en un molino de cuchillas con una abertura de malla de 0,5 mm y se tamizó para obtener sólidos pulverulentos con un tamaño de partícula de 0,3 mm, adecuado para una extracción eficaz.

2.2 Obtención de los extractos acuosos

Para la extracción de los compuestos de interés, se colocaron 75 g de sólido pulverulento de hoja de teca en un balón de 1 litro de capacidad, se añadieron 500 mL de agua destilada y se colocaron en baño de ultrasonido Branson 38000, serie CPXH (Branson ultrasonic BV, Utrecht, Holanda) a una temperatura de 60°C por 30 minutos de extracción a máxima potencia de ultrasonido. La filtración se realizó por gravedad a través de papel de filtro Whatman No. 1 y

el filtrado resultante se almacenó en envases de vidrio ámbar a 4 °C para su posterior procesamiento, análisis y liofilización hasta la liofilización.

2.3 Liofilización de los extractos acuosos

Para la liofilización se colocaron los extractos acuosos de hoja de teca en el liofilizador, durante 5 días, lo que permitió separar el agua de los sólidos mediante congelación y posterior sublimación a presión reducida para obtener los extractos en forma de polvo seco.

2.4 Evaluación de la actividad antifúngica

Para evaluar la actividad antifúngica del extracto liofilizado de *Tectona grandis*, se empleó una cepa certificada del hongo fitopatógeno *Rhizopus stolonifer* como organismo modelo, la cual se adquirió a la distribuidora Medibac con el código: ATCC 6227a TM. Se sembró la cepa fúngica en cajas Petri con APD (Agar Papa Dextrosa) y se le aplicó el extracto liofilizado de teca en diferentes concentraciones entre 30 y 75 mg/mL (técnica de medio envenenado), esto se preparó agregando la cantidad adecuada de extracto de teca sobre el medio fundido. Se vertieron 30 mL del medio suplementado y el extracto de teca en placas de Petri de vidrio (9 cm x 1,5 cm). Se inocularon placas de control negativo (sin extracto de teca) siguiendo el mismo procedimiento (AATSEA, 2014). Se incubaron a 27°C durante 7 días y se registró el diámetro de la colonia cada día. El crecimiento fúngico se evaluó mediante la medición de zonas de inhibición.

2.5 Selección y validación de modelo

Se realizó un análisis estadístico de varianzas mediante el software Design expert con diseño de optimización D-Optimal. La validez del diseño experimental se verificó mediante experimentos adicionales con tres réplicas utilizando las dosis previstas. En la selección se consideraron los atributos estadísticos de los modelos. Se determinaron los valores del coeficiente R^2 ajustado y previsto (SADAF & IDREES , 2017).

3. Resultados y discusión

3.1 Resultados

En la **Tabla 1** se muestran los resultados experimentales de actividad antifúngica para el hongo en estudio a las diferentes concentraciones.

Tabla 1 | Resultados de los halos de crecimiento radial del hongo sobre el medio envenenado.

Corrida	1	2	3	4	5	6
Dosis de extracto de teca (mg/mL)	30	30	52,5	52,5	75	75
Diámetro de colonia (mm)	9	9	6,5	6,6	1,9	1,8

El efecto fungicida del extracto acuoso de *T. grandis* sobre el hongo fitopatógeno, *Rhizopus stolonifer*, se observó en diferentes dosis de extracto de *T. grandis* in vitro, se observó un crecimiento inferior a medida que la dosis de extracto se incrementaba; los valores más altos de crecimiento se evidenciaron a 30 mg/mL (SIVA, 2008).

En la **Figura 1** se muestra cómo el crecimiento del hongo disminuyó gradualmente con el aumento de las dosis de extracto liofilizado de hojas de teca. Es posible afirmar que el extracto de hojas de *T. grandis* en todas las dosis probadas tuvo actividad antifúngica contra el patógeno objeto de esta investigación.

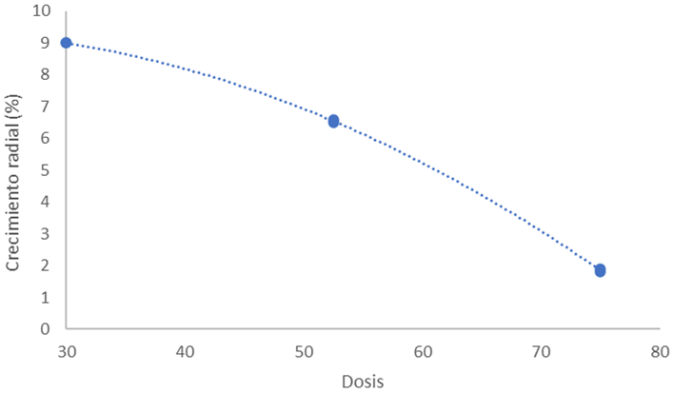


Figura 1 | Relación dosis de extracto vs. respuesta antifúngica.

Se utilizó el análisis de varianza para estimar la influencia de la concentración de extracto de *T. grandis* como una variable independiente ($p < 0,05$). La aptitud del modelo se determinó mediante el coeficiente de determinación (R^2)

y la significancia (p). Se realizaron seis experimentos para encontrar la concentración óptima mínima de extracto de *T. grandis* que produciría una inhibición del 100 %.

El modelo polinómico de tercer orden fue el de mejor ajuste. El valor de R^2 correspondió a 0,9983 para la prueba antifúngica, indicando que el 99,83 % de la variación total en la inhibición estuvo determinada por las dosis de extracto acuoso **(Tabla 2)**.

Tabla 2 | Modelos polinomiales analizados por el software Design Expert en la optimización de las concentraciones de *T. grandis*.

	Valor p Secuencial	pValor Ajuste	pValor falta de R^2 ajustado	R^2 previsto
Lineal	<0,0001	<0,0001	0,7645	0,6543
2FI	<0,0001	0,0003	0,9617	0,9452
Quadrática	0,0678	0,0005	0,9703	0,9423
Cúbico	< 0,0001	0,3046	0,9983	0,9938

Se compararon los valores de actividad antifúngica predichos por el modelo con los obtenidos empíricamente y se pueden visualizar en la **Figura 2**. La distribución de puntos confirmó la capacidad del modelo para cubrir todos los rangos de dosis estudiados, lo que sugirió que el modelo podría aplicarse de manera efectiva (ARTEAGA, et al., 2020).

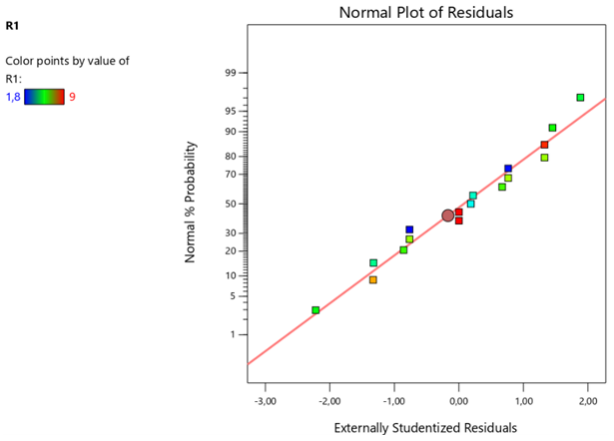


Figura 2 | Valores experimentales versus valores predichos para el diseño de un factor: inhibición del crecimiento micelial (R^2 = 0,9938; R^2 ajustado = 0,9983).

Los valores de R^2 y R^2 ajustado de ambas líneas de regresión fueron cercanos a 1, lo cual sugiere una buena concordancia entre los valores experimentales y predichos del modelo, de acuerdo con los resultados de la **Tabla 3**, se confirmó que la concentración fue un factor significativo (p < 0,05).

Tabla 3 | Prueba ANOVA para el modelo cúbico de superficie de respuesta

Fuente	Suma de cuadrados	Cuadrado Medio	Valor F	Valor p
Modelo	76,18	98,46	1052,23	<0,0001 **significativo**
A-Dosis	47,30	147,30	5879,74	<0,0001
B-Hongo	6,11	23,06	380,09	<0,0001
AB	6,32	23,16	392,63	<0,0001
A^2	0,5933	10,5933	73,75	<0,0001
A^2B	1,31	20,6569	81,66	<0,0001
A^3	0,0003	10,0003	0,0410	0,8453

La significación estadística de la ecuación de regresión con respecto al modelo polinómico de la respuesta de superficie se demostró mediante las pruebas F y ANOVA (Tabla 3), y la representación de la ecuación de regresión simulada por el software se muestra en la **Figura 3**. A través de este modelo es posible encontrar la relación entre las dosis de *T. grandis* y la respuesta prevista para un hongo: inhibición del crecimiento micelial de *R. stolonifer* según la ecuación: Inhibición: *Rhizopus stolonifer* = $9{,}2716 + 0{,}0412D - 0{,}0015D^2 - 4{,}2746 \times 10^{-6}D^3$

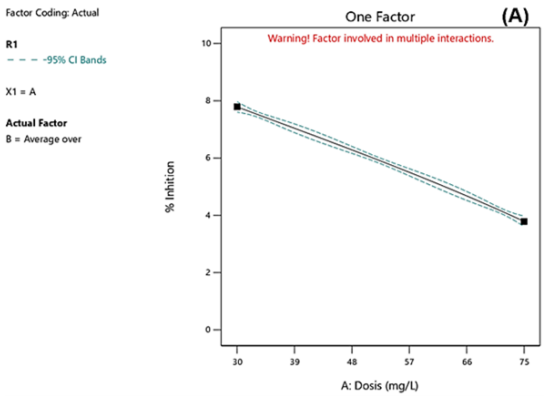


Figura 3 | Representación gráfica de la relación dosis-respuesta

En la **Figura 4** se observa una imagen fotográfica del crecimiento del hongo sobre el medio envenenado a las diferentes dosis al cabo de los 7 días de incubación.

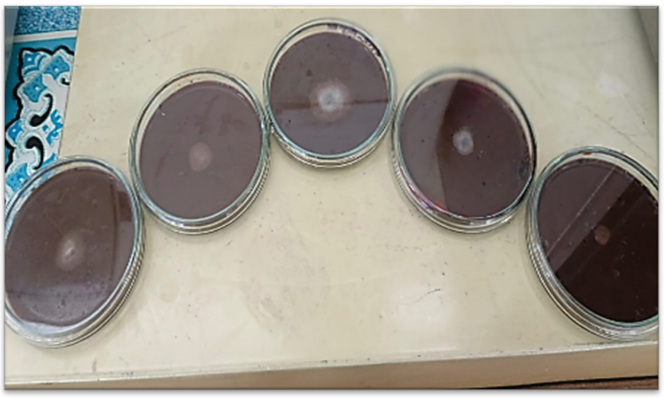


Figura 4 | Evaluación antifúngica in vitro de *Rhizopus stolonifer* después de 7 días.

3.2. Discusión

En estudios anteriores de *Tectona grandis* se aisló el Lapachol, este compuesto es conocido por sus propiedades antibacterianas y antifúngicas. Algunos estudios sugieren que ácidos como el oleanólico y el ursólico o sus glucósidos están

involucrados en la resistencia a los ataques de termitas y hongos (LACRET, et al., 2010).

En el trabajo de (FASSINA, et al., 2017) se evidenció un efecto fungicida positivo de los extractos en agua caliente de duramen de teca en ensayos con hongos de pudrición blanca y parda. Además, en (PARIMILAB & LANKAA, 2017) se informa sobre una importante actividad antibacteriana y antifúngica de los extractos acuosos de corteza de teca.

En el presente trabajo se evidenció el efecto fungicida del extracto acuoso de *T. grandis* sobre el hongo fitopatógeno, *Rhizopus stolonifer*, y que dicho efecto era dosis dependiente en el intervalo estudiado, de 30 a 75 mg/L, ya que se pudo observar claramente cómo el crecimiento del hongo disminuyó gradualmente con el aumento de las dosis de extracto liofilizado de hojas de teca, lo cual concuerda con lo planteado por otros autores (SIVA, 2008).

A pesar de que no son abundantes los estudios del efecto de los extractos de hojas de teca sobre el control de hongos fitopatógenos, sí se conoce por estudios precedentes que la combinación sinérgica que existe entre los taninos y los flavonoides en los extractos acuosos y también inhiben el crecimiento micelial de algunos tipos de hongos como *Rhizoctonia solani* Kühn y *Sclerotium rolfsii* Sacc (ESPINOSA RUIZ, et al., 2012)

4. Conclusiones

El extracto acuoso de hojas de *Tectona grandis* tuvo actividad biológica inhibitoria del crecimiento del hongo fitopatógeno *Rhizopus stolonifer*, los valores más altos de inhibición se obtuvieron a una concentración de 75 mg/mL y los menores a 30 mg/mL.

Con base en lo encontrado en el estado del arte el extracto acuoso de hojas de *Tectona grandis* posee un gran potencial de utilización ya que se ha demostrado científicamente la sinergia existente entre taninos y flavonoides para inhibir el crecimiento micelial de diferentes hongos fitopatógenos.

Este trabajo permitirá continuar con los estudios de campo, proponer un producto natural para su uso en agricultura, reducir los daños causados por compuestos químicos destinados a estos fines, así como proteger el medio ambiente y salud humana.

Ampliar el número de pruebas contra hongos fitopatógenos para verificar que pueden ser controlados o eliminados por los metabolitos secundarios presentes en el extracto acuoso de las hojas de *T. grandis*. Los extractos de hojas de teca, por su composición, son una fuente que puede resultar interesante para la continuidad de estudios, con el objetivo de obtener biopreparados para uso humano, agrícola o industrial.

Contribuciones de los autores

Victor Alfredo Garófalo Murillo: Adquisición y análisis de los datos; redactó el manuscrito, aprobó la versión enviada y la versión sustancialmente editada

Luis Ramón Bravo Sánchez: Concepción del trabbajo; aprobó la versión enviada y la versión sustancialmente editada

Todos los autores aporbaron la version enviada y editada.

Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener conflicto de intereses.

5. Referencias

AATSEA, 2014. *Revista de Tecnologia Agricola.* s.l.:s.n.

ANANDALAKSHMI, R., 2019. *Teak (Tectona grandis L.f.) - Ecology, Silviculture, Management, and Conservation.* s.l.:s.n.

ARTEAGA, y. y otros, 2020. Optimisation of ultrasound-assisted extraction of phenolic antioxidants from. *Heliyon.*

BROWN, D. & PANDEY, C., 2000. *FAO.ORG.* [En línea] Available at: `https://www.fao.org/3/x4565e/x4565e03.htm#TopOfPage`[Último acceso: Enero 2000].

CHAVES, e. & FONSECA, w., 1991. *Teca: Tectona grandis : L.f. especie de árbol de uso múltiple en América Central.* Costa Rica: Litografia e Imprenta LIL,S.A.

ESPINOSA RUIZ, R. y otros, 2012. Efecto sinérgico de taninos y flavonoides presentes en Terminalia catappa L. sobre el crecimiento micelial de Rhizoctonia solani Kühn y Sclerotium rolfsii Sacc.. *Journal article: Fitosanidad,* 16(1), pp. 27-32.

FASSINA, v. y otros, 2017. Potential of teak heartwood extracts as a natural wood preservative. *Journal of Cleaner Production,* pp. 2039-2099.

FLORES VELASTEGUI, T., CRESPO GUTIERREZ, R. & CABEZAS GUERRERO, F., 2009. PLAGAS Y ENFERMEDADES EN PLANTACIONES DE TECA (Tectona grandis L.F) EN LA ZONA DE BALZAR, PROVINCIA DEL GUAYAS. *Ciencia y Tegnologia.*

GARCÍA LAMIGUEIRO, M., LAPEÑA LAIGLESIA, A., SÁNCHEZ MARTÍNEZ, P. & GONZÁLEZ LASHERAS, E., 2022. *LA RESISTENCIA A LOS FÁRMACOS ANTIMICROBIANOS DESDE LA PERSPECTIVA "ONE HEALTH".* ISBN 978-84-09-46839-3 ed. s.l.:s.n.

LACRET, r., VARELA, r., NOGUEIRAS, c. & MOLINILLO, j., 2010. Isolation and Phytotoxicity of Terpenes from Tectona grandis. *Journal of Chemical Ecology,* pp. 396-404.

MARQUES FORTUNATO, B. C., 2023. Infecciones por microbiota fúngica anemófila en entornos hospitalarios: una revisión narrativa. *Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento,* 05(07), pp. 96-111.

MAYERS & COLIN, R., s.f. *Teak: Ecology, Management, and Conservation.* s.l.:s.n.

MONSALVE PAREDES, M. & BELLO ALARCON, A., 2019. Evaluación antimicrobiana de extractos obtenidos de los residuos de la corteza de Teca (Tectona grandis l.f).. *Ciencias UNEMI,* 13(32), pp. 63-68.

MONSALVE, m. & ALARCON, a., 2019. *Redalyc.org.* [En línea] Available at: `https://www.redalyc.org/journal/5826/582661898006/html/`

ORELLANA, l., TAIS, s., CONTRERAS, p. & OSWALDO, j., 2022. *Universidad de Guayaquil. Facultad de Ciencias Químicas.* [En línea] Available at: Universidad de Guayaquil. Facultad de Ciencias Químicas

PARIMILAB & LANKAA, s., 2017. ANTIMICROBIAL ACTIVITIES OF TECTONA GRANDIS LEAF AND BARK EXTRACTS. *EUROPEAN JOURNAL OF.*

RAMESHA, BAWA, k. & GANESHAIAH, 2006. The Teak Book: Ecology, Silviculture, Management and Utilization. En: *The Teak Book: Ecology, Silviculture, Management and Utilization.* India: International Book Distributors, p. 308.

SADAF, n. & IDREES , a., 2017. Extraction optimization of mucilage from Basil (Ocimum basilicum L.) seeds using response surface methodology. *Journal of Advanced Research,* pp. 235-244.

SAKANPHET, S., MIDGLEY , S. & DIETERS, m., 2019. *Teak (Tectona grandis) silviculture and research: applications for smallholders in Lao PDR.* [En línea] Available at: `https://www.tandfonline.com/doi/full/10.`

1080/00049158.2019.1610215

SIVA, N., 2008. *Antifungal Effect of Leaf Extract of Some Medicinal Plants Against Fusarium Oxysporum Causing Wilt Disease of Solanum melogena L.*. s.l.:Ethnobotanical Leaflets.