

**Efecto antifúngico del extracto acuoso de  
*Plantago major* L. “llantén” (Plantaginaceae) en  
*Lasiodiplodia theobromae* (Pat.) Griffon & Maubl.**

**Antifungal effect of *Plantago major*  
L. “llanten” aqueous extract against  
*Lasiodiplodia theobromae* (Pat.) Griffon &  
Maubl.**

***Mariela Arcenia Soledad Bustamante***

Escuela de Ciencias Biológicas, Facultad de Ciencias Biológicas,  
Universidad Nacional de Trujillo, Av. Juan Pablo II s. n., Trujillo, PERÚ  
[marielaarcenia@gmail.com](mailto:marielaarcenia@gmail.com) // <https://orcid.org/0000-0003-0814-3092>

***Ana Marlene Guerrero Padilla***

Departamento Académico de Ciencias Biológicas, Facultad de Ciencias  
Biológicas, Universidad Nacional de Trujillo, Av. Juan Pablo II s. n.,  
Trujillo, PERÚ  
[mguerrero@unitru.edu.pe](mailto:mguerrero@unitru.edu.pe) // <https://orcid.org/0000-0003-0008-3785>

## Resumen

La presente investigación tuvo como objetivo evaluar el efecto antifúngico del extracto acuoso de *Plantago major* L. "llantén" (Plantaginaceae) sobre el crecimiento del patógeno *Lasiodiplodia theobromae* (Pat.) Griffon & Maubl. en condiciones de laboratorio. El aumento de problemas fitosanitarios llevó a los científicos a desarrollar estrategias y metodologías para evitar las pérdidas de cultivos, por tanto, se vienen efectuando diversas investigaciones con el objetivo de contribuir con posibles soluciones a este problema. Se inició el trabajo preparando un medio formado por agar dextrosa y el extracto acuoso de las hojas de *Plantago major* L. en cuatro concentraciones (0%, 25%, 30% y 35%). Las medidas de las dimensiones del micelio se realizaron a los tres días posteriores a la siembra del patógeno, terminando la evaluación en nueve días. Los resultados obtenidos fueron evaluados por test de tukey, análisis de varianza (ANOVA), e índice de inhibición del crecimiento micelial, concluyendo que el extracto acuoso de *Plantago major* L. (Plantaginaceae) limita el crecimiento de *Lasiodiplodia theobromae* (Pat.) Griffon & Maubl, en una concentración del 25%.

**Palabras clave:** antifúngico, extracto acuoso, crecimiento, *Lasiodiplodia theobromae* (Pat.) Griffon & Maubl., *Plantago major* L.

## Abstract

The main objective of this research was evaluated antifungal effect of aqueous extract of *Plantago major* L. "llantén" on pathogen *Lasiodiplodia theobromae* (Pat.) Griffon & Maubl pathogen growth under laboratory conditions. The increase phytosanitary problems led scientists to develop strategies and methodologies to avoid crop losses, therefore diversus investigations are being carried out with aim contribution by possible solution problems. This work began by preparing a medium made up of dextrose agar and the aqueous extract leaves *Plantago major* L. in four concentrations (0%, 25%, 30% and 35%). The measurement mycelium's dimensions were made three days after grow pathogen, ending assessing in nine days. Results getting were by Tukey's test, variance analysis (ANOVA) and mycelial inhibition growth index. Concluding, the aqueous extract of *Plantago major* L. (Plantaginaceae) limits *Lasiodiplodia theobromae* (Pat.) Griffon & Maubl growth in concentration 25%.

**Keywords:** antifungal, aqueous extract, growth, *Lasiodiplodia theobromae* (Pat.) Griffon & Maubl., *Plantago major* L.

**Citación:** Soledad, M. & A. Guerrero. 2022. Efecto antifúngico del extracto acuoso de *Plantago major* L. "llantén" (Plantaginaceae) en *Lasiodiplodia theobromae* (Pat.) Griffon & Maubl. *Arnaldoa* 29 (3): 401-414 doi:<http://doi.org/10.22497/arnaldoa.293.29302>

## Introducción

La agricultura fue una actividad clave para la supervivencia de civilizaciones a lo largo del tiempo, el hombre siempre buscó mejorar esta actividad, no solo para generar su propio alimento, sino también para asegurar la buena alimentación de la población. Todo individuo debe tener una dieta balanceada que le ayude a equilibrar su desarrollo físico y mental, por esta razón los productos agrícolas con mayor

demanda en el mercado exportador son ricos en vitaminas, minerales, proteínas y antioxidantes (Guerrero, 2017).

El Perú es considerado país líder en exportaciones de productos agrícolas como "palta", "arándano", "espárrago", "uva" entre otros. El Servicio Nacional de Sanidad Agraria del Perú (SENASA) informó que el envío de *Persea americana* M. "oro verde" alcanzó las 537 460 toneladas, superando a la campaña pasada en un 30%

(SENASA, 2021). Las plantaciones de *Persea americana* M. "palta" pasan por un riguroso cuidado al ser amenazadas por problemas fitosanitarios, entre los principales agentes causales tenemos a *Fiorina fiorinae*, *Lasiodiplodia theobromae* (Pat.) Griffon & Maubl., y *Hemiberlesia lataniae* (Muhammad *et al.*, 2009).

*Lasiodiplodia theobromae* es un agente biológico fitopatógeno, perjudica severamente al cultivo de *Persea americana* M. "palto" en las diferentes etapas del desarrollo de la planta, generando necrosis del pedúnculo en frutos, muerte descendente de ramas y formación de chancros (Álvarez, 2015). Por tal razón, se debe realizar un control que reduzca la población del patógeno a fin de mantener la enfermedad en niveles bajos o erradicarla, de esta forma las pérdidas económicas asociadas son asumidas por el agricultor.

En la actividad agrícola, es relevante incrementar el área de cultivo para permitir la mayor producción con respecto a la especie que requiere mayor productividad, en consecuencia, existe una correlación entre las técnicas de cultivo, área de cultivo, productividad y desarrollo agrícola sostenible. Es por ello, necesario el control de las poblaciones fúngicas que podrían ser perjudiciales a los diversos cultivos, especialmente los de agroexportación. En el control de cultivos, se deben utilizar técnicas que generen menores riesgos de toxicidad y disminuir el impacto ambiental. Entre los diferentes métodos se encuentran los culturales, detección precoz de la enfermedad, físicos, químicos y biológicos (López & Melero, 2020).

Actualmente se requiere controladores biológicos para las plagas y el uso de extractos naturales como los que se puede obtener de las plantas, teniendo de esta

manera gran interés por los investigadores que apuestan por el desarrollo económico con ecosistemas sostenibles, se encuentran desarrollando en los diferentes laboratorios en nuestra región y en otras latitudes. Existen especies vegetales utilizadas para pruebas de laboratorio que presentan actividad antifúngica frente a ciertos patógenos que atacan a cultivos, como es el caso de *Plantago major* L. planta herbácea utilizada por muchos investigadores para el control de patógenos (Chávez & Aquino, 2012).

La especie *Plantago major* L. procedente de la familia Plantaginaceae, caracterizada por presentar una longitud de 13 a 15 cm, hojas elípticas y ovaladas. Inflorescencias en forma de espiga, con colores que varían del verde al marrón oscuro, presencia de pequeñas semillas con un aproximado de 20 mil por planta. Se ha determinado que *Plantago major* L. contiene aceites fijos, alcaloides monoterpénicos, triterpenos, carbohidratos (Calixto, 2006; Jiménez & Garro, 2017; Hammami *et al.*, 2020).

Existen investigaciones empleando especies herbáceas para inhibir el crecimiento y desarrollo de patógenos. Barrera-Necha & Bautista-Baños (2008) demostraron la actividad antifúngica de polvos, en fracciones o en extractos obtenidos de *Cestrum nocturnum* L. afectaron el desarrollo micelial de la especie *Rhizopus stolonifer* (Ehrenb.: Fr.) Vuill.

Segura *et al.* (2015) encontraron que el extracto etanólico de *Schinus molle* presentó efectos inhibidores del desarrollo del micelio de *Lasiodiplodia theobromae* en la concentración del 30%, en condiciones de laboratorio. La presente investigación tuvo como objetivo, evaluar el efecto antifúngico del extracto acuoso de *Plantago major* L. (Plantaginaceae) frente *Lasiodiplodia*

*theobromae* (Pat.) Griffon & Maubl. a condiciones de laboratorio.

### **Material y método**

La colección del material biológico se realizó en la ribera del río Moche en las coordenadas 78°16' y 79°08' Longitud Oeste y 7°46' y 8°15' de Latitud Sur, provincia de Trujillo, departamento de La Libertad, Perú. La identificación y registro de la especie utilizada en la presente investigación fue *Plantago major* L., cuyo nombre común es "llantén", registro realizado en el herbario Truxillense (HUT), número 60453.

#### **Procedimiento**

##### **Preparación del medio de cultivo**

Se aisló el patógeno (*Lasiodiplodia theobromae*) de una muestra de peciolo contaminado de *Persea americana* M. en 4 placas Petri, sembrando por puntura en el centro de la placa. Durante 10 días se

observó el crecimiento de *Lasiodiplodia theobromae*, evitando su contaminación para utilizar el cultivo en la experimentación (Segura *et al.*, 2015).

##### **Elaboración del extracto acuoso de *Plantago major* L.**

Se elaboró una maceración en frío al 10%, para luego almacenar en una cavidad estéril por el lapso de 24 horas, a temperatura ambiente totalmente alejado de la luz. El extracto se filtró para luego ser utilizado.

#### **Diseño experimental**

Se mezcló agar dextrosa estéril con el extracto acuoso de las hojas de *Plantago major* L. en concentraciones del 0, 25, 30 y 35 % (v/v), se sembró el patógeno por puntura posterior a la solidificación del medio, incubando las muestras en un lugar fresco y seco a temperatura ambiente  $27 \pm 2^\circ\text{C}$ .

**Tabla 1:** *Plantago major* L. "llantén" (extracto acuoso), indicando los diferentes tratamientos y número de repeticiones en la investigación

		<b>Tratamientos</b>			
		<b>PDA + E. A. - <i>Plantago major</i> L. 0%</b>	<b>PDA + E. A. - <i>Plantago major</i> L. 25%</b>	<b>PDA + E. A. - <i>Plantago major</i> L. 30%</b>	<b>PDA + E. A. - <i>Plantago major</i> L. 35%</b>
<b>Repeticiones</b>	<b>1</b>				
	<b>2</b>				
	<b>3</b>				
	<b>4</b>				

**Leyenda**

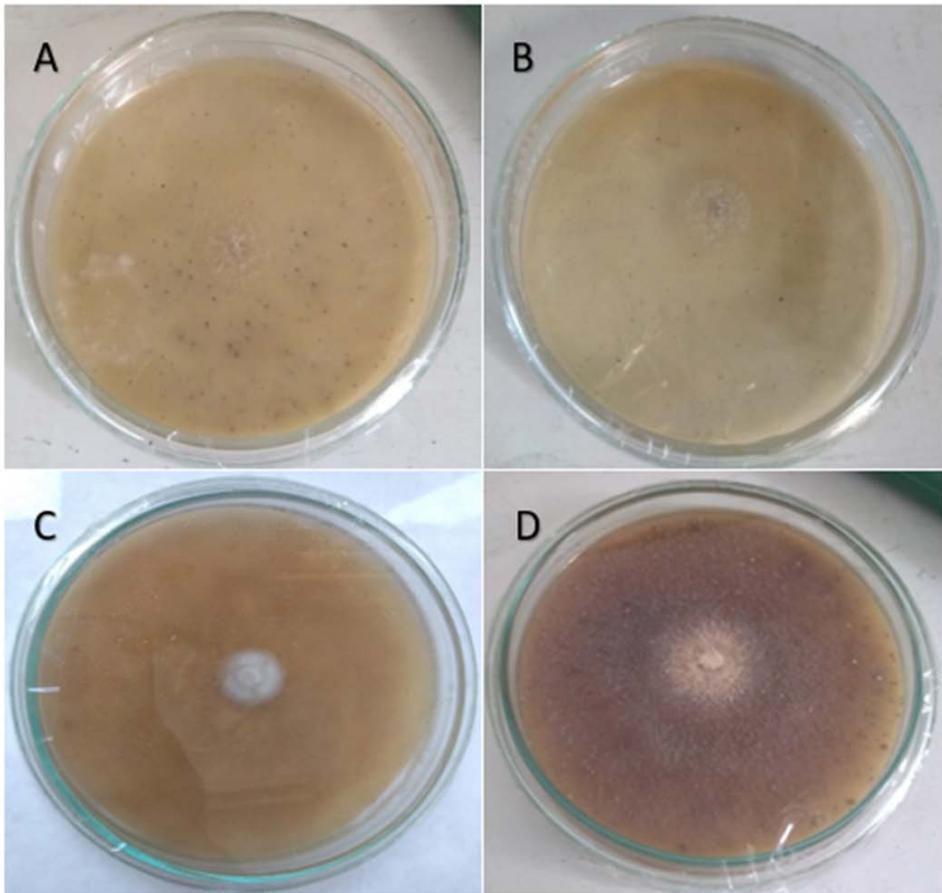
E.A. = Extracto acuoso

PDA= Agar dextrosa

El procedimiento se realizó hasta que el T1 completó el diámetro de la placa Petri, registrando las medidas de las colonias cada 24 horas luego del tercer día de experimentación.

**Análisis estadísticos**

El análisis de datos fue en base a la interpretación por comparaciones múltiples mediante la prueba de Tukey ( $p \leq 0.05$ ), el análisis de varianza (ANOVA) teniendo presente el crecimiento micelial de *Lasiodiplodia theobromae* y la presencia o ausencia del halo de inhibición (Rius & Baron, 2005; De La Garza *et al.*, 2013; Escalante, 2014). El software estadístico Statgraphics Versión Centurion 18.0 fue empleado en la presente investigación.



**Fig. 1.** Medidas del micelio del patógeno *Lasiodiplodia theobromae* (Pat.) Griffon & Maubl.: A al 0% (Testigo) micelio cuyo diámetro tuvo 8.3 cm; B al 25% (Tratamiento 2) micelio con diámetro de 3.2 cm; C al 30% (Tratamiento 3) micelio con diámetro de 4.5 cm.; D al 35% (Tratamiento 4) micelio con diámetro de 5.4 cm.



Fig. 2. Observación microscópica (40X) de *Lasiodiplodia theobromae* (Pat.) Griffon & Maubl.

**Tabla 2:** Valores promedios de inhibición del crecimiento micelial de *Lasiodiplodia theobromae* (Pat.) Griffon & Maubl. por efecto del extracto acuoso de *Plantago major* L.

Promedios del crecimiento micelial por tratamiento				
	T0	T1	T2	T3
Día 1	1.5	1.5	1.8	1.3
Día 2	2.7	1.8	2.3	2.5
Día 3	3.8	2.0	2.6	3.5
Día 4	7.0	2.5	2.7	4.0
Día 5	8.3	3.2	3.4	4.7
Día 6	8.9	3.6	4.5	5.4

**Tabla 3:** Desarrollo micelial *Lasiodiplodia theobromae* (Pat.) Griffon & Maubl. frente al efecto del extracto acuoso de *Plantago major* L., prueba de análisis de varianza ANOVA ( $p \leq 0.05$ ).

Fuente de Variación	Entre Tratamientos	Error Experimental	Total
Suma de cuadrados	48.6833	0.933333	49.6167
Gl	3	8	11
Cuadrado medio	16.2278	0.11666	
Razón - f	139.100		
Valor - p	0.00000		

**Tabla 4:** Valores promedios de inhibición del crecimiento micelial *Lasiodiplodia theobromae* (Pat.) Griffon & Maubl., por efecto del extracto acuoso de *Plantago major* L., mediante el test de comparación Tukey.

Tratamientos	1	2	3	4
Repeticiones	3	3	3	3
Media	8.90000	3.60000	4.46667	5.36667
Grupos homogéneos	x	x	x	x

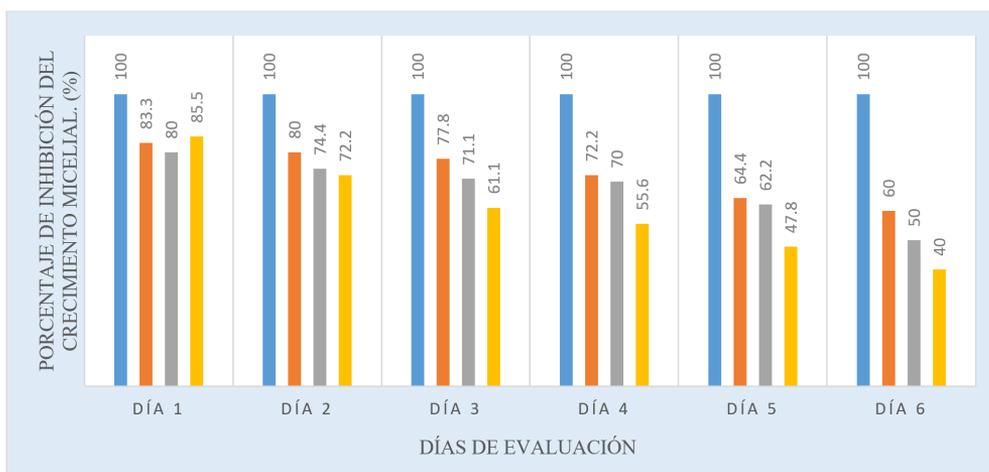
**Tabla 5:** Contraste entre tratamientos de datos evaluados por comparaciones múltiples usando prueba de Tukey.

	Contraste	1-2	1-3	1-4	2-3	2-4	3-4
Comparaciones múltiples	<b>Sig.</b>	*	*	*	*	*	*
de							
Tukey	<b>Diferencia</b>	<b>5.30</b>	<b>4.43</b>	<b>3.53</b>	<b>-0.87</b>	<b>-1.77</b>	<b>-0.90</b>
	<b>+/- Límites</b>	<b>0.64</b>	<b>0.64</b>	<b>0.64</b>	<b>0.64</b>	<b>0.64</b>	<b>0.64</b>

\* indica una diferencia significativa.

**Tabla 6:** Índices de inhibición del desarrollo micelial de *Lasiodiplodia theobromae* (Pat.) Griffon & Maubl. por efecto del extracto acuoso de *Plantago major* L.

Índices de inhibición del desarrollo micelial (ICM) %				
	T1	T2	T3	T4
Día -1	100	83.3	80.0	85.5
Día -2	100	80.0	74.4	72.2
Día -3	100	77.8	71.1	61.1
Día -4	100	72.2	70.0	55.6
Día -5	100	64.4	62.2	47.8
Día -6	100	60.0	50.0	40.0

**Fig. 3.** Inhibición micelial de *Lasiodiplodia theobromae* (Pat.) Griffon & Maubl. (porcentajes) por efecto del extracto acuoso de *Plantago major* L.

## Discusión

La calidad de los productos vegetales, ha mejorado gracias al estudio de las causas, mecanismos y tratamientos de las enfermedades de las plantas, desde el punto de vista científico, representa un gran motivo de investigación.

Las plantas en su totalidad son atacadas por patógenos, y éstos a su vez tienen la facultad de limitar el desarrollo y crecimiento de diversas especies tanto herbáceas como frutales, en algunos casos ambos adquieren una asociación, comportándose la planta como hospedante

a lo largo de todo su ciclo de vida, en otros casos solo requieren un hospedante por una corta etapa, se puede reconocer diversos hongos parásitos biótrofos u obligados, como también hongos que crecen y se reproducen en materia orgánica.

Se conoce a más de 8000 especies de hongos que generan patologías en plantas, por tal motivo es indispensable detener el ataque. El manejo y control de las enfermedades en plantas es considerado poblacional, debido a que es utilizado para salvar un conjunto de plantas que, a especies individuales, específicamente a aquellas de interés económico (Agrios, 2001).

Los investigadores han tratado de establecer soluciones que beneficien tanto a la planta hospedante, al producto de interés (a exportar) y al ambiente, dado que la mayoría de agricultores utilizan productos químicos que resultan nocivos y altamente peligroso para la salud humana, los extractos de plantas herbáceas con propiedades antibacterianas y antifúngicas como *Plantago major* L. representan una alternativa de solución para casos como estos.

La composición de *Plantago major* L. en órganos aéreos consta exclusivamente de flavonoides como luteolinas, hispidulinas, homoplantaginina, baicaleina, plantaginina, metabolitos secundarios como timol y linalol, contando con propiedades antioxidantes, antibacterianas y en menor proporción antifúngicas; también la aucubina, glicósidos iridoides atribuyéndole la capacidad antiinflamatoria (Jiménez & Garro, 2017).

Los resultados de la investigación se observan en la figura 1, evidenciándose una alteración en el crecimiento micelial del tratamiento al 25% (T2), con respecto al testigo, demostrándose que el efecto inhibitorio o limitante se manifiesta por un cambio tanto en textura, color, y forma de las colonias de hongos patógenos. A diferencia del T2, el tratamiento al 35% presentó una dependencia en el crecimiento, debido a propiedades aleloquímicas beneficiaron el crecimiento del patógeno, el diámetro micelial de *Lasiodiplodia theobromae* (Pat.) Griffon & Maubl.(Figura 2), aumentó, la medida final fue de 5.4 cm.

En la tabla 3 y 4 se presentan los valores referidos a la capacidad o efecto del extracto acuoso de *Plantago major* L. para limitar o inhibir el crecimiento del patógeno, observándose el valor de la razón de Fisher

igual a 139.10, cociente estimado entre tratamientos y repeticiones, evidenciando una diferencia estadísticamente significativa.

La tabla 5 muestra los resultados de cotejo entre tratamientos, demostrándose que el tratamiento al 25% presentó mayor inhibición en el crecimiento micelial del patógeno con un nivel de confianza del 95%, a diferencia de los tratamientos al 30% y 35%. El tratamiento al 25% también resultó con mayor índice de inhibición en el crecimiento micelial mostrado en la tabla 6, con un valor del 60%, diferenciándose del tratamiento 3 y 4 que obtuvieron un valor del 50% y 40%, dejando en evidencia que se puede utilizar o replicar este trabajo en posteriores pruebas en campo.

Existen características peculiares del ciclo de vida de un patógeno (hongo), la primacía por ciertos hábitats y la facultad de respuesta en diversos medios, son características importantes que debemos evaluar antes de tratar una enfermedad causada por un hongo fitopatógeno, teniendo en cuenta que así se observen resultados favorables, es indispensable utilizar varios métodos para frenar de forma exitosa las patologías en plantas causadas por hongos (Agrios, 2001).

La investigación realizada se concluye que existe una complejidad el implementar una metodología, guía o patrón para los futuros trabajos de investigación en las diferentes especies vegetales (plantas herbáceas) que inhiban el crecimiento de hongos fitopatógenos, sin embargo, es necesario implementar nuevos protocolos de investigación para su replicación en los futuros trabajos in vitro, en condiciones de laboratorio, viveros o campos de cultivo experimentales.

## Conclusiones

Se encontró una clara evidencia que el extracto acuoso de *Plantago major* L. (Plantaginaceae) limita el crecimiento de *Lasiodiplodia theobromae* (Pat.) Griffon & Maubl. en condiciones de laboratorio, demostrando el efecto antifúngico.

En la concentración de 25% del extracto acuoso de *Plantago major* L. (tratamiento 2) presentó el mayor índice de inhibición del crecimiento micelial, siendo está una gran alternativa de solución ante la problemática del desarrollo de *Lasiodiplodia theobromae* en los diferentes cultivos.

Esta investigación demostró que a mayor concentración del extracto de *Plantago major* L. "llantén" existe menor limitante de crecimiento para *Lasiodiplodia theobromae* (Pat.) Griffon & Maubl, debido a propiedades aleloquímicas.

## Agradecimientos

A la Universidad Nacional de Trujillo por brindar las facilidades de realizar la presente investigación en el área ambiental; asimismo, a la Universidad Privada Antenor Orrego por la oportunidad de poder publicar esta investigación.

## Contribución de los autores

M.A.S.B.: Redacción del texto, ejecución de trabajo de campo y laboratorio, tomas fotográficas. A.M.G.P.: Redacción del texto, elaboración de diseño de investigación, ejecución de trabajo de laboratorio y revisión integral del manuscrito.

## Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener conflictos de intereses.

## Literatura citada

- Agrios, G. N.** 2001. Fitopatología. 2da. Edición. Edit. Limusa. México 838p.
- Álvarez, L.** 2015. "Eficacia fungicida en el control de *Lasiodiplodia theobromae* en plantas de "palto" *Persea americana* con el uso del bioestimulante a base de algas marinas. Actas -Proceeding, 135p.
- Barrera-Necha & Bautista-Baños.** 2008. Actividad antifúngica de polvos, extractos y fracciones de *Cestrum Nocturnum* L. sobre el crecimiento micelial de *Rhizopus stolonifer* (Ehrenb.:Fr.) Vuill. Instituto Politécnico Nacional, Centro de Desarrollo de Productos Bióticos, Apdo. Postal 24, km 8.5 Carr. Yauatepec-Jojutla San Isidro, Yauatepec, Morelos, México CP 62731.
- Calixto, M.** 2006. Plantas medicinales utilizadas en odontología (parte 1). Kiru [Internet] [acceso 15 de septiembre de 2021] 3(2):80- 85. 24010-2717.
- Chávez, A & J. Aquino.** 2012. Control de los hongos del suelo *Rhizoctonia sp.*, *Fusarium sp.* y *Sclerotium sp.* con extractos vegetales. Investig. Agrar. 14(1):17-23.
- De La Garza, J.; B. Morales & B. Gonzalez.** 2013. Análisis estadístico Multivariante. Edit. Mc Graw Hill, México. 712p
- Escalante, E.** 2014. Diseño y análisis de experimentos. Edit. Limusa. México. 523p
- Guerrero, A. M.** 2017. Disponibilidad hídrica y predicción del rendimiento de *Zea mays* L. (Poaceae) "maíz" y *Asparagus officinalis* L. (Asparagaceae) "espárrago" en el valle Jequetepeque, Perú. Araldoa 24 (1): 383 – 394.
- Hammami, S; H. Debbabi; I. Jlassi; R.K. Joshi & R. El Mokni.** 2020. Chemical composition and antimicrobial activity of essential oil from the aerial parts of *Plantago afra* L. (Plantaginaceae) growing wild in Tunisia. South African Journal of Botany 132:410-414.
- Jiménez, K & G. Garro.** 2017. Establecimiento de callogénesis somática en *Plantago major* e identificación de compuestos con actividad biológica. *Tecnología en Marcha*. Vol. 30(1):38-48.
- López, J. & J. Melero.** 2020. Control de enfermedades causadas por hongos y oomycetos en cultivos agrícolas. Departamento de protección de cultivos Instituto de Agricultura Sostenible (IAS-CSIC). Control de enfermedades de plantas Córdoba. España. pág 20.

**Muhammad, S.; I. Zafar; S. Ahmad & A. Muhammad.**

2009. Association of *Lasiodiplodia theobromae* with different decline disorders in mango (*Mangifera indica* L.) Pak. J. Bot. 41(1):359-368.

**Rius, F & F. Baron.** 2005. Bioestadística. Edit. Thomson. España. 283p.

**Segura, S.; M. Rodríguez & J. Chico.** 2015. Actividad antifúngica del extracto etanólico de las hojas de *Schinus molle* sobre el crecimiento de *Lasiodiplodia theobromae* en condiciones de laboratorio. REBIOL 35(2):47-52.

**Servicio Nacional de Sanidad Agraria el Perú (SENASA).**

2021. Exportaciones de palta crecieron un 30% durante la campaña 2021. [Disponible en] [https://www.gob.pe/busquedas?term=exportaciones+de+palta&institucion=senasa&topic\\_id=&contenido=&sort\\_by=none](https://www.gob.pe/busquedas?term=exportaciones+de+palta&institucion=senasa&topic_id=&contenido=&sort_by=none)

