

## Short Note [Nota corta]

**ALTERNATIVAS SOSTENIBLES PARA EL CONTROL DE *Lasiodiplodia theobromae* (Pat.) Griffon & Maubl EN MANGO †****[SUSTAINABLE ALTERNATIVES FOR THE CONTROL OF *Lasiodiplodia theobromae* (Pat.) Griffon & Maubl IN MANGO]**

**Arturo Morales-Pizarro<sup>1,3\*</sup>, Isabel Neira-Rojas<sup>1</sup>,  
Elizabeth Saavedra-Alberca<sup>1</sup>, Karla Zapatel-Sime<sup>1</sup>,  
Luis Álvarez-Bernaola<sup>2</sup>, Ricardo Peña-Castillo<sup>1</sup>,  
René Aguilar-Ancota<sup>1</sup>, Miguel Galecio-Julca<sup>1</sup>,  
and Javier Javier-Alva<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> Universidad Nacional de Piura, Campus Universitario s/n. Urb. Miraflores. Piura, Perú. \*Email: \*dmoralesp@unp.edu.pe

<sup>2</sup> Universidad Nacional de Cañete, Casa de la cultura, Av. Mariscal Benavides, San Luis de Cañete. Lima, Perú.

<sup>3</sup> Estación Experimental Agraria Vista Florida. Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA), Av. Picsi. Lambayeque, Perú.

\* Corresponding author

**SUMMARY**

**Background:** Peru is considered the third largest exporter of mango in the world and Piura is the first mango producing region representing 68% of the national production; however, the fungus *Lasiodiplodia theobromae* has been associated with dieback and the presence of cankers in mango cultivation, reducing fruit production and quality. **Objective:** To evaluate sustainable alternatives for *in vitro* and *in vivo* control of *L. theobromae* in mango, using products based on copper sulfate pentahydrate and a liquid biofertilizer. **Methodology:** Treatments were applied: T0 (Control), T1 (Vacun-Q organic 0.35 mL100 mL<sup>-1</sup>), T2 (Vacun-Q organic 0.175 mL 100 mL<sup>-1</sup>), T3 (Phyton 27@ 0.35 mL100 mL<sup>-1</sup>), T4 (Phyton 27@ 0.175 mL100 mL<sup>-1</sup>), T5 (Biol 10%) and T6 (Biol 20%). Radial growth and mycelial growth inhibition percentage (GIP) of the pathogen were evaluated in the *in vitro* phase with poisoned media, and necrotic area progression was assessed in the *in vivo* phase on mango leaves. **Results:** At 72 h after inoculation, treatments T3, T5 and T6 showed the lowest radial growth of *L. theobromae*, statistically equal to each other and inferior to the control that completed its development in the Petri dish; likewise, they showed 100% GIP. Five days after inoculation of mango leaves, T5 and T6 presented the smallest necrotic areas with 1.44 cm<sup>2</sup> and 1.61 cm<sup>2</sup> respectively, followed by T4 with 1.64 cm<sup>2</sup> and T2 with 1.69 cm<sup>2</sup> compared to the control with 2.05 cm<sup>2</sup>. **Implications:** In view of the constant restrictions of active molecules, sustainable and innocuous alternatives for humans and the environment are sought for the control of *L. theobromae*. **Conclusion:** Treatments T5 and T6 based on liquid biofertilizers showed to be effective in the *in vitro* and *in vivo* control of *L. theobromae*.

**Key words:** Biofertilizer; *in vitro* and *in vivo* control; *Mangifera indica*; dieback; copper sulfate.

**RESUMEN**

**Antecedentes:** El Perú es considerado el tercer exportador de mango en el mundo y Piura es la primera región productora de mango que representa el 68% de la producción nacional; sin embargo, *Lasiodiplodia theobromae* ha sido asociado a la muerte regresiva y presencia de canchros en el cultivo de mango, reduciendo la producción y calidad del fruto. **Objetivo:** Evaluar alternativas sostenibles de control *in vitro* e *in vivo* de *L. theobromae* en mango, utilizando productos a base de sulfato de cobre pentahidratado y biofertilizante líquido. **Metodología:** Se aplicaron los tratamientos: T0 (Testigo), T1 (Vacun-Q organic 0.35 mL100 mL<sup>-1</sup>), T2 (Vacun-Q organic 0.175 mL 100 mL<sup>-1</sup>), T3

† Submitted February 10, 2023 – Accepted November 8, 2023. <http://doi.org/10.56369/tsaes.4839>



Copyright © the authors. Work licensed under a CC-BY 4.0 License. <https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

ISSN: 1870-0462.

**ORCID = Arturo Morales-Pizarro:** <https://orcid.org/0000-0003-3966-6689>; **Isabel Neira-Rojas:** <https://orcid.org/0000-0001-7143-2095>; **Elizabeth Saavedra-Alberca:** <https://orcid.org/0000-0003-2178-4089>; **Karla Zapatel-Sime:** <https://orcid.org/0000-0001-5097-8494>; **Luis Álvarez-Bernaola:** <https://orcid.org/0000-0002-6174-9870>; **Ricardo Peña-Castillo:** <https://orcid.org/0000-0001-9366-4962>; **René Aguilar-Ancota:** <https://orcid.org/0000-0002-3965-6096>; **Miguel Galecio-Julca:** <https://orcid.org/0000-0001-8410-6205>; **Javier Javier-Alva:** <https://orcid.org/0000-0002-4953-8165>

(Phyton 27<sup>®</sup> 0.35 mL100 mL<sup>-1</sup>), T4 (Phyton 27<sup>®</sup> 0.175 mL100 mL<sup>-1</sup>), T5 (Biol 10%) y T6 (Biol 20%). Se evaluó el crecimiento radial y el porcentaje de inhibición de crecimiento (PIC) micelial del patógeno en la fase *in vitro* con medios envenenados, y se evaluó el avance del área necrótica en la fase *in vivo* en hojas de mango. **Resultados:** A 72 h después de la inoculación, los tratamientos T3, T5 y T6 mostraron el menor crecimiento radial de *L. theobromae* estadísticamente igual entre sí e inferior al testigo que completó su desarrollo en la placa de Petri. Así mismo, mostraron un 100 % de PIC. Cinco días después de la inoculación de hojas de mango, T5 y T6 presentaron una menor área necrótica con 1.44 cm<sup>2</sup> y 1.61 cm<sup>2</sup> respectivamente, seguidos de T4 con 1.64 cm<sup>2</sup> y T2 con 1.69 cm<sup>2</sup> comparadas con el testigo con 2.05 cm<sup>2</sup>. **Implicaciones:** Ante las constantes restricciones de moléculas activas se buscan alternativas sostenibles e inocuas para ser humano y el medio ambiente en el control de *L. theobromae*. **Conclusión:** Los tratamientos T5 y T6 a base de biofertilizantes líquidos mostraron ser eficaces en el control *in vitro* e *in vivo* de *L. theobromae*.

**Palabras clave:** Biofertilizante; control *in vitro* e *in vivo*; Mangifera indica; muerte regresiva; sulfato de cobre.

## INTRODUCCIÓN

Las especies del género *Lasioidiplodia* pertenecen a la familia Botryosphaeriaceae, este patógeno es un hongo endófito y parásito facultativo que se caracteriza por formar picnidios; asimismo, está relacionado con la muerte y presencia de canchales en huéspedes vegetales leñosos. El género es comúnmente encontrado en regiones tropicales y subtropicales (Denman *et al.*, 2000). Se puede identificar la infección causada por *Lasioidiplodia* mediante los siguientes síntomas: lesiones necróticas en el tejido infectado, pudrición de semillas y frutos, la muerte regresiva de la planta (Lima *et al.*, 2013).

El Perú, es considerado el tercer exportador mundial de mango y tercero en América Latina (Cabrera *et al.*, 2022). El mango peruano es reconocido por sus excelentes propiedades organolépticas y su relevante valor nutricional (Chacín *et al.*, 2009). La pulpa del mango presenta un alto contenido en vitamina A, C, E, polifenoles y carotenos; además, contiene una significativa concentración de potasio, magnesio, hierro, fósforo y calcio; los cuales ayudan a prevenir enfermedades como cáncer y anemia. (Chacín *et al.*, 2009). La producción creciente de mango en el Perú, muestra a Piura cómo la primera región productora de mango, con el 68% de la producción nacional centrándose principalmente en “los valles de San Lorenzo, Chulucanas, Tambo Grande y Sullana” (Cabrera *et al.*, 2022). Desde 1998, en la región Piura, el hongo *L. theobromae* viene atacando al cultivo de mango; asimismo, se ha reportado este patógeno en otros cultivos de interés agroindustrial como: Vid, Banano, Cacao y Palto (Rodríguez-Gálvez *et al.*, 2017; Morales-Pizarro *et al.*, 2022a). En esta región, el mango es considerado un producto de agroexportación de gran importancia para el desarrollo socioeconómico de la región y el país (Perú) creando oportunidades laborales para la sociedad (Yrigoyen-Bustamante *et al.*, 2018). En el mango, el patógeno *L. theobromae* causa graves daños como: pudrición de raíz, muerte descendente, tizón de la hoja, hojas necróticas de color amarillo verdoso a marrón oscuro, en ramas presentan lesiones necróticas alargadas, con bordes marrón oscuro, las cuales afectan severamente el tejido vegetal

causando su muerte (Kamil-Fátima *et al.*, 2018). Como consecuencia de los daños generados por el hongo *Lasioidiplodia*, el mango baja su productividad y su calidad, los cuales son factores predominantes para su rentabilidad. Las desmedidas aplicaciones químicas usadas en el control de *L. theobromae* han causado la resistencia del patógeno en más del 50% de las moléculas existentes en el mercado (Beltrán *et al.*, 2020). Según Dries (2021) el uso de fungicidas no selectivos ha producido efectos negativos en el medio ambiente, resistencia del patógeno y reducción en la actividad microbiológica en el suelo. Por lo cual, como alternativa de control, es necesario usar productos alternos de origen orgánico y microbiológico, con menor impacto en el medio ambiente y la salud humana. Actualmente, se han desarrollado alternativas orgánicas y sostenibles como: el biofertilizante líquido también llamado Biol, extractos vegetales, microorganismos antagonistas como *Trichoderma* spp. y *Bacillus* spp., entre otros, los cuales son usados en el control de enfermedades de especies cultivadas (Contreras *et al.*, 2015). De acuerdo a ello, se llevó a cabo la presente investigación para evaluar algunas alternativas sostenibles de control *in vitro* e *in vivo* de *L. theobromae* en mango, utilizando productos a base de sulfato de cobre pentahidratado y de origen biológico (biol).

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Lugar de ejecución

El trabajo de investigación se realizó en los departamentos de Morfofisiología Vegetal y Sanidad Vegetal, de la Facultad de Agronomía, ubicada en la Universidad Nacional de Piura, provincia de Piura, departamento de Piura con Latitud: 5° 10' 45.52" S y Longitud: 80° 37' 07.80" O

### Material biológico

El patógeno *L. theobromae* fue proporcionado por la micoteca del laboratorio de Sanidad Vegetal de la Facultad de Agronomía- UNP. Asimismo, el biofertilizante líquido (Biol) fue proporcionado por el departamento de Morfofisiología Vegetal de UNP el cual

es elaborado a partir de microorganismo nativos (Galecio-Julca *et al.*, 2023).

### Productos de control utilizados

En el presente estudio se evaluaron los siguientes productos: Phyton 27 (Sulfato de cobre pentahidratado: 247 g L<sup>-1</sup>, SERFI S.A. Av. República de Panamá 2577. Lima-Perú); Vacun-Q organic (Sulfato de cobre pentahidratado: 250 g L<sup>-1</sup>, ARIS INDUSTRIAL S.A. Av. Industrial 491. Lima-Perú). Biol (Actinobacterias 2x10<sup>3</sup> ufc; Bacterias 4.2x10<sup>5</sup> ufc; Hongos 2.1x10<sup>3</sup> ufc), Universidad Nacional de Piura.

### Evaluación *in vitro* del patógeno

El patógeno fue cultivado durante 15 días en cajas de Petri con el medio de cultivo papa dextrosa agar (PDA), bajo condiciones de esterilidad se obtuvieron discos de 5 mm de diámetro con crecimiento fúngico, que fueron colocados en el centro de placas de Petri envenenadas, las cuales fueron preparadas utilizando el medio de cultivo PDA adicionadas con los diferentes tratamientos (Tabla 1) y sin antibiótico, previamente las placas Petri fueron marcadas longitudinal y transversalmente con ayuda de un marcador. Las placas se incubaron a 27±1°C y se evaluó el crecimiento micelial radial a las 24h, 48h y 72h. Además, se evaluó el porcentaje de inhibición del crecimiento micelial (PIC) mediante la fórmula propuesta por Ezziyani *et al.* (2004); donde  $PIC = \frac{(\text{Crecimiento testigo} - \text{Crecimiento tratamiento})}{\text{Crecimiento testigo}} * 100$ . Se utilizaron 5 placas (repeticiones) por tratamiento.

### Evaluación *in vivo* del patógeno en hojas de mango

De una planta vigorosa de mango de 8 años de edad procedente de un cultivar Criollo, se recolectaron hojas jóvenes, uniformes y sin daños de patógenos. Las hojas fueron rociadas con los tratamientos T1 al T6 listados en la Tabla 1, utilizando un asperjador manual, y secadas seguidamente a temperatura ambiente durante 1 h. Posteriormente, las hojas tratadas se inocularon con un disco con crecimiento del patógeno y se colocó

dentro de una cámara humedad durante 5 días con su respectivo tratamiento. El testigo fue asperjado con agua destilada estéril e inoculada con un disco de PDA colonizado con el micelio del patógeno. Se evaluó el avance del área necrosada mediante el programa Image J. Se usaron 10 hojas por cada tratamiento.

### Análisis estadístico

Se empleó el diseño completamente al azar (DCA) y análisis de varianza (ANOVA) con un nivel de significancia de  $p < 0.05$ . Las medias fueron comparadas mediante la prueba de diferencias de media significativa (LSD) de Fisher, los datos fueron analizados con el uso del paquete estadístico Statgraphics versión 19.

## RESULTADOS Y DISCUSION

En la Tabla 2, se observa que los tratamientos más eficaces para el control de *L. theobromae* a las 24 y 48 h después de la siembra, fueron los tratamientos a base de sulfato de cobre (T1 y T3) y los de origen orgánico (T5 y T6) los cuales no presentaron diferencias significativas, comparadas con el testigo con un incremento en el crecimiento micelial radial de 0,82 cm (24 h) y 2.49 cm (48 h). A las 72 h, los tratamientos T3, T5 y T6 no presentaron diferencias significativas mostrando un buen control del patógeno comparados con el testigo quién completo su desarrollo con un crecimiento micelial de 4.52 cm (Tabla 2 y Figura 1). Con respecto al PIC los tratamientos T3, T5 y T6 no mostraron diferencias significativas inhibiendo al 100% el avance del patógeno, seguido de T1 y T2 con 92% frente al testigo que completo su desarrollo con PIC (0.00 %).

De acuerdo a Nwachukwu y Umechuruba (2001) los extractos vegetales a base de Albahaca (*Ocimum basilicum* L.), Zacate (*Cenchrus echinatus* L), Limón (*Citrus limon* L.), Neem (*Azadirachta indica* Juss) y Papaya (*Carica papaya* L.), son muy eficaces en el control de *L. theobromae* a nivel *in vitro* e incluso lograron minimizar el 65% del daño causado por este

**Tabla 1. Dosis de los tratamientos utilizados en el experimento de estudio.**

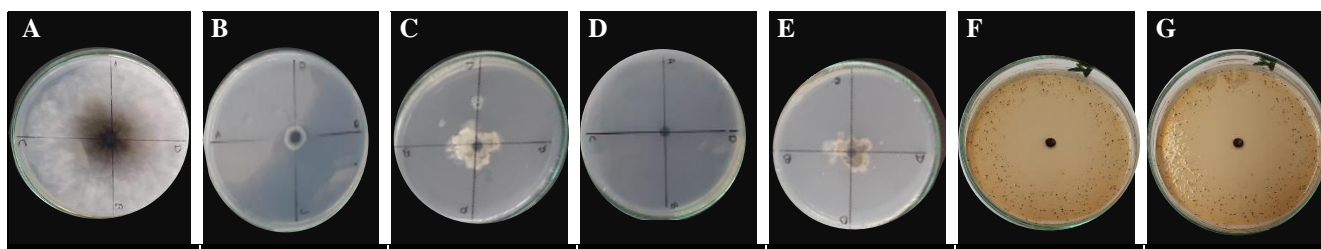
Trat.	Producto	Ingrediente activo	Dosis
T0	Testigo(patógeno)	Sin ingrediente activo (SIA)	
T1	Vacun-Q organic	Sulfato de cobre pentahidratado 247 g L <sup>-1</sup>	0.35 mL 100 mL <sup>-1</sup>
T2	Vacun-Q organic	Sulfato de cobre pentahidratado 247 g L <sup>-1</sup>	0.17 mL 100mL <sup>-1</sup>
T3	Phyton 27 <sup>®</sup>	Sulfato de cobre pentahidratado 247 g L <sup>-1</sup>	0.35 mL 100 mL <sup>-1</sup>
T4	Phyton 27 <sup>®</sup>	Sulfato de cobre pentahidratado 247 g L <sup>-1</sup>	0.17 mL 100 mL <sup>-1</sup>
T5	Biol-20%	Microorganismos nativos (Actinobacterias 2x10 <sup>3</sup> ufc; Bacterias 4.2x10 <sup>5</sup> ufc; Hongos 2.1x10 <sup>3</sup> ufc)	20 mL 80 mL <sup>-1</sup>
T6	Biol-10%	Microorganismos nativos (Actinobacterias 2x10 <sup>3</sup> ufc; Bacterias 4.2x10 <sup>5</sup> ufc; Hongos 2.1x10 <sup>3</sup> ufc)	10 mL 90 mL <sup>-1</sup>

**Tabla 2. Crecimiento micelial radial de *L. theobromae* en medio PDA a las 24, 48 y 72 h, y el porcentaje de inhibición del crecimiento micelial (PIC).**

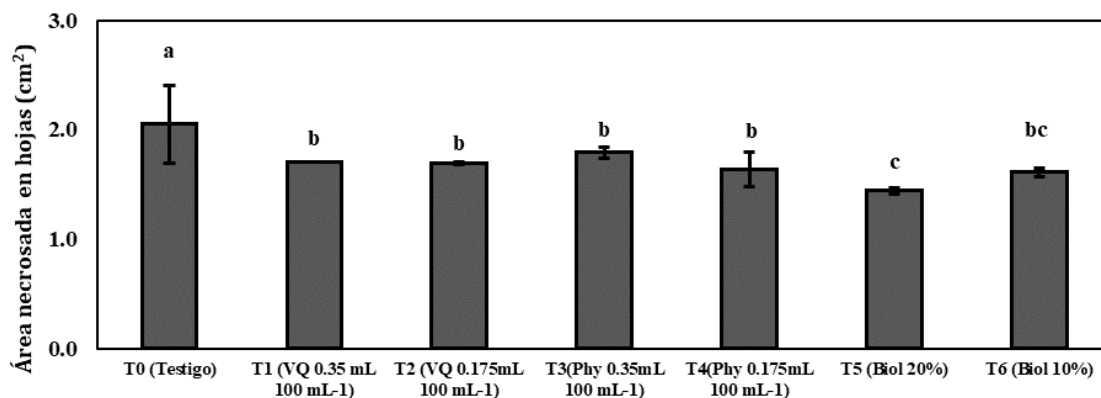
Tratamientos	Crecimiento micelial mm			PIC (%)-72 h
	24 h	48 h	72 h	
T0 (Testigo)	0.82±0.17 a	2.49±0.49 a	4.52±0.04 a	0.00±0.00 d
T1 (VQ 0.35 mL 100 mL <sup>-1</sup> )	0.00±0.00 c	0.17±0.07 cd	0.32±0.05 c	92.87±1.00 b
T2 (VQ 0.175 mL 100 mL <sup>-1</sup> )	0.15±0.04 b	0.30±0.05 bc	0.34±0.04 c	92.52±0.99 b
T3 (Phyton 0.35 mL 100 mL <sup>-1</sup> )	0.00±0.00 c	0.00±0.00 d	0.00±0.00 d	100.00±0.00 a
T4 (Phyton 0.175 mL 100 mL <sup>-1</sup> )	0.12±0.12 b	0.48±0.17 b	0.63±0.16 b	85.97±3.53 c
T5 (Biol 20%)	0.00±0.00 c	0.00±0.00 d	0.00±0.00 d	100.00±0.00 a
T6 (Biol 10%)	0.00±0.00 c	0.00±0.00 d	0.00±0.00 d	100.00±0.00 a
<b>Valor-P</b>	<b>0.000</b>	<b>0.000</b>	<b>0.000</b>	<b>0.000</b>

patógeno. Por otro lado, Carreño-Toala *et al.*, (2021) mencionan que los fungicidas convencionales como tebuconazol, propiconazol, difenoconazol, benomil, carbendazim y azoxistrobin inhibieron totalmente el crecimiento micelial; mientras que, los fungicidas a base de sulfato de cobre pentahidratado 247 g L<sup>-1</sup> disminuyeron sólo un 20% el crecimiento micelial del hongo *Colletotrichum* spp. Además, El Salous *et al.* (2020) mencionan que el tratamiento T1 (sulfato de cobre a 500 mL ha<sup>-1</sup>) presentó mayor eficacia que el tratamiento T2 (sulfato de cobre a 700 mL ha<sup>-1</sup>) en el control de *Moniliophthora roreri* y *Botryodiplodia theobromae*, lo que confirma que una menor dosis del producto tiene una mayor eficacia de control.

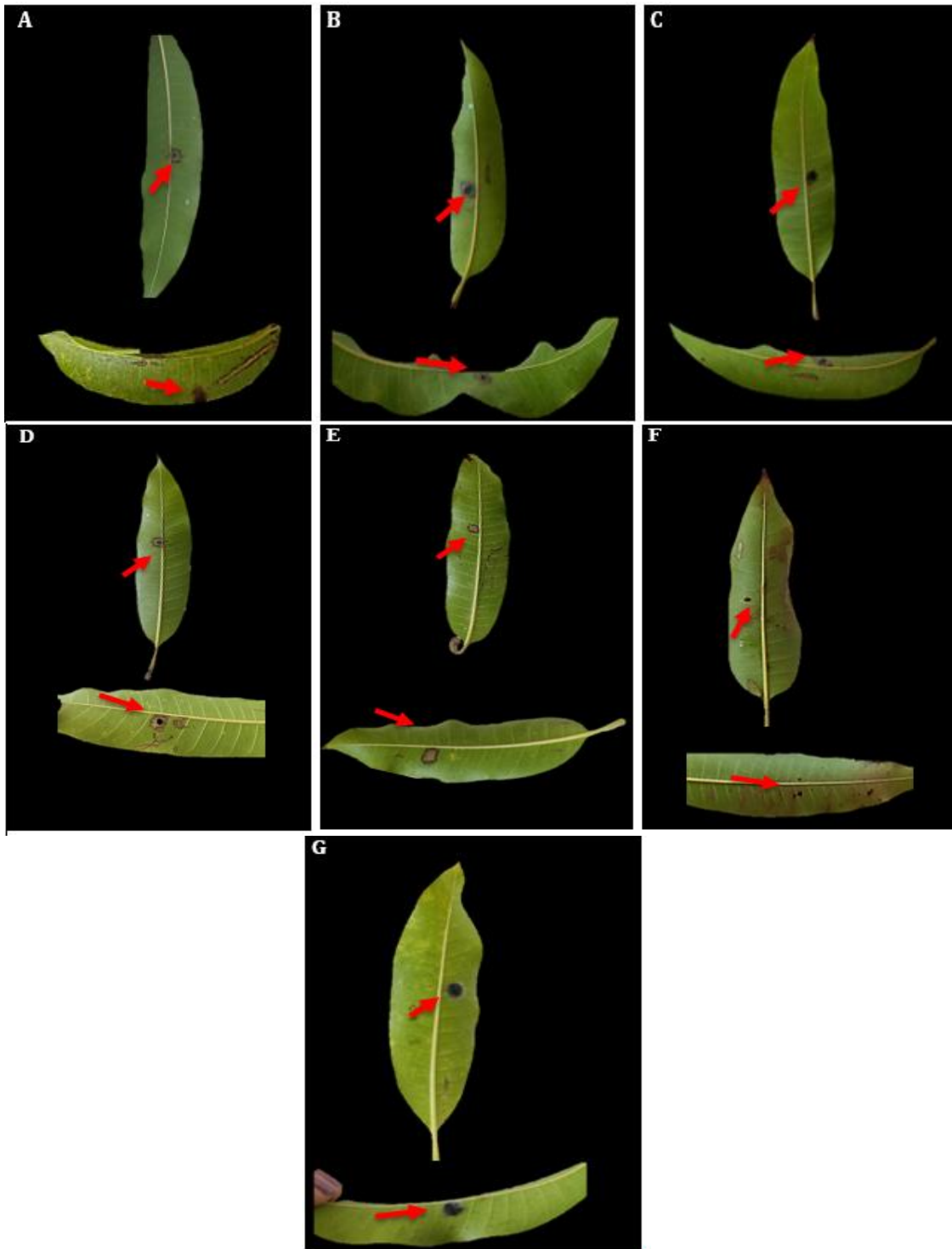
Aguilar *et al.* (2011) refieren que el extracto etanólico de “pirul o molle” *Schinus molle* L., a 300 mg L<sup>-1</sup> presentó la mayor inhibición sobre *C. gloeosporioides*, afectando significativamente ( $P < 0.05$ ) las variables de crecimiento máximo y velocidad de crecimiento radial del fitopatógeno, comparado con el resultado obtenido en nuestra investigación cuyo porcentaje fue de 100% de reducción del patógeno utilizando el biofertilizante líquido "Biol". Además, Morales-Pizarro *et al.* (2022a) obtuvieron PIC superior al 50% con aislados nativos microbianos como: Actinomicetos, *Bacillus* y *Trichoderma* frente a *L. theobromae* obtenidos de campos de uva de mesa. En las Figuras 2 y 3, se observa que el área necrosada causada por *L. theobromae*



**Figura 1.** Desarrollo micelial de *L. theobromae* a las 72 h. **A)** (*L. theobromae* vs Testigo); **B)** (*L. theobromae* vs sulfato de cobre pentahidratado (Vacun-Q organic 0.35 mL100 mL<sup>-1</sup>); **C)** *L. theobromae* vs sulfato de cobre pentahidratado (Vacun-Q organic 0.175 ml 100 mL<sup>-1</sup>); **D)** *L. theobromae* vs sulfato de cobre pentahidratado (Phyton 27® 0.35 mL100 mL<sup>-1</sup>); **E)** *L. theobromae* vs sulfato de cobre pentahidratado (Phyton 27® 0.175 mL100 mL<sup>-1</sup>); **F)** *L. theobromae* vs biol 10 mL100 mL<sup>-1</sup>; **G)** *L. theobromae* vs biol 20 mL100 mL<sup>-1</sup>.



**Figura 2.** Área necrosada por *Lasiodiplodia theobromae* en hojas de mango *Mangifera indica* L. expuestas a los siete tratamientos, en condiciones *in vivo* 5 días después de la inoculación.



**Figura 3.** Área necrótica causada por *L. theobromae* en hojas de Mango cinco días después de la inoculación. **A)** Testigo; **B)** *L. theobromae* vs Sulfato de cobre pentahidratado (Vacun-Q organic 0.35 mL100 mL<sup>-1</sup>); **C)** *L. theobromae* vs Sulfato de cobre pentahidratado (Vacun-Q organic 0.175 mL 100 mL<sup>-1</sup>); **D)** *L. theobromae* vs Sulfato de cobre pentahidratado (Phyton 27<sup>®</sup> 0.35 mL100 mL<sup>-1</sup>); **E)** *L. theobromae* vs Sulfato de cobre pentahidratado (Phyton 27<sup>®</sup> 0.175 mL100 mL<sup>-1</sup>); **F)** *L. theobromae* vs Biol 10 mL100 mL<sup>-1</sup>); **G)** *L. theobromae* vs Biol 20 mL100 mL<sup>-1</sup>.

fue menor en los tratamientos T5 y T6 con  $1.44 \pm 0.03$  cm<sup>2</sup> y  $1.61 \pm 0.04$  cm<sup>2</sup> respectivamente; seguidos de los tratamientos comerciales de composición química: T4

con  $1.64 \pm 0.16$  cm<sup>2</sup> y T2 con  $1.69 \pm 0.01$  cm<sup>2</sup>, estas áreas son inferiores a las alcanzadas por el testigo con 2.05

cm<sup>2</sup>. Asimismo, en los tratamientos T5 y T6 el área necrosada sólo se presentó debajo del disco+patógeno.

Resultados similares fueron obtenidos por Heredia y Giraldo (2018), quienes reportan que los productos como ácido fosforoso, fosfito de potasio y sulfato de cobre pentahidratado tienen una eficacia limitada en la prevención de la enfermedad ocasionada por *L. theobromae*. Según Álvarez *et al.* (2011) indican que aplicaciones con Biol al 25% (v/v) con una frecuencia de aplicación semanal en plantas infectadas por Squah Mosaic Virus (SqMV), reduce en un 26% la severidad de los síntomas en plantas de melón (*Cucumis melo* L.). Por otro lado, Pasmiño *et al.* (2022) mencionan que el uso de Biol para el control de *Colletotrichum* spp. en frutos de camu camu (*Myrciaria dubia* L.) no presentaron efectos positivos en el control del patógeno.

Asitimbay-Mendoza (2019) en su estudio en el control de Sigatoka Negra (*Pseudocercospora fijiensis*) en banano, con el biofertilizante líquido (Biol) al 15 % aplicado en forma foliar, mostró un 75% de control comparado con el tratamiento testigo (sin aplicación de Biol), al no evidenciar manchas de color rojo y café claro, síntomas característicos de esta enfermedad. Aislados nativos de Actinomicetos, *Bacillus* y *Trichoderma* frente a *Phaeoacremonium parasiticum* reducen hasta un 50% el avance de la longitud de la estría necrótica causada por el patógeno (Morales-Pizarro *et al.*, 2022b). Pacheco (2022) afirma que la aplicación de sulfato de cobre pentahidratado al 90% de su concentración, inhibe a *Fusarium* spp. en hojas de Tomate (*Solanum lycopersicum* L.).

La necrosis en hojas de mango se debe a la actividad de enzimas hidrolíticas o toxinas segregadas por el patógeno *L. theobromae* en su interacción con la planta y al deterioro estructural o funcional de los tejidos por la muerte de sus células (Rivera y Wright, 2020). Estos resultados coinciden con lo reportado con Dos Santos (1992) quien menciona que el biofertilizante líquido en concentraciones entre 10% a 20% tiene un efecto fungicida, bactericida e insecticidas. Asimismo, concentraciones entre 5% a 20% tienen un efecto nutricional positivo en las plantas.

## CONCLUSIONES

Los tratamientos T5 y T6 a base de biofertilizantes líquidos mostraron ser eficaces en el control *in vitro* e *in vivo* de *L. theobromae*.

**Funding.** All authors declare not having received any funding in the development of our research.

**Conflict of interest.** All authors declare not having any conflict of interest in this article that has affected the performance of the same.

**Compliance with ethical standards.** Do not apply

**Data availability.** Data is available with the corresponding author upon reasonable request.

**Author contribution statement (CRediT).** **A. Morales-Pizarro**- Formal analysis, conceptualization, writing – review & editing, methodology, supervision., **I. Neira-Rojas**- Methodology, supervision., **E. Saavedra-Alberca**- Methodology, supervision., **K. Zapatel-Sime**- Methodology, supervision., **L. Álvarez-Bernaola**- Formal analysis, conceptualization., **R. Peña-Castillo** - Conceptualization, methodology, editing., **R. Aguilar-Ancota**- Writing – review & editing, editing., **M. Galecio-Julca**- Conceptualization., **J. Javier-Alva** - Formal analysis, conceptualization.

## REFERENCIAS

- Aguilar, P., Navarro, A., Sánchez, A., Meneses, M. and Ávila R. 2011. Efecto antifúngico de plantas originarias del estado de Puebla sobre *Colletotrichum gloeosporioides*. *CIENCIAUAT*, 7(2), pp. 06-11. <https://www.redalyc.org/pdf/4419/441942929001.pdf>
- Álvarez, R., Espinoza, L., Ruiz, O. and Peralta, E. L. 2011. Efecto de los biofertilizantes líquidos de producción local “Bioles”, sobre el desarrollo de síntomas causados por el virus del mosaico de la calabaza (SQMV) en el cultivo de melón (*Cucumis melo* L.) var. Edisto en condiciones de invernadero (Bachelor's thesis, Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la Producción). <http://www.dspace.espol.edu.ec/handle/123456789/17063>
- Asitimbay-Mendoza, C.J. 2019. Uso de las alternativas biológicas para el control de *Pseudocercospora fijiensis*, agente causal de la Sigatoka negra en banano (Bachelor's thesis, Facultad de Ciencias Naturales. Universidad de Guayaquil). <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/39668>
- Beltrán, M.F., Paz-Millas, A.F., Lemus, G. and Sagredo, B. 2020. Resistencia al cobre: una complicación para el control del cáncer bacterial de cerezos en la región de O'Higgins. *Rengo: Informativo INIA Rayentué*, 71. [http://ry3.s3.amazonaws.com/51\\_i\\_1811612\\_1200.8f33674.4150.full.pdf](http://ry3.s3.amazonaws.com/51_i_1811612_1200.8f33674.4150.full.pdf)

- Cabrera, S.T.G., Quille, I.Q., Huancollo, C.P. and Turpo, J.R.C. 2022. Exportación del mango peruano. Una revisión durante la pandemia del COVID-19. *Universidad y Sociedad*, 14(s6), pp.716-724. <https://rus.ucf.edu.cu/index.php/rus/article/view/3503/3447>
- Carreño-Toala, J., Sánchez, L., Guzmán-Cedeño, Á., Suarez-Palacios, C. and Vélez-Zambrano, S. 2021. Efecto *in vitro* de fungicidas para el control de *Colletotrichum* spp., en frutales Manabí-Ecuador. *Ciencia Unemi*, 14(35), pp. 37-42. <https://doi.org/10.29076/issn.2528-7737vol14iss35.2021pp37-42p>
- Chacín, A.E.C., Bonafine, O., Laverde, D., Rodríguez, R. and Natera, J.R.M. 2009. Caracterización química y organoléptica de néctares a base de frutas de lechosa, mango, parchita y lima. *Revista Científica UDO Agrícola*, 9(1), 74-79. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=3293770>
- Contreras, S.S., Espejo, M.R. and Ruiz, J.C. 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), pp. 47-52. <https://core.ac.uk/download/pdf/267888134.pdf>
- Denman, S., Crous, P. W., Taylor, J.E., Kang, J. C., Pascoe, I. and Wingfield, M.J. 2000. An overview of the taxonomic history of *Botryosphaeria* and a re-evaluation of its anamorphs based on morphology and ITS rDNA phylogeny. *Studies in mycology*, 45, pp. 129-140.
- Dos Santos, A.C. 1992. Biofertilizante líquido: o defensivo agrícola da natureza. 2ª ed. Rev. Niterói: EMATER-RJ, 1992.
- Dries, L., Hendgen, M., Schnell, S., Löhnertz, O. and Vorkamp, A. 2021. Rhizosphere engineering: leading towards a sustainable viticulture?. *OENO One*, 55(2), pp. 353-363. <https://doi.org/10.20870/oeno-one.2021.55.2.4534>
- El Salous, A., Martillo-García, J., Gómez-Vargas, J. and Martínez-Alcívar, F. 2020. Mejoramiento de la calidad del cultivo de cacao en Ecuador. *Revista Venezolana de Gerencia*, 25(3).
- Ezziyyani, M., Sánchez, C. P., Requena, M. E., Rubio, L., and Castillo, M. E. C., 2004. Biocontrol por *Streptomyces rochei*-Ziyani-, de la podredumbre del pimiento (*Capsicum annuum* L.) causada por *Phytophthora capsici*. In *Anales de Biología*, 26, pp. 61-68. <https://revistas.um.es/analesbio/article/view/30471>
- Galecio-Julca, M., Neira-Ojeda, M., Chanduví-García, R., Peña-Castillo, R., Álvarez-Bernaola, L. A., Granda-Wong, C., Lindo-Seminario, D., Saavedra-Alberca, E., Javier-Alva, J. and Morales-Pizarro, A. 2023. Efecto de los microorganismos eficientes nativos y compost en tres pisos altitudinales en el cultivo de quinua (*Chenopodium quinoa*) variedad INIA 415-Pasankalla. *Terra Latinoamericana*, 41, pp. e1622. <https://doi.org/10.28940/terra.v41i0.1622>
- Heredia, J.M.S. and Giraldo, C.A.C. 2018. Uso de inductores de defensa en la prevención de infecciones ocasionadas por *Lasiodiplodia theobromae*, en plántones de vid (*Vitis vinifera*) en Perú. *Anales Científicos*, 79 (2), pp. 346-352. <http://dx.doi.org/10.21704/ac.v79i2.1245>
- Kamil-Fatima, h., Saeed-Ssam, E., El-Tarabily Khaled, A., Abuqamar-Synan, F. 2018. Biological control of mango dieback disease caused by *Lasiodiplodia theobromae* using Streptomycete and non-Streptomycete actinobacteria in the united arab emirates. *Frontiers in Microbiology*, 9, pp. 1-19. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2018.00829>
- Lima, J. S., Moreira, R. C., Cardoso, J. E., Martins, M. V. V. and Viana, F. M. P. 2013. Cultural, morphological and pathogenic characterization of *Lasiodiplodia theobromae* associated with tropical fruit plants. *Summa phytopathologica*, 39, pp. 81-88. <https://doi.org/10.1590/S0100-54052013000200001>
- Morales-Pizarro, D. A., Javier-Alva, J., Álvarez, L. A., Mayta-Obos, R., Aguilar-Anccota., Peña-Castillo, R. and Lindo-Seminario, D. 2022a. Isolation, identification and *in vitro* evaluation of native isolates of *Bacillus*, *Trichoderma* and *Streptomyces* with potential for the biocontrol of grapevine trunk fungi. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 25(2), pp. 86. <http://dx.doi.org/10.56369/tsaes.4206>

- Morales-Pizarro, D., Javier-Alva, J., Álvarez, L.A., Peña-Castillo, R., Chanduví-García, R., Granda-Wong, C., Mayta-Obos, R., Lindo-Seminario, D. and Condori-Pacsi, S. 2022 b. *In vivo* control of *Phaeoacremonium parasiticum* with native antagonists Bacillus, *Trichoderma* and actinomycetes and their growth promoting effect in grapevine. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 25(3), pp. 1-10. <http://dx.doi.org/10.56369/tsaes.4232>
- Nwachukwu, E.O. and Umechuruba, C.I. 2001. Antifungal activities of some leaf extracts on seed-borne fungi of African yam bean seeds, seed germination and seedling emergence. *Journal of Applied Sciences and Environmental Management*, 5(1), pp. 29-32. <https://doi.org/10.4314/jasem.v5i1.54936>
- Pacheco, A.J. 2022. Evaluación del efecto de fungicidas para el control de *Botrytis* spp. y *Fusarium* spp. en hojas de cinco variedades de tomate (*Solanum lycopersicum* L.) bajo condiciones de laboratorio (Disertación Doctoral, Zamorano: Escuela Agrícola Panamericana. <https://bdigital.zamorano.edu/handle/11036/7368>
- Pasmiño, R.W.P., Tomaylla, M.M.C., Marticorena, E.S., Panduro, P.P.V. and Gómez, R.V. 2022. Biol, Microorganismos Eficientes y *Trichoderma* spp., en el control de *Colletotrichum* spp. en *Myrciaria dubia* HBK Pucallpa, Ucayali. *Investigación Universitaria UNU*, 12(2), pp. 822-835. <http://www.revistas.unu.edu.pe/index.php/iu/article/view/101>
- Rivera, M.C. and Wright, E.R. 2020. Apuntes de patología vegetal. Fundamentos y prácticas para la salud de las plantas. Editorial Facultad de Agronomía, UBA. <http://hdl.handle.net/20.500.12123/13075>
- Rodríguez-Gálvez, E., Guerrero, P., Barradas, C., Crous, P.W. and Alves, A. 2017. Phylogeny and pathogenicity of *Lasiodiplodia* species associated with dieback of mango in Peru. *Fungal biology*, 121(4), pp. 452-465. <https://doi.org/10.1016/j.funbio.2016.06.004>
- Yrigoyen-Bustamante, P.I., Yrigoyen-Bustamante, L.B., Jiménez-Neyra, R. and Castro-Monroe, C.S. 2018. Planeamiento estratégico del mango en la región Piura 2017-2022. (Tesis maestría, Pontificia Universidad Católica del Perú). <https://renati.sunedu.gob.pe/handle/sunedu/651931>