

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL
DE HUAMANGA**

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMÍA



TESIS:

Caracterización morfológica y control de *Lasiodiplodia theobromae* de palto (*Persea americana* Mill) Ayacucho - 2025

Para optar el título profesional de:

INGENIERO AGRÓNOMO

PRESENTADO POR:

Bach. Ivan LUJAN GUTIERREZ

ASESOR:

M. Sc. Guillermo CARRASCO AQUINO

AYACUCHO - PERÚ

2026

DEDICATORIA

*A mi padre Teodosio y a mi madre Cirila,
por su apoyo incondicional, amor y
esfuerzo constante, que hicieron posible la
culminación de esta etapa académica.*

*A mis hermanos y hermanas, por su
respaldo permanente, comprensión y ánimo
constante durante el desarrollo de esta
investigación.*

*A mis docentes y amigos, por su apoyo,
orientación y valiosos aportes durante mi
proceso de formación profesional.*

I.L.G.

AGRADECIMIENTO

A la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, mi *Alma Mater*, y a la Facultad de Ciencias Agrarias, en especial a la Escuela Profesional de Agronomía y a sus docentes, quienes, con su experiencia, dedicación y enseñanza, fueron una guía fundamental en mi formación, contribuyendo de manera significativa a mi desarrollo académico y profesional.

A M.Sc. Guillermo Carrasco Aquino, asesor de este trabajo, por su permanente orientación, su valioso apoyo y la paciencia brindada durante cada etapa de la investigación. Su acompañamiento fue decisivo para la culminación de este proyecto.

Al laboratorio de Fitopatología, por la disponibilidad y el acceso inmediato a sus equipos, recursos indispensables para el desarrollo de este estudio.

A mi familia, por el respaldo permanente brindado durante mi formación profesional. Su apoyo moral, palabras de aliento y acompañamiento constante fueron determinantes para superar cada dificultad y alcanzar este objetivo académico.

ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTO	iii
ÍNDICE GENERAL	iv
ÍNDICE DE TABLAS	vi
ÍNDICE DE FIGURAS	vii
ÍNDICE DE ANEXOS	viii
RESUMEN	10
ABSTRACT	11
INTRODUCCIÓN	12
Objetivo general	13
Objetivos específicos	13
CAPÍTULO I	14
1.1. Antecedentes	14
1.2. Generalidades del palto (<i>Persea americana</i> Mill)	17
1.3. <i>Lasiodiplodia theobromae</i>	26
1.4. Descripción de los fungicidas utilizados en el ensayo	30
CAPÍTULO II	32
METODOLOGÍA	32
2.1. Ubicación	32
2.2. Materiales y equipos	35
2.3. Método procedimental	36
2.4. Conducción del ensayo	36
2.3. Análisis de datos	44
2.4. Tipo de investigación	44
CAPÍTULO III	45
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	45
3.1. Aislamiento de <i>Lasiodiplodia theobromae</i>	45
3.2. Caracterización morfológica de <i>Lasiodiplodia theobromae</i>	45
3.3. Resultado de la prueba de patogenicidad	48
3.4. Efecto de productos químicos contra <i>Lasiodiplodia theobromae in vitro</i>	49

3.5. Efecto de productos químicos en <i>Lasiodiplodia theobromae</i> en plantones de palto.	57
CONCLUSIONES.....	61
RECOMENDACIONES	62
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	63
ANEXOS.....	70

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2.1	Tratamientos y dosis empleados en el ensayo <i>in vitro</i>	41
Tabla 2.2	Tratamientos y dosis empleados en el ensayo en plantones	44
Tabla 3.1	Características de la colonia de <i>Lasiodiplodia theobromae</i>	48
Tabla 3.2	Características del conidio de <i>Lasiodiplodia theobromae</i>	48
Tabla 3.3	Porcentaje de incidencia	49
Tabla 3.4	ANOVA de la eficiencia de los productos químicos sobre <i>Lasiodiplodia theobromae</i> <i>in vitro</i>	49
Tabla 3.5	Incidencia de la enfermedad a nivel del tallo	57
Tabla 3.6	ANOVA de la severidad de la enfermedad a nivel del tallo en plantones de palto Hass	58

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1 Conidios de <i>Lasiodiplodia theobromae</i>	28
Figura 2.1 Mapa del distrito de San Miguel	33
Figura 2.2 Mapa de la ubicación de laboratorio	34
Figura 2.3 Colección de muestras	37
Figura 2.4 Preparación del material vegetal	38
Figura 2.5 Siembra del patógeno en medio envenenado	42
Figura 2.6 Manejo de riego antes y después de la inoculación	43
Figura 2.7 Productos químicos preparados para su aplicación en los plántones.....	44
Figura 3.1 Características macroscópicas de <i>Lasiodiplodia theobromae</i>	45
Figura 3.2 Características microscópicas de <i>Lasiodiplodia theobromae</i>	46
Figura 3.3 Presencia de exudación en la zona inoculada	48
Figura 3.4 Tukey de la eficiencia de los productos químicos sobre <i>Lasiodiplodia theobromae</i> <i>in vitro</i>	50
Figura 3.5 Inhibición micelial de <i>Lasiodiplodia theobromae</i> al sexto día	51
Figura 3.6 Colonia de <i>Lasiodiplodia theobromae</i> en medio envenenado con Sulfato de cobre.53	
Figura 3.7 Colonia de <i>Lasiodiplodia theobromae</i> en medio envenenado con Sulfato de cobre pentahidratado	54
Figura 3.8 Colonia de <i>Lasiodiplodia theobromae</i> en medio envenenado con Benomyl	55
Figura 3.9 Colonia de <i>Lasiodiplodia theobromae</i> en medio envenenado con Carbendazim.....	56
Figura 3.10 Síntomas por <i>Lasiodiplodia theobromae</i> en plántones de palto Hass	57
Figura 3.11 Tukey de la severidad de la enfermedad a nivel del tallo en plántones de palto Hass	59
Figura 3.12 Severidad causada por <i>Lasiodiplodia theobromae</i> a nivel del tallo.....	59

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Panel fotográfico.....	71
Anexo 2. Evaluación de la severidad	73
Anexo 3. Severidad en el testigo (T0).....	73
Anexo 4. Severidad en el tratamiento con Sulfato de cobre (T1)	74
Anexo 5. Severidad en el tratamiento con Sulfato de cobre pentahidratado (T2).....	74
Anexo 6. Severidad en el tratamiento con Benomyl (T3)	75
Anexo 7. Severidad en el tratamiento con Carbendazim (T4)	75
Anexo 8. Colección de muestras	76
Anexo 9. Preparación de medio PDA	77
Anexo 10. Preparación del material vegetal para el aislamiento del patógeno	77
Anexo 11. Aislamiento e identificación del patógeno	78
Anexo 12. Prueba de patogenicidad	79
Anexo 13. Exudación en la zona de inoculación en la prueba de patogenicidad.....	79
Anexo 14. Siembra en medio envenenado	80
Anexo 15. Inoculación del patógeno en plantones de palto para la evaluación de eficiencia de productos químicos.....	81
Anexo 16. Preparación y aplicación de los productos químicos en los plantones mediante drench	82
Anexo 17. Características generales de los productos químicos utilizadas	83
Anexo 18. Crecimiento micelial por día del testigo	83
Anexo 19. Crecimiento micelial por día en medio envenenado por Sulfato de cobre.....	84
Anexo 20. Crecimiento micelial por día en medio envenenado por Sulfato de cobre pentahidratado	84
Anexo 21. Crecimiento micelial por día en medio envenenado por Benomyl	85
Anexo 22. Crecimiento micelial por día en medio envenenado por Carbendazim.....	85

Anexo 23. PIM de <i>Lasiodiplodia theobromae</i> por tratamiento.....	86
Anexo 24. Resultado de ANOVA por Infostat de los datos en <i>in vitro</i>	87
Anexo 25. Resultado de ANOVA por Infostat de los datos en plántones	87
Anexo 26. Datos evaluados de las características microscópicas del conidio	88
Anexo 27. Características del picnidio.....	92
Anexo 28. Características morfológicas de <i>Lasiodiplodia theobromae</i>	93
Anexo 29. Crecimiento diario de <i>Lasiodiplodia theobromae</i> en medio envenado con Sulfato de cobre	93
Anexo 30. Crecimiento diario de <i>Lasiodiplodia theobromae</i> en medio envenado con Sulfato de cobre pentahidratado.....	94
Anexo 31. Crecimiento diario de <i>Lasiodiplodia theobromae</i> en medio envenado con Benomyl	94
Anexo 32. Crecimiento diario de <i>Lasiodiplodia theobromae</i> en medio envenado con Carbendazim.....	95
Anexo 33. Datos evaluados de la severidad en plántones	95

RESUMEN

En el Perú, el cultivo de palto posee alto valor económico debido a su importancia en el mercado internacional; sin embargo, su producción se ve afectada por fitopatógenos, destacando *Lasiodiplodia theobromae* como agente causal de la muerte regresiva. La presente investigación tuvo como objetivo caracterizar morfológicamente y evaluar el control químico de este patógeno aislado de plantas de palto. El estudio se desarrolló bajo un diseño completamente al azar (DCA), con cinco repeticiones en ensayos de control químico *in vitro* y siete repeticiones en evaluaciones en plantones de palto Hass. El aislamiento del patógeno se realizó a partir de muestras con síntomas, recolectadas en el distrito de San Miguel, provincia de La Mar, departamento de Ayacucho. La identificación se basó en características macroscópicas y microscópicas. Macroscópicamente, el hongo presentó micelio denso, inicialmente blanco, que evolucionó a tonalidades grises y negras al octavo día. Microscópicamente, se observaron conidios hialinos unicelulares en etapas tempranas, que posteriormente se transformaron en conidios bicelulares de color marrón oscuro con estrías longitudinales, con un tamaño promedio de $30.6 \times 14.9 \mu\text{m}$. En los ensayos *in vitro*, el Sulfato de cobre y el Benomyl lograron una inhibición total del crecimiento micelial (100 %), mientras que el Carbendazim alcanzó 86.52 % y el Sulfato de cobre pentahidratado 41.28 %. En plantones, el Benomyl y el Carbendazim presentaron menor severidad de la enfermedad (17.4 % y 20.4 %), seguidos por el Sulfato de cobre (21.6 %) y el Sulfato de cobre pentahidratado (26.4 %).

Palabras claves: *Persea americana* Mill, *Lasiodiplodia theobromae*, caracterización, control químico.

ABSTRACT

In Peru, avocado cultivation has high economic value due to its importance in the international market; however, its production is affected by phytopathogens, with *Lasiodiplodia theobromae* standing out as the causal agent of dieback. This research aimed to morphologically characterize and evaluate the chemical control of this pathogen isolated from avocado plants. The study was conducted using a completely randomized design (CRD), with five replicates in *in vitro* chemical control trials and seven replicates in evaluations on Hass avocado seedlings. The pathogen was isolated from symptomatic samples collected in the district of San Miguel, province of La Mar, department of Ayacucho. Identification was based on macroscopic and microscopic characteristics. Macroscopically, the fungus presented dense mycelium, initially white, which evolved to gray and black tones by the eighth day. Microscopically, unicellular hyaline conidia were observed in early stages, which subsequently transformed into dark brown, two celled conidia with longitudinal striations, averaging $30.6 \times 14.9 \mu\text{m}$ in size. In *in vitro* assays, Copper sulfate and Benomyl achieved complete inhibition of mycelial growth (100%), while Carbendazim reached 86.52% and Copper sulfate pentahydrate 41.28%. In seedlings, Benomyl and Carbendazim showed lower disease severity (17.4% and 20.4%, respectively), followed by Copper sulfate (21.6%) and Copper sulfate pentahydrate (26.4%).

Keywords: *Persea americana* Mill, *Lasiodiplodia theobromae*, characterization, chemical control.

INTRODUCCIÓN

En el Perú, el cultivo del palto (*Persea americana* Mill.) ha experimentado un crecimiento sostenido durante los últimos años, consolidándose como uno de los principales productos hortofrutícolas asociados al desarrollo económico nacional y al fortalecimiento del sector agroexportador. Este incremento se refleja en la expansión de las áreas cultivadas y en el aumento de la producción destinada a mercados internacionales. Para el año 2025, los indicadores productivos y comerciales de la palta evidenciaron un crecimiento significativo, destacando la necesidad de fortalecer las estrategias de manejo fitosanitario orientadas a preservar la sanidad de los huertos, garantizar la calidad del fruto y mantener la competitividad del cultivo en los mercados nacionales e internacionales (Agencia Agraria de Noticias, 2025; Instituto Nacional de Estadística e Informática [INEI], 2025).

En estos contextos, Fructidor (2026) reportó que las exportaciones peruanas de palta Hass alcanzaron las 722 754 toneladas durante el año 2025, representando un incremento del 38 % respecto al volumen registrado en 2024 (523 035 toneladas). Asimismo, esta cifra superó los valores históricos alcanzados en 2023, cuando se exportaron 578 465 toneladas. De manera paralela, la superficie destinada al cultivo de palta Hass alcanzó las 83 529 hectáreas en 2025, mostrando un ligero aumento frente a las 83 503 hectáreas reportadas el año anterior. Estos datos evidencian la importancia económica del cultivo y la necesidad de implementar medidas eficientes que permitan reducir los factores que afectan su productividad.

A nivel regional, Bautista (2024) señala que la provincia de La Mar es considerada una de las principales áreas dedicadas a la producción de palta para exportación. Sin embargo, a pesar de su importancia económica, el cultivo enfrenta notables problemas fitosanitarios, especialmente enfermedades causadas por hongos, que reducen la productividad y la calidad del fruto. En este contexto, la Dirección Regional Agraria de Ayacucho (DRAA, 2023), reporta que aproximadamente el 61% de las plantaciones de palto en la región presentan la enfermedad causada por *Lasiodiplodia theobromae*, conocida como hongo de la madera o muerte regresiva. Este patógeno se localiza principalmente en la zona del injerto, así como en el tallo y las ramas, donde provoca necrosis y un deterioro progresivo de los tejidos, comprometiendo el crecimiento y la productividad del cultivo.

El control de *Lasiodiplodia theobromae* mediante fungicidas ha mostrado resultados prometedores, ya que algunos productos permiten inhibir significativamente su desarrollo. Sin embargo, su uso debe considerar factores importantes, como los límites máximos de residuos y

los periodos de carencia. Además, este hongo puede desarrollar resistencia a ciertos compuestos, reduciendo la eficacia prolongada de los tratamientos y limitando las opciones disponibles con mecanismos de acción específicos (Lopez, 2024).

En función de los aspectos expuestos en este estudio, se establecieron los siguientes objetivos:

Objetivo general

Caracterizar morfológicamente y controlar a *Lasiodiplodia theobromae* de palto Ayacucho-2025.

Objetivos específicos

- Aislar *Lasiodiplodia theobromae*
- Caracterizar morfológicamente a *Lasiodiplodia theobromae* de palto.
- Evaluar la eficacia de cuatro productos químicos en el control de *Lasiodiplodia theobromae in vitro*.
- Evaluar la eficacia de cuatro productos químicos en el control de *Lasiodiplodia theobromae* en plantones de palto.

CAPÍTULO I

MARCO TEÓRICO

1.1. Antecedentes

1.1.1. A nivel internacional

Picos et al. (2015), en un estudio desarrollado en México, describen detalladamente las características morfológicas de *Lasiodiplodia theobromae*. Como resultado obtuvieron que las colonias en medio de cultivo presentaron una densidad moderada y micelio aéreo, con una coloración inicialmente blanca que, a los siete días, cambio a gris olivo y posteriormente adquiere tonalidades negras. Asimismo, reportan que los ascocarpos muestran una coloración café oscura a negra, con una pared externa gruesa y capas internas hialinas, alcanzando diámetros entre 250 y 400 μm . Los ascos fueron bitunicados, estipitados y contenían ocho esporas, mientras que las ascosporas (dispuestas en doble hilera) fueron hialinas, aseptadas y con tamaño entre $30\text{-}35 \times 11\text{-}14 \mu\text{m}$. En cuanto a la fase asexual, los autores describen que el conidiomata fue estromático, simple o agregado, desarrollándose dentro del tejido del hospedero y emergiendo al alcanzar la madurez. Fue unilocular, de color café oscuro y con paredes de grosor variable, frecuentemente provistas de setas, pudiendo alcanzar hasta 5 mm de ancho. Posee un ostiolo central y único. Las paráfisis hialinas, cilíndricas, tabicadas y ocasionalmente ramificadas, con dimensiones próximas a $55 \times 3\text{-}4 \mu\text{m}$. Los conidióforos se caracterizaron por ser hialinos, simples, algunas septados y raramente ramificados. Las células conidiogénicas presentaron paredes gruesas, superficie lisa y un desarrollo holoblástico con una o dos anillaciones. Los conidios subovoides a elipsoidales, con base truncada y extremos redondeados; inicialmente hialinos y aseptados, pero al madurar se oscureció, desarrollando un septo y mostró estrías longitudinales asociadas a depósitos de melanina. Sus dimensiones varió entre $21.5\text{-}31.5 \times 13\text{-}17 \mu\text{m}$, con una relación largo/ancho de aproximadamente 1.9.

1.1.2. A nivel nacional

Vicuña (2023), en un estudio realizado en Lima, tuvo como propósito identificar las especies de *Lasiodiplodia* asociadas a los síntomas observados en palto, determinar su distribución y evaluar su patogenicidad y virulencia en plantas de la variedad Hass. Como resultado, se identificaron cuatro especies: *Lasiodiplodia theobromae*, *L. pseudotheobromae*, *L. egyptiaca* y *L. parva*. Respecto a las características morfológicas de *L. theobromae*, las

colonias desarrolladas en medio de cultivo presentaron un micelio denso, inicialmente blanco, que progresivamente cambió a tonalidades gris olivo y, finalmente, gris oscuro. A nivel microscópico, se observó la formación de masas estromáticas de color gris, dentro de las cuales se identificaron picnidios con paredes de color marrón oscuro a negro. Las células conidiogénicas fueron hialinas, de paredes lisas y delgadas; entre ellas se distinguieron paráfisis también hialinas y de forma cilíndrica. Los conidios presentaron un desarrollo acrógeno, con formas que variaron de subovoides a elipsoidales, mostrando un ápice redondeado y una base ligeramente truncada. En su etapa inicial fueron hialinas y aseptadas; posteriormente adquirieron una coloración marrón oscura debido al depósito de melanina, desarrollaron un septo central y revelaron estrías longitudinales en la superficie al alcanzar la madurez. Su tamaño osciló entre $12\text{--}16 \times 23\text{--}31 \mu\text{m}$. En cuanto a la patogenicidad, todas las especies de *Lasiodiplodia* identificadas ocasionaron lesiones en los tallos de los plantones desde los primeros días posteriores a la inoculación. Se registró la presencia de exudaciones blanquecinas alrededor del punto de infección y, aproximadamente a las cuatro semanas, se evidenció la decoloración de la epidermis y la formación de canchales. Se realizaron mediciones del avance del daño tanto en sentido ascendente (hacia el área foliar) como descendente (hacia la zona radicular). Las lesiones externas mostraron un patrón irregular, a diferencia de las internas, que se localizaron bajo la epidermis. Entre las cuatro especies, *L. pseudotheobromae* y *L. egyptiacae* presentaron las mayores dimensiones de daño en dirección ascendente, descendente y en diámetro.

Alburquerque y Gusqui (2018), en un estudio realizado en Lima, evaluaron la efectividad de distintos productos químicos mediante la técnica de alimento envenenado *in vitro*. Se ensayaron siete ingredientes activos: tiabendazol, azoxistrobin, carbendazim, sulfato de cobre pentahidratado, fosfito de cobre, clorotalonil y un extracto de *Melaleuca alternifolia*. La respuesta de los patógenos se determinó a través del porcentaje de inhibición del crecimiento micelial (PICM). Los ensayos *in vitro* evidenciaron que algunos ingredientes activos lograron una inhibición total (100 % PICM) frente a determinados patógenos. El sulfato de cobre pentahidratado mostró eficacia completa contra *Rhizoctonia solani*. Por su parte, el azoxistrobin logró inhibir totalmente el crecimiento de *Phytophthora infestans* y *Sclerotinia sclerotiorum*. Asimismo, el carbendazim presentó 100 % de inhibición frente a *R. solani*, *Fusarium oxysporum*, *Lasiodiplodia theobromae*, *S. sclerotiorum*, *Colletotrichum gloeosporioides* y *Penicillium* spp. El fosfito de cobre fue completamente efectivo contra *F. oxysporum*, *Botrytis cinerea*, *L. theobromae* y *S. sclerotiorum*, mientras que el tiabendazol inhibió totalmente a *R.*

solani, *F. oxysporum*, *L. theobromae* y *Penicillium* spp. En contraste, el extracto de *Melaleuca alternifolia* mostró una menor capacidad de inhibición comparado con los productos químicos evaluados, alcanzando valores de 69,50 % y 64,75 % frente a *F. oxysporum* y *R. solani*, respectivamente.

1.1.3. A nivel local

Bautista (2024), desarrolló un estudio orientado a identificar, mediante características morfológicas y premoleculares basadas en la región ITS del ADN ribosomal, el género de hongos asociados al daño en tallos de palto (*Persea americana* Mill.). Para la identificación se consideraron características macroscópicas, como la velocidad de crecimiento en medio de cultivo, el tipo de micelio y su coloración; y características microscópicas, como la forma, tamaño y color de los conidios. El muestreo se realizó a partir de tallos procedentes de 50 plantas distribuidas en los distritos de Tambo, San Miguel, Patibamba, Ninabamba, Chilcas y Luis Carranza, en la provincia de La Mar (Ayacucho, Perú). A partir de estas muestras se obtuvieron 124 aislamientos puros. Con base en la evaluación morfológica y molecular, se identificaron cinco géneros fúngicos: *Lasiodiplodia* spp. (43 %), *Dothiorella* spp. (15 %), *Pestalotiopsis* spp. (15 %), *Colletotrichum* spp. (15 %) y *Fusarium* spp. (24 %), todos reconocidos como agentes causales de enfermedades en tallos y ramas de palto. En cuanto a los aislamientos de *Lasiodiplodia* spp., las observaciones macroscópicas mostraron un micelio compacto que inicialmente presentó una coloración blanca, la cual evolucionó hacia tonalidades gris olivo y finalmente gris oscuro. Las colonias cubrieron toda la placa en cuatro días, registrando un crecimiento promedio de 2.98 cm/día a 27 °C. A nivel microscópico, se evidenció la presencia de masas estromáticas grises que contenían numerosas picnidias con paredes de color marrón oscuro a negro, con un tamaño promedio de $200.66 \times 156.36 \mu\text{m}$. Los conidios presentaron dimensiones promedio de $27.05 \times 16.02 \mu\text{m}$.

Chaupín (2018), realizó una investigación en la provincia de Huanta, distrito de Luricocha, específicamente en las localidades de Quinrapa y Azángaro, así como en el laboratorio de Fitopatología de la Escuela Profesional de Agronomía. El estudio tuvo como propósito evaluar la incidencia de la muerte regresiva en palto, identificar el agente causal y determinar alternativas de control bajo condiciones *in vitro*. El muestreo y la descripción de los síntomas en campo fueron realizados bajo la dirección del asesor, registrándose incidencias de 69% y 74% en las parcelas evaluadas. En el laboratorio se llevó a cabo el aislamiento e identificación de los hongos asociados, obteniéndose *Alternaria alternata* (7,5%),

Colletotrichum spp. (2,5%) y *Lasiodiplodia theobromae* (90%). Para confirmar cuál de estos organismos era responsable de la muerte regresiva, se efectuaron pruebas de patogenicidad en plantones de palto previamente inoculados con suspensiones fúngicas obtenidas de cultivos en PDA, evaluándose su evolución hasta la aparición de síntomas. Posteriormente, se realizó el reaislamiento del patógeno, determinándose por sus características morfológicas que *L. theobromae* era el agente causal de la enfermedad. El hongo mostró un crecimiento micelial acelerado en medio PDA, colonizando completamente las placas en cinco días a una temperatura aproximada de 25 °C. Para evaluar métodos de control, se efectuaron ensayos in vitro con 14 tratamientos, que incluyeron tres productos químicos y tres biológicos, cada uno en tres concentraciones. El tratamiento más efectivo fue *Bacillus subtilis*, con un 100% de inhibición micelial, seguido por sulfato de cobre, que alcanzó inhibiciones de 94,4%, 96,4% y 97,9%. Benomil obtuvo valores de 77,4%, 80% y 85,1%, mientras que *Trichoderma harzianum* y *Trichoderma viride* lograron inhibiciones de 61,1% y 48,2%, respectivamente. Finalmente, Phyton presentó inhibiciones de 70,8%, 47,6% y 40,8%.

1.2. Generalidades del palto (*Persea americana* Mill)

1.2.1. Origen y distribución

El palto o aguacate (*Persea americana* Mill) tiene su origen en América Central y en la región sur de México. Diversos hallazgos arqueológicos en Tehuacán, Puebla (México), indican que esta especie estuvo presente hace aproximadamente 12 000 años (Iyanyi et al., 2021).

De acuerdo a Bernal y Díaz (2020), la distribución natural se extiende desde México hasta Perú, abarcando también los territorios de Centroamérica, Colombia, Venezuela y Ecuador. Se sabe que las poblaciones originarias de Centro y Sudamérica domesticaron este árbol varios siglos antes de la llegada de los europeos. El proceso de formación del aguacate como especie frutal ocurrió en las zonas altas del centro y este de México, así como en las regiones montañosas de Guatemala y en las áreas bajas del Pacífico centroamericano. Esta región forma parte de lo que actualmente se denomina Mesoamérica, reconocida igualmente como la zona donde se llevó a cabo su domesticación.

1.2.2. Taxonomía

De acuerdo a Rojas (2023), la clasificación taxonómica del palto es la siguiente:

Reino: Plantae

Sub reino: Tracheobionta

División: Magnoliophyta

Clase: Magnoliopsida

Orden: Laurales

Suborden: Magnolíneas

Familia: Lauraceae

Género: *Persea*

Especie: *Persea americana* Mill.

1.2.3. Importancia

La producción de palta representa un pilar importante para la agricultura peruana debido a su notable contribución a las exportaciones del país. En los últimos años, Perú se ha posicionado como un actor destacado en el mercado internacional, beneficiándose de condiciones productivas que complementan la estacionalidad de otras naciones líderes. Esto le permite abastecer de manera eficiente la demanda global, especialmente en destinos clave como Estados Unidos y diversos países europeos (Producepay, 2024).

Hasta la segunda semana de agosto de 2025, se registró la certificación de 600 182 toneladas de palta, de las cuales el 91.2% perteneció a la variedad Hass, apreciada por su excelente calidad y características organolépticas. Este crecimiento se sustenta en la estricta aplicación de controles fitosanitarios, el cumplimiento de rigurosos estándares internacionales, las condiciones climáticas favorables y el compromiso permanente de miles de productores (Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego [MIDAGRI], 2025).

El cultivo de palto se ha consolidado como una actividad de gran relevancia para la economía peruana. Durante los dos primeros meses de 2025, Perú confirmó nuevamente su lugar como el segundo mayor exportador mundial de este fruto, alcanzando envíos de 36 360 toneladas, equivalentes a 75,4 millones de dólares. Estos resultados representan un incremento

del 79,2% en volumen y del 72,7% en valor en comparación con el mismo periodo del año previo (Farmex, 2025).

1.2.4. Morfología del palto

Según lo señalado por Bernal y Díaz (2020), la descripción botánica de palto se presenta de la siguiente manera:

Tipo de planta. El árbol de aguacate puede crecer por encima de los 10 metros de altura y desarrollar una copa amplia que, en árboles adultos, puede superar los 25 metros de diámetro. Cuando provienen de semilla y se encuentran en su ambiente de origen, pueden llegar a alturas mayores a 30 metros. En contraste, los árboles injertados presentan un tamaño más reducido, cuyo grado de enanización depende del vigor del portainjerto y de las condiciones del lugar donde se establece el cultivo. En regiones subtropicales, estos árboles suelen alcanzar entre 10 y 15 metros, aunque habitualmente se mantienen por debajo de los 7 u 8 metros mediante podas periódicas, ya que un mayor crecimiento complica las tareas de manejo fitosanitario y de cosecha.

Además, el aguacate es una especie con variabilidad en su forma, lo que significa que puede presentar diferentes tipos de arquitectura arbórea.

Raíz. Se caracteriza por no extenderse mucho más allá del diámetro de la copa del árbol. Presenta una raíz pivotante, con abundante ramificación y una disposición de crecimiento radial. La mayor parte de las raicillas alimentadoras blancas, tanto secundarias como terciarias y aún no suberizadas, se localizan en las capas superficiales del suelo, concentrándose entre el 80 y 90 % de ellas en los primeros 60 cm de profundidad. No obstante, la raíz principal puede alcanzar profundidades superiores a 1 metro.

Tallo. Corresponde a un tronco vertical, cilíndrico, leñoso y ramificado, con una corteza rugosa que en ocasiones presenta hendiduras longitudinales. La copa está formada por ramas abiertas que dan lugar a una silueta redondeada o ligeramente acampanada. El sistema de ramificación puede adoptar un patrón extensivo (cuando en cada brote se forma una única rama debajo del ápice), intensivo (cuando se generan varias ramas en la misma posición) o una combinación de ambos. La distribución de las ramas puede presentarse en forma ascendente, verticilada, horizontal, axial o con disposición irregular.

Hojas. Se presentan alternas y sostenidas por pecíolos, mostrando una notable variación en su forma. El borde puede ser entero u ondulado; la base puede adoptar configuraciones agudas, obtusas o truncadas; mientras que el ápice puede ser muy agudo, agudo, intermedio, obtuso o marcadamente obtuso. Sus dimensiones oscilan entre 8 y 40 cm de largo y entre 3 y 10 cm de ancho.

Inflorescencia. Las flores se disponen en inflorescencias de pedúnculos largos que emergen en las axilas, pudiendo aparecer hasta diez de ellas por brote. Dichas inflorescencias forman conjuntos que pueden incluir hasta 450 flores, las cuales pueden alcanzar la madurez a lo largo de un período de hasta seis meses, dependiendo de la variedad y de las condiciones de temperatura.

Las inflorescencias, comúnmente denominadas panículas, corresponden a tirsoes cuyas ramificaciones culminan en flores. Estas estructuras, generalmente muy ramificadas, se originan con mayor frecuencia a partir de las yemas terminales, aunque también pueden desarrollarse desde yemas subterminales en brotes de gran vigor.

Flores. Son completas y hermafroditas, con estambres y pistilo bien desarrollados. Se caracterizan por ser trímeras, pequeñas (3–7 mm), pubescentes y ubicadas en panículas sobre pedicelos cortos. Presentan un cáliz de tres sépalos, una corola de tres pétalos y un total de 12 estambres: nueve funcionales y tres estaminoides. El pistilo está formado por un único carpelo y un ovario con un solo óvulo. Su color varía entre crema, amarillo, verde, café y rojo.

Estas flores muestran dicogamia protógina, abriéndose en dos fases: primero como femeninas y luego como masculinas. Tienen simetría radial, alcanzan aproximadamente 10 mm de diámetro y se producen en grandes cantidades, lo que permite una floración continua durante semanas o meses. Los verticilos florales se organizan en múltiplos de tres e incluyen dos series de estambres, además de dos tipos de nectarios (estaminoidales y verdaderos) encargados de atraer polinizadores. Durante la segunda apertura, el diámetro floral puede incrementarse alrededor del 10 %.

Un solo árbol puede producir cerca de un millón de flores; sin embargo, únicamente entre el 0,01 % y el 1 % llega a convertirse en fruto, debido a la caída de numerosas flores (anormales o estériles) y de frutos pequeños en desarrollo. En términos generales, una mayor floración tiende a asociarse con un menor porcentaje de cuajado.

Fruto. Corresponde a una baya que alberga una única semilla. Su morfología depende de la raza, variedad o cultivar. En estado de madurez, la cáscara puede presentar tonalidades que van desde distintos matices de verde hasta colores como amarillo, anaranjado claro, rojo, púrpura, negro y combinaciones entre ellos. La pulpa, igualmente variable, puede ser marfil, amarilla en diversas intensidades, verde claro o verde.

La cáscara muestra una amplia diversidad de texturas, pudiendo ser lisa, ligeramente papilada, papilada, muy papilada, finamente ahuecada, ahuecada, profundamente ahuecada, brillante, opaca, estriada, lobulada, rugosa, surcada o abollada. Su grosor también es heterogéneo y puede ir de muy delgado a intermedio o muy grueso. El peso del fruto varía entre 100 y 3 000 gramos. El patrón de fructificación puede manifestarse como frutos individuales o agrupados en racimos.

Semilla. Es de tamaño considerable y puede adoptar diversas formas, entre ellas: oblata, esferoide, elipsoide, ovada, ovada ancha, cordiforme, con base aplanada y ápice redondeado, o con base aplanada y ápice cónico, entre otras variaciones. Presenta dos cubiertas fuertemente adheridas entre sí. Su superficie puede ser lisa, intermedia o rugosa. Los cotiledones son hemisféricos y muestran tonalidades que incluyen marfil, amarillo, crema o rosa.

1.2.5. Fenología del cultivo de palto

En el Perú, el ciclo fenológico del palto se caracteriza por la presencia de dos periodos bien definidos de crecimiento vegetativo. El primero, de menor intensidad, ocurre durante el invierno, aproximadamente entre junio y mayo del año siguiente; el segundo, de mayor vigor, se desarrolla en la temporada de verano. Estos periodos se alternan con dos fases de crecimiento radicular, las cuales comienzan a mediados de septiembre, en primavera, y concluyen hacia finales de abril, en otoño. El proceso de desarrollo floral es extenso: inicia a mediados de mayo y se prolonga hasta fines de agosto, dando paso a la floración principal, que se presenta entre finales de agosto y octubre. La polinización y el cuajado de frutos tienen lugar entre octubre y noviembre. Posteriormente, el crecimiento del fruto se lleva a cabo desde noviembre hasta abril, etapa tras la cual su ritmo de desarrollo disminuye (Bautista, 2024).

1.2.6. Razas de palto

“El palto (*Persea americana* Mill.) se divide en tres razas ecológicas, cada una reconocida como una variedad dentro de la especie. Estas son: *P. americana* var. *drymifolia*,

correspondiente a la raza mexicana; *P. americana* var. *guatemalensis*, que representa la raza guatemalteca; y *P. americana* var. *americana*, identificada como la raza antillana” (Bernal & Díaz, 2020, p. 117).

Raza mexicana. Originaria de las regiones montañosas de la zona central de México. Esta raza presenta la mayor tolerancia al frío, pudiendo resistir temperaturas inferiores a 0 °C. No obstante, valores de -6 °C generan daños en las plantas y descensos hasta -9 °C pueden resultar letales. El rango térmico óptimo para su desarrollo se sitúa entre 5 y 17 °C. (Bernal y Díaz, 2020).

Variedades de la raza mexicana. De acuerdo a Pozo (2012), se caracterizan por desprender un aroma a anís al frotar sus hojas. Sus frutos, al alcanzar la madurez, adquieren primero una tonalidad violácea y posteriormente un color morado oscuro, presentando además una cáscara muy fina, lisa y de fácil fractura.

Entre las variedades de mayor relevancia pertenecientes a la raza mexicana se encuentra la Mexícola, Puebla, Duke, Gottfried, Zutano, Bacon y Topa-Topa (Bernal y Díaz, 2020).

Raza guatemalteca. Proviene de las zonas altas de Guatemala y se adapta a climas subtropicales, con temperaturas óptimas entre 4 y 19 °C. Los frutos pueden ser esféricos, ovalados o piriformes; poseen una cáscara gruesa, correosa y quebradiza, cuyo color varía de verde opaco a morado oscuro al madurar. Suelen ser de tamaño mediano a grande, con pedúnculos largos y cónicos. La pulpa es ligeramente fibrosa y presenta buena calidad, con un contenido de grasa cercano al 20 %, superior al de la raza antillana. El período floración-cosecha puede alcanzar los 15 meses y los frutos maduros pueden permanecer en el árbol hasta seis meses, debido a su baja tendencia a desprenderse (Bernal y Díaz, 2020).

Variedades de la raza guatemalteca. Según Pozo (2012), las variedades se distinguen por producir frutos con una cáscara gruesa, de textura coriácea y superficie rugosa al tacto. Suelen presentar un color verde que, al madurar, pierde brillo y desarrolla pequeños puntos de apariencia corchosa, resultado del proceso de suberización de las lenticelas.

Entre las variedades de mayor relevancia pertenecientes a la raza guatemalteca se encuentra el Hass, Lamb-Hass, Hass Carmen, Reed, Edranol, Itzamná, Linda, Nabal, Pinkerton, y Mayapan (Bernal y Díaz, 2020).

Raza antillana. Es originaria de las zonas selváticas bajas, cálidas y húmedas de Centroamérica, con una corta estación lluviosa. Se adapta a temperaturas de 18 a 26 °C y

produce frutos muy grandes (250–2.500 g), de diversas formas y con cáscara delgada y flexible. Su pulpa es baja en grasa y alta en azúcar, por lo que se les conoce como aguacates “aguachentos”. Sus hojas no son aromáticas y los árboles son muy sensibles al frío, pudiendo morir entre 2,2 y 4 °C. (Bernal y Díaz, 2020).

Variedades de la raza antillana. Se caracterizan por su fruto con cáscara de aspecto suave al tacto, flexible de consistencia coriácea y de grosor mediano. El fruto a medida que avanza su maduración, cambia su coloración de verde brillante a verde opaco (Pozo, 2012).

Entre las variedades de mayor relevancia pertenecientes a la raza antillana se encuentra Lorena, Peterson, Simmonds, Trapp, Trapica, Pollock, Común o Criollo y Curumaní (Bernal y Díaz, 2020).

1.2.7. Híbridos de la raza mexicana y guatemalteca

De acuerdo con Bernal y Díaz (2020), estos híbridos reúnen características de la raza mexicana, como su resistencia al frío, junto con el mayor tamaño y rendimiento propios de la raza guatemalteca. Como resultado, generan frutos de tamaño intermedio y con una época de maduración también intermedia. Entre ellos se encuentran Fuerte, Ettinger, Colín V-33 y Gwen.

1.2.8. Híbridos de la guatemalteca y antillana

De acuerdo con Bernal y Díaz (2020), los híbridos derivados del cruce entre las razas guatemalteca y antillana integran la tolerancia al frío propia de la primera con el mayor tamaño característico de la segunda. Como consecuencia, producen frutos de dimensiones intermedias respecto a sus progenitores, y su periodo de maduración igualmente se sitúa en un punto intermedio. Entre ellos se encuentran Booth 8, Choquette, Collinred, Collinson, Gripiña, Semil 44, Trinidad, Hall, Winslowson y Santana.

1.2.9. Requerimientos edafoclimáticos

El cultivo de palto se desarrolla desde los 0 hasta los 2 700 msnm. La precipitación es un factor determinante, y en la región andina se requieren alrededor de 1 200 mm anuales bien distribuidos. Un exceso de lluvias puede afectar la floración y el cuajado de frutos, además de favorecer la aparición de enfermedades. En cuanto al suelo, el palto demanda condiciones edáficas con buen drenaje, gran profundidad, textura franco arenosa y ligera, así como un pH entre 5.6 y 6.5. La temperatura también influye significativamente en la productividad: la raza

mexicana tolera climas fríos, soportando temperaturas de hasta 2.2 °C, con un rango óptimo de 5 a 17 °C; la raza guatemalteca se ajusta a ambientes subtropicales, con temperaturas ideales entre 4 y 19 °C; y la raza antillana prospera en zonas cálidas con rangos de 18 a 26 °C (Arone, 2020).

1.2.10. Enfermedades del palto

El palto es una especie que puede verse afectada por diversas enfermedades, las cuales inciden en su desarrollo, producción y calidad de los frutos (INTAGRI, 2024). A continuación, se presentan algunas patologías que afectan a este cultivo.

Pudrición de la raíz (tristeza del aguacatero). Esta enfermedad constituye la más significativa en el cultivo de palto y es ocasionada principalmente por el hongo *Phytophthora cinnamomi*, aunque también pueden intervenir otras especies como *P. citricola*, *P. cactorum*, *P. parasitica*, *P. palmivora* y *P. heveae*. El patógeno infecta la base del tallo, colonizándola completamente, lo que interfiere con la absorción y el transporte de agua hacia el follaje, provocando marchitez, secado y, en muchos casos, la muerte súbita del árbol (Tamayo, 2007).

Antracnosis. Causada por *Colletotrichum gloeosporioides*, produce pudrición de frutos tanto en campo como en postcosecha, y afecta brotes jóvenes, cogollos, ramas, flores y frutos. En los frutos genera manchas negras hundidas que se expanden y fusionan, cubriendo gran parte de la superficie. Se favorece por alta humedad y la presencia de otros hongos, provocando pérdidas de calidad y disminución en la capacidad de exportación (Tapia, 2025; Yara, 2025).

Mancha negra o cercospora. Esta enfermedad es causada por el hongo *Cercospora purpurea*. Su gravedad se incrementa en condiciones de alta precipitación y deficiencias nutricionales en las plantaciones. Afecta principalmente a las hojas, provocando pequeñas lesiones de color marrón oscuro y la caída de los frutos. Durante la postcosecha, es responsable de la denominada mancha negra en los frutos (Tamayo, 2007).

Polvillo o mildiu (*Oidium* sp.). Se caracteriza por la aparición de un polvo blanco sobre inflorescencias, frutos y hojas, provocando su caída. Las hojas afectadas presentan deformaciones y posteriormente manchas negras de forma irregular. Este hongo se desarrolla preferentemente en condiciones de baja humedad relativa (Tamayo, 2007).

Cancro del palto. Esta enfermedad es causada por *Phytophthora boehmeriae*, se localiza en la base del tronco hasta aproximadamente un metro de altura. Su relevancia radica

en la rapidez con que se desarrolla y en el daño que ocasiona alrededor del tronco, reduciendo el vigor del árbol y generando frutos pequeños y de baja calidad (Tamayo, 2007).

Fusariosis. Causada por *Fusarium* sp. Afecta directamente a las raíces del árbol en cualquier etapa de desarrollo, provocando pudrición y marchitez de las hojas. Para controlar la enfermedad, es necesario eliminar y quemar los troncos viejos (Tamayo, 2007).

Roña. Causada por el hongo *Sphaceloma perseae*, esta enfermedad ataca principalmente las hojas jóvenes y los frutos, afectando la calidad estética de estos últimos. En los frutos se observan lesiones irregulares, marrón-corchosas, que no son superficiales, pero tampoco dañan la pulpa. En casos graves, los brotes y hojas se necrosan, se enroscan hacia arriba y pueden llegar a morir (Tamayo, 2007).

Pudrición del fruto. Causada por *Dothiorella* sp., puede afectar cualquier parte del fruto, aunque se observa con mayor frecuencia en la zona de unión del pedúnculo. Allí se desarrolla una lesión que produce una pudrición de color marrón oscuro, la cual progresa de manera gradual y uniforme hacia el interior del fruto. Los síntomas se asemejan a los provocados por *Rhizopus stolonifer*, pero se diferencian en que los ataques de *Dothiorella* sp. no presentan crecimiento micelial en la unión del pedúnculo con el fruto y se caracteriza por un marcado necrosamiento de los haces vasculares internos (Tamayo, 2007).

Muerte regresiva. Causada por *Lasiodiplodia theobromae*, se caracteriza por la necrosis de hojas, ramillas y ramas, lo que conduce a la muerte progresiva del tejido en dirección basípeta, dando lugar al síntoma distintivo de muerte regresiva. Este efecto puede observarse tanto en plantas jóvenes, que muestran ramas necrosadas, como en plantas adultas (Tamayo, 2007).

La principal fuente de infección de muerte regresiva está asociada a la presencia de plantas infectadas y a los restos de poda que permanecen en el campo. Su diseminación ocurre principalmente de forma mecánica, a través del uso de herramientas de poda contaminadas, como tijeras, sierras y machetes. Asimismo, las condiciones ambientales, como altas temperaturas, lluvias y la humedad generada por el riego, favorecen la liberación y dispersión de las esporas desde los picnidios, facilitando su acumulación en el ambiente que rodea al cultivo y en el suelo (Tadey, 2023).

En los últimos años, se ha registrado una alta incidencia de lesiones o chancros en las ramas de palto, acompañados de exudaciones blanquecinas y síntomas de muerte regresiva, lo

que ha generado preocupación entre los agricultores. En Perú, esta sintomatología se atribuía tradicionalmente a *Dothiorella* spp., reconocido por causar chancrosis y muerte regresiva (progresiva desde el ápice hacia la base de la rama) en este cultivo. Sin embargo, se demostró que, dependiendo de las condiciones agroclimáticas, y en particular en el norte del país, la muerte regresiva y la chancrosis del palto son principalmente inducidas por *Lasiodiplodia theobromae* (BIOCONTROL, 2023).

En la región de Ayacucho, alrededor del 61 % de las plantaciones de palto se encuentran afectadas por *Lasiodiplodia theobromae* (conocido como hongo de la madera o causante de la muerte regresiva), lo que provoca una disminución significativa en la producción. Este patógeno se localiza en la planta principalmente en el injerto, el tallo y las ramas (Dirección Regional Agraria de Ayacucho [DRAA], 2023).

1.3. *Lasiodiplodia theobromae*

Lasiodiplodia theobromae es un hongo con amplia distribución geográfica y capacidad para infectar una gran variedad de hospedantes (Masaquiza, 2024), entre ellas el palto (*Persea americana* Mill.) Rodríguez et al. (2025), lo que ocasiona pérdidas significativas en la producción agrícola (Pereira et al., 2006)

De acuerdo con Picos et al. (2015), aunque *L. theobromae* se comporta como un organismo saprófito, también actúa como un patógeno latente, ya que puede permanecer como endófito en tejidos aparentemente sanos y ocasionar enfermedad cuando la planta se encuentra debilitada o sometida a condiciones de estrés. A nivel mundial, se han documentado infecciones por *L. theobromae* en diversos frutales, incluidos mango, aguacate, papaya, plátano, rambután, litchi, uva, guanábana, anacardo, cítricos, durazno y otros, generando pérdidas económicas en diferentes etapas del proceso productivo.

1.3.1. Taxonomía

Según lo señalado por Biobanco (2025); Moreira et al. (2021), la clasificación taxonómica de *Lasiodiplodia theobromae* se establece de la siguiente manera:

Reino: Fungi

Filo: Ascomicota

Clase: Dothideomycetes

Orden: Botryosphaeriales

Familia: Botryosphaeriaceae

Género: *Lasiodiplodia*

Especie: *Lasiodiplodia theobromae*

1.3.2. Características morfológicas

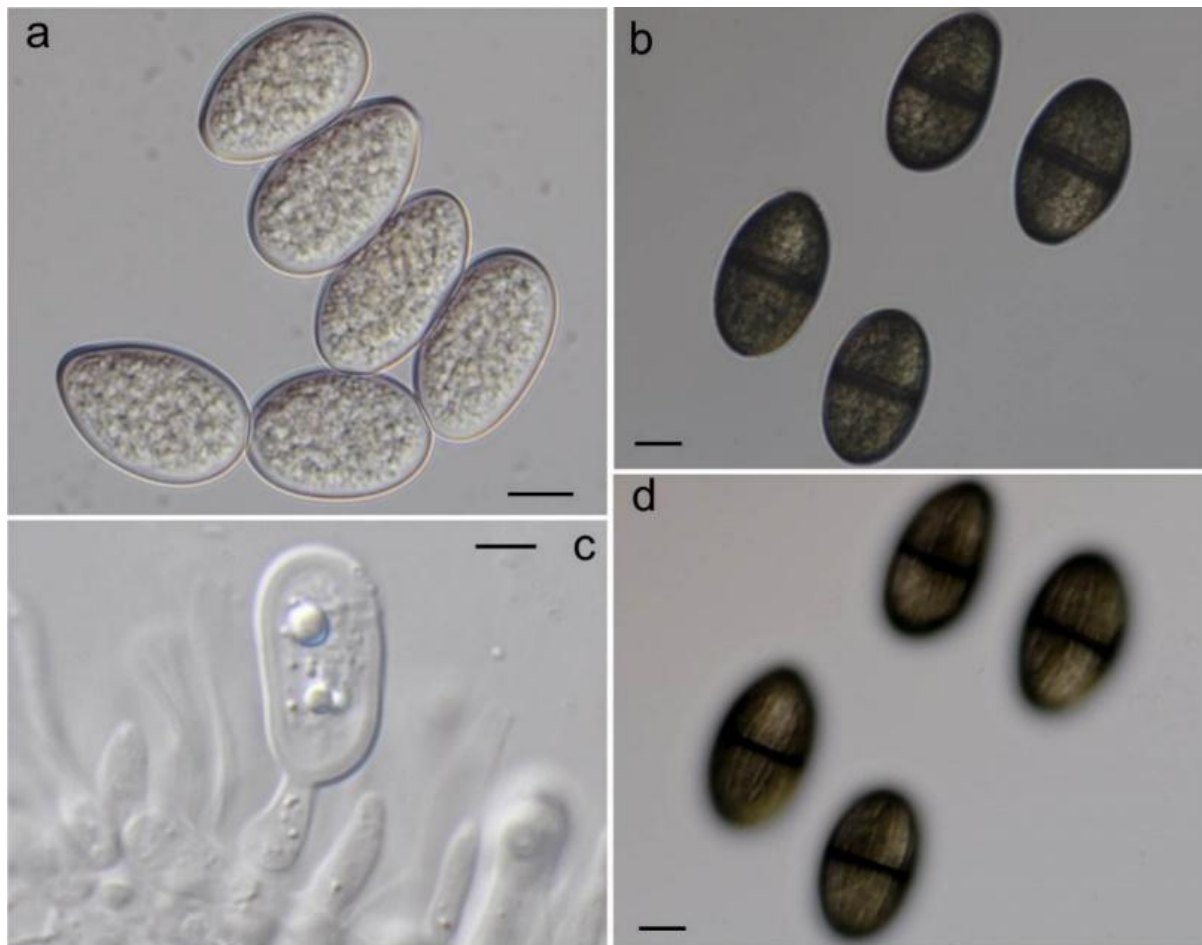
La morfología de *Lasiodiplodia theobromae* exhibe rasgos particulares que resultan fundamentales para su reconocimiento y estudio. Este hongo fitopatógeno se distingue por la organización de su micelio, el desarrollo de sus colonias y la formación de sus estructuras reproductivas (Masaquiza, 2024).

Moreira et al. (2021), describe que, en condiciones de laboratorio, el patógeno inicia su crecimiento con un micelio de color blanco, el cual gradualmente adquiere una tonalidad gris oscura hasta volverse completamente negro. Los picnidios formados son negros, ostiolados y presentan parafisis con un ancho aproximado de 4 μm y una longitud cercana a 55 μm , característica que permite diferenciar al género *Lasiodiplodia* spp. de otros géneros relacionados. Las hifas son totalmente septadas y generan conidióforos cortos y simples, a partir de los cuales se producen los conidios (esporas asexuales). Estos presentan dimensiones que oscilan entre 13,0 y 15,4 μm de ancho y entre 23,6 y 28,2 μm de largo. En su fase inmadura, los conidios son hialinas, elipsoidales, unicelulares, con paredes gruesas y contenido granular; mientras que, en su estado maduro, desarrollan un septo y muestran estrías longitudinales de color marrón oscuro.

La formación de picnidios también se observa en material vegetal previamente infectado por el patógeno y mantenido bajo exposición a la luz solar, lo que permite identificar claramente estas estructuras (Alama et al., 2006).

Figura 1.1

Conidios de Lasiodiplodia theobromae.



Nota. Lasiodiplodia theobromae. a: Conidios jóvenes, B-d: Conidios maduros c: Células conidiógenas y conidios.
Fuente: Griffon y Maubl (1909).

1.3.3. Ciclo patogénico y epidemiología

Vicuña (2023), menciona que, en los periodos de lluvia, la producción de esporas aumenta considerablemente, facilitando su dispersión a través del viento y de las gotas de agua. Estas estructuras pueden ingresar al hospedero mediante lesiones o aberturas naturales, aunque no generan enfermedad mientras la planta mantenga un adecuado estado fisiológico, permaneciendo como endófito. Una vez dentro, el hongo avanza por el sistema vascular antes de que se manifiesten síntomas externos.

Lasiodiplodia theobromae puede persistir como saprófito en tejidos muertos o dañados, tanto en el árbol como en el suelo, y especialmente en frutos con pudrición. Su desarrollo se ve favorecido por temperaturas superiores a 30 °C y por condiciones de estrés ambiental, hídrico o nutricional. Si el fruto es infectado mientras aún está en el árbol, el patógeno puede

permanecer latente hasta que este inicia su maduración. En postcosecha, la infección puede originarse por el contacto con el suelo o con frutos previamente enfermos. La capacidad del hongo para causar daños está asociada a su actividad celulítica, ya que inicialmente utiliza almidón y otros carbohidratos disponibles en el tejido, actuando de forma similar a los hongos de pudrición blanda. Aunque degrada celulosa y hemicelulosa, no tiene la capacidad de descomponer lignina (Vicuña, 2023).

1.3.4. Ciclo patogénico y epidemiología

Tadey (2023), menciona que la infección del hongo se manifiesta con mayor severidad en ramas y raíces, pudiendo localizarse a diferentes alturas del tronco, en las ramas o directamente en el sistema radicular; externamente, las lesiones se observan como áreas oscuras, secas, agrietadas y hundidas en la corteza, mientras que internamente se desarrollan necrosis de color castaño rojizo, de mayor extensión y con aspecto fibroso. En ramas jóvenes, estas lesiones pueden generar hipertrofias y rajaduras, en ocasiones acompañadas de exudados amarillentos, con una rápida expansión del tejido necrosado. A medida que la enfermedad progresa, se manifiesta amarillamiento y marchitez de las hojas, seguidos de defoliación y muerte regresiva, iniciándose las lesiones principalmente en los entrenudos y en los puntos de inserción de hojas y ramas secundarias; en etapas tempranas aparecen manchas marrones claros que luego se agrandan y presentan un centro blanquecino o grisáceo. Uno de los signos más característicos es la presencia de chancros con exudados blanquecinos y grumosos, de tamaño variable, distribuidos tanto en tronco y ramas como en árboles jóvenes y adultos afectados.

1.3.5. Control químico

El control químico de *Lasiodiplodia theobromae*, hongo fitopatógeno responsable de provocar pudriciones, formación de canchros y muerte regresiva en cultivos agrícolas como el palto, el mango y la vid, se sustenta principalmente en el uso de fungicidas de amplio espectro. Entre los productos más empleados se encuentran el hymexazol, el procloraz, el tiabendazol y las formulaciones a base de sulfato de cobre. Estos compuestos se aplican siguiendo dosis y frecuencias previamente establecidas, con el fin de disminuir tanto la incidencia como la severidad de la enfermedad, contribuyendo así a limitar su avance y a proteger la sanidad de los tejidos afectados (Lopez, 2024; Rojas, 2023).

Se sugiere realizar aplicaciones foliares o tratamientos tipo *drench* distribuidos en bloques al azar, incorporando la rotación de productos para prevenir el desarrollo de resistencia. Entre los fungicidas recomendados en etapa de pre cosecha se incluyen compuestos a base de cobre, así como benomil, metil tiofanato y carbendazim. La falta de control adecuado puede asociarse, además, con fallas en los procesos de injertación (Lopez, 2024; Picos et al., 2015; Tovar et al., 2013).

1.4. Descripción de los fungicidas utilizados en el ensayo

1.4.1. Sulfato de cobre

Nombre del producto: Sulfato Cúprico.

Clase de uso: Fungicida – Bactericida Agrícola.

Grupo químico: Compuesto de Cobre

Formulación: Granulado (cristales azules).

Clasificación toxicológica: Ligeramente peligroso

Descripción del producto: “Fungicida – bactericida de contacto, con acción preventiva y curativa, sobre los hongos y bacterias. Actúa por contacto directo sobre patógenos y por inducción de resistencia en la planta, sin generar resistencia. Controla enfermedades fúngicas como mildiu, oídio, roya y moho gris en hortalizas, frutales y ornamentales” (TODO CULTIVO, 2026).

1.4.2. Sulfato de cobre pentahidratado

Nombre del producto: Phyton 27®.

Clase de uso: Fungicida – Bactericida Agrícola.

Grupo químico: Compuesto de Cobre.

Formulación: Suspensión Concentrada (SC).

Clasificación toxicológica: Ligeramente peligroso.

Descripción del producto: “Phyton 27® es un fungicida – bactericida sistémico, con acción preventiva y curativa, sobre los hongos y bacterias que atacan a las diferentes

partes de las plantas: raíz, tallos, hojas y frutos. Puede ser usado en cultivos de exportación” (AGROBESSER, 2026).

1.4.3. Benomyl

Nombre del producto: Farmathe.

Clase de uso: Fungicida.

Grupo químico: Benzimidazoles.

Formulación: Polvo mojable (WP).

Clasificación toxicológica: Moderadamente peligroso.

Descripción del producto: “Farmathe es un fungicida sistémico y erradicante, efectivo contra un amplio rango de hongos que afectan diversos cultivos en el campo. Cuando se aplica al follaje, penetra en el tejido y se trasloca por la savia a toda la planta. Se puede aplicar en plantas jóvenes hasta la cosecha, incluso en tratamientos de desinfección de semillas” (FARMAGRO, 2026).

1.4.4. Carbendazim

Nombre del producto: Benzifarm.

Clase de uso: Fungicida.

Grupo químico: Benzimidazoles.

Formulación: Suspensión concentrada (SC)

Clasificación toxicológica: Ligeramente peligroso.

Descripción del producto: “Benzifarm es un fungicida sistémico, con actividad preventiva y curativa, perteneciente al grupo de los benzimidazoles. Efectivo contra un amplio rango de hongos que afectan diversos cultivos en el campo y posee buena residualidad cuando se aplica al follaje. Penetra en el tejido translocándose por la savia a toda la planta, es usado para el control de Botritis y otros hongos” (FARMAGRO, 2026).

CAPÍTULO II

METODOLOGÍA

2.1. Ubicación

La investigación se desarrolló en dos fases. La primera se realizó en campo, donde se recolectaron las muestras vegetales. La segunda etapa se llevó a cabo en el laboratorio e incluyó el aislamiento y la identificación morfológica del patógeno, la prueba de patogenicidad, los ensayos de control químico *in vitro* y la aplicación de los tratamientos químicos seleccionados a plantones de palto.

2.1.1. Fase campo

Ubicación política.

Región : Ayacucho

Provincia : La Mar

Distrito : San Miguel

Ubicación geográfica.

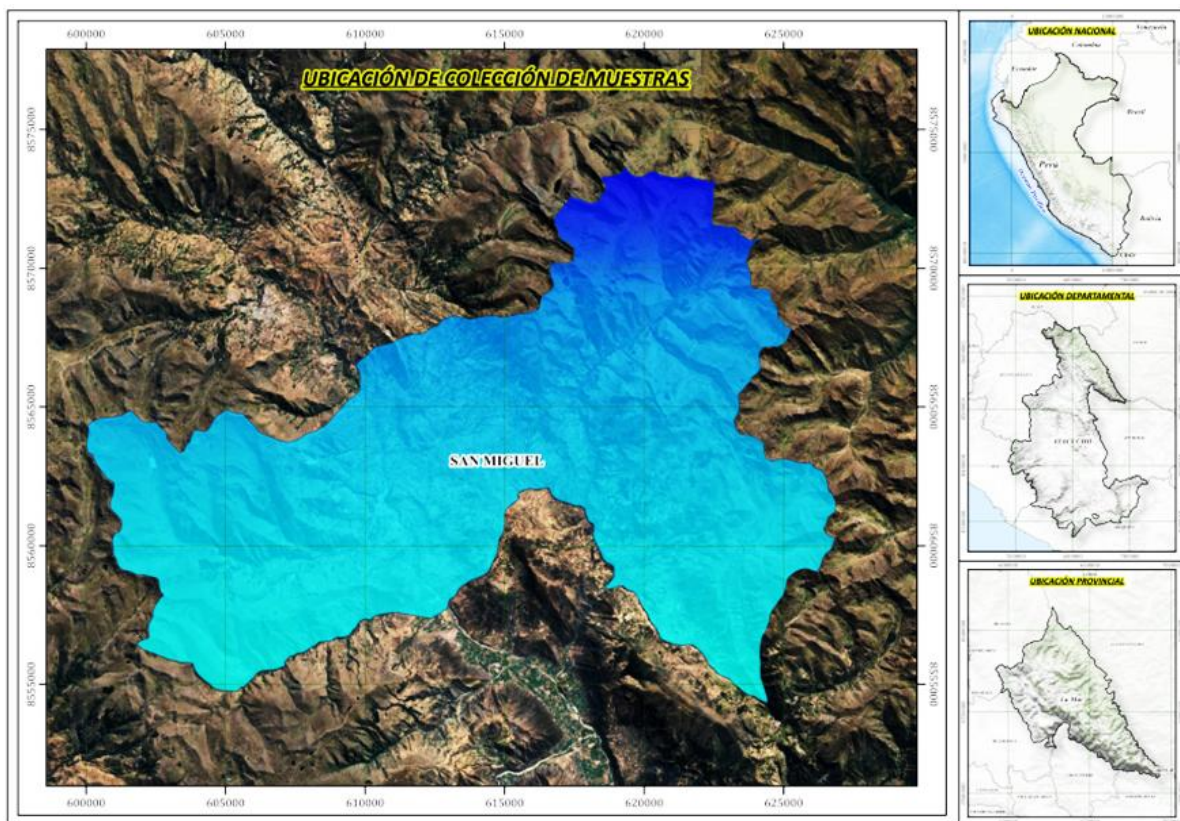
Latitud : 13° 0' 45"

Longitud : 73° 58' 52"

Altitud : 2 668 msnm

Figura 2.1

Mapa del distrito de San Miguel



2.1.2. Fase laboratorio

Se llevó a cabo en las instalaciones del laboratorio de Fitopatología, perteneciente a la Escuela Profesional de Agronomía de la Facultad de Ciencias Agrarias de la UNSCH.

Ubicación política.

Región : Ayacucho

Provincia : Huamanga

Distrito : Ayacucho

Ubicación geográfica

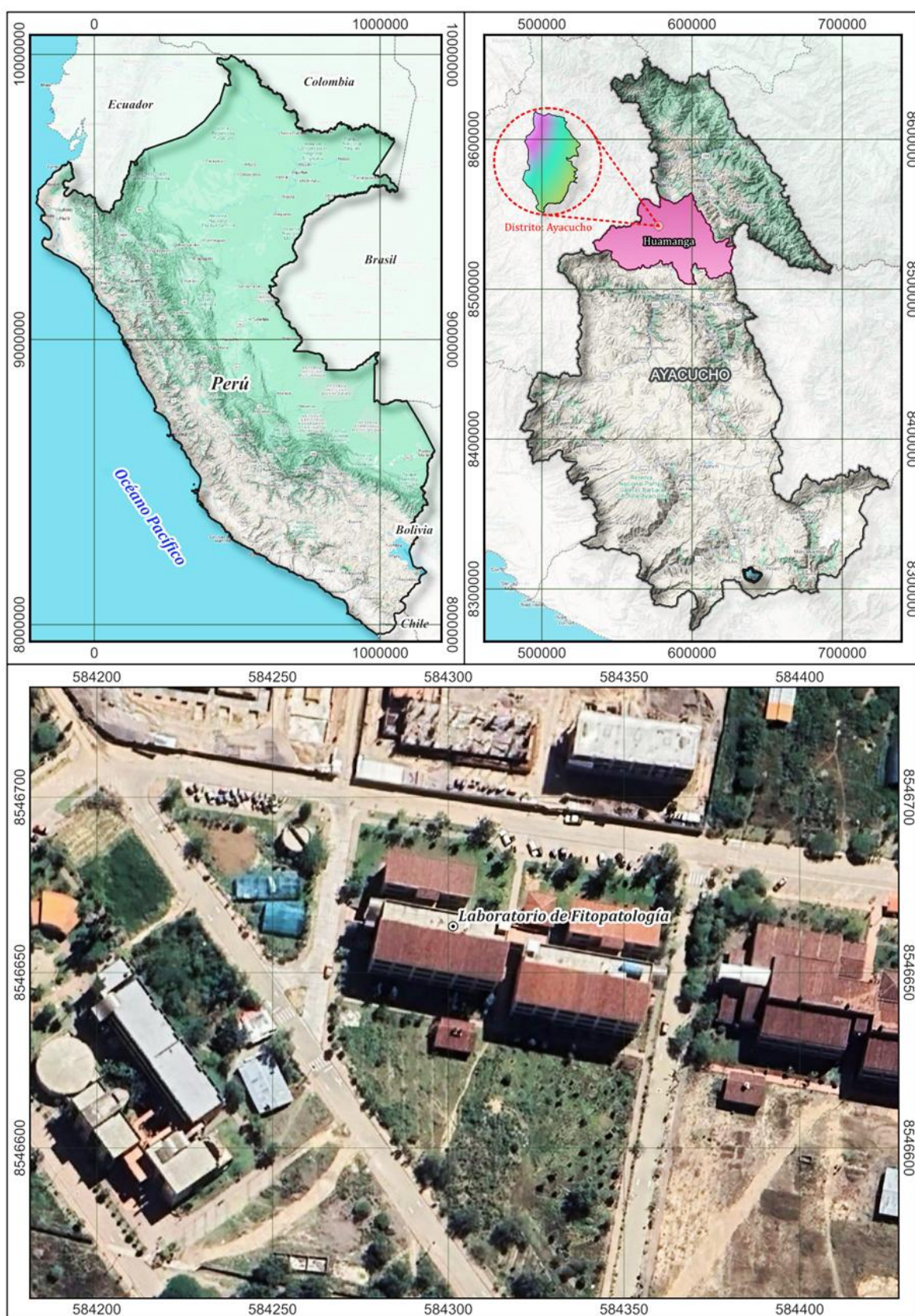
Latitud : 13° 08' 43"

Longitud : 74° 13' 20"

Altitud : 2 788 msnm

Figura 2.2

Mapa de la ubicación de laboratorio



2.2. Materiales y equipos

2.2.1. *Material biológico*

- Muestras de palto Hass
- Cepas de *Lasiodiplodia Theobromae*.

2.2.2. *Materiales de campo*

- Cuaderno de apunte
- lapicero
- Bolsas
- Serrucho
- Tijera de poda
- Cooler

2.2.3. *Materiales de laboratorio*

- Placas Petri
- Agar
- Vaso precipitado
- Probeta
- Mechero
- Bolsa polipropileno
- Cinta Parafilm
- Tetraciclina
- Botellas de vidrio
- Estiletes
- Alcohol de 70° y 96°
- Sacabocado
- Puntas para micropipeta
- Micropipetas
- Cubre objeto
- Porta objeto
- PDA
- Tubo de ensayo
- Marcador indeleble
- Jeringa de 400 ml

2.2.4. *Equipos*

- Estufa
- Autoclave
- Refrigerador
- Conservadora
- Microscopio
- Estereoscopio
- Microscopio con pantalla
- Balanza de precisión
- Cámara de flujo laminar
- Horno microonda

2.3. Método procedimental

2.3.1. Factores de estudio

a) Caracterización morfológica de *Lasiodiplodia theobromae*

- Característica macroscópica
- Característica microscópica

b) Control químico de *Lasiodiplodia theobromae* *in vitro* y en plantones de palto

- T0 : Testigo (sin aplicación)
- T1 : Sulfato de cobre
- T2 : Sulfato de cobre pentahidratado
- T3 : Benomyl
- T4 : Carbendazim

2.3.2. Diseño experimental

Se empleó el Diseño Completamente al Azar (DCA) con cinco repeticiones a nivel *in vitro* y 7 repeticiones en plantones, aplicando el siguiente modelo lineal aditivo:

$$Y_{ij} = u + T_i + E_{ij}$$

Donde:

Y_{ij} = Observación cualquiera del i -ésimo tratamiento y j -ésima repetición

u = Promedio de las unidades experimentales

T_i = Efecto del i -ésimo tratamiento

E_{ij} = Error experimental

2.4. Conducción del ensayo

2.4.1. Colección de muestras vegetales

Las muestras fueron recolectadas de la parcela del señor Iván Lujan Gutiérrez, ubicado en el centro poblado de Illaura, distrito de San Miguel. Para ello, se realizó una inspección en plantaciones de palto variedad Hass, con una edad aproximada de cinco años, con el fin de identificar plantas que presentaran síntomas característicos de muerte regresiva. De cada planta

sintomática se extrajeron segmentos de tallos y ramas con longitudes comprendidas entre 10 y 20 cm. Las muestras obtenidas fueron colocadas en bolsas de polietileno, debidamente rotuladas con la información correspondiente para su adecuada identificación. Posteriormente, las muestras fueron acondicionadas en un cooler (nevera portátil), a fin de conservar su integridad durante el traslado al laboratorio de Fitopatología, donde se realizaron los análisis respectivos.

Figura 2.3

Colección de muestras



Nota. A: árbol de palto con muerte regresiva, B: colección de material vegetal.

2.4.2. Aislamiento

Preparación del medio de cultivo.

Para efectuar el aislamiento, se preparó un litro de medio Papa Dextrosa Agar (PDA). Para ello, se pesaron 39 g de medio PDA formulado y se disolvieron en 1 litro de agua previamente hervida. La solución obtenida fue esterilizada en autoclave a 121 °C durante 15 minutos. Una vez esterilizado el medio y antes de su distribución en las placas Petri, se incorporó 0.5 gramos de tetraciclina bajo condiciones asépticas con el propósito de inhibir el crecimiento bacteriano. Luego, el medio fue vertido en placas Petri estériles dentro de la cámara de flujo laminar y se dejó solidificar.

Preparación y desinfección del material vegetal.

Los fragmentos de tallos y ramas recolectados fueron sometidos a una limpieza preliminar mediante sucesivos lavados. Posteriormente, las muestras se seccionaron en piezas de 5 a 10 mm obtenidas de la zona del límite entre el tejido sano y el afectado. Estas porciones

fueron desinfectadas por inmersión en alcohol al 70 % durante 2 minutos, seguidamente, se enjuagaron dos veces con agua esterilizada. Una vez desinfectadas, los segmentos de las muestras se colocaron sobre papel toalla estéril y se dejaron secar dentro de la cámara de flujo laminar.

Figura 2.4

Preparación del material vegetal



Nota. Fragmentación de muestra vegetales.

Siembra del material vegetal e incubación.

Una vez secas, las porciones de tejido fueron sembradas en placas que contenían medio PDA. En cada placa se dispusieron cinco fragmentos, organizados en forma de cruz. Las placas Petri fueron rotuladas con la información correspondiente, envueltas cuidadosamente con papel y colocadas dentro de bolsas de polipropileno para prevenir la desecación y evitar la contaminación externa. Finalmente, las placas se incubaron en una estufa a 25 °C durante 6 días. A lo largo de este periodo, se efectuaron observaciones periódicas del crecimiento micelial con el fin de identificar colonias que presentaran características compatibles con el género *Lasiodiplodia*.

2.4.3. Purificación

La purificación del hongo se realizó 6 días después de la siembra inicial. A partir de las placas Petri que presentaban crecimiento micelar con características propio del género

Lasioidiplodia, se extrajo un disco de aproximadamente 5 mm de diámetro, el cual se colocó en el centro de nuevas placas Petri que contenían medio PDA. Se efectuaron cinco repeticiones para asegurar la obtención de cultivos puros. Posteriormente, las placas fueron incubadas en la estufa a una temperatura de 25 °C hasta observar un crecimiento micelial uniforme y libre de contaminantes.

2.4.4. Caracterización morfológica

La caracterización morfológica de los aislamientos puros se realizó con el propósito de identificar al patógeno. Este proceso incluyó varias etapas y observaciones detalladas.

Para la caracterización macroscópica, se analizaron aspectos como el color del micelio y textura de la colonia, incubadas a 25 °C. El índice de crecimiento del micelio se determinó mediante la siguiente fórmula:

$$\text{Crecimiento micelial} = \frac{\text{Crecimiento total (cm)}}{\text{Tiempo total (días)}}$$

Expresando el resultado en centímetros por día (cm/día). Las mediciones continuaron hasta que el micelio cubrió por completo el medio de cultivo en la placa Petri.

En cuanto a la caracterización microscópica, se evaluó la presencia o ausencia de septos, así como la longitud y el ancho de 100 conidios, utilizando un microscopio acoplado a una pantalla digital (Bio Blue) a un aumento de 40X. Además, se registraron la forma y el color de los conidios.

Finalmente, la identificación del género se efectuó considerando las características microscópicas y macroscópicas observadas, siguiendo la clave taxonómica propuesta por Barnett y Hunter (1998). En cuanto a la identificación a nivel de especie, esta se estableció tomando como referencia los criterios y resultados reportados en investigaciones previas realizadas por Li et al. (2013) y Vicuña (2023).

2.4.5. Prueba de patogenicidad

La prueba de patogenicidad se llevó a cabo conforme a lo descrito por Holguín et al. (2025, pp. 33-38).

Se utilizó un aislamiento de *Lasioidiplodia theobromae* previamente identificado, el cual fue cultivado en placas Petri con medio PDA e incubado durante 10 días a 25 °C, hasta obtener un crecimiento micelial activo.

Para la inoculación, se utilizó plantones de palto variedad Hass, los cuales fueron sometidos previamente a estrés hídrico por cinco días. Antes del procedimiento, se realizó la limpieza del área de inoculación en el tallo, seguida de la perforación con un sacabocado esterilizado. Posteriormente, se extrajo un disco de 5 mm de diámetro con micelio del patógeno, el cual fue colocado en el orificio realizado. La zona inoculada fue cubierta con algodón húmedo (esterilizado) y posteriormente sellada con cinta Parafilm, con la finalidad de proteger el punto de inoculación.

Después de la inoculación, los plantones se mantuvieron en condiciones ambientales durante 30 días, durante el cual se realizaron evaluaciones periódicas para la observación de síntomas. Se estableció un régimen de riego interdiario, acorde con el consumo hídrico de las plantas. El punto de inoculación fue humedecido interdiariamente con agua esterilizada, utilizando una jeringa de 400 ml.

El experimento se realizó con cuatro repeticiones para el tratamiento y cuatro repeticiones para el testigo, empleándose un total de ocho plantones.

Finalmente, el porcentaje de incidencia de la enfermedad se determinó mediante la fórmula propuesta por Agrios (2005), citado por Bautista (2024), dividiendo el número de plantas infectadas entre el número total de plantas evaluadas y multiplicando el resultado por 100.

$$\% \text{ de Incidencia} = \frac{\text{Número de plantas infectadas}}{\text{Número total de plantas evaluadas}} \times 100$$

2.4.6. Preparación de medio envenenado

La preparación del medio envenenado se realizó utilizando el medio de cultivo, empleando los mismos materiales y cantidades previamente indicadas. Una vez listo, se distribuyeron 100 ml en cada una de las cinco botellas de vidrio, las cuales fueron esterilizadas en autoclave a 121 °C durante 15 minutos. Tras la esterilización, cuando el medio alcanzó la

temperatura adecuada para el plaqueo (37 a 40 °C), se añadieron los fungicidas correspondientes a cada botella. A continuación, se realizaron movimientos circulares para asegurar una mezcla homogénea del medio con los fungicidas. Finalmente, la mezcla se vertió en placas Petri de acuerdo con la distribución establecida en el diseño experimental; en el caso del testigo, se incorporó un antibiótico antes del plaqueo para prevenir la contaminación bacteriana.

Tabla 2.1

Tratamientos y dosis empleados en el ensayo in vitro

Tratamiento	Código	Dosis recomendada /cil	Dosis utilizada μ l/100 ml de medio	Repetición
Testigo	T0	-	-	5
Sulfato de cobre	T1	500 g	0.25 g	5
Sulfato de cobre pentahidratado	T2	500 ml	250 μ l	5
Benomyl	T3	200 g	0.1 g	5
Carbendazim	T4	250 ml	125 μ l	5

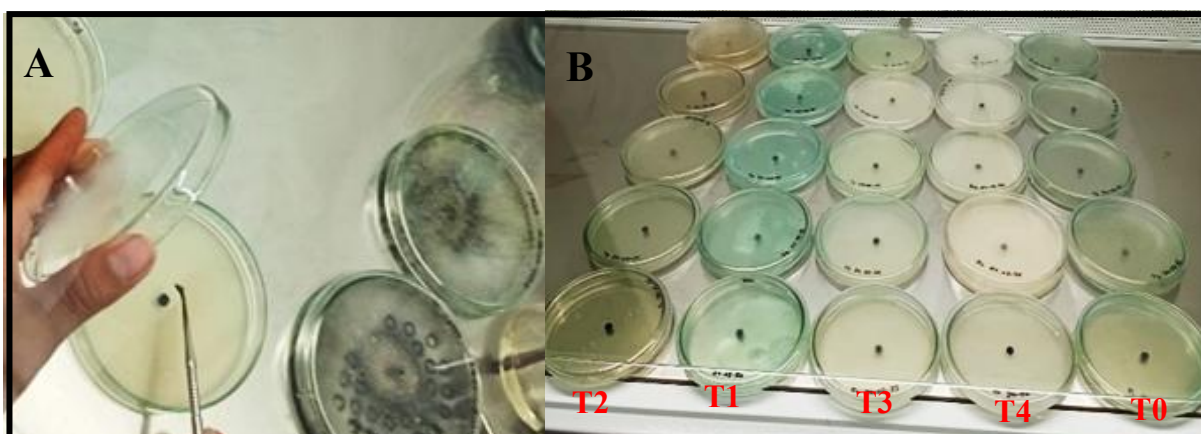
2.4.7. Siembra en medio envenenado

La siembra se realizó en una cámara de flujo laminar para asegurar condiciones estériles, con ayuda de un sacabocado, se extrajo un disco de micelio de 5 mm de diámetro a partir de la placa de Petri que contenía el patógeno purificado. Los discos se colocaron en el centro de cada placa Petri con medio envenenado.

Posteriormente, cada placa fue rotulada con el tratamiento correspondiente y la fecha, y sellada con cinta Parafilm para evitar la entrada de contaminantes u otros patógenos. Finalmente, las placas se incubaron en una estufa a una temperatura de 25 °C.

Figura 2.5

Siembra del patógeno en medio envenenado



Nota. A: siembra del patógeno en medio envenado, B: *Lasiodiplodia theobromae* sembrada en placas Petri que contienen medio envenenado, de acuerdo con cada tratamiento.

2.4.8. Determinación del PIM

Para determinar el porcentaje de inhibición micelial (PIM), se realizaron mediciones cada 24 horas después de la siembra en el medio envenenado. Este registro se mantuvo hasta que la placa Petri correspondiente al testigo presentó una colonización completa por el micelio, lo que permitió un seguimiento preciso del crecimiento del patógeno en el medio de cultivo.

El cálculo del PIM se efectuó utilizando la fórmula propuesta por Alburqueque y Gusqui (2018), la cual se presenta a continuación:

$$\text{PIM/PICM} = ((R1-R2) / R1) * 100$$

Donde

PIM : porcentaje de inhibición micelial %.

R1 : Crecimiento micelial del testigo (cm).

R2 : Crecimiento micelial del patógeno en medio envenado (cm).

2.4.9. Prueba de control químico en plantones

Para esta prueba se adquirieron plantones de palto de la variedad Hass, a los cuales se les aplicaron productos químicos mediante la técnica de drench (400 ml de caldo por cada plantón) 10 días antes y 15 días después de la inoculación con el patógeno. Se emplearon los

mismos productos utilizados en la prueba de control *in vitro*, y las concentraciones y dosis específicas de cada tratamiento se detallan en la tabla 2.2.

Previo a la inoculación, los plántones fueron sometidos a estrés hídrico durante cuatro días para aumentar su susceptibilidad al patógeno, permaneciendo sin riego un total de nueve días, considerando los cuatro días anteriores, el día de la inoculación y los cuatro días posteriores a la inoculación. El riego se reanudó al décimo día (figura 2.6).

La inoculación se efectuó realizando un orificio de 0.5 cm de diámetro en la parte de la pluma de cada plánton, utilizando un sacabocado. En el orificio se introdujo un disco de medio de cultivo con crecimiento micelial del patógeno. Posteriormente, la zona inoculada fue cubierta con algodón estéril humedecido y sellada con cinta Parafilm, con el fin de proteger el tejido y favorecer la infección.

Finalmente, en esta prueba se evaluaron la incidencia y la severidad de la enfermedad. Se emplearon siete plántones por tratamiento y siete plántones como testigo. La evaluación se realizó 30 días después de la inoculación. Para determinar la severidad, se midió la longitud de las lesiones mediante cortes transversales del tejido afectado.

El porcentaje de incidencia se determinó conforme a la formula mencionado anteriormente, mientras que el porcentaje de severidad de la enfermedad se calculó mediante la fórmula propuesta por Vecilla y Goyes (2025), la cual se presenta a continuación:

$$\% \text{ de severidad} = \frac{\text{área del tejido enfermo}}{\text{área total}(\text{área sana} + \text{área enferma})} \times 100$$

Figura 2.6

Manejo de riego antes y después de la inoculación



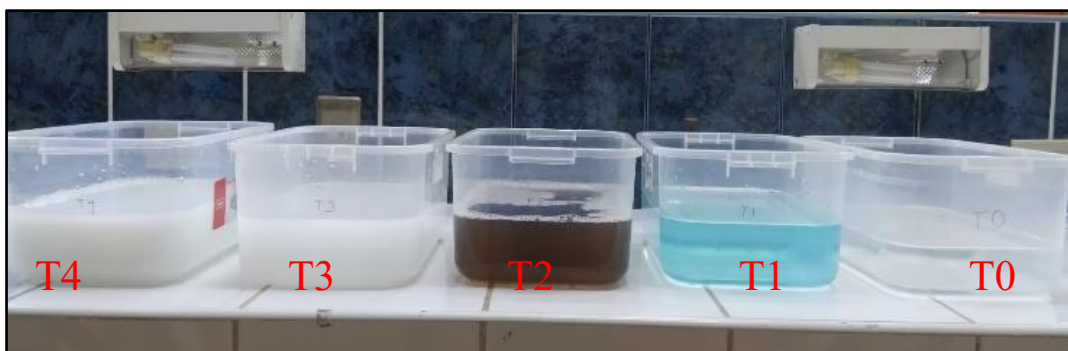
Tabla 2.2

Tratamientos y dosis empleados en el ensayo en plantones

Tratamiento	Código	Dosis recomendada /cil.	Dosis Utilizada $\mu\text{l}/2\ 800\ \text{ml de agua}$	Repetición
Testigo	T0	-	-	7
Sulfato de cobre	T1	500 g	7 g	7
Sulfato de cobre pentahidratado	T2	500 ml	7 ml	7
Benomyl	T3	200 g	2.8 g	7
Carbendazim	T4	250 ml	3.5 ml	7

Figura 2.7

Productos químicos preparados para su aplicación en los plantones



Nota. 2 800 ml de caldo por tratamiento.

2.3. Análisis de datos

El análisis estadístico se efectuó mediante el software InfoStat, donde los datos fueron sometidos a un análisis de varianza. Luego, se aplicó la prueba de comparación múltiple de Tukey con un nivel de significancia de $\alpha = 0.05$.

2.4. Tipo de investigación

La investigación es descriptiva-experimental.

CAPÍTULO III

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. Aislamiento de *Lasiodiplodia theobromae*

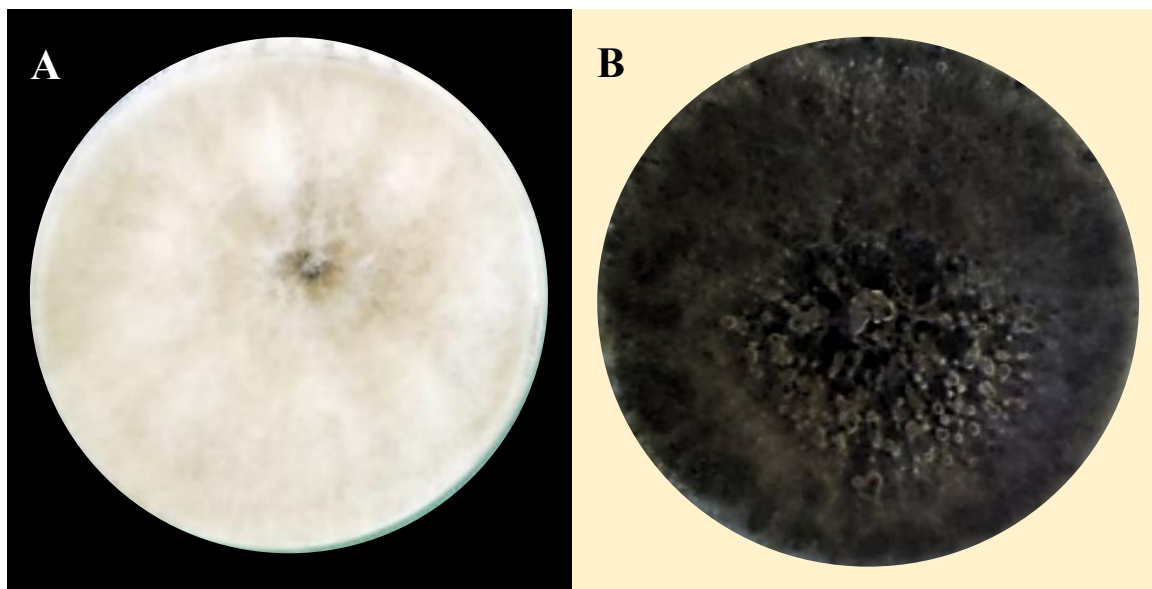
Se logró aislar *Lasiodiplodia theobromae* exitosamente a partir del material vegetal que evidenciaba síntomas propios de la muerte regresiva. Este resultado permitió corroborar que el microorganismo está directamente asociado con la manifestación de la enfermedad en el cultivo de palto, constituyéndose como su agente causal.

Los hallazgos de este estudio coinciden con lo señalado por Bautista, (2024), quien también logró aislar *Lasiodiplodia* spp. a partir de muestras de palto procedentes del distrito de San Miguel-La Mar que presentaban síntomas evidentes de muerte regresiva. Esta concordancia entre los estudios refuerza la evidencia existente y confirma que el patógeno en cuestión mantiene una relación directa con la aparición y desarrollo de esta enfermedad en el cultivo.

3.2. Caracterización morfológica de *Lasiodiplodia theobromae*

Figura 3.1

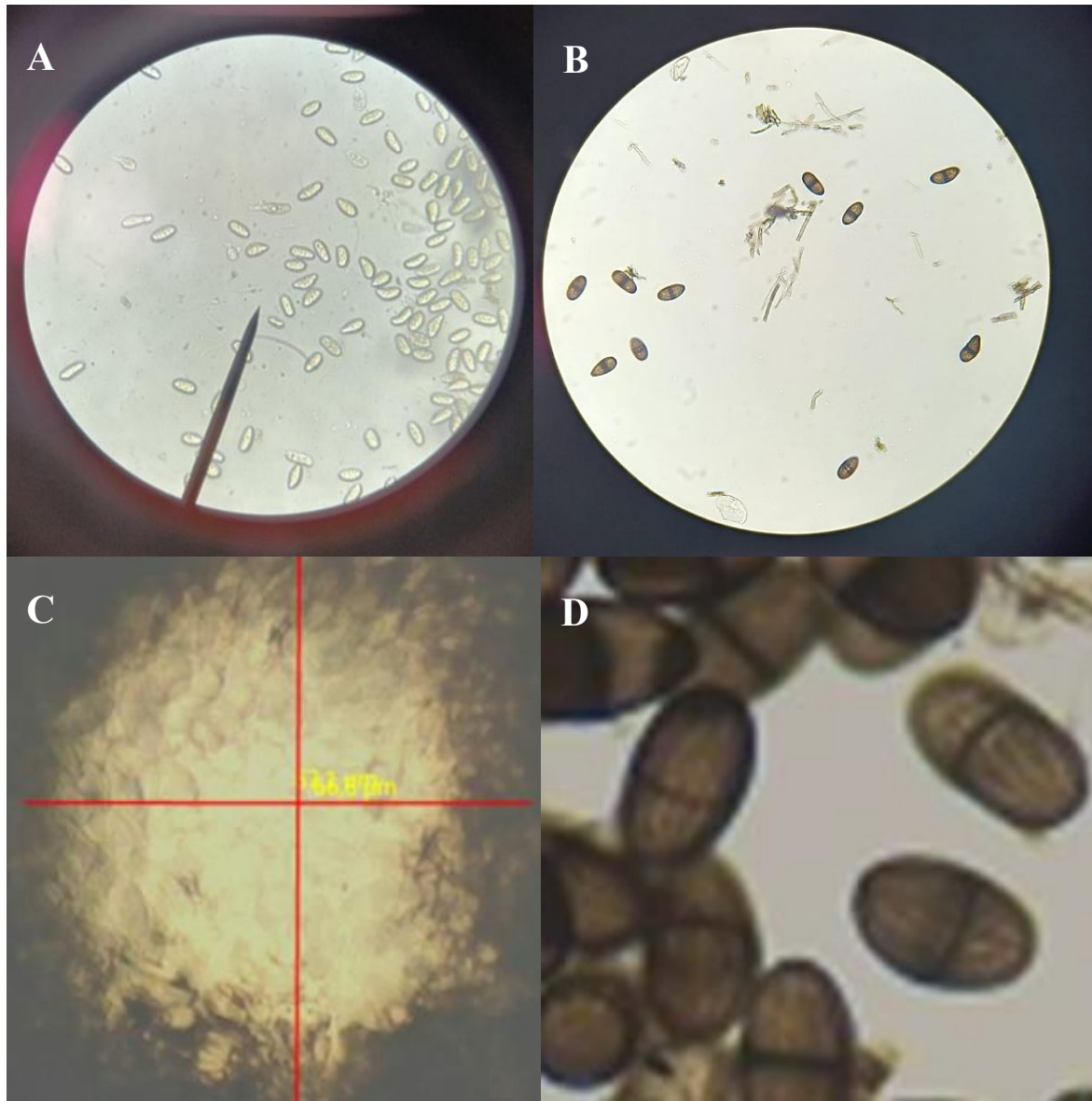
Características macroscópicas de Lasiodiplodia theobromae



Nota: Identificación del hongo A: Colonia de 6 DDS, B: Colonia de 15 DDS.

Figura 3.2

Características microscópicas de Lasiodiplodia theobromae



Nota: Identificación del hongo A: Conidio inmaduro, B: conidio maduro, C: Picnidios, D: Conidios maduros.

Las características macroscópicas observadas en los aislamientos presentaron un micelio denso, durante los primeros días de crecimiento presentó una coloración blanca. Conforme avanzó el desarrollo, el micelio adquirió tonalidades que variaron de gris oliváceo a gris oscuro, finalmente cambio a un color negro alrededor de los 7 a 8 días. Las colonias lograron llenar la placa en aproximadamente 6 días, registrando una tasa de crecimiento promedio de 0.75 cm/día a 25 °C en medio PDA, evidenciándose además un incremento progresivo en la densidad del micelio.

Los resultados obtenidos presentan similitud con los hallazgos de Picos et al. (2015), quienes describieron que *Lasiodiplodia theobromae* desarrolló colonias con micelio aéreo de densidad moderada y una coloración inicialmente blanca que hacia el séptimo día evolucionó a gris olivo y posteriormente a tonos negros.

De igual manera, Bautista (2024) reportó que los aislamientos de *Lasiodiplodia* spp. mostraron un micelio compacto que cambió progresivamente de blanco a gris olivo y finalmente a gris oscuro. En dicho estudio, las colonias cubrieron toda la placa en cuatro días, con una tasa de crecimiento promedio de 2.98 cm/día a 27 °C.

En cuanto a las características microscópicas, en las colonias se observó la formación de masas estromáticas de color gris, dentro de las cuales se identificaron varios picnidios de forma globosa y tonalidades de marrón oscuro a negro con un tamaño promedio de $198.00 \times 123.30 \mu\text{m}$. Los conidióforos fueron hialinos, mientras que los conidios mostraron una formación acrógena y presentaron formas elipsoidales. En etapas iniciales, los conidios fueron hialinos y de una célula, sin embargo, con el paso del tiempo desarrollaron una coloración marrón oscura bicelulares y exhibieron estrías longitudinales, alcanzando un tamaño promedio de $30.6 \times 14.9 \mu\text{m}$.

Las características macroscópicas y microscópicas descritas coinciden con las establecidas en la clave taxonómica de Barnett y Hunter (1998). Siguiendo la secuencia diagnóstica propuesta: Sphaeropsidales (conidios producidos en picnidios); 1a. Conidios globosos o elipsoidales no filiforme; 2b. Conidios bicelulares; 45b. Conidios oscuros; 51b. Picnidios agrupadas en estroma. Así se determinó la pertenencia del aislamiento al género *Botryodiplodia*, nombre actualmente reconocido como sinónimo de *Lasiodiplodia*.

Asimismo, la identificación a nivel de especie se sustentó en las características morfológicas de la colonia, así como en la morfología y dimensiones de los conidios, las cuales coincidieron con las descritas para *Lasiodiplodia theobromae* en investigaciones previas. En este sentido, Li et al. (2013), reportaron conidios con dimensiones entre $20.0 - 28.0 \mu\text{m} \times 10.5 - 16.0 \mu\text{m}$, mientras que Vicuña (2023), reportó conidios de $31.01 \times 16.76 \mu\text{m}$.

Tabla 3.1

Características de la colonia de Lasiodiplodia theobromae

Color	Ratio de crec.	Micelio
Blanco - gris oliváceo a gris oscuro - negro	0.75 cm/día	Denso

Tabla 3.2

Características del conidio de Lasiodiplodia theobromae

Ancho $\bar{X}$ (μm)	Largo $\bar{X}$ (μm)	Nº septo	Estría longitudinal	Color	Nº de células
14.9	30.6	1	Sí	Marrón oscuro	2

3.3. Resultado de la prueba de patogenicidad

Figura 3.3

Presencia de exudación en la zona inoculada



Nota. Exudación en la zona inoculada con el patógeno.

Tabla 3.3*Porcentaje de incidencia*

Variedad	Patógeno	Incidencia (%)
Hass	<i>Lasiodiplodia theobromae</i>	100

A los 15 días posteriores a la inoculación con *Lasiodiplodia theobromae*, se evidenció la aparición de los primeros síntomas de la enfermedad en los plántones evaluados. Las repeticiones uno y tres presentaron emisión de exudados y el inicio de la marchitez foliar.

A los 30 días después de la inoculación, se observó que los plántones de palto inoculados desarrollaron síntomas similares a los registrados en los plántones originalmente colectados, de los cuales se obtuvieron los aislamientos del patógeno. Asimismo, el análisis de la incidencia resultó el 100 %.

Los resultados obtenidos en el presente estudio concuerdan con lo reportado por Bautista (2024), quien registró bajo condiciones de laboratorio una incidencia del 100 % de *Lasiodiplodia* spp. en plántones de la variedad Hass. Estos hallazgos confirman la elevada capacidad patogénica del aislamiento evaluado y respaldan su implicancia como agente causal de los síntomas observados en el cultivo de palto.

3.4. Efecto de productos químicos contra *Lasiodiplodia theobromae* in vitro

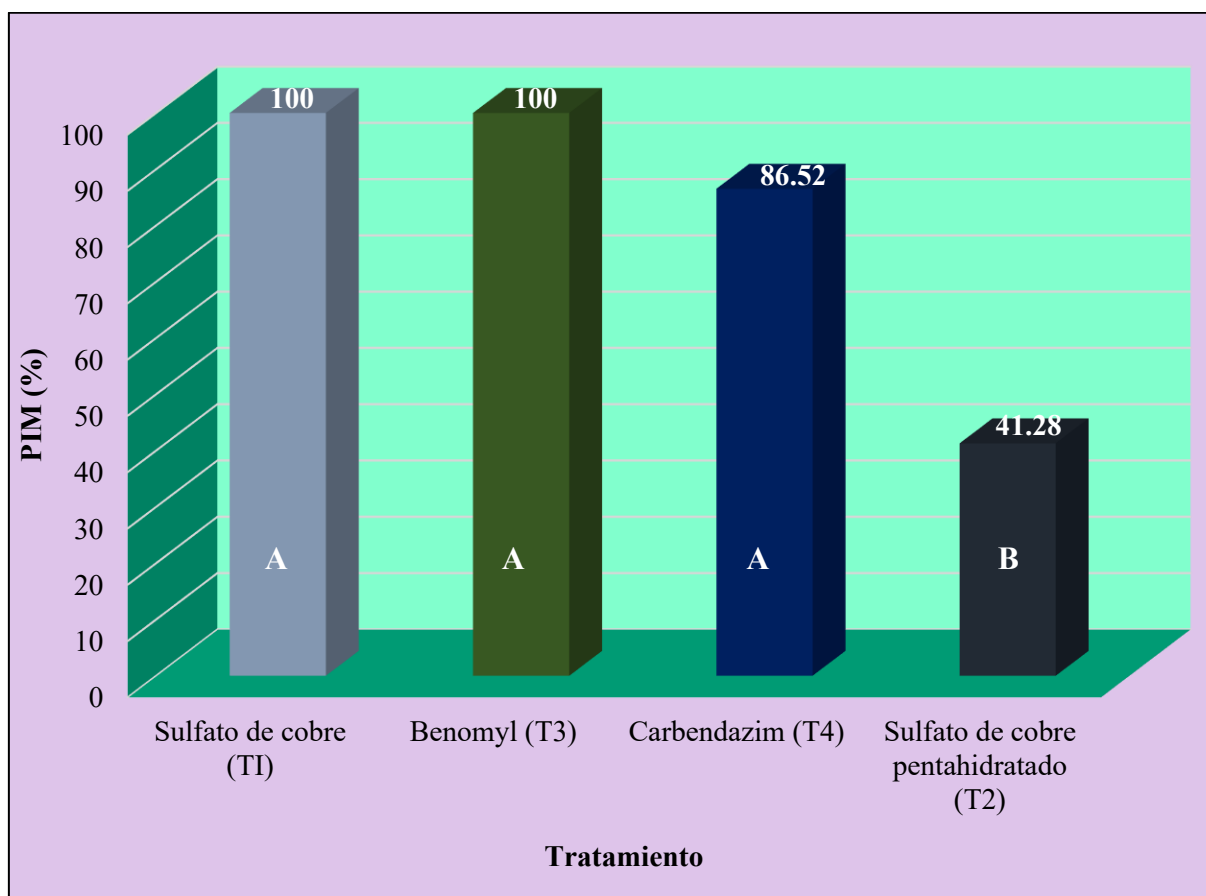
Tabla 3.4*ANOVA de la eficiencia de los productos químicos sobre Lasiodiplodia theobromae in vitro*

F.V.	Gl	SC	CM	F	p-valor
Tratamiento	3	11632.32	3877.56	43.63	<0.0001**
Error	16	1422.02	88.88		
Total	19	13054.71			

CV = 11.50 %

Figura 3.4

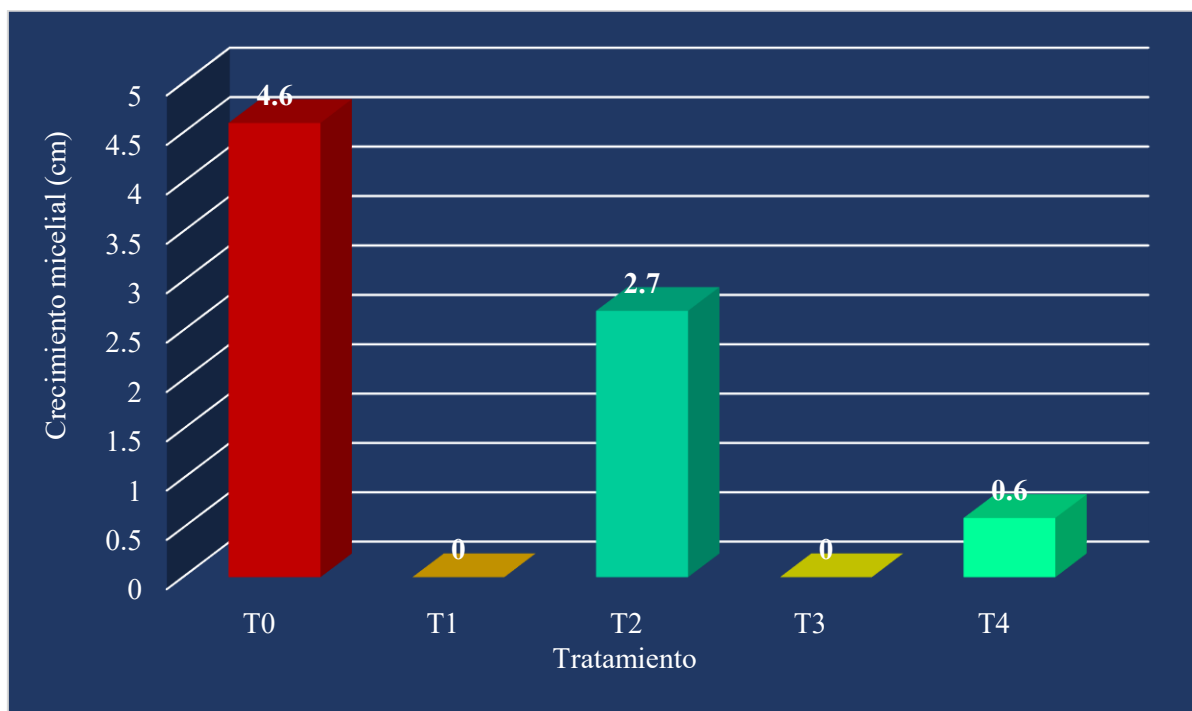
Tukey de la eficiencia de los productos químicos sobre Lasiodiplodia theobromae in vitro



La tabla 3.4 se observa el análisis de varianza (ANOVA) de la eficiencia de los productos químicos evaluados sobre *Lasiodiplodia theobromae in vitro*. Los resultados evidencian la existencia de diferencias altamente significativas entre los tratamientos, con un coeficiente de variación de 11.50%. Asimismo, la figura 3.4 muestra la prueba de Tukey, en la cual se observa que los tratamientos T1, T3 y T4 no muestran diferencia estadísticamente entre sí, mientras que el tratamiento T2 presenta diferencia respecto a los demás.

Figura 3.5

Inhibición micelial de Lasiodiplodia theobromae al sexto día



En este estudio se observó que el Sulfato de cobre y el Benomyl fueron capaces de detener por completo el crecimiento micelial de *Lasiodiplodia theobromae*, alcanzando una inhibición del 100 % al sexto día después de la siembra, bajo una temperatura de incubación de 25 °C. Este comportamiento demuestra la elevada eficacia de ambos productos frente al patógeno, lo que los perfila como alternativas importantes para el manejo de la enfermedad.

Los resultados obtenidos guardan relación con lo señalado por Chaupín (2018), quien reportó porcentajes de inhibición del crecimiento micelial de *Lasiodiplodia theobromae* entre 94.4 % a 97.9 % con la aplicación de sulfato de cobre y entre 77.4 % a 85.1 % al utilizar Benomyl. La mayor inhibición observada en este estudio podría atribuirse a variaciones en la dosis del producto utilizado.

En el caso del Carbendazim, el crecimiento micelial de *Lasiodiplodia theobromae* comenzó a observarse desde el segundo día de incubación, lo que indica que el producto no logró detener completamente el desarrollo inicial del hongo; sin embargo, sí limitó de forma importante su velocidad de crecimiento. Al sexto día, el micelio presentó un crecimiento promedio de 0.6 cm, teniendo un porcentaje de inhibición del 86.52 %. Estos resultados se acercan a los reportes por Alburquerque y Gusqui (2018) y Valle et al. (2019), quienes

obtuvieron una inhibición total del crecimiento micelial con el uso de Carbendazim, diferencias que podrían estar relacionadas principalmente con la concentración del fungicida empleada.

Por su parte, el Sulfato de cobre pentahidratado mostró un efecto inhibitorio parcial, ya que el crecimiento micelial del patógeno se inició a partir del segundo día de incubación. Al sexto día después de la siembra, el micelio alcanzó un crecimiento promedio de 2.7 cm, teniendo una inhibición del 41.28 %. Estos resultados coinciden con los reportados por Soto (2018), quien registró un porcentaje de inhibición similar de 41.74 %, lo que confirma que este compuesto reduce el crecimiento micelial de *Lasioidiplodia theobromae*, aunque sin lograr una inhibición completa.

Figura 3.6

Colonia de Lasiodiplodia theobromae en medio envenado con Sulfato de cobre

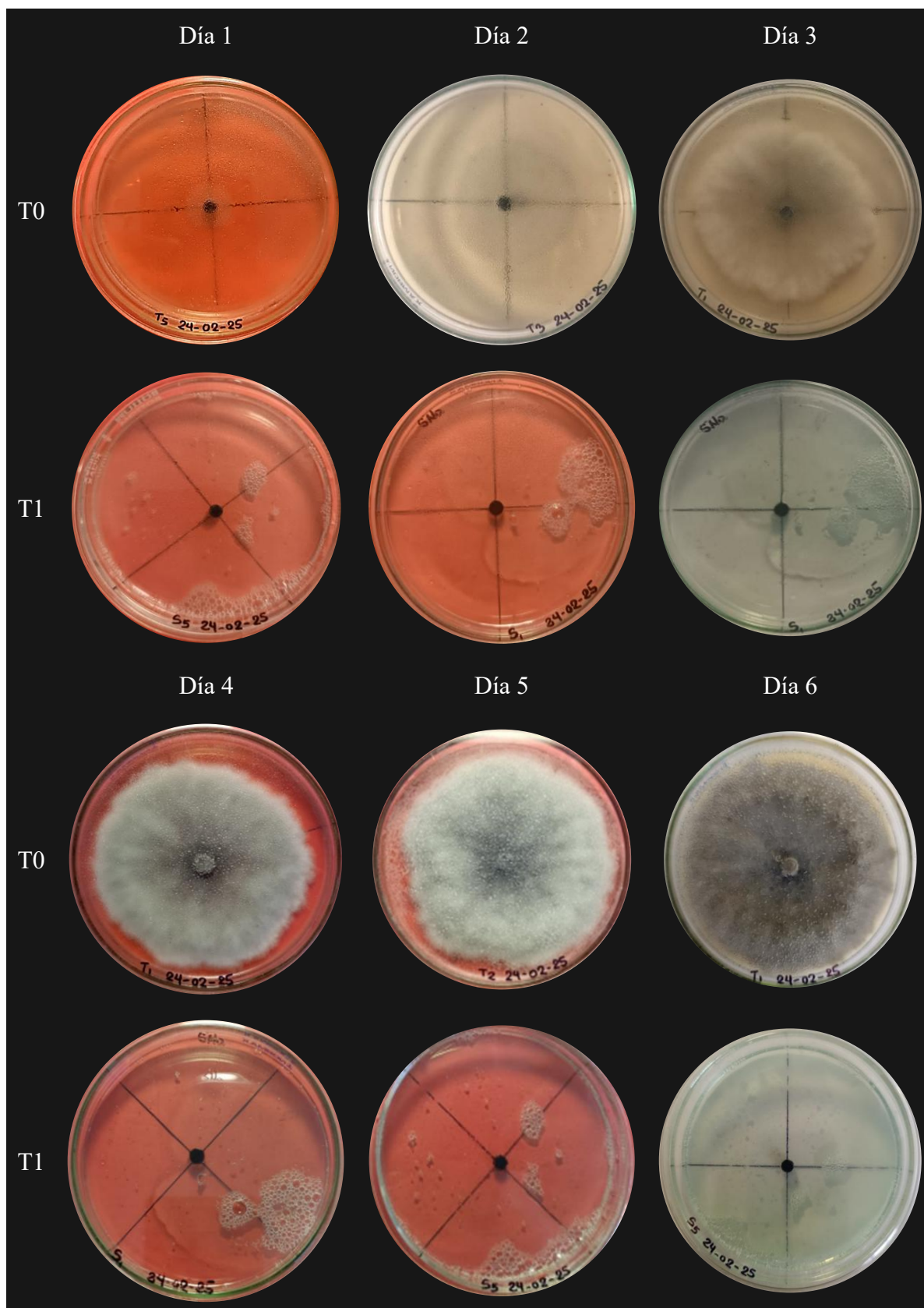


Figura 3.7

Colonia de Lasiodiplodia theobromae en medio envenado con Sulfato de cobre pentahidratado

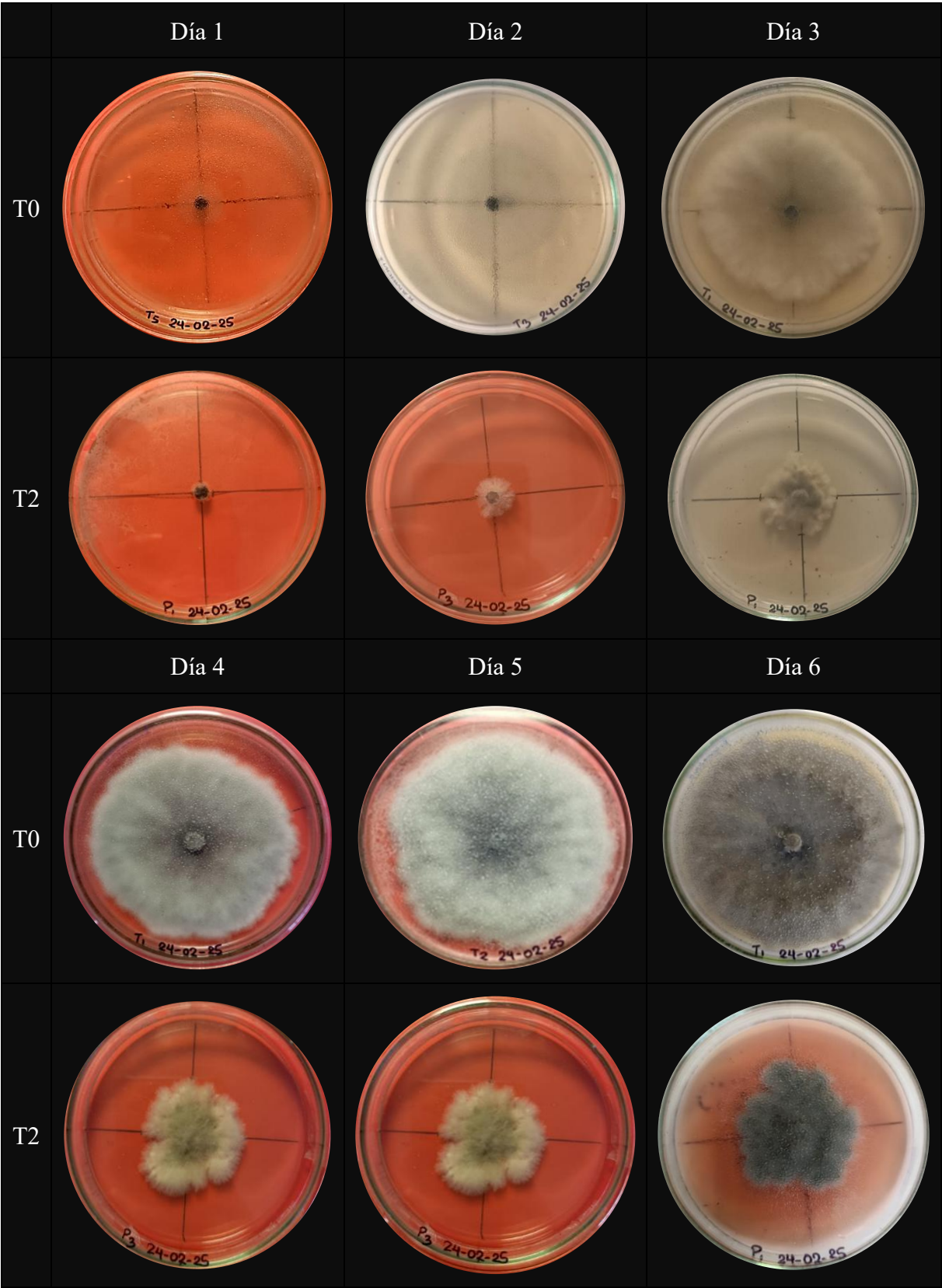


Figura 3.8

Colonia de Lasiodiplodia theobromae en medio envenado con Benomyl

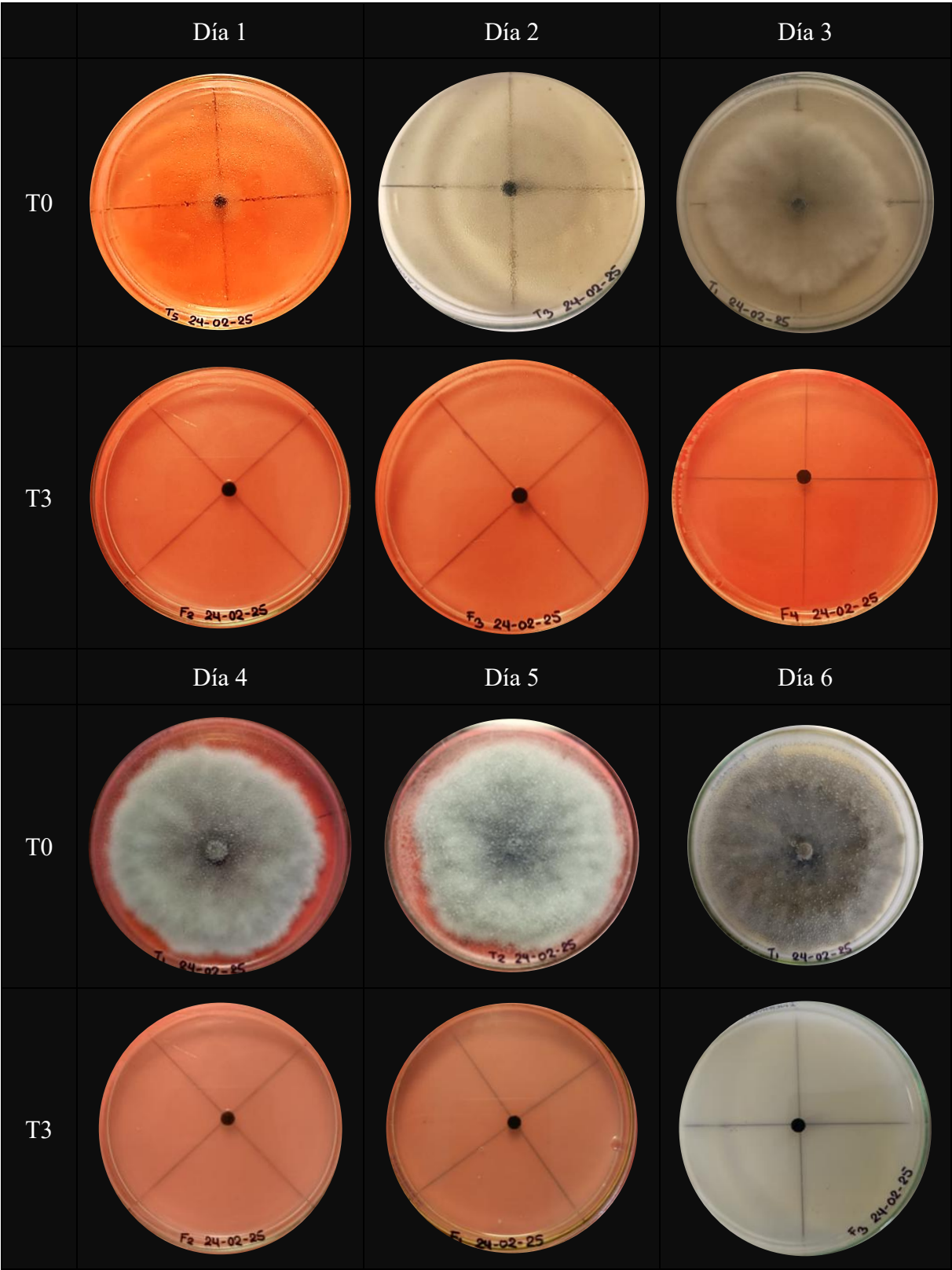
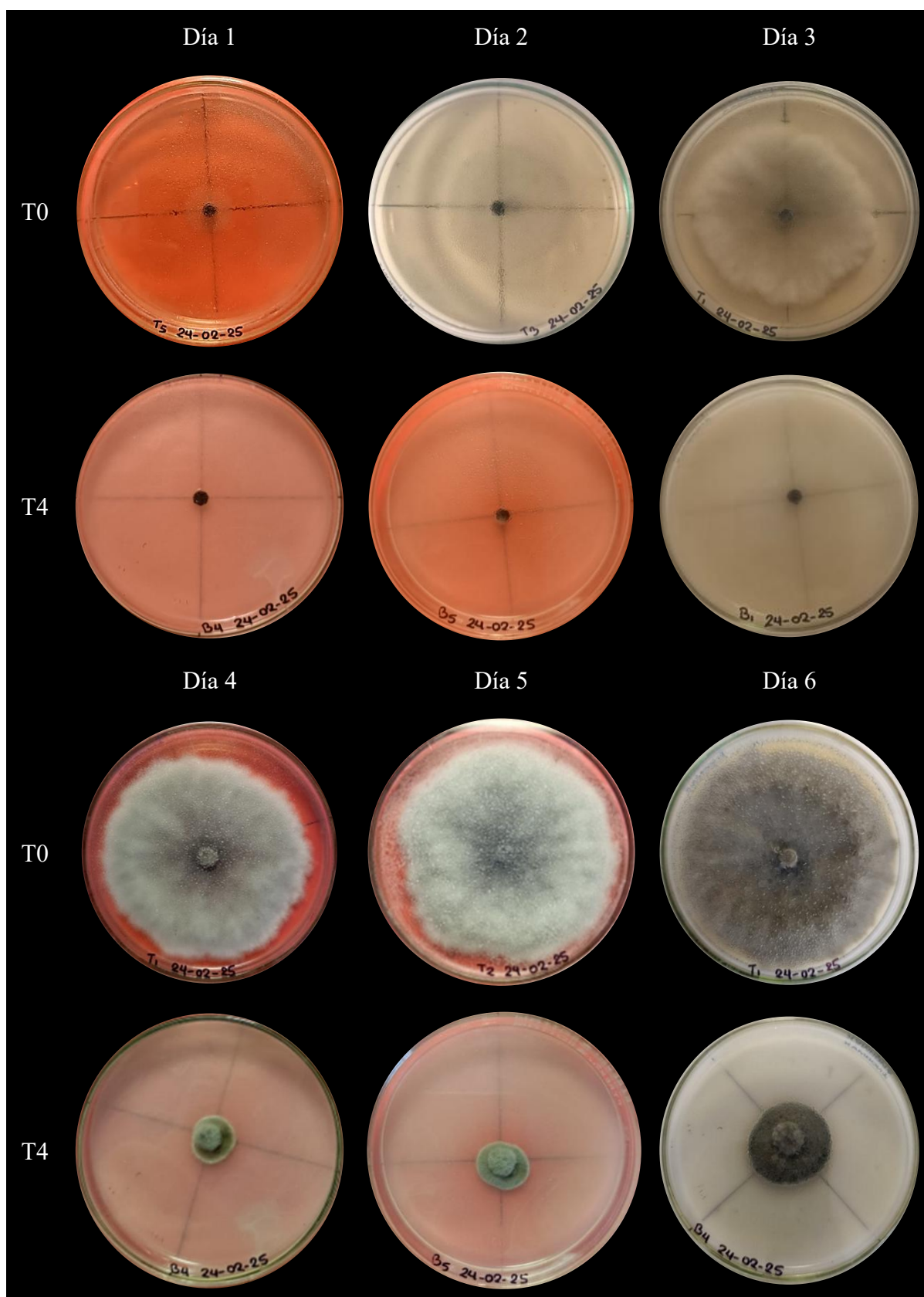


Figura 3.9

Colonia de Lasiodiplodia theobromae en medio envenado con Carbendazim



3.5. Efecto de productos químicos en *Lasiodiplodia theobromae* en plántones de palto

Tabla 3.5

Incidencia de la enfermedad a nivel del tallo

	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	Incidencia (%)
T0	X	x	x	X	x	x	x	100
T1	X	x	x	X	x	x	x	100
T2	X	x	x	X	x	x	x	100
T3	X	x	x	X	x	x	x	100
T4	X	x	x	X	x	x	x	100

Figura 3.10

*Síntomas por *Lasiodiplodia theobromae* en plántones de palto Hass*



Nota. A: exudación en la zona inoculada, B: plántula de palto con inicio de marchites.

A los 30 días después de la inoculación del patógeno, se observó la presencia de exudación (figura 3.10) en la zona inoculada, tanto en el testigo como en todos los tratamientos evaluados. Estos síntomas confirman que la enfermedad se estableció bajo las condiciones del experimento. En ese sentido, la incidencia registrada fue del 100 % en todos los tratamientos, tal como se detalla en la tabla 3.5.

Los resultados obtenidos se asemeja por el reporte de Soto (2018), quien observó una incidencia del 100 % de la enfermedad tanto en el testigo como en aquellos que incluyeron la aplicación de productos químicos, entre ellos el sulfato de cobre pentahidratado, los ensayos se realizaron bajo condiciones de vivero. Cabe señalar que dicho estudio fue desarrollado en el cultivo de vid; sin embargo, la similitud en la metodología empleada (inoculación) permite establecer una comparación válida con los resultados obtenidos en la presente investigación.

Tabla 3.6

ANOVA de la severidad de la enfermedad a nivel del tallo en plántones de palto Hass

F.V.	SC	Gl	CM	F	p-valor
Tratamiento	8124.17	4	2031.04	29.13	<0.0001**
Error	2091.71	30	69.72		
Total	10215.89	34			

CV = 28.85 %.

En la tabla 3.6 se presenta el análisis de varianza correspondiente a la severidad de la enfermedad causada por *Lasiodiplodia theobromae* en plántones de palto Hass. Los resultados obtenidos evidencian diferencias altamente significativas entre los tratamientos evaluados, lo que indica que los productos aplicados no presentan el mismo nivel de efectividad frente al patógeno. Asimismo, el coeficiente de variación alcanzó un valor de 28.85 %.

Figura 3.11

Tukey de la severidad de la enfermedad a nivel del tallo en plantones de palto Hass

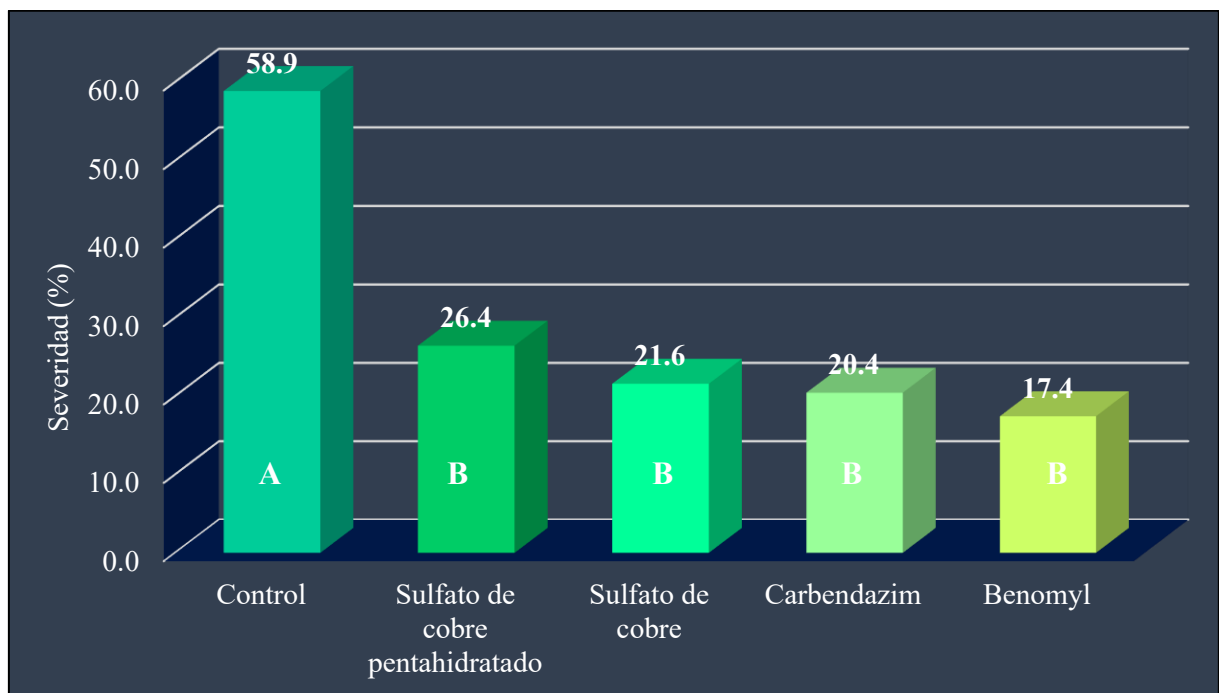
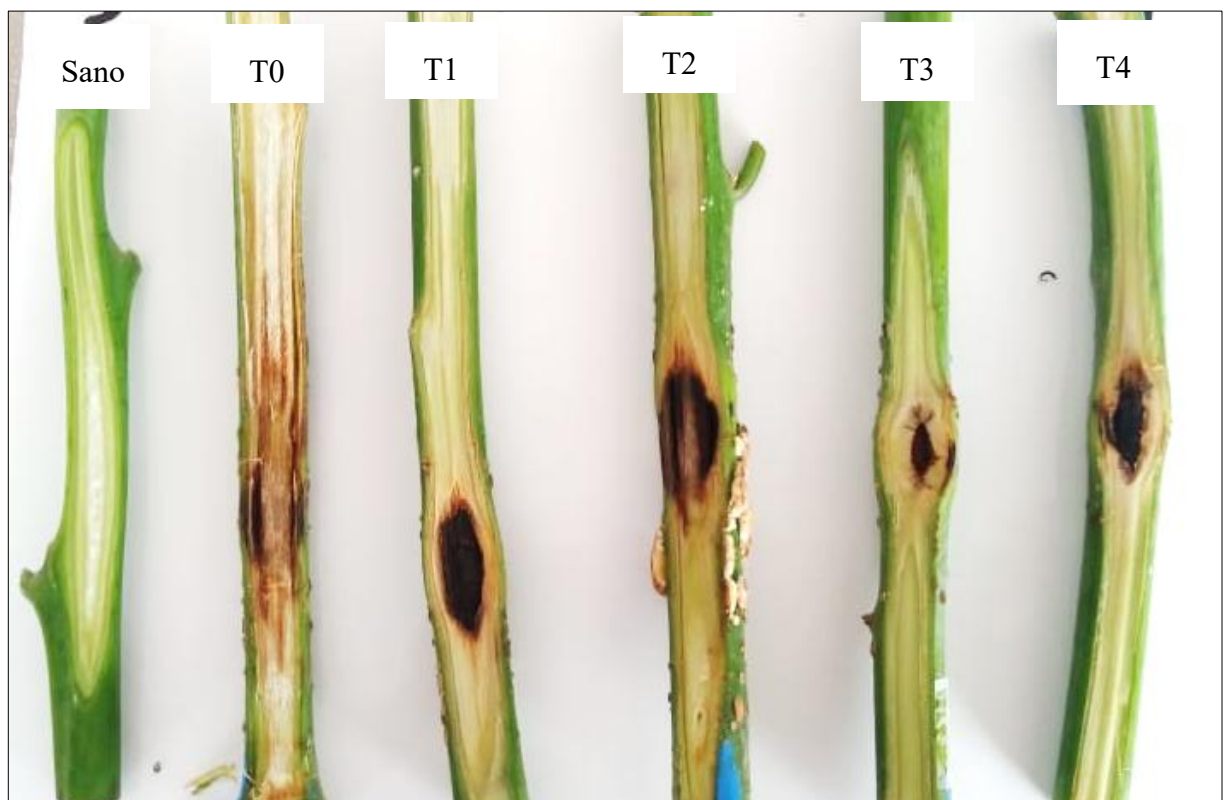


Figura 3.12

Severidad causada por Lasiodiplodia theobromae a nivel del tallo



Nota. Infección causada por *Lasiodiplodia theobromae* en plantones de palto Hass.

En el presente trabajo en relación con la severidad de la enfermedad a nivel del tallo, el testigo presentó el mayor valor (58.9 %), lo que evidencia la alta agresividad de *Lasiodiplodia theobromae* cuando no se aplican medidas de control químico. Este resultado refleja claramente la capacidad del patógeno para desarrollarse y causar daños severos en condiciones favorables.

Mientras con la aplicación de productos químicos disminuyó de manera significativa la severidad de la enfermedad. El en tratamiento con Sulfato de cobre pentahidratado (T2) se obtuvo una severidad de 26.4 %, mientras que el Sulfato de cobre (T1) se obtuvo un valor de 21.6 %. Asimismo, los tratamientos con Carbendazim (T4) y Benomyl (T3) mostraron un mejor desempeño, al presentar los menores niveles de severidad, con 20.4 % y 17.4 %, respectivamente.

Los resultados obtenidos en el presente estudio son semejantes con lo reportado por Tadey (2023), quien evaluó la eficacia de diversos productos químicos para el control de la severidad de la enfermedad causada por *Lasiodiplodia theobromae* en condiciones de campo, en el cultivo de palto variedad Hass. Entre los productos químicos evaluados incluyó Carbendazim y Sulfato de cobre pentahidratado. En dicho estudio, el tratamiento con Carbendazim presentó menores niveles de severidad en comparación con el Sulfato de cobre pentahidratado, lo cual coincide con los resultados observados en la presente investigación y refuerza su efectividad como una alternativa para el manejo de esta enfermedad.

CONCLUSIONES

1. Se logró aislar e identificar al hongo *Lasiodiplodia theobromae*, como agente causal de la muerte regresiva en plantaciones de palto.
2. Las características morfológicas observadas de *Lasiodiplodia theobromae* presentó un micelio inicialmente blanco que evolucionó a tonalidades oscuras, así como conidios que pasaron de hialinos unicelulares a bicelulares de color marrón oscuro con estrías longitudinales, con un tamaño promedio de $30.6 \times 14.9 \mu\text{m}$.
3. En la prueba de control *in vitro*, los tratamientos con Sulfato de cobre y Benomyl lograron una inhibición del 100 % del crecimiento micelial, evidenciando la mayor eficacia frente al patógeno, seguidos por Carbendazim con 86.52 %, mientras que el Sulfato de cobre pentahidratado presentó la menor eficacia con 41.28 %.
4. En el ensayo en plantones de palto, los tratamientos con Benomyl (17.4 %) y Carbendazim (20.4 %) registraron los menores niveles de severidad de la enfermedad, seguidos por el Sulfato de cobre (21.6 %) y el Sulfato de cobre pentahidratado (26.4 %), evidenciando diferencias en la eficacia de los productos bajo condiciones controladas.

RECOMENDACIONES

1. Realizar la identificación molecular del aislamiento obtenido en el presente estudio, con la finalidad de confirmar la identidad taxonómica de *Lasiodiplodia theobromae* y fortalecer los resultados obtenidos a partir de la caracterización morfológica.
2. Desarrollar ensayos comparativos que incluyan agentes de control biológico frente a *Lasiodiplodia theobromae*.
3. Se recomienda el uso de Benomyl y Carbendazim para el control de *Lasiodiplodia theobromae* en plantaciones de palto, debido a su alta eficacia demostrada tanto en condiciones *in vitro* como en plantones de palto.
4. Realizar aplicaciones de fungicidas de manera oportuna, especialmente en etapas críticas del cultivo o ante condiciones favorables para el desarrollo del patógeno.
5. Realizar ensayos usando productos como el Sulfato de cobre pentahidratado, para el control de la muerte regresiva causado por *Lasiodiplodia theobromae*.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Agencia Agraria de Noticias. (2025). *Exportaciones peruanas de palta alcanzaron los US\$ 917.349.000 en la primera mitad de 2025, mostrando un alza de 16%*. Agraria.pe
- Agencia Agraria de Noticias. <https://agraria.pe/noticias/exportaciones-peruanas-de-palta-alcanzaron-los-us-917-349-00-40408>
- AGROBESSER. (2026). *Phyton 27, Sulfato de Cobre Pentahidratado*. AgroBesser Perú, Lo buscas, Lo encuentras aquí. <https://www.agrobesser.com/bioestimulantes/phyton-27-11-sulfato-de-cobre-pentahidratado-fungicida-bactericida-accion-sistemica-serfi-4673.html>
- Alama, I., Maldonado, E., & Rodríguez, E. (2006). *Lasiodiplodia theobromae afectando el Cultivo de Palto (Persea americana) en las condiciones de Piura-Perú*. *Universalía*, 11(2), 4-13. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=2924536>
- Alburquerque, D., & Gusqui, R. (2018). *Eficacia de fungicidas químicos para el control in vitro de diferentes fitopatógenos en condiciones controladas*. *Arnaldoa*, 25(2), 489-498. <http://doi.org/10.22497/arnaldoa.252.25209>
- Arone, J. (2020). *Capacidad antagónica de Glomus intraradices en oomicetos radiculares de Persea americana Mill. (Palto), Ayacucho* [Tesis de titulación, Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga]. <http://repositorio.unsch.edu.pe/handle/UNSCH/4652>
- Barnett, H. L., & Hunter, B. B. (1998). *Géneros ilustrados de hongos imperfectos* (Ed. 4). Sociedad Americana de Fitopatología (APS Press). <https://doi.org/10.1080/00275514.1978.12020265>
- Bautista, C. I. (2024). *Caracterización morfológica y estandarización de protocolo para la identificación molecular de géneros de hongos fitopatógenos en palto (Persea*

americana Mill.), La Mar—Ayacucho [Tesis de titulación, Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga].

<https://repositorio.unsch.edu.pe/handle/20.500.14612/7008>

Bernal, J. A., & Díaz, C. A. (2020). *Actualización tecnológica y buenas prácticas agrícolas (BPA) en el cultivo de aguacate* (2nd ed.). <http://hdl.handle.net/20.500.12324/36505>

Biobanco. (2025). *Taxonómico de Lasiodiplodia theobromae*.

https://biobanco.org/nt_speciesdet.php?t=2611222

BIOCONTROL. (2023). *Control de lasiodiplodia theobromae. Biocontrol Technologies en Español*. <https://biocontroltechnologies.com/lasiodiplodia-theobromae/>

Chaupín, M. O. (2018). *Incidencia, etiología y control in vitro de la muerte regresiva en el palto (Persea americana Mill.) en Luricocha, Huanta, 2017* [Tesis de titulación, Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga].

<http://repositorio.unsch.edu.pe/handle/UNSCH/3085>

Dirección Regional Agraria de Ayacucho (DRAA, 2023). *Consejos esenciales para combatir la enfermedad Lasiodiplodia Theobromae en el cultivo de palto*.

<https://www.gob.pe/institucion/regionayacucho-dra/noticias/841818-consejos-esenciales-para-combatir-la-enfermedad-lasiodiplodia-theobromae-en-el-cultivo-de-palto>

FARMAGRO. (2026a). *BENZIFARM*.

<https://www.farmagro.com.pe/producto/detalle/benzifarm>

FARMAGRO. (2026b). *FARMATHE 50% WP*.

<https://www.farmagro.com.pe/producto/detalle/farmathe-50--wp>

- Farmex. (2025). *El Cultivo del Palto: Clave en el Crecimiento Económico del Perú*. Farmex.
<https://www.farmex.com.pe/blog/el-cultivo-del-palto-clave-en-el-crecimiento-economico-del-peru/>
- Fructidor. (2026). *Las exportaciones peruanas de aguacate Hass alcanzarán un récord de 722.754 toneladas en 2025*. https://fructidor.com/es/news/news-detail/306d36cf-4170-47bd-93a1-b480f97ff5f0?utm_source=chatgpt.com
- Griffon, & Maubl. (1909). *Lasiodiplodia theobromae*.
https://mycolab.pp.nchu.edu.tw/rice_fungi/species_info.php?species_name=Lasiodiplodia%20theobromae
- Holguín, C. M., Jaimes, Y. Y., Villalba, L., Galvis, D. A., & Marchant, S. A. (2025). *Reconocimiento y métodos de diagnóstico de la muerte descendente ocasionada por Lasiodiplodia spp. en cultivos de aguacate del departamento de Santander* (Primera edición). Corporación colombiana de investigación agropecuaria - AGROSAVIA.
<https://doi.org/10.21930/agrosavia.manual.7407907>
- Instituto Nacional de Estadística e Informática [INEI]. (2025). *Production of avocado grew by 112.9% during September of 2025 and three departments concentrated the 83.7% of the national total*. https://www.gob.pe/en/institucion/inei/noticias/1297239-produccion-de-palta-crecio-en-112-9-durante-setiembre-de-2025-y-tres-departamentos-concentraron-el-83-7-del-total-nacional?utm_source=chatgpt.com
- INTAGRI. (2024). *Enfermedades del Cultivo de Aguacate*.
<https://www.intagri.com/articulos/frutales/enfermedades-del-cultivo-de-aguacate>
- Iyanyi, N. G., Ataga, A. E., Rotimi, I. S., & Blessing, I. (2021). *Molecular identification of fungi associated with avocado (Persea americana Mill.) fruits*. *Agro-Science*, 20(1), 80-86. <https://doi.org/10.4314/as.v20i1.13>

- Li, Q. L., Guo, T. X., Pan, Z. B., Huang, S. P., Mo, J. Y., Ning, P., & Hsiang, T. (2013). *Un brote de gomosis en árboles de mango causado por Lasiodiplodia theobromae en Guangxi, sur de China. Plant Disease*, 97(5), 690-690. <https://doi.org/10.1094/PDIS-10-12-0969-PDN>
- Lopez, E. Y. (2024). *Evaluación de la eficacia del control químico de Lasiodiplodia theobromae en el cultivo de palto en Santa Rosalía-Huaura* [Tesis de titulación, Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión]. <https://repositorio.unjfsc.edu.pe/handle/20.500.14067/9766>
- Masaquiza, J. J. (2024). “*Antagonismo in vitro de trichoderma spp. Y bacillus subtilis frente al patógeno lasiodiplodia theobromae en mora*”. [Proyecto de investigación, Universidad Técnica de Cotopaxi]. <http://repositorio.utc.edu.ec/handle/27000/11904>
- Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego [MIDAGRI]. (2025). *Día nacional de la palta: Motor del agro peruano y la embajadora en el mundo*. <https://www.gob.pe/institucion/midagri/noticias/1227386-dia-nacional-de-la-palta-motor-del-agro-peruano-y-la-embajadora-en-el-mundo>
- Moreira, A. A., Cedeño, Á. V., Canchignia, F., & Garcés, F. R. (2021). *Lasiodiplodia theobromae* (Pat.) Griffon & Maul [(sin.) Botryodiplodia theobromae Pat] en el cultivo de cacao: Síntomas, ciclo biológico y estrategias de manejo. *Scientia Agropecuaria*, 12(4), 653-662. <http://revistas.unitru.edu.pe/index.php/scientiaagrop>
- Pereira, A. L., Silva, G. S., & Ribeiro, V. Q. (2006). *Caracterización fisiológica, cultural y patogénica de diferentes aislados de Lasiodiplodia theobromae. Fitopatologia Brasileira*, 31, 572-578. <https://doi.org/10.1590/S0100-41582006000600006>
- Picos, P. A., García, R. S., León, J., Sañudo, A., & Allende, R. (2015). *Lasiodiplodia theobromae en Cultivos Agrícolas de México: Taxonomía, Hospedantes, Diversidad y*

- Control. Revista mexicana de fitopatología*, 33(1), 54-74.
<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=61240687004>
- Pozo, E. (2012). *Cultivo del palto (Persea americana)* (Folleto Nos. 2010-03323; pp. 1-16). Instituto Nacional de Innovación Agraria - INIA.
<https://repositorio.inia.gob.pe/handle/20.500.12955/166>
- Producepay. (2024). *El aguacate peruano con serios retos que superar*. ProducePay.
<https://producepay.com/es/resources/el-aguacate-peruano-con-serios-retos-que-superar/>
- Rodríguez, E., Haro, C., Maza, S., Canahuire, F., Sullón, J., & Deising, H. B. (2025). *Lasiodiplodia theobromae* disease symptom development in young avocado (*Persea americana* L.) plants depends on the inoculation method. *Tropical Plant Pathology*, 50(1), 18. <https://doi.org/10.1007/s40858-025-00700-9>
- Rojas, J. (2023). *Evaluación del manejo de plantaciones definitivos del cultivo de palto (Persea americana Mill) en la Microcuenca de Pichirhua-Abancay* [Tesis de titulación, Universidad Tecnológica de Los Andes].
<https://hdl.handle.net/20.500.14512/548>
- Soto, J. M. (2018). *Promotores de defensa químicos y biológicos contra infecciones por Lasiodiplodia theobromae en vid (Vitis vinifera)* [Tesis de maestría, Universidad Nacional Agraria La Molina]. <https://hdl.handle.net/20.500.12996/3084>
- Tadey, S. S. (2023). *Control químico y biológico de Lasiodiplodia spp. Causante de muerte regresiva en el cultivo de palto 'Hass' (Persea americana Mill)* [Tesis de titulación, Universidad Nacional Agraria La Molina]. <https://hdl.handle.net/20.500.12996/6106>

Tamayo, P. J. (2007). *Enfermedades del Aguacate*. *Revista Politécnico*, 3(4), 51-70.

<https://revistas.elpoli.edu.co/index.php/pol/article/view/62>

Tapia, P. F. (2025). *Manejo de enfermedades en el cultivo de palto (Persea americana Mill.) en la cuenca media del río Viscas, Palpa-Ica* [Tesis de titulación, Universidad Nacional Agraria La Molina]. <https://hdl.handle.net/20.500.12996/7285>

TODO CULTIVO. (2026). *Sulfato de Cobre-pentahidratado fungicida-hongos*.

TodoCultivo.net. <https://todocultivo.net/es/fungicidas/1707-sulfato-de-cobre-cuso4-envase-1-kg-8483019924895.html>

Tovar, J. M., Mora, J. A., Nava, C., Téliz, D., Villegas, Á., & Leyva, S. G. (2013). *Control de Lasiodiplodia theobromae, agente causal de la muerte descendente de injertos de zapote mamey [Pouteria sapota (Jacq.) H. E. Moore y Stearn] en México*. *Revista fitotecnica mexicana*, 36(3), 233-238. <https://doi.org/10.35196/rfm.2013.3.233>

Valle, M., Guillén, D., López, V., Juárez, P., Martínez, E., Hernández, M., & Ariza, R. (2019). *Control in vitro de Lasiodiplodia theobromae (Pat.) Griff. & Maubl y L. citricola Abdollahz aislados de lima Persa (Citrus latifolia Tanaka) en Morelos, México*. *Acta Agrícola y Pecuaria*, 5. <https://doi.org/10.30973/aap/2019.5.0051001>

Valle, M., Guillén, D., Perales, D., López, V., Juárez, P., Martínez, E., Hernández, M., Ariza, R., & Gijón, A. R. (2019). *Distribution, incidence and severity of the dieback (Lasiodiplodia spp.) in persa lime in Morelos, Mexico*. *Revista Mexicana de Fitopatología*, 37(3), 464-478. <http://doi.org/10.18781/R.MEX.FIT.1904-7>

Vecilla, L. P., & Goyes, M. Á. (2025). *Efecto de inductores de resistencia sobre Rhizoctonia solani en el cultivo de arroz en la zona de Babahoyo – Ecuador*. *Arandu UTIC*, 12(2), 3886-3909. <https://doi.org/10.69639/arandu.v12i2.1197>

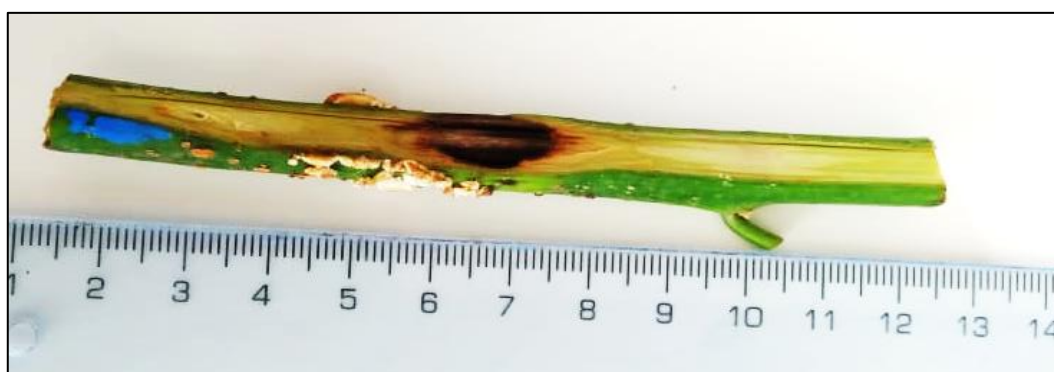
- Vicuña, A. Y. (2023). *Caracterización de especies de Lasiodiplodia que afectan el cultivo de palto (Persea americana) en la costa peruana* [Tesis de maestría, Universidad Nacional Agraria La Molina]. <https://hdl.handle.net/20.500.12996/5861>
- Yara. (2025). *Principales Plagas y enfermedades del Aguacate*. Yara. <https://www.yara.com.mx/nutricion-vegetal/aguacate/plagas-y-enfermedades/>

ANEXOS

Anexo 1. Panel fotográfico



Fotografía 1. Ensayo instalado en plantones.



Fotografía 2. Medición de la severidad.



Fotografía 3. Síntoma de marchites en el control en plantones de palto.



Fotografía 4. Frutos de palto afectado por *Lasiodiplodia* spp.

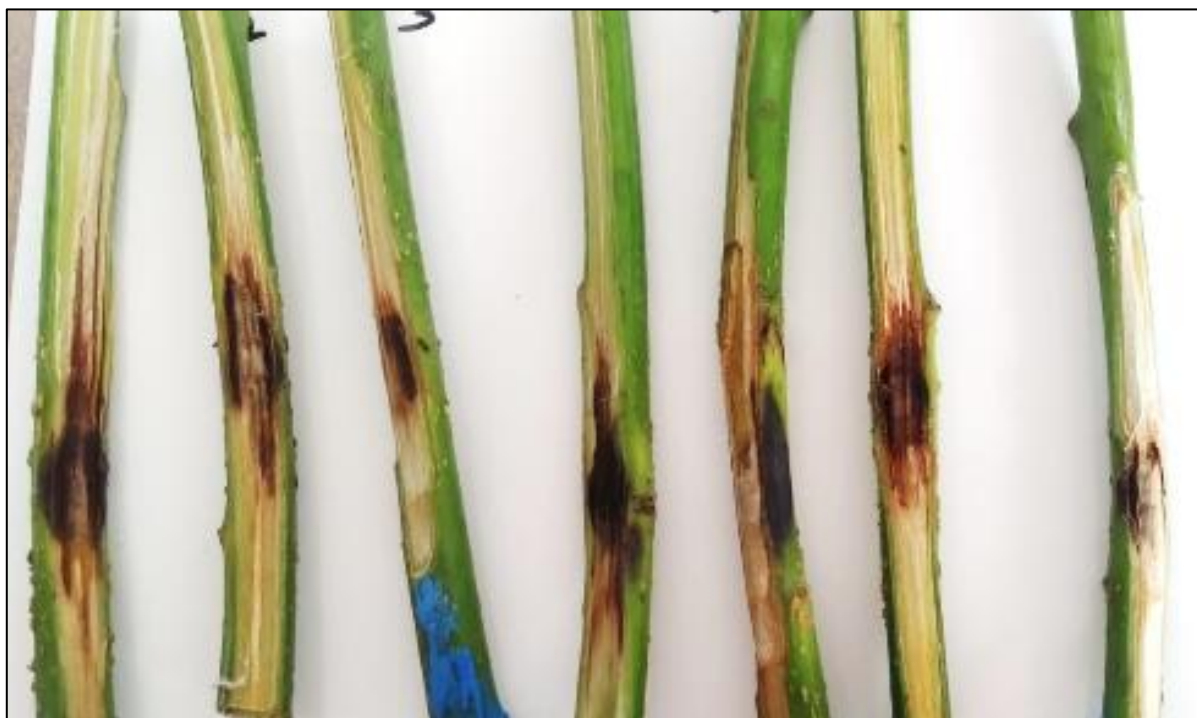


Fotografía 5. Fungicidas utilizados en el ensayo.

Anexo 2. *Evaluación de la severidad*



Anexo 3. *Severidad en el testigo (T0)*



Anexo 4. Severidad en el tratamiento con Sulfato de cobre (T1)



Anexo 5. Severidad en el tratamiento con Sulfato de cobre pentahidratado (T2)



Anexo 6. Severidad en el tratamiento con Benomyl (T3)



Anexo 7. Severidad en el tratamiento con Carbendazim (T4)

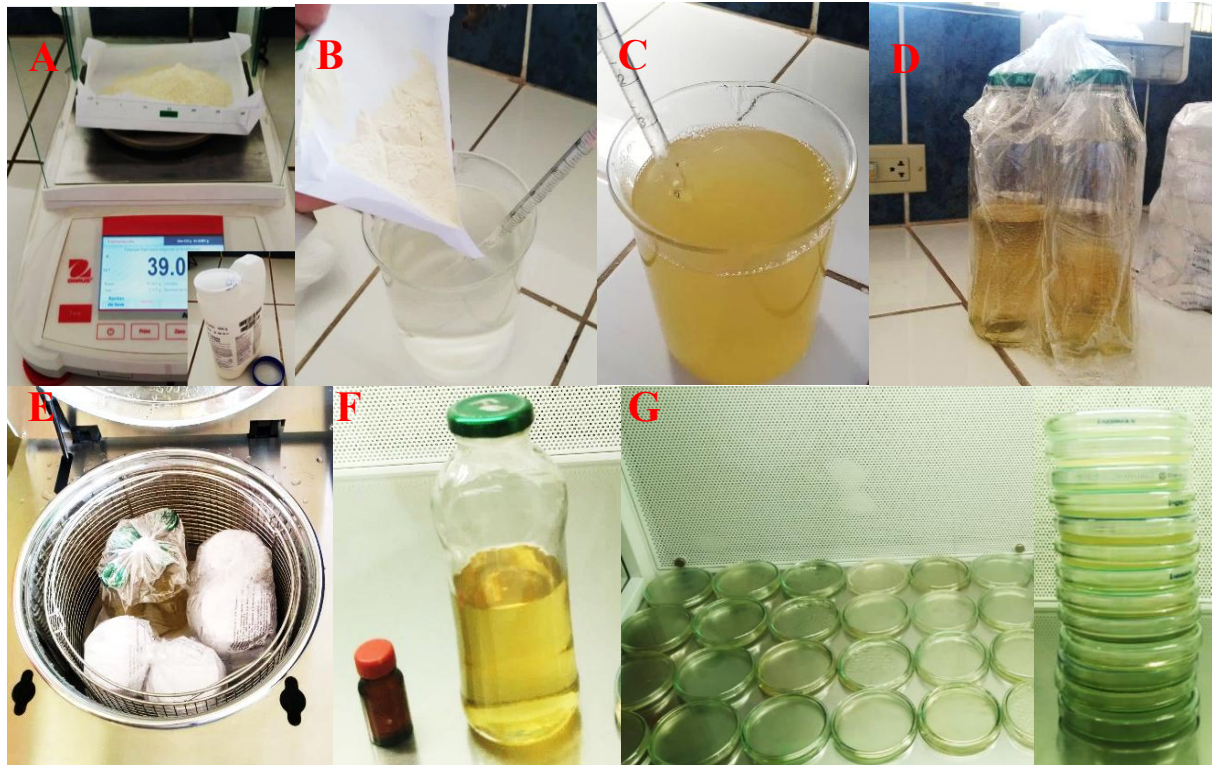


Anexo 8. Colección de muestras



Nota. A: árbol de palto con evidencia de muerte regresiva, B-C: exudaciones blancuecinas, D-E: muestras vegetales, F: muestras en bolsa polipropileno, G: muestras en cooler para el traslado al laboratorio.

Anexo 9. Preparación de medio PDA



Nota. A: Pesar 39 gramos de PDA formulado, B-C: Disolver el PDA en 1 litro de agua previamente hervida. D: Distribuir 250 ml del medio PDA en botellas de vidrio. E: Esterilizar a 121 °C por 15 minutos. F: Una vez alcanzada una temperatura aproximada de 30 °C, adicionar 0.5 gramos de antibiótico para evitar la contaminación bacteriana. G: Realizar el plaqueo del medio de cultivo en placas Petri previamente esterilizadas.

Anexo 10. Preparación del material vegetal para el aislamiento del patógeno



Nota. A: rama con herida interna, B: rama con exudación, C: fragmento de tallos y ramas, D: desinfección y lavado de fragmentos de ramas y tallos.

Anexo 11. Aislamiento e identificación del patógeno



Nota. A: Estufa, B: Colonia de *Lasiodiplodia theobromae* 6 DDS, C: Colonia de *Lasiodiplodia theobromae* 15 DDS, D: Medición de conidios en microscopio acoplado a una pantalla digital, E: Conidio maduro de *Lasiodiplodia theobromae*.

Anexo 12. Prueba de patogenicidad



Nota. Prueba de patogenicidad. A: Inoculación en plantones de palto, B: Cubrimiento del sitio de inoculación con algodón esterilizado y humedecido, asegurado con cinta Parafilm, C: Plantones de palto inoculados con *Lasiodiplodia theobromae*, D: Plantones que presentan síntomas de muerte regresiva.

Anexo 13. Exudación en la zona de inoculación en la prueba de patogenicidad.



Anexo 14. Siembra en medio envenenado



Nota. A: Incorporación de productos químicos en medio PDA, B: Plaqueo de medio envenenado, C: Siembra de disco con micelio de *Lasiodiplodia theobromae* en medio envenenado, D: Eficiencia de los productos químicos sobre *Lasiodiplodia theobromae*.

Anexo 15. Inoculación del patógeno en plantones de palto para la evaluación de eficiencia de productos químicos



Nota. Inoculación del patógeno para la evaluación del control químico. A: Colonia de *Lasiodiplodia theobromae*, B: Obtención de un disco con micelio, C: Colocación del disco en el orificio practicado en el plantón de palto, D: Aplicación de algodón esterilizado y humedecido, E-F: Sellado del sitio de inoculación con cinta Parafilm, G: Humedecimiento de la zona inoculada con agua esterilizada, utilizando una jeringa de 400 ml, H: Presencia de exudación en la zona inoculada.

Anexo 16. Preparación y aplicación de los productos químicos en los plantones mediante drench



Nota. Aplicación del producto químico previa a la inoculación. A-B: Pesaje de los productos, C-D: Medición del volumen de agua para la preparación de las soluciones, E: Preparación de los productos según el tratamiento para su aplicación en los plantones, F-G: Aplicación en los plantones mediante el método de drench.

Anexo 17. *Características generales de los productos químicos utilizadas*

Trat.	Nombre del producto	Ingrediente activo	Clasificación toxicológica	Clase de uso	Acción
T0	---	---	---	---	---
T1	---	Sulfato de cobre	Ligeramente peligroso	Fungicida de contacto	Preventivo
T2	Phyton 27®	Sulfato de cobre pentahidratado	Ligeramente peligroso	Fungicida sistémico	Preventivo y curativo
T3	Farmathe	Benomyl	Moderadamente peligroso	Fungicida sistémico	Preventivo y curativo
T4	Benzifarm	Carbendazim	Ligeramente peligroso	Fungicida sistémico	Preventivo y curativo

Anexo 18. *Crecimiento micelial por día del testigo*

Repetición	Crecimiento (cm)					
	Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5	Día 6
R1	1	2.8	3.8	4.1	4.5	4.6
R2	1	2.8	3.8	4.2	4.6	4.6
R3	0.8	2.5	3.7	4.3	4.5	4.6
R4	1	2.6	3.8	4.3	4.5	4.6
R5	1.1	2.7	3.6	4.1	4.5	4.6

Anexo 19. *Crecimiento micelial por día en medio envenado por Sulfato de cobre*

Repetición	Crecimiento (cm)					
	Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5	Día 6
R1	0	0	0	0	0	0
R2	0	0	0	0	0	0
R3	0	0	0	0	0	0
R4	0	0	0	0	0	0
R5	0	0	0	0	0	0

Anexo 20. *Crecimiento micelial por día en medio envenado por Sulfato de cobre pentahidratado*

Repetición	Crecimiento (cm)					
	Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5	Día 6
R1	0	1.1	2	2.2	2.6	2.8
R2	0	0.8	1.3	1.9	2.1	2.4
R3	0	0.9	1.8	2.4	2.6	2.8
R4	0	0.9	1.6	2.1	2.5	2.7
R5	0	0.8	1.6	2.2	2.6	2.8

Anexo 21. *Crecimiento micelial por día en medio envenado por Benomyl*

Repetición	Crecimiento (cm)					
	Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5	Día 6
R1	0	0	0	0	0	0
R2	0	0	0	0	0	0
R3	0	0	0	0	0	0
R4	0	0	0	0	0	0
R5	0	0	0	0	0	0

Anexo 22. *Crecimiento micelial por día en medio envenado por Carbendazim*

Repetición	Crecimiento (cm)					
	Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5	Día 6
R1	0	0	0	0	0	0
R2	0	0	0	0	0	0
R3	0	0	0	0	0	0
R4	0	0	0.7	1	1.3	1.5
R5	0	0.5	0.5	1.1	1.4	1.6

Anexo 23. *PIM de Lasiodiplodia theobromae por tratamiento*

Tratamiento	Repetición	PIM (%)
TI	R1	100
TI	R2	100
TI	R3	100
TI	R4	100
TI	R5	100
T2	R1	39.1
T2	R2	47.8
T2	R3	39.1
T2	R4	41.3
T2	R5	39.1
T3	R1	100
T3	R2	100
T3	R3	100
T3	R4	100
T3	R5	100
T4	R1	100
T4	R2	100
T4	R3	100
T4	R4	67.4
T4	R5	65.2

Anexo 24. Resultado de ANOVA por Infostat de los datos en in vitro

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
PIM (%)	20	0.89	0.87	11.50

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	11632.69	3	3877.56	43.63	<0.0001
Tratamiento	11632.69	3	3877.56	43.63	<0.0001
Error	1422.02	16	88.88		
Total	13054.71	19			

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=17.05859

Error: 88.8760 gl: 16

Tratamiento	Medias	n	E.E.	
T1	100.00	5	4.22	A
T3	100.00	5	4.22	A
T4	86.52	5	4.22	A
T2	41.28	5	4.22	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.05)

Anexo 25. Resultado de ANOVA por Infostat de los datos en plantones

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
% severidad	35	0.80	0.77	28.85

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	8124.17	4	2031.04	29.13	<0.0001
Tratamiento	8124.17	4	2031.04	29.13	<0.0001
Error	2091.71	30	69.72		
Total	10215.89	34			

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=12.94630

Error: 69.7238 gl: 30

Tratamiento	Medias	n	E.E.	
T0	58.86	7	3.16	A
T2	26.43	7	3.16	B
T1	21.57	7	3.16	B
T4	20.43	7	3.16	B
T3	17.43	7	3.16	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.05)

Anexo 26. *Datos evaluados de las características microscópicas del conidio*

Nº	Largo (µm)	Ancho (µm)	Nº Septos	Presencia de estrías longitudinales	Color de conidios	Nº de células
1	32.2	14.4	1	Si	Marrón oscuro	2
2	28.7	13.8	1	Si	Marrón oscuro	2
3	29.1	15.3	1	Si	Marrón oscuro	2
4	29.4	14.6	1	Si	Marrón oscuro	2
5	29.9	13.7	1	Si	Marrón oscuro	2
6	32.2	14.4	1	Si	Marrón oscuro	2
7	30.5	15.0	1	Si	Marrón oscuro	2
8	30.7	15.9	1	Si	Marrón oscuro	2
9	32.5	16.7	1	Si	Marrón oscuro	2
10	30.5	15.0	1	Si	Marrón oscuro	2
11	30.7	15.9	1	Si	Marrón oscuro	2
12	32.5	16.7	1	Si	Marrón oscuro	2
13	28.6	14.1	1	Si	Marrón oscuro	2
14	33.0	14.5	1	Si	Marrón oscuro	2
15	31.9	14.9	1	Si	Marrón oscuro	2
16	29.8	14.1	1	Si	Marrón oscuro	2
17	30.4	15.7	1	Si	Marrón oscuro	2
18	28.1	14.9	1	Si	Marrón oscuro	2
19	30.4	16.0	1	Si	Marrón oscuro	2
20	28.2	14.0	1	Si	Marrón oscuro	2
21	24.5	14.4	1	Si	Marrón oscuro	2

22	29.2	15.8	1	Si	Marrón oscuro	2
23	28.4	14.0	1	Si	Marrón oscuro	2
24	28.2	15.0	1	Si	Marrón oscuro	2
25	29.9	14.7	1	Si	Marrón oscuro	2
26	28.4	15.0	1	Si	Marrón oscuro	2
27	29.9	15.2	1	Si	Marrón oscuro	2
28	32.1	14.5	1	Si	Marrón oscuro	2
29	29.1	14.3	1	Si	Marrón oscuro	2
30	32.9	15.5	1	Si	Marrón oscuro	2
31	28.6	14.5	1	Si	Marrón oscuro	2
32	29.1	14.6	1	Si	Marrón oscuro	2
33	31.8	16.5	1	Si	Marrón oscuro	2
34	29.0	14.1	1	Si	Marrón oscuro	2
35	31.4	16.6	1	Si	Marrón oscuro	2
36	33.4	17.5	1	Si	Marrón oscuro	2
37	30.6	15.8	1	Si	Marrón oscuro	2
38	31.5	15.2	1	Si	Marrón oscuro	2
39	30.6	14.0	1	Si	Marrón oscuro	2
40	32.5	15.4	1	Si	Marrón oscuro	2
41	34.1	14.0	1	Si	Marrón oscuro	2
42	29.0	14.7	1	Si	Marrón oscuro	2
43	29.4	13.7	1	Si	Marrón oscuro	2
44	28.8	13.5	1	Si	Marrón oscuro	2

45	31.1	13.4	1	Si	Marrón oscuro	2
46	33.0	16.1	1	Si	Marrón oscuro	2
47	28.9	14.7	1	Si	Marrón oscuro	2
48	29.2	14.8	1	Si	Marrón oscuro	2
49	34.7	14.5	1	Si	Marrón oscuro	2
50	34.4	15.3	1	Si	Marrón oscuro	2
51	29.7	15.4	1	Si	Marrón oscuro	2
52	31.9	14.7	1	Si	Marrón oscuro	2
53	29.4	13.6	1	Si	Marrón oscuro	2
54	30.5	14.1	1	Si	Marrón oscuro	2
55	30.8	15.2	1	Si	Marrón oscuro	2
56	32.5	14.8	1	Si	Marrón oscuro	2
57	30.4	14.7	1	Si	Marrón oscuro	2
58	24.8	13.4	1	Si	Marrón oscuro	2
59	29.4	13.6	1	Si	Marrón oscuro	2
60	29.5	15.8	1	Si	Marrón oscuro	2
61	29.1	14.6	1	Si	Marrón oscuro	2
62	28.9	14.5	1	Si	Marrón oscuro	2
63	29.0	15.1	1	Si	Marrón oscuro	2
64	30.0	12.7	1	Si	Marrón oscuro	2
65	29.0	14.6	1	Si	Marrón oscuro	2
66	31.5	15.7	1	Si	Marrón oscuro	2
67	33.7	12.8	1	Si	Marrón oscuro	2

68	31.3	15.0	1	Si	Marrón oscuro	2
69	33.4	15.4	1	Si	Marrón oscuro	2
70	29.6	14.9	1	Si	Marrón oscuro	2
71	29.8	15.4	1	Si	Marrón oscuro	2
72	31.9	15.0	1	Si	Marrón oscuro	2
73	33.4	15.6	1	Si	Marrón oscuro	2
74	31.6	15.2	1	Si	Marrón oscuro	2
75	31.2	14.0	1	Si	Marrón oscuro	2
76	28.9	13.5	1	Si	Marrón oscuro	2
77	28.8	14.5	1	Si	Marrón oscuro	2
78	29.9	14.3	1	Si	Marrón oscuro	2
79	32.6	16.5	1	Si	Marrón oscuro	2
80	29.4	14.8	1	Si	Marrón oscuro	2
81	30.0	14.7	1	Si	Marrón oscuro	2
82	29.9	15.6	1	Si	Marrón oscuro	2
83	30.6	15.2	1	Si	Marrón oscuro	2
84	29.7	15.5	1	Si	Marrón oscuro	2
85	30.9	17.7	1	Si	Marrón oscuro	2
86	29.9	14.7	1	Si	Marrón oscuro	2
87	30.9	13.6	1	Si	Marrón oscuro	2
88	30.8	16.3	1	Si	Marrón oscuro	2
89	33.9	14.4	1	Si	Marrón oscuro	2
90	32.9	14.9	1	Si	Marrón oscuro	2

91	30.7	15.9	1	Si	Marrón oscuro	2
92	33.2	15.6	1	Si	Marrón oscuro	2
93	32.6	16.5	1	Si	Marrón oscuro	2
94	30.6	15.8	1	Si	Marrón oscuro	2
95	33.0	15.6	1	Si	Marrón oscuro	2
96	29.9	14.9	1	Si	Marrón oscuro	2
97	31.9	15.8	1	Si	Marrón oscuro	2
98	29.5	14.7	1	Si	Marrón oscuro	2
99	30.6	12.8	1	Si	Marrón oscuro	2
100	31.7	15.9	1	Si	Marrón oscuro	2
	30.6	14.9				

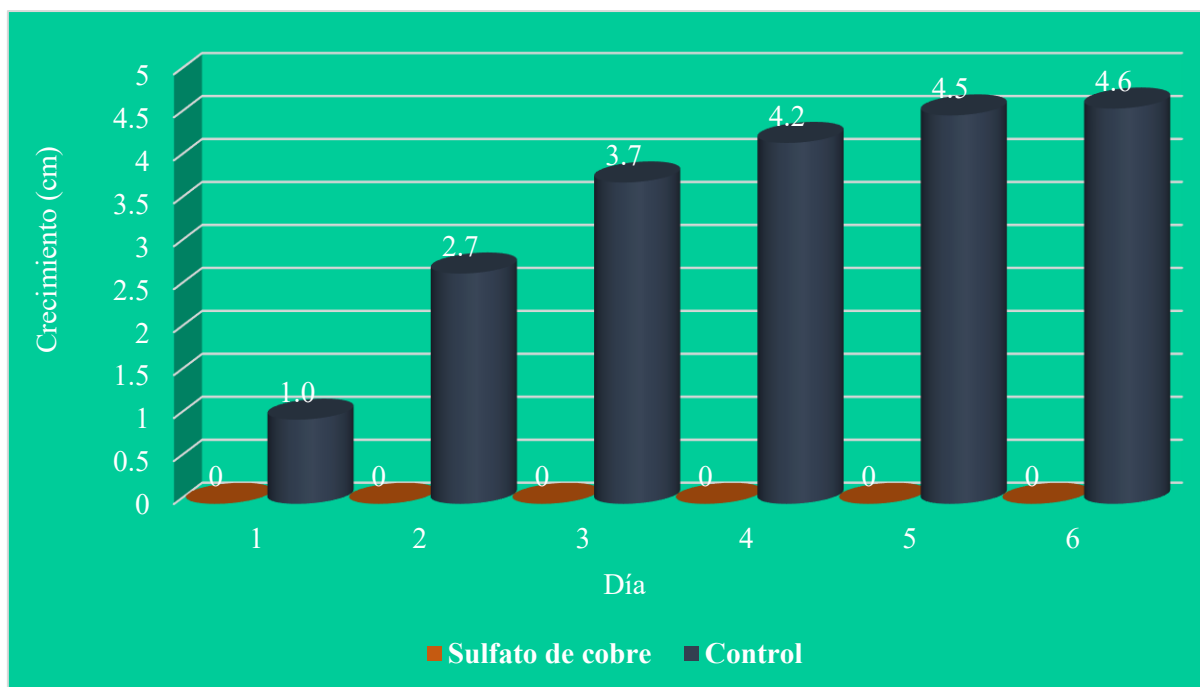
Anexo 27. *Características del picnidio*

Forma	Globosa
Color	Marrón oscuro
Largo	198.00
Ancho	123.30
Presencia de ostiolas en el ápice	No
Parafisas	No
Color de conidióforo	Hialino

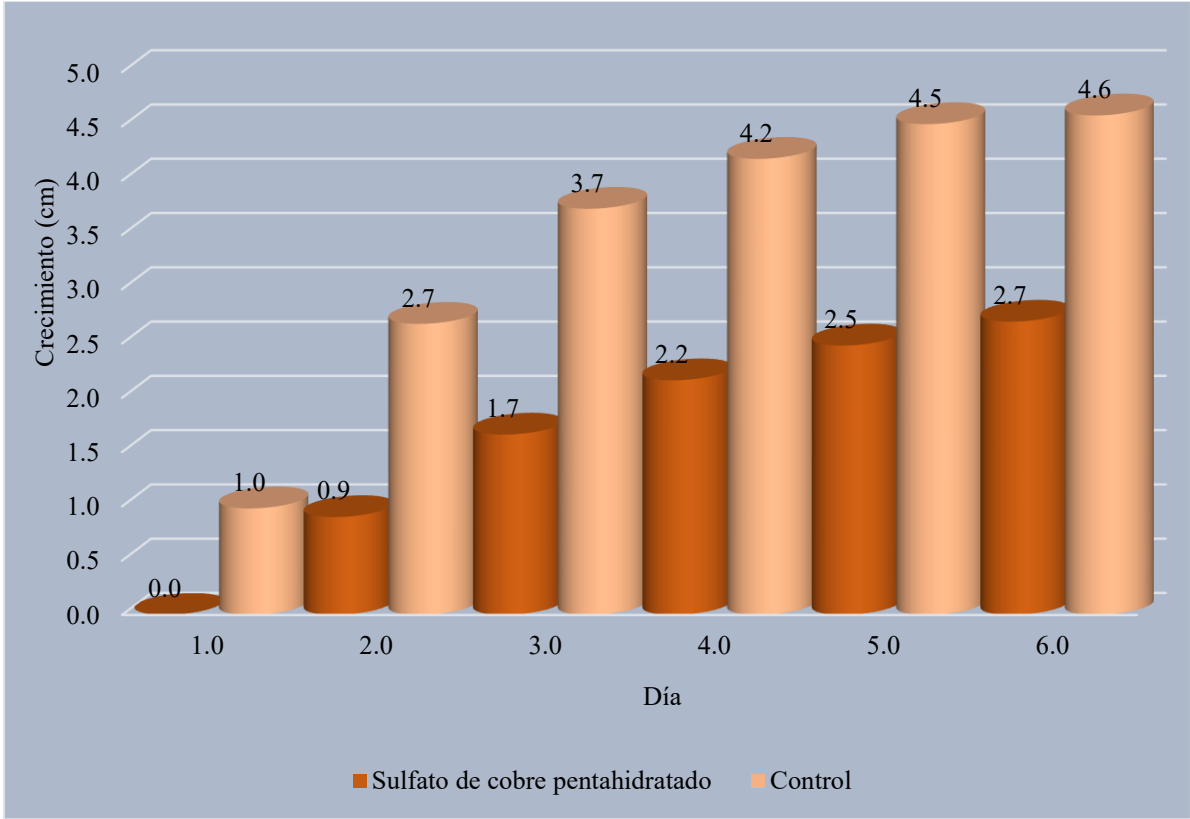
Anexo 28. *Características morfológicas de Lasiodiplodia theobromae*

Tipo de micelio	Denso
Ratio de crecimiento	0.75 cm/día
Color de colonia	Blanco - gris oliváceo a gris oscuro - negro
Forma del conidio	Elipsoidal
Nº septos	1
Pres. estrías longitudinales	Si
Color de conidio	Marrón oscuro
Nº de células	2

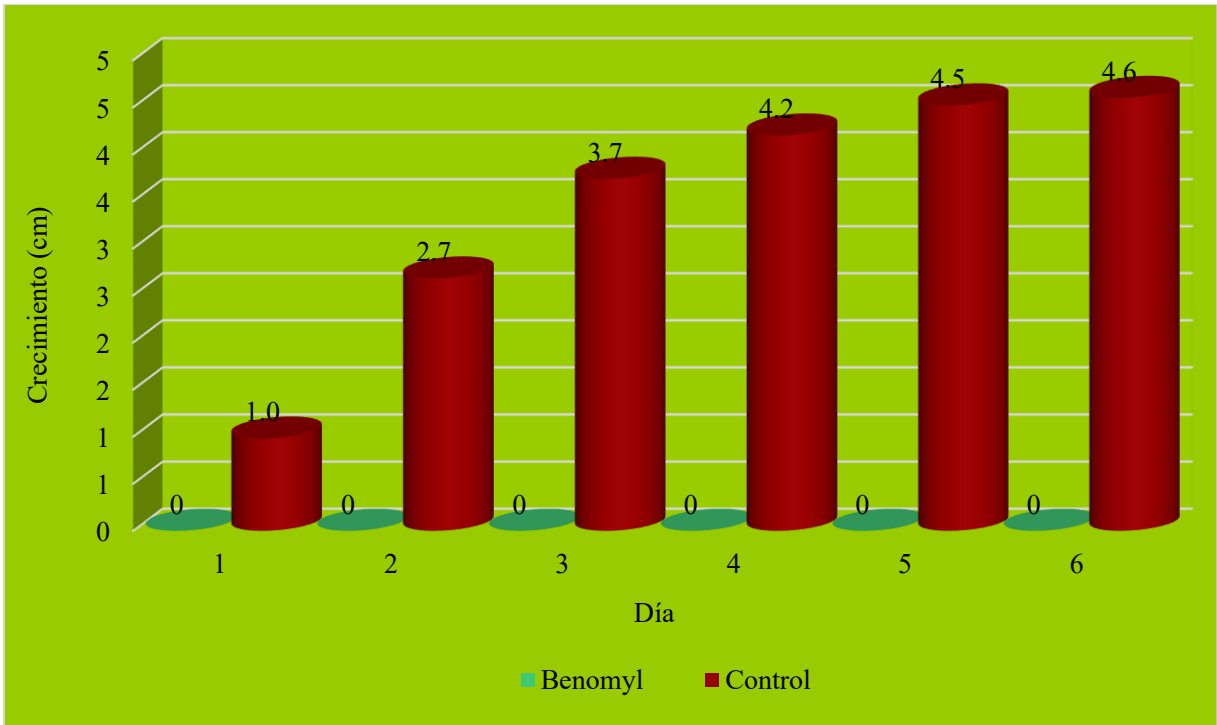
Anexo 29. *Crecimiento diario de Lasiodiplodia theobromae en medio envenado con Sulfato de cobre*



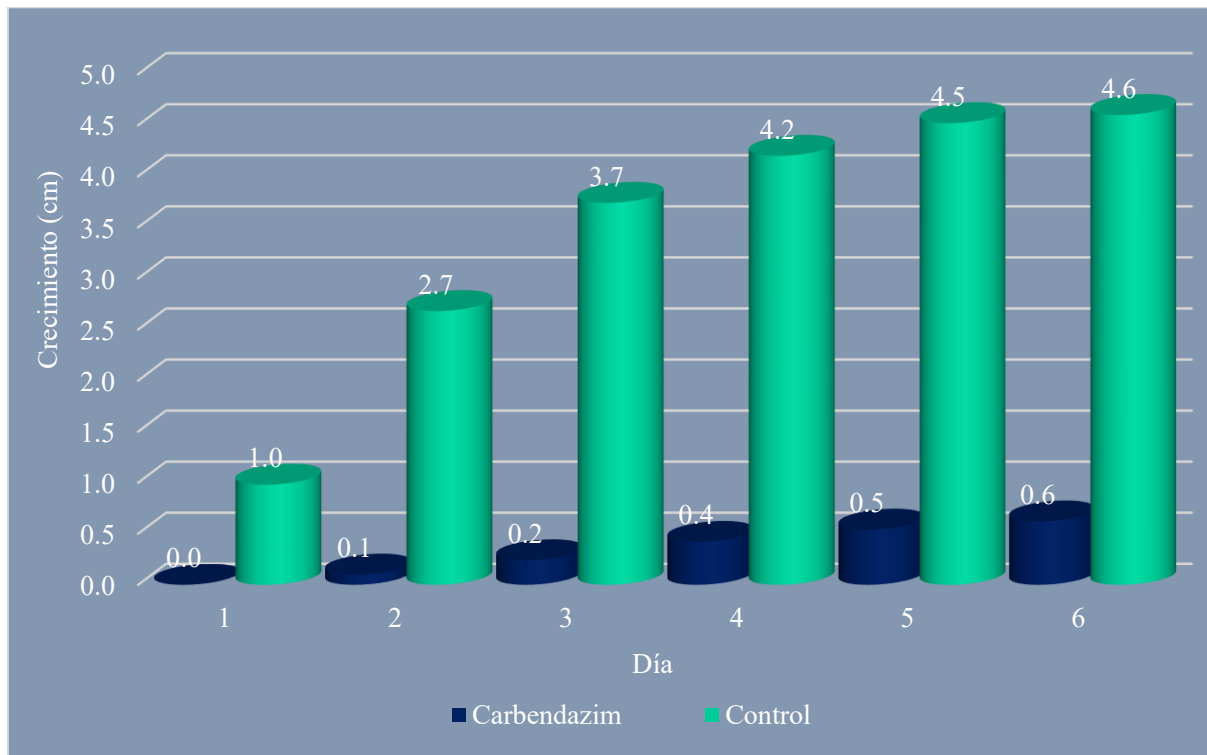
Anexo 30. *Crecimiento diario de Lasiodiplodia theobromae en medio envenado con Sulfato de cobre pentahidratado*



Anexo 31. *Crecimiento diario de Lasiodiplodia theobromae en medio envenado con Benomyl*



Anexo 32. *Crecimiento diario de Lasiodiplodia theobromae en medio envenado con Carbendazim*



Anexo 33. *Datos evaluados de la severidad en plántones*

Tratamiento	Repetición	% severidad
T0	R1	75
T0	R2	45
T0	R3	34
T0	R4	60
T0	R5	63
T0	R6	65
T0	R7	70
T1	R1	18
T1	R2	19
T1	R3	18

T1	R4	31
T1	R5	22
T1	R6	18
T1	R7	25
T2	R1	34
T2	R2	44
T2	R3	23
T2	R4	23
T2	R5	18
T2	R6	18
T2	R7	25
T3	R1	18
T3	R2	12
T3	R3	12
T3	R4	20
T3	R5	19
T3	R6	21
T3	R7	20
T4	R1	21
T4	R2	18
T4	R3	20
T4	R4	17
T4	R5	24
T4	R6	26
T4	R7	17

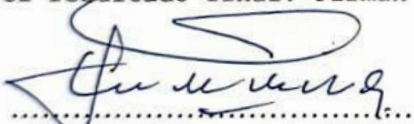
**UNSCH**FACULTAD DE CIENCIAS
AGRARIAS**ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS****Bach. IVAN LUJAN GUTIERREZ****R.D. N° 193-2026-UNSCH-FCA-D**

En la ciudad de Ayacucho, a los dieciocho días del mes de junio del año dos mil veintiséis, siendo las quince horas, se reunieron en el auditorio de la Facultad de Ciencias Agrarias, bajo la presidencia del Dr. Felipe Escobar Ramírez Decano de la Facultad de Ciencias Agrarias; los miembros del jurado conformado por el M.Sc. Francisco Condeña Almora, Ing. Guillermo Carrasco Aquino como asesor, M.Sc. Efigenio Quispe Curi y el M.Sc. Angela Juana Requis Quintanilla; actuando como secretario de actas el Mtro. Rodolfo Alca Mendoza, para recibir la sustentación de la Tesis titulado: **Caracterización morfológica y control de Lasiodiplodia theobromae de palto (*Persea americana* Mill)** Ayacucho-2025, para obtener el Título Profesional de Ingeniero Agrónomo, presentado por el Bachiller **IVAN LUJAN GUTIERREZ**.

El señor Decano previa verificación de los documentos exigidos solicitó se proceda con la sustentación y posterior defensa de la tesis en un periodo de cuarenta y cinco minutos de acuerdo al reglamento de grados y títulos vigente. Terminado la exposición, los miembros del Jurado, formularon sus preguntas, aclaraciones y/o observaciones correspondientes. Luego se invito a los miembros del jurado pasar a otra aula para la deliberación y calificación del trabajo de tesis, teniendo el siguiente resultado:

Jurado evaluador	Exposición	Respuestas a las preguntas	Generación de conocimiento	Promedio
M.Sc. Francisco Condeña Almora	17	16	17	17
Ing. Guillermo Carrasco Aquino	16	15	16	16
M.Sc. Efigenio Quispe Curi	15	15	15	15
M.Sc. Angela Juana Requis Quintanilla	17	16	17	17
PROMEDIO GENERAL				16

Acto seguido se invita a la sustentante y público en general para dar a conocer el resultado final. Firman el acta.


M.Sc. Francisco Condeña Almora
Presidente


Ing. Guillermo Carrasco Aquino
Asesor


M.Sc. Efigenio Quispe Curi
Jurado


M.Sc. Angela Juana Requis Quintanilla
Jurado


Mtro. Rodolfo Alca Mendoza
Secretario Docente

**UNSCH**FACULTAD DE CIENCIAS
AGRARIAS

CONSTANCIA DE CONTROL DE ORIGINALIDAD DE TRABAJO DE TESIS

El que suscribe, miembro de la comisión de docentes instructores responsables de operativizar, verificar, garantizar y controlar la originalidad de los trabajos de **TESIS** de la Facultad de Ciencias Agrarias, de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, autorizado por R.D N° 213-2025-UNSCH-FCA-D; hace constar que el trabajo titulado;

Caracterización morfológica y control de *Lasiodiplodia theobromae* de palto (*Persea americana* Mill) Ayacucho-2025

Autor : Ivan LUJAN GUTIERREZ
Asesor : Guillermo CARRASCO AQUINO

Ha sido sometido al control de originalidad mediante el software TURNITIN UNSCH, acorde al Reglamento de originalidad de trabajos de tesis, aprobando mediante de RCU 039-2021-UNSCH-CU, arrojando un resultado de diecinueve por ciento **(19%)** de índice de similitud, realizado con **depósito de trabajo estándar**.

En consecuencia, se otorga la presente Constancia de Originalidad para los fines pertinentes.

Nota: Se adjunta el resultado con identificador de la entrega: 2992270163

Ayacucho, 01 de julio de 2026

.....
Angela J. Requis Quintanilla

M.Sc. en Fitopatología
E.P. Agronomía

Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga

Caracterización morfológica y control de Lasiodiplodia theobromae de palto (Persea americana Mill) Ayacucho-2025

por Ivan LUJAN GUTIERREZ

Fecha de entrega: 01-jul-2026 02:14p. m. (UTC-0500)

Identificador de la entrega: 2992270163

Nombre del archivo: TESIS_LASIODIPLODIA_corregido_1_.pdf (4.94M)

Total de palabras: 16728

Total de caracteres: 96236

Caracterización morfológica y control de Lasiodiplodia theobromae de palto (Persea americana Mill) Ayacucho-2025

INFORME DE ORIGINALIDAD

19%

INDICE DE SIMILITUD

18%

FUENTES DE INTERNET

1%

PUBLICACIONES

6%

TRABAJOS DEL ESTUD

FUENTES PRIMARIAS

1 repositorio.unsch.edu.pe

Fuente de Internet

2 Submitted to Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga

Trabajo del estudiante

3 aprenderly.com

Fuente de Internet

4 hdl.handle.net

Fuente de Internet

5 editorial.agrosavia.co

Fuente de Internet

6 repositorio.lamolina.edu.pe

Fuente de Internet

7 repositorio.unjfsc.edu.pe

Fuente de Internet

8 dspace.esPOCH.edu.ec

Fuente de Internet

9 orcid.org

Fuente de Internet

10 repositorio.ug.edu.ec

Fuente de Internet

11 www.avocadosource.com

Fuente de Internet

12 biocontroltechnologies.com

Fuente de Internet

13 Submitted to Pontificia Universidad Catolica del Ecuador - PUCE

Trabajo del estudiante

14 repositorio.utea.edu.pe

Fuente de Internet

www.gob.pe

Excluir citas	Activo	Excluir coincidencias	< 30 words
Excluir bibliografía	Activo		

Caracterización morfológica y control de *Lasiodiplodia theobromae* de palto (*Persea americana* Mill) Ayacucho-2025

Morphological characterization and control of *Lasiodiplodia theobromae* of avocado (*Persea americana* Mill) Ayacucho-2025

Iván Luján Gutiérrez¹
ivan.lujan.01@unsch.edu.pe

Guillermo Carrasco Aquino²
guillermo.carrasco@unsch.edu.pe

Área de investigación: Área de ingeniería y ciencias
Línea de investigación: Biotecnología Agropecuaria

RESUMEN

En el Perú, el cultivo de palto (*Persea americana* Mill.) posee un alto valor económico; sin embargo, su producción se ve afectada por diversos fitopatógenos, destacando *L.theobromae*, agente causal de la muerte regresiva. El presente estudio tuvo como objetivo caracterizar morfológicamente y evaluar el control químico de *L. theobromae* aislada de plantas de palto con síntomas de la enfermedad. La investigación se desarrolló bajo un diseño completamente al azar (DCA), con cinco repeticiones para los ensayos de control *in vitro* y siete repeticiones para la evaluación en plántones de palto cv. Hass. El aislamiento del patógeno se realizó a partir de muestras recolectadas en plantaciones con síntomas de muerte regresiva, ubicadas en el distrito de San Miguel, provincia de La Mar, departamento de Ayacucho. La identificación se basó en las características macroscópicas y microscópicas del hongo. Macroscópicamente, presentó un micelio denso, inicialmente blanco, que evolucionó progresivamente a tonalidades grises y negras hacia el octavo día de incubación. Microscópicamente, los conidios fueron hialinos y unicelulares en estados inmaduros, mientras que en la madurez se observaron conidios bicelulares de color marrón oscuro con estrías longitudinales, con dimensiones promedio de $30.6 \times 14.9 \mu\text{m}$. En los ensayos *in vitro*, el Sulfato de cobre y el Benomyl inhibieron completamente el crecimiento micelial de *L. theobromae* (100 %), seguidos por Carbendazim (86.52 %) y Sulfato de cobre pentahidratado (41.28 %). En plántones de palto, el Benomyl registró el menor nivel de severidad de la enfermedad (17.4 %), seguido por Carbendazim (20.4 %), Sulfato de cobre (21.6 %) y Sulfato de cobre pentahidratado (26.4 %). Estos resultados indican que el Benomyl y el Sulfato de cobre constituyen las alternativas más eficaces para el manejo de *L. theobromae* bajo las condiciones evaluadas.

Palabras claves: *Persea americana* Mill, *Lasiodiplodia theobromae*, caracterización, control químico.

ABSTRACT

In Peru, avocado (*Persea americana* Mill.) cultivation holds significant economic value; however, production is hampered by various phytopathogens, notably *L. theobromae*, the causal agent of dieback. This study aimed to morphologically characterize and evaluate chemical control methods against *L. theobromae* isolates obtained from avocado plants exhibiting disease symptoms. The research employed a completely randomized design (CRD), with five replicates for *in vitro* control assays and seven replicates for evaluations on 'Hass' avocado seedlings. Pathogen isolation was performed using samples collected from plantations showing dieback symptoms in the San Miguel district, La Mar province, Ayacucho department. Identification was based on the fungus's macroscopic and microscopic characteristics. Macroscopically, the fungus exhibited dense mycelium initially white that progressively shifted to gray and black tones by the eighth day of incubation. Microscopically, conidia were hyaline and unicellular in immature stages, whereas mature conidia were dark brown, bicellular, and longitudinally striated, with average dimensions of $30.6 \times 14.9 \mu\text{m}$. In *in vitro* assays, Copper sulfate and Benomyl completely inhibited *L. theobromae* mycelial growth (100%), followed by Carbendazim (86.52%) and Copper sulfate pentahydrate (41.28%). In avocado seedlings, Benomyl resulted in the lowest disease severity level (17.4%), followed by Carbendazim (20.4%), Copper sulfate (21.6%), and copper sulfate pentahydrate (26.4%). These results indicate that benomyl and copper sulfate are the most effective alternatives for managing *L. theobromae* under the conditions evaluated.

Keywords: *Persea americana* Mill, *Lasiodiplodia theobromae*, characterization, chemical control.

I. INTRODUCCIÓN

En el Perú, el cultivo del palto (*Persea americana* Mill.) ha registrado un crecimiento sostenido durante las últimas décadas, debido a su contribución al desarrollo económico y al fortalecimiento del sector agroexportador. Para el año 2025, los índices de producción y exportación de palta reportaron incrementos significativos. Este panorama resalta la importancia de fortalecer las acciones de manejo fitosanitario y de conservación de la sanidad en los huertos, factores esenciales para garantizar la calidad del fruto y mantener la competitividad del sector tanto a nivel nacional como global (Agencia Agraria de Noticias, 2025; Instituto Nacional de Estadística e Informática [INEI], 2025).

En concordancia con esta dirección de crecimiento, Fructidor (2026) informó que las exportaciones peruanas de palta Hass alcanzaron las 722 754 toneladas en 2025, volumen que evidenció un crecimiento del 38 % en relación con las 523 035 toneladas exportadas en 2024.. En cuanto al área cultivada a nivel nacional, los huertos de palta Hass abarcaron 83 529 hectáreas en 2025, presentando un leve incremento respecto a las 83 503 hectáreas reportadas el año anterior.

A nivel regional, Bautista (2024) señala que la provincia de La Mar es considerada una de las principales áreas con producción de palta para exportación. Sin embargo, el cultivo enfrenta problemas fitosanitarios, que reducen la productividad y la calidad del fruto. En este contexto, la Dirección Regional Agraria de Ayacucho (DRAA, 2023), reporta que aproximadamente el 61% de las plantaciones de palto en la región presentan la enfermedad causada por *Lasiodiplodia theobromae*, conocida como muerte regresiva. Este patógeno se localiza principalmente en la zona del injerto, así como en el tallo y las ramas, limitando el crecimiento y la productividad del cultivo.

El control de *Lasiodiplodia theobromae* mediante fungicidas, como Sulfato de cobre, Sulfato de cobre pentahidratado, Benomyl y Carbendazim, ha demostrado ser eficaz al inhibir significativamente el desarrollo del patógeno. No obstante, su aplicación debe considerar aspectos como los límites máximos de residuos (LMR) y los periodos de carencia, especialmente en sistemas de producción destinados a la exportación (Lopez, 2024).

En función a los antecedentes y la problemática planteada, el presente estudio tuvo como objetivo: Caracterizar morfológicamente y controlar a *Lasiodiplodia theobromae* de palto.

II. MATERIALES Y MÉTODOS

Ubicación

La investigación se desarrolló en dos fases. La primera fase se realizó en campo, en el distrito de San Miguel, provincia de La Mar, departamento de Ayacucho. La segunda fase se llevó a cabo en el laboratorio de Fitopatología de la Escuela Profesional de Agronomía de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga.

Diseño experimental y análisis estadístico

Se empleó el Diseño Completamente al Azar (DCA) con cinco repeticiones en *in vitro* y siete repeticiones en plantones, aplicando el siguiente modelo lineal aditivo: $Y_{ij} = u + T_i + E_{ij}$

Donde Y_{ij} corresponde a observación cualquiera del i -ésimo tratamiento y j -ésima repetición, u al promedio de las unidades experimentales, T_i al efecto del i -ésimo tratamiento y E_{ij} al error experimental.

Colección de muestras vegetales

Las muestras se recolectaron de plantaciones de palto (*Persea americana* Mill) cv. Hass, ubicada en el centro poblado de Illaura, distrito de San Miguel. Se realizó una inspección fitosanitaria en plantas de aproximadamente cinco años de edad para identificar ejemplares con síntomas de muerte regresiva. De cada planta sintomática se obtuvieron segmentos de tallos y ramas de 10 a 20 cm de longitud, los cuales se colocaron en bolsas de polietileno previamente rotuladas y se transportaron en un cooler al Laboratorio de Fitopatología para su procesamiento y análisis.

Aislamiento

a) Preparación del medio de cultivo.

Para el aislamiento del patógeno se preparó un litro de medio Papa Dextrosa Agar (PDA) mediante la disolución de 39 g del medio deshidratado en 1 L de agua destilada. La mezcla se esterilizó en autoclave a 121 °C durante 15 min. Una vez esterilizado y enfriado el medio hasta aproximadamente 45–50 °C, se adicionaron 500 mg de tetraciclina bajo condiciones asépticas con el fin de inhibir el crecimiento bacteriano. Posteriormente, el medio se distribuyó en placas Petri estériles dentro de una cámara de flujo laminar y se dejó solidificar a temperatura ambiente.

b) Preparación y desinfección del material vegetal.

Los fragmentos de tallos y ramas recolectados se sometieron a un lavado preliminar con agua corriente para eliminar impurezas superficiales. Posteriormente, se seccionaron en fragmentos de 5 a 10 mm de longitud, obtenidos de la zona de transición entre el tejido sano y el tejido afectado. Los fragmentos se desinfectaron mediante inmersión en alcohol al 70 % durante 2 min y, posteriormente, se enjuagaron dos veces con agua destilada estéril. Finalmente, se colocaron sobre papel toalla estéril y se dejaron secar en una cámara de flujo laminar antes de su siembra en el medio de cultivo.

c) Siembra del material vegetal e incubación.

Una vez secos, los fragmentos de tejido se sembraron en placas Petri con medio Papa Dextrosa Agar (PDA), distribuyendo cinco fragmentos por placa en disposición de cruz. Las placas se rotularon, sellaron y se incubaron a 25 °C durante seis días. Durante el periodo de incubación, se evaluó periódicamente el crecimiento micelial para seleccionar colonias con características morfológicas compatibles con el género *Lasiodiplodia*, las cuales fueron utilizadas para su posterior caracterización e identificación.

Purificación

Seis días después de la siembra inicial, se realizó la purificación de los aislamientos mediante la transferencia de un disco de micelio de aproximadamente 5 mm de diámetro, obtenido de colonias con características morfológicas compatibles con el género *Lasiodiplodia*, al centro de nuevas placas Petri con medio Papa Dextrosa Agar (PDA). El procedimiento se efectuó en cinco repeticiones para garantizar la obtención de cultivos puros. Las placas se incubaron a 25 °C hasta observar un crecimiento micelial homogéneo y libre de contaminación.

Caracterización morfológica

La caracterización morfológica de los aislamientos puros se realizó con el propósito de identificar el patógeno mediante la evaluación de sus características macroscópicas y microscópicas.

Para la caracterización macroscópica, se evaluaron las características culturales de las colonias, incluyendo el color del micelio, la textura y el índice de crecimiento micelial, en cultivos incubados a 25 °C. El índice de crecimiento micelial se calculó mediante la siguiente fórmula:

$$\text{Crecimiento micelial} = \frac{\text{Crecimiento total (cm)}}{\text{Tiempo total (días)}}$$

Los resultados se expresaron en centímetros por día (cm día⁻¹). Las mediciones se realizaron diariamente hasta que el micelio cubrió completamente la superficie del medio de cultivo en la placa Petri.

La caracterización microscópica comprendió la evaluación de la presencia o ausencia de septos, así como la medición de la longitud y el ancho de 100 conidios mediante un microscopio digital Bio Blue con un aumento de 40×. Asimismo, se registraron la forma y el color de los conidios. La identificación del aislamiento a nivel de género se realizó con base en las características

macroscópicas y microscópicas, utilizando la clave taxonómica de Barnett y Hunter (1998). La identificación a nivel de especie se efectuó mediante la comparación de las características morfológicas observadas con las descripciones publicadas por Li et al. (2013) y Vicuña (2023).

Prueba de patogenicidad

La prueba de patogenicidad se realizó siguiendo la metodología descrita por Holguín et al. (2025, pp. 33–38).

Se empleó un aislamiento de *Lasiodiplodia theobromae* previamente identificado. El aislamiento se cultivó en placas Petri con medio Papa Dextrosa Agar (PDA) y se incubó a 25 °C durante 10 días para obtener un crecimiento micelial activo.

Para la inoculación se utilizaron plantones de palto (*Persea americana* Mill.) cv. Hass, los cuales fueron sometidos a estrés hídrico durante cinco días antes del procedimiento. Posteriormente, se desinfectó la zona de inoculación en el tallo y se realizó una perforación con un sacabocados estéril. A continuación, se transfirió un disco de micelio de *Lasiodiplodia theobromae* de 5 mm de diámetro al interior de la perforación. Finalmente, el sitio de inoculación se cubrió con algodón estéril humedecido y se selló con cinta Parafilm para mantener la humedad y proteger el inóculo durante el proceso de infección.

Tras la inoculación, los plantones se mantuvieron en condiciones ambientales durante 30 días. Durante este periodo, se realizaron evaluaciones periódicas para monitorear la aparición y progresión de los síntomas. El riego se aplicó en días alternos, conforme a los requerimientos hídricos de los plantones. Adicionalmente, el sitio de inoculación se humedeció en días alternos mediante la aplicación de agua destilada estéril con una jeringa estéril.

El experimento se realizó con cuatro repeticiones para el tratamiento y cuatro repeticiones para el testigo, empleándose un total de ocho plantones.

Finalmente, el porcentaje de incidencia de la enfermedad se determinó mediante la fórmula propuesta por Agrios (2005), citado por Bautista (2024).

$$\% \text{ de Incidencia} = \frac{\text{Número de plantas infectadas}}{\text{Número total de plantas evaluadas}} \times 100$$

Preparación de medio envenenado

El medio envenenado se preparó utilizando medio Papa Dextrosa Agar (PDA), siguiendo las mismas proporciones y el procedimiento descritos previamente. Posteriormente, se

distribuyeron 100 mL del medio en cada una de cinco botellas de vidrio, las cuales se esterilizaron en autoclave a 121 °C durante 15 min. Una vez enfriado hasta alcanzar una temperatura de 37–40 °C, se incorporaron los fungicidas correspondientes a cada tratamiento y se homogeneizó la mezcla mediante movimientos circulares. Finalmente, el medio se distribuyó en placas Petri estériles de acuerdo con el diseño experimental. En el tratamiento testigo se adicionó tetraciclina antes del plaqueo para inhibir el crecimiento bacteriano.

Tabla 2.1

Tratamientos y dosis empleados en el ensayo in vitro

Tratamiento	Código	Dosis recomendada /cil	Dosis utilizada µl/100 ml de medio	Repetición
Testigo	T0	-	-	5
Sulfato de cobre	T1	500 g	0.25 g	5
Sulfato de cobre pentahidratado	T2	500 ml	250 µl	5
Benomyl	T3	200 g	0.1 g	5
Carbendazim	T4	250 ml	125 µl	5

Siembra en medio envenenado

La siembra se realizó en una cámara de flujo laminar bajo condiciones asépticas. Mediante un sacabocados estéril, se extrajo un disco de micelio de 5 mm de diámetro a partir de un cultivo puro de *Lasiodiplodia theobromae*, el cual se colocó en el centro de cada placa Petri que contenía el medio envenenado. Posteriormente, las placas se rotularon con el tratamiento correspondiente y la fecha de siembra, se sellaron con cinta Parafilm para minimizar el riesgo de contaminación y, finalmente, se incubaron a 25 °C.

Determinación del PIM

El porcentaje de inhibición del crecimiento micelial (PIM) se determinó mediante mediciones del diámetro de las colonias realizadas cada 24 h después de la siembra en el medio envenenado. Las evaluaciones se mantuvieron hasta que el micelio del tratamiento testigo colonizó completamente la superficie del medio de cultivo, utilizando dichos registros para el cálculo del PIM.

El cálculo del PIM se efectuó utilizando la fórmula propuesta por Alburqueque y Gusqui (2018), la cual se presenta a continuación: $PIM/PICM = ((R1-R2) / R1) * 100$

Donde PIM corresponde a porcentaje de inhibición micelial %, R1 al crecimiento micelial del testigo (cm) y R2 al crecimiento micelial del patógeno en medio envenado (cm).

Prueba de control químico en plantones

Para esta evaluación se utilizaron plantones de palto (*Persea americana* Mill.) cv. Hass. Los tratamientos se aplicaron mediante la técnica de *drench*, utilizando 400 mL de solución por plantón, 10 días antes y 15 días después de la inoculación con *Lasiodiplodia theobromae*. Se emplearon los mismos fungicidas evaluados en el ensayo *in vitro*, cuyas concentraciones y dosis se presentan en la Tabla 2.2.

Antes de la inoculación, los plantones fueron sometidos a estrés hídrico durante cuatro días para incrementar su susceptibilidad al patógeno. En total, permanecieron sin riego durante nueve días, considerando los cuatro días previos a la inoculación, el día de la inoculación y los cuatro días posteriores.

La inoculación se realizó mediante una perforación de 0.5 cm de diámetro en la pluma de cada plantón utilizando un sacabocados estéril. En el orificio se colocó un disco de 5 mm de diámetro de medio PDA con crecimiento micelial activo de *L. theobromae*. Posteriormente, el sitio de inoculación se cubrió con algodón estéril humedecido y se selló con cinta Parafilm para proteger el tejido y mantener condiciones favorables para el establecimiento de la infección.

Finalmente, se evaluaron la incidencia y la severidad de la enfermedad. Cada tratamiento estuvo conformado por siete plantones, además de un tratamiento testigo con igual número de plantas. La evaluación se realizó 30 días después de la inoculación. La severidad se determinó mediante la medición de la longitud de las lesiones internas, obtenidas a partir de cortes longitudinales del tejido afectado.

El porcentaje de incidencia se determinó conforme a la fórmula mencionado anteriormente, mientras que el porcentaje de severidad de la enfermedad se calculó mediante la fórmula propuesta por Vecilla y Goyes (2025), la cual se presenta a continuación:

$$\% \text{ de severidad} = \frac{\text{área del tejido enfermo}}{\text{área total}(\text{área sana} + \text{área enferma})} \times 100$$

Tabla 2.2

Tratamientos y dosis empleados en el ensayo en plantones

Tratamiento	Código	Dosis recomendada /cil.	Dosis Utilizada /2 800 ml de agua	Repetición
Testigo	T0	-	-	7
Sulfato de cobre	T1	500 g	7 g	7
Sulfato de cobre pentahidratado	T2	500 ml	7 ml	7
Benomyl	T3	200 g	2.8 g	7
Carbendazim	T4	250 ml	3.5 ml	7

Análisis de datos

El análisis estadístico se efectuó mediante el software InfoStat. Los datos se sometieron a un análisis de varianza (ANOVA) y, cuando se detectaron diferencias significativas entre tratamientos, las medias se compararon mediante la prueba de Tukey con un nivel de significancia de $\alpha = 0.05$.

III. RESULTADOS Y DISCUSIONES

Aislamiento de *Lasiodiplodia theobromae*

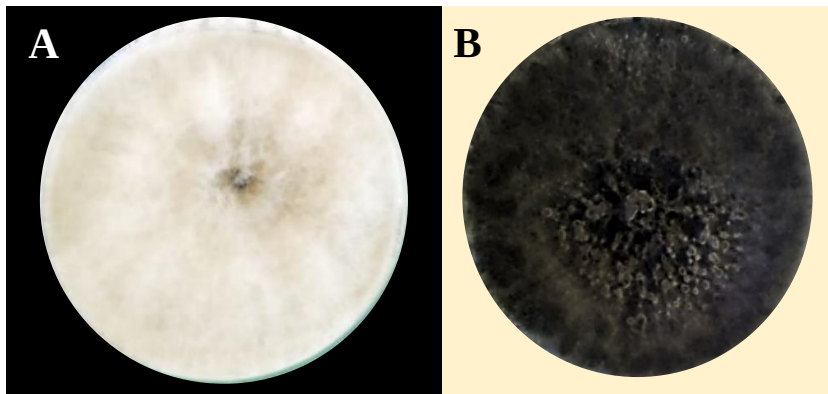
Lasiodiplodia theobromae fue aislada a partir de muestras de tejido de palto con síntomas característicos de muerte regresiva. El aislamiento obtenido, junto con los resultados de la prueba de patogenicidad, confirmó la asociación de este hongo con la enfermedad y respaldó su papel como agente causal en el cultivo de palto.

Los resultados obtenidos concuerdan con los reportados por Bautista (2024), quien también aisló *Lasiodiplodia* spp. a partir de muestras de palto con síntomas de muerte regresiva recolectadas en el distrito de San Miguel, provincia de La Mar. Esta coincidencia fortalece la evidencia sobre la asociación de este patógeno con la muerte regresiva en el cultivo de palto y respalda su presencia en la zona de estudio.

Caracterización morfológica de *Lasiodiplodia theobromae*

Figura ¡Error! No hay texto con el estilo especificado en el documento..1

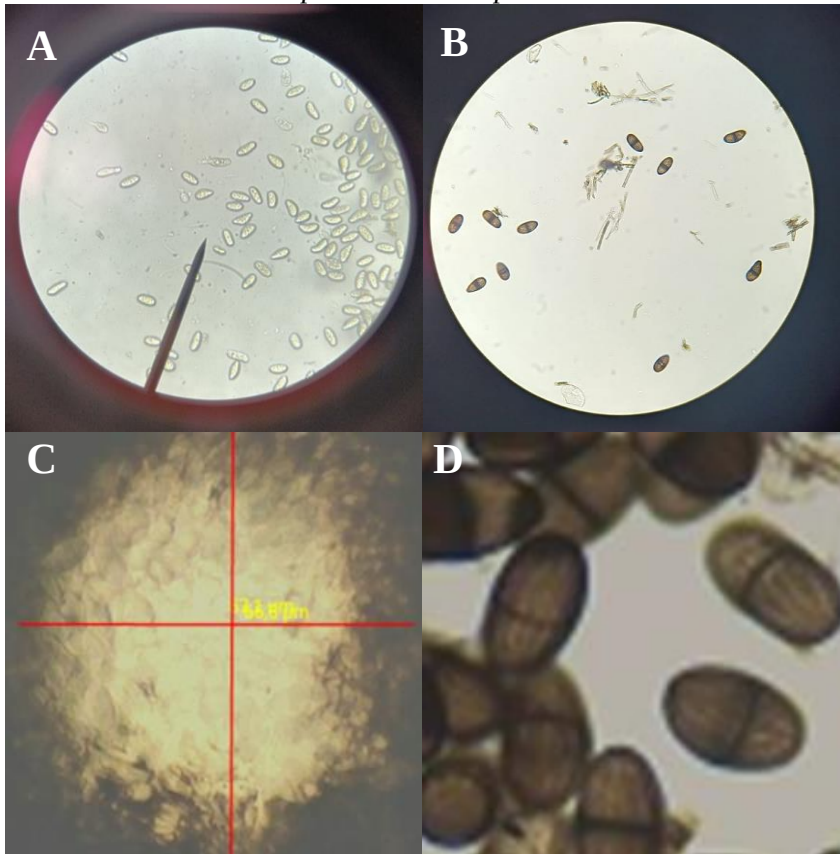
Características macroscópicas de Lasiodiplodia theobromae



Nota: Identificación del hongo A: Colonia de 6 DDS, B: Colonia de 15 DDS.

Figura ¡Error! No hay texto con el estilo especificado en el documento..2

Características microscópicas de Lasiodiplodia theobromae



Nota: Identificación del hongo A: Conidio inmaduro, B: conidio maduro, C: Picnidios, D: Conidios maduros.

Las características macroscópicas de los aislamientos evidenciaron un micelio denso. Durante los primeros días de incubación, las colonias presentaron una coloración blanca que, conforme avanzó el crecimiento, cambió progresivamente a gris oliváceo y gris oscuro, hasta adquirir una coloración negra entre los 7 y 8 días de incubación. Las colonias colonizaron completamente la superficie del medio PDA en aproximadamente seis días, registrando una tasa promedio de

crecimiento micelial de 0.75 cm día^{-1} a 25°C , acompañada de un incremento progresivo en la densidad del micelio.

Las características observadas coinciden con las descritas por Picos et al. (2015), quienes reportaron que *Lasiodiplodia theobromae* produjo colonias con micelio aéreo de densidad moderada y coloración inicialmente blanca, la cual evolucionó a gris oliváceo hacia el séptimo día y, posteriormente, a tonalidades negras. Asimismo, Bautista (2024) describió aislamientos de *Lasiodiplodia* spp. con un micelio compacto que cambió progresivamente de blanco a gris oliváceo y finalmente a gris oscuro. No obstante, dicho autor registró una colonización completa de la placa en cuatro días y una tasa promedio de crecimiento de 2.98 cm día^{-1} a 27°C .

En la caracterización microscópica se observó la formación de masas estromáticas de color gris, dentro de las cuales se desarrollaron numerosos picnidios globosos de color marrón oscuro a negro, con un tamaño promedio de $198.00 \times 123.30 \text{ }\mu\text{m}$. Los conidióforos fueron hialinos y los conidios se formaron de manera acrógena, presentando una morfología elipsoidal. En los estados iniciales de desarrollo, los conidios fueron hialinos, unicelulares y de pared lisa; posteriormente, al alcanzar la madurez, adquirieron una coloración marrón oscura, desarrollaron un septo, se volvieron bicelulares y presentaron estrías longitudinales. El tamaño promedio de los conidios fue de $30.6 \times 14.9 \text{ }\mu\text{m}$.

Las características macroscópicas y microscópicas observadas coincidieron con las descritas en la clave taxonómica de Barnett y Hunter (1998), siguiendo la secuencia diagnóstica correspondiente a: **Sphaeropsidales**, conidios producidos en picnidios; conidios globosos o elipsoidales; conidios bicelulares y pigmentados; y picnidios agrupados en estromas. Con base en estos caracteres, el aislamiento fue asignado al género *Botryodiplodia*, actualmente reconocido como sinónimo taxonómico de *Lasiodiplodia*.

La identificación a nivel de especie se sustentó en las características culturales de la colonia y en la morfología y dimensiones de los conidios, las cuales coincidieron con las descritas para *Lasiodiplodia theobromae* en estudios previos. Li et al. (2013) reportaron conidios de $20.0\text{--}28.0 \times 10.5\text{--}16.0 \text{ }\mu\text{m}$, mientras que Vicuña (2023) registró conidios de $31.01 \times 16.76 \text{ }\mu\text{m}$. Los valores obtenidos en el presente estudio ($30.6 \times 14.9 \text{ }\mu\text{m}$) se encuentran dentro del rango de variación descrito para la especie, lo que respalda la identificación morfológica del aislamiento como *L. theobromae*.

Resultado de la prueba de patogenicidad

Figura 3.3
Presencia de exudación en la zona inoculada



Nota. Exudación en la zona inoculada con el patógeno.

A los 15 días posteriores a la inoculación con *Lasiodiplodia theobromae*, se evidenció la aparición de los primeros síntomas de la enfermedad en los plantones evaluados. Las repeticiones uno y tres presentaron emisión de exudados y el inicio de la marchitez foliar.

A los 30 días después de la inoculación, los plantones desarrollaron síntomas similares a los observados en las plantas de campo a partir de las cuales se obtuvo el aislamiento del patógeno. Asimismo, la incidencia de la enfermedad fue del 100 %, evidenciando que todos los plantones inoculados presentaron síntomas compatibles con la muerte regresiva.

Estos resultados concuerdan con lo reportado por Bautista (2024), quien registró una incidencia del 100 % de *Lasiodiplodia* spp. en plantones de palto cv. Hass bajo condiciones controladas. En conjunto, estos hallazgos confirman la elevada capacidad patogénica del aislamiento evaluado y, en concordancia con la prueba de patogenicidad y el reaislamiento del microorganismo, respaldan la identificación de *L. theobromae* como agente causal de la muerte regresiva en el cultivo de palto.

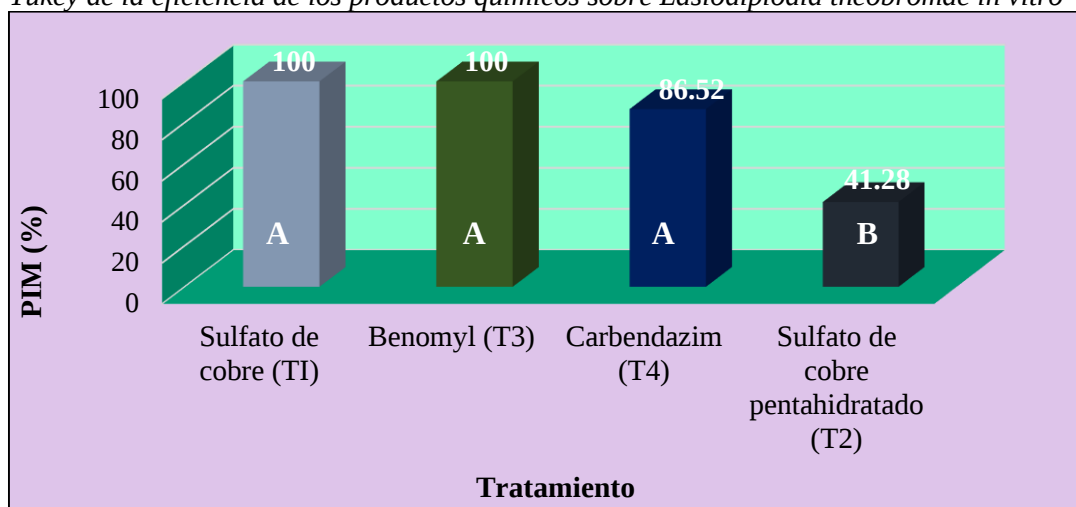
Efecto de productos químicos contra *Lasiodiplodia theobromae* in vitro

Tabla 1. ANOVA de la eficiencia de los productos químicos sobre *Lasiodiplodia theobromae* in vitro

F.V.	Gl	SC	CM	F	p-valor
Tratamiento	3	11632.32	3877.56	43.63	<0.0001**
Error	16	1422.02	88.88		
Total	19	13054.71			

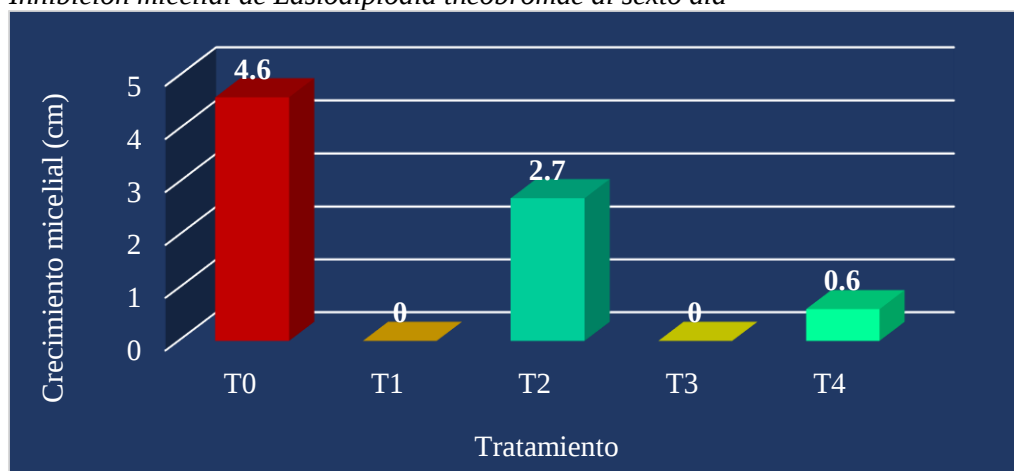
CV = 11.50 %

Figura ¡Error! No hay texto con el estilo especificado en el documento..**3**
Tukey de la eficiencia de los productos químicos sobre Lasiodiplodia theobromae in vitro



La Tabla 3.1 presenta el análisis de varianza (ANOVA) de la eficacia de los fungicidas evaluados sobre *Lasiodiplodia theobromae* en condiciones in vitro. Los resultados evidenciaron diferencias altamente significativas entre los tratamientos ($p < 0.01$), con un coeficiente de variación de 11.50 %, lo que indica una adecuada precisión experimental. Asimismo, la Figura 3.4 muestra los resultados de la prueba de comparación múltiple de Tukey, en la que los tratamientos T1, T3 y T4 conformaron un mismo grupo estadístico, sin diferencias significativas entre ellos, mientras que el tratamiento T2 difirió significativamente del resto de los tratamientos.

Figura ¡Error! No hay texto con el estilo especificado en el documento..**4**
Inhibición micelial de Lasiodiplodia theobromae al sexto día



En el presente estudio, el Sulfato de cobre y el Benomyl inhibieron completamente el crecimiento micelial de *Lasiodiplodia theobromae*, alcanzando un porcentaje de inhibición del 100 % al sexto día de incubación a 25 °C.

Los resultados obtenidos concuerdan con los reportados por Chaupín (2018), quien registró porcentajes de inhibición del crecimiento micelial de *L. theobromae* entre 94.4 % y 97.9 % para el Sulfato de cobre, y entre 77.4 % y 85.1 % para el Benomyl.

En el tratamiento con Carbendazim, el crecimiento micelial se inició a partir del segundo día de incubación, lo que indica que el fungicida no inhibió completamente el desarrollo inicial del patógeno. No obstante, redujo significativamente su crecimiento, registrando un diámetro promedio de colonia de 0.6 cm al sexto día y un porcentaje de inhibición del 86.52 %. Estos resultados son comparables con los reportados por Alburqueque y Gusqui (2018) y Valle et al. (2019), quienes obtuvieron una inhibición total del crecimiento micelial utilizando Carbendazim.

Por su parte, el Sulfato de cobre pentahidratado presentó un efecto inhibitorio parcial. El crecimiento micelial se observó desde el segundo día de incubación y, al sexto día, las colonias alcanzaron un diámetro promedio de 2.7 cm, equivalente a una inhibición del 41.28 %. Este resultado coincide con el reportado por Soto (2018), quien registró una inhibición del 41.74 %, lo que confirma que este compuesto reduce el crecimiento micelial de *L. theobromae*, aunque con una eficacia considerablemente menor.

Efecto de productos químicos en *Lasiodiplodia theobromae* en plantones de palto

Figura ¡Error! No hay texto con el estilo especificado en el documento..6

*Síntomas por *Lasiodiplodia theobromae* en plantones de palto Hass*



Nota. A: exudación en la zona inoculada, B: plántula de palto con inicio de marchites.

A los 30 días después de la inoculación con *Lasiodiplodia theobromae*, se observó la presencia de exudados (Figura 3.10) en el sitio de inoculación, tanto en el tratamiento testigo como en los tratamientos que recibieron fungicidas. Estos síntomas evidenciaron el establecimiento de la infección bajo las condiciones del experimento. En consecuencia, la incidencia de la enfermedad fue del 100 % en todos los tratamientos evaluados.

Los resultados obtenidos concuerdan con los reportados por Soto (2018), quien registró una incidencia del 100 % de la enfermedad tanto en el tratamiento testigo como en los tratamientos que incluyeron la aplicación de fungicidas. Aunque dicho estudio se desarrolló en el cultivo de vid, la similitud en la metodología de inoculación y en las condiciones experimentales permite establecer una comparación con los resultados del presente estudio.

Tabla 3.2 ANOVA de la severidad de la enfermedad a nivel del tallo en plántones de palto Hass

F.V.	SC	Gl	CM	F	p-valor
Tratamiento	8124.17	4	2031.04	29.13	<0.0001**
Error	2091.71	30	69.72		
Total	10215.89	34			

CV = 28.85 %.

La Tabla 3.2 muestra el análisis de varianza (ANOVA) de la severidad de la enfermedad causada por *Lasiodiplodia theobromae* en plántones de palto cv. Hass. El ANOVA evidenció diferencias altamente significativas entre los tratamientos ($p < 0.01$). El coeficiente de variación fue de 28.85 %, indicando una variabilidad experimental aceptable para este tipo de evaluación.

Figura 3.3 Tukey de la severidad de la enfermedad a nivel del tallo en plántones de palto Hass

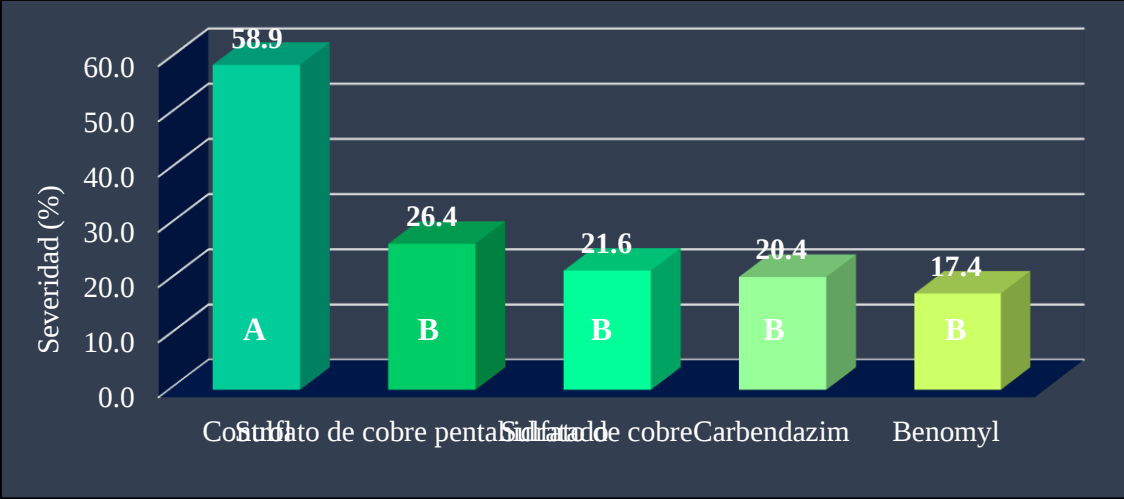
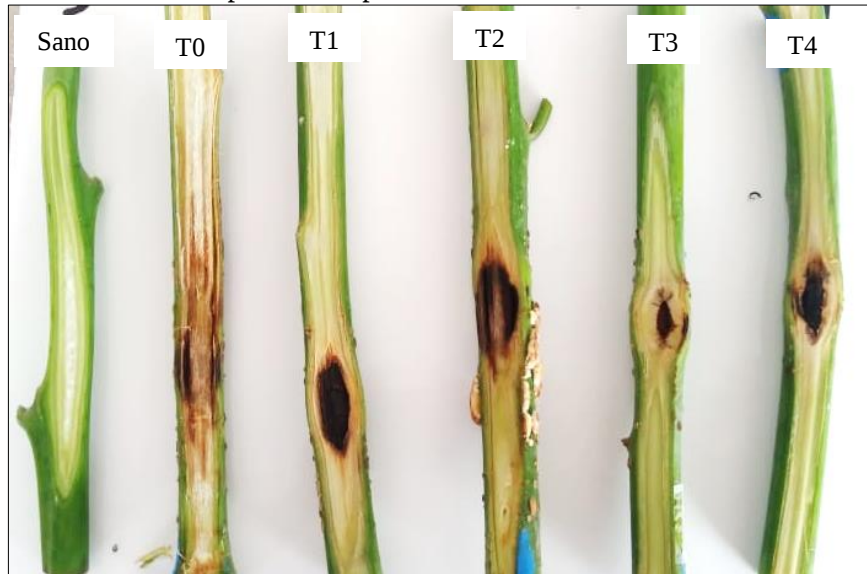


Figura ¡Error! No hay texto con el estilo especificado en el documento..8
Severidad causada por *Lasiodiplodia theobromae* a nivel del tallo



Nota. Infección causada por *Lasiodiplodia theobromae* en plántones de palto Hass.

En el presente estudio, el tratamiento testigo registró el mayor nivel de severidad de la enfermedad en el tallo (58.9 %).

La aplicación de los fungicidas redujo significativamente la severidad de la enfermedad en comparación con el tratamiento testigo. El tratamiento con Sulfato de cobre pentahidratado (T2) presentó una severidad de 26.4 %, mientras que el Sulfato de cobre (T1) registró un valor de 21.6 %. Los mejores resultados se obtuvieron con Carbendazim (T4) y Benomyl (T3), que alcanzaron los menores porcentajes de severidad, con 20.4 % y 17.4 %, respectivamente.

Los resultados obtenidos concuerdan con lo reportado por Tadey (2023), quien evaluó la eficacia de diversos fungicidas para el control de la severidad de la enfermedad causada por *Lasiodiplodia theobromae* en plantaciones de palto cv. Hass bajo condiciones de campo. Entre los tratamientos evaluados se incluyeron Carbendazim y Sulfato de cobre pentahidratado, observándose una menor severidad con Carbendazim en comparación con el Sulfato de cobre pentahidratado.

IV. CONCLUSIONES

1. Se aisló e identificó *Lasiodiplodia theobromae* como agente causal de la muerte regresiva en plantaciones de palto.
2. La caracterización morfológica permitió identificar a *Lasiodiplodia theobromae*, cuyas características macroscópicas y microscópicas coincidieron con las descritas para la

- especie, destacando el cambio progresivo en la coloración del micelio y la formación de conidios bicelulares estriados con dimensiones promedio de $30.6 \times 14.9 \mu\text{m}$.
3. La evaluación *in vitro* demostró que el sulfato de cobre y el Benomyl inhibieron completamente el crecimiento micelial de *Lasiodiplodia theobromae* (100 %), mientras que el Carbendazim alcanzó una inhibición del 86.52 % y el Sulfato de cobre pentahidratado del 41.28 %.
 4. El ensayo en plántones de palto mostró que el Benomyl fue la fungicida más eficaz en el control de la enfermedad muerte regresiva causada por *Lasiodiplodia theobromae*, al registrar el menor nivel de severidad (17.4%), seguido por Carbendazim (20.4 %), Sulfato de cobre (21.6 %) y Sulfato de cobre pentahidratado (26.4 %).

V. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Agencia Agraria de Noticias. (2025). *Exportaciones peruanas de palta alcanzaron los US\$ 917.349.000 en la primera mitad de 2025, mostrando un alza de 16%*. Agraria.pe Agencia Agraria de Noticias. <https://agraria.pe/noticias/exportaciones-peruanas-de-palta-alcanzaron-los-us-917-349-00-40408>
- Alburqueque, D., & Gusqui, R. (2018). *Eficacia de fungicidas químicos para el control in vitro de diferentes fitopatógenos en condiciones controladas*. *Arnaldoa*, 25(2), 489-498. <http://doi.org/10.22497/arnaldoa.252.25209>
- Barnett, H. L., & Hunter, B. B. (1998). *Géneros ilustrados de hongos imperfectos* (Ed. 4). Sociedad Americana de Fitopatología (APS Press). <https://doi.org/10.1080/00275514.1978.12020265>
- Bautista, C. I. (2024). *Caracterización morfológica y estandarización de protocolo para la identificación molecular de géneros de hongos fitopatógenos en palto (Persea americana Mill.), La Mar—Ayacucho* [Tesis de titulación, Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga]. <https://repositorio.unsch.edu.pe/handle/20.500.14612/7008>
- Chaupín, M. O. (2018). *Incidencia, etiología y control in vitro de la muerte regresiva en el palto (Persea americana Mill.) en Luricocha, Huanta, 2017* [Tesis de titulación, Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga]. <https://repositorio.unsch.edu.pe/handle/UNSCH/3085>
- Dirección Regional Agraria de Ayacucho (DRAA, 2023). *Consejos esenciales para combatir la enfermedad Lasiodiplodia Theobromae en el cultivo de palto*. <https://www.gob.pe/institucion/regionayacucho-dra/noticias/841818-consejos-esenciales-para-combatir-la-enfermedad-lasiodiplodia-theobromae-en-el-cultivo-de-palto>
- Fructidor. (2026). *Las exportaciones peruanas de aguacate Hass alcanzarán un récord de 722.754 toneladas en 2025*. https://fructidor.com/es/news/news-detail/306d36cf-4170-47bd-93a1-b480f97ff5f0?utm_source=chatgpt.com

- Instituto Nacional de Estadística e Informática [INEI]. (2025). *Production of avocado grew by 112.9% during September of 2025 and three departments concentrated the 83.7% of the national total*. https://www.gob.pe/en/institucion/inei/noticias/1297239-produccion-de-palta-crecio-en-112-9-durante-setiembre-de-2025-y-tres-departamentos-concentraron-el-83-7-del-total-nacional?utm_source=chatgpt.com
- Li, Q. L., Guo, T. X., Pan, Z. B., Huang, S. P., Mo, J. Y., Ning, P., & Hsiang, T. (2013). *Un brote de gomosis en árboles de mango causado por Lasiodiplodia theobromae en Guangxi, sur de China*. *Plant Disease*, 97(5), 690-690. <https://doi.org/10.1094/PDIS-10-12-0969-PDN>
- Lopez, E. Y. (2024). *Evaluación de la eficacia del control químico de Lasiodiplodia theobromae en el cultivo de palto en Santa Rosalía-Huaura* [Tesis de titulación, Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión]. <https://repositorio.unjfsc.edu.pe/handle/20.500.14067/9766>
- Picos, P. A., García, R. S., León, J., Sañudo, A., & Allende, R. (2015). *Lasiodiplodia theobromae en Cultivos Agrícolas de México: Taxonomía, Hospedantes, Diversidad y Control*. *Revista mexicana de fitopatología*, 33(1), 54-74. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=61240687004>
- Soto, J. M. (2018). *Promotores de defensa químicos y biológicos contra infecciones por Lasiodiplodia theobromae en vid (Vitis vinifera)* [Tesis de maestría, Universidad Nacional Agraria La Molina]. <https://hdl.handle.net/20.500.12996/3084>
- Tadey, S. S. (2023). *Control químico y biológico de Lasiodiplodia spp. Causante de muerte regresiva en el cultivo de palto 'Hass' (Persea americana Mill)* [Tesis de titulación, Universidad Nacional Agraria La Molina]. <https://hdl.handle.net/20.500.12996/6106>
- Valle, M., Guillén, D., López, V., Juárez, P., Martínez, E., Hernández, M., & Ariza, R. (2019). *Control in vitro de Lasiodiplodia theobromae (Pat.) Griff. & Maubl y L. citricola Abdollahz aislados de lima Persa (Citrus latifolia Tanaka) en Morelos, México*. *Acta Agrícola y Pecuaria*, 5. <https://doi.org/10.30973/aap/2019.5.0051001>
- Vecilla, L. P., & Goyes, M. Á. (2025). *Efecto de inductores de resistencia sobre Rhizoctonia solani en el cultivo de arroz en la zona de Babahoyo – Ecuador*. *Arandu UTIC*, 12(2), 3886-3909. <https://doi.org/10.69639/arandu.v12i2.1197>
- Vicuña, A. Y. (2023). *Caracterización de especies de Lasiodiplodia que afectan el cultivo de palto (Persea americana) en la costa peruana* [Tesis de maestría, Universidad Nacional Agraria La Molina]. <https://hdl.handle.net/20.500.12996/5861>