

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
LA MOLINA
FACULTAD DE AGRONOMÍA**



**“INDUCCIÓN DE RESISTENCIA A *Lasiodiplodia theobromae* EN
PALTO (*Persea americana* Mill.) EN CONDICIONES DE LA MOLINA”**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE
INGENIERA AGRÓNOMA**

NERY VERONICA JIMENEZ ARIZA

LIMA – PERÚ

2023

**La UNALM es titular de los derechos patrimoniales de la presenta investigación
(Art. 24 - Reglamento de propiedad intelectual)**

Document Information

Analyzed document	JIMENEZ ARIZA REV.pdf (D162110078)
Submitted	2023-03-25 00:48:00
Submitted by	Isabel
Submitter email	imontes@lamolina.edu.pe
Similarity	3%
Analysis address	isabel.unalm@analysis.orkund.com

Sources included in the report

SA	Universidad Nacional Agraria La Molina / JIMENEZ ARIZA RESULT.pdf Document JIMENEZ ARIZA RESULT.pdf (D162110112) Submitted by: imontes@lamolina.edu.pe Receiver: isabel.unalm@analysis.orkund.com		1
W	URL: http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/11574/1/Hanna%20Aguilar%20Evangelyn%20G..pdf Fetched: 2021-03-09 04:17:11		1
W	URL: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0185-33092015000100054 Fetched: 2021-12-14 19:08:20		2
SA	BORRADOR URKUM.docx Document BORRADOR URKUM.docx (D97682141)		1
SA	CHUNCHO.docx Document CHUNCHO.docx (D129805239)		1

Entire Document

RESUMEN La producción y exportación del cultivo de palto, cultivar Hass, ha crecido exponencialmente durante los últimos años en el Perú, sin embargo, se ha observado una alta incidencia de síntomas como muerte regresiva, canchros en ramas de las plantas y pudriciones en los frutos afectan la producción óptima del cultivo y la calidad del fruto. Estos síntomas son generados principalmente por el hongo *Lasiodiplodia theobromae*, cuyo control se limita a pocos ingredientes activos que tienden a generar resistencia del patógeno. En el presente estudio, el objetivo principal fue evaluar el efecto inductor de resistencia en el control de *Lasiodiplodia theobromae* en palto (*Persea americana*) cultivar Hass. En el laboratorio se evaluó la efectividad en la inhibición del crecimiento de *L. theobromae* de los productos mediante la prueba de envenenamiento y prueba de enfrentamiento, se determinó que los tratamientos Vacun Qpro, Barrera y Timorex Gold, fueron eficaces en el control de *Lasiodiplodia theobromae*, con 100% de inhibición del crecimiento micelial del patógeno. En condiciones de vivero, se emplearon plantones de palto del cultivar Hass de un año de edad, los tratamientos se aplicaron de forma preventiva, en donde se realizaron 3 aplicaciones vía drench con intervalos de diez días, cinco días después de la última aplicación se inoculó *L. theobromae* en el tallo del cv. Hass y 40 días después de la inoculación se evaluaron los parámetros: longitud de avance de la lesión de la enfermedad, porcentaje de materia seca de las raíces y hojas y longitud de raíces de los tratamientos. Se

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
LA MOLINA
FACULTAD DE AGRONOMÍA**

“INDUCCIÓN DE RESISTENCIA A *Lasiodiplodia theobromae* EN
PALTO (*Persea americana* Mill.) EN CONDICIONES DE LA MOLINA”

NERY VERONICA JIMENEZ ARIZA

Tesis para optar el título de:

INGENIERA AGRÓNOMA

Sustentada y Aprobada ante el siguiente jurado:

Dr. Erik Espinoza Núñez
PRESIDENTE

Ph. D. Liliana María Aragón Caballero
ASESORA

Ph. D. Walter Eduardo Apaza Tapia
MIEMBRO

Ing. Mg. Sc. María del Carmen Gonzales Miranda
MIEMBRO

Lima – Perú

2023

DEDICATORIA

A mi abuelita Marista, mis padres y hermanos.

AGRADECIMIENTOS

La Universidad Nacional Agraria la Molina.

Vicerrectorado de Investigación de la UNALM por financiar la realización del trabajo de investigación.

Mi Asesora de Tesis, Ph. D. Liliana Aragón por el asesoramiento y apoyo en la ejecución de la tesis.

Ing. Andrés Casas por su apoyo en las facilidades brindadas para la ejecución de la tesis.

Ing., Mg. Sc. Patricia Quiroz Delgado, por el apoyo para postular al concurso de la 11° Subvención de Tesis de pregrado.

A los miembros del jurado de tesis Ph. D. Walter Apaza, la Mg Sc. María Gonzales y el Dr. Eric Espinoza por sus aportes en la presente investigación.

A los Ing. Alex Carrizales, Carlos Gavidia – Quiagral, Christian Maya – Montana, José Palomino – Aris, Juan Carlos Meneses – Silvestre

A Cledy Ureta, Eddy Ortega y Fernando Rojas por el soporte en la investigación.

Al Mg. Sc. José Soto, por las recomendaciones en la elaboración del trabajo de investigación.

La empresa Sociedad Agrícola Tarpuy SAC. por facilitar los plántones de palto.

Las empresas Montana (Barrera), Silvestre (T.22), ARIS (Vacun Q pro), Quiagral (ProtecSea).

La Ing. Mildrek Cerna por el apoyo brindado en la etapa de campo.

Mis padres y hermanos por el soporte emocional y económico.

ÍNDICE GENERAL

I. INTRODUCCIÓN	1
II. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	3
2.1. Contexto actual del cultivo del palto en el Perú y el mundo	3
2.2. Particularidades del cultivo del palto.....	4
2.2.1. Generalidades	4
2.2.2. Enfermedades del cultivo del palto	5
2.3. Hongo <i>Lasiodiplodia theobromae</i>	6
2.3.1. Síntomas	6
2.3.2. Características.....	7
2.3.3. Ciclo de la enfermedad	8
2.3.4. Epidemiología.....	9
2.3.5. Estrategias de control.....	9
2.4. Defensa de las plantas.....	11
2.4.1. Resistencia inducida	12
2.5. Descripción de los productos empleados en el presente trabajo de investigación ...	12
2.5.1. Aceites esenciales	12
2.5.2. <i>Trichoderma harzianum</i>	13
2.5.3. Fosfito.....	14
III. METODOLOGÍA	15
3.1. Ubicación.....	15
3.2. Colección del inóculo	15
3.3. Prueba de patogenicidad	15
3.3.1. Mantenimiento de los plantones	15
3.3.2. Preparación del inóculo	16
3.3.3. Inoculación	16

3.3.4. Evaluación	17
3.3.5. Reaislamiento de <i>L. theobromae</i>	17
3.4. Prueba de efectividad de los productos	18
3.4.1. Prueba de efectividad de los productos <i>in vitro</i>	18
3.4.2. Prueba de efectividad de los productos en tinglado	23
3.5. Variables de evaluación.....	25
3.5.1. Incidencia.....	25
3.5.2. Longitud de avance de la lesión	26
3.5.3. Longitud radicular	26
3.5.4. Materia seca.....	26
IV. RESULTADOS Y DISCUSIONES	28
4.1. Eficacia in vitro de los cinco productos frente a <i>Lasiodiplodia theobromae</i>	28
4.1.1. En el medio envenenado.....	28
4.1.2. En la prueba de enfrentamiento dual	32
4.2. Eficacia de los productos en estudio en condiciones de vivero.....	33
4.2.1. Incidencia de la enfermedad	33
4.2.2. Longitud del avance de la lesión	35
4.2.3. Porcentaje de materia seca – raíces	40
4.2.4. Porcentaje de materia seca – hojas	43
4.2.5. Longitud radicular	44
4.2.6. Reaislamiento de <i>L. theobromae</i> de las plantas inoculadas en los tratamientos	47
V. CONCLUSIONES	48
VI. RECOMENDACIONES	49
VII. BIBLIOGRAFÍA	50
VIII. ANEXOS	61

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Tratamientos empleados con 5 productos: ProtecSea, Barrera, Timorex Gold, Vacun Q Pro y un testigo para la prueba de efectividad in vitro contra <i>L. theobromae</i>	19
Tabla 2. Tratamientos con las dosis de aplicación empleadas en la prueba de envenenamiento, en condiciones in vitro contra <i>L. theobromae</i>	21
Tabla 3. Prueba de enfrentamiento entre <i>Trichoderma harzianum</i> y <i>Lasiodiplodia theobromae</i>	23
Tabla 4. Tratamientos empleados para la prueba de efectividad de los tratamientos contra <i>L. theobromae</i> en el cultivo de palto cv Hass en condiciones de vivero.	25
Tabla 5. Incidencia de la enfermedad de los tratamientos empleados en la prueba de eficacia de los productos en el cultivo de palto cv. Hass.	35
Tabla 6. Longitud de avance de la lesión de la enfermedad ocasionada por <i>L. theobromae</i> con los tratamientos empleados en la prueba de eficacia de los productos en el cultivo de palto cv. Hass.	36
Tabla 7. Porcentaje de materia seca de raíces de plantones de palto cv Hass con los tratamientos aplicados en condiciones de vivero.	41
Tabla 8. Longitud de raíces de plantones de palto cv Hass con los tratamientos aplicados en condiciones de vivero.	44
Tabla 9. Aislamiento de <i>L. theobromae</i> de los tratamientos T1(testigo), T2(ProtecSea), T3(Timorex Gold), T4(Vacun Qpro), T5(Barrera), T6(T.22) empleados en el cultivo de palto cv. Hass.	47

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Rendimiento (t/ha) y producción del cultivo de palto en el periodo de los años 2010 y 2021. <i>Nota:</i> adaptado de FAOSTAT,2023.....	4
Figura 2. Síntomas producidos por la infección de <i>L. theobromae</i> en el cultivo del palto (a, b) - Necrosis basipétala del tallo tras heridas de poda. (c) - Necrosis del tallo principal en una planta joven. (d) – Síntomas de muerte regresiva en una rama de un adulto árbol, seguida de defoliación en una de las ramas infectadas (e) y todas las ramas del árbol (f). <i>Nota:</i> Adaptado de Rodríguez et al., 2021.	7
Figura 3. Ciclo de enfermedad de <i>L. theobromae</i> en el cultivo del palto. <i>Nota:</i> Adaptado de Sandoval, 2022.	8
Figura 4. Preparación de suspensión de conidias de <i>L. theobromae</i> en el laboratorio de cultivos del departamento de Fitopatología, Facultad de Agronomía, Universidad Nacional Agraria la Molina.....	16
Figura 5. Inoculación de <i>L. theobromae</i> en el tallo del cultivar Hass.....	17
Figura 6. Medición del crecimiento radial de <i>L. theobromae</i> en medio envenenado.	20
Figura 7. Disposición de los tratamientos y sus repeticiones en la prueba de envenenamiento contra <i>L. theobromae</i> en la prueba in vitro.....	22
Figura 8. Disposición de los tratamientos en la prueba de efectividad de los productos en vivero contra <i>L. theobromae</i> en plántones de palto cv. Hass.	24
Figura 9. Porcentaje de inhibición de los tratamientos T0(testigo), T1(ProtecSea), T3(Timorex Gold), T2 (Barrera) y T4(Vacun Qpro) en crecimiento radial de la colonia de micelios de <i>L. theobromae</i> en medio envenenado. La barra sobre la columna que representa el error estándar	29
Figura 10. Comparación de los tratamientos: T1(ProtecSea), T2(Barrera), T3(Timorex Gold) y T4(Vacun Qpro) con el tratamiento testigo (T0) en la prueba de envenenamiento de <i>L. theobromae</i>	31
Figura 11. Comparación del tratamiento T5 (T.22) con el testigo (T0) en la prueba de enfrentamiento dual.	32

Figura 12. Exudados de color blanco alrededor de la zona inoculada con <i>L. theobromae</i> en el tallo del cultivo de palto.	34
Figura 13. Longitud del avance de la lesión de la enfermedad (cm) de los tratamientos T4(Vacun Qpro), T5(Barrera), T3(Timorex Gold), T2(ProtecSea), T6(T.22) y T1(testigo) empleados en el cultivo de palto cv. Hass. Con presencia de la línea de corte en el eje Y que representa el promedio de la longitud de avance de la lesión (cm) y la barra superior a la columna simboliza al error estándar.	37
Figura 14. Comparación del testigo T1 con los tratamientos: T2(ProtecSea), T3(Timorex), T4(Vacun Qpro), T5(Barrera) y T6 (T.22) en la prueba de avance de la lesión, del daño ocasionado por <i>L. theobromae</i> en tallos del palto cv. Hass.....	38
Figura 15. Porcentaje de materia seca – raíces de los tratamientos T4(Vacun Qpro), T2(ProtecSea), T1(testigo), T3(Timorex Gold), T5(Barrera) y T6(T.22) empleados en el cultivo de palto cv. Hass.....	42
Figura 16. Porcentaje de materia seca – hojas de los tratamientos T6(T.22), T2(ProtecSea), T3(Timorex Gold), T4(Vacun Qpro), T1(testigo) y T5(Barrera) empleados en el cultivo de palto cv. Hass.....	43
Figura 17. Comparación de longitud de raíces (cm) de los tratamientos T5(Barrera), T3(Timorex Gold), T1(testigo), T4(Vacun Qpro), T6(T.22) y T2(ProtecSea) aplicados vía drench en el cultivo de palto cv. Hass.	45
Figura 18. Longitud (cm) de las raíces con los tratamientos T1(testigo), T2(ProtecSea), T3(Timorex Gold), T4(Vacun Qpro), T5(Barrera), T6(T.22) aplicados vía drench a plántones de palto cv. Hass.	46

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Datos de las evaluaciones del crecimiento radial de <i>L. theobromae</i> en la prueba de envenenamiento de los tratamientos: T0 (testigo), T1 (ProtecSea), T2 (Barrera), T3 (Timorex gold) y T4 (Vacun Qpro).....	61
Anexo 2. Datos de las evaluaciones de crecimiento radial de <i>L. theobromae</i> en la prueba de enfrentamiento dual de los tratamientos T0 (testigo) y T5(<i>Trichoderma harzianum</i>)	62
Anexo 3. Datos de las evaluaciones de las longitudes (cm) de crecimiento longitudinal de <i>L. theobromae</i> en el tallo del palto cv Hass de los tratamientos T1(testigo), T2(ProtecSea), T3(Timorex Gold), T4(Vacun Qpro), T5(Barrera), T6(T.22).....	63
Anexo 4. Datos obtenidos del porcentaje de materia seca de raíces de los tratamientos T1(testigo), T2(ProtecSea), T3(Timorex Gold), T4(Vacun Qpro), T5(Barrera), T6(T.22) aplicados a plántones de palto cv. Hass.....	64
Anexo 5. Datos obtenidos del porcentaje de materia seca de las hojas de los tratamientos T1(testigo), T2(ProtecSea), T3(Timorex Gold), T4(Vacun Qpro), T5(Barrera), T6(T.22) aplicados a plántones de palto cv. Hass con 4 repeticiones cada uno.	65
Anexo 6. Datos de las evaluaciones de longitud (cm) de las raíces de los tratamientos T1(testigo), T2(ProtecSea), T3(Timorex Gold), T4(Vacun Qpro), T5(Barrera), T6(T.22) aplicados a plántones de palto cv. Hass.....	66
Anexo 7. Análisis de varianza de los tratamientos T0 (testigo), T1 (ProtecSea), T2 (Barrera), T3 (Timorex gold) y T4 (Vacun Qpro), empleados en la prueba in vitro para el porcentaje de inhibición del crecimiento micelial de <i>Lasiodiplodia theobromae</i> aislado del palto, elaborado en INFOSTAT.	67
Anexo 8. Prueba Tukey para el porcentaje de inhibición de <i>Lasiodiplodia theobromae</i> en medio envenenado de los tratamientos T0 (testigo), T1 (ProtecSea), T2 (Barrera), T3 (Timorex gold) y T4 (Vacun Qpro), elaborado en INFOSTAT.	67
Anexo 9. Prueba t de Student para muestras apareadas en prueba de enfrentamiento dual de <i>Trichoderma harzianum</i> y el tratamiento testigo, elaborado en INFOSTAT.	68

Anexo 10. Análisis de varianza de incidencia de la enfermedad en el cultivo de palto con los tratamientos T1(testigo), T2(ProtecSea), T3(Timorex Gold), T4(Vacun Qpro), T5(Barrera), T6(T.22) empleados en la prueba de eficacia de los productos en condiciones de vivero, elaborado en INFOSTAT.	68
Anexo 11. Prueba Tukey para la incidencia de los tratamientos T1(testigo), T2(ProtecSea), T3(Timorex Gold), T4(Vacun Qpro), T5(Barrera), T6(T.22) aplicados en plántones de palto en condiciones de vivero, procesado en el programa INFOSTAT.....	69
Anexo 12. Análisis de varianza para porcentaje del avance de la lesión de la enfermedad con los tratamientos T1(testigo), T2(ProtecSea), T3(Timorex Gold), T4(Vacun Qpro), T5(Barrera), T6(T.22) aplicados en plántones de palto, procesado en el programa INFOSTAT.....	70
Anexo 13. Prueba Tukey para el avance de la lesión de la enfermedad con los tratamientos T1(testigo), T2(ProtecSea), T3(Timorex Gold), T4(Vacun Qpro), T5(Barrera), T6(T.22) aplicados en plántones de palto en condiciones de vivero, procesado en el programa INFOSTAT.....	71
Anexo 14. Análisis de varianza de los tratamientos T1(testigo), T2(ProtecSea), T3(Timorex Gold), T4(Vacun Qpro), T5(Barrera), T6(T.22) empleados en la prueba de eficacia de los productos, porcentaje de materia seca – raíces del cultivo de palto, en condiciones de vivero, elaborado en INFOSTAT.	72
Anexo 15. Prueba Tukey para el porcentaje de materia seca – raíces de los tratamientos T1(testigo), T2(ProtecSea), T3(Timorex Gold), T4(Vacun Qpro), T5(Barrera), T6(T.22) aplicados en plántones de palto, en condiciones de vivero, procesado en el programa INFOSTAT.....	73
Anexo 16. Análisis de varianza para el porcentaje de materia seca – hojas de los tratamientos T1(testigo), T2(ProtecSea), T3(Timorex Gold), T4(Vacun Qpro), T5(Barrera), T6(T.22) aplicados en plántones de palto, en condiciones de vivero, procesado en el programa INFOSTAT.....	74
Anexo 17. Prueba Tukey para el porcentaje de materia seca – hojas de los tratamientos T1(testigo), T2(ProtecSea), T3(Timorex Gold), T4(Vacun Qpro), T5(Barrera), T6(T.22) aplicados en plántones de palto, en condiciones de vivero, procesado en el programa INFOSTAT.....	75

Anexo 18. Análisis de varianza para longitud radicular(cm) de los tratamientos T1(testigo), T2(ProtecSea), T3(Timorex Gold), T4(Vacun Qpro), T5(Barrera), T6(T.22) aplicados en plántones de palto, en condiciones de vivero, procesado en el programa INFOSTAT..... 75

Anexo 19. Prueba Tukey para longitud radicular (cm) de los tratamientos T1(testigo), T2(ProtecSea), T3(Timorex Gold), T4(Vacun Qpro), T5(Barrera), T6(T.22) aplicados en plántones de palto en condiciones de vivero, procesado en el programa INFOSTAT..... 76

RESUMEN

La producción y exportación del cultivo de palto, cultivar Hass, ha crecido exponencialmente durante los últimos años en el Perú, sin embargo, se ha observado una alta incidencia de síntomas como muerte regresiva y pudriciones en los frutos que afectan la producción óptima del cultivo y la calidad del fruto. Estos síntomas son generados principalmente por el hongo *Lasiodiplodia theobromae*, cuyo control se limita a pocos ingredientes activos que tienden a generar resistencia del patógeno. En el presente estudio, el objetivo principal fue evaluar el efecto inductor de resistencia en el control de *L. theobromae* en palto (*Persea americana*) cultivar Hass. En el laboratorio, mediante la prueba de envenenamiento y prueba de enfrentamiento, se determinó que los tratamientos Vacun Qpro, Barrera y Timorex Gold, fueron eficaces en el control de *L. theobromae*, con 100% de inhibición del crecimiento micelial del patógeno. En condiciones de vivero, a través de las variables: longitud de avance de la lesión de la enfermedad, porcentaje de materia seca de las raíces y hojas y longitud de raíces de los tratamientos. Se observó que los tratamientos a excepción del tratamiento T1 (Testigo) aminoraron la longitud de avance de lesión infectada por *L. theobromae* en el interior del tallo. El tratamiento T6 (T.22) resultó con mayor porcentaje de materia seca de raíces (46.52%) con respecto al tratamiento testigo (41.21%). Por otro lado, no existe evidencia significativa para afirmar diferencias reales entre los tratamientos evaluados en el porcentaje de materia seca de hojas. Adicionalmente, se observó que en valores reales el tratamiento T2 (ProtecSea) reportó una longitud radicular de 56.80 cm.

Palabras clave: Barrera, Vacun Qpro, Timorex gold, T.22, ProtecSea.

ABSTRACT

The production and export of the avocado crop, variety Hass, has grown exponentially during the last years in Peru, however, a high incidence of symptoms such as regressive death has been observed, cankers on plant branches and fruit rots affect optimal crop production and fruit quality. These symptoms are mainly generated by the fungus *Lasiodiplodia theobromae*, whose control is limited to a few active ingredients that tend to generate resistance of the pathogen. In the present study, the main objective was to evaluate the resistance-inducing effect on the control of *L. theobromae* in avocado (*Persea americana*) variety Hass. In the laboratory, through the poisoning test and the challenge test, it was determined that the Vacun Qpro, Barrera and Timorex Gold treatments were effective in controlling *L. theobromae*, with 100% inhibition of the mycelial growth of the pathogen. Under nursery conditions, through the variables: advance length of the disease lesion, percentage of dry matter of the roots and leaves, and root length of the treatments. It was observed that the treatments with the exception of treatment T1 (Control) reduced the length of advancement of the lesion infected by *L. theobromae* inside the stem. Treatment T6 (T.22) resulted in a higher percentage of root dry matter (46.52%) compared to the control treatment (41.21%). On the other hand, there is no significant evidence to affirm real differences between the treatments evaluated in the percentage of dry matter of leaves. Additionally, it was observed that in real values treatment T2 (ProtecSea) reported a root length of 56.80 cm.

Key Words: Barrera, Vacun Qpro, Timorex gold, T.22, ProtecSea.

I. INTRODUCCIÓN

En el contexto de una dieta saludable, el consumo de palta puede encajar en una gama completa de planes de alimentación. Es una fruta caracterizada por su perfil nutricional que contiene alto contenido de ácidos grasos insaturados y proporciona vitaminas A, B1, B2, B6, C, D, E, K, ácido fólico, biotina y elementos como calcio, hierro, fósforo, cobre, magnesio, sodio y potasio (Sierra y Selva Exportadora, 2023). Además, su consumo reduce el riesgo a desarrollar enfermedades cardiovasculares (Fonseca et al., 2016).

Aproximadamente el 33% de la producción mundial del cultivo de palto se exporta y casi el 80% del volumen comercializado es del cultivar Hass (Romero, 2019) debido a la alta calidad de la pulpa, la cáscara gruesa y su capacidad de ser almacenada (Crane et al., 2013 como se citó en Apaza, 2019).

Perú, es el segundo exportador a nivel mundial del cultivo de palto, después de México, con 247 mil toneladas (12.4% del total) convirtiéndose en uno de los países más dinámicos del sector exportador (Romero, 2019).

Sin embargo, los principales productores del cultivar Hass en el Perú relataron alta incidencia de síntomas como muerte regresiva y presencia de canchales en sus plantaciones, los cuales reducen el periodo de vida y afectan la producción óptima del cultivo (Vicuña, 2020). Estos síntomas son causados principalmente por la infección de *Lasiodiplodia theobromae*, un hongo saprófito, endófito y patógeno latente (Flores et al., 2021) que se manifiesta cuando la planta huésped está estresada o debilitada (Picos-Muñoz et al., 2014). Genera muerte regresiva en las ramas, canchales y pudriciones en el fruto o pedúnculo del fruto (García, et al., 2017).

El control de *L. theobromae* se realiza principalmente mediante el uso de fungicidas, los cuales limitan a unos pocos ingredientes activos que podrían inducir resistencia del hongo debido a su mecanismo de acción específica. Adicionalmente, su uso está restringido a

ciertos periodos de la fenología del cultivo, debido a los límites máximos de residuos (LMR) y los periodos de carencia (PC) (Martínez, 2017).

Una alternativa para disminuir las infecciones de *L. theobromae*, sin impactar negativamente en el agroecosistema y la salud humana, podría ser el uso de inductores de resistencia que estimulen la activación de los genes de defensa de la planta. Tienen el potencial de disminuir y/o evitar el riesgo de poblaciones de patógenos o plagas resistentes a productos químicos, contrarrestar parcialmente los daños químicos ocasionados a la planta por los pesticidas y en última instancia aumentar los rendimientos de los cultivos (Gómez y Reis, 2011).

El objetivo general de esta investigación es evaluar el efecto inductor de resistencia en el control de *Lasiodiplodia theobromae* en palto (*Persea americana*) y como objetivos específicos son determinar la acción de control de posibles inductores de resistencia sobre el hongo *Lasiodiplodia theobromae* en palto en vivero, evaluar el efecto de cinco productos posibles inductores de resistencia en el porcentaje de materia seca de hojas y tallos de plántones de palto infectados con *L. theobromae* y estimar el efecto de cinco productos posibles inductores de resistencia en el desarrollo radicular del palto infectados con *L. theobromae*.

II. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1. Contexto actual del cultivo del palto en el Perú y el mundo

El palto es uno de los cultivos tropicales más populares en el mundo por su alto valor nutritivo, sabor agradable del fruto y versatilidad en la cocina (Bedoya y Julca, 2021). Contiene alto contenido de ácidos grasos insaturados y proporciona vitaminas A, B1, B2, B6, C, D, E, K, ácido fólico, biotina y elementos como calcio, hierro, fósforo, cobre, magnesio, sodio y potasio (Sierra y Selva Exportadora, 2023). Además, Su consumo reduce el riesgo a desarrollar enfermedades cardiovasculares (Fonseca et al., 2016).

En la actualidad, existen alrededor de 500 cultivares de palto en el mundo, con un predominio de casi el 80% del cultivar Hass en el comercio mundial (MINAGRI, 2019). Principalmente por la alta calidad de la pulpa, la cáscara gruesa y su capacidad de ser almacenada (Crane et al., 2013 como se citó en Apaza, 2019).

La producción del palto a nivel mundial va en crecimiento (Figura 1), con un aumento durante los años 2010 a 2021 de 3.7 millones de toneladas a 8.6 millones (Food and Agriculture Organization of the United Nations [FAOSTAT], 2023). Las mayores áreas de producción se sitúan en el continente de América, el cual representa el 72% de participación a nivel mundial.

México es el país que lidera en producción y exportación, ha producido 2.06 millones de toneladas hasta el año 2021 (FAOSTAT, 2023).

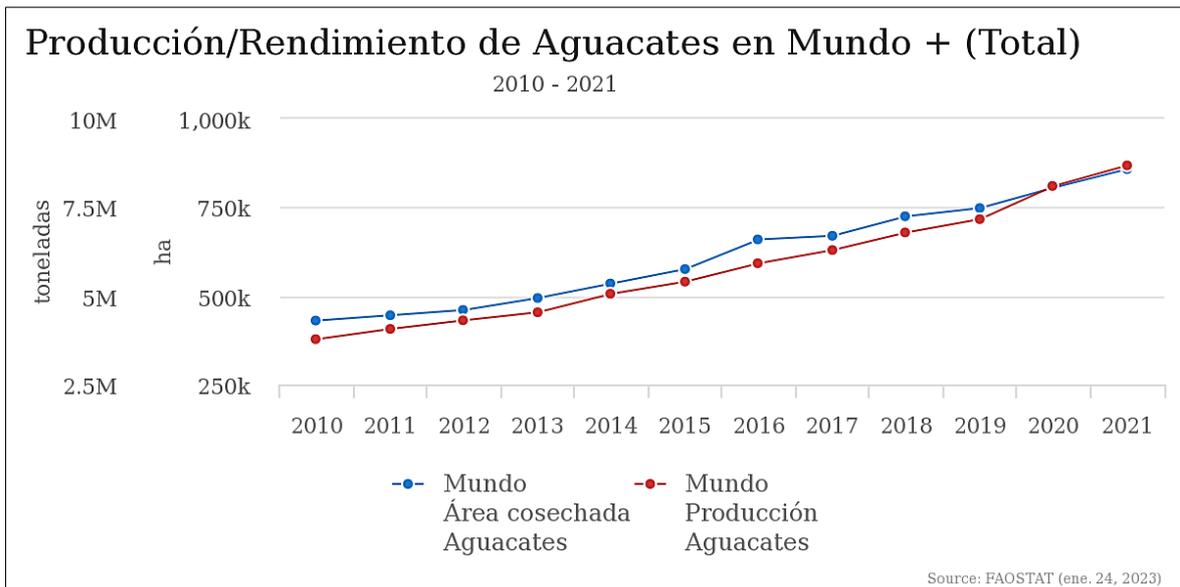


Figura 1. Rendimiento (t/ha) y producción del cultivo de palto en el periodo de los años 2010 y 2021. *Nota:* adaptado de FAOSTAT,2023.

Perú, se ha convertido en el segundo exportador mundial del palto Hass, con volúmenes destinados al mercado internacional que llegan 554,498 toneladas en 2022 (Paredes, 2022). Esta historia de éxito se basa en un modelo de producción competitivo, debido a las condiciones climáticas muy particulares de la costa peruana, los valles interandinos y a las infraestructuras de riego establecidas a partir de mediados de la década de 1990 (Cooperation International En Recherche Agronomique Pour Le Développement [CIRAD], 2023).

La zona de producción del cultivo de palto en el Perú, abarca principalmente a las regiones de costa, valles interandinos y parte de ceja de selva. La Libertad, es la región de mayor producción a nivel nacional, con intervención de 37.7% en el 2019 (Sierra y Selva Exportadora, 2023), seguido de Lima, Ica, Lambayeque y Ancash (Paredes, 2022).

2.2. Particularidades del cultivo del palto

2.2.1. Generalidades

El Palto (*Persea americana* Mill.) es uno de los frutales económicamente más importantes en climas tropicales y subtropicales; hace 150 años solo era cultivado por pequeños agricultores en áreas adyacentes de su zona de origen, cuyo consumo era local; posteriormente se ha convertido en un cultivo de consumo mundial debido a la buena

aceptación del mercado, adaptación y expansión del cultivo en zonas diferentes a las tradicionales (Bost et al., 2012).

El palto pertenece a la familia Lauraceae, es originario de los bosques altos de la zona de Centro América, se reconoce que la domesticación se ha dado en tres zonas en forma separada formando tres razas: Antillana, Mexicana y Guatemalteca (Apaza, 2019).

Wolstenholme y Whiley (1999, como se citó en Whiley et al., 2007) señalan, que el llamado palto antillano es un árbol originario de la selva, de las tierras bajas, cálidas y húmedas de América Central, donde existe una estación lluviosa corta. Por otro lado, el supuesto hábitat nativo de los paltos mexicanos se ubica en regiones más elevadas (1.400 - 2.500 msnm) y más frescas, con temperaturas medias anuales entre 14,2 y 19,8 °C, precipitación de 665 a 1562 mm y una estación seca de 6 a 8 meses durante el invierno y la primavera. El hábitat del que serían originarios los paltos guatemaltecos presenta condiciones menos extremas, comunes a las sierras tropicales, con clima fresco durante todo el año.

Las variedades o cultivares del palto conocidos como 'Hass' y 'Fuerte' son resultado de las hibridaciones de las razas mexicana y guatemalteca; estos cultivares usualmente se agrupan de acuerdo a su forma, altura, tamaño de la fruta, color de las hojas y adaptación a diferentes condiciones climáticas (Lemus et al., 2010).

2.2.2. Enfermedades del cultivo del palto

Las enfermedades en el cultivo de palto, son uno de los factores que más limitan la productividad y longevidad del árbol (Alfonso, 2008). Las enfermedades de mayor importancia, por su frecuencia y severidad, destacan: la pudrición de raíces, generado por el pseudohongo *Phytophthora cinnamoni* var. *cinnamoni*, la marchitez por *Verticillium sp.*; las afecciones por *Armillaria mellea* y *Rosellinia sp.* cada vez, son más frecuentes en zonas de clima templado y frío moderado; los hongos causantes de la roña (*Sphaceloma perseae*), la antracnosis del fruto (*Glomerella cingulata* (anamorfo *Colletotrichum gloesporioides*) y la mancha negra del fruto por *Pseudocercospora purpúrea*, ocasionan pérdidas importantes en el campo y en la postcosecha, al deteriorar la calidad de la fruta; enfermedades, como la muerte descendente de ramas, brotes y pudrición de injertos por *C. gloesporioides*, *Lasiodiplodia sp.* y la pudrición de raíces por *Cylindrocladium sp.* adquieren cada vez más, mayor importancia en viveros, almacigos y campo (Tamayo, 2007).

En condiciones de Piura (costa peruana), Cha (2006) menciona a las enfermedades más frecuentes en el cultivo de palto como la antracnosis, causado por *Colletotrichum gloesporoides*; la pudrición radicular ocasionado por *Phytophthora sp*; la marchitez generada por *Verticilium sp*; y la muerte regresiva causado por *Lasiodiplodia theobromae*, este último también ha sido reportado por Chaupín (2018) en condiciones de Ayacucho (sierra peruana).

Vicuña (2020) reportó que, en los valles productores de la costa peruana, a *L. theobromae* con presencia de 43%, principalmente en el norte, seguido de *L. pseudotheobromae* con 12%, *L. egyptiaca* 7%, y *L. parva* 0.1%, siendo estas 2 últimas más frecuentes en la costa central, región Lima.

2.3. Hongo *Lasiodiplodia theobromae*

2.3.1. Síntomas

L. theobromae produce tres tipos de infección en la planta de palto: cortical (se ve por fuera), vascular (se ve por dentro) y subcortical (no se ve fácilmente ni por fuera ni por dentro); esta es la infección o fase menos detectable y, por lo tanto, la más peligrosa porque el hongo migra, por vía subcortical y después vascular, hacia el fruto (Delgado, 2019). El síntoma más conspicuo es la presencia de canchales acompañados de exudados blanquecinos y grumosos de tamaños variables ubicados indistintamente en el tronco y ramas de árboles jóvenes y adultos afectados (Alama et al., 2006). En plantas de vivero causa secamiento descendente (muerte regresiva) de las hojas y ramas; además de necrosis del injerto que avanza en la misma forma (descendente) produciendo su muerte. En postcosecha, puede causar pudrición del fruto; los daños se manifiestan como la pudrición en la inserción del pedúnculo con el fruto, donde se observa una lesión de color café oscuro que avanza de manera gradual y uniforme hacia el centro del mismo (Tamayo, 2007) (Figura 2).



Figura 2. Síntomas producidos por la infección de *L. theobromae* en el cultivo del palto (a, b) - Necrosis basipétala del tallo tras heridas de poda. (c) - Necrosis del tallo principal en una planta joven. (d) – Síntomas de muerte regresiva en una rama de un adulto árbol, seguida de defoliación en una de las ramas infectadas (e) y todas las ramas del árbol (f). *Nota:* Adaptado de Rodríguez et al., 2021.

2.3.2. Características

L. theobromae (Pat.) Griffon and Maubl. es un hongo cosmopolita que tiene un amplio rango de hospedantes en las zonas tropicales y subtropicales (Alves et al., 2008). Se clasifica dentro de los ascomicetos en el orden Botryosphaerales y en la familia Botryosphaeriaceae (Slippers et al., 2013); presenta un estado sexual (teleomorfo) poco común, *Botryosphaeria rhodina* (Picos-Muñoz, 2014).

Es la especie tipo del género *Lasiodiplodia*; cuya principal característica que, a diferencia de otros géneros cercanamente relacionados, es la presencia de picnidios, parafisas y estriaciones longitudinales en las conidias maduras (Abdollahzadeh et al., 2010).

Las enfermedades ocasionadas por este patógeno incluyen: muerte regresiva, canchros, gomosis, pudrición del fruto, necrosis en el injerto, pudrición del pedúnculo del fruto, en plantas maderables y cultivos. *Lasiodiplodia theobromae* es saprófito, pero se considera patógeno latente, encontrándose como endófito en tejidos de plantas sanas convirtiéndose en

patógeno cuando el hospedante se encuentra estresado o debilitado (Picos-Muñoz et al., 2014).

2.3.3. Ciclo de la enfermedad

L. theobromae es un parásito facultativo que completa su ciclo de vida en ramas muertas al crecer y esporular en la madera muerta de los árboles (Zhang, 2014). El ciclo de enfermedad del género *Lasiodiplodia* inicia cuando las conidias o ascosporas infectan la planta a través de heridas o lenticelas (Figura 3); el hongo produce enzimas (pectinasas, poligalacturonasas, xilanasas, lacasas, celulasas y arabinasas) que degradan la pared celular para usarlo como nutriente (López, 2012). Una vez colonizados en los tejidos de la planta, empieza la producción de conidias en los picnidios, estos son los responsables de la aparición del ciclo secundario de la enfermedad; en los tejidos muertos junto a la producción de conidias, se forman las estructuras sexuales (ascosporas) que dan a lugar a nuevas infecciones primarias; el patógeno sobrevive en los canchales y ramas infectados, además de las hojas muertas (García et al., 2017).

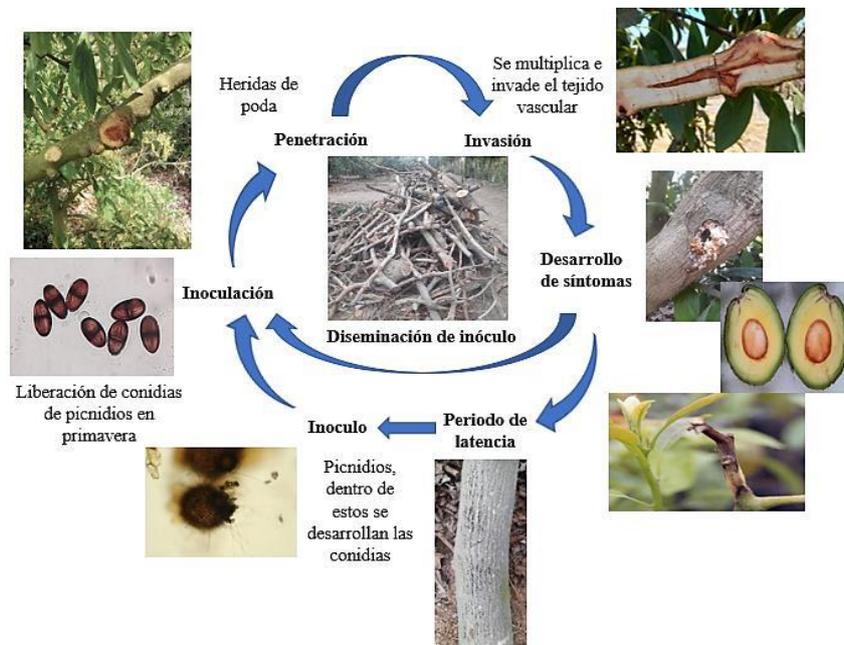


Figura 3. Ciclo de enfermedad de *L. theobromae* en el cultivo del palto. *Nota:* Adaptado de Sandoval, 2022.

2.3.4. Epidemiología

Khanzada (2005) afirma, que la incidencia de *L. theobromae* está influenciada por bajos niveles de nutrición, estrés hídrico y temperatura. Las condiciones climáticas con periodos de alta–baja humedad relativa y temperaturas promedio de 24-32°C son favorables para el establecimiento del hongo. (Programa Nacional de Frutas de El Salvador, 2023)

Adicionalmente, los suelos salinos producen quemaduras foliares que favorecen el desarrollo del hongo (García et al., 2017).

Las estructuras más infectivas son las esporas (conidias). La producción de las esporas está altamente correlacionada con la época de lluvias (López, 2012); las cuales pueden ser diseminadas por el viento, gotas de lluvia o riego y herramientas de poda contaminada (García et al., 2017); la presencia de estas esporas en el aire durante la época de poda juega un papel importante en el proceso de infección, puesto que *L. theobromae* puede infectar a la planta en un periodo de 12 a 36 días (periodo de riesgo) antes de que cicatricen las heridas de poda (Úrbez et al., 2008); implica que la planta con herida puede infectarse durante toda la temporada de crecimiento en condiciones húmedas.

Los cuerpos fructíferos se producen en la corteza muerta en el margen del cancro; el hongo pasa el invierno en la corteza como micelio o como cuerpos fructíferos. Los canchros se desarrollan rápidamente durante los períodos secos y durante los meses calurosos (Forest Health Protection, 2022). Ventura (2004 como se citó en Picos-Muñoz et al., 2014) afirma, que en postcosecha los frutos pueden ser infectados al ser colocados en el suelo después de cosecharlos o mediante el contacto físico de un fruto sano con otro enfermo.

2.3.5. Estrategias de control

El estudio de los síntomas, las causas y los mecanismos de desarrollo de las enfermedades de las plantas, representan información muy interesante y es de gran utilidad debido a que permite el diseño adecuado de métodos para combatirlas, de esta manera se aumenta la calidad y se mejora el rendimiento del cultivo (Agrios, 2015).

La importancia de enfermedades producidas por este patógeno radica en su complejo manejo de infecciones (Álvarez, 2018). A continuación, se detallan los métodos de control más empleados para *L. theobromae* en palto.

2.3.5.1. Control cultural

El control cultural, va encaminado a reducir los niveles de inóculo y crear condiciones ambientales que sean lo menos favorables a la infección (Espinosa , 2006). Para el control de *L. theobromae* en palto es importante verificar regularmente que la planta no presente síntomas ni estrés de cualquier tipo: en caso se presenten síntomas de la enfermedad, podar ramas muertas, eliminar frutos viejos y madera muerta lejos de la planta; cosechar y podar de preferencia en condiciones de baja humedad ambiental, asimismo los viveros deben establecer medidas de desinfección para el material de propagación, de ser necesario, tratar los injertos con fungicidas, además las medidas de control deben ser preventivas, puesto que los tratamientos son ineficaces frente a lesiones ya establecidas (García et al., 2017).

2.3.5.2. Control químico

El control se debe iniciar desde el momento de la desinfección de semilla y con pulverizaciones de la planta en forma preventiva dos veces al año o al inicio de la observación del primer síntoma de la secreción blanquecina. Los productos más eficientes son los fungicidas a base de Benomil o Thiabendazol (Ataucusi, 2015). El Instituto Colombiano Agropecuario (2012) afirma el uso de fungicidas específicos para el manejo preventivo de la enfermedad en vivero, al respecto (Tamayo, 2007), reporta el uso de fungicidas que contienen oxiclورو de cobre, hidróxido cúprico, benomil, metil tiofanato, carbendazin o tiabendazol.

2.3.5.3. Control biológico

Como alternativa a los productos sintéticos, Álvarez (2015) menciona que el uso de Fertimar (bioestimulante de algas marinas), limitan las infecciones de *L. theobromae* en palto de forma preventiva y curativa, asimismo Segura et al. (2015) reportaron que el extracto etanólico de *Schinus molle*, presenta actividad anti fúngica sobre el crecimiento de *L. theobromae* a la concentración del 30%. Guevara et al. (2018).

demostraron que los extractos de cáscaras y semillas de mamey tiene efectos inhibitorios en el crecimiento de *L. theobromae*. Gamarra (2015) probó la acción antagonista de

Trichoderma harzianum contra *L. theobromae* en *Brosimum alicastrum* (Congona); los resultados obtenidos muestran que *T. harzianum* genera un control superficial en *L. theobromae*, extendiéndose la mancha de manera interna en la madera. Del mismo modo, *Trichoderma viride*, tiene un efecto antagónico tipo 1 sobre el crecimiento de *L. theobromae*, y disminuye la germinación de *Lasiodiplodia theobromae* (Vite, 2012). Así mismo, Chaupín (2018) realizó la prueba in vitro y determinó que *Bacillus subtilis* y *Trichoderma harzianum* presentan 100% y 61.1% respectivamente de inhibición micelial de *L. theobromae* en palto.

2.4. Defensa de las plantas

Las plantas interactúan constantemente con patógenos y plagas, por lo que han desarrollado mecanismos que les permiten defenderse de estos mediante un sistema complejo que incluye múltiples niveles de protección; esta puede ser física o química y constitutiva o inducida; por ejemplo, la pared celular es una defensa física constitutiva; mientras que la formación de callos es una formación física inducida (Días, 2012).

La defensa constitutiva dispone de forma pasiva, resistencia contra patógenos (Madriz, 2002), a través de características estructurales que actúan como barreras físicas e impiden que el patógeno penetre y se propague en ella, o mediante las reacciones bioquímicas que tienen lugar en sus células y tejidos, de las cuales producen sustancias tóxicas para el patógeno o crean condiciones que inhiben su desarrollo (Agrios, 2015).

En cambio, la defensa inducida (también llamada resistencia inducida) se manifiesta como respuesta del hospedante a la infección del patógeno (Collinge et al., 1994).

Es un mecanismo activo de defensa que involucra cambios en el metabolismo provocado por la expresión diferencial de genes (Madriz, 2002). Es decir, para que ocurra la inducción de defensa es necesaria la intervención de sistemas de reconocimiento específico, mediante los cuales la planta reconoce la presencia del patógeno (Hutcheson, 1998). Adicionalmente, la resistencia inducida es no específica debido a que, sin importar el tipo de agente o patógeno utilizado como inductor, el nivel de resistencia en la planta aumenta ante varios patógenos (Blanco et al., 2017).

2.4.1. Resistencia inducida

La activación de las defensas inducidas de las plantas, inicia con el reconocimiento en los microorganismos que actúan de dos formas fundamentales: la primera está basada en el reconocimiento de PAMP (del inglés: Pathogen Associated Molecular Pattern) o MAMP (Microbe Associated Molecular Pattern), mediante receptores que reconocen estos patrones (PRRs, del inglés: Pattern Recognition Receptors) que se encuentran en la superficie de las células vegetales y se denominan PTI (del inglés: PAMP-Triggered Immunity) (Ojito y Portal, 2010).

Sin embargo, hay patógenos que producen efectores que inhiben la PTI, los cuales son reconocidos por las plantas mediante proteínas de Resistencia específica (R), este segundo reconocimiento es conocido como interacción “gen a gen” o ETI (del inglés: Effector Triggered Immunity) (Días, 2012).

Pocos segundos después, la planta inicia con el incremento en la expresión de los genes de defensa generando el fortalecimiento físico de las paredes celulares mediante la producción de ligninas y formación de callos, se intensifica la producción de fitoalexinas e induce la producción de proteínas antimicrobianas (Blancka et al., 2017).

La respuesta anterior conlleva a la alta producción de ROS (en inglés: Reactive Oxygen Species) que genera lisis en las células próximas al patógeno, esta lisis inducida es nombrado como reacción hipersensible (HR) que bloquea el avance del patógeno en interacciones incompatibles de la planta-patógeno; el proceso de aumento en la expresión de los genes relacionados con la defensa está regulado por moléculas de señalización como el Etileno, Ácido Salicílico (SA) y Ácido Jasmónico (JA) (Días, 2012).

2.5. Descripción de los productos empleados en el presente trabajo de investigación

2.5.1. Aceites esenciales

Los aceites esenciales son líquidos aceitosos, solubles en alcohol y disolventes orgánicos, que se obtienen de los órganos de las plantas (Yan, 2015). Se consideran producto del metabolismo secundario de las plantas y químicamente están formados por terpenos, monoterpenos y sesquiterpenos (hidrocarburos, alcoholes, cetonas, que pueden ser acíclicos, monocíclicos, bicíclicos, tricíclicos), sustancias azufradas y nitrogenadas (Acevedo et al,

2013). El contenido y la composición química de los metabolitos secundarios, pueden verse influenciados por factores ambientales como el crecimiento (suelo, clima y manejo), la cosecha (etapa fenológica), las condiciones de almacenamiento y el método de extracción (Mirniyam et al., 2022).

Se ha reportado que los aceites esenciales de algunas especies, tienen actividades antimicrobianas y son empleadas para el control de enfermedades de plantas (Yan, 2015).

Los principales terpenos identificados en la especie *Origanum vulgare* son carvacrol, timol, -terpineno y p-cimeno; mientras que terpinen-4-ol, linalool, -mirceno, hidrato de trans-sabineno y -cariofileno también están presentes (Leyva et al., 2017). De acuerdo al estudio realizado por Numpaque et al. (2011), carvacrol y timol inhibieron el crecimiento de los hongos *Colletotrichum acutatum* y *Botryodiplodia theobromae*, implica que estos compuestos son una alternativa a los fungicidas tradicionales.

El aceite esencial de *Melaleuca alternifolia*, comúnmente conocido como aceite del árbol del té, tiene propiedades beneficiosas debido a su componente bioactivo. Se ha identificado terpinen-4-ol, y-terpineno, 1,8-cienol y p-cimeno (Borotová et al., 2022). De acuerdo a lo reportado por (Gomes de Araujo et al., 2019) el aceite esencial de la especie *Melaleuca alternifolia* inhibió completamente el crecimiento de *L. theobromae*, bajo condiciones in vitro, además redujo la incidencia de pudrición negra, provocado por *L. theobromae*, de semillas de maíz.

2.5.2. *Trichoderma harzianum*

Trichoderma harzianum, es un hongo empleado como agente de biocontrol. Produce enzimas fungitóxicos y antiobioticos que degradan la pared celular e incluso pueden matar a los patógenos (Soto, 2018). Además, aumenta el nivel de eficiencia de utilización de CO₂ y O₂ al controlar la expresión de genes en las plantas (Pani et al., 2021) Promueve el crecimiento y absorción de nutrientes de las plantas (Mayo et al., 2020).

Martínez (2013), menciona nuevos componentes con los cuales *Trichoderma* ejecuta su acción como antagonista y colonizador de raíces, que son: aceleración del desarrollo del sistema radicular que posibilita la tolerancia al estrés por parte de la planta, solubilización, absorción de nutrientes inorgánicos, estimulación del crecimiento vegetal e inducción de

resistencia. Estos actúan indirectamente sobre los patógenos, ya que su acción es promover mecanismos de defensa fisiológicos y bioquímicos en la planta.

La inducción de resistencia sistémica por *Trichoderma* está mediada por etileno y ácido jasmónico (Monte, 2022), comprende modificaciones celulares en el hospedante, como un incremento de depósitos de calosa dentro de la pared celular y aumento en la actividad peroxidasa y quitinasa Yedidia et al. (1999 como se citó en Jaimes, 2009).

Vitti et al., (2016) evidencian que el tratamiento temprano con *T. harzianum* T-22 es capaz de inducir respuestas de defensa sistémica contra CMV-Fny en *S. lycopersicum* var. *cerasiforme* al interactuar con hormonas vegetales, asimismo, T22 puede mejorar el rendimiento fotosintético y promover el crecimiento.

2.5.3. Fosfito

Según Havlin y Schlegel (2021, como se citó en Morales, 2022) los fosfitos (Phi) son un modo reducido de los fosfatos (Pi), obtenidos del ácido fosforoso (HPO_3^-), que normalmente se ordenan con cationes no metales como potasio, sodio, calcio o amonio.

Son considerados como fuente importante de nutrientes para los cultivos, además son inductores de resistencia y tienen efectos biocidas en hongos fitopatógenos. Su modo de acción es distinto a los fungicidas convencionales, puesto que actúan como inhibidores o destructores del patógeno (en el caso de los Oomycetes y bacterias) y como estimulantes en la producción de defensas naturales contra el ataque de patógenos (Intagri, 2023).

Nascimento et al. (2022) reportaron que las plantas rociadas con fosfito mostraron una severidad reducida de la mancha foliar por *Septoria Lycopersici* (Nascimento, 2022).

III. METODOLOGÍA

3.1. Ubicación

El presente trabajo de investigación se realizó en el laboratorio de cultivos y en el vivero del departamento de Fitopatología de la Universidad Nacional Agraria la Molina, distrito La Molina, provincia de Lima, Perú. Ubicado en las coordenadas 12°04'07"S 76°56'56"W. En condiciones de temperatura entre 18-23°C y 70-81% de humedad relativa.

3.2. Colección del inóculo

El inóculo se obtuvo a partir de un aislamiento de *L. theobromae* sembrado en medio Papa Dextrosa Agar (PDA), proporcionado por la micoteca de la Clínica de Diagnóstico de Fitopatología de la Universidad Nacional Agraria La Molina, que procede del cultivo del palto con síntomas característicos de infecciones de *L. theobromae*.

A partir del cultivo madre se realizaron siembras sucesivas en medios de cultivo PDA para la obtención y conservación del patógeno hasta su aplicación en el experimento (Segura et al. 2015).

3.3. Prueba de patogenicidad

3.3.1. Mantenimiento de los plantones

Se utilizaron plantones de aproximadamente 1 año de edad del cultivar Hass injertados sobre el patrón Zutano, proporcionadas por el vivero Sociedad Agrícola Tarpuy SAC. Se seleccionaron plantas sanas y vigorosas, sin ningún síntoma característico de infección por hongos de madera como *L. theobromae*.

3.3.2. Preparación del inóculo

Una vez purificado e identificado al hongo *L. theobromae*, se procedió con la siembra en placas Petri contenidas con medio PDA y fragmentos de tallos de pino, luego se incubaron a 25 °C durante 3 días, posteriormente se colocó bajo luz fluorescente blanca a temperatura ambiente hasta que formen estructuras reproductivas por un periodo de 30 días (Soto, 2018).

De cada colonia fungosa se obtuvo una suspensión de conidias (Figura 4), a partir de esto se realizaron diluciones sucesivas con agua destilada, hasta obtener una concentración de 10^5 conidias/ml (Alama et al., 2006).



Figura 4. Preparación de suspensión de conidias de *L. theobromae* en el laboratorio de cultivos del departamento de Fitopatología, Facultad de Agronomía, Universidad Nacional Agraria la Molina.

3.3.3. Inoculación

La inoculación del hongo *L. theobromae* en el tallo del cv. Hass, fue realizada para determinar la eficacia de los productos aplicados previamente a un total de 72 plantones en condiciones de vivero. Asimismo, se empleó el método de aspersión por conidias que simuló una infección en campo (Figura 5).

La corteza del tallo se lavó con agua destilada y se desinfectó superficialmente con alcohol etílico de 96°. Metodología adaptada de (Álvarez, 2015).

En el tallo del cv. Hass a 5 cm de la zona injertada, se realizó una herida circular de 5 mm de diámetro, luego se aplicó 20ul de solución y cuya concentración es 10^5 conidias/ml, posteriormente, el área inoculada se cubrió con algodón humedecido y cinta Parafilm para proteger de la desecación (Chaupín, 2018).

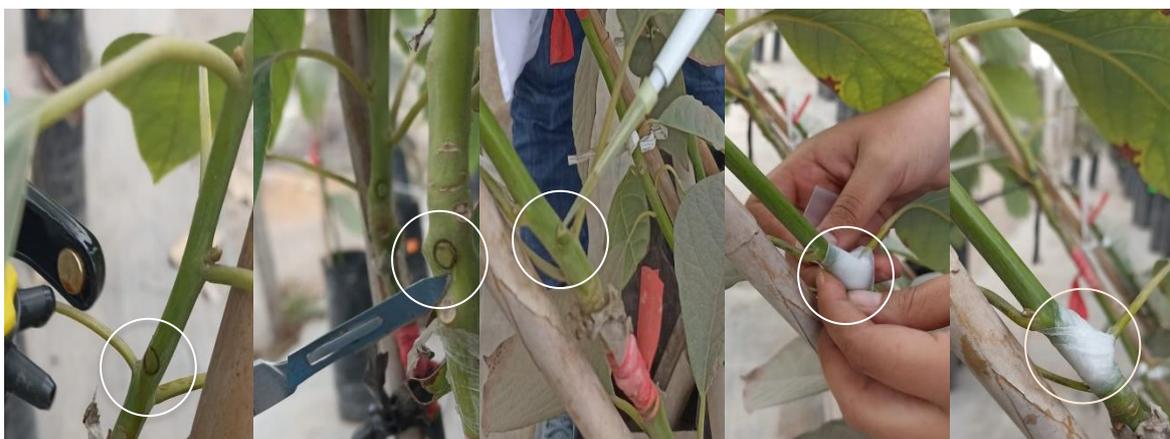


Figura 5. Inoculación de *L. theobromae* en el tallo del cultivar Hass.

3.3.4. Evaluación

Transcurrido los 40 días después de la inoculación, se realizaron evaluaciones de los plántones de palto en todos los tratamientos (Soto,2018). Las variables que se determinaron fueron incidencia, longitud de avance de la lesión, longitud de las raíces y materia seca de las hojas y raíces.

3.3.5. Reaislamiento de *L. theobromae*

Para confirmar que las lesiones fueron causadas por *L. theobromae*, los tallos se lavaron con abundante agua potable, luego se llevó a cabo la desinfección superficial de microorganismos y contaminantes externos con inmersiones de las muestras de alcohol al 70% durante 2 minutos, posteriormente se efectuó una suspensión de hipoclorito de sodio al 1% para sumergir las muestras por 1 minuto y se dejó secar sobre papel toalla dentro de la cámara de flujo laminar (Vicuña, 2020).

Una vez secas, se cortó en porciones pequeñas de aproximadamente 2 mm en parte del tejido necrosado. Se dispuso 2 porciones frente a frente en las placas Petri con medio de cultivo Potato Dextrosa Agar modificado con 0.5 g/L de Oxitetraciclina (PDAA) para inhibir el crecimiento de bacterias y se colocaron a la incubadora a una temperatura de 25°C durante 3 días en oscuridad para el crecimiento de hongo.

Obtenido el crecimiento de las colonias de *L. theobromae*, estas se purificaron mediante repiques sucesivos en placas Petri con medio PDA, que consistió en transferir discos de micelio, hasta obtener la colonia libre de contaminantes. Estas se incubaron a 25° C de temperatura durante 3 días y luego se colocaron bajo luz fluorescente blanca a temperatura ambiente hasta que formen estructuras reproductivas. Finalmente, se observaron en el microscopio la presencia de conidias que corresponden a la especie *L. theobromae* (Soto, 2018).

3.4. Prueba de efectividad de los productos

En la prueba de efectividad de los productos se emplearon 5 productos: ProtecSea, Barrera, Timorex Gold, Vacun Q Pro.

3.4.1. Prueba de efectividad de los productos *in vitro*

En el presente ensayo se emplearon cinco tratamientos y un testigo (Tabla 1). Se empleó el aislamiento de *L. theobromae* facilitado por la clínica de diagnóstico.

Para comprobar la efectividad de estos productos como antagonistas al crecimiento del hongo, se efectuó la metodología de medio envenenado para los productos: ProtecSea, barrera, Timorex gold, y Vacun Q Pro. Con el producto T.22, cuyo ingrediente activo es *Trichoderma harzianum*, se realizó la prueba de enfrentamiento dual.

Tabla 1. Tratamientos empleados con 5 productos: ProtecSea, Barrera, Timorex Gold, Vacun Q Pro y un testigo para la prueba de efectividad in vitro contra *L. theobromae*.

Tratamiento	Nombre comercial	Ingrediente activo	Dosis de aplicación en ml/250ml medio PDA
T0	Testigo	-	-
T1	ProtecSea	Extractos marinos, ácidos orgánicos, K_2O	2.75
T2	Barrera	Extracto de orégano (<i>Origanum vulgare</i>)	2.75
T3	Timorex Gold	Aceite del árbol del té (<i>Melaleuca alternifolia</i>)	15.86
T4	Vacun Q Pro	N, P_2O_5 , Cu, Fosfito de Cu	11.89
T5	T.22	<i>Trichoderma harzianum</i>	4.4

a. Prueba del medio envenenado

Con el propósito de realizar la técnica de medio envenenado, se preparó el medio potato dextrosa agar (PDA) el cual se vertió en botellas de vidrio de 250 ml y se esterilizó en la autoclave, luego se dejó enfriar a una temperatura de aproximadamente 38°C y se añadieron los productos a cada uno de estos, para posteriormente ser distribuidos en placas Petri de 10 cm de diámetro; una vez solidificado el medio de cultivo se procedió a sembrar un disco de micelio joven de *L. theobromae* de 5 mm de diámetro (Tabla 2)

Las placas repicadas, se incubaron a 25°C y diariamente se midió el crecimiento radial de la colonia hasta que el testigo llene la placa (2 días).

Para la medición del crecimiento radial de la prueba de envenenamiento, cada placa se dividió en 4 cuadrantes en la parte posterior de la placa, a los cuales se les denominó A, B, C y D; el punto medio fue el disco de micelio insertado en la placa (Figura 6). Con la ayuda de una regla en mm, se midió el crecimiento del micelio de cada cuadrante. La evaluación terminó cuando el micelio del patógeno cubrió totalmente la placa del testigo.

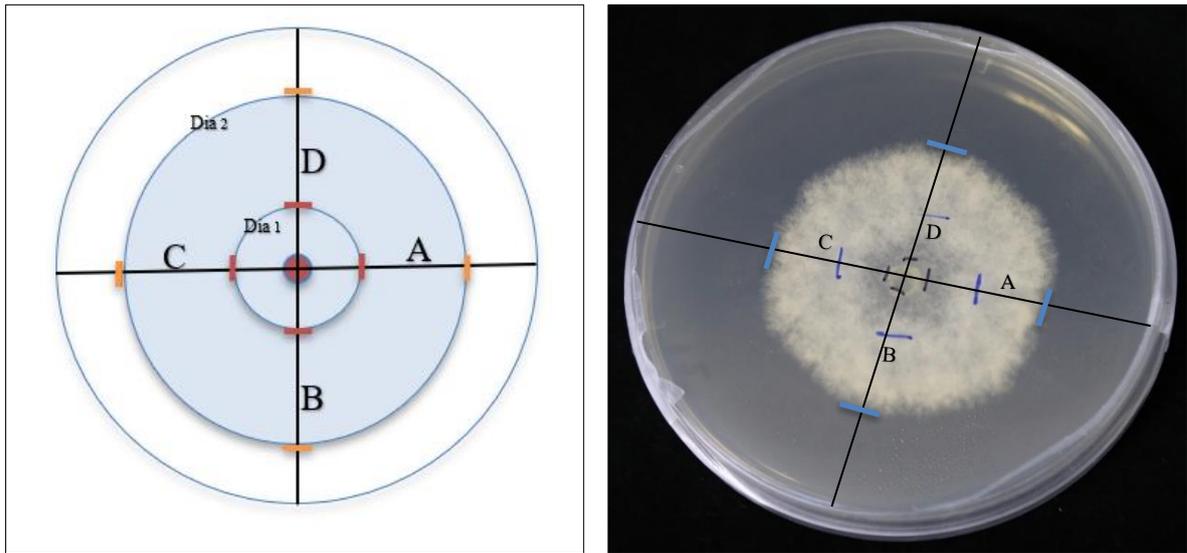


Figura 6. Medición del crecimiento radial de *L. theobromae* en medio envenenado.

La eficacia de los tratamientos en la prueba de envenenamiento, se expresó como el porcentaje de inhibición del crecimiento micelial, fórmula propuesta por Pandey et al. (1982, como se citó en Albuquerque y Gusqui, 2018).

$$PI = \frac{C - T}{C} \times 100\%$$

Donde:

PI: Inhibición de crecimiento micelial (%)

C: crecimiento del radio de la colonia del testigo (mm)

T: crecimiento del radio de la colonia del tratamiento (mm)

Tabla 2. Tratamientos con las dosis de aplicación empleadas en la prueba de envenenamiento, en condiciones in vitro contra *L. theobromae*.

Tratamiento	Nombre comercial	Ingrediente activo	Dosis (ml) de aplicación en 250 ml de solución/planta
T0	Testigo	-	-
T1	ProtecSea	Extractos marinos, ácidos orgánicos, K_2O	2.75
T2	Barrera	Extracto de orégano	2.75
T3	Timorex Gold	Aceite del árbol del té (<i>Melaleuca alternifolia</i>)	15.86
T4	Vacun Q Pro	N, P_2O_5 , Cu, Fosfito de Cu	11.89

En este experimento, se empleó el diseño completamente al azar (Figura 7), con un total de 5 tratamientos incluyendo al testigo, cada uno con 5 repeticiones. Los datos se procesaron en el programa INFOSTAT, se realizó análisis de varianza (ANVA), pruebas de comparación de medias de Tukey, considerando un nivel de confianza del 95%.

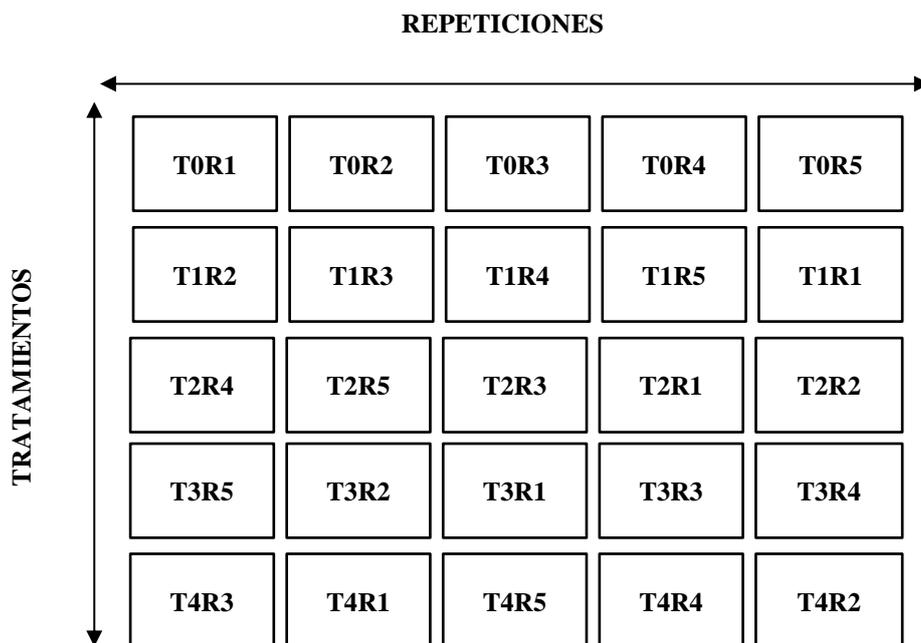


Figura 7. Disposición de los tratamientos y sus repeticiones en la prueba de envenenamiento contra *L. theobromae* en la prueba in vitro.

b. Prueba de enfrentamiento dual

Se preparó una solución de 250 ml de medio PDA esterilizada, se añadió 4.4 ml de T.22 a la solución y se hizo el paqueo en placas Petri de 9 mm. Estas placas se rotularon y se colocó a una temperatura de 20°C hasta que se formen los micelios de *Trichoderma harzianum*.

Los discos de micelio joven de *Trichoderma harzianum* y de *Lasiodiplodia theobromae* de 5 mm de diámetro, se sembraron en los extremos (frente a frente) de la placa Petri con medio PDA. Luego se incubaron a una temperatura de 25°C (Tabla 3) y se evaluó el crecimiento radial diariamente.

Para la medición del crecimiento radial hacia el centro de ambos aislamientos, se midió con la ayuda de una regla en mm de forma independiente a cada hongo hasta el día 2. Al igual que en la prueba de envenenamiento, la eficacia del tratamiento se expresó en porcentaje de inhibición.

En este experimento, se realizó la prueba T de Student con 5 repeticiones cada tratamiento.

Tabla 3. Prueba de enfrentamiento entre *Trichoderma harzianum* y *Lasiodiplodia theobromae*

N°	Tratamiento
T0	Testigo (<i>Lasiodiplodia theobromae</i>)
T5	<i>Trichoderma harzianum</i> vs <i>Lasiodiplodia theobromae</i>

3.4.2. Prueba de efectividad de los productos en tinglado

a. Material vegetal

Se utilizaron 72 plántones sanos de aproximadamente 1 año del cultivar Hass injertados sobre el patrón Zutano, sin ningún síntoma característico de infección que manifiestan los hongos de madera.

b. Tratamientos

Se emplearon 5 productos: ProtecSea, Barrera, Timorex Gold, Vacun Q Pro y agua como tratamiento testigo, siendo un total de 6 tratamientos con 4 repeticiones cada uno 3 plántones por repetición.

c. Preparación de productos para las aplicaciones

Se preparó el caldo fitosanitario en 3 L de agua potable por tratamiento, 250 mL por planta, conforme a la dosis comercial de cada producto.

d. Aplicación de productos:

La aplicación de los productos (Tabla 4) fue preventiva, estos se aplicaron vía drench en tres oportunidades, en intervalos de diez días. Cinco días después de la última aplicación, se inoculó el patógeno a la planta y 40 días después de la inoculación se evaluaron todos los tratamientos.

e. Diseño estadístico:

Se empleó el diseño completamente al azar (Figura 8), 6 tratamientos con 4 repeticiones. Los datos se procesaron en el programa INFOSTAT, se realizó análisis de varianza (ANVA) y pruebas de comparación de medias de Tukey, considerando un nivel de confianza del 95%.

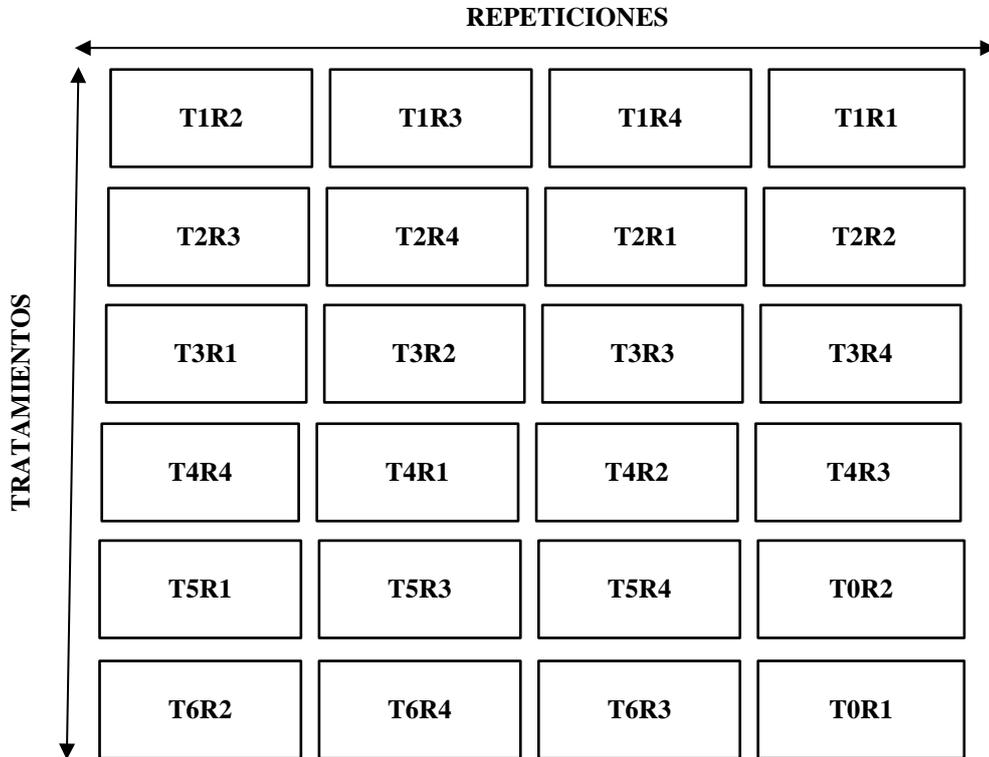


Figura 8. Disposición de los tratamientos en la prueba de efectividad de los productos en vivero contra *L. theobromae* en plántones de palto cv. Hass.

Tabla 4. Tratamientos empleados para la prueba de efectividad de los tratamientos contra *L. theobromae* en el cultivo de palto cv Hass en condiciones de vivero.

Tratamiento	Nombre comercial	Ingrediente activo	Dosis comercial	Dosis de aplicación para 250 ml de solución (ml)/planta
T1	Testigo	-	-	-
T2	ProtecSea	Extractos marinos, ácidos orgánicos, K_2O	4-6L/ha	4
T3	Timorex Gold	Aceite del árbol del té (<i>Melaleuca alternifolia</i>)	1,5-2 L/ha	11.9
T4	Vacun Pro	Q N, P_2O_5 , Cu, Fosfito de Cu	500mL/200 L	4
T5	Barrera	Extracto de orégano	-	17.6
T6	T.22	<i>Trichoderma harzianum</i>	-	15.9

3.5. Variables de evaluación

Pasado los 40 días (después de la inoculación) se evaluaron todos los tratamientos siguiendo los siguientes parámetros:

3.5.1. Incidencia

La incidencia de enfermedades de las plantas se define como el número de unidades de plantas que están (visiblemente) enfermas en relación con el número total evaluado (Madden y Hughes, 1999).

En el experimento, la incidencia se determinó con base al número de plantas con síntomas externos. Se contó el número de plantas que mostraron síntoma visual de pudrición externa del tallo de cada tratamiento. Para el cálculo, se dividió el número de plantas enfermas entre el número total de plantas y se multiplicó por 100%.

3.5.2. Longitud de avance de la lesión

En el presente experimento se evaluó la longitud de avance de la pudrición interna del tallo para medir el avance de la necrosis en los haces vasculares (Soto, 2018).

Se cortaron los tallos de la planta inoculada a 10 cm de distancia del área inoculada; posteriormente se hizo un corte transversal, donde en el interior de tallo se observó el avance de la lesión y se midió la longitud de crecimiento del patógeno en el tallo de la planta.

3.5.3. Longitud radicular

Se eligieron al azar el 25% de plantas de cada tratamiento. Se cortaron las raíces de las plantas de cada tratamiento, inmediatamente después se secó con papel toalla. Posteriormente se midió la longitud de las raíces (Talledo, 2016).

3.5.4. Materia seca

Se determinó el porcentaje de materia seca a partir del muestreo destructivo que se realizó al 25% de las unidades experimentales de cada tratamiento (Gutiérrez, 2019). La materia seca obtenida, se expresó en porcentaje de cada órgano evaluado (hoja y raíz) a partir de la relación entre peso seco y peso fresco y se empleó la siguiente ecuación 2:

$$Materia\ seca = \frac{peso\ fresco(g) - peso\ seco(g)}{peso\ fresco(g)} \times 100\%$$

a. Raíz

Peso fresco de raíces

Se cortaron las raíces del tallo de cada planta, inmediatamente después se lavaron con agua corriente, luego se secaron con papel absorbente y se pesaron las raíces de cada planta en una balanza digital (Salazar et al., 2015).

Peso seco de raíces

Las raíces frescas se cortaron en trozos, se colocaron en bolsa de papel previamente rotuladas y se colocaron a estufa a 70°C de temperatura durante 3 días seguidos. Luego se procedió a pesar en gramos en una balanza digital (Villavicencio, 2018).

b. Hojas

Peso fresco de hojas

Se pesaron las hojas frescas en una balanza digital inmediatamente después de ser extraídas de cada planta y se pesaron en gramos en una balanza digital.

Peso seco de hojas

Se cortaron las hojas en pedazos y se colocaron en estufa a 65°C de temperatura durante un día, luego se pesaron en gramos en una balanza digital.

3.5.5. Reaislamiento de *L. theobromae* de las plantas inoculadas en los tratamientos

Se usó la misma técnica utilizada en la prueba de patogenicidad en cada planta de los tratamientos.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIONES

4.1. Eficacia in vitro de los cinco productos frente a *Lasiodiplodia theobromae*.

La prueba in vitro se realizó con la finalidad de observar la acción directa del patógeno con los productos y también para conocer el potencial de estos en el control de *L. theobromae*. Cabe recalcar que en la prueba in vitro no es posible evaluar la resistencia inducida.

La resistencia inducida es un estado que se desarrolla en las plantas y aumentan su capacidad defensiva contra el ataque futuro de algún patógeno (Cruz et al., 2020).

4.1.1. En el medio envenenado

El análisis de varianza para determinar la efectividad de cuatro productos inductores frente al porcentaje de inhibición de *Lasiodiplodia theobromae* indica que existen diferencias significativas entre los tratamientos, esto debido a que el p – valor (Anexo 7) resulta menor al nivel de significancia (5%) y el coeficiente de variabilidad es de 3,56. Esto implica que los cuatro productos inductores tienen efectos en el porcentaje de inhibición del patógeno *Lasiodiplodia theobromae*.

Después de confirmar la diferencia estadística entre los promedios de los tratamientos evaluados se procedió a comparar estos promedios entre sí, mediante la prueba Tukey (Anexo 8) con un nivel de confianza del 95%.

El resultado de la prueba Tukey reportó que existen tres grupos bien diferenciados y que el tratamiento T1 (ProtecSea) mostró en promedio un porcentaje de inhibición de 64.84 superando solo al tratamiento T0 (testigo) y siendo inferior a los otros tres productos inductores. La aplicación de los tratamientos T3 (Timorex), T2 (Barrera) y T4 (Vacun Q pro) reportaron un valor del 100% en la inhibición de *Lasiodiplodia theobromae* lo que implica que estos tratamientos son más eficaces en la inhibición del patógeno. De manera visual, los resultados son presentados en la Figura 9, en donde de manera rápida se puede

inferir que los tratamientos más eficaces son aquellos que están por encima del promedio general de tratamientos (la línea de corte en el eje y).

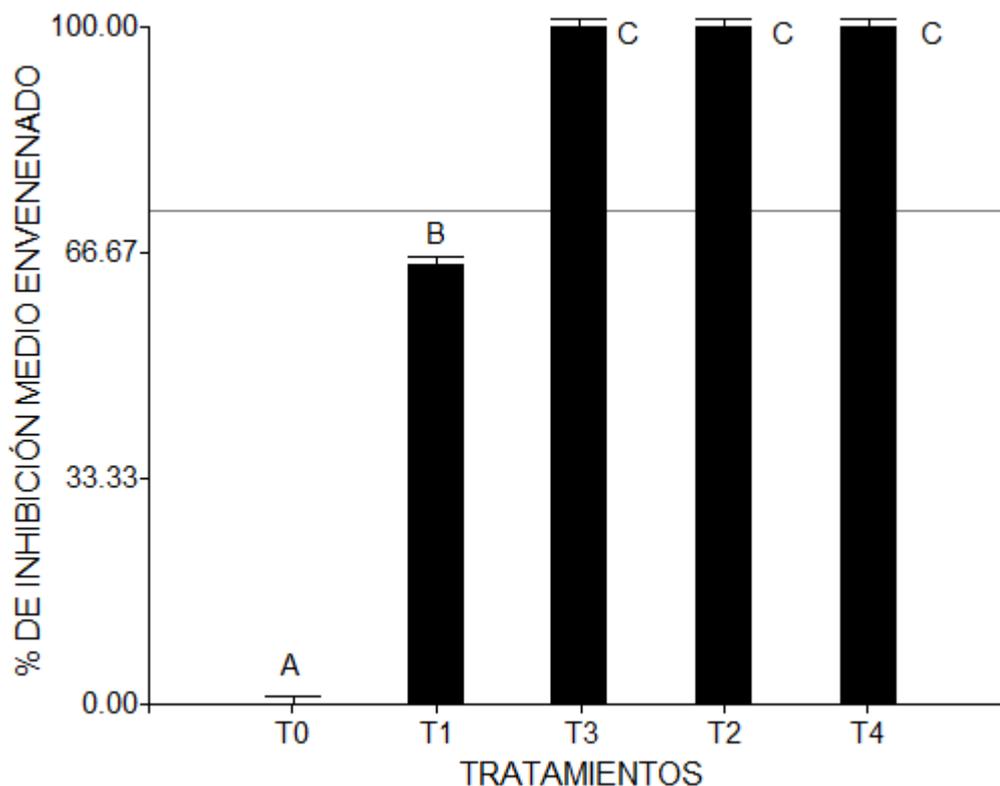


Figura 9. Porcentaje de inhibición de los tratamientos T0(testigo), T1(ProtecSea), T3(Timorex Gold), T2 (Barrera) y T4(Vacun Qpro) en crecimiento radial de la colonia de micelios de *L. theobromae* en medio envenenado. La barra sobre la columna que representa el error estándar

De acuerdo a los resultados obtenidos (Figura 10), es preciso señalar que (Gomes de Araujo et al., 2019) y Lopes et al. (2020) reportaron 100 % y 96 % de inhibición del crecimiento micelial (ICM) respectivamente de *L. theobromae* con el aceite esencial de la especie *Melaleuca alternifolia*, ingrediente activo de Timorex. Asimismo, Numpaque et al. (2011) reportaron que los terpenos: carvacrol y timol, compuestos presentes en la especie *Origanum vulgare*, ingrediente activo de barrera, inhibieron el crecimiento micelial de *L. theobromae*, del mismo modo, Suwanamornlert et al. (2018) reportaron que el uso de timol resultó efectivo en la ICM de *L. theobromae*.

La actividad antifúngica de aceites esenciales y extractos vegetales en general según Souza et al. (2007) está relacionado con su propiedad hidrofílica, que al entrar en contacto con el hongo interactúa con los lípidos de la pared de la membrana celular y las mitocondrias, alterando su permeabilidad y causando alteraciones estructurales, que pueden promover la exposición del contenido celular, incluida la exposición del núcleo celular. Además, los componentes del aceite pueden unirse a iones y moléculas (hormonas) en otras células.

Vacun Qpro (T4) tiene acción bioestimulante a fin de prevenir el ataque de bacterias y hongos, mediante la generación de fitoalexinas (Aris industrial, 2015) que inhiben el crecimiento y elongación del tubo germinativo, crecimiento micelial y el aumento de peso seco de los hongos (Intagri,2023), es por ello que el T4 (Vacun Qpro) reportó un valor del 100% en la inhibición de *Lasiodiplodia theobromae*.

ProtecSea (T1) presentó 64.84% de inhibición. Espinosa et al. (2020) precisa que los extractos de algas marinas, ingrediente activo de ProtecSea, actúan como agentes con actividad antibiótica que reducen el desarrollo de enfermedades. Probablemente, para obtener 100% de inhibición de *L. theobromae*, se necesita mayor dosis que lo recomendado en la ficha técnica del producto.

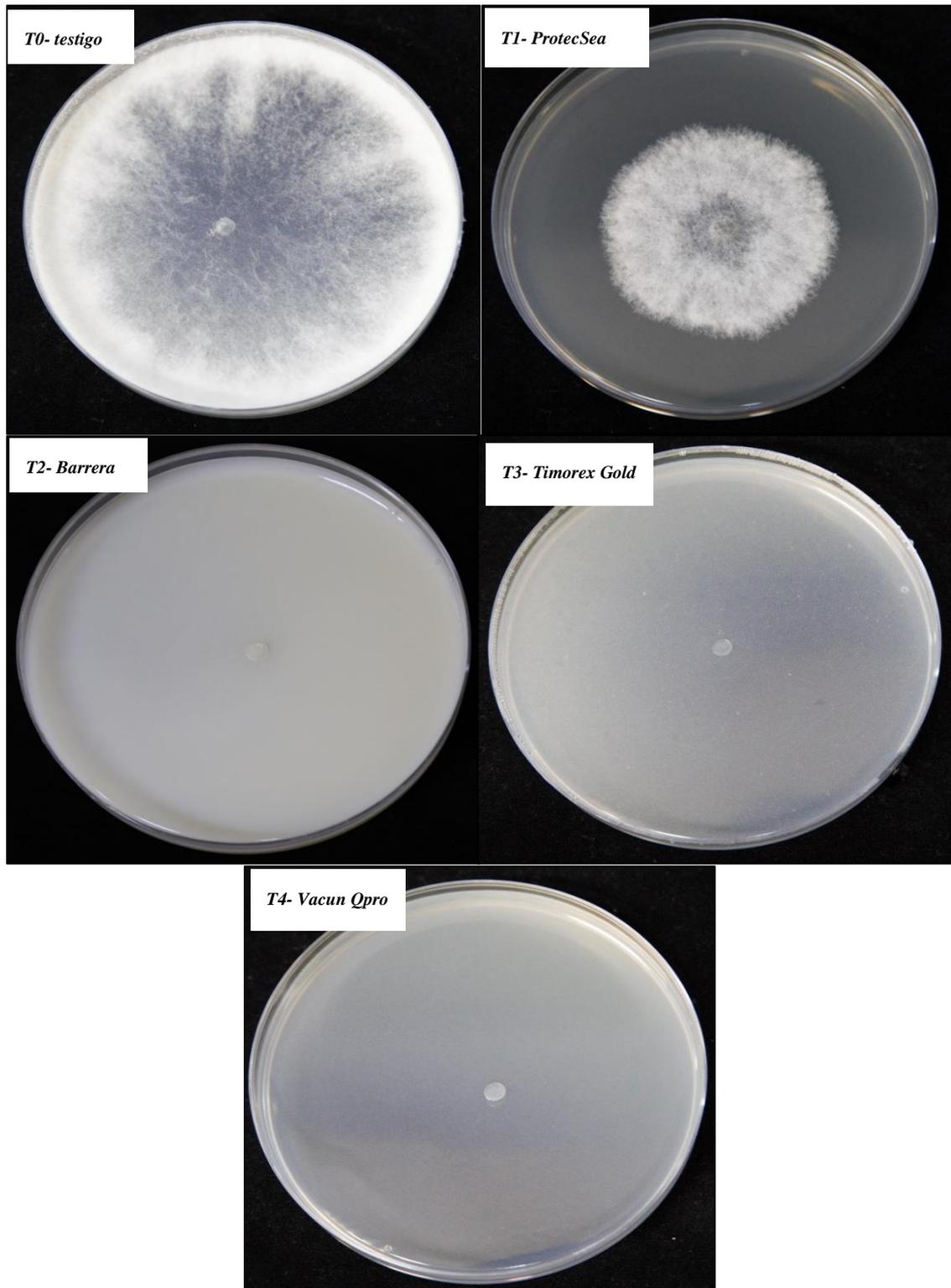


Figura 10. Comparación de los tratamientos: T1(ProtecSea), T2(Barrera), T3(Timorex Gold) y T4(Vacun Qpro) con el tratamiento testigo (T0) en la prueba de envenenamiento de *L. theobromae*.

4.1.2. En la prueba de enfrentamiento dual

A fin de comparar los efectos de la aplicación de *Trichoderma harzianum* en el porcentaje de inhibición de *Lasiodiplodia theobromae* se recurrió a la prueba estadística t de Student para muestras apareadas con un nivel de significancia del 5%. Los resultados de la prueba t de Student para muestras apareadas se reporta que existe diferencias significativas entre los tratamientos evaluados, el valor de la prueba bilateral resulta menor que el nivel de significancia seleccionado (5%).

Tomando en cuenta el resultado reportado (Anexo 9), podemos concluir que la aplicación de *Trichoderma harzianum* si inhibe el desarrollo del patógeno *Lasiodiplodia theobromae* con 20.56% de ICM (inhibición de crecimiento micelial) en el segundo día después de la siembra, donde se observó el encuentro de ambos aislamientos, efecto denominado como “línea de muerte”, en el cual inicia el micoparasitismo del controlador biológico hacia el patógeno (Soto, 2018). Resultado similar a lo reportado por Da Silva, et al (2022) con 20.5% de ICM.

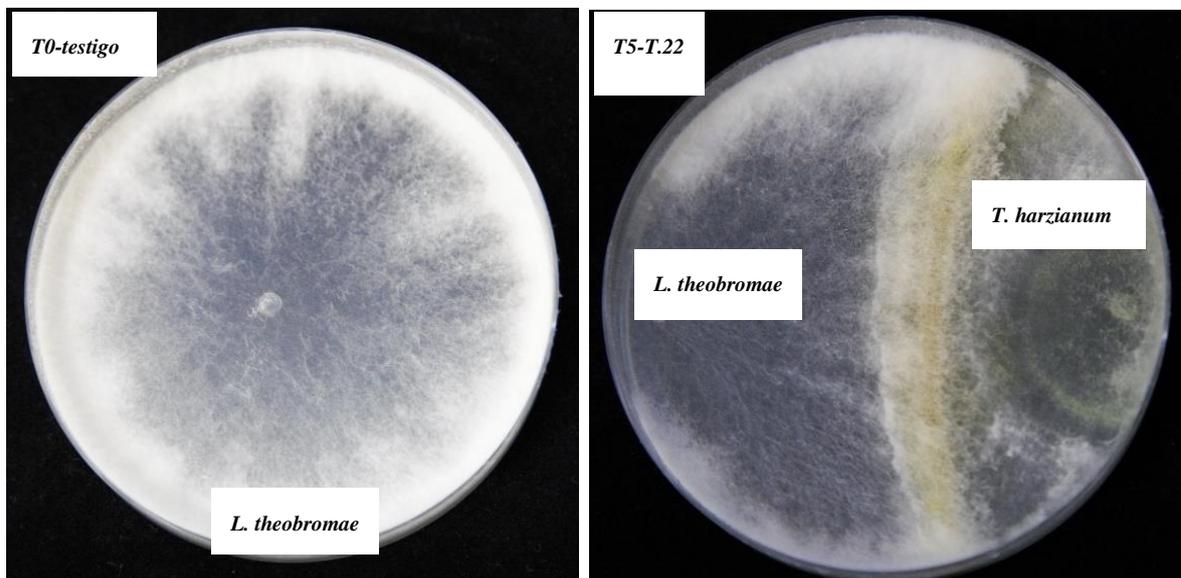


Figura 11. Comparación del tratamiento T5 (T.22) con el testigo (T0) en la prueba de enfrentamiento dual.

4.2. Eficacia de los productos en estudio en condiciones de vivero

La inducción de resistencia sistémica genera protección sistémica o disminución de la severidad de la enfermedad en la planta (Trinidad et al., 2020) contra una gran variedad de patógenos y se caracteriza por la acumulación de proteínas PR, ácido salicílico o ácido jasmónico a nivel local y sistémico (Díaz, 2012), mediante el estímulo de inductores biológicos o químicos. Para cuantificar su efecto se emplean mediciones de fitoalexinas y la actividad enzimática en cada cultivo y fase (Palazón, s.f.).

En este estudio, no hubo ningún contacto del producto aplicado con la zona inoculada, puesto que las aplicaciones de los productos fueron vía drench, en las raíces, y la inoculación se realizó en la parte aérea es decir en el tallo de la planta. Asimismo, las aplicaciones de los productos se efectuaron en 3 oportunidades, intervalos de 10 días y la última aplicación se llevó a cabo 5 días antes de la inoculación del patógeno *L. theobromae*, en el tallo de los plántones de palto.

Por ello, se determinó la posible activación de la inducción de resistencia en plántones de palto mediante la evaluación fenotípica que consistió en observar y cuantificar la disminución del avance de la enfermedad.

4.2.1. Incidencia de la enfermedad

El análisis de varianza para la incidencia de la enfermedad reporta que no existe diferencias significativas entre los tratamientos evaluados, esto debido a que el p – valor (Anexo 10), es mayor que el nivel de significancia seleccionado (5%) y presenta un coeficiente de variabilidad de 6.83. Implica que la incidencia en todos los tratamientos fue igual (100%), como se observa en la tabla 5

Los síntomas observados fueron necrosis en el área inoculada acompañados de exudados de color blanco (Figura 12) tal como señala Alama et al. (2006). Asimismo, como la evaluación se realizó a los 40 días después de la inoculación, no se observó marchitez en las hojas, ni muerte regresiva de la planta.



Figura 12. Exudados de color blanco alrededor de la zona inoculada con *L. theobromae* en el tallo del cultivo de palto.

La evaluación destructiva se realizó a los 40 días después de la inoculación, es por ello que no se observó marchitez en las hojas, ni muerte regresiva de la planta.

Tabla 5. Incidencia de la enfermedad de los tratamientos empleados en la prueba de eficacia de los productos en el cultivo de palto cv. Hass.

Tratamiento	Nombre comercial	Ingrediente activo	N° de plantas infectadas	Incidencia %
T1	Testigo	-	12/12	100%
T2	ProtecSea	Extractos marinos, ácidos orgánicos, K_2O	12/12	100%
T3	Timorex Gold	Aceite del árbol del té (<i>Melaleuca alternifolia</i>)	12/12	100%
T4	Vacun Qpro	N, P_2O_5 , Cu, Fosfito de Cu	12/12	100%
T5	Barrera	Extracto de orégano (<i>Origanum vulgare</i>)	12/12	100%
T6	T.22	<i>Trichoderma harzianum</i>	12/12	100%

4.2.2. Longitud del avance de la lesión

El análisis de varianza para el avance de la lesión de la enfermedad reporta que existe diferencias significativas entre los tratamientos evaluados, esto debido a que el p – valor (Anexo 12), es menor que el nivel de significancia seleccionado (5%) y presenta un coeficiente de variabilidad de 38.34; este resultado implica que los tratamientos tuvieron influencias en el avance de la enfermedad.

Al realizar la comparación mediante la prueba Tukey (Anexo 13) se determinó que el mejor tratamiento que expresa una reducción en los síntomas de la enfermedad correspondió al T4 (Vacun Qpro) con un valor real de 0.55 cm de longitud de avance de la lesión, sin embargo, estadísticamente no es diferente al resto de tratamientos a excepción del T1 (Testigo) que presenta una longitud de avance de la lesión de 3.04 cm (Tabla 6).

Tabla 6. Longitud de avance de la lesión de la enfermedad ocasionada por *L. theobromae* con los tratamientos empleados en la prueba de eficacia de los productos en el cultivo de palto cv. Hass.

Tratamiento	Nombre comercial	Ingrediente activo	Longitud de avance de la lesión (cm)	Inhibición %
T4	Vacun Qpro	N, P_2O_5 , Cu, Fosfito de Cu	0.55	81.91
T5	Barrera	Extracto de orégano (<i>Origanum vulgare</i>)	0.98	67.76
T3	Timorex Gold	Aceite del árbol del té (<i>Melaleuca alternifolia</i>)	1.02	66.45
T2	ProtecSea	Extractos marinos, ácidos orgánicos, K_2O	1.03	66.12
T6	T.22	<i>Trichoderma harzianum</i>	1.15	62.17
T1	Testigo inoculado	-	3.04	0

Visualmente los resultados reportados en la prueba Tukey se presentan en la Figura 13, donde el tratamiento T4 presenta la menor longitud del signo de la enfermedad, mientras que el tratamiento T1 (Testigo) manifiesta la mayor longitud del signo de la enfermedad.

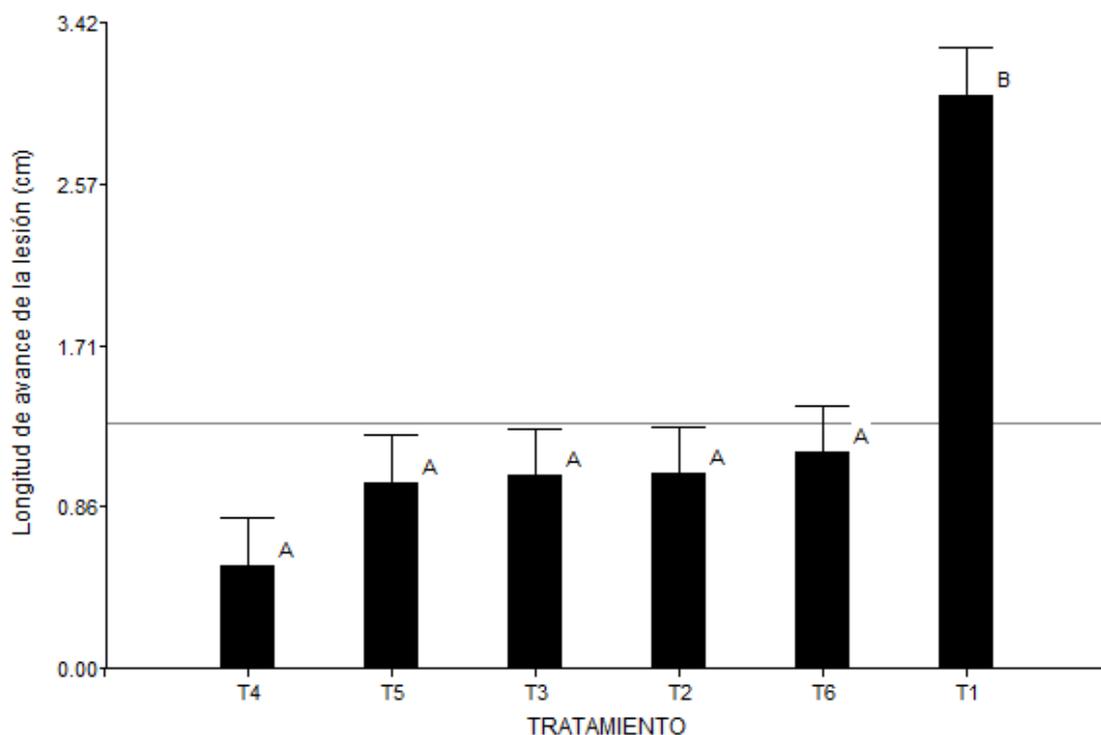


Figura 13. Longitud del avance de la lesión de la enfermedad (cm) de los tratamientos T4(Vacun Qpro), T5(Barrera), T3(Timorex Gold), T2(ProtecSea), T6(T.22) y T1(testigo) empleados en el cultivo de palto cv. Hass. Con presencia de la línea de corte en el eje Y que representa el promedio de la longitud de avance de la lesión (cm) y la barra superior a la columna simboliza al error estándar.

Este experimento se realizó en los meses abril, mayo y junio. Las condiciones de temperatura 19°C promedio, se encontraron dentro del rango para el desarrollo de la enfermedad de acuerdo a lo señalado por Picos (2017). Sin embargo, Khanzada et al. (2005) indica que temperaturas superiores a 30°C, estrés ambiental, nutricional e hídrico, favorecen el desarrollo de *L. theobromae*. Por otro lado, Apaza (2021) menciona que el rango de temperatura de 20-30°C es óptimo para el desarrollo e incidencia del patógeno.

En el presente estudio, la planta no fue sometida a ningún estrés. La evaluación destructiva se ejecutó 40 días después de la inoculación, similar a los indicado por Soto (2018), en plántones de un año, puesto que en esta etapa es necesario iniciar con las estrategias de control con tratamientos preventivos para la instalación en campo.

Al realizar el corte longitudinal del tallo, se observó la infección vascular que interfiere la conducción de agua y nutrientes (Delgado et al., 2019). Esto se manifiesta mediante necrosis en los tejidos vasculares (Figura 14), mostrándose avances de la infección en ambas

direcciones desde el punto de inoculación, síntomas que señalan Soto (2018) y Úrbez (2008) en el experimento que realizaron. De los resultados obtenidos, el avance longitudinal de la infección en los tratamientos fue menor en comparación con el testigo.



Figura 14. Comparación del testigo T1 con los tratamientos: T2(ProtecSea), T3(Timorex), T4(Vacun Qpro), T5(Barrera) y T6 (T.22) en la prueba de avance de la lesión, del daño ocasionado por *L. theobromae* en tallos del palto cv. Hass.

El valor final de cualquier compuesto químico como agente de control de enfermedades depende del modo de acción de su molécula en una o más etapas del ciclo de vida del patógeno (Reuveni y Cohen, 2020). Las etapas importantes en el ciclo de vida de *L. theobromae* involucradas en la infección del hospedante y el desarrollo de enfermedades incluyen la germinación de conidias, la penetración en el hospedante, el crecimiento del micelio en el hospedante y la esporulación.

De acuerdo a los resultados obtenidos, Sánchez y Rincón (2021) reportaron en *Botrytis cinerea* que el cobre, ingrediente activo del T4 (Vacun Qpro) comparte el poder inhibitorio sobre la germinación y su componente orgánico activa la producción de fitoalexinas, éstas

se sintetizan en las células sanas cercanas a las células dañadas y se acumulan en tejidos necróticos y susceptibles, implica que se producen estrictamente alrededor del área de infección y la resistencia de la planta al patógeno se lleva a cabo cuando las fitoalexinas alcanzan una concentración suficiente para inhibir el desarrollo del patógeno (Agrios, 2015).

Los resultados indican que carvacrol y timol (principales compuestos en el aceite de orégano, ingrediente activo de Barrera) pueden ser empleados como una alternativa en el uso tradicional de fungicidas en el control preventivo de *L. theobromae* en palto. Pérez-Alfonso (2012, como se citó en Zhang et al., 2019) reportó que estos compuestos tuvieron actividad antifúngica mediante la inhibición de patógenos asociados a la postcosecha como *P. digitatum*, *P. italicum*, *Fusarium spp.* y *Aspergillus spp.* Asimismo, Rienth (2019) reportó que estos compuestos impidieron el desarrollo de *Plasmopara viticola* en el cultivo de vid. Esta actividad antifúngica, podría darse principalmente a las propiedades de los compuestos que, por su naturaleza altamente lipídica y bajo peso molecular, son capaces de romper la membrana celular, provocar la muerte celular o inhibir la esporulación y germinación de hongos (Nazzaro et al., 2017).

Las propiedades antifúngicas generalmente están relacionadas con la ruptura de la membrana celular, la alteración e inhibición de la formación de la pared celular, disfunción de las mitocondrias antifúngicas, inhibición de las bombas de expulsión y/o la producción de ROS; específicamente, la actividad antifúngica de carvacrol y timol se ha atribuido a su efecto dañino en la membrana celular, debido a su interacción con los esteroides de la membrana, en particular con el ergosterol. El carvacrol podría unirse a los esteroides de la membrana plasmática del hongo, lo que dañaría la membrana y provocaría la muerte del hongo (Nobrega et al., 2016). El timol parece afectar la morfología del micelio, con cambios en la localización de la quitina dentro de las hifas (Chavan y Tupe, 2014).

Melaleuca alternifolia, ingrediente activo de Timorex (T3), generó inhibición en el crecimiento micelial del patógeno en el tallo de la planta de palto, posiblemente por la actividad inhibitoria sobre el crecimiento micelial y destrucción de la membrana citoplasmática que posee. Asimismo, Reuveni y Cohen (2020) señalan que la actividad fungicida de timorex contra patógenos fúngicos y oomicetos surge de su capacidad para alterar la permeabilidad de la membrana celular de hifas en *Bremia lactucae*.

Se observó menor inhibición en el avance de la lesión en las plantas de palto tratadas con *Trichoderma harzianum* (T6). Asimismo, Soto (2018) precisa que *T. harzianum* no fue

eficaz en la inducción a la defensa de las plantas de vid en el ataque *L. theobromae*. Sin embargo, Pani (2021) señala que *T. harzianum* es eficaz contra una variedad de patógenos de plantas del suelo.

4.2.3. Porcentaje de materia seca – raíces

La inducción de resistencia al reducir o eliminar la infección del patógeno en la planta favorece la acumulación de la materia seca de la parte aérea y radicular, debido a la mayor eficiencia de uso de los nutrientes disponibles que probablemente está relacionada con el aumento de la actividad de las enzimas fotosintéticas y asimilación de nitrógeno (Domingues et al., 2020).

En la evaluación del porcentaje de materia seca de las raíces, el análisis de varianza realizado indica que existen diferencias significativas entre los tratamientos evaluados, esto debido a que el p – valor (Anexo 14) resultó menor al nivel de significancia seleccionado (5%) y presentó un CV de 12,78.

Al comparar los tratamientos mediante la prueba Tukey (Anexo 15) se determinó que el tratamiento T6 (T.22) resultó con el porcentaje de materia seca más elevado (46.52%) con respecto al tratamiento testigo y el T4 (Vacun Qpro) con menos porcentaje de materia seca (34.01%) en comparación con el testigo (Tabla 7).

Tabla 7. Porcentaje de materia seca de raíces de plántones de palto cv Hass con los tratamientos aplicados en condiciones de vivero.

Tratamiento	Nombre comercial	Ingrediente activo	Materia seca raíces (%)
T6	T.22	<i>Trichoderma harzianum</i>	46.62
T5	Barrera	Extracto de orégano (<i>Origanum vulgare</i>)	45.24
T3	Timorex Gold	Aceite del árbol del té (<i>Melaleuca alternifolia</i>)	44.53
T1	-	-	41.21
T2	ProtecSea	Extractos marinos, ácidos orgánicos, K_2O	36.30
T4	Vacun Qpro	N, P_2O_5 , Cu, Fosfito de Cu	34.01

Los resultados de la prueba Tukey se pueden visualizar en la Figura 15, en donde se observa que el tratamiento T6(T.22), presentó mayor porcentaje de materia seca de raíces con 46.62 % y se diferencia con el tratamiento T4(Vacun Qpro) que presentó menor porcentaje de materia seca de raíces con 34.01%

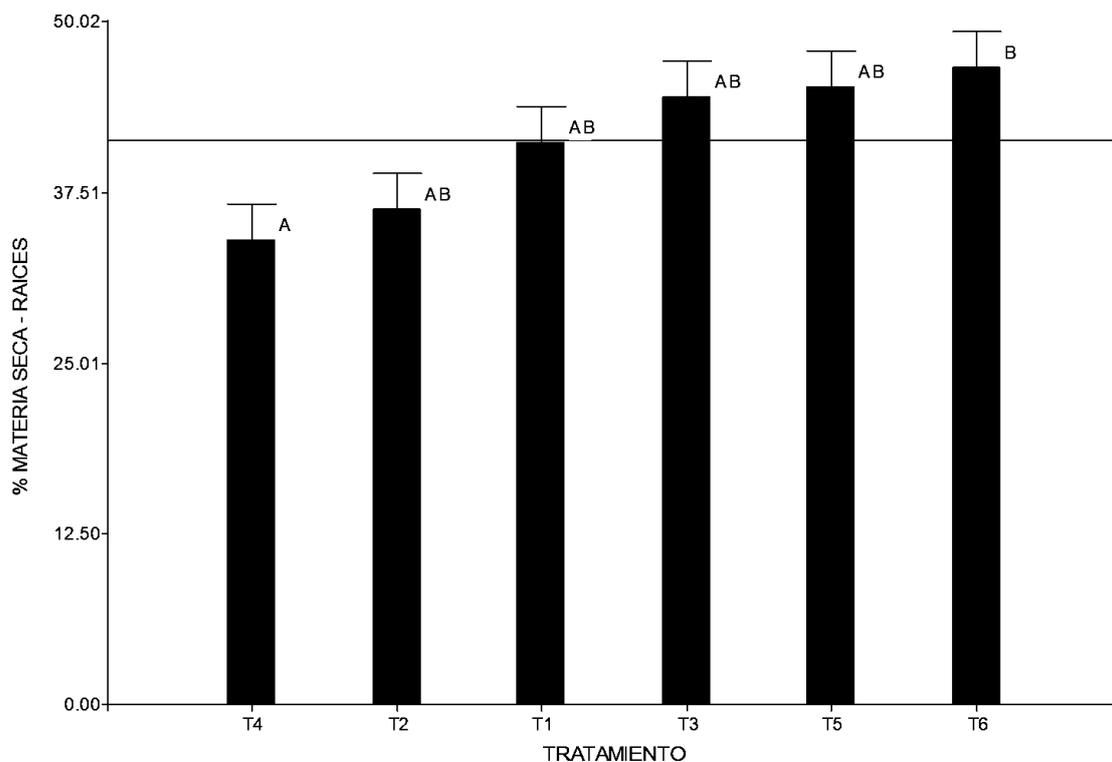


Figura 15. Porcentaje de materia seca – raíces de los tratamientos T4(Vacun Qpro), T2(ProtecSea), T1(testigo), T3(Timorex Gold), T5(Barrera) y T6(T.22) empleados en el cultivo de palto cv. Hass.

De los resultados obtenidos, (Brandão et al., 2002) precisa que la especie *T. harzianum* (T6), garantiza el crecimiento adecuado de las raíces. Asimismo, reduce la necesidad de fertilización convencional de NPK y ayuda en la solubilización del fosfato en el suelo, además mejora la absorción de los micronutrientes como Na, Zn, Cu, Fe entre otros. Khan (2017, como se citó en Pani et al., 2021). En este sentido, incrementa el crecimiento de las raíces que conllevan al aumento de la materia seca de estas en la planta.

Por otro lado, Tucuch et al. (2021) refiere a los metabolitos timol y carvacrol presentes en el extracto de orégano (T5) que incrementan la actividad de las auxinas en la planta. Las auxinas, representan el principal regulador de la arquitectura del sistema radicular, puesto que influyen en la formación de la raíz primaria y emergencia de las raíces laterales Overvoorde et al. (2010, como se citó en Damiano, 2023), implica mayor desarrollo radicular y por tanto incremento de la materia seca de raíces.

4.2.4. Porcentaje de materia seca – hojas

El análisis de varianza realizado para el porcentaje de materia seca foliar, con el fin de determinar la eficacia de los tratamientos en el incremento del porcentaje de materia seca, se demostró que el p – valor (Anexo 16) resulta mayor que el valor de significancia seleccionado (5%) lo cual implica que no hay suficiente evidencia para afirmar diferencias reales entre los tratamientos.

Sin embargo, numéricamente el tratamiento T5 (barrera) presenta mayor materia seca (54.24 %) que el tratamiento testigo, debido a los compuestos Timol y Carvacrol que contiene ya que estos además de inducir resistencia, modulan la actividad de auxinas, induciendo a tener mayor crecimiento de la planta (Tucuch et al., 2021), por ende, incremento de hojas y aumento de la materia seca (Figura 16).

Canet et al. (2010) reportó que la activación de resistencia en la planta genera un agotamiento de nutrientes, coincide con los resultados obtenidos en los tratamientos T2, T3, T4 y T6 que disminuyen el porcentaje de materia seca de las hojas con respecto al tratamiento testigo.

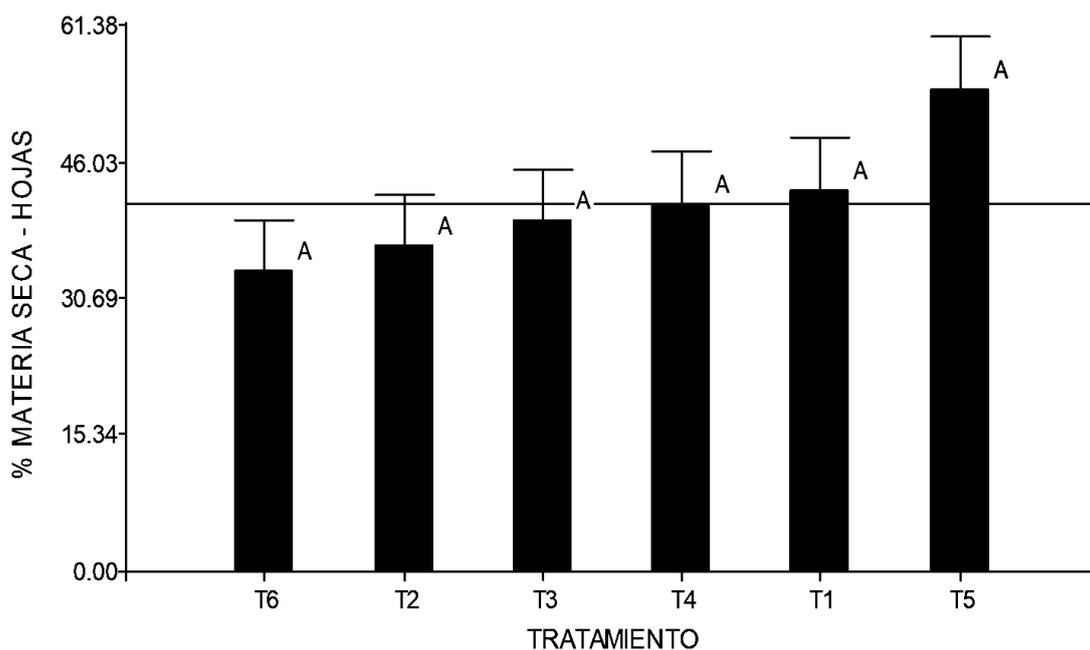


Figura 16. Porcentaje de materia seca – hojas de los tratamientos T6(T.22), T2(ProtecSea), T3(Timorex Gold), T4(Vacun Qpro), T1(testigo) y T5(Barrera) empleados en el cultivo de palto cv. Hass.

4.2.5. Longitud radicular

El análisis de varianza realizado para la longitud radicular indica que hay diferencias estadísticas entre los tratamientos debido a que el p – valor (Anexo 18) resulta menor al nivel de significancia seleccionado (5%). Por tanto, hay suficiente evidencia para afirmar que los tratamientos influyen en el desarrollo radicular.

Al comparar los tratamientos mediante la prueba Tukey (Anexo 19) se observó que en valores reales el tratamiento T2 (ProtecSea) reportó una longitud radicular de 56.80 cm, seguido del tratamiento T6 (T.22) con 54.90 cm (Tabla 8).

Tabla 8. Longitud de raíces de plántones de palto cv Hass con los tratamientos aplicados en condiciones de vivero.

Tratamiento	Nombre comercial	Ingrediente activo	Longitud de raíces (cm)
T2	ProtecSea	Extractos marinos, ácidos orgánicos, K_2O	56.80
T6	T.22	<i>Trichoderma harzianum</i>	54.90
T4	Vacun Qpro	N, P_2O_5 , Cu, Fosfito de Cu	48.65
T1	-	-	48.10
T3	Timorex Gold	Aceite del árbol del té (<i>Melaleuca alternifolia</i>)	47.05
T5	Barrera	Extracto de orégano (<i>Origanum vulgare</i>)	39.00

Debido a que en los extractos de algas marinas (ingrediente activo de ProtecSea), predominan en cuanto cantidad y actividad las citoquininas y auxinas (Espinosa, et al., 2020), hormonas que impulsan la división celular y diferenciación de raíces y tallos de las plantas. Implica que genera mayor crecimiento de raíces.

Asimismo, *Trichoderma harzianum* puede incrementar el desarrollo radicular y sintetizar hormonas de crecimiento que genera una mayor longitud de raíces (Sánchez, 2022).

Este resultado se muestra visualmente en la Figura 17 y Figura 18, en donde se aprecia que el tratamiento 2, junto al tratamiento 6 presentan mayor longitud radicular que el tratamiento testigo y el tratamiento 5 presenta una menor longitud que el tratamiento testigo.

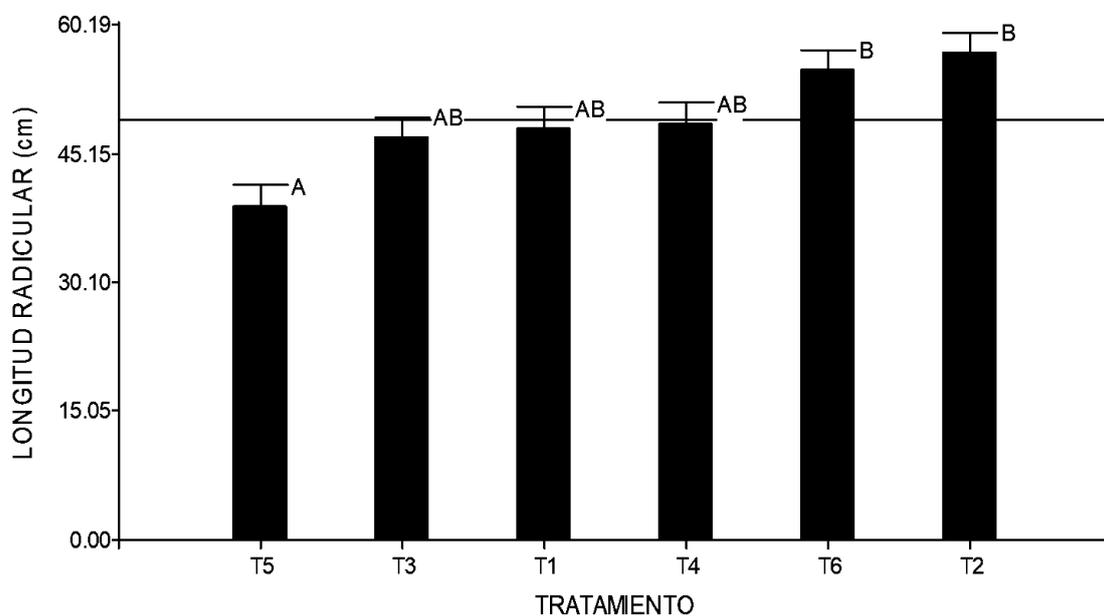


Figura 17. Comparación de longitud de raíces (cm) de los tratamientos T5(Barrera), T3(Timorex Gold), T1(testigo), T4(Vacun Qpro), T6(T.22) y T2(ProtecSea) aplicados vía drench en el cultivo de palto cv. Hass.



Figura 18. Longitud (cm) de las raíces con los tratamientos T1(testigo), T2(ProtecSea), T3(Timorex Gold), T4(Vacun Qpro), T5(Barrera), T6(T.22) aplicados vía drench a plántones de palto cv. Hass.

4.2.6. Reaislamiento de *L. theobromae* de las plantas inoculadas en los tratamientos

El hongo *L. theobromae* fue reaislado en un 100% de las lesiones en los tallos inoculados (Tabla 9). Implica que las plantas evaluadas fueron infectadas por dicho patógeno.

Tabla 9. Aislamiento de *L. theobromae* de los tratamientos T1(testigo), T2(ProtecSea), T3(Timorex Gold), T4(Vacun Qpro), T5(Barrera), T6(T.22) empleados en el cultivo de palto cv. Hass.

Tratamiento	Nombre comercial	Ingrediente activo	Aislamientos con <i>L. theobromae</i> %
T1	Testigo	Extractos marinos, ácidos orgánicos, K_2O	100%
T2	ProtecSea	<i>Trichoderma harzianum</i>	100%
T3	Timorex Gold	N, P_2O_5 , Cu, Fosfito de Cu	100%
T4	Vacun Qpro	-	100%
T5	Barrera	Aceite del árbol del té (<i>Melaleuca alternifolia</i>)	100%
T6	T.22	Extracto de orégano (<i>Origanum vulgare</i>)	100%

V. CONCLUSIONES

Se evaluó el efecto inductor de resistencia en el control de *Lasiodiplodia theobromae* en palto mediante los parámetros: longitud avance del daño de la enfermedad en el interior de tallo, porcentaje de materia seca de hojas y raíces y longitud radicular.

En las pruebas in vitro, se determinó que los tratamientos T4 (Vacun Qpro), T2 (Barrera) y T3 (Timorex Gold), fueron eficaces en el control de *Lasiodiplodia theobromae*, con 100% de inhibición del crecimiento micelial del patógeno.

Con la aplicación preventiva de los productos en condiciones de vivero, hay evidencias fenotípicas de la posible inducción de resistencia sistémica en la planta. Se observó, que los tratamientos a excepción del tratamiento T1 (Testigo) aminoraron la longitud de avance de lesión infectada por *L. theobromae* en el interior del tallo del cultivo del palto cv. Hass a los 40 días después de la inoculación del patógeno.

El tratamiento T6 (T.22) resultó con el porcentaje de materia seca de raíces más elevado (46.52%) con respecto al tratamiento testigo (41.21%). Por otro lado, no existe evidencia significativa para afirmar diferencias reales entre los tratamientos evaluados en el porcentaje de materia seca de hojas.

Se observó que en valores reales el tratamiento T2 (ProtecSea) reportó una longitud radicular de 56.80 cm, seguido del tratamiento T6 (T.22) con 54.90 cm.

VI. RECOMENDACIONES

Las evidencias fenotípicas de la posible inducción de resistencia sistémica de la planta frente al ataque del patógeno observadas en la presente investigación, contrastar mediante estudios moleculares.

Medir la expresión de la inducción de resistencia sistémica adquirida (SAR) o resistencia sistémica inducida (SIR), mediante la cuantificación de presencia de fitoalexinas, presencia de oxígenos reactivo (O_3 , H_2O_2), ácido oxálico.

Aplicar en campo los productos que resultaron efectivos en el presente trabajo de investigación, considerando las condiciones ambientales y edad de la planta similares a la investigación realizada.

Continuar con investigaciones similares incrementando el número de aplicaciones al suelo de productos promotores de resistencia sistémica para una mejor lectura de su impacto.

Incrementar el número de muestras para evaluar en el tiempo el avance de la enfermedad.

Para la evaluación destructiva, considerar mayor a 40 días después de la inoculación.

Medir la concentración de ácido salicílico y ácido jasmónico, luego de la aplicación de los productos inductores de resistencia.

Realizar aplicaciones foliares de los productos para evaluar el efecto inductor de estos.

Efectuar investigaciones similares en diferentes épocas del año, bajo temperaturas distintas.

Considerar mayor número de aplicaciones de los productos en la planta.

VII. BIBLIOGRAFÍA

- Cooperation International En Recherche Agronomique Pour Le Développement (CIRAD). (24 de enero de 2023). *Hass Avocado board*. Obtenido de World avocado production prospects Peru Making giant strides: chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://hassavocadoboard.com/wp-content/uploads/2019/08/hab-marketers-country-profiles-2019-peru.pdf
- Abdollahzadeh , J., Javadi, A., Goltapeh, E., Zare, R., & Phillips, A. (2010). Phylogeny and morphology of four new species of *Lasiodiplodia* from Iran. *Persoonia*, 1-10. doi:10.3767/003158510X524150
- Acevedo, D., Navarro , M., & Monroy, L. (2013). Composición Química del Aceite Esencial de Hojas de Orégano (*Origanum vulgare*). *Facultad de Ingeniería, Programa de ingeniería de Alimentos*, 44-48. Obtenido de doi: 10.4067/S0718-07642013000400005
- Agrios, G. (2015). *Plant pathology*. California: Elsevier Academic Press. doi:10.1017/CBO9781107415324.004
- Alama, I., Maldonado, E., & Rodríguez-Gálvez, E. (2006). *Lasiodiplodia theobromae* afectando el Cultivo de Palto (*Persea americana*) en las condiciones del Piura-Perú. *Universidad Nacional de Piura*, 4-13.
- Alburquerque, D., & Gusqui, R. (2018). Eficacia de fungicidas para el control in vitro de diferentes patógenos en condiciones controladas. *ARNALDOA*, 489-498.
- Alcantara, J., Gody, A., Cortés, A., & Sánchez, R. (2019). Principales reguladores hormonales y sus interacciones en el crecimiento vegetal. 109-129. Obtenido de chrome-

extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/http://www.scielo.org.co/pdf/nova/v17n32/1794-2470-nova-17-32-109.pdf

Alfonso, J. (2008). Manual técnico del cultivos de aguacate Hass (*Persea americana* L.). *Centro de Comunicación Agrícola de la Fundación Hondureña de Investigación Agrícola (FHIA)*, 1-51.

Álvarez, B. (2018). Manejo de hongos de madera en cultivos de exportación. *Red agrícola*, 1-62.

Álvarez, L. (2015). Eficacia fungicida en el control de *Lasiodiplodia theobromae* en plantas de palto (*Persea americana*) con el uso del bioestimulante a base de algas marinas Fertimar. *VIII Congreso Mundial de la Palta*. Ica: Universidad Nacional San Luis Gonzaga.

Apaza, W. (2019). *Sustentabilidad de los fundos productores de palto y espárrago en la irrigación Chavimochic. Tesis para optar el grado de Doctoris philosophiae (Ph.D.) en agricultura sustentable*. Lima: Universidad Nacional Agraria la Molina.

Apaza, W. (junio,2021). Manejo integrado de los canchros y muerte regresiva causada por *Lasiodiplodia theobromae* en palto en la Irrigación de Chavimochic. (J.d. Chao, Ed.). *Arenagro(6)*, 1-10.

Aris industrial. (02 de enero de 2023). *Ficha técnica Vacun-Qpro*. Obtenido de <https://pdfslide.tips/documents/ficha-tecnica-vacun-qpro-nutricion-vegetal-linea-bioestimulante-para-prevenir.html?page=1>

Ataucusi, S. (2015). *Manejo Técnico Del cultivo del palto*. Lima: JPG Corporación S.A.C.

Bedoya Justo, E., & Julca Otiniano, A. (enero de 2021). *Sustentabilidad de las fincas de palto (Persea americana Mill.) en la región Moquegua, Peru*. Obtenido de <http://dx.doi.org/10.35588/rivar.v8i22.4770>

Blancka, Y., Samaniego, B., Reyes, A., Moreno, O., & Tun, J. (2017). Resistencia sistémica inducida contra virus fitopatógenos mediada por la inoculación con la rizobacteria *Bacillus* spp. *Revista de Protección Vegetal*, 10-22.

- Blanco, R., Arrieta, C., & Araque, B. (2017). Genética de la resistencia de las plantas a factores bióticos : un informe. *Researchgate*, 1-18. doi:DOI: 10.13140/RG.2.2.16383.10400
- Borotová, P., Galavíková, L., Vukovic, N., Vukic, M., Tvrdá, E., & Kacaniová, M. (2022). Chemical and Biological Characterization of *Melaleuca alternifolia* Essential Oil. *Plants*, 1-17.
- Bost, J., Smith, N., & Crane, J. (2012). History, Distribution and uses. En B. Schaffer, B. Wolstenholme, & W. Whiley, *The avocado: Botany, Production and Uses* (pág. 559). Boston, USA: CABI.
- Brandão, L., Bolena, L., Lopes, L., & Tinti, N. (2002). Randomly Amplified Polymorphic DNA of *Trichoderma* isolates and antagonism against *Rhizoctonia solani*. *Human and Animal Health*. Obtenido de <https://doi.org/10.1590/S1516-89132002000200005>
- Canet, J., Dobón, A., Ibáñez, F., Perales, L., & Tornero, P. (2010). Resistance and biomass in *Arabidopsis*: a new model for Salicylic Acid perception. *Plant Biotechnology Journal*, 126-141. doi:doi: 10.1111/j.1467-7652.2009.00468.x
- Chaupín, M. (2018). Incidencia, etiología y control in vitro de la muerte regresiva en el palto (*Persea americana* Mill.) en Luricocha, Huanta. Tesis para obtener el título profesional de ingeniera agrónoma. *Universidad Nacional de San Cristobal de Huamanga*, 1-95.
- Chavan, P., & Tupe, S. (2014). Antifungal activity and mechanism of action of carvacrol and thymol against vineyard and wine spoilage yeasts. *Food control*. doi:<https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2014.05.007>
- Collige, D., Gregersen, P., & Christensen, H. (1994). The induction of gene expression response to pathogenic microbes. En A. S., *Mechanism of plant Growth and Improved Productivity* (págs. 391-433). India: Marcel Dekker.
- Cruz, L., Camila, C., & Jimena, A. (2020). De la raíz a la hoja: Capacidad de Bacilos rizosféricos como potenciales inductores de resistencia sistémica (ISR) en plantas de *Arabidopsis thaliana*. *Universidad de los andes* .
- Da Silva, F., Paes, D., Fragoso, C., Da Rocha, D., Henrique, I., Pereira, E., & Valente, E. (2022). Selection and control efficacy of *Trichoderma* spp. against *Fusarium solani*

- and *Lasiodiplodia theobromae* causing root rot in forage cactus. *Physiological and Molecular Plant Pathology*, 1-10. doi:<https://doi.org/10.1016/j.pmpp.2022.101900>
- Damiano, O. (2023). La biosíntesis local de auxinas regula el desarrollo de las plantas en respuesta a señales ambientales. Trabajo fin de Máster. *Instituto Universitario Mixto de Biología Molecular y Celular de Plantas*, 1-60.
- Delgado, A., Ñique, M., & Méndez, E. (2019). Actualización en el control de *Lasiodiplodia* en palto. *Conferencia Redagícola Trujillo 2019*.
- Días, L. (2012). Resistencia sistémica adquirida mediada por el ácido salicílico. *Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial*, 257-267.
- Domingues, C., Cecato, U., Trento, T., Mamédio, D., & Galbeiro, S. (2020). *Azospirillum* spp. en gramíneas y forrajeras. Revisión. *Rev Mex Cienc Pecu*, 223-240. doi:<https://doi.org/10.22319/rmcp.v11i1.4951>
- Espinosa, A., Hernández, R., & Gonzáles, M. (2020). Extractos bioactivos de algas marinas como bioestimulantes del crecimiento y la protección de las plantas. *SciELO Analytics*. Obtenido de http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S2074-86472020000400257&script=sci_arttext&tlng=en
- Espinosa, M. (2006). *Estudio de la Variabilidad Genética y Organización Cromosómica en el Hongo Fitopatógeno Botrytis cinera*. Tesis Doctoral. Cádiz: Universidad de Cádiz.
- Flores, H., Flores, J., Varela, S., Pérez, A., Azuara, A., & Monteon, A. (2021). Reporte de *Lasiodiplodia theobromae* (Pat.) Griffon y Maubl. en árboles cítricos de Tamaulipas. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 499-511.
- Fonseca Duarte, P., Alves Chaves, M., Dellinghausen Borges, C., & Barboza Mendonca, C. (2016). *Avocado: characteristics, health benefits and uses*. Obtenido de DOI:10.1590/0103-8478cr20141516
- Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAOSTAT). (23 de enero de 2023). *Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura*. Obtenido de <https://www.fao.org/faostat/es/#data/QCL/visualize>
- Forest Health Protection. (20 de diciembre de 2022). *Botryodiplodia Canker*. Obtenido de chromeextension://efaidnbmninnibpcjpcglclefindmkaj/https://www.fs.usda.gov/Internet/FSE_DOCUMENTS/stelprdb5347325.pdf

- Gamarra, J. (2015). *Biocontrol de hongos manchadores en la madera de Bromisum alicastrum (congona)*. Tesis para optar el título de ingeniero forestal. Lima: Universidad Nacional Agraria la Molina.
- García , O., Perera, S., Rodriguez, A., & Silverio , F. (2017). Enfermedades del aguacate causadas por especies de hongos de la familia Botryosphaeriaceae. 1-9. Obtenido de <https://www.icia.es/icia/download/publicaciones/Botryosphaeriaceae.pdf>
- Góes, , L., Costa, A., Freire, L., & Oliveira, N. (2002). Randomly amplified polymorphic DNA of Trichoderma isolates and antagonism against Rhizoctonia solani. . *Brazilian Archives of Biology an Technology*, 151-160.
- Gomes de Araujo, I., da Silva Franca, R., De Figueredo Alves, F., dos Santos Xavier, A., Silva Lima , T., Pinheiro da Nobrega, L., . . . Lima Cardoso, T. (26 de enero de 2019). *Antifungal Activity of Melaleuca Essential Oil Against Lasiodiplodia theobromae in Maize Seeds*. Obtenido de International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences : <https://doi.org/10.20546/ijcmas.2019.808.205>
- Gómez, D., & Reis, E. (2011). Inductores abióticos de resistencia contra fitopatógenos. *QuímicaViva*, 6-17. Obtenido de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=86317320003>
- Gutiérrez, L. (2019). *Inoculación de bacterias endófitas en palto (Persea americana Mill) cv. Zutano en vivero, Trujillo-La Libertad*. Tesis para optar el grado de Magister Scientiae en suelos. Lima: Universidad Nacional Agraria La Molina.
- Hutcheson, S. (1998). Current concepts of active defensive in plants. *Phytopathol*, 59-90.
- Instituto Colombiano Agropecuario. (2012). *Manejo fitosanitario del cultivo del aguacate Hass (Persea americana Mill) en temporada invernal*. Bogota, Colombia: Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural.
- Intagri. (2017). Las Fitoalexinas com Mecanismo de Defensa en las Plantas. *Serie Fitosanidad*. Obtenido de <https://www.intagri.com/articulos/fitosanidad/las-fitoalexinas-como-mecanismo-defensa-en-las-plantas>
- Intagri. (29 de enero de 2023). *Uso de los Fosfitos en la Agricultura*. Obtenido de chrome-extension://efaidnbnmnnibpcajpegclclefindmkaj/https://www.intagri.com/public_files/Fosfitos%20en%20la%20Agricultura.pdf

- Jaimes, Y., Moreno, C., & Cotes, A. (2009). INDUCCIÓN DE RESISTENCIA SISTÉMICA CONTRA *Fusarium oxysporum* EN TOMATE POR *Trichoderma koningiopsis* Th003. *Acta Biológica Colombiana*, 14(3), 111-119.
- Khazada, M., Lodhi, A., & Shahzad, S. (2005). Chemical control of *Lasiodiplodia theobromae* the causal agent of manfo decline in Sindh. *Pakistan Journal of Botany*, 1023-1030.
- Lemus S., G., Ferreyra E., R., Gil M., P., Sepúlveda R., P., Maldona B., P., Toledo G., C., . . . Celedón de A. José Miguel. (2010). Boletín INIA N° 129. En *El cultivo del Palto* (pág. 80). Santiago, Chile: Instituto de Investigaciones Agropecuarias.
- Leyva López, N., Gutierrez Grijalva, E., Vasquez Olivo, G., & Basilio Heredia, J. (2017). Essential Oils of Oregano: Biological Activity beyond their Antimicrobial properties. *Molecules*, 1-24.
- Lopes, T., Moya, W., Queiroz, G., Lopes de Matos, D., Ribeiro, O., Mitsuo, O., . . . Ceresini, P. (2020). Effect of essential oils on the "in vitro" micelial growth of the fungus *Lasiodiplodia theobromae*. *South american journal of basic education, technical and technological*, 1-10. Obtenido de <https://periodicos.ufac.br/index.php/SAJEBTT/article/view/2781/2328>
- López, L. (2012). Evaluación fenotípica y expresión génica diferencial de *Lasiodiplodia theobromae* (teleomorfo *Botryosphaeria rhodina*) en presencia de madera de vid. Tesis para obtener el grado de maestro en ciencias. *Programa de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada*.
- Luna, M., Arzubide, S., Hernández, M., Almaraz, M., & Luna, J. (2018). Evaluación antifúngica de extractos de cáscara y semilla de mamey (*Pouteria sapota* Jacq.) sobre el hongo *Lasiodiplodia theobromae*. *XX Congreso Internacinal inocuidad de alimentos*, (págs. 1-4). Nueva Vallarta, México.
- Madden, L., & Hughes, G. (1999). Sampling for plant disease incidence. *The American Phyopathological Society*, 1088-1103.
- Madriz, K. (2002). Mecanismos de defensa en las interacciones planta-patógeno. *Manejo integrado de plagas (Costa Rica)*, 22-32.

- Martínez, B., Infante, D., & Reyes, Y. (2013). Trichoderma spp. y su función en el control de plagas en los cultivos. *Protección Veg.*, 1-11.
- Mayo Prieto, S., Porteus Álvarez, A., Rodríguez Gonzales, Á., Gutierrez, S., & Casquero, P. (2020). Evaluation of substrates and additives to Trichoderma harzianum development by qPCR. *Agronomy journal*, 3188-3194.
- Mirniyam, G., Rahimmalek, M., Arzani, A., Matkowski, A., Gharibi, S., & Szumny, A. (26 de Enero de 2022). Changes in Essential Oil Composition, Polyphenolic Compounds and Antioxidant Capacity of Ajowan (*Trachyspermum amni* L.) Populations in Response to Water Deficit. *Foods*, 1-22. Obtenido de Foods.
- Monte, E. (21 de octubre de 2022). La doble personalidad de la Trichoderma. (C. Schwert, Entrevistador) Redagícola. Obtenido de <https://www.redagricola.com/pe/la-doble-personalidad-de-la-trichoderma/>
- Morales, E., Martínez, Á., López, J., Castillo, A., & Rubí, M. (2022). Los fosfitos y sus aplicaciones en la agricultura. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 13(2), 345-354. Obtenido de [chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcgclefindmkaj/https://www.scielo.org.mx/pdf/remexca/v13n2/2007-0934-remexca-13-02-345.pdf](https://www.scielo.org.mx/pdf/remexca/v13n2/2007-0934-remexca-13-02-345.pdf)
- Nascimento, B., Bezerra, B., Hawerth, C., Castro, L., & Ávila, F. (2022). Physiological and biochemical insights into induced resistance on tomato against septoria leaf spot by a phosphite combined with free amino acids. *Physiological and Molecular Plant Pathology*, 1-16.
- Nazzaro, F., Fratiano, F., Coppola, R., & Feo, V. (2017). Essential Oils and Antifungal Activity. *Pharmaceuticals*. doi:<https://doi.org/10.3390/ph10040086>
- Nobrega, R., Teixeira, A., Oliveira, W., Lima, E., & Lima, I. (2016). Investigation of the antifungal activity of carvacrol against strains of *Cryptococcus neoformans*. *Pharmaceutical biology*, 11. doi:<https://doi.org/10.3109/13880209.2016.1172319>
- Numpaque, M., Oviedo, L., Gil, J., García, C., & Durango, D. (2011). Thymol and carvacrol: biotransformation and antifungal activity against the plant pathogenic fungi *Colletotrichum acutatum* and *Botryodiplodia theobromae*. *Tropical Plant Pathology*, 3-13.

- Ojito, K., & Portal, O. (2010). Introducción al sistema inmune en plantas. *Biotecnología Vegetal*, 3-19.
- Palazón, P. (s.f.). Bioestimulantes e inductores de resistencia en el control de las enfermedades de madera. *Investigación y desarrollo de ensayo agroalimentarios*.
- Pani, S., Kumar, A., & Sharma, A. (2021). Bulletin of Environment, Pharmacology and Life Sciences. *Trichoderma harzianum: An Overview*, 32-39.
- Paredes, J. (2022). Análisis de la campaña de exportación de palta 'Hass' 2022. *3ER Congreso Internacional de la palta*, (pág. 51). Lima.
- Picos, A. (2017). Caracterización fenotípica, genotípica y secretómica de *Lasiodiplodia* spp. patogénicas en frutos de papaya en México. Tesis para obtener el grado de Doctor en Ciencias. *Centro de Investigación en alimentación y desarrollo, A.C.*
- Picos-Muñoz, P., García-Estrada, R., León-Félix, J., Sañudo-Barajas, A., & Allende-Molar, R. (2014). *Lasiodiplodia theobromae* en Cultivos Agrícolas de México: Taxonomía, Hospedantes, Diversidad y Control. *Revista Mexicana de Fitopatología*, 54-74.
- Programa Nacional de Frutas de El Salvador. (20 de enero de 2023). *Guía Técnica de las Principales Plagas Artropodas y Enfermedades de los Frutales*. Obtenido de http://repiica.iica.int/docs/B0215e/B0215e_68.html
- Reuveni, M., & Cohen, Y. (2020). Essential Tea Tree Oil Activity against *Bremia lactucae* in Lettuce. *Agronomy*. doi:<https://doi.org/10.3390/agronomy10060836>
- Rienth, M., Crovadore, J., Ghaffari, S., & Lefort, F. (2019). Oregano essential oil vapour prevents *Plasmopara viticola* infection in grapevine (*Vitis vinifera*) and primes plant immunity mechanisms. *Plos one*. doi:<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0222854>
- Rodríguez Galvez, E., Hilario, S., Batista Eduardo, Lopes Anabela, & Alves Artur. (2021). *Lasiodiplodia* species associated with dieback of avocado. *Plant Pathol*, 219-232.
- Romero, C. (2019). La Situación del Mercado Internacional de la Palta. *Ministerio de Agricultura y Riego-MINAGRI*, 41. <https://doi.org/http://www.portalfruticola.com/noticias/2015/01/07/el-dinamico-mercado-internacional-de-la-naranja/>

- Salazar, S., Rocha, J., Ibarra, M., & Bárcenas, A. (2015). Fenología de la raíz del aguacate ‘Hass’ en varios climas de Michoacán. *Manejo de técnicas y de cultivo. VII Congreso Mundial de la Palta*, (pág. 8). México.
- Sánchez, E., & Rincón, H. (2021). Evaluación del efecto de bioestimulantes (Quitosano y Gluconato de Cu) en el control de *Botrytis cinerea* en una variedad de *Cannabis sativa* L. quimiotipo - CBD, Marinilla, Antioquia, Colombia. . *Universidad de Ciencias Ambientales y Aplicadas*.
- Sánchez, M. (2022). Potencial de aislados de *Trichoderma* spp. como promotor de crecimiento en plántulas de tomate (*Solanum lycopersicum*). *Nexo Revista Científica*, 924-934. Obtenido de <https://www.camjol.info/index.php/NEXO/article/view/15529/18341>
- Sandoval, E. (2022). “Monitoreo de conidias de *Lasiodiplodia* sp. en palto ‘Hass’ (*Persea americana* Mill.) en distintas zonas de la costa del Perú. Tesis para optar el título de ingeniera agrónoma. Lima: Universidad Nacional Agraria La Molina.
- Segura, S., Rodríguez, M., & Chico, J. (2015). Actividad antifúngica del extracto etanólico de las hojas de *Schinus molle* sobre el crecimiento de *Lasiodiplodia theobromae* en condiciones de laboratorio Antifungal activity of ethanol extract of *Schinus molle* leaves on growth of *Lasiodiplodia theobromae*. *REBIOL*, 47-52.
- Sierra y Selva Exportadora. (25 de enero de 2023). *Ministerio de Agricultura y Riego*. Obtenido de <https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/1471795/An%C3%A1lisis%20de%20Mercado%20-%20Palta%202015%20-%202019.pdf>
- Slippers, B., Boissin, E., Phillips, A., Groenewald, J., Lombard, L., Wingfield, M., . . . Crous, P. (2013). Phylogenetic lineages in the botryosphaeriales: A systematic and evolutionary framework. *Studies in Mycology*, 31-49. doi:10.3114/sim0020
- Soto Heredia, J. M. (2018). *Promotores de defensa químicos y biológicos contra infecciones por Lasiodiplodia theobromae en vid (Vitis vinifera)*. Tesis para optar el grado de maestría en fitopatología. Lima: Universidad Nacional Agraria la Molina.
- Souza, A., Araújo, E., & Nascimento, L. (2007). Antifungal activity of garlic and lemon grass extracts on the development of *Fusarium proliferatum* isolated from maize grain. *Fitopatologia Brasileira*, 465-471.

- Suwanamornlert, P., Sangchote, S., Chinsirikul, W., & Chonhenchob, V. (2018). Antifungal activity of plant-derived compounds and their synergism against major postharvest pathogens of logan fruit in vitro. *International Journal of Food Microbiology*, 8-14. doi:<https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2018.02.009>
- Talledo, A. (2016). *Comportamiento de 10 cultivares de espárrago a Fusarium oxysporum SCHELECHT f. sp. asparagi COHEN y Meloidogyne incognita (Kofoid & White, 1919) Chitwood 1949. Tesis para optar el título de ingeniero agrónomo*. Lima: Universidad Nacional Agraria La Molina.
- Tamayo, P. (2007). Enfermedades del aguacate. *Encuentro Nacional de la Cadena Productiva del Aguacate* (págs. 51-70). Medellín: POLITÉCNICA No. 4 .
- Trinidad, J., Rincón, G., Quiñones, E., Arce, A., & Leyva, N. (2020). Inductores de resistencia vegetal en el control de Candidatus Liberibacter asiaticus en árboles de limón (*Citrus aurantifolia*) mexicano. *Revista Mexicana de fitopatología*, 304-317.
- Tucuch, M., Bojórquez, J., Arredondo, R., Hernández, F., & Anguiano, J. (2021). Actividad biológica de extractos vegetales del semidesierto mexicano para el manejo de *Fusarium oxysporum* de tomate. *Ecosistemas y recursos agropecuarios*, 1-8. doi:<https://doi.org/10.19136/era.a8n2.2745>
- Úrbez, J., Leavitt, G., Guerrero, J., Guevara, J., & Gubler, W. (2008). Identification and pathogenicity of *Lasiodiplodia theobromae* and *Diplodia seriata*, the agents causal of bot canker disease of grapevines in México. *Plant disease*, 519-529.
- Vicuña, A. (2020). Caracterización de especies de *Lasiodiplodia* que afectan el cultivo del palto (*Persea americana*) en la costa peruana. Tesis para obtener el grado de maestría en fitopatología. *Universidad Nacional Agraria la Molina*, 199.
- Villavicencio, Y. (2018). *Comportamiento de cinco patrones de palto (Persea americana Mill.) a Phytophthora cinnamoni Rands en Chavimochic e invernadero. Tesis para optar el título de ingeniero agrónomo*. Lima: Universidad Nacional Agraria la Molina.
- Vite, J. (2012). *Efecto in vitro de Trichoderma viride nativa sobre Lasiodiplodia theobromae aislado de Persea americana "Palto". Tesis para obtener el título de biólogo-microbiólogo*. Trujillo: Universidad Nacional de Trujillo.

- Vitti, A., Pellegrini, E., Nali, C., Lovelli, E., Sofo, A., Valerio, M., . . . Nuzzaci, M. (2016). *Trichoderma harzianum* T-22 Induces Systemic Resistance in Tomato Infected by Cucumber mosaic virus. *Frontiers in Plant Science*, 1-11. doi:doi.org/10.3389/fpls.2016.01520
- Whiley , A., Schaffer B., & Wolstenholme, E. (2007). *El palto, botánica. producción y usos*. Valparaíso: Ediciones Universitarias de Valparaíso. Pontificia Universidad Católica de Valparaíso.
- Yan, J. (2015). *Postharvest treatments to control citrus black spot on Valencia orange fruit. Degree of doctor of philosophy*. Florida: University of Florida.
- Zhang, J. (2014). *Lasiodiplodia theobromae* in Citrus Fruit (Diplodia Stem-End Rot). En *Postharvest Decay: Control Strategies*. Florida, USA: Elsevier Inc. doi:10.1016/B978-0-12-411552-1.00010-7
- Zhang, J., Ma, S., Du, S., Chen, S., & Sun, H. (2019). Antifungal activity of thymol and carvacrol against postharvest pathogens *Botrytis cinerea*. *Journal of Food Science and Technology*, 2611-2620. doi:10.1007/s13197-019-03747-0

Anexo 2. Datos de las evaluaciones de crecimiento radial de *L. theobromae* en la prueba de enfrentamiento dual de los tratamientos T0 (testigo) y T5(*Trichoderma harzianum*)

TRATAMIENTO	REPETICIÓN	1 DDS				2 DDS				3DDS				4DDS				
		A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D	
T0	R1	2.1	1.9	1.8	1.9	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
	R2	1.9	1.9	1.8	2	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
	R3	2.2	2	2	2.1	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
	R4	2.4	2.1	2.1	2.1	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
	R5	2	2	2	2	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
T5	R1	2	*	*	*	2.3	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
	R2	2.2	*	*	*	3.8	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
	R3	2.5	*	*	*	3	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
	R4	2.3	*	*	*	2.8	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
	R5	1.8	*	*	*	2.7	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*

Anexo 3. Datos de las evaluaciones de las longitudes (cm) de crecimiento longitudinal de *L. theobromae* en el tallo del palto cv Hass de los tratamientos T1(testigo), T2(ProtecSea), T3(Timorex Gold), T4(Vacun Qpro), T5(Barrera), T6(T.22)

Crecimiento longitudinal de <i>L. theobromae</i> en el tallo del palto	
TRAT	Long. (cm)
T1R1	4,00
T1R2	3,40
T1R3	2,50
T1R4	2,25
T2R1	1,73
T2R2	0,43
T2R3	1,15
T2R4	0,80
T3R1	0,83
T3R2	1,28
T3R3	1,15
T3R4	0,83
T4R1	1,10
T4R2	0,50
T4R3	0,30
T4R4	0,28
T5R1	1,23
T5R2	1,00
T5R3	0,88
T5R4	0,83
T6R1	0,50
T6R2	1,20
T6R3	1,08
T6R4	1,80

Anexo 4. Datos obtenidos del porcentaje de materia seca de raíces de los tratamientos T1(testigo), T2(ProtecSea), T3(Timorex Gold), T4(Vacun Qpro), T5(Barrera), T6(T.22) aplicados a plántones de palto cv. Hass

% MATERIA SECA DE RAICES			
TRAT	PESO FRESCO	PESO SECO	% MATERIA SECA
T1R1	55.81	26.49	47.46
T1R2	52.75	21.47	40.70
T1R3	64.00	27.70	43.28
T1R4	63.41	21.17	33.39
T2R1	62.17	24.76	39.83
T2R2	64.93	30.56	47.07
T2R3	68.37	22.01	32.19
T2R4	58.08	15.17	26.12
T3R1	41.94	19.91	47.47
T3R2	50.43	25.06	49.69
T3R3	40.63	17.31	42.60
T3R4	48.31	18.52	38.34
T4R1	63.07	22.69	35.98
T4R2	68.90	23.12	33.56
T4R3	75.03	22.25	29.65
T4R4	54.62	20.13	36.85
T5R1	58.30	27.65	47.43
T5R2	55.46	23.63	42.61
T5R3	58.32	28.45	48.78
T5R4	53.07	22.37	42.15
T6R1	47.54	21.99	46.26
T6R2	38.30	17.89	46.71
T6R3	40.50	19.60	48.40
T6R4	67.31	30.36	45.10

Anexo 5. Datos obtenidos del porcentaje de materia seca de las hojas de los tratamientos T1(testigo), T2(ProtecSea), T3(Timorex Gold), T4(Vacun Qpro), T5(Barrera), T6(T.22) aplicados a plántones de palto cv. Hass con 4 repeticiones cada uno.

MATERIA SECA HOJAS			
TRAT	PESO FRESCO	PESO SECO	% MATERIA SECA
T1R1	33.37	16.04	48.07
T1R2	44.01	14.93	33.92
T1R3	33.11	17.97	54.27
T1R4	38.23	13.40	35.05
T2R1	44.60	16.58	37.17
T2R2	39.98	16.45	41.15
T2R3	28.42	11.44	40.25
T2R4	44.70	12.30	27.52
T3R1	44.00	11.94	27.14
T3R2	39.92	20.02	50.15
T3R3	27.91	13.13	47.04
T3R4	42.14	13.95	33.10
T4R1	44.85	13.18	29.39
T4R2	38.94	17.22	44.22
T4R3	33.81	16.25	48.06
T4R4	31.20	13.68	43.85
T5R1	34.28	23.36	68.14
T5R2	43.85	15.13	34.50
T5R3	30.58	12.40	40.55
T5R4	22.39	16.52	73.78
T6R1	50.35	9.66	19.19
T6R2	51.35	20.41	39.75
T6R3	38.84	13.50	34.76
T6R4	35.41	14.59	41.20

Anexo 6. Datos de las evaluaciones de longitud (cm) de las raíces de los tratamientos T1(testigo), T2(ProtecSea), T3(Timorex Gold), T4(Vacun Qpro), T5(Barrera), T6(T.22) aplicados a plantones de palto cv. Hass

LONGITUD RAICES	
TRAT	ALTURA (cm)
T1R1	48
T1R2	42.5
T1R3	46
T1R4	55.9
T2R1	55
T2R2	60
T2R3	61.2
T2R4	51
T3R1	52
T3R2	41
T3R3	46
T3R4	49.2
T4R1	53.6
T4R2	49
T4R3	40
T4R4	52
T5R1	38
T5R2	40
T5R3	35
T5R4	43
T6R1	56
T6R2	59
T6R3	53.6
T6R4	51

Anexo 7. Análisis de varianza de los tratamientos T0 (testigo), T1 (ProtecSea), T2 (Barrera), T3 (Timorex gold) y T4 (Vacun Qpro), empleados en la prueba in vitro para el porcentaje de inhibición del crecimiento micelial de *Lasiodiplodia theobromae* aislado del palto, elaborado en INFOSTAT.

F.V.	SC	GL	CM	p – valor
Tratamiento	37912.90	4	9478.23	<0.0001
Error	134.69	20	6.73	
Total	38047.59	24		

Anexo 8. Prueba Tukey para el porcentaje de inhibición de *Lasiodiplodia theobromae* en medio envenenado de los tratamientos T0 (testigo), T1 (ProtecSea), T2 (Barrera), T3 (Timorex gold) y T4 (Vacun Qpro), elaborado en INFOSTAT.

Casos	Tratamiento	Promedios	Grupos
1	T0	0.00	A
2	T1	64.84	B
3	T3	100.00	C
4	T2	100.00	C
5	T4	100.00	C

Anexo 9. Prueba t de Student para muestras apareadas en prueba de enfrentamiento dual de *Trichoderma harzianum* y el tratamiento testigo, elaborado en INFOSTAT.

Obs (1)	Obs (2)	N	Media (dif)	Media (1)	Media (2)	DE (dif)	LI (95%)	LS (95%)	T	Bilateral
T0	T5	5	-18.28	0.00	18.28	7.97	-28.18	-8.38	-5.13	0.0068

Anexo 10. Análisis de varianza de incidencia de la enfermedad en el cultivo de palto con los tratamientos T1(testigo), T2(ProtecSea), T3(Timorex Gold), T4(Vacun Qpro), T5(Barrera), T6(T.22) empleados en la prueba de eficacia de los productos en condiciones de vivero, elaborado en INFOSTAT.

F.V	SC	GL	CM	p – valor
Tratamiento	226.88	5	45.38	0.4457
Error	816.75	18	45.38	
Total	1043.63	23		

Anexo 11. Prueba Tukey para la incidencia de los tratamientos T1(testigo), T2(ProtecSea), T3(Timorex Gold), T4(Vacun Qpro), T5(Barrera), T6(T.22) aplicados en plantones de palto en condiciones de vivero, procesado en el programa INFOSTAT.

Casos	Tratamiento	Promedios	Grupos
1	T1	100	A
2	T2	100	A
3	T3	100	A
4	T4	100	A
5	T5	100	A
6	T6	100	A

Anexo 12. Análisis de varianza para porcentaje del avance de la lesión de la enfermedad con los tratamientos T1(testigo), T2(ProtecSea), T3(Timorex Gold), T4(Vacun Qpro), T5(Barrera), T6(T.22) aplicados en plantones de palto, procesado en el programa INFOSTAT.

F.V	SC	GL	CM	p – valor
Tratamiento	15.45	5	3.09	<0.0001
Error	4.43	18	0.25	
Total	19.88	23		

Anexo 13. Prueba Tukey para el avance de la lesión de la enfermedad con los tratamientos T1(testigo), T2(ProtecSea), T3(Timorex Gold), T4(Vacun Qpro), T5(Barrera), T6(T.22) aplicados en plantones de palto en condiciones de vivero, procesado en el programa INFOSTAT.

Casos	Tratamiento	Promedios	Grupos
1	T4	0.55	A
2	T5	0.98	A
3	T3	1.02	A
4	T2	1.03	A
5	T6	1.15	A
6	T1	3.04	B

Anexo 14. Análisis de varianza de los tratamientos T1(testigo), T2(ProtecSea), T3(Timorex Gold), T4(Vacun Qpro), T5(Barrera), T6(T.22) empleados en la prueba de eficacia de los productos, porcentaje de materia seca – raíces del cultivo de palto, en condiciones de vivero, elaborado en INFOSTAT.

F.V	SC	GL	CM	p – valor
Tratamiento	529.38	5	105.88	0.0159
Error	501.62	18	27.87	
Total	1031.00	23		

Anexo 15. Prueba Tukey para el porcentaje de materia seca – raíces de los tratamientos T1(testigo), T2(ProtecSea), T3(Timorex Gold), T4(Vacun Qpro), T5(Barrera), T6(T.22) aplicados en plántones de palto, en condiciones de vivero, procesado en el programa INFOSTAT.

Casos	Tratamiento	Promedios	Grupos	
1	T4	34.01	A	
2	T2	36.30	A	B
3	T1	41.21	A	B
4	T3	44.52	A	B
5	T5	45.24	B	
6	T6	46.52	B	

Anexo 16. Análisis de varianza para el porcentaje de materia seca – hojas de los tratamientos T1(testigo), T2(ProtecSea), T3(Timorex Gold), T4(Vacun Qpro), T5(Barrera), T6(T.22) aplicados en plantones de palto, en condiciones de vivero, procesado en el programa INFOSTAT.

F.V	SC	GL	CM	p – valor
Tratamiento	1015.26	5	203.05	0.239
Error	2438.11	18	135.45	
Total	3453.37	23		

Anexo 17. Prueba Tukey para el porcentaje de materia seca – hojas de los tratamientos T1(testigo), T2(ProtecSea), T3(Timorex Gold), T4(Vacun Qpro), T5(Barrera), T6(T.22) aplicados en plántones de palto, en condiciones de vivero, procesado en el programa INFOSTAT.

Casos	Tratamiento	Promedios	Grupos
1	T5	54.24	A
2	T1	42.83	A
3	T4	41.38	A
4	T3	39.36	A
5	T2	36.52	A
6	T6	33.73	A

Anexo 18. Análisis de varianza para longitud radicular(cm) de los tratamientos T1(testigo), T2(ProtecSea), T3(Timorex Gold), T4(Vacun Qpro), T5(Barrera), T6(T.22) aplicados en plántones de palto, en condiciones de vivero, procesado en el programa INFOSTAT.

F.V	SC	GL	CM	p – valor
Tratamiento	801.37	5	160.27	0.0008
Error	409.52	18	22.75	
Total	1210.89	23		

Anexo 19. Prueba Tukey para longitud radicular (cm) de los tratamientos T1(testigo), T2(ProtecSea), T3(Timorex Gold), T4(Vacun Qpro), T5(Barrera), T6(T.22) aplicados en plantones de palto en condiciones de vivero, procesado en el programa INFOSTAT.

Casos	Tratamiento	Promedios	Grupos	
1	T5	39.00	A	
2	T3	47.05	A	B
3	T1	48.10	A	B
4	T4	48.65	A	B
5	T6	54.90	B	
6	T2	56.80	B	