

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

Escuela Profesional de Agronomía



TESIS

Para Optar el Título Profesional de:

INGENIERO AGRÓNOMO

“ETIOLOGÍA Y PATOGÉNESIS DEL “TIZNE DEL PALTO”

(*Persea americana* Mill.) EN CAJAMARCA – PERÚ”

PRESENTADO POR

BACHILLER: TANIA EBELIT ORRILLO VALLEJOS

ASESOR: Dr. MANUEL SALOMÓN RONCAL ORDÓÑEZ

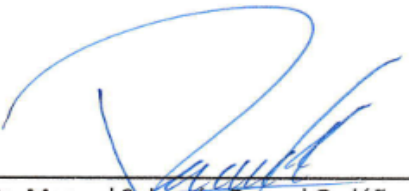
CAJAMARCA – PERÚ

- 2025-

CONSTANCIA DE INFORME DE ORIGINALIDAD

1. **Investigador:** Tania Ebelit Orrillo Vallejos
DNI: 76768476
Escuela Profesional/Unidad UNC: Agronomía
2. **Asesor:**
Dr. Manuel Salomón Roncal Ordóñez
3. **Facultad/Unidad UNC:** Ciencias Agrarias
4. **Grado académico o título profesional:**
☐ Bachiller ☒ Título profesional ☐ Segunda especialidad
☐ Maestro ☐ Doctor
5. **Tipo de Investigación:**
☒ Tesis ☐ Trabajo de investigación ☐ Trabajo de suficiencia profesional
☐ Trabajo académico
6. **Título de Trabajo de Investigación:** "ETIOLOGÍA Y PATOGÉNESIS DEL "TIZNE DEL PALTO" (*Persea americana* Mill.) EN CAJAMARCA – PERÚ".
7. **Fecha de evaluación:** 30/01/2025
8. **Software antiplagio:** ☒ TURNITIN ☐ URKUND (OURIGINAL) (*)
9. **Porcentaje de Informe de Similitud:** 9%
10. **Código Documento:** oid:3117: 424983698
11. **Resultado de la Evaluación de Similitud:**
☒ APROBADO ☐ PARA LEVANTAMIENTO DE OBSERVACIONES O DESAPROBADO

Fecha Emisión: 30/01/2025

Firma y/o Sello Emisor Constancia
 Dr. Manuel Salomón Roncal Ordóñez DNI: 26714181

** En caso se realizó la evaluación hasta setiembre de 2023*



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA

"NORTE DE LA UNIVERSIDAD PERUANA"

Fundada por Ley N° 14015, del 13 de febrero de 1962

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

Secretaría Académica



ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

En la ciudad de Cajamarca, a los veintidós días del mes de enero del año dos mil veinticinco, se reunieron en el ambiente 2C - 202 de la Facultad de Ciencias Agrarias, los miembros del Jurado, designados según **Resolución de Consejo de Facultad N° 532-2024-FCA-UNC**, de fecha 16 de octubre del 2024, con la finalidad de evaluar la sustentación de la TESIS titulada: **"ETIOLOGÍA Y PATOGÉNESIS DEL "TIZNE DEL PALTO" (*Persea americana* Mill.) EN CAJAMARCA - PERÚ"**, realizada por la Bachiller **TANIA EBELIT ORRILLO VALLEJOS** para optar el Título Profesional de **INGENIERO AGRÓNOMO**.

A las doce horas y diez minutos, de acuerdo a lo establecido en el **Reglamento Interno para la Obtención de Título Profesional de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Cajamarca**, el Presidente del Jurado dio por iniciado el Acto de Sustentación, luego de concluida la exposición, los miembros del Jurado procedieron a la formulación de preguntas y posterior deliberación. Acto seguido, el Presidente del Jurado anunció la aprobación por unanimidad, con el calificativo de diecisiete (17); por tanto, la Bachiller queda expedita para proceder con los trámites que conlleven a la obtención del Título Profesional de **INGENIERO AGRÓNOMO**.

A las catorce horas y treinta minutos del mismo día, el Presidente del Jurado dio por concluido el Acto de Sustentación.

M. Cs. John Víctor López Orbegoso
PRESIDENTE

Ing. M. Sc. Alfredo Quispe Urteaga
SECRETARIO

Ing. José Lizandro Silva Mego
VOCAL

Dr. Manuel Salomón Roncal Ordóñez
ASESOR

DEDICATORIA

A mis padres, Hilda Vallejos y Exequiel Orrillo, que me fortalecieron durante mi etapa adolescente, se encargaron de enseñarme buenos valores y formarme correctamente, son mi pedacito de mi vida y complemento que siempre están ahí en las tormentas y paz, enseñándome que en la vida nunca debo rendirme por más fuerte que sean las derrotas.

Orrillo Vallejos, T

AGRADECIMIENTO

A Dios, por tan solo permitirme respirar cada mañana, para poder seguir luchando inteligentemente día a día por mis metas y objetivos trazados a futuro, gracias por mantenerme fuerte y resistente ante toda dificultad que se me presenta en el camino de mi vida.

A mi asesor Dr. Manuel Salomón Roncal Ordóñez; por sus consejos, conocimientos, correcciones que me inspiraron a desarrollarme como estudiante y persona, gracias por el tiempo que dedicó para ayudarme a culminar dicho trabajo.

A mis hermanos por su apoyo y confianza.

A Luz Yanet, amiga que siempre estuvo presente en todo momento y me dio ánimos para seguir cumpliendo cada meta trazada.

Orrillo Vallejos, T

ÍNDICE

DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTO.....	iii
ÍNDICE DE TABLAS	vi
ÍNDICE DE FIGURAS	vii
RESUMEN.....	x
ABSTRACT	xi
I. INTRODUCCIÓN	1
1.1. Descripción del problema.	2
1.2. Formulación del problema.	2
1.3. Objetivos.....	2
1.3.1. Objetivo general	2
1.3.2. Objetivos específicos.....	2
II. REVISIÓN DE LITERATURA	3
2.1. Antecedentes.....	3
2.2. Bases teóricas.....	5
2.2.1. Origen del palto	5
2.2.2. Nombres comunes de la palta.....	6
2.2.3. Descripción botánica	6
2.2.4. Taxonomía del palto	7
2.2.5. Variedades de palta	7
2.2.6. El palto en Perú	8
2.2.7. Enfermedad con síntomas similares al tizne del palto.....	8

	v
2.3. Definición de términos básicos	10
III. MATERIALES Y MÉTODOS.....	11
3.1. Ubicación geográfica de los campos de diagnosis	11
3.2. Materiales y equipos	13
3.2.1. <i>Material biológico</i>	13
3.2.2. <i>Material de campo</i>	13
3.2.3. <i>Equipo y material de laboratorio</i>	13
3.3. Metodología.....	14
3.3.1. <i>Trabajo en campo</i>	14
3.3.2. <i>Trabajo en el Laboratorio</i>	14
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	22
4.1. Morfología macro y microscópica del agente etiológico del “Tizne del palto”.	22
4.2. Características macroscópicas del micelio del hongo causante del tizne en palto, en medio de cultivo PDA.	25
4.3. Características microscópicas del micelio del hongo causante del tizne en palto, en medio de cultivo PDA.	30
4.4. Identificación del hongo causante del tizne del palto	37
4.5. Patogenicidad y patogénesis de <i>Pseudotorula</i> sp.....	37
4.5.1. <i>Patogenicidad</i>	37
4.5.2. <i>Patogénesis</i>	37
4.6. Hongos asociados con <i>Pseudotorula</i> sp.	56
V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	59
VI. BIBLIOGRAFÍA	60

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Condiciones meteorológicas y coordenadas UTM de los lugares de colecta de muestras de ramas del palto (<i>Persea americana</i> Mill.).....	11
Tabla 2. Características morfológicas del micelio del fitopatógeno fungoso en PDA, causante del tizne del palto (<i>Persea americana</i> Mill.).	30
Tabla 3. Diámetro y número de hojas de las ramitas de palto (<i>Persea americana</i> Mill.) utilizadas para la investigación.	38
Tabla 4. Ensayo de patogenicidad con los metabolitos toxico de <i>Pseudotorula</i> sp., en ramitas de palto (<i>Persea americana</i> Mill.).....	55

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Mapa de ubicación de los puntos de muestreo.....	12
Figura 2. Obtención de disoluciones. (T1) testigo, (T2) concentrado, (T3) dilución 1/10(T2), T4 dilución de 1/100 (T3) y T5 dilución de 1/1000 (T4).....	19
Figura 3. Ramas de palto (<i>Persea americana</i> Mill.), afectada por el tizne.	22
Figura 4. Signo del tizne observado al estereoscopio en la superficie del tallo.	23
Figura 5. Conidióforos septados de <i>Pseudotorula</i> sp.	24
Figura 6. Hifas, conidióforos y conidios en cadenas de <i>Pseudotorula</i> sp.	24
Figura 7. Micelio de <i>Pseudotorula</i> sp., a 48 horas (2 días) en PDA, incubada a 20°C.	26
Figura 8. Micelio de <i>Pseudotorula</i> sp., en PDA, mostrando en jaspes oscuros a las clamidosporas durante 72 a 96 horas (3 días) de incubación a 20°C.....	26
Figura 9. Micelio de <i>Pseudotorula</i> sp., en PDA, mostrando mayor concentración de clamidosporas a 168 horas (7 días) de incubación a 20°C.....	27
Figura 10. Micelio de <i>Pseudotorula</i> sp., en PDA, mostrando tres márgenes diferenciados. Margen exterior conformado por clamidosporas, seguido de margen blanco cremoso formado por hifas jóvenes y micelio central conformado por clamidosporas a 240 horas (10 días) de incubación a 20°C.	28
Figura 11. Células del micelio de <i>Pseudotorula</i> sp., transformado en clamidosporas a 432 horas (18 días) de incubación a 20°C.	29
Figura 12. Hifas jóvenes hialinas de <i>Pseudotorula</i> sp., a las 24 horas.	32
Figura 13. Ramificación profusa de hifas hialinas de <i>Pseudotorula</i> sp., a las 48 horas.....	33
Figura 14. Diferenciación de núcleos, que dan origen a células mononucleadas por septación de hifas y conidióforos, a las 72 horas.	33

Figura 15. Inicio de pigmentación de células apicales de hifa como proceso de formación de clamidosporas, a las 96 horas.	34
Figura 16. Células multiformes, de hifas, conidióforos y conidios, transformados en clamidosporas en cadena, a las 120 horas.	34
Figura 17. Células esféricas, del micelio, transformadas secuencialmente en clamidosporas oscuras en forma regresiva del ápice de hifas y ramificaciones; a las 144 horas.	35
Figura 18. Proceso de transformación de las células rectangulares de hifas, ramificaciones, conidióforos (si están presentes) y conidios, en clamidosporas esféricas oscuras, cuando el hongo carece de alimento en medio de cultivo PDA.	36
Figura 19. Ramitas de palto puestas en agua corriente, solución concentrada y diluida en 1/10, de micotoxinas de <i>Pseudotorula</i> sp., a las 24 horas.	40
Figura 20. Ramitas de palto puestas en agua corriente, solución concentrada y diluida en 1/10, de micotoxinas de <i>Pseudotorula</i> sp., a las 120 horas.	41
Figura 21. Ramitas de palto puestas en agua corriente y solución diluida en 1/100, de micotoxinas de <i>Pseudotorula</i> sp., a las 96 horas.	43
Figura 22. Ramitas de palto puestas en agua corriente y solución diluida en 1/100, de micotoxinas de <i>Pseudotorula</i> sp., a las 168 horas.	44
Figura 23. Ramitas de palto puestas en agua corriente y solución diluida en 1/1000, de micotoxinas de <i>Pseudotorula</i> sp., a las 96 horas.	46
Figura 24. Ramitas de palto puestas en agua corriente y solución diluida en 1/1000, de micotoxinas de <i>Pseudotorula</i> sp., a las 216 horas:	47
Figura 25. Tallitos mostrando necrosis del tejido cortical después de 216 horas de estar expuestas en el concentrado de micotoxinas y las diluciones 1/10, 1/100 y 1/1000 de <i>Pseudotorula</i> sp.	49

Figura 26. Tejidos del corte transversal del tallito de palto.....	51
Figura 27. Corte transversal del testigo de la ramita del palto (<i>Persea americana</i> Mill.)	52
Figura 28. Corte trasversal de la ramita de palto (<i>Persea americana</i> Mill.) puesta en la dilución concentrada.....	52
Figura 29. Corte trasversal de la ramita de palto (<i>Persea americana</i> Mill.), puesta en la dilución 1/10.	53
Figura 30. Corte trasversal de la ramita de palto (<i>Persea americana</i> Mill.), puesta en la dilución 1/100.	53
Figura 31. Corte trasversal de la ramita de palto (<i>Persea americana</i> Mill.), puesta en la dilución 1/1000.	54
Figura 32. Conidios de <i>Fusarium</i> sp.....	56
Figura 33. Conidios de <i>Pestalotia</i> sp	57
Figura 34. Conidios de <i>Cladosporium</i> sp.....	57
Figura 35. Conidios de <i>Alternaria</i> sp.....	58
Figura 36. Clave de identificación de <i>Pseudotorula</i> sp., según Barnertt y Hunter (1998).....	63
Figura 37. Observación de muestras de <i>Pseudotorula</i> sp al microscopio.....	64
Figura 38. Desarrollo de hifas de <i>Pseudotorula</i> sp en medio de cultivo PDA.	64
Figura 39. Desarrollo de metabolitos tóxicos de <i>Pseudotorula</i> sp en medio de cultivo liquido PD	65
Figura 40. Tallitos de palto puestas a la prueba de patogenicidad con los metabolitos tóxicos de <i>Pseudotorula</i> sp.	65

RESUMEN

En la provincia de Cajamarca, el tejido cortical verde del palto está siendo afectado por el “Tizne”, nueva enfermedad, que causa necrosis regresiva, perjudicando la producción y productividad. Este problema nos permitió plantear la presente investigación teniendo como objetivo determinar la etiología y patogénesis del “Tizne del palto” (*Persea americana* Mill.), en Cajamarca – Perú. Siguiendo el protocolo universal de diagnosis fitopatológica, se identificó a *Pseudotorula* sp.; para determinar la patogenicidad, se sembró en medio de cultivo líquido, obteniendo los metabolitos tóxicos, que fueron utilizados en el proceso de patogénesis, determinando que las células que conforman la corteza, cambium, albura se necrosan por intoxicación, e incluso afectan a las células muertas del duramen y la médula coloreándolo de marrón claro a oscuro. Los síntomas se inician en las hojas con la pérdida del color verde normal, seguido de epinastia y necrosis generalizada.

Palabras claves: Etiología, Fitoenfermedad y Síntoma.

ABSTRACT

In the province of Cajamarca, the green cortical tissue of the avocado is being affected by “Tizne”, a new phytodisease, which causes regressive necrosis, harming production and productivity. This problem allowed us to propose the present investigation with the objective of determining the etiology and pathogenesis of “Avocado Blight” (*Persea Americana* Mill), in Cajamarca – Peru. Following the universal phytopathological diagnosis protocol, *Pseudotorula* sp. was identified; To determine the pathogenicity, it was sown in liquid culture medium, obtaining the toxic metabolites, which were used in the pathogenesis process, determining that the cells that make up the cortex, cambium, sapwood become necrotic due to intoxication, and even affect the cells. dead heartwood and pith, coloring it from light to dark brown. Symptoms begin in the leaves with the loss of the normal green color, followed by epinasty and generalized necrosis.

Key words: Etiology, Phytodisease and Symptom.

I. INTRODUCCIÓN

En diferentes provincias de la Región Cajamarca, se está incrementando las plantaciones de palto (*Persea americana* Mill.); fruto con propiedades nutritivas y alimenticias para consumo Nacional y su exportación internacional, divisas que repercuten en la economía del fruticultor.

El incremento de áreas cultivadas de este frutal en la Región de Cajamarca, se debe a las condiciones climáticas favorables (Temperatura promedio de 16.6 °C, Humedad relativa mínima es 68% en agosto y la máxima es 87% en marzo), que se da en los distritos de la Asunción, San Juan, Jesús, Magdalena y Chilete.

A medida que van incrementándose las plantaciones de palto, también ocurre la manifestación de sus diferentes insectos plaga y enfermedades de diferente etiología. Las plantaciones en producción, de los distritos de la Región Cajamarca, están siendo afectadas por una nueva enfermedad, que los lugareños la nominan como **“tizne negro”**, el efecto se aprecia en el tejido cortical de ramas y ramitas. En este contexto se planteó la siguiente pregunta de investigación ¿Qué patógeno causa el **“Tizne del palto”** y como es la patogénesis?; por la sintomatología y presencia del signo, nos permitió formular la siguiente hipótesis: el **“Tizne del palto”**, es causado por un microorganismo fungoso, afectando sólo el tejido cortical del hospedero.

Determinando el patógeno y la patogénesis respectiva, se programará el control haciendo uso de prácticas de “Manejo Integrado de plagas”, con el propósito de obtener producto orgánico de comercialización local, Nacional e Internacional.

1.1. Descripción del problema.

Esta enfermedad, en los inicios de la infección pasa desapercibido, por el agricultor debido a que la necrosis de ramitas, son cubiertas o camufladas por el exuberante follaje de la copa del árbol. Posterior a este tipo de infección; en próximas campañas y en forma secuencial, ocurre masiva infección en plantas en producción, necrosando ramitas en floración y fructificación, seguido de muerte regresiva del árbol. Esta enfermedad ha devastado plantaciones de palto en el caserío “El Chirimoyo”, provincia de San Marcos.

1.2. Formulación del problema.

¿Qué patógeno causa el “Tizne del palto” (*Persea americana* Mill.) y cómo es la patogénesis?

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo general

Determinar la etiología y patogénesis del “Tizne del palto” (*Persea americana* Mill.) en Cajamarca – Perú.

1.3.2. Objetivos específicos.

1. Describir la morfología somática del patógeno, que conduzca a la categorización taxonómica.
2. Describir el cuadro clínico del “Tizne del palto” (*Persea americana* Mill.).

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Antecedentes

Los trabajos de diagnosis fitopatológica, requieren de asepsia permanente del ambiente donde se realiza la siembra, purificación, mantenimiento, multiplicación y los ensayos del postulado de Koch (Tamayo, 2007).

La Fumagina = Hollín en palto, en México se reportan estar causado por diferentes microorganismos fungosos, destacando: *Capnodium* sp.; *Meliola antioquensis* Garcés y especies con signo semejante causado por *Asteridiella perseae* (Stevens) Hansf.; *Clothyriolum aphiahynum* Speg.; *Lembosia perseae* Garcés. Enfermedad sin importancia económica (Tamayo, 2007).

Capnodium sp. es la fase perfecta o teleomorfa de *Fumago* sp., que es la fase imperfecta o anamorfo (Roncal, 2004).

En España se ha reportado el carbón del brezo (*Erica arborea*) causado por *Hormiscium ericae* U., afectando ramas y ramitas del hospedero, semejantes a costras que se presenta en el hollín, cubriendo por completo las ramas (Urries, 1957). El signo, visto al microscopio se aprecia como conidios globosos, globoso-conoideos o cilíndricos de 42,8 - 21 x 4 - 10,7 μm , formando cadenas ramificadas, ligeramente encorvados. Los conidios tienen color variado, de pardo oscuro o amarillo claro; las más oscuras miden d 2 a 3.5 μm de grosor y densamente verrugoso (Unamuno, 1927).

Esta enfermedad en el cultivo de palto no tiene importancia económica debido a que la incidencia y severidad, sólo se presenta en hojas del tercio inferior del palto; oportunamente se incrementa, cuando existe alta humedad (mayor de 85%) y presencia de cochinillas, áfidos y moscas blancas, quienes secretan sustancias azucaradas que constituyen el medio de cultivo ideal para que prospere el crecimiento y desarrollo superficial del hongo (Tamayo, 2007), que a la vista se aprecia en hojas, frutos y tallos verdes, como una lámina superficial fácilmente desprendible; está cubierta fungal, impide el desarrollo de la fotosíntesis (Roncal, 2004).

Las fumaginas en palto sin riesgo económico se encuentran en los departamentos de Antioquia, Caldas, Cundinamarca, Quindío y Risaralda (Tamayo, 2007).

La fumagina ha sido estudiada preferentemente en cítricos, pero en estos últimos años se encuentra en palto en producción; no siendo peligrosa para la vida de la planta a diferencia de otras como la tristeza, causada por *Phytophthora cinamomi* (Canal AGUACATE HASS CANARIAS, 2022, 8m13s).

La Fumagina, fue estudiada en cinco forestales de la provincia de Cajamarca; determinando 60.49% de incidencia en taya (*Caesalpineia tintórea* Kuntze); 48.15% en jacarandá (*Jacarandá mimosifolia*); 42.56% en ciprés (*Cupresus macrocarpa*); 26,47% en mutuy (*Cassia tomentosa* (Molina) Kuntze y 24.44 % en paca (*Inga feuillei* Condolle). Acompañando a *Fumago* sp., se encontró *Alternaria* sp., *Fusarium solani*, *Fusarium* sp., *Pithomyces* sp., *Cladosporium* sp., *Triposporium* sp., *Diplococcium* sp., *Gonatobotrys* sp., *Uredosporas* de royas y material inerte; los insectos que proporcionaron alimento para el hongo fueron, *Icerya purchasi* Mash.; *Pseudococcus citri* Risso., *Cynara* sp. (Marrufo et al., 2004).

Otra enfermedad semejante a la fumagina es el “Hollín del quinual” (*Polylepis racemosa* Ruiz & Pavón); similitud que permitió identificar al patógeno como *Hormiscium* sp., prosperando en el hospedero a, 3800 msnm, en Hualgayoc – Bambamarca, Cajamarca – Perú. Las infecciones ocurren en el tejido cortical, intoxicando a las células del súber, felógeno y peridermis; repercutiendo en el follaje de ramitas, con epinastia, seguido de marchites, necrosis y defoliación. Este fitopatógeno se encontró asociado con *Macrophoma* sp., responsable de necrosis de porciones de corteza de tallos y ramas. Taxonomicamente ambos patógenos están incluidos en clase forma Deuteromycetes; el primero en el orden Moniliales, familia Dematiaceae, y el segundo en el orden Sphaeropsidales y familia Sphaeropsidaceae (Walter y Roncal, 2021).

2.2. Bases teóricas

2.2.1. Origen del palto

Especie de la familia Lauraceae (Vivero y Valenzuela, 2019); se tiene conocimiento que el centro génico se encuentra desde el Sur de México, hasta el Norte de Sudamérica; posee alta variabilidad y adaptabilidad (Baíza, 2003); prosperan desde el nivel del mar hasta los 2500 msnm., pero hoy en día con el cambio climático que se presenta en diferentes valles interandinos hasta 2700 msnm, adaptándose a diversos tipos de suelos (Hererra y Narrea, 2011).

Su comercialización depende de la magnitud de la plantación; ésta puede ser Local, Regional, Nacional e Internacional. México es el país con mayor producción, cosechándose por campaña 1.2 millones de toneladas, seguido por Indonesia con 263,000 toneladas y estados Unidos con 214, 000 toneladas, la producción y el comercio de este frutal en el mundo está basada

principalmente en la utilización como alimento por el contenido de energía, proteínas y minerales (Vivero et al., 2019).

2.2.2. Nombres comunes de la palta

En Mesoamérica se conoce como **aguacate** que significa testículo; en Perú y Chile **palta**; en Chibcha, Colombia y Venezuela **cura**; en Portugal y Brasil **abacate**; en EEUU avocado, pear; en Francia **avocat**, **avocatier**; en Alemania **avocatebirne**, **abakate** (Baíza, 2003).

2.2.3. Descripción botánica

Raíces. Generalmente son superficiales, con ramificaciones laterales de 30 cm de longitud (Tineo et al., 2018), en suelos sueltos y drenados la raíz principal se profundiza de 1 a 1.5 m. Los ápices de raíces de diferente orden, se caracterizan por presentar escasos pelos absorbentes; razón por lo cual la absorción del agua ocurre a través de las caliptras de cada raíz; esta cualidad se constituye en peligro de ser infectada por microorganismos fungosos y de asfixia, siempre y cuando la planta, prospere en terrenos no drenados (Baíza, 2003).

Tallo. Leñoso y con frondosidad siempre verde abundante; el diámetro del tronco alcanza 0.75 m; las plantas en producción se deben mantener a 5 m de alto, con la finalidad de facilitar la cosecha y realizar prácticas fitosanitarias; pero también se encuentran especímenes de hasta 30 m de altura (Tineo et al., 2018). Las ramas responsables de la producción son frágiles, susceptibles a los rayos solares, heladas, vientos y al exceso de producción. Por tal motivo es recomendable cultivar variedades de tamaño pequeño aisladas del exceso de viento (Baíza, 2003).

Hojas. Perennes, simples, alternas, brillantes, enteras, elípticas, alargadas y pedunculadas, con nervadura principal robusta, las secundarias y terciarias disminuyen secuencialmente en

espesor (Baíza, 2003). En la variedad Hass, son alargadas lanceoladas de color verde claro y en la variedad Fuerte, anchas de color verde oscuro (Tineo et al., 2018).

Flores. Hermafroditas, simétricas con presencia de androceo, gineceo, cáliz y corola agrupadas en racimos verde amarillento (Neira, 2021). Existen especímenes con dicogamia, diferenciándose flores masculinas y femeninas que se abren en diferentes momentos; no permitiendo la autofecundación, primero se abren las femeninas por un determinado tiempo luego las masculinas (Viveros, 2021).

Frutos. Drupa carnosa oval periforme, ovoide, globular o alargada, cuyo color varía de verde claro a oscuro y de violeta a negro, dependiendo de las razas y variedades (Baiza, 2003).

Semilla. Ovalada de diferentes tamaños (Baiza, 2003), monoembriónica (Neira, 2021), cubierta de lámina membranosa de diferente espesor, dependiendo de la variedad. Las semillas de mayor tamaño tienen menor cantidad de pulpa y viceversa (Baiza, 2003).

2.2.4. Taxonomía del palto

Pertenece al Reino Plantae, clase Dicotyledoneae, orden Ranales, familia Lauraceae, género *Persea*, especie *P. americana*. La característica polimorfa de esta especie, permite su adaptación en diferentes ambientes (Baiza, 2003).

2.2.5. Variedades de palta

Se reporta que las variedades comerciales, son consecuencia del cruzamiento de tres razas ancestrales existentes; la mexicana, guatemalteca y antillana, que a través del tiempo se fueron cruzando naturalmente y cultivadas como variedades con distintas nominaciones: lorena, méndez, trinidad, criollo, bacon, monroe, hass, fuerte, zutano entre otras; prosperando en las regiones palteras del Perú, las variedades Hass y Fuerte (Neira, 2021).

Variedad hass. Proveniente del cruzamiento de las razas guatemalteca y mexicana; cultivada mundialmente por la calidad del fruto, cuyo peso promedio es de 200 a 300 gr, pulpa no fibrosa, presenta cáscara dura y resistente, facilitando su transporte a larga distancia (Puerta, 1977). Cuando el fruto permanece en el árbol es de color verde oscuro, coriáceo y rugosa; después de la cosecha, conforme va madurando se torna violácea hasta adquirir coloración oscura (Neira, 2021).

Variedad fuerte. También proveniente de las razas mexicana y guatemalteca; se originó en Atlixco, Puebla, es planta vigorosa, con ramificación horizontal, cuyo tamaño facilita la cosecha manual; el fruto es de cascara frágil, de color verde opaco, de 180 a 300 gr tolera medianamente el transporte (Carranza, 2016).

2.2.6. El palto en Perú

Las regiones productoras de palto en Perú son: La Libertad, Áncash, Arequipa, Ayacucho, Ica, Moquegua, Lambayeque, Piura, Tacna y Cajamarca. En el mundo se ha reportado que existen más de 500 variedades de paltas comerciales; destacando en Perú las variedades “hass” y “fuerte” (La República, 2021).

Existen empresas frutícolas, extranjeras y nacionales, que se dedican a la producción y comercialización de exportación directa de este frutal; generando cada año, la ampliación de áreas de cultivo, en el orden de un 20% anual (Yumpiri, 2016). En junio del 2022 la producción de palta fue 168 404 toneladas, que hicieron un 10,1% más que el año 2021 (INEI, 2022).

2.2.7. Enfermedad con síntomas similares al tizne del palto

2.2.7.1. Fumagina. También denominado “hollín”, se presenta en los diferentes órganos aéreos de la planta en forma de capa negra, conformado por hifas septadas, inconspicuos conidióforos, conidios multicelulares; estas costras limitan el intercambio gaseoso y fotosíntesis;

este signo son ocasionados por los hongos *Fumago* sp y *Capnodium* sp., considerados coprófilos debido a que se alimentan de las excretas dulces de áfidos y queresas (Roncal, 2004)., como *Cinara* sp, *Cinara pinni*, *Eriosoma lanigerum*, *Tuberolachnus saligrus*, *Toxoptera aurantii*, *Protopulvinaria pyriformis*, *Hemiberlesia cyanophylli*, *Ceroplastes floridensis*, *Aleurodicus coccolobae*, *Aleuropleurocelus* sp., *Paraleyrodes* sp, *Aleurodicus juleikae*; insectos que prosperan en árboles, arbustos frutales, succionando la savia, cuyas deposiciones constituyen el alimento del hongo (Neira, 2021).

(Roncal, 2004) ha determinado mediante estudios que en las costras se encuentran, *Alternaria* sp., *Fusarium* sp., *Pithomyces* sp., *Cladosporium* sp., *Triposporium* sp., *Diplococcium* sp., *Gonatobotrys* sp., esporas de royas y material inerte.

La fumagina en el palto, no es de importancia económica, ya que la incidencia y severidad se presenta en hojas del tercio inferior de la planta; pero en plantas de 6 a 8 m de altura; la incidencia se presenta hasta en el tercio medio; principalmente cuando el tratamiento mecanizado no es apropiado; dando lugar a que los insectos cumplan su ciclo biológico y permita el desarrollo de la fumagina (Chávez, 2024).

Taxonómicamente pertenece a la clase forma Deuteromycetes; orden forma Moniliales; familia forma Dematiaceae; género forma *Fumago* (Roncal, 2004).

2.3. Definición de términos básicos

- **Conidio**, propágulo de los hongos; se originan en una célula especial llamada conidiogénica dispuesta en porciones específicas del conidióforo.
- **Clamidospora**, estructura de conservación del hongo.
- **Enfermedad**, es la respuesta de las células y tejidos vegetales a los microorganismos patogénicos o factores ambientales que determinan un cambio adverso en la forma, función o integridad de la planta y puedan conducir a una incapacidad parcial o a la muerte de la misma.
- **Etiología**, estudio del patógeno que causa la enfermedad, que puede ser microorganismos, factores ambientales o una combinación de ambos.
- **Fitopatógeno**, microorganismo, que genera enfermedades en las plantas a través de disturbios en el metabolismo celular, al secretar enzimas, toxinas, fitoreguladores.
- **Hifas**. Estructuras filamentosas que en conjunto forma el micelio.
- **Micelio**, conjunto de hifas que forman la parte vegetativa de un hongo.
- **Patogénesis**, proceso de desarrollo de una enfermedad.
- **Patogenesidad**, es la capacidad que presentan los microorganismos para infectar a su huésped y dar lugar a la enfermedad.
- **Síntoma**, manifestación de la enfermedad que puede ser percibida por uno o más de nuestros sentidos.
- **Signo**, es la manifestación observable específica del agente causante de la enfermedad.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Ubicación geográfica de los campos de diagnosis

La colección de muestras para determinar la etiología del microorganismo causante del “Tizne del Palto”; se realizó en plantaciones de este frutal en los distritos de Jesús, San Juan, Asunción y Magdalena.

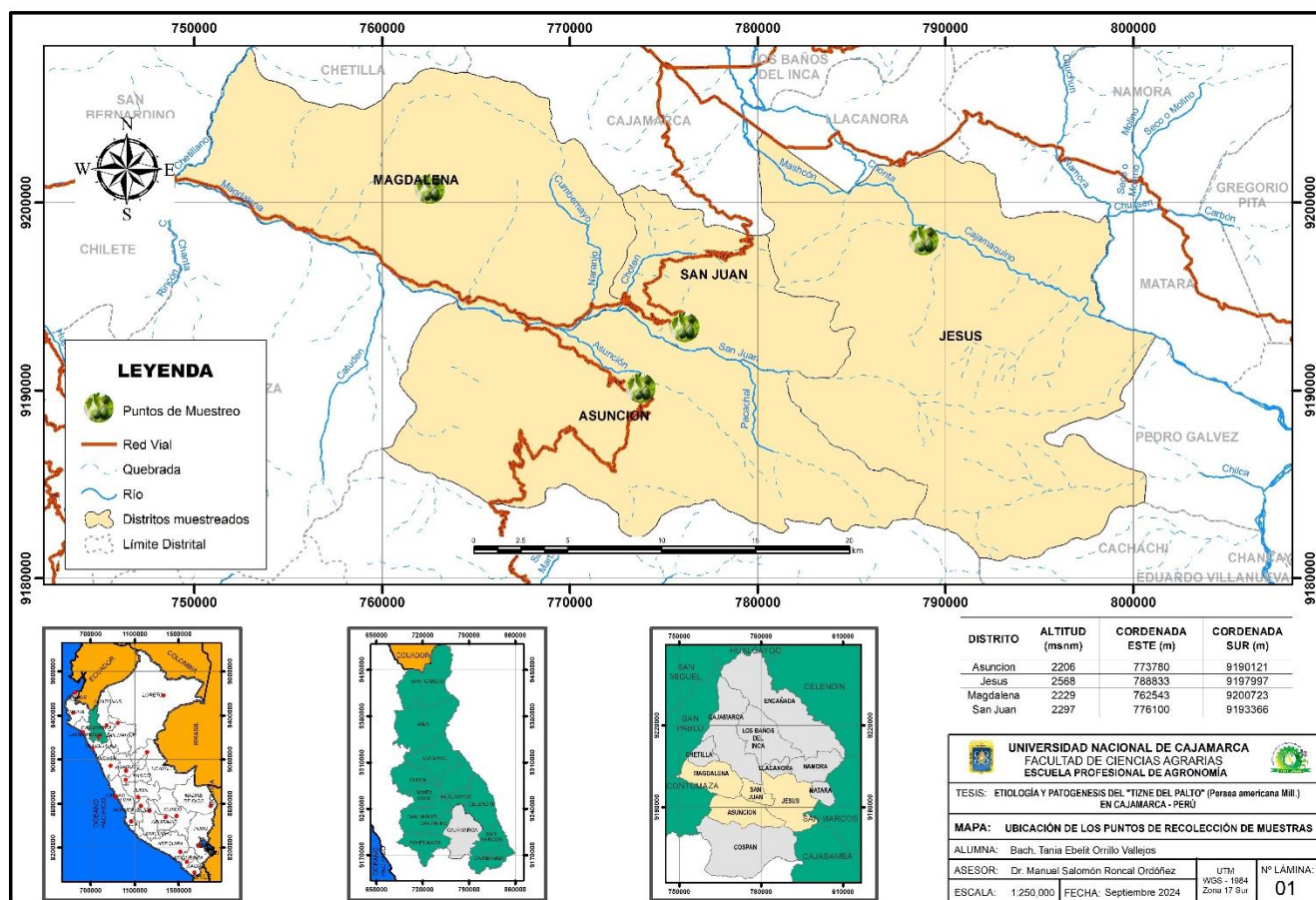
Tabla 1

Condiciones meteorológicas y coordenadas UTM de los lugares de colecta de muestras de ramas del palto (Persea americana Mill.).

Distritos	Altitud (m)	Coordenadas UTM	
		SUR (S)	Oeste (W)
Asunción	2 206	7° 19' 25"	78° 31' 13"
Jesús	2 568	7°14'53"	78°23'04"
Magdalena	2229	7° 13' 29"	78° 37' 21"
San Juan	2 297	7° 17' 26"	78° 29' 58"

Figura 1

Mapa de ubicación de los puntos de muestreo.



La identificación del agente causal y la patogénesis respectiva del hongo causante del “Tizne del Palto” se realizó “in vitro” en el laboratorio de Fitopatología de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Cajamarca, ubicado a 3.5 km distante de la ciudad Cajamarca, carretera a Baños del Inca, (cuya altitud es 2700 m.s.n.m; latitud sur 7°10’48” y longitud Oeste 78°06’48”)

3.2. Materiales y equipos

3.2.1. Material biológico

- Porciones de ramas y ramitas de palto, con síntomas y signo del “Tizne”.

3.2.2. Material de campo

- Tapers de plástico
- Tijeras podadoras
- Cuchilla para injertar
- Etiquetas de identificación

3.2.3. Equipo y material de laboratorio.

- **Equipo óptico:** lupa, estereoscopio, microscopio, GPS, calculadora y cámara fotográfica.
- **Material de vidrio:** placas Petri, lamina porta y cubre objetos, matraces de diferente capacidad, vasos de cristal y pipeta.
- **Medio de cultivo:** Papa, 15 gr de dextrosa, 18gr de agar (PDA), agua destilada estéril, corteza del palto.

- **Equipos y otros materiales de asepsia:** Cámara de flujo laminar, autoclave, estufa, incubadora, refrigeradora, mechero, agua destilada estéril, alcohol de 96 °C, hipoclorito de sodio de 2 y 5%.

- **Otros materiales:** Guardapolvo, aguja hipodérmica N°25, cinta adhesiva, bisturí, navajas, franela, envases de venoclisis, sorbetes, algodón, papel higiénico, papel toalla, papel aluminio, cuaderno, lapiceros, plumón indeleble, papel bond A4, cinta adhesiva, colores, perforador, tijera y fólder.

3.3. Metodología

3.3.1. Trabajo en campo

En los distritos de San Juan, Asunción, Magdalena y Jesús, de la provincia de Cajamarca, se ubicaron parcelas de palto, con síntomas y signo del “Tizne”. Oportunamente, de cada lugar se obtuvieron las muestras, que consistió en seleccionar trozos de ramitas de 4 – 6cm de longitud, cortados con tijeras de podar, previamente desinfectada en hipoclorito de sodio al 2.5%.

Estas porciones se dispusieron en tápers de plástico limpios, con la identificación respectiva, indicando la parcela y de que tercio de la planta se coge la ramita; de esta manera se condujeron al Laboratorio de Fitopatología, de la Facultad de Ciencias Agrarias, de la Universidad Nacional de Cajamarca, con la finalidad de determinar la morfología de las estructuras somáticas del hongo, que conduzcan a la identificación del género.

3.3.2. Trabajo en el Laboratorio.

Haciendo uso del estereoscopio, se procedió a obtener porciones del signo, ayudados con navajas y aguja hipodérmica N°25; estas muestras se dispusieron en porta objetos que contenía

una gota de agua destilada estéril; cubriendo con cuidado con el cubre objetos, para ser observadas al microscopio; distinguiéndose estructuras pigmentadas de marrón claro, como: conidióforos multicelulares, con célula basal abultada; porciones de hifas y clamidosporas una a continuación de otra, formando especies de cadenas.

a) Aislamiento del patógeno fungoso, causante del tizne del palto.

Seleccionadas las muestras de palto con presencia del síntoma y signo tizne, se procedió a lavarlas con agua a chorro continuo lento, luego se enjuaga con agua destilada estéril, se dejó reposar sobre papel toalla hasta perder humedad, para obtener el inóculo a través de un raspado superficial ayudado con navajas asépticamente tratadas; este raspado se sembró en PDA, e incubó entre 18 a 20 °C, para ser observada cada 24 horas durante tres días. Los resultados de esta primera siembra fue la presencia de micelio de cinco géneros fungosos, identificadas como *Pseudotorula* sp., *Cladosporium* sp., *Alterania* sp., *Fusarium* sp. y *Pestalotia* sp. Donde cada una de estos hongos también fueron purificados.

b) Purificación, multiplicación y conservación de las cepas obtenidas del raspado superficial de ramitas de palto con “tizne”, en medio PDA.

Las cepas fungosas desarrolladas, como consecuencia de la siembra del raspado superficial de las ramitas que mostraron el “tizne del palto”; fueron purificadas teniendo en cuenta el siguiente protocolo.

- Las placas de Petri, donde han desarrollado las cinco cepas diferentes, pasan a ser observadas en forma individual, bajo el estereoscopio.

- Localizada las hifas de mayor crecimiento, hacemos uso de la aguja MRO asépticamente tratada y empapada con agua destilada estéril.

- La esferita humedecida de la aguja MRO, debe hacer contacto con el micelio levantado, con el propósito de obtener de una a tres conidios del hongo, a purificar.

- Inmediatamente, en una nueva placa de Petri con medio de cultivo; se siembra el inóculo obtenido con la esferita MRO, se tapa la placa Petri, se sella, identifica y se incuba entre 18 – 20°C.

- Esta siembra se observa cada 24 horas durante tres días, periodo de tiempo que nos permite realizar nuevas siembras en otras placas Petri con PDA.

- Las cepas purificadas, se siembra para la conservación en medio de cultivo PDA, en tubos de ensayo en plano inclinado.

c) Morfología del hongo que causa el “tizne del palto”.

- Las primeras observaciones del patógeno causante del “tizne del palto”, fueron porciones de hifas septadas, conidióforos septados de base abultada y clamidosporas formando cadenas, todas estas estructuras de color marrón oscuro.

- Para determinar la secuencia del cambio morfológico de hongo causante del “tizne del palto”, se procedió a realizar la siembra de clamidosporas en una gota de medio PDA, dispuesto sobre un porta objetos y cubierto con una laminilla respectiva; este tipo de siembra se realizó en cinco oportunidades.

- Cada porta objetos, con la siembra de las clamidosporas, se dispusieron en placas Petri, que contenían 3cc de agua destilada estéril; para que el porta objetos con la siembra respectiva no

tengan contacto directo con el agua, se colocaron sobre sorbetes de polietileno, doblados en triángulo.

- El agua que contiene la placa Petry, sirve para mantener húmedo al medio de cultivo y permitir la germinación de la clamidospora.

- Las observaciones de estas siembras se realizó cada 24 horas, durante 792 horas (33 días).

d) Identificación del género causante del “tizne” del palto.

Determinada las características somáticas, del hongo causante del “tizne” del palto, se procedió a realizar la identificación del género, haciendo uso de las claves “Illustrated genera of imperfect fungi” de Barnett (1960) y de Barnett y Hunter (1998).

e) Obtención de metabolitos tóxicos del hongo causante del “tizne” del palto.

- Para obtener los metabolitos tóxicos del hongo, que afectan a células del tejido cortical del palto, se procedió a sembrar una pequeña porción de micelio del hongo, en medio de cultivo líquido constituido por caldo de papa y dextrosa (PD).

- El medio líquido se dispuso en depósitos asépticos de venoclisis de 100 ml de capacidad.

- Para disponer el medio de cultivo líquido en cada depósito se realizó una apertura de 3cm^2 , pasando a través de embudo de cristal aséptico; esta ventana también nos permitió introducir una porción de micelio del hongo de 4mm^2 ; finalmente se selló herméticamente con cinta adhesiva.

El crecimiento y desarrollo del hongo en este medio, se verificó cada 24 horas, durante 40 días (960 horas).

f) Postulado de Koch.

- Las estructuras somáticas, que desarrolló el hongo en medio de cultivo PDA y las que se muestran en el hospedero afectado son idénticas. Característica que nos permitió realizar el ensayo de patogenicidad y patogénesis.

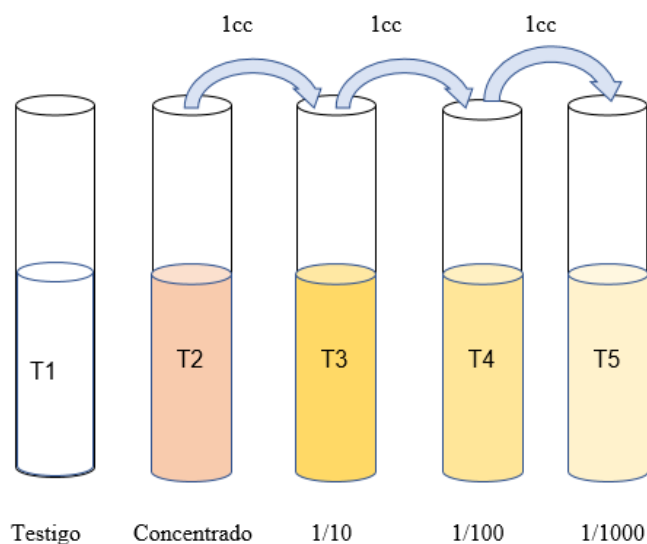
- El medio líquido donde prosperó el hongo, contiene metabolitos tóxicos, los que se comprobaron a través del ensayo de patogenicidad y patogénesis.

- Para determinar la patogenicidad y patogénesis, se utilizaron ramitas de palto de 14 cm de longitud, con cinco hojas, sin presencia del signo del “tizne”.

- En cinco tubos de ensayo de 10 x 150 mm de capacidad se prepararon las diluciones, como se indica en la figura adjunta.

Figura 2

Obtención de diluciones. (T1) testigo, (T2) concentrado, (T3) dilución 1/10(T2), T4 dilución de 1/100 (T3) y T5 dilución de 1/1000 (T4).



T1, testigo, contiene agua destilada estéril.

T2, contiene la solución concentrada de metabolitos tóxicos.

Del T2 se pipetea 1 ml del concentrado para colocarlo en el tubo T3, que contiene 9 ml de agua destilada estéril.

T3, contiene metabolitos tóxicos en concentración 1/10.

Del T3 se pipetea 1 ml de concentración 1/10, para colocar al tubo T4, que contiene 9 ml de agua destilada estéril.

T4, contiene metabolitos tóxicos en concentración 1/100.

Del T4 se pipetea 1 ml de concentración 1/100, para colocar al T5, que contiene 9 ml de agua destilada estéril.

T5, contiene metabolitos tóxicos en concentración 1/1000.

En cada uno de estas diluciones se colocaron las ramitas, observándose cada 24 horas durante 7 días (168 horas).

g) Características macro y microscópicas del micelio del hongo causante del tizne en palto, en medio de cultivo PDA.

- En las primeras 48 horas el micelio se muestra de color blanco.
- A partir de 72 horas, se aprecia células de hifas, células de conidióforos y conidios unicelulares en cadenas, quien se tiñen de pigmento oscuro, manifestándose en forma de jaspes longitudinales oscuros inmersos en la colonia, esta característica es debido a la formación de clamidosporas o estructuras de conservación del hongo.
- A partir de las 96 horas, las células del extremo superior de las hifas se oscurecen, avanzando en forma lineal hacia el centro de la colonia; es así como a las 168 horas en la colonia se distinguen tres espacios bien diferenciados; en el centro de placa Petri, el micelio se tiñe de negro, ocupando un área de 1 cm de diámetro; esta pigmentación se debe a la formación de clamidosporas de células de hifas, conidióforos y conidios del hongo; rodeando a esta área, se aprecia micelio blanco grisáceo, espacio que aún no hay presencia de clamidosporas y ocupa un área de 2 cm de espesor, indicando que aún no existe diferenciación de clamidosporas.

- Entre 168 y 240 horas, el área marginal de la colonia, de 1.8 cm de espesor se colorea de negro, indicando la formación de clamidosporas de células de hifas, conidióforos y conidios.

A partir de las 240 horas, hasta 432 horas (18 días), el micelio ocupa 5 cm de diámetro y se tiñe completamente de negro, indicando que la totalidad de células del micelio se transforman en estructuras de conservación del hongo denominados clamidosporas; característica natural de este patógeno.

Características macro y microscópicas del signo tizne del palto.

Para identificar el hongo se realizó observaciones en el estereoscopio y microscopio; tomando fotografías y anotando, con la finalidad de identificar el género del patógeno mediante el uso de claves taxonómicas.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Morfología macro y microscópica del agente etiológico del “Tizne del palto”.

Signo, en el tejido cortical verde de ramas y sus ramificaciones; tanto en floración y fructificación se aprecia el signo del patógeno como un manto de color negro, fácilmente desprendible con la yema de los dedos. Este signo con mayor claridad se observa en periodos de sequía, ocurriendo lo contrario en los meses de precipitación, debido a que el golpeteo de las gotas de lluvia, desprende el signo, apreciándose tenue disminución del color verde normal de la corteza.

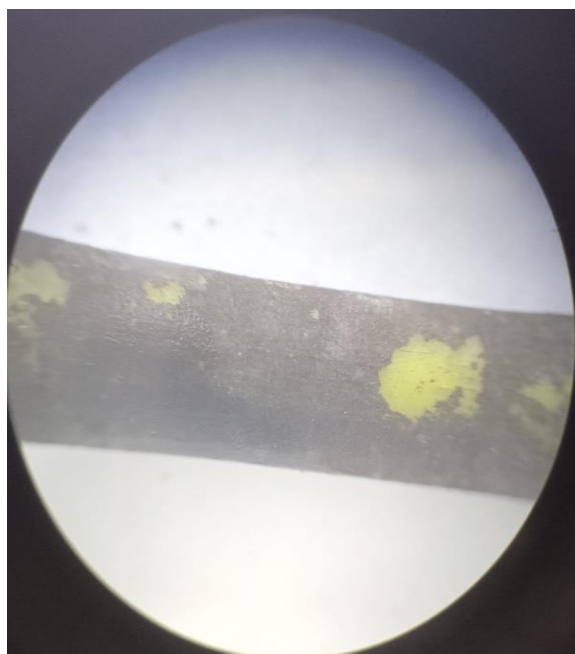
Figura 3

Ramas de palto en campo (Persea americana Mill.), afectada por el tizne.



Figura 4

Presencia del signo del tizne en la superficie del tallo observado al estereoscopio.



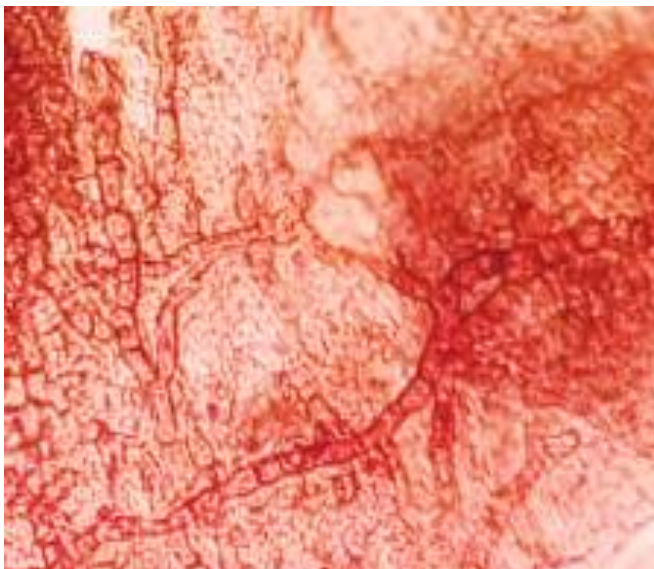
Porciones de ramitas que mostraron el signo del “tizne del palto”, vistas al microscopio se determinó porciones de hifas septadas y ramificadas; hifas con clamidosporas unicelulares y conidióforos septados, todos de color marrón claro.

Figura 5

Conidióforos septados de Pseudotorula sp., extraídas directamente del hospedero

**Figura 6**

Hifas, conidióforos y conidios en cadenas de Pseudotorula sp., extraídas mediante un raspado directamente del hospedero.



4.2. Características macroscópicas del micelio del hongo causante del tizne en palto, en medio de cultivo PDA.

- En las primeras 48 horas el micelio se muestra de color blanco.
- A partir de 72 a 96 horas, se distingue conidios unicelulares en cadenas, las células del conidióforo y células de hifas se tiñen de pigmento oscuro, manifestándose en forma de jaspes longitudinales oscuros inmersos en la colonia, esta característica es debido a la presencia de clamidosporas o estructuras de conservación del hongo.
- A partir de las 96 horas, las células del extremo superior de las hifas se oscurecen, avanzando en forma lineal hacia el centro de la colonia; es así como a las 168 horas en la colonia se distinguen tres espacios bien diferenciados; en el centro de placa Petri, el micelio se tiñe de negro, ocupando un área de 1 cm de diámetro; esta pigmentación se debe a la formación de clamidosporas de células de hifas, conidióforos y conidios del hongo; rodeando a esta área, se aprecia micelio blanco grisáceo; producto de la germinación de clamidosporas de la siembra de micelio del hongo puro; en este espacio las hifas están constituidas por células jóvenes, por tanto no existe presencia de clamidosporas esta área ocupa 2 cm de espesor.
- Entre 168 y 240 horas, el área marginal de la colonia, de 1.8 cm de espesor se colorea de negro, indicando la presencia de clamidosporas de células de hifas, conidióforos y conidios.

A partir de las 240 horas, hasta 432 horas (18 días), el micelio ocupa 5 cm de diámetro y se tiñe completamente de negro, indicando que la totalidad de células del micelio se transforman en estructuras de conservación del hongo denominados clamidosporas; característica del patógeno.

Figura 7

Micelio de Pseudotorula sp., a 48 horas (2 días) en PDA, incubada a 20°C.

**Figura 8**

Micelio de Pseudotorula sp., en PDA, mostrando en jaspes oscuros a las clamidosporas durante 72 a 96 horas (3 días) de incubación a 20°C.



Figura 9

Micelio de Pseudotorula sp., en PDA, mostrando mayor área oscura que se debe a la mayor concentración de clamidosporas a 168 horas (7 días) de incubación a 20°C.



Figura 10

Micelio de Pseudotorula sp., en PDA, mostrando tres márgenes diferenciados. Margen exterior conformado por clamidosporas, seguido de margen blanco cremoso formado por hifas jóvenes y micelio central conformado por clamidosporas a 240 horas (10 días) de incubación a 20°C.



Figura 11

Micelio de Pseudotorula sp., transformado en jaspes oscuros a las clamidosporas a 432 horas (18 días) de incubación a 20°C.



Tabla 2

Características morfológicas del micelio del fitopatógeno fungoso en PDA, causante del tizne del palto (Persea americana Mill.).

OBSERVACIONES							
24 horas	48 horas	72 horas	168 horas	240 horas	432 horas		
No se observó ningún tipo de hifas	Micelio blanco lechosos.	Micelio mostrando clamidosporas que se aprecian como jaspes oscuros	Micelio mostrando mayor concentración de clamidosporas	Micelio mostrando tres márgenes diferenciados. Margen exterior conformado por clamidosporas, seguido de margen blanco cremoso formado por hifas jóvenes y micelio central conformado por clamidosporas	Micelio oscuro debido a la presencia de clamidosp oras.		

4.3. Características microscópicas del micelio del hongo causante del tizne en palto, en medio de cultivo PDA.

- Para determinar las estructuras del micelio del hongo que nos permitan identificar el género causante del tizne del palto, se realizó la siembra de una a tres clamidosporas en una gota de medio de cultivo PDA.

- La clamidospora germina a las 24 horas, produciendo tubos germinativos hialinas con ápice puntiagudo con septos no diferenciados, estas estructuras son de 2.3 a 4.5 μm de grosor.

- Transcurrido 48 horas las hifas se desarrollan profusamente diferenciándose septos que dan origen a células cilíndricas flexuosas de diferentes tamaños que contienen en su interior gránulos esféricos grises, que posiblemente sean los núcleos.

- A las 72 horas las células de las hifas que mostraban los gránulos se septan dando origen a células que contienen un granulo cada una formado de esta manera células mononucleadas inclusive estas se empiezan a ramificar donde se aprecia la formación de los núcleos hijos para las nuevas células producto de las ramificaciones.

- A las 96 horas las células de las hifas se transforman de cilíndricas alargadas a cilíndricas cortas, ovoides separados por los septos rectos, cilíndricas sin forma. Las ramificaciones hifales también experimentan estos cambios; algunas células muestran pequeños conidióforos con conidios ovoides y circulares de 1 a 4 unidades. Estas modificaciones celulares no permiten diferenciar los núcleos característicos de cada célula. Las células de las porciones terminales de las hifas empiezan a oscurecerse proceso que indica el inicio de la formación de clamidosporas como estructuras de conservación del hongo.

- A las 120 horas las ramificaciones de las hifas a partir de la célula superior y en forma secuencial a la base se tiñen de color marrón claro indicando la formación de estructuras de conservación denominadas clamidosporas.

- A partir de las 144 horas las células de las ramificaciones de las hifas toman la forma esférica, ovoides con extremos rectos (por los septos), y se tiñen de color marrón oscuro formando

las auténticas clamidosporas. De igual manera ocurre con las células de los conidióforos, conidios y la hifa somática; excepcionalmente encontramos clamidosporas cilíndricas.

Figura 12

Hifas jóvenes hialinas de Pseudotorula sp., a las 24 horas.



Figura 13

Ramificación profusa de hifas hialinas de Pseudotorula sp., a las 48 horas.

**Figura 14**

Diferenciación de núcleos, que dan origen a células mononucleadas por septación de hifas y conidióforos, a las 72 horas.

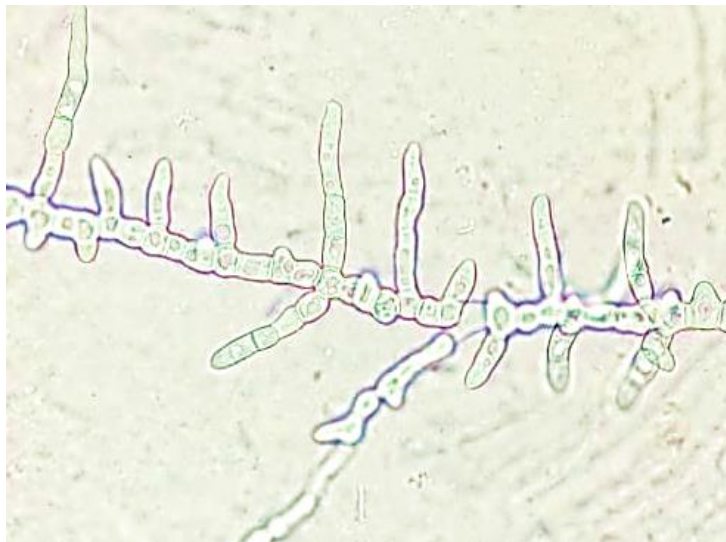
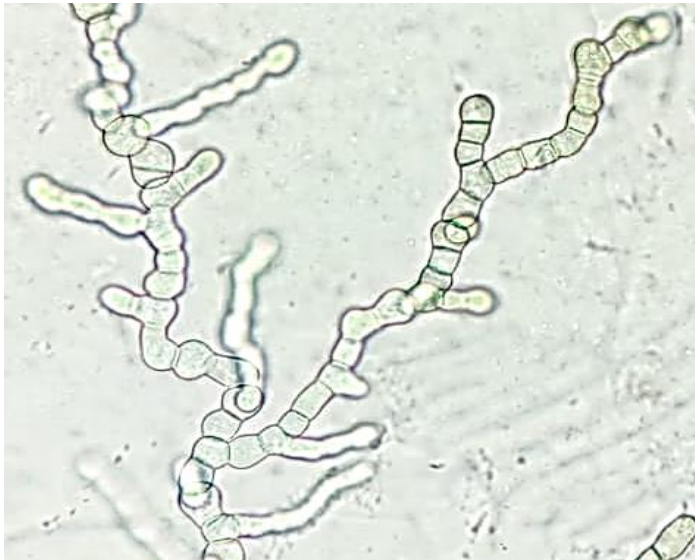


Figura 15

Inicio de pigmentación de células apicales de hifa como proceso de formación de clamidosporas, a las 96 horas.

**Figura 16**

Células multiformes, de hifas, conidióforos y conidios, transformados en clamidosporas en cadena, a las 120 horas.



Figura 17

Células esféricas, del micelio, transformadas secuencialmente en clamidosporas oscuras en forma regresiva del ápice de hifas y ramificaciones; a las 144 horas.

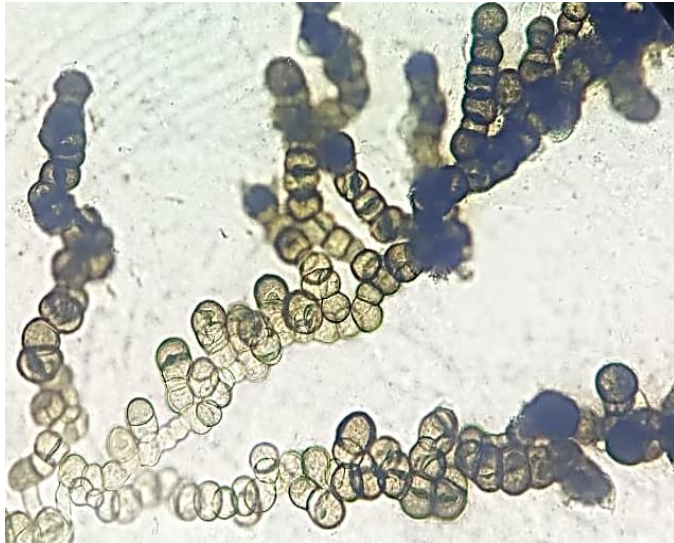


Figura 18

Proceso de transformación de las células rectangulares de hifas, ramificaciones, conidióforos (si están presentes) y conidios, en clamidosporas esféricas oscuras, cuando el hongo carece de alimento en medio de cultivo PDA.



4.4. Identificación del hongo causante del tizne del palto

Las características morfológicas descritas anteriormente nos permitieron identificar el género haciendo uso de la clave de identificación de “Illustrated genera of imperfect fungi” de Barnett y Hunter (1998).

Para el caso específico de la presente investigación se trata de *Pseudotorula* sp.

Taxonomía, pertenece a la clase forma Deuteromycetecae; orden forma Moniliales; familia forma Dematiaceae; género *Pseudototula* y especie *Pseudototula* sp.

4.5. Patogenicidad y patogénesis de *Pseudotorula* sp.

4.5.1. Patogenicidad

A través de los postulados de Koch, se determinó que *Pseudototula* sp., sintetiza metabolitos que podría ser toxinas, que causan intoxicación a células del tejido parenquimático y cortical del hospedero.

4.5.2. Patogénesis

El diámetro de las ramitas de palto puestas a las soluciones de las micotoxinas de *Pseudototula* sp., fueron de 0.8 cm y 0.7 cm de diámetro, modelo que se sintetiza en la tabla adjunta (Tabla 3).

Tabla 3

Diámetro y número de hojas de las ramitas de palto (Persea americana Mill.) utilizadas para la investigación.

N°		Diámetro	Número
Tratamientos	Descripción	de ramita	de hojas
T1	Ramita puesta en agua corriente estéril	0.8 cm	5
T2	Ramita puesta en solución concentrada	0.8 cm	5
T3	Ramita puesta en solución 1/10	0.8 cm	5
T4	Ramita puesta en solución 1/100	0.7 cm	5
T5	Ramita puesta en solución 1/1000	0.7 cm	5

El efecto de las micotoxinas del hongo se aprecia a partir de las ocho y doce horas en el área foliar de las ramitas puestas en la solución concentrada y la solución diluida 1/10; ocurriendo los mismos síntomas en el resto de soluciones. No existiendo síntomas en la ramita testigo que estaba puesta en agua corriente estéril.

a) Síntomas en el follaje de las ramitas de palto, expuestas en la solución concentrada y dilución 1/10, de las micotoxinas de *Pseudotorula* sp.

Los síntomas de las ramitas puestas a la solución concentrada y a la dilución 1/10, de la micotoxina se observó a partir de las ocho horas, apreciándose en las dos ramas la pérdida del color verde claro de los meristemas, a color gris y de consistencia flácida; a partir de las 12 horas

inicia la epinastia en las dos hojas superiores de la ramita; a las 24 horas se aprecia epinastia, e inicios de flacidez de la lámina foliar de todas las hojas; aún se mantiene el color verde normal de las hojas; esta sintomatología indica el proceso paulatino de intoxicación celular.

Entre 24 y 48 horas, en pequeñas áreas del haz y envés de las hojas flácidas, se colorean de verde amarillento; síntoma que indica deficiencia de síntesis de clorofila, debido al proceso de intoxicación, que afecta la réplica de ácidos nucleicos, como lo reporta (Agrios, 2005).

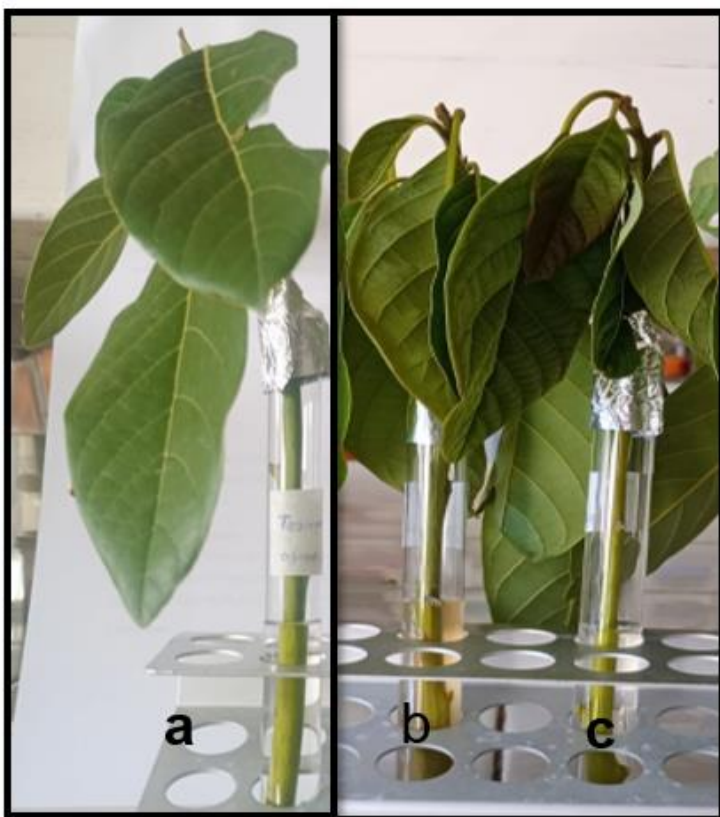
Entre 48 y 72 horas, se generaliza la clorosis, la porción apical del tallito y peciolo de las hojas se muestran flácidos e inicia el enrollamiento de la lámina foliar.

Entre 72 y 96 horas, desaparece las áreas cloróticas de la lámina foliar, tiñéndose la totalidad del parénquima de color gris verdusco e incrementándose el enrollamiento; los tejidos necrosados se deshidratan a partir de los bordes a la nervadura central, en forma regresiva el tejido cortical pierde el color verde normal.

Entre 96 y 120 horas, el envés de las hojas necrosadas se colorea de gris claro y el haz de marrón claro; los tejidos muertos se deshidratan, tomando una consistencia frágil que, ante la presión con la yema de los dedos, es quebradizo.

Figura 19

Ramitas de palto puestas en agua estéril, solución concentrada y diluida en 1/10, de micotoxinas de Pseudotorula sp., a las 24 horas.



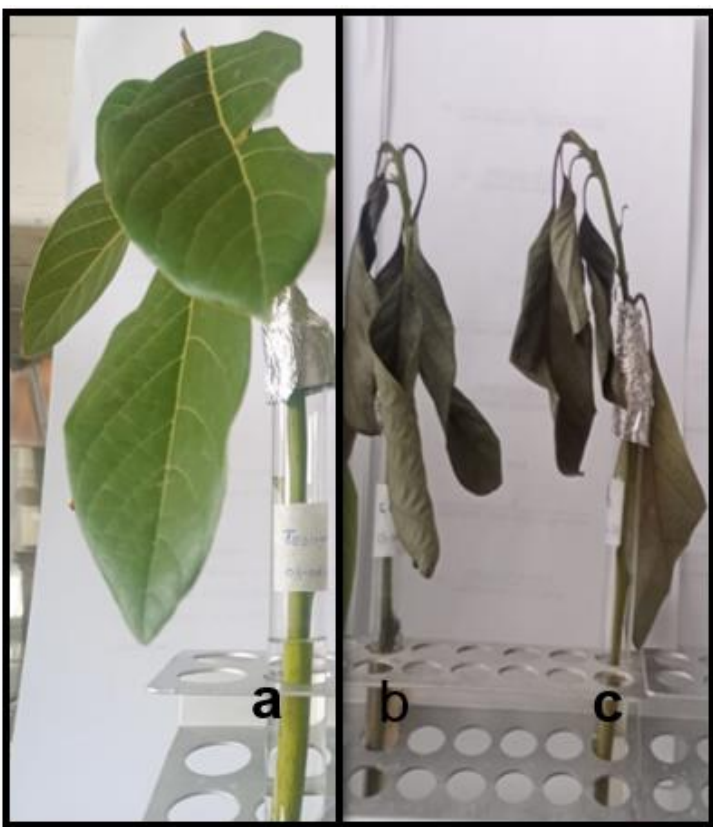
a) hojas normales testigo.

b) Epinastia de hojas, perdida del color verde normal.

c) Epinastia de hojas, perdida del color verde normal.

Figura 20

Ramitas de palto puestas en agua estéril, solución concentrada y diluida en 1/10, de micotoxinas de Pseudotorula sp., a las 120 horas.



- a). Hojas y tallito normal de la ramita testigo.
- b) Enrollamiento, necrosis de hojas color gris claro, fácilmente quebradizo y necrosis terminal del tallito.
- c) Enrollamiento, necrosis de hojas color gris claro, fácilmente quebradizo y necrosis terminal del tallito.

b) Síntomas en el follaje de las ramitas de palto, puestas en la solución 1/100, de las micotoxinas de *Pseudotorula* sp.

Las ramitas puestas a la dilución 1/100; entre ocho y 24 horas, no se aprecia síntomas.

Entre 24 y 48 horas, ocurre flacidez de meristemas, e inicia la epinastia de hojas, manteniendo el color verde normal de la lámina foliar.

Entre 48 y 72 horas, ocurre epinastia generalizada de hojas, se mantiene el color verde normal de la lámina foliar.

Entre 72 y 96 horas, en el envés de las hojas se aprecia la clorosis, el has aún mantiene el color verde normal.

Entre 96 y 120 horas, se incrementa la epinastia, inicia el enrollamiento de hojas y el envés se torna de color verde grisáceo.

Entre 120 y 144 horas, se incrementa el enrollamiento, el envés se tiñe de color gris claro, indicando necrosis paulatina de células del tejido parenquimático, por intoxicación.

Entre 144y 168 horas, ocurre la necrosis generalizada y deshidratación, se aprecia hojas coriáceas de color gris claro y los peciolos se necrosan de color marrón claro.

Figura 21

*Ramitas de palto puestas en agua estéril y solución diluida en 1/100, de micotoxinas de *Pseudotorula* sp., a las 96 horas.*



a) Hojas y tallito normal de la ramita testigo

b) Epinastia y clorosis del envés de la lámina foliar.

Figura 22

*Ramitas de palto puestas en agua estéril y solución diluida en 1/100, de micotoxinas de *Pseudotorula* sp., a las 168 horas.*



a) Hojas y tallito normal de la ramita testigo

b) Epinastia, enrollamiento, necrosis, deshidratación y lamina foliar quebradiza.

c) Síntomas en el follaje de las ramitas de palto, puestas en la solución 1/1000, de las micotoxinas de *Pseudotorula* sp.

Entre ocho y 48 horas, no se aprecian síntomas.

Entre 48 a 72 horas el síntoma inicial corresponde a ligera epinastia de hojas.

Entre 72 y 96 horas, se incrementa la epinastia, las hojas mantienen el color verde normal.

Entre 96 y 120 horas, epinastia generalizada, inicio de la pérdida del color verde normal; en el envés se aprecia ligera clorosis.

Entre 120 a 144 horas, el envés de la lámina foliar se muestra de color gris amarillento, e inicios de enrollamiento.

Entre 144 a 168 a las horas se incrementa la flacidez, seguido de epinastia, tanto de hojas como del terminal del tallo.

Entre 168 a 192 flacidez, enrollamiento y presencia de una ligera macha foliar oscura en el envés de las hojas.

Figura 23

*Ramitas de palto puestas en agua estéril y solución diluida en 1/1000, de micotoxinas de *Pseudotorula* sp., a las 96 horas.*



a) Hojas y tallito normal de la ramita testigo

b) Flacidez terminal del tallito, epinastia y clorosis de la lámina foliar.

Figura 24

*Ramitas de palto puestas en agua estéril y solución diluida en 1/1000, de micotoxinas de *Pseudotorula* sp., a las 216 horas:*



a) Hojas y tallito normal de la ramita testigo

b) Flacidez terminal del tallito, epinastia y clorosis de la lámina foliar de las hojas indicando el proceso de necrosis.

d) Síntomas en el tallo de las ramitas de palto, puestas en la solución concentrada, 1/10, 1/100 y 1/1000 de las micotoxinas de *Pseudotorula* sp.

Los síntomas en el tejido cortical de las ramitas de palto puestas a las soluciones concentrada y 1/10 en las primeras 24 horas no se aprecia síntoma alguno.

Transcurrido 48, se aprecia la pérdida del color verde del tejido cortical. Posteriormente este tejido se necrosa tornándose un color marrón oscuro; haciendo notar el efecto de las toxinas en esta concentración, como se aprecia en la Fig. 25

La base del tallito puesto en la solución concentrada y en las soluciones respectivas transcurrido 168 horas, mostraron la necrosis de la corteza de acuerdo a la concentración de la micotoxina de *Pseudotorula* sp.

La base del tallito puesto a la solución concentrada, la necrosis de la corteza alcanzó 2.7 cm de longitud.

La base del tallito puesto a la solución 1/10, la necrosis de la corteza alcanzó 2.5 cm de longitud.

La base del tallito puesto a la solución 1/100, la necrosis de la corteza alcanzó 2.0 cm de longitud.

La base del tallito puesto a la solución 1/1000, la necrosis de la corteza alcanzó 1.5 cm de longitud.

Figura 25

*Tallitos mostrando necrosis del tejido cortical después de 216 horas de estar puestas en el concentrado de micotoxinas y las diluciones 1/10, 1/100 y 1/1000 de *Pseudotorula* sp.*



En corte transversal micrométrico, de los tejidos necrosados del tallito, por efecto de la micotoxina de *Pseudotorula* sp., vista al microscopio se reporta.

Trascurrido 216 horas (9 días), finalizada la evaluación de la patogénesis del área foliar de las ramitas puestas a la concentración de las micotoxinas; detallamos que, en el tratamiento testigo (T1) no ocurre necrosis de las células de los tejidos; en cambio sí se aprecia intoxicación de las células de la corteza; de los tratamientos T2 (C), T3 (1/10), T4 (1/100) y T5 (1/1000); distinguiéndose pigmentación marrón oscuro de las células de la

epidermis (1), seguido de las células de la corteza, conformado por colénquima (2), parénquima (3) y fibras (4); de igual manera ocurre con las células que conforman los haces conductores y parénquima interfascicular, constituido por floema (5), cambium (6), metaxilema (7) y protoxilema (8) y las células que conforman la medula, puestas a la micotoxina concentrada (T2), se aprecia células pigmentadas de color oscuro, el resto de tejido se muestra pigmentado de blanco; los tejidos del T3 muestran los tejidos necrosados con similar pigmentación al T2. En cambio, los tejidos necrosados del T4; la pigmentación es de color marrón amarillento y en el T5 los tejidos necrosados son de color marrón claro.

Figura 26

Tejidos del corte transversal del tallito de palto.

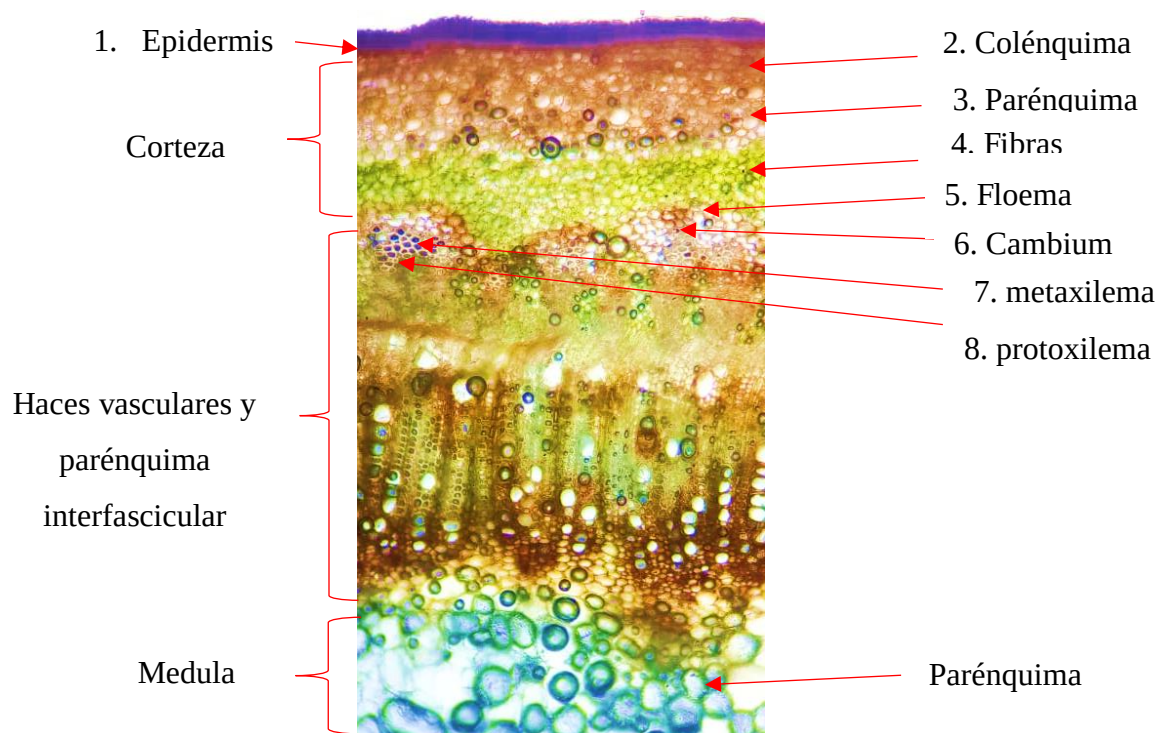
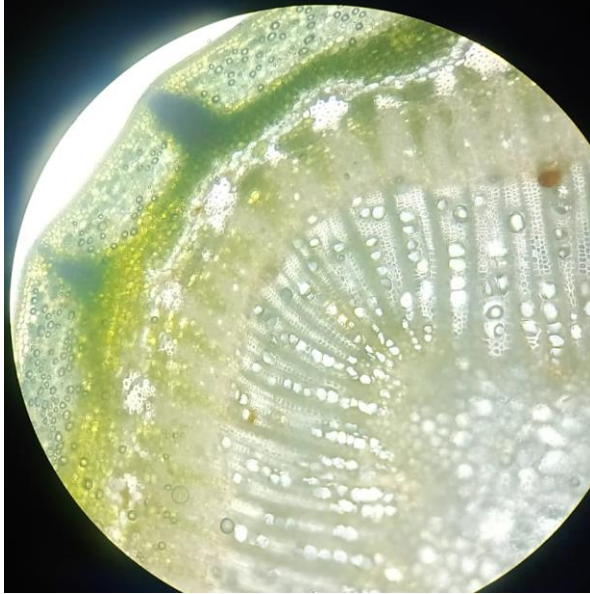


Figura 27

Corte transversal del testigo de la ramita del palto (Persea americana Mill.).

**Figura 28**

Corte trasversal de la ramita de palto (Persea americana Mill.) puesta en la dilución concentrada.

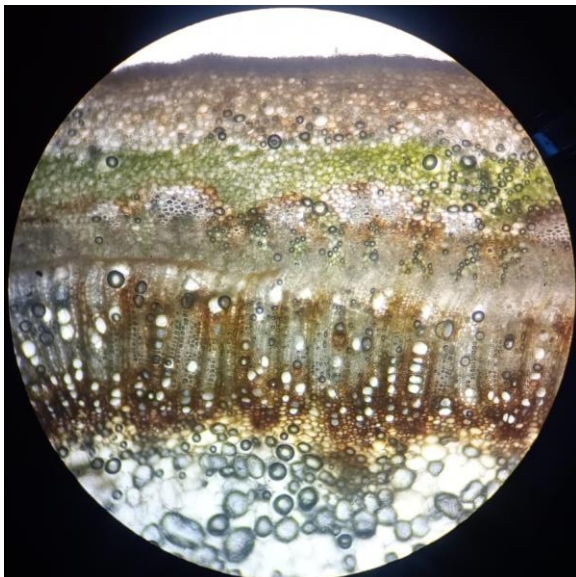
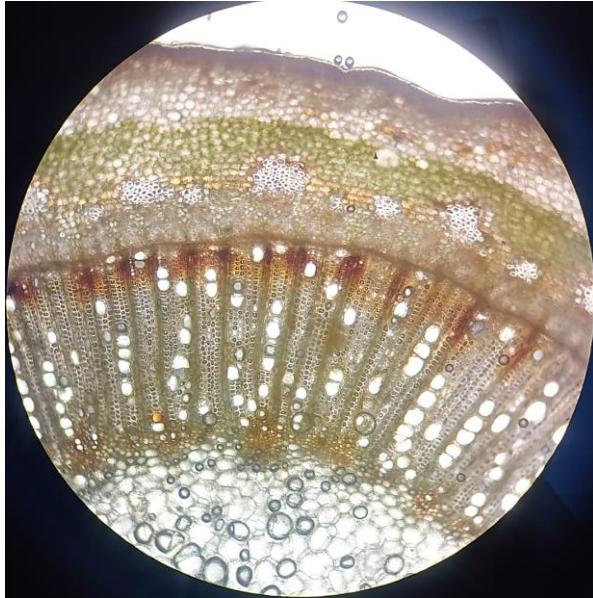


Figura 29

Corte trasversal de la ramita de palto (Persea americana Mill.), puesta en la dilución 1/10.

**Figura 30**

Corte trasversal de la ramita de palto (Persea americana Mill.), puesta en la dilución 1/100.

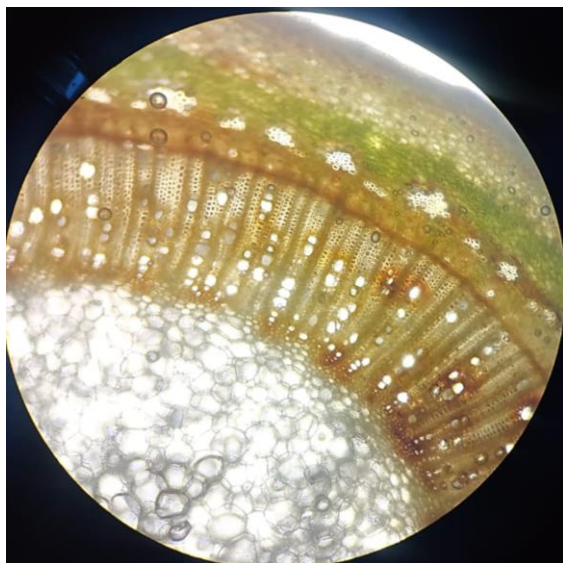


Figura 31

Corte trasversal de la ramita de palto (Persea americana Mill.), puesta en la dilución 1/1000.

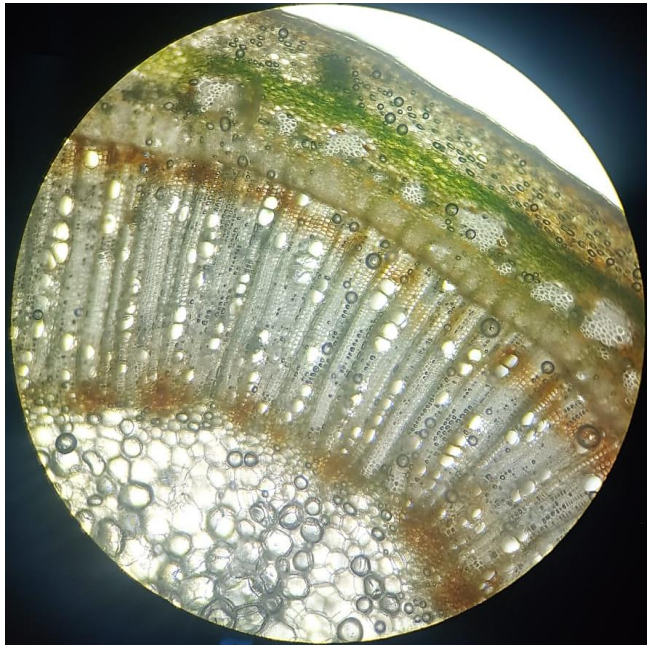


Tabla 4

Ensayo de patogenicidad con los metabolitos toxico de Pseudotorula sp., en ramitas de palto (Persea americana Mill.).

Diluciones	Tiempo puestas a las toxinas	Descripción
Testigo	216 horas	No se observa ningún tipo de cambios en hojas. Al realizar el corte transversal del tallo, no se observa ningún tipo de intoxicación en los tejidos celulares.
Solución Concentrada y 1/10	08 – 120 horas	Transcurrido las ocho horas en las ramitas se parecía la pérdida del color verde normal a un color gris y de consistencia flácidas, entre las 24 y 120 horas, se inicia la epinastia de hojas, perdida del color verde normal de hojas a un color gris claro, los tejidos muertos se deshidratan volviéndose consistentes que ante la presión con la yema de los dedos es quebradizo. Al realizar un corte transversal del tallo se observa pigmentación marrón oscura de: epidermis y los tejidos que conforma la corteza, haces vasculares y parénquima interfascicular y medula por efecto de intoxicación.
1/100	08 – 168 horas	Al pasar las 24 y 48 horas se aprecia epinastia en hojas, a las 48 y 168 horas ocurre epinastia generalizada, clorosis en hojas, enrollamiento en hojas, deshidratación de hojas, hojas coriáceas de color gris claro con peciolo necrosados de color marrón claro. Al realizar un corte transversal del tallo se observa pigmentación marrón oscura de: epidermis y los tejidos que conforma la corteza, haces vasculares y parénquima interfascicular y medula por efecto de intoxicación.
1/1000	08 - 192 horas	Entre ocho y 48 horas, no se aprecian síntomas, los cambios se presentan a las 72 horas iniciando con una ligera epinastia de hojas, transcurrido las 72 y 192 horas, se incrementa la epinastia de hojas, perdida del color verde normal, ligera clorosis en el envés, flacidez de tallos, presencia de una mancha foliar oscura en el envés de las hojas. En el corte transversal del tallo se observa que los tejidos necrosados son de color marrón claro por efecto de intoxicación.

4.6. Hongos asociados con *Pseudotorula* sp.

Pseudotorula sp., es un hongo que tiene un parecido al *Oídium* sp permitiendo el desarrollo de *Cladosporium* spp., *Fusarium* spp., *Alternaría* sp., y *Pestalotia*. Estos hongos tienen un comportamiento saprófito.

Figura 32

Conidios de Fusarium sp.



Figura 33

Conidios de Pestalotia sp.

**Figura 34**

Conidios de Cladosporium sp.

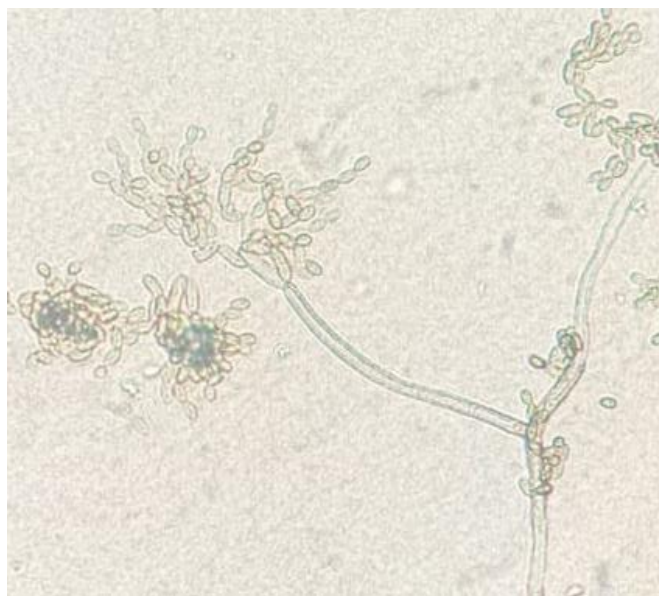


Figura 35

Conidios de Alternaria sp.



V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

- El “Tizne del palto” (*Persea americana* Mill.), es causado por *Pseudotorula* sp.
- El micelio de *Pseudotorula* sp., en medio de cultivo PDA, durante las primeras 48 horas de crecimiento, presenta hifas septadas hialinas, posteriormente es visible la presencia de clamidosporas de color negro.
- La acción patógena se realiza a través de toxinas que necrosan las células del tejido cortical verde de ramas y ramitas, intoxicación que también necrosa células del cambium, albura y colorea de marrón claro a oscuro células muertas de duramen y medula.

5.2. Recomendaciones

Se recomienda realizar el estudio molecular de *Pseudotorula* sp., que conduzca a determinar la especie.

Para el control *Pseudotorula* sp., se recomienda organizar prácticas de manejo integrado.

VI. BIBLIOGRAFÍA

- Baiza Avelar, V.H. (Primera edición). (2003). *Guía técnica del cultivo d aguacate*. Editorial maya.
- Carranza Aguilar, S.B. (2016) *Características físico - químicas de los frutos de palta (Persea americana Mill., Vars. hass y fuerte) procedentes del valle Condebamba, al momento de su recolección* [Tesis de Pregrado, Universidad Nacional de Cajamarca]. <http://hdl.handle.net/20.500.14074/1778>
- Canal AGUACATE HASS CANARIAS. (28 de julio de 2022). Como combatir hongo fumagina o negrilla en cultivo de aguacate [Archivo de Vídeo]. Youtube. https://www.youtube.com/watch?v=_WNgGKUrfI
- Chávez Vergara, M.N. (2024) *Manejo integrado de enfermedades del palto (Persea americana Mill.) en el valle de Ica* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Agraria la Molina]. <https://hdl.handle.net/20.500.12996/6200>
- Herrera, M y Narrea, M. (2011). “*Manejo Integrado de Palto*” [Archivo PDF]. <https://www.agrobanco.com.pe>
- Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI) (2021). *Producción de palta creció 15,2% en marzo de 2021 por mejores condiciones climáticas*. <https://m.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/noticias/nota-de-prensa-no140-2022-inei>.
- La República (25 de noviembre de 2021). Tipos de palta: conoce las variedades de este fruto y cuáles se cultivan en el Perú. *La República*. <https://larepublica.pe/>
- Marrufo, A. H., Villanueva, M. O y Roncal, M.S. (2004). *Incidencia de la fumagina en especies forestales de Cajamarca*. Universidad Nacional de Cajamarca.

Neira Huamani, L.A. (2021). *Análisis de evaluaciones de plagas según las normas legales vigentes en palta (Persea americana mill.) variedad hass de exportación, para su manejo en la región Arequipa (2017 - 2019)*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa].
<http://hdl.handle.net/20.500.12773/12875>

Puerta, O. (1977). *Enfermedades del aguacate* [Archivo PDF].
<http://hdl.handle.net/20.500.12324/33308>

Roncal, M. (1993). *Taxonomía de hongos Fitopatógenos comunes*. 1.ed. Cajamarca- Perú. edit. Obispo “Martinez Compañón”. 287 p.

Roncal, M. (2004). *Principios de Fitopatología Andina*. Cajamarca, Perú. Oficina General de investigación de la UNC. 420 p

Tamayo Molano, P.J. (mayo-julio 2007). *Enfermedades del aguacate*. Revista Facultad Nacional de Agronomía – Sede Medellín. Pp. 51-70

Tineo, J., Velasquez, R. y Villantony, A. (2018). *Curso virtual manejo integrado del cultivo de palta* [Archivo PDF]. <https://pgc-aulavirtual.inia.gob.pe>

Unamuno, L.M. (1927). *Adicionales al estudio sistemático de los hifales de la flora Española del sr. González Fragoso*. Dialnet. 88 p. KUOEDINAOEO8.

Urries. M.J. (1957). *El museo canario: Hongos microscópicos de canaria. Las palmas de gran canaria*. Revista publicada por la Sociedad del mismo nombre de Las Palmas de G. Canaria (57-64), (1-139). <https://www.elmuseocanario.com>

Vivero, A., Valenzuela, R. y Morales, G. (2019) Palta: compuestos bioactivos y sus potenciales beneficios en salud. *SciELO*. <http://dx.doi.org/10.4067/S0717-75182019000400491>

Viveros Brokaw España (noviembre de 2021) *El tipo de flor en el cultivo del aguacate*. <https://www.viverosbrokaw.com> › tipo-de-flor-en-cultivo de aguacate.

Walter Chávez, L. y Roncal Ordoñez, M.S. (2021). *Etiología y patogénesis del hollín del quinal (Polylepis racemosa Ruiz & Pavón) en Conga Buenos Aires - Bambamarca*. [Tesis Ingeniero agrónomo, Universidad Nacional de Cajamarca]. <http://hdl.handle.net/20.500.14074/4076>

Yumpiri Aguilar, H. (2016) “*Inyección de insecticidas al tronco en el cultivo de palto (Persea americana mill.)*” [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Agraria la Molina]. <https://hdl.handle.net/20.500.12996/1970>

Anexos

Figura 36.

Clave de identificación de Pseudotorula sp., según Barnertt y Hunter (1998).

105 C: Conidia típicamente con 3 a más células en fragmosporas

156 b: Conidia exógena otras en conidióforos

157b: Conidióforos típicamente simples raramente ramificados

159b: Conidios más anchos que largo usualmente de 3 a 4 unidades

160 b: Conidias diferentes a la célula del conidióforo

161 b: Conidióforos simples o separados

165 a: Conidióforos cortos o constituidos por una sola célula o ausente

166 a: Conidios de dos tipos, fragmosporas oscuras y escalecosporas más claras

167 a: Conidias en cadenas acropetaladas ***Pseudotorula sp.***

Figura 37

Observación de muestras de Pseudotorula sp., al microscopio.

**Figura 38**

Desarrollo de hifas de Pseudotorula sp., en medio de cultivo PDA.

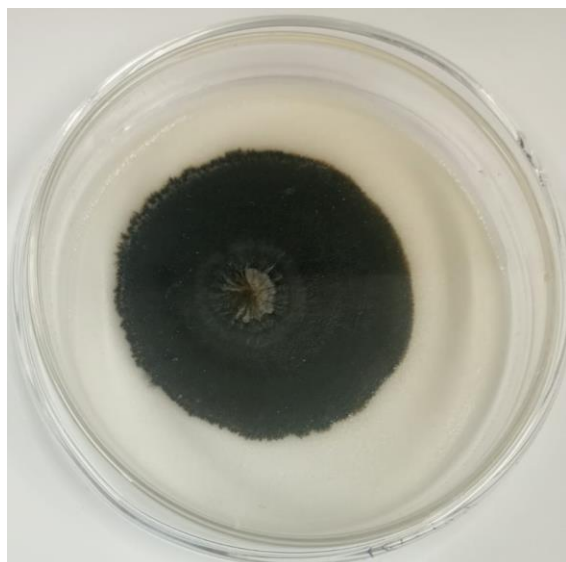
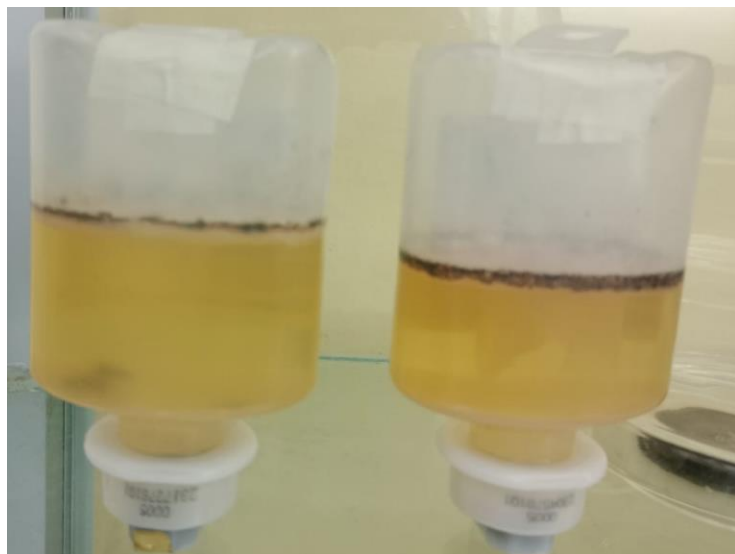


Figura 39

Crecimiento de metabolitos tóxicos de Pseudotorula sp., en medio de cultivo liquido PD.

**Figura 40**

Tallitos de palto puestos a la prueba de patogenicidad con los metabolitos tóxicos de Pseudotorula sp.

