

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA “JUAN MISAEL SARACHO”

FACULTAD DE CIENCIAS AGRÍCOLAS Y FORESTALES

CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA



TESIS DE GRADO

COMPORTAMIENTO DE EXPLANTES DE PALTA

**(*Persea americana* Mill.) EN TRES MEDIOS DE CULTIVO EN LA
FASE DE ESTABLECIMIENTO *IN VITRO* EN EL
LABORATORIO DE FITOPATOLOGÍA Y CULTIVO *IN VITRO***

Por:

BRÍGIDA MENDEZ IBARRA

Tesis de grado presentada a consideración de la “UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAEL SARACHO” como requisito para optar el grado académico de Licenciatura en Ingeniería Agronómica.

GESTIÓN 2025

TARIJA-BOLIVIA

VºBº

.....
M. Sc. Ing. Henry Esnor Valdez Huanca

DOCENTE GUÍA

.....
M.Sc. Ing. Milton Javier Caba Olguín

DECANO

**FACULTAD DE CIENCIAS
AGRÍCOLAS Y FORESTALES**

.....
M.Sc. Ing. Víctor Enrique Zenteno López

VICEDECANO

**FACULTAD DE CIENCIAS
AGRÍCOLAS Y FORESTALES**

APROBADA POR:

TRIBUNALES:

.....
M.Sc. Ing. Milton Javier Caba Olguín

TRIBUNAL

.....
Ing. Omar Gutiérrez Catarí

TRIBUNAL

.....
M.Sc. Lic. Ing. Yerko Sfarcich Ruiz

TRIBUNAL

El tribunal calificador del presente trabajo,
no se solidariza con la forma, términos,
modos y expresiones vertidas en el mismo,
siendo éstas responsabilidad de la autora.

DEDICATORIA

Dedico este trabajo, en primer lugar, a Dios, por ser la luz en mi camino y la fuerza en mi debilidad. Por su infinito amor y misericordia, que me permitieron superar cada obstáculo y llegar a la meta.

Dedico mi tesis en especial a mi madre Angélica Ibarra Sandoval y a mi tía Isabel Ibarra Sandoval, por ser los dos pilares fundamentales en mi vida. Porque nunca me han dejado sola y que han sido mi mayor inspiración. Este logro se lo dedico a ellas, porque sin su amor incondicional, sacrificio y apoyo constante, no estaría cumpliendo este gran sueño.

AGRADECIMIENTO

Doy infinitas gracias a Dios, por ser mi fortaleza en los momentos difíciles y por darme el conocimiento, la actitud, el entendimiento y por haberme guiado a lo largo de la vida.

A mi madre y a mi padrastro, Senon Martines, cuyo amor incondicional y apoyo moral y económico han sido fundamentales para la culminación de este trabajo.

A mi pequeña hermanita Ruth Danna Martines, gracias por tu sonrisa y ternura. Tu amor incondicional ha sido un impulso invaluable en mi vida.

Mis más sinceros agradecimientos a mi profesor guía Ing. Henry Valdez Huanca quien con sus conocimientos y apoyo me guio en la realización de este trabajo de tesis.

Expreso mi más profundo agradecimiento al distinguido plantel docente de la Facultad de Ciencias Agrícolas y Forestales de la Universidad Autónoma Juan Misael Saracho, por su dedicación, esfuerzo y compromiso en mi formación académica y profesional. Su guía y enseñanza han sido fundamentales para alcanzar este logro.

Mis más sinceros agradecimientos a cada uno de mis tribunales M.Sc. Lic. Ing. Yerko Sfarich Ruiz, Ing. Omar Gutiérrez Catarí, M.Sc. Ing. Milton Javier Caba Olguín que, con su paciencia y dedicación, me transmitieron todos los conocimientos necesarios para mi formación académica.

Extiendo mi sincero agradecimiento al Ing. Layme Nieves José Lindolfo, docente de la materia de Profesionalización II, por ser un gran docente.

A la Ing. Abi Copa, por su apoyo constante y valiosa colaboración en el laboratorio durante el desarrollo de mi trabajo de tesis.

A mis compañeros y compañeras de laboratorio y de tesis, en especial a Telma Pacheco, Dayla Castro, Eugenia Calizaya, Cristian Camacho, Gerardo Jurado, Anthony Sagredo, expreso mi más sincero agradecimiento por los momentos compartidos durante este proceso académico. Su apoyo, amistad y colaboración hicieron de la elaboración de nuestra tesis una experiencia enriquecedora y memorable. Gracias por la dedicación, la paciencia y el esfuerzo conjunto que fueron fundamentales para alcanzar este logro.

ÍNDICE

PRELIMINARES

DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTO	iii
RESUMEN.....	iv

INTRODUCCIÓN

ANTECEDENTES	1
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	2
JUSTIFICACIÓN	2
OBJETIVOS.....	3
Objetivo general	3
Objetivos específicos	3
HIPÓTESIS	3
Hipótesis de Investigación	3
Hipótesis Nula	3

Capítulo I: MARCO TEÓRICO

1.1. ORIGEN	4
1.2. IMPORTANCIA DEL CULTIVO.....	4
1.3. PRODUCCIÓN MUNDIAL	5
1.4. PRODUCCIÓN DE PALTA EN BOLIVIA	6
1.4.1. Producción y rendimiento de palto, año agrícola 2024 - bolivia	7
1.5. PRODUCCIÓN DEPARTAMENTAL.....	7
1.5.1. Producción departamental de plantines certificados	8
1.6. TAXONOMÍA.....	8
1.7. DESCRIPCIÓN BOTÁNICA	9
1.8. CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS	10
1.9. REQUERIMIENTOS CLIMÁTICOS Y EDÁFICOS.....	14
1.10. VARIEDADES COMERCIALES DE PALTA.....	15
1.11. LABORES CULTURALES	17

1.11.1. Preparación del suelo.....	17
1.11.2. Marcos de plantación.....	17
1.11.3. Poda.....	19
1.11.4. Práctica de anillado	20
1.11.5. Aclareo de flores y frutos.....	20
1.11.6. Riego.....	21
1.11.7. Fertilización	21
1.12. PLAGAS Y ENFERMEDADES	22
1.12.1. Plagas.....	22
1.12.2. Enfermedades.....	22
1.13. COSECHA.....	24
1.14. TIPOS DE PROPAGACIÓN EN PALTA	24
1.14.1. Propagación	24
1.14.2. Propagación y selección de portainjerto.....	25
1.14.3. Patrones provenientes de semilla	25
1.14.3.1. Patrón Variedad Zutano.....	25
1.14.3.2. Variedad Anisada	25
1.14.3.3. Patrón Ashdot.....	25
1.14.3.4. Patrón Degania	26
1.14.3.5. Patrones Fairchild:.....	26
1.14.3.6. Patrones Tsriffin:.....	26
1.14.4. Propagación sexual o por semilla.....	26
1.14.5. Propagación asexual	26
1.14.6. Propagación por Injerto	27
1.14.7. Propagación Clonal	27
1.14.8. Propagación <i>in vitro</i> (micropropagación).....	27
1.15. Ventajas de la micropropagación	28
1.16. CULTIVO <i>IN VITRO</i>	29
1.17. FASES DE MICROPROPAGACIÓN DE CULTIVO <i>IN VITRO</i>	29

1.17.1. Fase 0: Selección y preparación de la planta madre.....	29
1.17.2. Fase I: Establecimiento en Condiciones de Asepsia.	30
1.17.3. Fase II: Multiplicación Micro propagación (Clonación <i>in vitro</i>).....	31
1.17.4. Fase III: Enraizamiento	31
1.17.5. Fase IV: Aclimatación.....	31
1.18. TIPOS DE CULTIVO <i>IN VITRO</i>	32
1.18.1. Cultivo de Meristemos	32
1.18.2. Embriogénesis y Organogénesis	32
1.18.3. Cultivos <i>In vitro</i> de tejidos vegetales	33
1.18.4. Técnicas de cultivo de Tejidos.....	33
1.18.5. Características del cultivo <i>In vitro</i>	33
1.19. MEDIOS DEL CULTIVO <i>IN VITRO</i>	34
1.19.1. Tipos de medios utilizados en palta	35
1.19.2. Compuestos Inorgánicos.....	38
1.19.3. Compuestos orgánicos.....	39
1.19.4. Sales Inorgánicas.....	39
1.19.5. Aminoácidos	39
1.19.6. Vitaminas	40
1.19.7. Azúcares	40
1.19.8. Carbohidratos.....	40
1.20. REGULADORES DE CRECIMIENTO	41
1.20.1. Auxinas	41
1.20.2. Citoquininas	42
1.20.3. Giberelinas	42
1.20.4. Sales Minerales	43
1.20.5. Amino ácidos y Amidas.....	43
1.20.6. Ácido Abscísico	44
1.20.7. Agua.....	44
1.21. EXPLANTES VEGETALES	44
1.21.1. Tipos de explantes utilizados en palta	45

1.21.2. Tipos de explantes y su origen.....	46
1.22. Métodos de Desinfección en Cultivo <i>In vitro</i> de Explantes de Palta.....	46
1.22.1. Agentes desinfectantes más utilizados	47
1.22.2. Comparación de métodos de desinfección en palta	48
1.22.3. Efecto de los medios de cultivo en la regeneración <i>in vitro</i>	49

Capítulo II: MATERIALES Y MÉTODOS

2.1. LOCALIZACIÓN	50
2.2. MATERIALES	50
2.2.1. Material vegetal.....	50
2.2.1.1 Procedencia del Material Vegetal	50
2.2.2. Material escritorio	51
2.2.3. Material de laboratorio	51
2.3. METODOLOGÍA	52
2.3.1. Fase 0. Selección del material genético de palta (Persea americana Var. Anisada)	52
2.3.2. Fase I. Establecimiento <i>in vitro</i> de la Palta (Persea americana Var. Anisada). 54	
2.3.2.1. Ensayo 1: Optimización del proceso de desinfección	54
2.3.2.2. Ensayo 2: Regeneración de explantes de palta en tres medios de cultivo.	58
2.4.DISEÑO EXPERIMENTAL.....	58
2.4.1. Variables de estudio – Ensayo 2 (Medios de Cultivo)	58
2.4.2. Variables de respuesta 2 (Medios de Cultivo)	59
2.5. PROCEDIMIENTO	61
2.5.1. Preparación de medios de cultivo	61
2.5.2. Introducción <i>in vitro</i> – Inoculación de explantes.....	63

Capítulo III: RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. Ensayo 1: métodos de desinfección	64
3.2. Ensayo 2: Establecimiento de palta (Persea americana Var. Anisada).....	66
3.2.1. Regeneración	66
3.2.2. Longitud de brotes.....	68

3.3.3. Vigor de brotes.....	71
-----------------------------	----

Capítulo IV: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1. CONCLUSIONES	75
-------------------------	----

4.2. RECOMENDACIONES	76
----------------------------	----

BIBLIOGRAFÍA

ANEXOS

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: <i>Principales países exportadores de palta (Persea americana Mill) 2018-2023</i>	5
Figura 2: <i>Exportaciones globales de palta (Persea americana Mill) 2005-2030</i>	6
Figura 3: <i>Planta joven de palta o aguacate</i>	9
Figura 4: <i>Flor de palta o aguacate</i>	12
Figura 5: <i>Fruto del palto</i>	13
Figura 6: <i>Partes de la semilla de Palto</i>	14
Figura 7: <i>Marco de plantación del palto</i>	18
Figura 8: <i>Ubicación del Laboratorio de Fitopatología y Cultivo in vitro</i>	50
Figura 9: <i>Muestra la planta madre donadora de explantes</i>	53
Figura 10: <i>Procesamiento de muestras en laboratorio</i>	53
Figura 11: <i>Obtención de segmentos nodales a partir de muestras obtenidas de planta madre</i>	55
Figura 12: <i>Desinfección de explantes por Hipoclorito de Sodio (20%pc)</i>	56
Figura 13: <i>Aplicación de ozono a segmentos nodales de palta</i>	57
Figura 14: <i>Plantilla de evaluación del vigor de vitroplantas a 90 días de desarrollo</i>	.60
Figura 15: <i>Esterilización por autoclave: 121°C x 1.5atm x 20 minutos</i>	62
Figura 16: <i>Contaminación de unidades experimentales</i>	64
Figura 17: <i>Gráfica de la eficiencia del desinfectante de NaClO y Ozono</i>	65
Figura 18: <i>Regeneración de segmentos nodales de palta (Persea americana Var. Anisada) en 3 medios de inicio</i>	67

Figura 19: <i>Porcentaje de explantes regenerados de Palta (Persea americana Var. Anisada) en tres medios de cultivo</i>	68
Figura 20: <i>Longitud (cm) de brotes de Palta (Persea americana Var. Anisada) en tres medios de cultivo a los 60 días de inoculación.</i>	70
Figura 21: <i>Longitud de brotes de Palta (Persea americana Var. Anisada) en tres medios de cultivo a 60 días</i>	71
Figura 22: <i>Evaluación de brotes de Palta (Persea americana Var. Anisada) en los tres medios de cultivo a 90 días</i>	73
Figura 23: <i>Vigor de brotes de Palta (Persea americana Var. Anisada) en tres medios de cultivo a 90 días</i>	74

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: <i>Datos de producción y rendimiento de palta a nivel nacional en Bolivia</i>	7
Tabla 2: <i>Tarija producción de plantines de palto 2023-2024</i>	8
Tabla 3: <i>TAXONOMÍA</i>	8
Tabla 4: <i>Composición de medios de cultivo para células vegetales</i>	35
Tabla 5: <i>Medio 1</i>	36
Tabla 6: <i>Medio 2</i>	37
Tabla 7: <i>Medio 3</i>	38
Tabla 8: <i>Necesidades Nutricionales y Hormonales</i>	43
Tabla 9: <i>Comparación de métodos de desinfección</i>	48
Tabla 10: <i>Descripción de métodos desinfección</i>	55
Tabla 11: <i>Ensayo de eficiencia de dos métodos de desinfección para explantes de Palta Var. Anisada</i>	55
Tabla 12: <i>Variables de estudio – Ensayo 2 (Medios de Cultivo)</i>	59
Tabla 13: <i>Boleta de preparación del medio de cultivo del tratamiento T1</i>	61
Tabla 14: <i>Boleta de preparación del medio de cultivo del tratamiento T2</i>	62
Tabla 15: <i>Boleta de preparación del medio de cultivo del tratamiento T2</i>	63
Tabla 16: <i>Eficiencia desinfectante de NaClO y Ozono</i>	65
Tabla 17: <i>Regeneración de explantes de Palta (Persea americana Var. Anisada)</i> ...	67
Tabla 18: <i>ANOVA de regeneración de explantes de Palta (Persea americana Var. Anisada) en tres medios de cultivo de inicio</i>	68
Tabla 19: <i>Prueba de Tukey (0,5) para regeneración de explantes de palta</i>	69
Tabla 20: <i>Longitud de brotes de Palta (Persea americana Var. Anisada)</i>	71

Tabla 21: <i>ANOVA de longitud de brotes de Palta (Persea americana Var. Anisada) en tres medios de cultivo a 60 días</i>	72
Tabla 22: <i>Prueba de Tukey (0,5) para longitud de brotes de Palta (Persea americana Var. Anisada) en tres medios de cultivo a 60 días</i>	72
Tabla 23: <i>Vigor de explantes de Palta (Persea americana Var. Anisada)</i>	74
Tabla 24: <i>ANOVA de vigor de brotes de Palta (Persea americana Var. Anisada) en tres medios de cultivo a 90 días</i>	75
Tabla 25: <i>Prueba de Tukey (0,5) para vigor de brotes de Palta (Persea americana Var. Anisada) en tres medios de cultivo a 90 días</i>	75

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo A Preparación de los medios evaluados

Anexo B Obtención explantes del portainjerto de palto Var. Anisada

Anexo C Preparación de explantes del portainjerto de palto Var. Anisada para desinfección

Anexo D Desinfección y establecimiento de explantes de Palto Var. Anisada

Anexo E Taxonomía obtenida del herbario universitario 2025

Anexo F Datos de viveros registrados en el INIAF