

UNIVERSIDAD AUTONOMA “JUAN MISAEL SARACHO”

FACULTAD DE CIENCIAS AGRICOLAS Y FORESTALES

CARRERA DE INGENIERIA AGRONOMICA



**RENOVACIÓN DEL BANCO DE GERMOPLASMA DE LA
FRUTILLA (*Fragaria × ananassa* Duch) EN EL LABORATORIO DE
FITOPATOLOGÍA Y CULTIVO *IN VITRO* DE LA FCAYF.**

Por:

CRISTIAN ADRIAN CAMACHO

Modalidad de graduación Trabajo Dirigido 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

.....
Ing. Abi Jerusalén Copa López
DOCENTE GUIA

.....
M.Sc. Ing. Milton Javier Caba O.
DECANO
FACULTAD DE CIENCIAS
AGRICOLAS Y FORESTALES

.....
M.Sc. Ing. Victor Enrique Zenteno L.
VICEDECANO
FACULTAD DE CIENCIAS
AGRICOLAS Y FORESTALES

APROBADA POR:

TRIBUNAL:

.....
TRIBUNAL
M.Sc. Ing. Victor Enrique Zenteno López

.....
TRIBUNAL
M.Sc. Ing. German Hoyos Farfán

.....
TRIBUNAL
Ing. Omar Gutiérrez Catari

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

DEDICATORIA

Dedico esta meta, a toda mi familia, por su apoyo incondicional por estar presentes de una u otra manera en cada etapa de mi crecimiento y formación personal. Cada palabra de aliento, cada consejo y cada gesto ha llegado a ser fundamental para seguir adelante.

De manera muy especial, dedico este logro a mi madre, quien ha sido mi mayor fortaleza. En momentos difíciles y en momentos felices, siempre estuvo firme a mi lado, brindándome su amor, motivación y apoyo incondicional. Gracias por creer en mi incluso cuando yo dudaba, por impulsarme a no rendirme y por acompañarme en cada paso de este proceso. Sin ti, alcanzar esta meta no habría sido posible. Este logro también es tuyo "Mamita".

AGRADECIMIENTOS

Expreso mi más profundo agradecimiento a Dios, por darme la oportunidad, fortaleza y la sabiduría necesaria para poder superar cada desafío y continuar firme en este camino.

A mi familia por su apoyo y haber sido un pilar fundamental en mi formación, brindándome ánimo y motivándome a superarme cada día.

Al Ing. Omar Gutiérrez, por brindarme la oportunidad y el espacio en el Laboratorio de Fitopatología y Cultivo *in vitro* de la Facultad de Ciencias Agrícolas y Forestales, para el desarrollo de este trabajo dirigido, contribuyendo a mi formación en el ámbito profesional.

A mi profesora guía, la Ing. Abi Copa L. Por su orientación, paciencia y apoyo durante el desarrollo de este trabajo, así como por la confianza depositada en mí y por hacer la culminación del mismo. También agradecer a los docentes de la FCAYF. Por compartir sus conocimientos experiencias y contribuir a mi formación académica y profesional.

“Este momento marca el inicio de un camino con esfuerzo, guiado por la fe y sostenido por la convicción de avanzar siempre con Dios a mi lado.”

ÍNDICE GENERAL

PRELIMINARES

Dedicatoria	II
Agradecimientos	III
Resumen	V

INTRODUCCIÓN

Introducción.....	1
Planteamiento del trabajo dirigido.....	3
Justificación del trabajo dirigido	4
Objetivos	5
Objetivo general	5
Objetivo específico	5
Enfoque del trabajo dirigido.....	5
Alcance del trabajo dirigido	6
Características de la institución donde se realizó el trabajo dirigido.....	7
Antecedentes.....	7

CAPITULO I

MARCO TEORICO

1.1. Origen.....	9
1.2. Características de la frutilla	10
1.3. Taxonomía de la frutilla	11
1.4. Morfología y anatomía de la frutilla	11
1.4.1. Sistema radicular	11
1.4.2. Tallo (corona).....	12
1.4.3. Hojas	12
1.4.4. Estolones	12
1.4.5. Inflorescencia y flor.....	12
1.4.6. Fruto.....	13
1.5. Biotecnología.....	13

1.6. Germoplasma vegetal y bancos de conservación <i>in vitro</i>	13
1.6.1. Importancia del germoplasma en la conservación y mejoramiento	13
1.6.2. Objetivos y funciones de los bancos de germoplasma	14
1.7. Manejo y documentación de bancos <i>in vitro</i>	14
1.8. Biotecnología vegetal	15
1.9. Banco de germoplasma	15
1.10. Cultivo <i>in vitro</i>	15
1.11. Propagación de cultivo <i>in vitro</i>	16
1.11.1. Tipos de propagación	17
1.11.1.1. Micropropagación y micropropagación vegetal.....	17
1.12. Métodos de cultivo de tejidos vegetales	18
1.12.1. Organogénesis.....	18
1.12.2. Embriogénesis somática	18
1.13. Condiciones generales para el cultivo <i>in vitro</i>	18
1.14. Multiplicación <i>in vitro</i> de frutilla a partir de meristemas	19
1.15. Características de la variedad San Andrea.....	20
1.15.1. Origen y tipo de variedad	20
1.15.2. Morfología de la planta	20
1.15.3. Características del fruto	20
1.15.4. Rendimiento y productividad.....	20
1.15.5. Características de la variedad camino real.....	20
1.15.6. Origen y tipo de variedad	20
1.15.7. Morfología de la planta	21
1.15.8. Características del fruto	21
1.15.9. Rendimiento y productividad.....	21
1.15.10. Producción de frutilla en Bolivia y Tarija	21
1.16. Problemática del material vegetal de propagación en frutilla	22
1.17. Calidad genética, sanitaria y fisiológica del material vegetal	22
1.18. Sistema de certificación vegetal en argentina (inase)	23
1.18.1. Normativa en Bolivia (INIAF y SENASAG).....	23

1.18.2. Referente fitosanitario internacional de propagación vegetal (SAG-chile)....	24
1.18.3. Necesidad de un sistema preliminar de categorización de plantines de frutilla producidos <i>in vitro</i> en Tarija	24

CAPITULO II

MATERIALES Y MÉTODOS

2.1. Localización.....	25
2.1.1. Ubicación	25
2.2. Características agroecológicas	26
2.2.1. Temperatura.....	26
2.2.2. Precipitación.....	26
2.2.3. Lluvia	26
2.2.4. Humedad	27
2.2.5. Viento.....	27
2.2.6. Sector agrícola.....	27
2.3. Materiales	28
2.3.1. Material vegetal	28
2.3.2. Material de laboratorio.....	28
2.3.3. Materiales de uso dentro del laboratorio.....	29
2.3.4. Productos químicos.....	29
2.4. Metodología.....	29
2.4.1. Fase 0. selección de plantas madre.....	30
2.4.1.1. Obtención de explantes (meristemos apicales)	31
2.4.1.2. Fase 0. desinfección del material vegetal	32
2.4.1.3. Preparación de medio de cultivo introducción.....	33
2.4.2. Fase 1. establecimiento <i>in vitro</i>	35
2.4.2.1. Medio de cultivo para la fase de multiplicación	37
2.4.3. Fase 2. multiplicación de brotes.....	38
2.4.4. Registro y conservación en el banco de germoplasma sistema de codificación y trazabilidad	40
2.4.5. Análisis de datos.....	41

CAPITULO III

RESULTADOS

3.1. Obtención de vitroplantas de frutilla por cultivo de ápices meristemáticos.....	44
3.1.1. Obtención y desinfección del material vegetal.....	44
3.1.2. Eficiencia de establecimiento <i>in vitro</i>	45
3.1.3. Comparación de establecimiento entre variedades.....	46
3.2. Multiplicación de vitroplantas mediante subcultivos sucesivos.....	47
3.2.1. Progresión de la multiplicación <i>in vitro</i>	47
3.2.2. Comportamiento de multiplicación por clon.....	50
3.2.3. Pérdida de material vegetal por oxidación fenólica.....	51
3.2.4. Comparación final entre variedades	52
3.3. Registro, organización y trazabilidad de las accesiones regeneradas	53
3.3.1. Sistema de codificación y registro de accesiones regeneradas.....	53
3.3.2. Acciones conservadas en el banco de germoplasma	54
3.3.3. Estado sanitario y conservación del material vegetal	55
3.3.4. Registro de trazabilidad del material regenerado	56
3.4. Esbozo de propuesta de categorización y control de calidad de plantines de frutilla producidos <i>in vitro</i> en Tarija.....	57
3.4.1. Fundamentación técnica de la propuesta	57
3.4.2. Justificación del sistema de categorización propuesto	57
3.4.3. Objetivo general y específicos del sistema propuesta	58
3.4.4. Base técnica del sistema propuesto.....	59
3.4.5. Etapas preliminares del proceso de propagación.....	59
3.4.6. Propuesta preliminar de categorización del material vegetal de frutilla producido <i>in vitro</i>	60
3.4.7. Criterios mínimos de control de calidad del material vegetal	60
3.4.8. Implementación del sistema preliminar de categorización en Tarija	61
3.4.9. Consideración técnica final del esbozo.....	62

CAPITULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1. Conclusiones.....	63
4.2. Recomendaciones.....	64

BIBLIOGRAFÍA

ANEXOS

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1_Medio de introducción.....	35
Tabla 2_Medio de multiplicación.....	38
Tabla 3_Condiciones de conservacion.....	40
Tabla 4_Descripción de trabajo realizado.....	42
Tabla 5_Obtención de explantes por variedad y clon.....	44
Tabla 6_Registro de establecimiento <i>in vitro</i>	45
Tabla 7_Eficiencia de establecimiento por variedad	46
Tabla 8_Progresión de la multiplicación <i>in vitro</i> de frutilla	49
Tabla 9_Distribución de explantes por clon.....	51
Tabla 10_Pérdida de frascos durante la multiplicación	52
Tabla 11_Comparación general de la producción entre variedades	53
Tabla 12_Acciones conservadas por variedad	55
Tabla 13_Criterios de evaluación visual del material conservado	56
Tabla 14_Estructura preliminar de categorización.....	60
Tabla 15_Criterio de control de calidad.....	61

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Ubicación del laboratorio de fitopatología y cultivo <i>in vitro</i>	25
Figura 2 Obtención de plantas madre de frutilla var. san andrea y camino real	28
Figura 3 Procedimiento para la obtención de un material vegetal	30
Figura 4 Recolección de estolones de plantas madre	31
Figura 5 Obtención de estolones de plantas madre	32
Figura 6 Cámara de flujo laminar, desinfección de material vegetal	33
Figura 7 Preparativo de medio de introducción	34
Figura 8 Establecimiento <i>in vitro</i> de meristemas apicales de frutilla.....	36
Figura 9 Preparación de medio de cultivo para la fase de multiplicación	37
Figura 10 Fase de multiplicación y descartar brotes.....	39

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo A. Taxonomía de la frutilla

Anexo B. Vivero del laboratorio de fitopatología y cultivo *in vitro*

Anexo C. Verificación de material vegetal

Anexo D. Monitoreo de la fase de establecimiento

Anexo E. Transferencia de tubo a frasco

Anexo F. Prácticas en el centro experimental de chocloca

Anexos G. Fase de multiplicación

Anexos H. Preparación de medio de cultivo

Anexos I. Replicación papa y ajo

Anexos J. Pérdida de 2 frascos por oxidación fenológica

anexos K. Obtención de 996 vitroplantas de frutilla en cultivo *in vitro*

Anexo L. Papeletas de control de medios preparados tanto introducción como multiplicación