

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA “JUAN MISAEL SARACHO”
FACULTAD DE CIENCIAS AGRÍCOLAS Y FORESTALES
CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA



“ESTABLECIMIENTO IN VITRO DEL NOGAL (*Juglans sp.*)”

Por:

JOEL KALEB NUÑEZ CESPEDES

Tesis presentada a consideración de la **UNIVERSIDAD AUTÓNOMA “JUAN MISAEL SARACHO”**, como requisito para optar el Grado Académico de Licenciatura en Ingeniería Agronómica.

Octubre 2016

TARIJA-BOLIVIA

VºBº

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

.....
M.Sc. Ing. Linder Espinoza Márquez
**DECANO DE LA FACULTAD DE
CIENCIAS AGRÍCOLAS Y
FORESTALES**

.....
M. Sc. Ing. Henry Esnor Valdez Huanca
**VICEDECANO DE LA FACULTAD DE
CIENCIAS AGRÍCOLAS Y
FORESTALES**

APROBADÁ POR:

TRIBUNAL:

.....
Ph.D. Ing. Gilberto Varas Catoira
TRIBUNAL

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

.....
M. Sc. Ing. Edwin Flórez Segovia
TRIBUNAL

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 a Dios por haberme dado la vida, entendimiento, salud y sabiduría y ayudarme a iluminar mi camino y mis metas; a mis Padres Julieta Céspedes Q.E.P.D. y José Luis Núñez Severich; a mi hijo, Zahid Itamar; a mi tía Aguinda de Castro, quienes me guiaron por el camino correcto y fueron los pilares fundamentales para que culmine mi carrera profesional.

AGRADECIMIENTOS

A Dios por guiar cada paso que he dado en mi vida y las bendiciones que me manda.

A mi hermana Milenka por todo el apoyo y buenos deseos que me dio.

Al Ing. Víctor Enrique Zenteno López por su constante apoyo y oportunos consejos que fueron muy importantes para que yo pueda realizar el presente trabajo.

A la Ing. Miriam Torrico, Docente de la materia de Profesionalización II, por sus consejos y asesoría y gran amistad que me brindó; agradecer también a mi tribunal calificador, Ing. Edwin Flórez Segovia, Dr. Gilberto Varas, Ing. Yerko Sfarsich Ruiz por su valiosa colaboración en la revisión y corrección del presente trabajo de investigación.

A la Facultad de Ciencias Agrícolas y Forestales y a todos sus Docentes quienes fueron parte de mi formación profesional durante todo este tiempo.

*Aunque este en valle de sombras, no
temeré mal alguno porque Jehová,
mi Dios, siempre estará conmigo.*

TÍTULO	CONTENIDO	PÁG.
CAPÍTULO I		
INTRODUCCIÓN		
1.1 ANTECEDENTES.....		1 -
2		
1.2	PLANTEAMIENTO	DEL
PROBLEMA.....		2
1.3 JUSTIFICACIÓN.....		3
1.4 HIPÓTESIS DEL TRABAJO.....		4
1.4.1 Hipótesis Alternativa.....		4
1.5 OBJETIVOS.....		4
1.5.1 Objetivo general.....		4
1.5.2 Objetivos específicos.....		4 -
5		
CAPÍTULO II		
MARCO TEÓRICO		
2.1	ORIGEN	Y
CARACTERÍSTICAS.....		6
2.2 TAXONOMÍA DEL NOGAL.....		7
2.3	IMPORTANCIA ECONÓMICA Y DISTRIBUCIÓN	
GEOGRÁFICA.....		7
2.3.1 Estadística del Cultivo a Nivel Mundial.....		8 - 9
2.3.2 Estadística del Cultivo a Nivel departamental.....		10

2.4. IMPORTANCIA DEL NOGAL EN BOLIVIA.....	10 -
11	
2.5 IMPOTANCIA DEL NOGAL EN	
TARIJA.....	11
2.6. REQUERIMIENTO EDAFOCLIMÁTICO.....	13
2.6.1 Clima.....	13
2.6.2. Agua.....	13
2.6.3. Suelo.....	13
2.7. DESCRIPCIÓN DE LA PLANTA.....	13
2.7.1.	
Planta.....	13
2.7.2.	
Sistema	
radicular.....	14
2.7.3. Hojas.....	14
2.7.4. Yemas.....	14
2.7.5. Flores.....	14
2.7.6. Fruto.....	15
2.8 PROPAGACIÓN.....	15
2.8.1 Propagación vegetativa.....	15
2.8.2 Propagación por semilla.....	15 - 16
2.9. ELECCIÓN DEL MATERIAL	
VEGETAL.....	16
2.9.1 Elección de los	
cultivares.....	16
2.9.2 Elección de	
portainjertos.....	17
2.10 PARTICULARIDADES DEL CULTIVO.....	17
2.10.1 Fertilización.....	17 -
18	

2.10.2	
Poda.....	18
2.11. PLAGAS Y ENFERMEDADES.....	18
2.11.1 Plagas.....	18
2.11.1.1 Carpocapsa o gusano de la nuez (Cydia pomonella).....	18 - 19
2.11.1.2. Zeuzera (Zeuzera pyrina).....	19
2.11.2. Enfermedades.....	20
2.11.2.1 Tinta del nogal o mal negro (Phytophthora cinnamomi).....	20 - 21
2.11.2.2 Podredumbre (Armillaria mellea).....	20 - 21
2.11.2.3 Bacteriosis o mal seco del nogal (Xanthomonas juglandis).....	21 - 22
2.11.2.4 Antracnosis del nogal (Gnomonia leptostyla).....	22
2.12 CULTIVO IN VITRO.....	23 - 24
2.12.1 Características generales de los cultivos in vitro.....	24
2.12.2 Ventajas, desventajas y aplicaciones de la técnica de cultivo in vitro.....	25
2.12.2.1 Ventajas.....	25
2.12.2.2 Desventajas.....	25
2.12.3 Aplicaciones prácticas.....	25 - 26
2.12.4 Medios de cultivo.....	26 - 27
2.12.4.1 Composición General.....	27 - 28
2.12.4.1.1 Compuestos inorgánicos.....	28 - 29
2.12.4.1.2 Carbohidratos.....	29
2.12.4.1.3 Vitaminas.....	29 - 30
2.12.4.1.4 Aminoácidos.....	30

2.12.4.1.5 Soporte inerte (medios semisólidos).....	31
2.12.5. Fases del proceso de micropropagación de cultivo in vitro.....	31 - 32
2.12.5.1 Selección de la planta madre.....	32
2.12.5.2 Introducción del material in vitro.....	32
2.12.5.3 Multiplicación de los brotes.....	32
2.12.5.4 Elección de un medio de enraizamiento de los explantos.....	33
2.12.5.5 Aclimatación de los explantos enraizados.....	33 - 34

CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. LOCALIZACIÓN.....	35
3.2. MATERIALES.....	35
3.2.1. Material vegetal.....	35
3.2.1.1 Procedencia del material vegetal.....	35
3.2.1.2. Ubicación.....	35
3.2.1.2. Clima.....	35 - 36
3.2.1.3. Vegetación.....	36
3.2.1.4. Aspecto Socioeconómico.	36
3.2.2 Material de Laboratorio.....	36 - 37

4.1.3. Tercer ensayo.....	54
4.1.3.1. Porcentaje de contaminación.....	55
4.1.3.1.1 Rutina de Cálculo.....	55 – 57
4.1.3.1.2 Prueba de comparación de medias.....	58 - 59
4.1.4 Cuarto ensayo.....	62
4.1.4.1 Porcentaje de contaminación.....	63
4.1.4.1.1 Rutina de Cálculo.....	63 – 64
4.1.4.1.2 Prueba de comparación de medias.....	65
4.1.4.2 Porcentaje de germinación.....	71
4.1.4.2.1. Rutina de Cálculo.....	71 - 73
4.1.4.2.2. Prueba de comparación de medias.....	73 - 74
4.1.4.3. Crecimiento embrionario.....	77
4.1.4.3.1. Rutina de Cálculo.....	78 -
79	
4.1.4.3.2. Prueba de Comparación de Medias.....	80 –
81	
4.1.4.4. Tiempo de germinación.....	82
4.2. DISCUSIÓN.....	84 - 85

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES.....	85 - 86
5.2. RECOMENDACIONES.....	86

ÍNDICE DE CUADROS

PÁG.	TÍTULO
Cuadro 1	Producción a nivel mundial.....8
Cuadro 2	Producción a nivel departamental.....10
Cuadro 3	Cantidad de fertilizantes para la producción de nogal.....18
Cuadro 4	Composición del medio de Cultivo Woody Plant Medium (1981).....27
Cuadro 5	Tratamiento I.....43
Cuadro 6	Tratamiento II.....43
Cuadro 7	Tratamiento III.....44
Cuadro 8	Tratamiento IV.....44
Cuadro 9	Tratamiento V.....44
Cuadro 10	Tratamiento VI.....45
Cuadro 11	Tratamiento VII.....45
Cuadro 12	Tratamiento VIII.....45
Cuadro 13	Porcentaje de germinación: primer ensayo.....49
Cuadro 14	Método de desinfección con cloroformo: primer ensayo.....49
Cuadro 15	Método de desinfección con alcohol - hipoclorito de sodio: primer ensayo.....50
Cuadro 16	Porcentaje de germinación: segundo ensayo.....51
Cuadro 17	Método de desinfección con cloroformo: segundo ensayo.....52
Cuadro 18	Método de desinfección con alcohol - hipoclorito de sodio: segundo ensayo.....52
Cuadro 19	Porcentaje de germinación: tercer ensayo.....54

Cuadro 20	Análisis de varianza (ANOVA).....	57
Cuadro 21	Cualquier diferencia entre $\chi_a - X > \text{MDS}^*$ Porcentaje de contaminación: tercer ensayo.....	58
Cuadro 22	Método de desinfección con cloroformo: tercer ensayo.....	59
Cuadro 23	Método de desinfección con alcohol - hipoclorito de sodio: tercer ensayo.....	60
Cuadro 24	Análisis de varianza (ANOVA).....	64
Cuadro 25	Cualquier diferencia entre $\chi_a - \chi_b > \text{MDS}^*$ Porcentaje de contaminación: cuarto ensayo.....	65
Cuadro 26	Método de desinfección con cloroformo: cuarto ensayo.....	66
Cuadro 27	Método de desinfección con alcohol - hipoclorito de sodio: cuarto ensayo.....	68
Cuadro 28	Análisis de varianza (ANOVA).....	72
Cuadro 29	Cualquier diferencia entre $\chi_a - \chi_b > \text{MDS}^*$ Porcentaje de germinación: cuarto ensayo.....	74
Cuadro 30	Germinación de los embriones del cuarto ensayo.....	75
Cuadro 31	Análisis de Varianza (ANOVA).....	79
Cuadro 32	Cualquier diferencia entre $\chi_a - \chi_b > \text{MDS}^*$ desarrollo embrionario: cuarto ensayo.....	80

ÍNDICE DE GRÁFICAS

	TÍTULO	
		PÁG.
Gráfica 1	Porcentaje de la Producción de Nuez Año a Nivel Mundial.....	9
Gráfica 2	Comparación de los métodos de desinfección: primer ensayo.....	50
Gráfica 3	Comparación de los métodos de desinfección: segundo ensayo.....	53
Gráfica 4	Comparación de los métodos de desinfección: tercer ensayo.....	61
Gráfica 5	Comparación de los métodos de desinfección: cuarto ensayo.....	69
Gráfica 6	Comparación de los porcentajes de germinación: cuarto ensayo.....	76
Gráfica 7	Promedio del desarrollo embrionario (cm): cuarto ensayo.....	81
Gráfica 8	Comparación del tiempo de germinación entre los tratamientos.....	82

ÍNDICE DE MAPAS

TÍTULO

PAG.

Mapa 1	Mapa del Departamento de Tarija con la ubicación de las zonas de producción de Nogal.....	12
--------	---	----

ÍNDICE DE ANEXOS

TÍTULO

Anexo 1	Preparación del medio de cultivo WPM
Anexo 2	Esterilización de los materiales y medios de cultivo
Anexo 3	Pelando las nueces
Anexo 4	Ubicación del embrión en la semilla del nogal
Anexo 5	Desinfección de los embriones
Anexo 6	Establecimiento in vitro
Anexo 7	Evaluación del primer ensayo
Anexo 8	Evaluación del segundo ensayo
Anexo 9	Evaluación del tercer ensayo
Anexo 10	Evaluación del cuarto ensayo
Anexo 11	Protocolo de Laboratorio