

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

**TESIS:**

**“DETERMINAR LA AFINIDAD ANATÓMICA Y FISIOLÓGICA DE  
TRES VARIEDADES DE VID, EN TRES PORTAINJERTOS (PAULSEN  
1103, 99-R, SO4), CON DOS TIPOS DE INJERTOS EN EL CENAVIT”**

**Por:**

**WILFREDO YURQUINA TÓRREZ**

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

**Diciembre de 2012**

**TARIJA – BOLIVIA**

**V°B°**

-----  
Ing. Freddy Ortega Guzmán  
**PROFESOR GUÍA**

-----  
M.Sc. Ing. Ismael Acosta Galarza  
**DECANO**  
**FAC. CS. AGRÍCOLAS Y FORESTALES**

-----  
M.Sc. Ing. Línder Espinoza Márquez  
**VICEDECANO**  
**FAC. CS. AGRÍCOLAS Y FORESTALES**

**APROBADO POR:**

-----  
M.Sc. Ing. Martín Oscar Tordoya Rojas

-----  
M.Sc. Lic. Ing. Yerko Sfarcich Ruíz

-----  
M.Sc. Ing. Víctor Hugo Hiza Zúñiga

El tribunal de la presente Tesis de Grado, no se solidariza con la forma, términos, modos y expresiones vertidas en el presente trabajo, siendo únicamente responsable del autor.

### **DEDICATORIA:**

El presente trabajo está dedicado a mi padre Vicente Yurquina (†), mi madre Elvira Torrez y mis hermanos Alfredo y Zadid Yurquina Torrez, por darme todo el apoyo incondicional en el transcurso de mi formación profesional.

Y a mi querida sobrina María Julieta, por haber llegado a esta familia y traernos inmensa felicidad y alegría.

A mi tía Prof. Wilma Tórrez de Humérez y mi tío Ing. José Luis Humérez, quienes me apoyaron a elegir esta exitosa carrera.

A mi tíos Antonio Torrez R. (†), y a mi tío Ernesto Torrez, quienes me guiaron y me aconsejaron a ser una persona con buenos valores éticos y morales.

A mi tía Lidia Yurquina, mis tíos Mario, Pedro y Jorge Yurquina, quienes me dieron el apoyo familiar y el aliento a ser un profesional en la vida.

## **AGRADECIMIENTOS:**

Quiero expresar mi eterna gratitud a las siguientes instituciones y personas que coadyuvaron en la ejecución del presente trabajo:

A la Universidad “Juan Misael Saracho”, Facultad de Ciencias Agrícolas y Forestales, a todo el plantel docente y administrativo de la carrera de Ingeniería Agronómica, a quien debo mi formación profesional.

El apoyo del Centro Nacional Vitivinícola (CENAVIT), sin el cual no hubiera sido posible la viabilidad de este trabajo de investigación.

Al Ing. Oscar M. Tordoya, por toda su ayuda valiosa y desinteresada en la elaboración de la presente tesis.

Al Ing. Víctor A. Villarroel Valdez (Docente Profesionalización II), por su orientación valiosa en la elaboración de la presente tesis.

Al Ing. Freddy Ortega Guzmán PROFESOR GUIA de la Tesis, por su valiosa recomendaciones y sugerencias en la elaboración del presente trabajo de investigación.

Al Ing. Raúl Romero - Técnico del CENAVIT, personal de apoyo y administrativo, quienes me han colaborado durante el trabajo de campo de la tesis.

A mis compañeros del 5<sup>to</sup> año de la carrera: Tania, Daniela, Adán, Ronald y Germán, quienes me apoyaron durante el trabajo de campo, con quien compartí gratos momentos.

# ÍNDICE

	Pág.
RESUMEN	
<b>CAPÍTULO I</b>	
<b>1. INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>1</b>
1.1. ANTECEDENTES .....	1
1.2. JUSTIFICACIÓN .....	2
1.3. HIPÓTESIS .....	3
1.4. OBJETIVOS .....	3
1.4.1. Objetivo General .....	3
1.4.2. Objetivo Específicos .....	3
<b>CAPÍTULO II</b>	
<b>2. REVISION BIBLIOGRÁFICA</b> .....	<b>4</b>
2.1. ORIGEN DEL CULTIVO DE LA VID .....	4
2.2. PRODUCCIÓN A NIVEL MUNDIAL .....	5
2.2.1. Estadísticas de la viticultura (superficie mundial) .....	5
2.2.2. Estadísticas de la viticultura (producción de uva mundial) .....	5
2.3. EL CULTIVO DE LA VID EN EL DEPARTAMENTO DE TARIJA .....	6
2.4. CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA .....	7
2.5. CARACTERÍSTICAS BOTÁNICAS .....	8
2.5.1. La Raíz .....	8
2.5.2. La Hoja .....	8
2.5.3. Función de la Hoja .....	8
2.5.4. Tallo .....	9
2.5.5. Las Yemas .....	9
2.5.6. La Inflorescencia, flor y fruto .....	10
2.5.6.1. La inflorescencia .....	10
2.5.6.2. Flor .....	10
2.5.6.3. Fruto o racimo .....	10
2.6. NECESIDADES CLIMÁTICAS DE LA VID .....	10
2.7. REQUERIMIENTO DEL SUELO .....	12
2.8. CARACTERÍSTICAS ESPECIALES DE VARIEDADES AMERICANAS ...	13
2.9. PROPAGACIÓN DE LA VID .....	16
2.9.1. Vía sexual .....	16
2.9.2. Vía asexual o vegetativa .....	16
2.9.2.1. Estaca .....	16
a) Selección y preparación del material .....	16
b) Manipulación y almacenamiento .....	17
2.9.2.2. Acodos .....	17
2.9.2.3. Injerto .....	18

	<b>Pág.</b>
a) Callogénesis .....	18
1. Injerto Inglés .....	21
2. Injerto Omega.....	21
3. Injertos de Hendidura .....	22
4. Injertos de Costado .....	22
5. Injertos de Escudete .....	23
2.10. ASPECTOS GENERALES DEL INJERTO .....	24
2.10.1. Propósito del Injerto.....	24
2.10.2. Requisitos para el éxito de la Injertación .....	24
2.10.3. Portainjertos .....	24
2.10.4. Características de los portainjertos.....	25
2.11. FACTORES QUE INFLUYEN EN LOS RESULTADOS DE LA INJERTACIÓN .....	28
2.11.1. Afinidad y compatibilidad.....	28
2.11.2. Temperatura .....	29
2.11.3. Humedad .....	29
2.11.4. Aireación.....	29
2.11.5. Habilidad manual del operario.....	29
2.12. PLAGAS MÁS COMUNES DE LA VID EN LA ZONA DE TRABAJO .....	30
2.12.1. La filoxera .....	30
2.12.1.1. Ciclo biológico sobre vides americanas .....	31
2.12.1.2. Ciclo biológico en la vid europea .....	33
2.12.1.3. Medios de lucha .....	34
2.12.2. Arañuela .....	34
2.12.3. Nemátodos .....	35
2.12.4. Hormigas .....	35
2.12.5. Pulgones .....	35
2.12.6. Avispas y abejas .....	35
2.13. INJERTO DE TALLER .....	36
2.13.1. Preparación de las estacas injertadas.....	36
2.13.2. Estratificación de las estacas injertadas .....	36
2.13.3. Enraizamiento de las estacas injertadas .....	37
2.13.3.1. Cultivo en vivero de las estacas injertadas.....	37
a) Elección y preparación del suelo .....	37
b) Plantación de las estacas injertadas .....	38
c) Mantenimiento del vivero .....	38
2.13.3.2. Forzado en invernadero de las estacas injertadas.....	39
2.14. ANATOMIA DE LA VID.....	40
2.14.2. Estudio de la relaciones cribro-vasculares. ....	42

	<b>Pág.</b>
2.14.3. Formación del nuevo xilema y floema a partir del nuevo cambium vascular producido en el puente del callo .....	42
2.14.4. Funciones del Tallo .....	43
2.14.4.1. Sostén .....	43
2.14.4.2. Conducción .....	43
2.14.4.3. Acumulación de reservas .....	44
<b>CAPÍTULO III</b>	
<b>3. MATERIALES Y MÉTODOS.....</b>	<b>46</b>
3.1. LOCALIZACIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO .....	46
3.1.1. Ubicación geográfica .....	46
3.1.2. Vías de comunicación .....	47
3.1.3. Características ecológicas .....	47
3.1.4. Factores climáticos.....	47
3.1.4.1. Clima.....	47
3.1.4.2. Temperatura .....	47
3.1.4.3. Precipitación.....	47
3.1.4.4. Viento.....	48
3.1.5. Suelos .....	48
3.1.6. Vegetación.....	48
3.1.7. Superficie cultivada y distribución.....	49
3.2. MATERIALES .....	50
3.2.1. Material vegetal y descripción. ....	50
3.2.1.1. Vitis Berlandieri x Vitis Rupestris (portainjertos híbridos). ....	50
3.2.1.2. Vitis Berlandieri x Vitis Riparia (portainjertos híbridos). ....	52
3.2.1.3. Variedad blanca Italia (injerto). ....	53
3.2.1.4. Variedad rosada Cardinal (injerto).....	54
3.2.1.5. Variedad tinta Syrah (injerto).....	54
3.2.2. Material de campo.....	55
3.2.3. Insumos y mano de obra. ....	55
3.2.4. Equipos y herramientas. ....	56
3.2.5. Material de registro. ....	56
3.2.5. Material de estratificación.....	56
3.3. METODOLOGÍA.....	57
3.3.1. Diseño experimental.....	57
3.3.1.1. Dimensiones del diseño. ....	57
3.3.1.2. Características del experimento.....	57
3.3.1.3. Diseño de campo. ....	59
3.3.2. Procedimiento experimental (Proceso de Injertación). ....	60
3.3.2.1. Selección de plantas madres para pie y para variedad.....	60



	<b>Pág.</b>
3.3.2.2. Recolección de material vegetativo .....	60
3.3.2.3. Cortado y selección de estacas .....	60
3.3.2.4. Hidratación .....	61
3.3.2.5. Conservación .....	61
3.3.2.6. Desyemado .....	61
3.3.2.7. Rehidratación y desinfección .....	61
3.3.2.8. Colocado en hormona .....	62
3.3.2.9. Injertación .....	62
3.3.2.10. Encerado .....	62
3.3.2.11. Estratificación en cajas y aserrín .....	63
3.3.2.12. Tratamiento en cámara bioclimática .....	63
3.3.2.13. Parafinado .....	64
3.3.2.14. Trasplante al Vivero .....	64
3.3.2.15. Labores culturales en vivero .....	64
3.3.3. Variables Registradas .....	67
3.3.3.1. Encallamiento en cámara bioclimática .....	67
3.3.3.2. Brotación en cámara bioclimática .....	67
3.3.3.3. Número de raíces en cámara bioclimática .....	67
3.3.3.4. Longitud de brote en vivero .....	67
3.3.3.5. % de Prendimiento en vivero .....	68
<b>CAPÍTULO IV</b>	
<b>4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....</b>	<b>69</b>
4.1. EVALUACIÓN EN CÁMARA BIOCLIMÁTICA .....	69
4.1.1. Porcentaje de encallamiento en la cámara bioclimática .....	69
4.1.2. Porcentaje de brotación en la cámara bioclimática .....	72
4.1.3. Número de raíces en la cámara bioclimática .....	74
4.2. EVALUACIÓN EN VIVERO .....	77
4.2.1. Porcentaje de prendimiento en vivero .....	77
4.2.2. Longitud de brote en el vivero y/o invernadero .....	84
4.3. EVALUACIÓN DE COMPATIBILIDAD DE LOS INJERTOS .....	87
4.3.1. Compatibilidad anatómica, fisiológica y química .....	87
4.4. CORTES HISTOLÓGICOS CON MICRÓTOMO EN LABORATORIO .....	87
4.4.1. Cortes histológicos de patrón vs. injerto (floema – xilema) .....	87
<b>CAPÍTULO V</b>	
<b>5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....</b>	<b>90</b>
5.1. CONCLUSIONES .....	90
5.2. RECOMENDACIONES .....	92
<b>BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA .....</b>	<b>93</b>

## ÍNDICE DE CUADROS

	<b>Pág.</b>
Cuadro 1	Superficie mundial de la viticultura en (Has.) .....5
Cuadro 2	Producción mundial de uva en (QQ.) .....5
Cuadro 3	Cantidades referenciales de elementos nutritivos para la vid .....12
Cuadro 4	Características de Portainjertos más destacados en la Viticultura... .....27
Cuadro 5	Porcentaje de encallamiento en cámara bioclimática .....69
Cuadro 6	Porcentaje de encallamiento en variedades y tipo de injerto .....70
Cuadro 7	Porcentaje de encallamiento de variedades y portainjertos .....70
Cuadro 8	Porcentaje de encallamiento de portainjerto y tipo de injerto .....71
Cuadro 9	Porcentaje de brotación en cámara bioclimática.....72
Cuadro 10	Porcentaje de brotación en variedades y tipo de injerto .....73
Cuadro 11	Porcentaje de brotación de variedades y portainjertos.....73
Cuadro 12	Porcentaje de brotación de portainjerto y tipo de injerto.....73
Cuadro 13	Número de raíces en cámara bioclimática .....74
Cuadro 14	Número de raíces en variedades y tipo de injerto .....75
Cuadro 15	Número de raíces de variedades y portainjertos .....75
Cuadro 16	Número de raíces de portainjerto y tipo de injerto .....76
Cuadro 17	Porcentaje de prendimiento en vivero del CENAVIT .....77
Cuadro 18	Porcentaje de prendimiento en variedades y tipo de injerto .....78
Cuadro 19	Prendimiento (%) según el tipo de injerto .....78
Cuadro 20	Porcentaje de prendimiento de variedades y portainjertos .....79
Cuadro 21	Porcentaje de prendimiento de portainjerto y tipo de injerto.....80
Cuadro 22	Prendimiento (%) según el portainjerto .....80
Cuadro 23	Análisis de varianza para % de prendimiento.....81
Cuadro 24	Longitud de brote (cm) en vivero .....84
Cuadro 25	Longitud de brote (cm) en variedades y tipo de injerto .....85
Cuadro 26	Longitud de brote (cm) en variedades y portainjertos .....85
Cuadro 27	Longitud de brote (cm) en portainjertos y tipo de injerto.....86
Cuadro 28	Análisis de varianza para longitud de brote (cm) .....86
Cuadro 29	Datos del diámetro y tamaño de los vasos de las estacas de vid .....88

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

	<b>Pág.</b>
Graf. 1	Prendimiento (%) según el tipo de injerto.....79
Graf. 2	Prendimiento (%) según el portainjerto .....80
Graf. 3	Longitud media de brotes (cm) de los 18 tratamientos .....85

## ÍNDICE DE FIGURAS

	<b>Pág.</b>
Figura 1	Mecanismo de la soldadura del injerto .....19
Figura 2	Ciclo biológico de la filoxera.....30
Figura 3	Ciclo biológico de la Filoxera en la vid Americana.....32
Figura 4	Ciclo biológico de la Filoxera en la vid Europea.....33
Figura 5	Estructura secundaria del sarmiento.....41
Figura 6	Esquema del metabolismo de la vid.....45

## ÍNDICE DE ANEXOS

### FIGURAS

		<b>Pág.</b>
Anexo 1	Mapa de Ubicación Geográfica .....	i
Anexo 2	Diagrama de Injerto (Omega y de Hendidura Simple) .....	ii

### CUADROS

Anexo 3	- Resumen Climatológico (1989 – 2010) .....	iii
Anexo 4	- Costo de Producción por Planta Injertada de Vid (Omega) .....	iv
	- Costo de Producción por Planta Injertada de Vid (H. simple).....	vi

### FOTOGRAFÍAS

Anexo 5	Registro Fotográfico del Proceso de Injertación en el CENAVIT ..	viii
1.A.	Recolección del Material Vegetal .....	viii
2.A.	Cortado y Selección de Estacas .....	ix
3.A.	Hidratación .....	x
4.A.	Conservación .....	xi
5.A.	Desyemado .....	xii
6.A.	Rehidratación y Desinfección .....	xiii
7.A.	Colocado en Hormona .....	xiv
8.A.	Injertación .....	xv
9.A.	Encerado .....	xvi
10.A.	Estratificación en Cajas y Aserrín .....	xvii
11.A.	Tratamiento en Cámara Bioclimática .....	xviii
12.A.	Parafinado .....	xix
13.A.	Transplante al Vivero .....	xx
14.A.	Labores culturales en Vivero .....	xxi
Anexo 6	Fotos de cortes anatómicos con micrótopo en laboratorio de la madera .....	xxii