

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



**“MICROTUBERIZACIÓN *IN VITRO* DE TRES VARIEDADES DE PAPA
(*Solanum tuberosum* L) CON DIFERENTES MEDIOS DE CULTIVO”**

Por:

CRISTIAN ADAN BALDIVIEZO PEREZ

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

Marzo 2015

TARIJA-BOLIVIA

VºBº

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

.....
M.Sc. Ing. Linder Ezpinoza Marquez
**DECANO DE LA FACULTAD DE
CIENCIAS AGRICOLAS Y
FORESTALES**

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

APROBADA POR:

TRIBUNAL:

.....
M.Sc. Ing. Freddy Castro Salinas

.....
M.Sc. Ing. Víctor Adolfo Villarroel Valdez

.....
M.Sc. Ing. Lola Zenteno Reyes

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

DEDICATORIA

A mis padres Mauricia y Milton por brindarme todo su apoyo y confianza para poder seguir adelante y cumplir un objetivo más en mi vida.

AGRADECIMIENTOS

A Dios por guiar cada paso que he dado en mi vida.

A mis hermanas Erika y Graciela por todo apoyo y buenos deseos que me dieron.

A mi hijo Mauricio Baldiviezo y a Norah Estrada por apoyarme y por estar junto a mí en las buenas y malas brindándome su amor y cariño para poder seguir adelante.

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 concejos y asesoría y gran amistad que me brindó, agradecer también a mi tribunal calificador Ing. Víctor Adolfo Villarroel Valdes, Ing. Freddy Castro Salinas Ing. Lola Zenteno Reyes 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.

ÍNDICE

DEDICATORIA

AGRADECIMIENTOS

RESUMEN

CAPÍTULO I

	Pág.
1.1 INTRODUCCIÓN.....	1
1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	2
1.3 JUSTIFICACIÓN.....	2
1.4 OBJETIVOS.....	3
1.4.1 Objetivo General.....	3
1.4.2 Objetivos Especificos.....	3
1.5 HIPOTESIS.....	3

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Importancia del cultivo de la papa.....	4
2.2 Taxonomía de la papa.....	4
2.3 Descripción morfológica de la papa.....	5
2.3.1 Raíces.....	5
2.3.2 Tallos.....	5
2.3.3 Estolones.....	5
2.3.4 Tubérculos.....	6
2.3.5 Hojas.....	6
2.3.6 Inflorescencia, Flor.....	7
2.3.7 Fruto, Semilla.....	7
2.4 Principales enfermedades, virus, nematodos e insectos del cultivo de la papa.....	7
2.4.1 Tizón tardío (<i>Phytophthora infestans</i>).....	7

2.4.2 Tizón temprano (<i>Alternaria solani</i>).....	8
2.4.3 Marchitez bacteriana (<i>Pseudomonas solanacearum</i>).....	8
2.4.4 Sarna pulverulenta (<i>Spongospora subterranea</i>).....	8
2.4.5 Enrollamiento de las hojas (PLRV).....	9
2.4.6 Virus Y de la papa (PVY).....	9
2.4.7 Nemátodos del quiste (<i>Globodera pallida</i> y <i>G. rostochiensis</i>).....	9
2.4.8 Rosario de la papa (<i>Nacobbus aberrans</i>).....	10
2.4.9 Araña roja (<i>Tetranychus sp.</i>).....	10
2.4.10 Polilla de la papa (<i>Ptbitorimaea operculella</i> y <i>Scrobipalposis solanivora</i>).....	11
2.4.10 Escarabajo de la papa (<i>Epitrix spp.</i>).....	11
2.5 Descripción de las variedades de papa.....	11
2.5.1 Variedad Marcela.....	11
2.5.2 Variedad Desirée.....	12
2.5.3 Variedad Revolución.....	12
2.6 La Propagación vegetativa <i>in vitro</i>	13
2.6.1 Etapas de la propagación <i>in vitro</i>	13
2.6.1.1 Etapa I.....	13
2.6.1.2 Etapa II.....	13
2.6.1.3 Etapa III.....	14
2.6.1.4 Etapa IV.....	14
2.6.1.5 Etapa 0.....	14
2.6.2 Factores que influyen en la micropropagación.....	14
2.6.2.1 Planta que dona el explante.....	14
2.6.2.2 El Explante.....	15
2.6.2.3 Factores físicos.....	15
2.7 Medios de cultivo.....	16
2.7.1 Macronutrientes.....	16
2.7.2 Micronutrientes.....	16
2.7.3 Reguladores de crecimiento.....	17

2.7.4 Agentes quelatos.....	17
2.7.5 Carbohidratos.....	17
2.7.6 Vitaminas.....	17
2.7.7 Sustancias gelificantes.....	18
2.8 El Proceso de tuberización.....	18
2.9 Propagación por métodos biotecnológicos.....	19
2.10 La Tuberización <i>in vitro</i> . Generalidades.....	19
2.10.1 Concepto de microtubérculo <i>in vitro</i>	20
2.10.2 Ventajas de la producción de microtubérculos <i>in vitro</i>	20
2.10.3 Factores que afectan a la tuberización <i>in vitro</i>	21
2.10.3.1 Temperatura.....	21
2.10.3.2 Fotoperiodo.....	21
2.10.3.3 Fuentes de carbono.....	21
2.10.4 Promotores del crecimiento.....	22
2.10.4.1 Citoquininas.....	22
2.10.4.2 Auxinas.....	22
2.10.5 Inhibidores del crecimiento.....	22
2.10.5.1 Acido abscisico (ABA).....	22
2.10.5.2 Cloruro de clorocolina (CCC).....	22
2.10.6 Uso de los tubérculos producidos <i>in vitro</i>	23

CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

	Pag.
3.1 Ubicación geográfica.....	24
3.2 Material y Equipo.....	24
3.2.1 Equipo.....	24
3.2.2 Material.....	24

3.2.3 Material Biológico.....	25
3.3.3 Metodología.....	25
3.3.1 Preparación del medio de cultivo M&S para la fase de establecimiento.....	25
3.3.2 Esterilización del medio de cultivo M&S.....	25
3.3.3 Fase de establecimiento <i>in vitro</i>	26
3.3.4 Preparación del medio de cultivo M&S para la fase de multiplicación.....	26
3.3.5 Esterilización del medio de cultivo M&S.....	26
3.3.6 Esterilización de los materiales.....	26
3.3.7 Fase de multiplicación.....	27
3.3.8 Establecimiento y tamaño de los ensayos.....	27
3.3.9 Siembra de Ensayos.....	27
3.4 Inducción a la tuberización bajo diferentes medios de cultivo.....	27
3.5 Inducción a la tuberización bajo diferentes fotoperiodos.....	28
3.6 Temperatura.....	29
3.7 Variables a estudiar del ensayo.....	29
3.8 Diseño Experimental.....	30

CAPÍTULO IV
RESULTADOS Y DISCUSIÓN

	Pag.
4.1 NÚMERO DE MICROTUBÉRCULOS A LOS 40 DÍAS.....	31
4.1.1 ANÁLISIS DE VARIANZA PARA LA VARIABLE NÚMERO DE MICROTUBÉRCULOS A LOS 40 DÍAS.....	33
4.1.2 PRUEBA DUNCAN PARA LOS TRATAMIENTOS.....	34
4.2 NUMERO DE MICROTUBÉRCULOS A LOS 80 DÍAS.....	38
4.2.1 ANÁLISIS DE VARIANZA PARA LA VARIABLE NÚMERO DE MICROTUBÉRCULOS A LOS 80 DÍAS.....	40
4.2.2 PRUEBA DUNCAN PARA LOS TRATAMIENTOS.....	41

4.3 NÚMERO DE YEMAS.....	44
4.3.1 ANÁLISIS DE VARIANZA PARA LA VARIABLE NÚMERO DE YEMAS...	46
4.3.2 PRUEBA DUNCAN PARA LOS TRATAMIENTOS.....	47
4.4 PESO DE LOS MICROTUBÉRCULOS.....	51
4.4.1 ANÁLISIS DE VARIANZA PARA LA VARIABLE PESO DE LOS MICROTUBÉRCULOS.....	53
4.4.2 PRUEBA DUNCAN PARA LOS TRATAMIENTOS.....	54
4.5 TAMAÑO DE LOS MICROTUBÉRCULOS.....	59
4.5.1 ANÁLISIS DE VARIANZA PARA LA VARIABLE TAMAÑO DE LOS MICROTUBÉRCULOS.....	61
4.5.2 PRUEBA DUNCAN PARA LOS TRATAMIENTOS.....	62

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIÓN

	Pág.
5.1 CONCLUSIONES.....	66
5.2 RECOMENDACIÓN.....	67
 BIBLIOGRAFÍA.....	 68

ÍNDICE DE CUADROS

	Pág.
CUADRO N°1 NÚMERO DE MICROTUBÉRCULOS A LOS 40 DÍAS.....	31
CUADRO N°2 TABLA DE DOBLE ENTRADA VARIEDAD/FOTOPERIODO.....	33
CUADRO N°3 TABLA DE DOBLE ENTRADA VARIEDAD/MEDIO DE CULTIVO.....	33
CUADRO N°4 TABLA DE DOBLE ENTRADA FOTOPERIODO/MEDIO DE CULTIVO.....	33
CUADRO N°5 ANVA.....	34
CUADRO N°6 LETRAS IGUALES SEGÚN DUNCAN NO DIFIEREN A 5% DE PROBABILIDAD.....	35
CUADRO N°7 LETRAS IGUALES SEGÚN DUNCAN NO DIFIEREN A 5% DE PROBABILIDAD.....	36
CUADRO N°8 LETRAS IGUALES SEGÚN DUNCAN NO DIFIEREN A 5% DE PROBABILIDAD.....	37
CUADRO N°9 NÚMERO DE MICROTUBÉRCULOS A LOS 80 DÍAS.....	38
CUADRO N°10 TABLA DE DOBLE ENTRADA VARIEDAD/FOTOPERIODO ...	40
CUADRO N°11 TABLA DE DOBLE ENTRADA VARIEDAD/MEDIO DE CULTIVO.....	40
CUADRO N°12 TABLA DE DOBLE ENTRADA FOTOPERIODO/MEDIO DE CULTIVO.....	40
CUADRO N°13 ANVA.....	41
CUADRO N°14 LETRAS IGUALES SEGÚN DUNCAN NO DIFIEREN A 5% DE PROBABILIDAD.....	42
CUADRO N°15 LETRAS IGUALES SEGÚN DUNCAN NO DIFIEREN A 5% DE PROBABILIDAD.....	43
CUADRO N°16 NÚMERO DE YEMAS.....	44
CUADRO N°17 TABLA DE DOBLE ENTRADA VARIEDAD/FOTOPERIODO....	46

CUADRO N°18 TABLA DE DOBLE ENTRADA VARIEDAD/MEDIO DE CULTIVO.....	46
CUADRO N°19 TABLA DE DOBLE ENTRADA FOTOPERIODO/MEDIO DE CULTIVO.....	46
CUADRO N°20 ANVA.....	47
CUADRO N°21 LETRAS IGUALES SEGÚN DUNCAN NO DIFIEREN A 5% DE PROBABILIDAD.....	48
CUADRO N°22 LETRAS IGUALES SEGÚN DUNCAN NO DIFIEREN A 5% DE PROBABILIDAD.....	49
CUADRO N°23 LETRAS IGUALES SEGÚN DUNCAN NO DIFIEREN A 5% DE PROBABILIDAD.....	50
CUADRO N°24 PESO DE LOS MICROTUBÉRCULOS.....	51
CUADRO N°25 TABLA DE DOBLE ENTRADA VARIEDAD/FOTOPERIODO....	53
CUADRO N°26 TABLA DE DOBLE ENTRADA VARIEDAD/MEDIO DE CULTIVO.....	53
CUADRO N°27 TABLA DE DOBLE ENTRADA FOTOPERIODO/MEDIO DE CULTIVO.....	53
CUADRO N°28 ANVA.....	54
CUADRO N°29 LETRAS IGUALES SEGÚN DUNCAN NO DIFIEREN A 5% DE PROBABILIDAD.....	55
CUADRO N°30 LETRAS IGUALES SEGÚN DUNCAN NO DIFIEREN A 5% DE PROBABILIDAD.....	56
CUADRO N°31 LETRAS IGUALES SEGÚN DUNCAN NO DIFIEREN A 5% DE PROBABILIDAD.....	57
CUADRO N°32 TAMAÑO DE LOS MICROTUBÉRCULOS.....	59
CUADRO N°33 TABLA DE DOBLE ENTRADA VARIEDAD/FOTOPERIODO....	61
CUADRO N°34 TABLA DE DOBLE ENTRADA VARIEDAD/MEDIO DE CULTIVO.....	61

CUADRO N°35 TABLA DE DOBLE ENTRADA FOTOPERIODO/MEDIO DE CULTIVO.....	61
CUADRO N°36 ANVA.....	62
CUADRO N°37 LETRAS IGUALES SEGÚN DUNCAN NO DIFIEREN A 5% DE PROBABILIDAD.....	63
CUADRO N°38 LETRAS IGUALES SEGÚN DUNCAN NO DIFIEREN A 5% DE PROBABILIDAD.....	65

ÍNDICE DE GRAFICOS

	Pág.
GRÁFICA N°1 NÚMERO DE MICROTUBÉRCULOS A LOS 40 DÍAS.....	32
GRÁFICA N°2 PRUEBA DUNCAN PARA LOS TRATAMIENTOS.....	34
GRÁFICA N°3 PRUEBA DUNCAN PARA EL FACTOR VARIEDAD.....	36
GRÁFICA N°4 PRUEBA DUNCAN PARA EL FACTOR FOTOPERIODO.....	37
GRÁFICA N°5 NÚMERO DE MICROTUBÉRCULOS A LOS 80 DÍAS.....	39
GRÁFICA N°6 PRUEBA DUNCAN PARA LOS TRATAMIENTOS.....	41
GRÁFICA N°7 PRUEBA DUNCAN PARA EL FACTOR VARIEDAD.....	43
GRÁFICA N°8 NÚMERO DE YEMAS.....	45
GRÁFICA N°9 PRUEBA DUNCAN PARA LOS TRATAMIENTOS.....	47
GRÁFICA N°10 PRUEBA DUNCAN PARA EL FACTOR VARIEDAD.....	49
GRÁFICA N°11 PRUEBA DUNCAN PARA EL FACTOR FOTOPERIODO.....	50
GRÁFICA N°12 PESO DE LOS MICROTUBÉRCULOS.....	52
GRÁFICA N°13 PRUEBA DUNCAN PARA LOS TRATAMIENTOS.....	54
GRÁFICA N°14 PRUEBA DUNCAN PARA EL FACTOR VARIEDAD.....	56
GRÁFICA N°15 PRUEBA DUNCAN PARA EL FACTOR FOTOPERIODO.....	57
GRÁFICA N°16 TAMAÑO DE LOS MICROTUBÉRCULOS.....	60
GRÁFICA N°17 PRUEBA DUNCAN PARA LOS TRATAMIENTOS.....	62
GRÁFICA N°18 PRUEBA DUNCAN PARA EL FACTOR FOTOPERIODO.....	64

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1: Elección de las pantas madres para la fase de establecimiento

Anexo 2: Esterilización de los materiales y medios de cultivo

Anexo 3: Fase de establecimiento *in vitro*

Anexo 4: Fase de multiplicación

Anexo 5: Desarrollo de las vitroplantas de papa

Anexo 6: Preparación de medios de cultivo de tuberización de papa

Anexo 7: Acondicionamiento de las cámaras de incubación para los diferentes fotoperiodos

Anexo 8: Establecimiento de los tratamientos bajo diferentes medios de cultivo y variedades de plantas en cámara de flujo laminar

Anexo 9: Establecimientos de los tratamientos bajo diferentes fotoperiodos

Anexo 10: Desarrollo de los microtubérculos en los diferentes tratamientos

Anexo 11: Cosecha de los microtubérculos

Anexo 12: Evaluación de los ensayos