

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



**TESIS**

**“EVALUACIÓN DE LA RESPUESTA DE PLANTINES DE MANDARINA  
CLEOPATRA (*Citrus reskni* T.) EN CONDICIONES CONTROLADAS DE  
INVERNADERO CON CUATRO NIVELES DE FERTILIZACIÓN”**

**ELABORADO POR:**

**CLAUDIO FERNANDO CARDOZO ARAMAYO.**

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

Abril - 2015

Tarija – Bolivia

**VºBº**

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

**PROFESOR GUÍA**

.....  
M. Sc. Ing. Linder Espinoza Márquez.

**DECANO**

**FACULTAD DE CIENCIAS  
AGRÍCOLAS Y FORESTALES**

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

**VICEDECANO**

**FACULTAD DE CIENCIAS  
AGRÍCOLAS Y FORESTALES**

**APROBADO POR:**

**TRIBUNAL:**

.....  
M. Sc. Ing. Mirian Torrico Aparicio.

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

.....  
M. Sc. Ing. Wilfredo Benítez Ordoñez.

*El tribunal del presente trabajo de investigación expuesto, no se solidariza con la forma, términos, modos y expresiones vertidas en el mismo, siendo estas únicamente responsabilidad del autor.*

## *DEDICATORIA*

*El presente trabajo está dedicado a mis padres José y Marina por haberme brindado toda su comprensión, cariño y apoyo incondicional en todo momento; cuyo esfuerzo y sacrificio hizo posible la culminación de mi carrera profesional.*

*A mis hermanos y amigos, quienes siempre me brindaron su apoyo material y moral, y estar conmigo en todo momento.*

## AGRADECIMIENTOS

- ❖ Agradezco a Dios por brindarme la vida y a darme cada día la sabiduría valor y esperanza para seguir adelante.
- ❖ A mis padres, José Cardozo A. y Marina Aramayo C. gracias por todos sus esfuerzos apoyo y por la confianza que depositaron en mí, gracias por estar a mi lado a mis hermanos Jaqueline, Edson, Cinthia, Daniel y Paul por el apoyo moral que me brindaron a lo largo de mi formación.
- ❖ A mis padrinos Roberto Cruz y Fátima Gareca por la colaboración y los consejos que me encomendaron para seguir adelante y poder culminar mis estudios.
- ❖ A la Universidad Autónoma “Juan Misael Saracho”, Facultad de Ciencias Agrícolas y Forestales y en particular a la carrera de Ingeniería Agronómica por acogerme en sus aulas y brindarme la oportunidad de obtener conocimientos y aplicarlos en un futuro próximo como profesional.
- ❖ A todo el plantel Docente de la carrera Ingeniería Agronómica por los conocimientos que me brindaron desde el inicio de mi carrera hasta el término de mi preparación profesional.
- ❖ En especial al Ing. Agr. Víctor Villarroel Valdez por su valiosa y desinteresada colaboración en el asesoramiento durante la realización y culminación del presente trabajo de Tesis.
- ❖ A los Ingenieros Agr. Carlos Alberto Galean O. y Robert Cruz G. por su gran amistad y por las sugerencias que me brindaron para poder realizar el presente trabajo.
- ❖ Finalmente a todos mis amigos, compañeros y aquellas personas que de una forma u otra me incentivaron para que este documento llegue a su culminación.

# ÍNDICE

## CAPÍTULO 1

	<b>Página</b>
<b>I. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>1</b>
1.1 Justificación .....	2
1.2 Objetivos .....	3
1.2.1 Objetivo General.....	3
1.2.2 Objetivos Específicos .....	3

## CAPÍTULO 2

<b>II. MARCO TEÓRICO.....</b>	<b>4</b>
2.1 El cultivo de los cítricos .....	4
2.1.1 Origen y distribución .....	4
2.1.2 El cultivo de los cítricos en Bolivia.....	4
2.1.3 El cultivo de los cítricos en Bermejo.....	4
2.2 Clasificación taxonómica .....	5
2.3 Morfología de la mandarina Cleopatra.....	5
2.3.1 Raíz.....	5
2.3.2 Tallo.....	6
2.3.3 Hoja .....	6
2.3.4 Flores .....	6

2.3.5 Fruto .....	7
2.3.6 Semilla.....	7
2.4 Requerimientos Edafoclimaticos .....	7
2.4.1 Clima .....	7
2.4.1.1 Temperatura.....	8
2.4.1.2 Humedad relativa.....	8
2.5 Requerimientos de suelo.....	8
2.5.1 Características físicas del suelo .....	9
2.5.1.1 Permeabilidad .....	9
2.5.1.2 Profundidad .....	9
2.5.2 Características químicas del suelo.....	9
2.5.2.1 Salinidad .....	10
2.5.2.2pH del suelo .....	10
2.6 Requerimientos nutricionales .....	10
2.6.1 Nitrógeno.....	11
2.6.2 Fósforo.....	11
2.6.3 Potasio .....	11
2.7 Necesidades de elementos menores.....	12
3. Producción de plantines de cítricos .....	14
3.1 Portainjertos.....	14
3.2 Extracción y obtención de semillas para portainjertos .....	17
3.3 Preparación del almácigo y siembra.....	17
3.4 Cuidados culturales y fitosanitarios.....	18
3.5 Trasplante de portainjertos .....	18
3.6 Fertilización .....	18

3.6.1 Localización del fertilizante .....	19
3.6.2 Frecuencia de aplicación de fertilizantes.....	19
3.7 Cuidados Culturales.....	20
3.8 Injerto .....	20
3.9 Tutorado del injerto .....	21
3.10 Poda de formación .....	21
3.11 Extracción de plantines.....	21
3.11.1 Extracción a raíz desnuda .....	22
3.11.2 Extracción con terrones .....	22
4. Fertirrigacion .....	22
5. Fertilizantes hidrosolubles.....	23
5.1 Identificación.....	24
5.2 Beneficios .....	24
5.3 Inconvenientes .....	24
6. Producto fertilizante .....	25
6.1 Kristalon amarillo 13-40-13 + micro.....	25
7. Condiciones controladas de invernadero.....	26
7.1 Invernadero-túnel.....	27

### **CAPÍTULO 3**

## **III. MATERIALES Y MÉTODOS .....**

3.1 Localización y ubicación .....	28
3.2 Características agroecológicas.....	28

3.2.1 Condiciones climáticas .....	28
3.2.2 Geomorfología .....	29
3.2.3 Vegetación .....	29
3.2.4 Suelos .....	29
3.3 Materiales .....	30
3.4 Metodología.....	31
3.4.1 Diseño Experimental.....	31
3.4.2 Manejo del ensayo .....	31
3.4.2.1 Control de Malezas .....	32
3.4.2.2 Control fitosanitario.....	33
3.4.3 Variables a medir.....	33
3.4.3.1 Altura de la planta.....	33
3.4.3.2 Diámetro del tallo .....	33
3.4.3.3 Número de hojas .....	33
3.4.4 Análisis estadístico .....	33

## **CAPÍTULO 4**

<b>IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....</b>	<b>34</b>
4.1 Temperaturas registradas dentro del invernadero.....	34
4.1.1 Análisis estadístico .....	38
4.1.1.1 Altura de los plantines (cm) .....	38

4.1.1.2Diámetro del tallo (mm) .....	45
4.1.1.3Número de hojas por planta.....	53

## **CAPÍTULO 5**

<b>V. CONCLUSIONES</b> .....	<b>63</b>
------------------------------	-----------

## **CAPÍTULO 6**

<b>VI. RECOMENDACIONES</b> .....	<b>64</b>
----------------------------------	-----------

<b>BIBLIOGRAFÍA</b> .....	<b>65</b>
---------------------------	-----------

## **ANEXOS.**

## ÍNDICE DE CUADROS

	<b>Página</b>
Cuadro 1. Temperatura, precipitación pluvial y humedad relativa mensual, registrada durante el trabajo de campo.....	34
Cuadro 2. Altura de los plantines (cm), antes y después de las cuatro aplicaciones.....	35
Cuadro 3. Diámetro del tallo (mm), antes y después de las cuatro aplicaciones.....	36
Cuadro 4. Número de hojas por planta, antes y después de las cuatro aplicaciones .....	37
Cuadro 5. Altura de los plantines (cm) datos a los 12 días .....	38
Cuadro 6. Análisis de varianza, coeficientes de variación e interpretación de la prueba de Tukey para la altura de los plantines (cm), datos a los 12 días .....	38
Cuadro 7. Prueba de rango múltiple de Tukey al 5% para la altura de los plantines (cm), datos a los 12 días. ....	39
Cuadro 8. Altura de los plantines (cm) datos a los 24 días .....	39
Cuadro 9. . Análisis de varianza, coeficientes de variación e interpretación de la prueba de Tukey para la altura de los plantines (cm), datos a los 24 días. ....	40

Cuadro 10. Prueba de rango múltiple de Tukey al 5% para la altura de los plantines (cm), datos a los 24 días .....	40
Cuadro 11. Altura de los plantines (cm) datos a los 36 días .....	41
Cuadro 12. Análisis de varianza, coeficientes de variación e interpretación de la prueba de Tukey para la altura de los plantines (cm), datos a los 36 días .....	41
Cuadro 13. Prueba de rango múltiple de Tukey al 5% para la altura de los plantines (cm), datos a los 36 días .....	42
Cuadro 14. Altura de los plantines (cm) datos a los 48 días .....	42
Cuadro 15. Análisis de varianza, coeficientes de variación e interpretación de la prueba de Tukey para la altura de los plantines (cm), datos a los 48 días .....	43
Cuadro 16. Prueba de rango múltiple de Tukey al 5% para la altura de los plantines (cm), datos a los 48 días .....	43
Cuadro 17. Altura de los plantines (cm) datos a los 60 días .....	44
Cuadro 18. Análisis de varianza, coeficientes de variación e interpretación de la prueba de Tukey para la altura de los plantines (cm), datos a los 60 días .....	44
Cuadro 19. Prueba de rango múltiple de Tukey al 5% para la altura de los plantines (cm), datos a los 60 días .....	45
Cuadro 20. Diámetro del tallo (mm) datos a los 12 días .....	45

Cuadro 21. Análisis de varianza, coeficientes de variación e interpretación de la prueba de Tukey para el diámetro de tallo (mm), datos a los 12 días.....	46
Cuadro 22. Prueba de rango múltiple de Tukey al 5% para el diámetro tallo (mm), datos a los 12 días.....	46
Cuadro 23. Diámetro de tallo (mm) datos a los 24 días .....	47
Cuadro 24. Análisis de varianza, coeficientes de variación e interpretación de la prueba de Tukey para el diámetro de tallo (mm), datos a los 24 días.....	47
Cuadro 25. Prueba de rango múltiple de Tukey al 5% para el diámetro de tallo (mm), datos a los 24 días .....	48
Cuadro 26. Diámetro de tallo (mm) datos a los 36 días .....	48
Cuadro 27. Análisis de varianza, coeficientes de variación e interpretación de la prueba de Tukey para el diámetro de tallo (mm), datos a los 36 días.....	49
Cuadro 28. Prueba de rango múltiple de Tukey al 5% para el diámetro de tallo (mm), datos a los 36 días .....	49
Cuadro 29. Diámetro de tallo (mm) datos a los 48 días .....	50
Cuadro 30. Análisis de varianza, coeficientes de variación e interpretación de la prueba de Tukey para el diámetro de tallo (mm), datos a los 48 días.....	50

Cuadro 31. Prueba de rango múltiple de Tukey al 5% para el diámetro de tallo (mm), datos a los 48 días .....	51
Cuadro 32. Diámetro de tallo (mm) datos a los 60 días .....	51
Cuadro 33. Análisis de varianza, coeficientes de variación e interpretación de la prueba de Tukey para el diámetro de tallo (mm), datos a los 60 días .....	52
Cuadro 34. Prueba de rango múltiple de Tukey al 5% para el diámetro de tallo (mm), datos a los 60 días .....	52
Cuadro 35. Número de hojas por planta, datos a los 12 días.....	53
Cuadro 36. Análisis de varianza, coeficientes de variación e interpretación de la prueba de Tukey para el número de hojas por planta, datos a los 12 días .....	53
Cuadro 37. Prueba de rango múltiple de Tukey al 5% para el número de hojas por planta, datos a los 12 días .....	54
Cuadro 38. Número de hojas por planta, datos a los 24 días.....	54
Cuadro 39. Análisis de varianza, coeficientes de variación e interpretación de la prueba de Tukey para el número de hojas por planta, datos a los 24 días .....	55
Cuadro 40. Prueba de rango múltiple de Tukey al 5% para el número de hojas por planta, datos a los 24 días .....	55
Cuadro 41. Número de hojas por planta, datos a los 36 días.....	56

Cuadro 42. Análisis de varianza, coeficientes de variación e interpretación de la prueba de Tukey para el número de hojas por planta, datos a los 36 días.....	56
Cuadro 43. Prueba de rango múltiple de Tukey al 5% para el número de hojas por planta, datos a los 36 días.....	57
Cuadro 44. Número de hojas por planta, datos a los 48 días.....	57
Cuadro 45. Análisis de varianza, coeficientes de variación e interpretación de la prueba de Tukey para el número de hojas por planta, datos a los 48 días .....	58
Cuadro 46. Prueba de rango múltiple de Tukey al 5% para la altura de los plantines (cm), datos a los 48 días.....	58
Cuadro 47. Número de hojas por planta, datos a los 60 días.....	59
Cuadro 48. Análisis de varianza, coeficientes de variación e interpretación de la prueba de Tukey para el número de hojas por planta, datos a los 60 días .....	59
Cuadro 49. Prueba de rango múltiple de Tukey al 5% para el numero de hojas por planta, datos a los 60días.....	60
Cuadro 50. Resultados obtenidos de las variables durante las cuatro aplicaciones de fertilizante .....	60

## ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Mapa de ubicación del Municipio de Bermejo.

Anexo 2. Mapa de ubicación del ensayo experimental.

Anexo 3. Croquis de campo.

Anexo 4. Análisis químico de sustrato.

Anexo 5. Análisis físico de sustrato.

Anexo 6. Interpretación de resultados de análisis químico y físico de sustrato.

Anexo 7. Análisis foliar.

Anexo 8. Toma de muestra de sustrato y muestra foliar.

Anexo 9. Instalación del sistema de fertirriego y riego por goteo.

Anexo 10. Distribución de tableros en el ensayo.

Anexo 11. Materiales empleados en el ensayo.

Anexo 12. Evaluación y toma de datos.

Anexo 13. Crecimiento de los plantines antes y después de la fertilización.