

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



**“RESPUESTA DEL CULTIVO DE LA PAPA A LA APLICACIÓN DE TRES
LÁMINAS DE AGUA BAJO EL SISTEMA DE RIEGO POR GOTEÓ”**
**(EN LA COMUNIDAD DE TIMBOY PROVINCIA GRAN CHACO DEL
DEPARTAMENTO DE TARIJA)**

Por:

FRANZ ÁLVARO JORGE IBARRA

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

GESTIÓN 2017

TARIJA – BOLIVIA

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

DEDICATORIA

A Dios, por darme la oportunidad de vivir y por estar conmigo en cada paso que doy, por fortalecer mi corazón e iluminar mi mente y por haber puesto en mi camino a aquellas personas que han sido mi soporte y compañía durante todo el periodo de estudio.

A mis padres Alberto Jorge e Hilda Ibarra, a quienes quiero mucho, por su inmenso amor, por su tiempo, sus consejos oportunos y por su ejemplo a seguir.

AGRADECIMIENTOS

A Dios, por darme la vida, la sabiduría, la inteligencia, la salud, el don del entendimiento, la voluntad, y la capacidad de seguir luchando para alcanzar mis metas en la vida.

A mis padres por ser el pilar fundamental en todo lo que soy, en toda mi educación, tanto académica, como de la vida, por su incondicional apoyo perfectamente mantenido a través del tiempo.

Todo este trabajo ha sido posible gracias a ellos.

ÍNDICE

CAPÍTULO I	1
MARCO CONTEXTUAL DE LA INVESTIGACIÓN	1
1.1 INTRODUCCION	2
1.2 JUSTIFICACION	4
1.3 OBJETIVOS	5
1.3.1 General.....	5
1.3.2 Específicos	5
1.4 HIPÓTESIS DEL TRABAJO	5
CAPÍTULO II	6
MARCO TEÓRICO	6
2.1 CULTIVO DE LA PAPA	7
2.1.1 Origen.....	7
2.1.2 <u>Características botánicas de la papa</u>	7
2.1.2.1 Morfología de la papa.....	7
2.1.3 Requerimientos Edafoclimáticos para el cultivo de la papa	8
2.1.3.1 Temperatura.....	8
2.1.3.2 Suelos.	9
2.1.3.3 Pendiente del terreno.	9
2.1.3.4 Altitud.....	9
2.1.3.5 Vientos.....	9
2.1.3.6 Luz.....	10
2.1.3.7 Requerimiento Hídrico.....	10

2.2	RELACIÓN AGUA-SUELO-PLANTA	11
2.2.1	Capacidad de campo (CC).	12
2.2.2	Punto de marchitez permanente (PMP).	12
2.2.3	Densidad aparente (Da).	12
2.2.4	Profundidad efectiva o zona radicular del cultivo (Zr).	12
2.2.5	Profundidad en la que se encuentra el mayor porcentaje de raíces.	13
2.2.6	Lámina de agua bruta (dB).	13
2.2.7	Déficit permitido por manejo (DPM) o umbral de riego (UR)	14
2.2.8	Lámina de agua neta (dN).	14
2.2.9	Evapotranspiración (ET).	14
2.2.10	Evapotranspiración potencial (ETP).	15
2.2.11	Evapotranspiración real, actual o efectiva (ETC).	15
2.2.12	Coefficiente de cultivo (KC).	15
2.2.13	Frecuencia de riego (Fr).	16
2.3	RIEGO POR GOTEO.....	16
2.3.1	Tipos de riego por goteo.	17
2.3.2	Características del riego por goteo.	18
2.3.3	Adaptabilidad.	18
2.3.4	Filtros.	19
2.3.5	Reguladores de presión.	19
2.3.6	Tubería principal.	19
2.3.7	Tubería múltiple (terciaria).	19
2.3.8	Tubería lateral.	19
2.3.9	Cintas de goteo.	20

2.3.10	Descarga del gotero o emisor.....	20
2.3.11	Fertilización con riego por goteo.	20
2.3.12	Salinidad en el agua de riego.	21
2.3.13	Ventajas y desventajas del sistema de riego por goteo.	23
 CAPÍTULO III.....		25
METODOLOGIA DE LA INVESTIGACIÓN		25
3.1	LOCALIZACIÓN DEL TRABAJO.....	26
3.1.1	Ubicación geográfica.	26
3.1.2	Características de la zona.....	26
3.1.2.1	Vegetación de la zona.....	26
3.1.2.2	Fauna de la Zona.	27
3.1.2.3	Aspectos Agroclimáticos.....	27
3.1.2.4	Precipitación.....	28
3.1.2.5	Humedad Relativa.	28
3.1.2.6	Temperatura.....	28
3.1.2.7	Suelo.....	28
3.1.2.8	Actividad Económica.	28
3.1.3	Condiciones Meteorológicas.....	29
3.2	MATERIALES Y EQUIPOS	30
3.2.1	Materiales.....	30
3.2.2	Equipos.....	30
3.2.3	Material Experimental.....	30
3.2.4	Factores Estudiados.....	31

3.2.5	Diseño Agronómico.....	31
3.2.5.1	Análisis Químico del Agua para Riego.....	31
3.2.5.2	Análisis Físico del suelo.....	31
3.2.5.3	Determinación del Requerimiento Hídrico del cultivo de la papa. ...	33
3.2.6	Diseño experimental.....	34
3.2.7	Modelo estadístico	35
3.2.8	Unidad Experimental	35
3.2.8.1	Parcela bruta del Diseño Experimental.	35
3.2.8.2	Parcela bruta del Tratamiento.....	35
3.2.8.3	Parcela neta evaluable.	36
3.2.9	Diseño de campo y distribución aleatoria de los tratamientos.....	37
3.2.10	Diseño Hidráulico	38
3.2.10.1	Diseño del cabezal de riego.	40
3.2.11	Manejo del experimento.....	41
3.2.11.1	Fertilización.	41
3.2.11.2	Control de malezas.....	41
3.2.11.3	Manejo fitosanitario.	42
3.2.11.4	Cosecha y registro de datos.	42
3.2.12	Variables respuesta.....	42
3.2.12.1	Rendimiento Tamaño I (Tn/ha).	42
3.2.12.2	Rendimiento Tamaño II (Tn/ha).	42
3.2.12.3	Rendimiento Tamaño III (Tn/ha).....	43
3.2.12.4	Rendimiento Total (Tn/ha).	43
3.2.13	Análisis Estadístico.	43

CAPÍTULO IV	44
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	44
4.1 RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	45
4.1.1 Evaluación del Rendimiento de la Papa por Tamaños.....	45
4.1.1.1 Rendimiento Tamaño I (Tn/ha).....	46
4.1.1.2 Rendimiento Tamaño II (Tn/ha).....	47
4.1.1.3 Rendimiento Tamaño III (Tn/ha).....	49
4.1.2 Rendimiento Total (Tn/ha).....	50
4.1.3 Determinación del Requerimiento hídrico en el cultivo de la papa.....	52
CAPÍTULO V.....	53
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	53
5.1 CONCLUSIONES.....	54
5.2 RECOMENDACIONES.....	55
5.3 LITERATURA CITADA.....	56
ANEXOS.....	61

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Valores considerados normales de un análisis de agua para riego (FAO).	22
Tabla 2. Restricción en el uso de agua de riego según la concentración de sales (FAO).	22

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Estación Meteorológica Palmar Grande.	29
Cuadro 2. Datos del análisis Químico del agua para riego, de la quebrada de Timboy.	31
Cuadro 3. Datos del análisis físico de suelo en la parcela de investigación de la Comunidad de Timboy.	32
Cuadro 4. Balance Hídrico del cultivo de la papa.	33
Cuadro 7. Esquema de los tratamientos, Unidades Experimentales, Repeticiones.	35
Cuadro 5. Especificaciones de los tratamientos evaluados.	38
Cuadro 6. Cálculo de tiempo de riego (Tr).	40
Cuadro 8. Análisis de varianza (ANDEVA) para la variable rendimiento Tamaño I en Tn/ha.	46
Cuadro 9. Análisis de varianza (ANDEVA) para la variable rendimiento Tamaño II en Tn/ha.	47
Cuadro 10. Análisis de varianza (ANDEVA) para la variable rendimiento Tamaño III en Tn/ha.	49
Cuadro 11. Análisis de varianza (ANDEVA) para la variable rendimiento Total en Tn/ha.	50

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Taxonomía del cultivo de la papa.	7
Figura 2. Bulbo húmedo en riego por goteo.	17
Figura 3. Diseño de campo y distribución aleatoria de los tratamientos.	37
Figura 4. Evaluación del rendimiento del cultivo de la papa por tamaños I, II y III.	45
Figura 5. Rendimiento Tamaño I en Tn/ha de los diferentes tratamientos evaluados.	47
Figura 6. Rendimiento Tamaño II en Tn/ha de los diferentes tratamientos evaluados.	48
Figura 7. Rendimiento Tamaño III en Tn/ha de los diferentes tratamientos evaluados.	50
Figura 8. Rendimiento Total en Tn/ha de los diferentes tratamientos evaluados.	52
Figura 9. Requerimiento hídrico del cultivo de la papa.	52
Figura 10. Localización del Área de estudio.	62
Figura 11. Resultado del análisis físico del suelo.	63
Figura 12. Resultado del análisis químico del agua para riego.	64
Figura 13. Taxonomía del cultivo de la papa.	65
Figura 14. Semilla certificada tamaño II.	66
Figura 15. Accesorios del riego por goteo (mini válvulas y empaquetaduras de goma).	66
Figura 16. Accesorios para la instalación del riego por goteo (Ts, Codos, Unión universal, Tapones, Reducciones, Cinta teflón).	67
Figura 17. Cintas de goteo.	67
Figura 18. Mini válvula conectada al lateral de riego.	68
Figura 19. Manómetro en la matriz del sistema de riego que indica 2,6 bares de presión. ...	68
Figura 20. Cabezal del riego por goteo.	69
Figura 21. Riego en la etapa de crecimiento de la papa.	69
Figura 22. Tratamiento fitosanitario para el control de plagas y enfermedades.	70
Figura 23. Productos químicos utilizados para el control de plagas y enfermedades.	70
Figura 24. Ciclo fenológico, floración.	71
Figura 25. Cultivo de la papa en su ciclo final, listo para la cosecha (90 días de la siembra).	71
Figura 26. Distribución de los distintos tratamientos.	72
Figura 27. Delimitación área de evaluación.	72
Figura 28. Cavado de la papa.	73

Figura 29. Evaluación del rendimiento por tratamiento.	73
Figura 30. Clasificación por tamaños de la papa.	74