

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



**ABSORCIÓN REAL DE NUTRIENTES EN EL CULTIVO DE LA
PAPA (*Solanum tuberosum L.*)**

POR:

CRISTHIAN SAUL CAYO BENIZ

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

Abril de 2017

TARIJA-BOLIVIA

V^oB^o

.....
Ing. Jose Lindolfo Laime Nieves
DOCENTE GUÍA

.....
M.Sc. Ing. Linder Espinoza Marquez
**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**

Aprobada por:

Tribunal:

.....
M.Sc. Ing. Yerko Sfarich Ruiz

.....
M.S.c. Ing. Freddy Castro Salinas

.....
M.S.c. Ing. Jose Alberto Ochoa Michel

El tribunal calificador del presente, no se solidariza con la forma, términos, modos y expresiones vertidas en el mismo, siendo esta responsabilidad del autor

DEDICATORIA

Con todo el cariño y gratitud a mi madre querida Beatriz Beniz Reyes y a mi padre Saul Cayo López y a mis hermanos por el apoyo incondicional que me brindaron durante toda mi formación profesional.

AGRADECIMIENTO

Agradezco sinceramente a la Facultad de Ciencias Agrícolas y Forestales de la Universidad Autónoma “Juan Misael Saracho, por la formación profesional recibida.

Al Ing. Jose Lindolfo Laime Nieves

Por las sugerencias y oportuna orientación incondicional al presente trabajo durante la ejecución de la tesis, doy mi agradecimiento.

A mi tribunal revisor por todos sus consejos que ayudaron en la conclusión de la tesis.

Pensamiento

Las raíces de la educación son amargas pero los frutos son dulces.

ÍNDICE

Dedicatorias
Agradecimientos
Resumen

CAPÍTULO I

	Pág.
1.1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.2. JUSTIFICACIÓN.....	2
1.3. OBJETIVOS.....	3
1.3.1 Objetivo General.....	3
1.3.2 Objetivos Específicos.....	3

CAPÍTULO II

REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1. ORIGEN DE LA PAPA.....	4
2.2. CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA.....	4
2.3. CARACTERÍSTICAS BOTÁNICAS.....	5
2.3.1. Raíz.....	5
2.3.2. Tallo.....	5
2.3.3. Hojas.....	5
2.3.4. Flor.....	5
2.3.5. Fruto.....	6
2.3.6. Tubérculo.....	7
2.4. EXIGENCIAS EDAFOCLIMÁTICAS.....	7
2.4.1. Exigencias Edafológicas.....	7
2.4.1. Exigencias Climáticas.....	8
2.5. ETAPAS FISIOLÓGICAS DE LA PAPA.....	9
2.5.1. Brotación.....	9

2.5.2. Crecimiento.....	10
2.5.3. Estolones.....	10
2.5.4. Tuberización.....	11
2.5.5. Inicio de la Tuberización.....	12
2.6. SISTEMA SUELO – PLANTA.....	13
2.7. ABSORCIÓN DE NUTRIENTES.....	13
2.7.1. Factores que Afectan a la Absorción de Nutrientes.....	14
2.7.2. Interacción Iónica.....	15
2.8. ELEMENTOS ESENCIALES.....	15
2.8.1. Rol de los nutrientes en la producción.....	16
2.8.2. Nitrógeno.....	16
2.8.2.1. Deficiencias.....	17
2.8.2.2. Exceso.....	17
2.8.2.3. El Nitrógeno en la Planta.....	17
2.8.3. Fósforo.....	18
2.8.3.1. Deficiencia.....	19
2.8.3.2. Exceso.....	19
2.8.3.3. El Fósforo en la Planta.....	20
2.8.4. Potasio.....	20
2.8.4.1 Deficiencia.....	21
2.8.4.3 El Potasio en la Planta.....	21
2.8.5. Calcio.....	22
2.8.5.1. Deficiencia.....	23
2.8.6. Magnesio.....	23
2.8.6.1. Deficiencia.....	23
2.9. FERTILIZACIÓN QUÍMICA EN EL CULTIVO DE PAPA.....	23
2.9.1. Fertilización en la Absorción y Extracción de Nutrientes.....	26
2.10. MATERIA SECA.....	29

CAPÍTULO III
MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA ZONA DE ESTUDIO.....	30
3.1.1. Ubicación.....	30
3.1.2. Clima.....	30
3.1.3. Vegetación Natural.....	31
3.1.4. Uso Actual.....	32
3.1.5. Suelos.....	32
3.1.6. Hidrografía.....	33
3.2. MATERIALES.....	33
3.2.1. Material Vegetal.....	33
3.2.1.1. Características de la Variedad.....	33
3.2.2. Fertilizantes.....	33
3.2.2.1. Urea.....	34
3.2.2.2. Molimax 20-20-20.....	34
3.2.3. Terapéuticos.....	34
3.2.4. Materiales y Herramientas que se Usaron en la Investigación.....	35
3.2.5. Equipo e instrumentos utilizado en Laboratorio.....	35
3.3. METODOLOGÍA.....	35
3.4 TAMAÑO DE PARCELA.....	35
3.5. ANÁLISIS DE SUELO.....	36
3.5.1. Extracción de la Muestra para Análisis Físico-Químico.....	36
3.5.2. Análisis de Físico.....	36
3.5.3. Análisis Químico.....	36
3.6. ANÁLISIS QUÍMICO DEL FOLLAJE Y TUBÉRCULO.....	36
3.6. Análisis Foliar.....	36
3.6.1. Análisis del Tubérculo.....	36
3.7. MATERIA SECA.....	38

3.8. PROCEDIMIENTOS DE CAMPO.....	38
3.8.1. Preparación del Terreno.....	38
3.8.2. Nivel de Fertilización.....	38
3.8.3. Siembra.....	39
3.8.4. Labores culturales.....	39
3.8.4.1. Deshierbe.....	39
3.8.4.2. Aporque.....	40
3.8.4.3. Control Fitosanitario.....	40
3.8.4.4. Riego.....	40
3.8.4.5. Cosecha.....	41
2.8.5. Variables Respuestas.....	41
2.8.5.1. Absorción de nutrientes primarios y secundarios por el cultivo de pap...	41
2.8.5.2. Rendimiento medio Kg/planta.....	41
2.8.5.3. Diámetro de los Tubérculos.....	41

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIONES

4.2. DISPONIBILIDAD DE NUTRIENTES PRIMARIOS Y SECUNDARIOS.....	42
4.2.1. Disponibilidad de Nutrientes Primarios.....	42
4.2.2. Disponibilidad de Nutrientes Secundarios.....	45
4.3. PORCENTAJE DE MATERIA SECA DE FOLLAJE.....	47
4.4. PORCENTAJE DE MATERIA SECA DEL TUBÉRCULO.....	50
4.5. ABSORCIÓN DE NUTRIENTES PRIMARIOS Y SECUNDARIOS POR EL FOLLAJE Y TUBÉRCULO DE LA PLANTA.....	53
4.5.1. Absorción de Nutrientes Primarios.....	53
4.5.2. Absorción de Nutrientes Secundarios.....	56

4.5.3. Absorción de Nutrientes Primarios y Secundarios para una producción de 33 Tm/Ha.....	58
4.6. ASIMILACIÓN Y PÉRDIDA DE NUTRIENTES PRIMARIOS Y SECUNDARIOS.....	59
4.6.1. Asimilación y Pérdida de Nutrientes Primarios.....	60
4.6.1. Asimilación y Pérdida de Nutrientes Secundarios.....	62
4.7 DIÁMETROS DE TUBÉRCULO.....	64
4.8. RENDIMIENTO g/ PLANTA.....	65

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones.....	67
Recomendaciones.....	68

CAPÍTULO VI

BIBLIOGRAFÍA.....	69
ANEXOS	

ÍNDICE DE GRÁFICOS

	Pág.
Gráficos N° 1. Nitrógeno Disponible en el Suelo.....	42
Gráficos N° 2. P ₂ O ₅ disponible en el Suelo.....	43
Gráficos N° 3. K ₂ O disponible en el Suelo.....	44
Gráficos N° 4. CaO disponible en el Suelo.....	45
Gráficos N° 5. MgO disponible en el Suelo.....	46
Gráficos N° 6. Primera Muestra para Determinar el Porcentaje de Materia Seca del Follaje.....	47
Gráficos N° 7. Segunda Muestra para Determinar el Porcentaje de Materia Seca del Follaje.....	48
Gráficos N° 8. Tercera Muestra para Determinar el Porcentaje de Materia Seca del Follaje.....	49
Gráficos N° 9. Primera Muestra para Determinar el Porcentaje de Materia Seca del Tubérculo.....	50
Gráficos N° 10. Segunda Muestra para Determinar el Porcentaje de Materia Seca del Tubérculo.....	51
Gráficos N° 11. Tercera Muestra para Determinar el Porcentaje de Materia Seca del Tubérculo.....	52
Gráficos N° 12. Absorción de N por el Follaje y Tubérculo de la Planta.....	53
Gráficos N° 13. Absorción de P ₂ O ₅ por el Follaje y Tubérculo de la Planta.....	54
Gráficos N° 14. Absorción de K ₂ O por el Follaje y Tubérculo de la Planta.....	55
Gráficos 15 N°.Absorción de CaO por el Follaje y Tubérculo de la Planta.....	56
Gráficos 16 N°.Absorción de MgO por el Follaje y Tubérculo de la Planta.....	57
Gráficos 17 N°. Absorción de Nutrientes Primarios y Secundarios para una Producción de 33 Tm/ha.....	58
Gráficos 18 N°.Asimilación y Pérdida de N.....	59
Gráficos 19 N°. Asimilación y Pérdida de P ₂ O ₅	60
Gráficos 20 N°.Asimilación y Pérdida de K ₂ O.....	61

Gráficos 21N ^o . Asimilación y Pérdida de CaO.....	62
Gráficos 22 N ^o .Asimilación y Pérdida de MgO.....	63
Gráficos 23 N ^o . Diámetro de tubérculos.....	64

ÍNDICE DE CUADROS

	Pág.
Cuadro 1. Clasificación Taxonómica de la Papa.....	4
Cuadro 2. Estimación de Fertilizante Nitrogenada Bajo Condiciones de Riego.....	25
Cuadro 3. Estimación de Fertilizante Fosfatada Bajo Condiciones de Riego.....	25
Cuadro 4. Estimación de Fertilizante Potásicos en Suelos Trumaos y Rojos Arcillosos Según Diferentes Disponibilidades de Potasio en el Suelo y Rendimiento Esperado.	26
Cuadro 6. Extracción de Nutrientes para Producir 33 Tm.....	27
Cuadro 7. Extracción de Elementos (Kg) para Producir 33 Tm.....	28
Cuadro 8. Cuadro de Materia Seca.....	29
Cuadro 9. Resumen Climatológico.....	32
Cuadro 10. Tabla de Distribución de Frecuencia.....	66

ÍNDICE DE ANEXOS

- Foto 1. Tomando una muestra de suelo para una análisis físico químico.
- Foto 2 . Tapando el surcos a tracción animal
- Foto 3. Pulverizando con un insecticida “Actara” contra coleópteros.
- Foto 4. Tubérculo semilla en el suelo listo para ser tapado.
- Foto 5. Midiendo la parcela donde se realizó el estudio
- Foto 6. Realizando el aporque cuando la planta tenía una altura de 0.15 a 0.20 m
- Foto 7. Realizando un deshierbe de la parcela.
- Foto 8. Realizando un control fitosanitario contra la Alternaria solani
- Foto 9 Parcela de investigación durante la época de floración
- Foto 10. Pesando el follaje de la planta durante la época de floración
- Foto 11. Preparando la muestra para ser llevada al laboratorio de CEANID
- Foto 12. Muestra de 2 Kg de tejido vegetal lista para ser llevada al laboratorio del CEANID.
- Foto 13. Tres muestras de tejido vegetal en la estufa sometidas a una temperatura de 60 °C
- Foto 14. Pesando el tejido vegetal en una balanza analítica en el laboratorio de Biotecnología.
- Foto 15. Pesando el rendimiento Kg/planta
- Foto 16. Pesando rendimiento Kg/planta
- Foto 17. Midiendo el diámetro de los tubérculo con un pie de rey
- Foto 18. Midiendo el diámetro de los tubérculo con un pie de rey
- Foto 19. Preparando la muestra para determinar el porcentaje de materia seca en el laboratorio del SEDAG.
- Foto 20. Tres muestra de tuberculo ya preparadas para determinar el porcentaje de materia seca