

**UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRION**

**FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS**

**ESCUELA DE FORMACION PROFESIONAL DE AGRONOMIA**



**T E S I S**

**Efecto de aplicación de azufre y magnesio en el rendimiento del cultivo de la papa (*Solanum tuberosum*) variedad tumbay distrito de Colpas Provincia de**

**Ambo Región Huánuco**

**Para optar el título profesional de:**

**Ingeniero Agrónomo**

**Autor:**

**Bach. Luz Giolina ZAVALA ROJAS**

**Asesor:**

**Mg. Fidel DE LA ROSA AQUINO**

**Cerro de Pasco – Perú – 2023**

**UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRION**

**FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS**

**ESCUELA DE FORMACION PROFESIONAL DE AGRONOMIA**



**T E S I S**

**Efecto de aplicación de azufre y magnesio en el rendimiento del cultivo de la  
papa (*Solanum tuberosum*) variedad tumbay en el distrito de Colpas,  
Provincia de Ambo Región Huánuco**

**Sustentada y aprobada ante los miembros del jurado:**

---

**Mg Manuel Jorge CASTILLO NOLE**  
**PRESIDENTE**

---

**Mg. Fernando James ALVAREZ RODRIGUEZ**  
**MIEMBRO**

---

**MSc. Josué Hernán INGA ORTIZ**  
**MIEMBRO**



Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión  
Facultad de Ciencias Agropecuarias

Unidad de Investigación

## INFORME DE ORIGINALIDAD N° 017-2022/UIFCCAA/V

La Unidad de Investigación de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión ha realizado el análisis con exclusiones en el software antiplagio Turnitin Similarity, que a continuación se detalla:

Presentado por  
**ZAVALA ROJAS, Liza Giulina**

Escuela de Formación Profesional  
**Agronomía – Yanahuanca**

Tipo de trabajo  
**Tesis**

**“Efecto de aplicación de azufre y magnesio en el rendimiento del cultivo de papa (Solanum tuberosum variedad tumbay distrito Colpas Provincia de Ambo Región Huánuco”**

Asesor  
**Mg. Fidel DE LA ROSA AQUINO**

Índice de similitud  
**19%**

Calificativo  
**APROBADO**

Se adjunta al presente el reporte de evaluación del software antiplagio.

Cerro de Pasco, 25 de agosto del 2022



UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN  
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS  
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN

*Dr. Luis A. Huanca Torres*  
Directiva

c.c. Archivo  
LIT/UIFCCAA

## **DEDICATORIA**

### **A DIOS**

Por darme sabiduría y talento en mi profesión pido  
con clamor a él gracias por todo.

### **A MIS MADRE Y HERMANA**

Por haberme forjado como la persona que soy en la  
actualidad y mucho de mis logros se lo debo a ella. Con  
Cariño para mi madre Aniceta ROJAS CELADITA y a mi  
hermana Wendy ZAVALA ROJAS.

## **AGRADECIMIENTO**

¡A Dios! por haber hecho posible la culminación de mis estudios universitarios.

Quiero dejar constancia de un sincero agradecimiento a la Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Escuela Profesional de Agronomía, por darme la oportunidad de estudiar y ser parte de ella, porque gracias a su cariño, guía, apoyo, amor y confianza depositado he logrado terminar mis estudios que constituyen el regalo más grande que pudiéramos recibir por lo cual viviremos eternamente agradecidos.

De manera especial quiero dejar constancia de mi agradecimiento leal y profundo reconocimiento al Mag. Fidel DE LA ROSA AQUINO, asesor de la presente tesis, quien me guio en la planificación, desarrollo y culminación de esta tesis de título profesional.

## RESUMEN

El presente trabajo de investigación se llevó a cabo en la localidad de Colpas, ubicada a 45 kilómetros de la ciudad de Yanahuanca, uno de los objetivos propuestos es evaluar la producción de la papa variedad tumbay a la aplicación de azufre y magnesio, se utilizó el diseño de unidades acabados al Azar, los componentes en estudio fueron: del sulfato de magnesio, Magnesil, Sulfato de potasio, Sulfato de amonio, Superfosfato simple de calcio y un testigo, para determinar la diferencia entre tratamientos se utilizó el programa de infostat y la prueba de rangos múltiples, con respecto al comportamiento agronómico de la papa, los tratamientos T2 y T3 (Magnesil y Sulfato de potasio) tienen el 100% de brotamiento., con respecto al tamaño de las plantas se obtuvo 67.33 cm utilizando magnesil, lo que respecta a tallos por planta el T3 (Aplicación de sulfato de potasio) con 9.33, en cuanto al diámetro de los tubérculos el T4 (Aplicación de sulfato de amonio), referente a tubérculos por planta el T1 (sulfato de magnesio) obtuvo con 21.5, el peso de tubérculos por planta el T2 (magnesil) alcanzó 2.00 kilogramos por planta, rendimiento en toneladas por hectárea el T2 y el T4 (Magnesil y sulfato de amonio) 66.47 y 60.53 t/ha.

Palabra clave: Azufre y magnesio, papa variedad Tumbay

## **ABSTRACT**

The present research work was carried out in the town of Colpas, located 45 kilometers from the city of Yanahuanca, one of the proposed objectives is to evaluate the production of the potato variety tumbay to the application of sulfur and magnesium, the design of units finished at random, the components under study were: magnesium sulfate, Magnesil, potassium sulfate, ammonium sulfate, simple calcium superphosphate and a witness, to determine the difference between treatments, the infostat program and the multiple range test, with respect to the agronomic behavior of the potato, treatments T2 and T3 (Magnesil and Potassium Sulfate) have 100% sprouting. Regarding the size of the plants, 67.33 cm was obtained using magnesil, which Regarding stems per plant, T3 (Application of potassium sulfate) with 9.33, regarding the diameter of the tubers, T4 (Application of ammonium sulfate), referring to tubers per plant a T1 (magnesium sulfate) obtained with 21.5, the weight of tubers per plant T2 (magnesil) reached 2.00 kilograms per plant, yield in tons per hectare T2 and T4 (Magnesil and ammonium sulfate) 66.47 and 60.53 t /he has.

Key word: Sulfur and magnesium, potato variety tumbay

## INTRODUCCIÓN

La papa junto con el trigo, arroz y maíz son los cultivos de interés alimenticia en el mundo está presente en la dieta alimenticia preparados de distintas maneras, el Perú es el principal productor de papa en América Latina con 4.6 millones de toneladas y a nivel mundial se posicionó en el décimo octavo lugar entre los principales productores de papa (FAO, 2013).

Se siembra en 19 de los 24 departamentos del Perú, desde el nivel del mar hasta los 4,300 m.s.n.m. constituyéndose en la base de la alimentación del poblador; especialmente de la sierra, la producción promedio nacional de papa es de 14 t ha<sup>-1</sup> el cual es relativamente bajo comparado con el rendimiento de otros países. (MINAGRI, 2014),

En los últimos tiempos el azufre y el magnesio son los nutrientes esenciales para el desarrollo de las plantas, se considera un macroelemento secundario que juega un rol importante igual al del fósforo o nitrógeno en la formación de aminoácidos, el azufre es parte constituyente de algunas enzimas, coenzimas y vitaminas, los tejidos vegetales contienen cantidades muy variables de azufre, sin embargo, se encuentra en todos ellos.

Si no se utiliza macroelementos secundarios en una fertilización puede resultar en un agotamiento de la reserva del suelo, particularmente en regiones de producción intensiva de papa, los suelos con contenidos de Mg intercambiable menor a 1.5 cmol+kg<sup>-1</sup> de suelo y menor a 10 ppm de azufre asimilable se consideran bajos para el cultivo.

El magnesio juega un papel muy importante en la papa en el proceso de fotosíntesis porque es un componente principal de la clorofila, la deficiencia de Magnesio limita la producción.



Los agricultores de la región andina practican una agricultura tradicional ligado por sus antepasados de generación en generación, se limitan al uso de nuevas tecnologías y la estación de siembra se realizan con la llegada de las primeras lluvias, el conocimiento de estas personas acerca del calendario agrícola, épocas de siembra, rotaciones, periodos de descanso de la tierra y el manejo de diferentes pisos ecológicos, se constituyen en su conjunto en los principales elementos estratégicos del saber-hacer para gestionar una producción menos riesgosa de cultivos, concerniente al uso de los fertilizantes en la siembra se limitan al uso de abonos orgánicos algunas veces al abonamiento químico, el uso del azufre y el magnesio es desconocido..

Los suelos de la región andina se caracterizan por presentar pendientes pronunciadas y por lo tanto cada año se pierden suelos de mediana fertilidad por la erosión producto de las intensas lluvias en épocas de invierno que es un factor negativo en la producción de la papa,

Los agricultores en el distrito de Colpas realizan la siembra de la papa con una tecnología media, se utiliza el abonamiento químico, semillas mejoradas, preparación de terreno entre otras labores culturales desconocen el uso del azufre y magnesio en el mencionado cultivo.

En nuestro país se han realizado pocos estudios al respecto a pesar de que el azufre y el magnesio, por tanto es importante estudiar como influiría el azufre y el magnesio en el rendimiento en cantidad, calidad del cultivo de la papa bajo diferentes condiciones de clima, suelo, cultivo, tecnología y nutrición balanceada.

## INDICE

DEDICATORIA

AGRADECIMIENTO

RESUMEN

ABSTRACT

INTRODUCCIÓN

INDICE

INDICE DE TABLAS

INDICE DE FIGURAS

### CAPÍTULO I

#### PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

|      |  |   |
|------|--|---|
| 1.1. | Identificación y determinación del problema..... | 1 |
| 1.2. | Delimitación de la investigación.....            | 4 |
|      | 1.2.1. Delimitación espacial .....               | 4 |
|      | 1.2.2. Delimitación temporal.....                | 4 |
| 1.3. | Formulación del problema .....                   | 4 |
|      | 1.3.1. Problema General.....                     | 4 |
|      | 1.3.2. Problema específico.....                  | 4 |
| 1.4. | Formulación de objetivos.....                    | 4 |
|      | 1.4.1. Objetivos General .....                   | 4 |
|      | 1.4.2. Objetivo específico .....                 | 4 |
| 1.5. | Justificación de la investigación .....          | 5 |
| 1.6. | Limitaciones de la investigación.....            | 5 |

CAPÍTULO II  
MARCO TEÓRICO

|        |  |    |
|--------|--|----|
| 2.1.   | Antecedentes de estudio .....                          | 6  |
| 2.2.   | Bases teóricas – Científicas .....                     | 8  |
| 2.2.1. | La importancia del cultivo de la papa .....            | 8  |
| 2.2.2. | Origen .....   | 8  |
| 2.2.3. | Valor alimenticio.....                                 | 8  |
| 2.2.4. | Clasificación Botánica.....                            | 9  |
| 2.2.5. | Descripción botánica .....                             | 10 |
| 2.2.6. | Exigencia edafoclimáticos .....                        | 11 |
| 2.2.7. | Conjunto de técnicas.....                              | 12 |
| 2.2.8. | El azufre .....  | 15 |
| 2.2.9. | El magnesio .....                                      | 20 |
| 2.3.   | Definición de términos básicos .....                   | 22 |
| 2.3.1. | Magnesio .....   | 22 |
| 2.3.2. | Azufre .....   | 22 |
| 2.4.   | Formulación de hipótesis .....                         | 22 |
| 2.4.1. | Hipótesis general.....                                 | 22 |
| 2.4.2. | Hipótesis específica .....                             | 23 |
| 2.5.   | Identificación de Variables .....                      | 23 |
| 2.6.   | Definición Operacional de variables e indicadores..... | 23 |

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA Y TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN

|      |                              |    |
|------|------------------------------|----|
| 3.1. | Tipo de investigación .....  | 24 |
| 3.2. | Nivel de investigación ..... | 24 |

|         |  |    |
|---------|--|----|
| 3.3.    | Método de investigación .....  | 24 |
| 3.4.    | Diseño de investigación .....  | 24 |
| 3.4.1.  | Factores en estudio.....   | 25 |
| 3.4.2.  | Características Del Campo Experimental:.....                                     | 25 |
| 3.5.    | Población y muestra.....   | 27 |
| 3.6.    | Técnicas e instrumentos de recolección de datos .....                            | 27 |
| 3.7.    | Selección, validación y confiabilidad de los instrumentos de investigación. .... | 28 |
| 3.8.    | Técnicas de procesamiento y análisis de datos .....                              | 28 |
| 3.9.    | Tratamiento estadístico .....  | 29 |
| 3.10.   | Orientación ética filosófica y epistémica.....                                   | 29 |
| 3.10.1. | Autoría.....   | 29 |

## CAPITULO IV

### RESULTADOS Y DISCUSION

|        |  |    |
|--------|--|----|
| 4.1.   | Descripción del trabaja de campo .....                     | 30 |
| 4.1.1. | Establecimiento del campo experimental .....               | 30 |
| 4.1.2. | Establecimiento Política.....                              | 30 |
| 4.1.3. | Establecimiento Geográfica.....                            | 30 |
| 4.1.4. | Análisis de suelos.....                                    | 30 |
| 4.1.5. | Interpretación de resultados.....                          | 31 |
| 4.1.6. | Conducción del experimento.....                            | 32 |
| 4.2.   | Presentación, análisis e interpretación de resultados..... | 33 |
| 4.2.1. | Porcentaje de emergencia .....                             | 34 |
| 4.2.2. | Altura de plantas .....                                    | 35 |
| 4.2.3. | Número de tallos por planta.....                           | 37 |
| 4.2.4. | Diámetro de tubérculos. ....                               | 38 |

|        |   |    |
|--------|---|----|
| 4.2.5. | Número de tubérculos por planta.....                | 40 |
| 4.2.6. | Peso de tubérculos por planta.....                  | 42 |
| 4.2.7. | Rendimiento de tubérculos por tratamiento .....     | 44 |
| 4.2.8. | Rendimiento de tubérculos por hectárea.....         | 46 |
| 4.3.   | Prueba de Hipótesis .....                           | 48 |
| 4.4.   | Discusión de resultados.....                        | 48 |
| 4.4.1. | Porcentaje de emergencia .....                      | 48 |
| 4.4.2. | Tamaño de plantas .....                             | 49 |
| 4.4.3. | Tallos por planta.....                              | 50 |
| 4.4.4. | Tubérculos por planta.....                          | 50 |
| 4.4.5. | Peso de tubérculos por planta (kg).....             | 51 |
| 4.4.6. | Rendimiento de tubérculos por hectárea (t/ha) ..... | 52 |

## CONCLUSIONES

## RECOMENDACIONES

## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

## ANEXO

## INDICE DE TABLAS

|  |    |
|--|----|
| Tabla 1. Contenido de nutrientes de la papa por cada 100 gramos de porción comestible..... | 9  |
| Tabla 2. Operacionalización de variables .....   | 23 |
| Tabla 3 Técnicas y resultados de los análisis .....  | 31 |
| Tabla 4. Análisis de variancia de porcentaje de emergencia. ....                           | 34 |
| Tabla 5. Análisis de variancia de altura de plantas .....                                  | 35 |
| Tabla 6. Variancia para número de tallos por planta .....                                  | 37 |
| Tabla 7 Duncan para número de tallos por planta .....                                      | 38 |
| Tabla 8. Variancia de diámetro de tubérculos. ....   | 38 |
| Tabla 9 Duncan para diámetro de tubérculos .....   | 40 |
| Tabla 10. Variancia para número de tubérculos por planta .....                             | 40 |
| Tabla 11 Duncan para número de tubérculos por planta. ....                                 | 42 |
| Tabla 12. Análisis de variancia para peso de tubérculos por planta .....                   | 42 |
| Tabla 13 Cuadros de Duncan para peso de tubérculos por planta. ....                        | 44 |
| Tabla 14. Análisis de variancia para rendimiento de tubérculos por tratamiento.....        | 44 |
| Tabla 15 Duncan para producción de tubérculos por tratamiento. ....                        | 46 |
| Tabla 16. Análisis de variancia para rendimiento de tubérculos por hectárea (t/ha) .....   | 46 |
| Tabla 17 Cuadros de Duncan para rendimiento de tubérculos por hectárea.....                | 48 |

## INDICE DE FIGURAS

|  |    |
|--|----|
| Fig. 1 Croquis experimental .....                    | 26 |
| Fig. 2 Porcentaje de emergencia .....                | 35 |
| Fig. 3 Altura de plantas .....                       | 36 |
| Fig 4 Número de tallos por planta .....              | 37 |
| Fig 5 Diámetro de tubérculos .....                   | 39 |
| Fig 6 Número de tubérculos por planta.....           | 41 |
| Fig 7 Peso de tubérculos por planta .....            | 43 |
| Fig 8 Rendimiento de tubérculos por tratamiento..... | 45 |
| Fig 9 Rendimiento de tubérculos por hectárea .....   | 47 |

## CAPÍTULO I

### PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

#### 1.1. Identificación y determinación del problema

El cultivo de papa posee una alta demanda de nutrientes respecto a otros cultivos de ciclo corto, la fertilización puede representar cerca del 24% de los costos totales. La investigación en nutrición es extensa para nitrógeno (N), fósforo (P) y potasio (K). Sin embargo, la información sobre calcio (Ca), magnesio (Mg) y azufre (S), necesarios para obtener un óptimo rendimiento y calidad del tubérculo, es escasa. Estos elementos cumplen papeles fundamentales por ejemplo en paredes y membranas celulares, en señalización, activación de enzimas, metabolismo energético, formando aminoácidos, sulfolípidos, entre otros (Koch et al., 2020)

El manejo tradicional de los cultivos con aportes enfocados a N-P-K en ciclos continuos de producción, sumado a los procesos naturales de pérdida de nutrientes (lixiviación, erosión, fijación, entre otros), han llevado a la disminución de los contenidos naturales de macronutrientes Curvas críticas de dilución para calcio, magnesio y azufre en papa (*Solanum tuberosum* L. Grupo



Andigenum) 13 secundarios en el suelo y generados desbalances que limitan la disponibilidad de Ca, Mg y S. El aporte de Ca-Mg-S, con frecuencia se realiza frecuentemente por recomendaciones generales, implicando sobre o subdosificación de los nutrientes (Koch et al., 2020). Este problema no necesariamente es detectado durante el ciclo productivo, advirtiéndose su efecto negativo hasta la cosecha en el rendimiento y calidad del tubérculo. En este contexto, es necesario desarrollar una herramienta de diagnóstico que permita realizar la evaluación nutricional de Ca-Mg-S durante el ciclo productivo, con el fin de detectar y corregir excesos o déficit de forma oportuna. (Koch et al., 2020)

La fertilización con magnesio y azufre es cada día más popular en el mundo, Especialmente en los trópicos húmedos de Asia, África, Centro y Sudamérica, donde debido a las intensas lluvias y altas temperaturas los suelos tienen bajos niveles naturales de magnesio porque los nutrientes son lavados constantemente.

La tendencia de la agricultura moderna se dirige hacia necesidades mayores de azufre sobre la base de cultivos más productivos, agricultura más intensiva y productos agroquímicos, especialmente fertilizantes, con menores cantidades de este elemento. Como resultado, son cada día más comunes las deficiencias de este elemento y es más común la respuesta a fertilizantes con azufre.

Debido a que el magnesio es móvil dentro de las plantas, las deficiencias comienzan en las hojas viejas y se mueven a las hojas nuevas. La deficiencia de magnesio provoca clorosis debido a que el magnesio juega un rol fundamental en el proceso fotosintético y es el átomo central en la molécula de la clorofila. Los análisis de suelo pueden determinar las cantidades del magnesio disponible en el

suelo y si es necesario aplicar fertilizante. Los análisis de hojas también sirven para monitorear la concentración de magnesio en la planta.

Nuestro país ya se encuentra en lista de países con suelos con problemas de deficiencia en azufre y magnesio, debido a que se están consumiendo fertilizantes concentrados conteniendo poco o nada de azufre en su composición. Por otra parte, los suelos de la sierra son de bajo contenido de materia orgánica disponible, razón por la cual responden positivamente ante una aplicación de azufre y magnesio vía fertilizantes que lo contengan o materia orgánica.

En el distrito de Colpas la siembra de la papa se realiza sin ningún criterio técnico, se desconoce el uso de los elementos menores como el azufre y el magnesio, actualmente, el azufre es uno de los nutrientes esenciales para el desarrollo de las plantas, se considera un macroelemento secundario junto al calcio y magnesio y juega un rol igualmente importante al del fósforo o nitrógeno en la formación de aminoácidos incidiendo en una alta producción de la papa.

El desconocimiento por parte de los agricultores de paquetes tecnológicos completos que incluyen las labores culturales desde la siembra hasta la cosecha, hace que se tenga bajos índices de producción y productividad en el cultivo de papa en el área de estudio, lo que finalmente no permite la competitividad deseada, especialmente con los países vecinos.

En nuestro país se han realizado pocos estudios al respecto a pesar de que el azufre y el magnesio podrían llegar a ser un elemento limitante en una agricultura empresarial de alta productividad, es importante estudiar como influiría el azufre y el magnesio en el rendimiento en cantidad, calidad de la papa

## **1.2. Delimitación de la investigación**

### **1.2.1. Delimitación espacial**

El presente trabajo de investigación se llevó a cabo en la localidad de Colpas

### **1.2.2. Delimitación temporal**

El desarrollo de la investigación se llevó a cabo durante los meses de abril 2018 al mes de noviembre del año 2018.

## **1.3. Formulación del problema**

### **1.3.1. Problema General**

¿Cómo influye el efecto de aplicación de azufre y magnesio en el rendimiento del cultivo de la papa (*solanum tuberosum*) variedad tumbay en el distrito de colpas, provincia de ambo región Huánuco?

### **1.3.2. Problema específico**

¿Cómo influye el efecto de aplicación de azufre y magnesio en las características agronómicas de la papa (*solanum tuberosum*) variedad tumbay en el distrito de colpas, provincia de ambo región Huánuco?

## **1.4. Formulación de objetivos**

### **1.4.1. Objetivos General**

Evaluar el efecto de aplicación de azufre y magnesio en el rendimiento del cultivo de la papa (*Solanum tuberosum*) variedad tumbay en el distrito de Colpas, Provincia de Ambo Región Huánuco

### **1.4.2. Objetivo específico**

Estudiar el efecto de aplicación de azufre y magnesio en las características agronómicas (*Solanum tuberosum*) variedad tumbay en el distrito de colpas, Provincia de ambo Región Huánuco.

### **1.5. Justificación de la investigación**

El presente trabajo de investigación se justifica desde el punto de vista práctico porque va a permitir solucionar problemas del agricultor, por lo siguiente:

Dentro del sistema integral del cultivo de la papa, el uso de azufre y magnesio es prácticamente desconocido por los agricultores, la mayoría de los agricultores realizan la siembra de la papa en forma tradicional sin el uso de tecnología,

### **1.6. Limitaciones de la investigación**

- Distancia del campo experimental
- Agua de riego

## **CAPÍTULO II**

### **MARCO TEÓRICO**

#### **2.1. Antecedentes de estudio**

Santiago (2014), realizó un trabajo sobre Niveles de fertilización azufrada en el incremento de la intensidad de la pigmentación de la pulpa de papa en zonas altoandinas de la Región Junín, tuvo como objetivo evaluar el efecto de la fertilización azufrada en el incremento de la intensidad de la pigmentación de la pulpa de papa en las variedades Cceccorani, Huayro Macho y Leona. La parcela grande correspondió a las tres variedades: Cceccorani, Huayro Macho y Leona, la parcela chica a los niveles de fertilización que fueron testigo, 0.15, 0.20, 0.25, 0.30 kg/parcela de K<sub>2</sub>S<sub>04</sub>. Las variables consideradas fueron: crecimiento de planta a los 60, 90 y 120 días después de la siembra, rendimiento (número y peso del tubérculo), niveles de concentración de azufre en la pulpa de papa, niveles de toxicidad, Intensidad de pigmentación morada y roja, cantidad de antioxidantes y cantidad de antocianinas. El análisis de varianza mostró para la mayoría de las variables, alta diferencia significativa, en relación a la variable rendimiento para

el número de tubérculos no se encontraron diferencia estadística en las variedades, al igual que para el peso de tubérculos no se encontró diferencia significativa en la interacción variedad y niveles de fertilización. La comparación múltiple de medidas evidenció diferencias altamente significativas entre cultivares en todas las variables de estudio y en los tratamientos.

Angulo (2015), efectuó un trabajo sobre Rendimiento de papa (*Solanum tuberosum* L.) con aplicación de fósforo, magnesio y silicio. Manallasacc a 3450 msnm, Ayacucho. Los objetivos del trabajo fueron: a) Evaluar la precocidad de la variedad de papa Yungay por efecto de los diferentes tratamientos b) Determinar la productividad de papa bajo los niveles de silicio, fósforo y su interacción. Se evaluaron los factores del uso del producto comercial Magneclin Silicio, en tres niveles 100, 200 y 300 kg/ha y el otro factor fue el abonamiento fosfórico en los niveles de 200, 300, 400 kg/ha; además se adicionó un testigo adicional que consiste en el tratamiento de 400 kg/ha de magneclin Silicio sin abonamiento fosfórico. El rendimiento que viene a ser un patrón de gran importancia el Magneclin silicio muestra la mayor respuesta cuando se adiciona el producto mencionado en 100 kg/ha y 200 kg/ha, al aplicar 300 y 400 kg de P<sub>20</sub>. Los mejores rendimientos en la categoría primera son los tratamientos de: Magneclin Silicio en el nivel de 200 kg/ha con 200 kg/ha de fósforo y 300 kg/ha de fósforo responden con rendimientos de 22.5 t/ha y 25.5 t/ha

Acuña y Cifuentes, en el (2001), realizaron labores de evaluación de diferentes dosis de magnesio y señalan que efectivamente influye sobre la producción de la papa arrojando como resultado que la ESTA Kieserita obtuvo 31.41 t ha<sup>-1</sup>, seguido del óxido de magnesio con 27.59 t ha<sup>-1</sup> y del sulfato de magnesio con 25.02 t ha<sup>-1</sup>

En suelos de Tuquerres y Pasto, Guerrero (1998) evaluó un segundo abonamiento en la papa usando sulfato de amonio acompañado de una fertilización química a base de macronutrientes, al final de la evaluación obtuvieron 6 y 9 toneladas por hectárea de papa.

## **2.2. Bases teóricas – Científicas**

### **2.2.1. La importancia del cultivo de la papa**

**Ministerio de Agricultura y Riego DGCA– (2013)**, se refiere que la papa es la mayor fuente de alimento nutritivo en el mundo después de los cereales (arroz y trigo), y su producción es alta por unidad de hectárea, se siembra desde la costa hasta los 4,200 metros de altura y se compone como alimento base de la población peruana, principalmente de la región andina, es un tubérculo que ocupa un lugar de preferencia en la alimentación de los pobladores ofrece puestos de trabajo producido en pequeñas unidades agrarias generando millones de jornales/año.

### **2.2.2. Origen**

Es un tubérculo procedente de los Andes, su origen parece situarse en dos centros distintos de América del Sur: Perú y Bolivia y el Sur de Chile, luego con el correr de los años se extendió por todo el territorio que antes de la llegada de los españoles constituyó el Tahuantinsuyo, transcurriendo el siglo XVI, fue introducido en Europa por los españoles. (Suquilanda 2010)

### **2.2.3. Valor alimenticio**

Es un alimento muy nutritivo que desempeña funciones energéticas debido a su alto contenido en almidón, así como funciones reguladoras del organismo por su elevado contenido en vitaminas, minerales y fibra. Además,

tiene un buen contenido de proteínas, presentando éstas un valor biológico relativamente alto dentro de los alimentos de origen vegetal. FAO (2013)

Un estudio realizado por la FAO (2013) en el Perú, muestra la composición de algunos de la papa 100 gramos de porción comestible.

Tabla 1.

Contenido de nutrientes de la papa por cada 100 gramos de porción comestible.

| Tipo de papa | Energía<br>k | Agua<br>g | Proteína<br>g | Grasa<br>g | Fibre<br>g | Calcio<br>g | Hierro<br>g | Vitamina<br>A<br>mg |
|--------------|--------------|-----------|---------------|------------|------------|-------------|-------------|---------------------|
| Blanca       | 99           | 74.5      | 2.1           | 0.1        | 0.6        | 9           | 0.5         | 0.3                 |
| Amarilla     | 105          | 73.2      | 2             | 0.4        | 0.7        | 6           | 0.4         |                     |

FUENTE: FAO (2013)

#### 2.2.4. Clasificación Botánica

Vidal (2 000), clasifica a la papa de la siguiente manera:

- Reino : Vegetal
- División : Angiospermas
- Clase : Dicotiledóneas
- Sub-clase : Simpétalas
- Sección : Petota
- Sub sección : Basartrum
- Familia : Solanaceas
- Género : Solanum
- Especie : Tuberosum
- Nombre científico : Solanum tuberosum



### 2.2.5. Descripción botánica

Vásquez (2 000), explica la descripción botánica de la papa de la siguiente manera:

#### ➤ Raíz

La papa presenta un tipo de raíz axonomorfa, con ejes preponderante, ramificada de manera racimosa, con los ejes secundarios poco desarrollados, es preciso mencionar que cuando se siembra por tubérculos no tiene raíz principal ni cotiledones, formándose los estolones de la parte subterránea de cada tallo.

#### ➤ Tallo

Si se realiza la siembra por semilla botánica presenta, diferenciándose si la siembra se realiza por tubérculos que presenta varios tallos, son de color verde siendo los estolones superficiales.

#### ➤ Estolones

Los estolones son tallos subterráneos que se desarrollan a partir de la yema de los tallos, la longitud de las mismas está en función de las variedades a sembrarse, la variedad Yungay posee un estolón largo en comparación con la variedad revolución que tienen sus estolones cortos.

#### ➤ Bulbos

Se forman a partir de los estolones subterráneos y son tallos modificados que constituyen los principales órganos de almacenamiento de la planta de la papa.

➤ Hojas

Son compuestas, imparipinada, pecioladas y están formadas por foliolos terminales, raquis central y un número considerable de parejas de foliolos grandes, laterales y pedunculadas.

➤ Inflorescencia

Es una cima terminal, el pedúnculo se divide en dos ramas y estas a su vez se dividen en otros dos, dando el aspecto de una inflorescencia cimosa simple o compuesta, la característica principal de la inflorescencia de la papa es que son hermafroditas o sea en la misma flor se encuentra el gameto masculino y femenino.

➤ Fruto

Es una baya de forma más o menos redondeada, de color verde a verde amarillento.

#### **2.2.6. Exigencia edafoclimáticos**

➤ Temperatura

Vigil y Kissel, (2005) exponen que, la papa es una planta de climas templado frío siendo las temperaturas más favorables para su cultivo las que están en torno a 13 y 18°C.

➤ Humedad

Teasdale y Abdil, (2006) mencionan que la humedad relativa moderada es un factor muy importante para la formación de los tubérculos, si la humedad es demasiado presenta problemas fitosanitarios y repercute en la producción de la papa.

➤ Suelo

CONCOPE, (2008), es una planta poco exigente a las condiciones de suelo, en general requieren suelos profundos, arables de buena textura sin piedras para que en el interior de la misma se formen los tubérculos y la cosecha sea sencilla, los terrenos pedregosos y compactos no son lo ideal para su cultivo.

**2.2.7. Conjunto de técnicas**

➤ **Preparación de terreno**

Egusquiza, R. Ctalan, W. (2011), explica los procedimientos durante la preparación del terreno

**a. Elección del terreno**

El terreno en donde se va cultivar la papa debe estar libre de piedras de mediana fertilidad, textura franca, sin capas compactas, buena retención de humedad y buen drenaje, los suelos de textura arcillosas son muy difíciles de trabajar porque son compactos y el desarrollo de los tubérculos no son eficientes, es preciso mencionar que el suelo debe de estar programado en su capacidad de campo para realizar una buena roturación y desterronado de la misma, tampoco se recomienda realizar la preparación del terreno en suelos secos o demasiados húmedos.  
Egusquiza (2011)

Horton, (2006), menciona que, el terreno debe de encontrarse bien desterronado, aireado, con el objetivo de favorecer el desarrollo radicular, la emergencia rápida, homogénea y reducir los ataques de parásitos.

**b. Roturación**

El cultivo de papa, requiere de una adecuada preparación, que se consigue con una labor de arado (25-30 centímetros), la misma que debe hacerse con por lo menos dos a tres meses de anticipación para poder enterrar el rastrojo o barbecho al suelo y lograr que este se descomponga y así mismo permitir que los controladores naturales bióticos (aves, reptiles, sapos, insectos, arañas) y abióticos (los rayos solares y el frío), eliminen a las plagas del suelo.

**c. Rastrada y Nivelada**

Cuando el terreno es arenoso o franco arenoso el pase de rastra se realizará en forma horizontal a una profundidad aproximada de 20 centímetros y la nivelación se realiza con la finalidad de evitar la formación de lagunas al momento de realizar los riegos.

**d. Drenajes**

Esta labor se realiza con la finalidad que la humedad excesiva de los suelos se escurra a través de los drenajes o zanjas preparadas en los terrenos y de esa forma se evita el encharcamiento de las plantas pueden hacer daño al cultivo en el momento de su desarrollo y formación de tubérculos.

**e. Elaboración de surcos**

Para evitar la erosión de los suelos producto de las intensas lluvias los surcos deben de trazarse en suelos con pendiente en sentido contrario, cuando el suelo es semi plano los surcos deben

de trazarse en forma horizontal de acuerdo a la distancia establecida

➤ **Siembra**

Huamán, (2008), explica que, la plantación de la papa se realiza de acuerdo al tamaño de las semillas tubérculos, si la semilla vegetativa es grande se procede a dividirlos, pero teniendo cuidado de no dañarlos, cada porción debe tener mínimo dos yemas, lo ideal es plantar tubérculos enteros de 40 – 60 gramos, si la siembra se realiza con fines de obtener semillas el tamaño del tubérculo puede ser de 30 – 40 gramos, es preciso mencionar que las semillas tubérculos de tamaño medio con pocas yemas producen pocos tubérculos pero de gran tamaño.

➤ **Abonamiento**

La papa es un cultivo muy exigente al aporte y consumo de nutrientes, requiere de macro y microelementos, al momento de la formación requiere buen aporte de nutrientes químicos y orgánicos. Huamán (2008)

**Nitrógeno.** - Favorece el desarrollo de la parte aérea, la formación y engrosamiento de los tubérculos.

**Fósforo.** – favorece el desarrollo de las raíces mejorando la calidad de los tubérculos y reduciendo su sensibilidad a daños

**Potasio.** - Ayuda a la formación de fécula y proporciona a las plantas una mayor resistencia a las heladas, a la sequía, a las enfermedades, un exceso de abonado potásico puede bloquear al magnesio.

**Magnesio.** - Su carencia se manifiesta por un amarillamiento entre las nervaduras de las hojas y, en casos graves, por su muerte o marchitamiento.

**Zinc.** - este cultivo responde muy bien a las aportaciones foliares de zinc.

➤ **Cosecha**

Acevedo (2012), explica que, la recolección de los tubérculos se efectúa cuando la planta ha completado su madurez fisiológica que depende cada variedad también se debe observar cuando el follaje está amarillento, secándose y cuando la papa no se pela fácilmente al friccionar con el dedo pulgar.

#### **2.2.8. El azufre**

➤ **Características generales del azufre**

Summers (2016), explica que, es usado en la aplicación de las plantas por que interviene en el óptimo desarrollo de las plantas, las plantas lo absorben a través de sus raíces y transportado dentro de la planta en forma de ión sulfato ( $SO_4$ ); posteriormente es reducido e incorporado como grupo sulfhidrilo (SH) dentro de los componentes orgánicos.

El mayor porcentaje del azufre en las plantas se encuentra en las proteínas de los cloroplastos, que contienen la clorofila, si la planta sufre una deficiencia del azufre la formación de la clorofila disminuye, las hojas pierden su coloración normal acentuando a una coloración verde pálido.

➤ **Importancia del azufre en la producción de los cultivos**

Una buena producción de papa extrae del suelo entre 15 y 50 kilogramos de azufre por hectárea, al igual que el magnesio y el fósforo, por tanto, es necesario reincorporar al suelo la cantidad de azufre que la planta lo extrae y se realiza mediante aplicaciones al suelo o aplicaciones foliares. Las leguminosas y las crucíferas tienen las más altas exigencias de azufre, así como los árboles frutales ya que interviene en la formación de proteínas elemento muy importante para las plantas. La importancia del azufre es similar a la del nitrógeno y el fósforo en la formación de proteínas. (Bornemisza, 1959; Russell, 1992; Mengely Kirkby, 1982).

Cuando se aplica azufre en las plantas se observa las siguientes bondades;

Hortalizas con marcado metabolismo de nitrógeno y proteína.

Hortalizas que se utilizan por el fruto y semillas.

Hortalizas cuyo valor depende del contenido de azúcar en la cosecha.

Cuando debe prestarse consideración a las propiedades de conservación o características de almacenamiento.

Cultivos que contienen mayor cantidad de este elemento en sus tejidos, sobre todo si crecen en terrenos de textura ligera bajos en materia orgánica. (Bornemisza, 1959).

➤ **Deficiencia y toxicidad de azufre en los cultivos**

Cuando los aportes del medio ambiente son inferiores a 10 kilogramos por hectárea se observa ciertas deficiencias de éste

elemento es necesario que sea renovado inmediatamente al momento de la siembra o al cultivo. Fassbender, (1982)

El azufre en las plantas es un elemento muy importante, su deficiencia se manifiesta en el poco aporte de proteínas y una inhibición de la síntesis de las mismas, cuando en los tejidos de las plantas se observa una deficiencia de azufre se acumulan los aminoácidos y las amidas nitrogenadas las cuales están asociadas con un bajo contenido de azúcar, resultado de la pobre actividad fotosintética de las plantas. Bornemisza. (1959)

En la práctica cuando se desea detectar la deficiencia de azufre y nitrógeno no es sencillo por lo que debe acudir a los análisis foliares, que resultan más fiables, una de los síntomas más visibles a la deficiencia de azufre se observa que el crecimiento se hace más lento y se retrasa la maduración. Mengel and Kirkby (1982).

➤ **El azufre en la nutrición de la planta**

Mengel y Kirby (1982), explican que, el azufre es absorbido por las plantas por mecanismos sencillos a través del ión sulfato en las soluciones nutritivas y es tomada por la planta en pleno proceso de desarrollo del vegetal, el azufre se localiza en las plantas en forma ascendente pero la forma descendente es pobre, por tanto, cuando la planta no se ve favorecida por la presencia del azufre el sulfato se localiza en las raíces. El azufre se localiza en las plantas en dirección ascendente por que la forma descendente es muy pobre o difícil de tomar.



Se debe de precisar que el azufre no se moviliza rápidamente en las plantas al igual que el calcio y otros elementos menores, trayendo como resultado que los primeros síntomas de su deficiencia se observa en las hojas jóvenes o tiernos, de igual manera el ión sulfito la planta la toma de la atmósfera a través de las estomas y distribuido por toda la planta. (Mengel y Kirkby; 1982).

➤ **Rol del azufre**

El papel que cumple el azufre en las plantas es la de sintetizar los aminoácidos como la cistina, cisteína y otros, participa en la activación de enzimas proteolíticas tales como las papainasas, se encuentra presente en los aceites de algunas especies, incrementando su contenido en cultivos tales como la soya (The Sulphur Institute, s/f).

➤ **Interacción del azufre con otros elementos**

En el suelo la interacción más eficiente del azufre es con el nitrógeno, si se aplica al momento de la siembra juntos en combinación, los resultados finales son sobresalientes por la alta producción obtenida, si se suministran cantidades apreciables de uno de los dos elementos y el otro es escaso, las diferencias serán fuertes. (Bornemisza, 1959; Kanwar y Mudahar, 1986).

También cumple la función de interacción con el fósforo cuando se aplica en combinación por que desplaza el ión fosfatos especialmente en suelos Kanwar y Mudahar (1986),

La interacción del azufre con elementos mayores como el nitrógeno y el fósforo es de importancia en las zonas tropicales y n algunos

lugares está aumentando el uso de fosfatos por los rendimientos obtenidos. (Bornemisza, 1990; Kanwar y Mudahar, 1986).

➤ **El azufre en la fisiología de la planta**

Jiménez (2012), menciona que, el azufre cuando se aplica al suelo es absorbido por la planta a través de sus raíces, es la razón que cuando se combina con el fósforo las raíces de la papa son abundantes y toma más nutriente y finalmente repercute en la producción total, el azufre también puede absorberse por las hojas a través de las estomas en forma de dióxido de azufre.

El azufre tiene las siguientes funciones:

Componente de ciertos aminoácidos

Provoca la asimilación del Nitrógeno.

Es componente de vitaminas y hormonas.

➤ **Deficiencia de azufre en la planta**

Una de las características principales de la deficiencia de azufre en el suelo y en las plantas es por el bajo contenido de ellos, entonces es necesario aplicar dosis adecuadas de azufre para incrementar su contenido y hacerle soluble por las plantas, en suelos que presentan deficiencia de materia orgánica también hay deficiencia de azufre, algunos productores tienen la costumbre de quemar los pastizales y no se dan cuenta que están empobreciendo los suelos especialmente en azufre y magnesio, la deficiencia en las plantas se observa por un amarillamiento en las hojas más jóvenes, influenciando en el proceso de fotosíntesis anormal y una baja producción. Jiménez, (2012)

➤ **Absorción de azufre por las raíces y hojas**

Cuando se aplica el azufre en sus diferentes formas y las plantas empieza a brotar o germinar, éstas son absorbidas a través de sus raíces como anión sulfato, pero también el azufre puede ser absorbido directamente a través de las estomas. Jiménez (2012).

➤ **Funciones del azufre en las plantas**

- Es elemento básico de los aminoácidos cisteína y metionina
- Representa parte de algunas vitaminas tales como tiamina y biotina.
- Es pieza componente de la coenzima A, Jiménez (2012),

**2.2.9. El magnesio**

➤ **Características generales del magnesio**

El macroelemento secundario magnesio tiene varias funciones en los vegetales, interviene en la síntesis de xantofilas y carotenos, que contribuyen a la mantención de una turgencia óptima de las células y participan en la formación de carbohidratos en la planta la función esencial del magnesio en los vegetales es que interviene directamente en el proceso de fotosíntesis que es un factor muy importante para que la planta pueda absorber del suelo los macro y microelementos presentes en ella y da una coloración verde a las hojas, su deficiencia limita una buena producción. Jiménez (2012)

➤ **El Magnesio (Mg) en los suelos**

Summers (2016), menciona que, en el suelo se encuentra en:

1. Solución del suelo, disponible por las plantas.
2. Intercambiable

3. No intercambiable que se encuentran en el proceso de descomposición de los silicatos del suelo.

➤ **El magnesio en la fisiología de la planta**

La planta debe de presentar en sus raíces una buena disponibilidad humedad para que pueda absorber el magnesio desde sus raíces, el suministro de este elemento a las plantas ocurre mediante transporte por flujo de masa siendo muy móvil dentro del floema y puede ser trascolado desde las hojas más viejas a las más jóvenes. Summers (2016),

➤ **Empleos del magnesio en las plantas**

- Es constituyente del núcleo central de la molécula de la clorofila
- Participa activamente en las transformaciones del nitrógeno.
- Es necesario en la transferencia del fósforo en la planta.
- Su presencia evita el ennegrecimiento de la papa y a la duración del almacenamiento.
- Es la base estructural de la molécula de clorofila. Carkmark. J. (2010).

➤ **Absorción de Magnesio por las plantas**

Jiménez (2012), explica que, los vegetales absorción el magnesio como ión magnesio y tiene los siguientes procesos:

1. Filtración pasiva
2. Transmisión y movimiento de iones de magnesio desde zonas de alta concentración hacia zonas de menor concentración.

➤ **Síntomas de deficiencia**

Kakmak (2010), menciona que, los síntomas de deficiencia del magnesio se localizan por un proceso de amarillamiento en las hojas en forma de clorosis especialmente en las hjas adultas e interviene directamente en la deficiencia en el proceso de fotosíntesis en los vegetales. Los síntomas de deficiencia en las plantas, el proceso de pérdida de color normal comienza del borde de la lámina y avanza progresivamente hacia el interior entre las nervaduras, rodeando la vena central y a veces las primarias, la zona afectada de las hojas adultas se notan algunas veces emblanquecidas por la falta de fotosíntesis.

**2.3. Definición de términos básicos**

**2.3.1. Magnesio**

Es fundamental porque interviene en la síntesis de xantofilas y carotenos, activador de varias enzimas, particularmente aquellas involucradas en el metabolismo de carbohidratos y proteínas, Jiménez (2012).

**2.3.2. Azufre**

Summers (2016), explica que, este elemento es muy importante en el proceso de desarrollo de las plantas en sus diferentes fases son llamados elementos principales de la fertilización.

**2.4. Formulación de hipótesis**

**2.4.1. Hipótesis general**

Existe diferencia significativa en cuanto a rendimiento de la papa variedad Tumbay a la aplicación de azufre y magnesio.

### 2.4.2. Hipótesis específica

Existe diferencia significativa en cuanto a las características morfológicas en la papa variedad Tumbay a la aplicación de azufre y magnesio.

### 2.5. Identificación de Variables

Variables Dependientes: Beneficio del cultivo de la papa.

Variables Independientes: Aplicación de azufre y magnesio

### 2.6. Definición Operacional de variables e indicadores.

Tabla 2.

Operacionalización de variables

| Variables  | Indicadores                        | Índice                |
|--|------------------------------------|-----------------------|
| Variable independiente<br>aplicación de<br>Azufre y magnesio | Sulfato de magnesio                | 200 k/ha              |
|  | Magnesil                           | 200 k/ha              |
|  | Sulfato de potasio                 | 300 k/ha              |
|  | Sulfato de amonio                  | 250 k/ha              |
|  | Superfosfato simple de calcio      | 150 k/ha              |
| Variable dependiente<br>Rendimiento del<br>cultivo de papa   | Altura de plantas                  | m/planta              |
|  | Número de tallos por planta        | Tallos por planta     |
|  | Diámetro de tubérculo              | cm/tubérculo          |
|  | Número de tubérculos por<br>planta | Tubérculos por planta |
|  | Peso de tubérculos por planta      | k/planta              |
|  | Rendimiento                        | t/ha                  |

Fuente: Elaboración propia (2021)

## **CAPÍTULO III**

### **METODOLOGÍA Y TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN**

#### **3.1. Tipo de investigación**

La presente investigación es del tipo experimental debido a que en campo se utilizaron diferentes instrumentos para observar la efectividad del azufre y magnesio, así mismo es aplicada ya que utiliza conocimientos previos.

#### **3.2. Nivel de investigación**

Práctico porque en el transcurso de la investigación se realizó la manipulación de variables para controlar su efecto en las conductas observadas

#### **3.3. Método de investigación**

En el presente trabajo se utilizó el método científico aplicado, mediante la experimentación, observación, descripción y explicación de los fenómenos que acontecen durante el proceso de investigación.

#### **3.4. Diseño de investigación**

Se utilizó el modelo experimental de bloques Completos al Azar (DBCA), con 6 tratamientos y 3 bloques,

### 3.4.1. Factores en estudio

- Sulfato de magnesio
- Magnesil
- Sulfato de potasio
- Sulfato de amonio

### 3.4.2. Características Del Campo Experimental:

#### A. Del campo experimental

- Largo : 26.00 m
- Ancho : 11.00 m
- Área total : 286.00 m<sup>2</sup>
- Área experimental : 216.00 m<sup>2</sup>
- Área neta experimental : 43.2 m<sup>2</sup>
- Área de caminos : 70.00 m<sup>2</sup>

#### B. De la parcela

- Largo : 4.00 m
- Ancho : 3.00 m
- rea neta : 12.00 m<sup>2</sup>
- Área neta experimental : 2.40 m<sup>2</sup>

#### C. Bloques

- Largo : 24.00 m
- Ancho : 3.00 m
- Total : 72.00 m<sup>2</sup>
- N° de parcelas por bloque : 06
- N° total de parcelas del experimento: 18

#### D. Surco

- N° de surcos /parcela neta : 04



- N° de surcos / experimento : 72
- N° de surcos /bloque : 24
- Distancia entre surcos : 1.00 m
- Distancia entre planta : 0.30 m

**Fig. 1 Croquis experimental**

|     |     |     |     |     |     |     |
|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| I   | 105 | 102 | 104 | 106 | 101 | 103 |
| II  | 206 | 204 | 205 | 201 | 203 | 202 |
| III | 301 | 302 | 303 | 304 | 306 | 305 |

- AREA TOTAL : 286.00 m<sup>2</sup>
- AREA EXPERIMENTAL : 216.00 m<sup>2</sup>
- AREA NETA EXPERIMENTAL : 43.20 m<sup>2</sup>
- AREA DE CAMINOS : 70.00 m<sup>2</sup>

### **3.5. Población y muestra**

La población en estudio lo conformaron fertilizantes a base de azufre y magnesio.

- Población: 720 matas de papa
- Muestra: 04 Plantas por cada tratamiento.

### **3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos**

Para la recolección de datos en este trabajo de investigación se empleó la técnica de la observación y medición, según la variable a evaluar, los instrumentos empleados fueron cinta métrica, balanza de precisión, geotermómetro, vernier y otros.

Se evaluaron las siguientes variables:

#### 1. Porcentaje de emergencia

Se contaron todas las plantas emergidas dentro de la parcela experimental y se llevaron a porcentaje.

#### 2. Altura de plantas

Previa a la cosecha, con ayuda de un flexómetro se tomaron la medida de tamaño de plantas, desde la base hasta el ápice de las plantas dentro de la parcela experimental.

#### 3. Diámetro de tubérculos

Se utilizó el vernier para sacar los datos.

#### 4. Tallos por planta

Se contaron el número de tallos por planta dentro de la parcela experimental en estudio, luego se promediaron.

#### 5. Tubérculos por planta

Se contaron el número de tubérculos por planta.

6. Peso de tubérculos por planta

Al momento de la cosecha se pesaron los tubérculos por planta dentro de la parcela experimental, se utilizó una balanza de precisión.

7. Producto por tratamiento

Esta observación se realizó pesando los tubérculos obtenidos en cada tratamiento, dentro de la parcela experimental, luego se promediarán.

8. Rendimiento por hectárea

Los datos obtenidos en rendimiento por tratamiento se expresaron en toneladas por hectárea.

**3.7. Selección, validación y confiabilidad de los instrumentos de investigación.**

Se utilizaron instrumentos como balanzas, flexómetro, vernier y para las fichas de evaluación fueron recopilados de trabajos anteriores y se citó en la bibliografía, para la confiabilidad se utilizó el coeficiente de variabilidad C.V. expresado en % los valores menores a 40% son aceptables para este tipo de investigaciones y para la comparación de los tratamientos se usó la prueba de Duncan (Calzada, 2003).

**3.8. Técnicas de procesamiento y análisis de datos**

Los datos de la investigación se sometieron a un análisis de varianza (ANVA) y la prueba de rangos múltiples de Duncan a un nivel de 0.05, esto con la finalidad de comparar las medias o promedios de los tratamientos y se realizó con el paquete estadístico Infostat.

### 3.9. Tratamiento estadístico

| Fuente                        | Descripción    | Clave |
|-------------------------------|----------------|-------|
| Sulfato de magnesio           | 200 k/ha       | T 1   |
| Magnesil                      | 200 k/ha       | T 2   |
| Sulfato de potasio            | 300 k/ha       | T 3   |
| Sulfato de amonio             | 250 k/ha       | T 4   |
| Superfosfato simple de calcio | 250 k/ha       | T 5   |
| Testigo                       | Sin aplicación | T 6   |

### 3.10. Orientación ética filosófica y epistémica

#### 3.10.1. Autoría

Se puede precisar con claridad que la Bach. Luz Giolina ZAVALA ROJAS, le corresponde la autoría al presente trabajo.

## **CAPITULO IV**

### **RESULTADOS Y DISCUSION**

#### **4.1. Descripción del trabaja de campo**

##### **4.1.1. Establecimiento del campo experimental**

El presente trabajo de investigación se llevará a cabo en la localidad de Colpas, Provincia de Ambo Región Huánuco.

##### **4.1.2. Establecimiento Política**

|           |           |
|-----------|-----------|
| Región    | : Huánuco |
| Provincia | : Ambo    |
| Distrito  | : Colpas  |
| Lugar     | : Rachac  |

##### **4.1.3. Establecimiento Geográfica**

|                   |                     |
|-------------------|---------------------|
| Región Geográfica | : Marañón- Amazonas |
| Sub-cuenca        | : Alto Huallaga     |
| Altitud           | : 2,800 m.s.n.m.    |
| Temperatura       | : 12 – 18°C.        |

##### **4.1.4. Análisis de suelos**

Para realizar el uso exacto de los fertilizantes orgánicos e inorgánicos, se efectuó mediante los análisis físicos y químicos, para tomar la muestra representativa del suelo se tomaron sub muestras se homogenizó y se tomó un kilogramo de suelo para su análisis respectivo.

Tabla 3 Técnicas y resultados de los análisis

| <b>Análisis mecánico</b>  | <b>Resultado</b> | <b>Niveles</b>         |
|---------------------------|------------------|------------------------|
| - Arena                   | 55.6 %           | Franco Arcillo Arenoso |
| - Limo                    | 22.0 %           |                        |
| - Arcilla                 | 22.4 %           |                        |
| Estudio químico           |                  |                        |
| - Materia orgánica        | 5.0 %            | Medio                  |
| - Reacción del suelo (pH) | 4.12             | Ácido                  |
| Elementos disponibles     |                  |                        |
| - Fósforo                 | 5.0 ppm          | Bajo                   |
| - Potasio                 | 100 ppm          | Bajo                   |
| - Nitrógeno               | 0.25 %           | Alto                   |

#### **4.1.5. Interpretación de resultados**

El suelo es de una textura de Franco Arcillo Arenoso, su reacción ácida, materia orgánica medio, Fósforo alto y Potasio bajo. Por lo tanto, la fertilidad del suelo se puede estimar como normal y éste responde al abonamiento orgánico del suelo.

#### 4.1.6. Conducción del experimento

##### ➤ Disposición de terreno

Una vez ubicado el terreno, se procedió a su preparación, realizando un riego de machaco por espacio de seis horas, presentando el suelo húmedo y favoreciendo las labores de roturación y desterronado del suelo.

##### ➤ Cultivo

La siembra se realizó en forma directa, distribuyendo las semillas al fondo del surco, a la distancia conveniente entre plantas y surcos.

##### ➤ Separación de siembra

- Entre plantas : 0.30 m
- Entre surcos : 1.00 m
- Peso de semillas : 30 – 40 gramos

##### ➤ Abonamiento

Se utilizó abonos orgánicos y químicos, de igual forma los fertilizantes a base de azufre y magnesio.

De acuerdo a los resultados del análisis de suelo se aplicaron las siguientes cantidades por planta: 18 gramos por planta de nitrógeno, fósforo y potasio, de los factores en estudio se aplicaron las siguientes cantidades: Sulfato de magnesio se aplicó 6 gramos por planta a la siembra y al aporque, el magnesil se aplicó 30 gr/20 litros de agua en tres oportunidades (A los 45 días después de la siembra, luego a los 15 días del primero y 15 días después de la segunda aplicación), el sulfato de potasio se aplicó 9 gramos por planta a la siembra y al

aporque, mientras que el sulfato de amonio y el superfosfato simple de calcio se aplicaron 8 gramos por planta a la siembra y al aporque.

➤ **Labores culturales**

a) Deshierbo y aporque

Las malezas fueron controladas manualmente utilizando herramientas de la zona coincidiendo con el cultivo de la planta, transcurrido treinta días se procedió a realizar el aporque.

b) Control fitosanitario

Se tuvo la presencia del ataque de pulgilla saltona (*Epitrix párvula*), esta plaga ataca a las hojas produciendo comeduras en forma circular como consecuencia de la alimentación de los adultos, en tal sentido se utilizó el insecticida Furadan 4F a una dosis de 25 c.c./10 litros de agua. No hubo presencia de ninguna enfermedad.

Para prevenir el ataque de Mancha (Phytophthora infestans) se realizó un buen aporque y se aplicó FITORAZ 76 % P.M en dos oportunidades

➤ **Cosecha**

Antes de realizar esta labor se procedió a realizar un muestreo para observar el estado ideal de los tubérculos, cuando el tubérculo no presentaba desprendimiento de la cáscara se procedió a la cosecha utilizando herramientas propias de la zona.

#### **4.2. Presentación, análisis e interpretación de resultados**

Para determinar las diferencias estadísticas se utilizó el análisis de variancia.



Para realizar el análisis estadístico se utilizó el software Infostat

#### 4.2.1. Porcentaje de emergencia

Tabla 4.

Análisis de variancia de porcentaje de emergencia.

| VARIACIÓN    | Grados<br>libre | SC     | CM   | FC   | FT   |         |
|--------------|-----------------|--------|------|------|------|---------|
|              |                 |        |      |      | 0.05 | Signif. |
| Bloques      | 2               | 0.11   | 0.06 | 0.07 | 4.10 | N.S.    |
| Tratamientos | 5               | 2.28   | 0.46 | 0.58 | 3.33 | N.S.    |
| Error        | 10              | 7.89   | 0.79 |      |      |         |
| Total        | 17              | 810.28 |      |      |      |         |

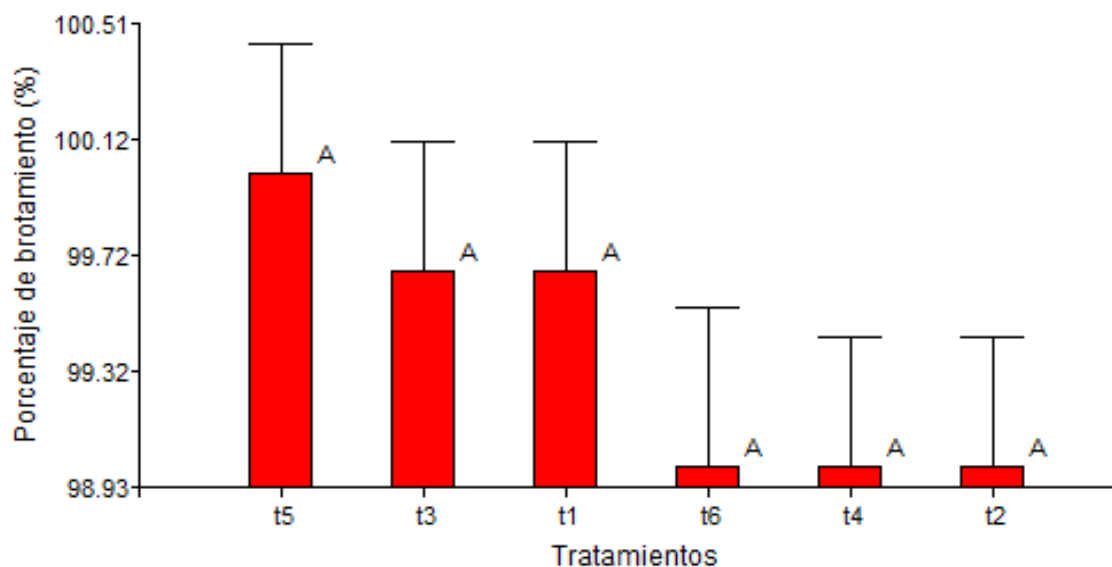
C.V. 0.89%

La presente tabla muestra que no hay significación entre las variables independientes estudiados a nivel de los tratamientos

Variación 0.89 % Benza (1970) expone muy bueno, lo que nos indica que los datos fueron uniformes.

**Fig. 2**

**Porcentaje de emergencia**



Los datos nos muestran que, el T5 (testigo) tuvo un brotamiento en un 100 %, por su parte el T5 y T1 tuvieron resultados similares.

**4.2.2. Altura de plantas**

Tabla 5.

Análisis de variancia de altura de plantas

| VARIACIÓN    | Grados libre | SC       | CM     | FC   | FT   |         |
|--------------|--------------|----------|--------|------|------|---------|
|              |              |          |        |      | 0.05 | Signif. |
| Bloques      | 2            | 425.57   | 212.79 | 3.45 | 4.10 | N.S.    |
| Tratamientos | 5            | 514.88   | 102.98 | 1.67 | 3.33 | N.S.    |
| Error        | 10           | 616.73   | 61.67  |      |      |         |
| Total        | 17           | 1,557.19 |        |      |      |         |

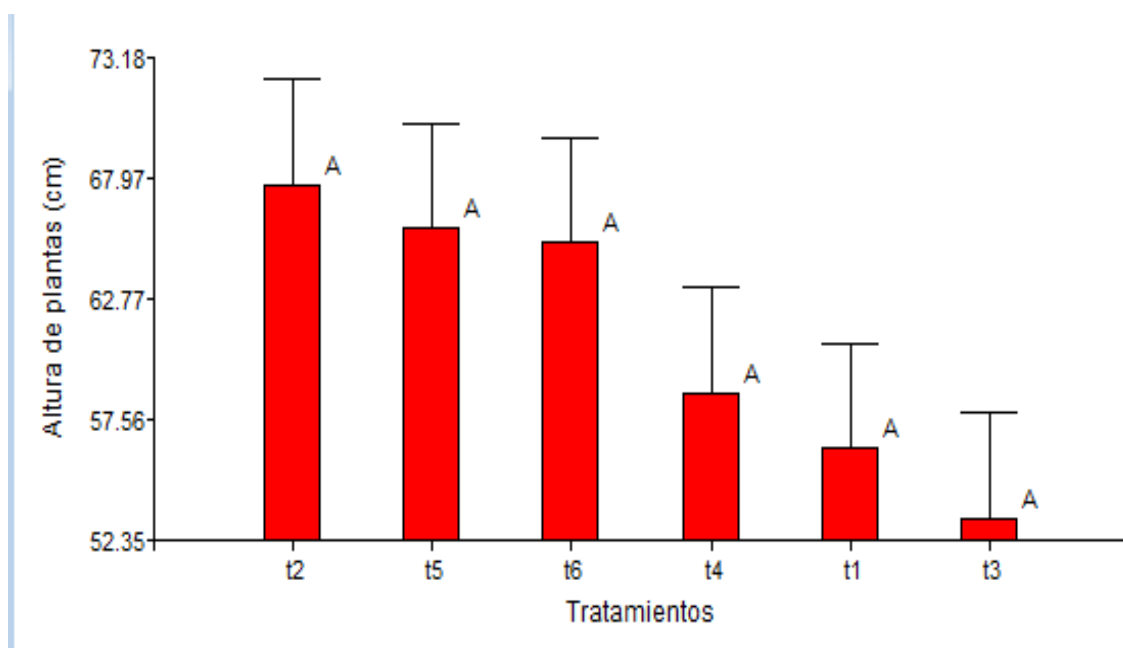
C.V. 12.84%

La presente tabla muestra que no hay significación entre las variables independientes estudiados a nivel de los tratamientos

Variación 12.84 % Benza (1970) expone bueno, lo que nos indica que los datos fueron uniformes.

**Fig. 3**

**Altura de plantas**



Los datos de la tabla de Duncan nos muestran que, el T2 y T5 (Aplicación de magnesil y testigo) tuvieron los mejores resultados con 67.7 y 65.83 cm.

### 4.2.3. Número de tallos por planta

Tabla 6.

Variación para número de tallos por planta

| VARIACIÓN    | Grados libre | SC    | CM   | FC   | FT   |         |
|--------------|--------------|-------|------|------|------|---------|
|              |              |       |      |      | 0.05 | Signif. |
| Bloques      | 2            | 12.00 | 6.00 | 4.74 | 4.10 | N.S.    |
| Tratamientos | 5            | 19.83 | 3.97 | 3.13 | 3.33 | N.S.    |
| Error        | 10           | 12.67 | 1.27 |      |      |         |
| Total        | 17           | 44.50 |      |      |      |         |

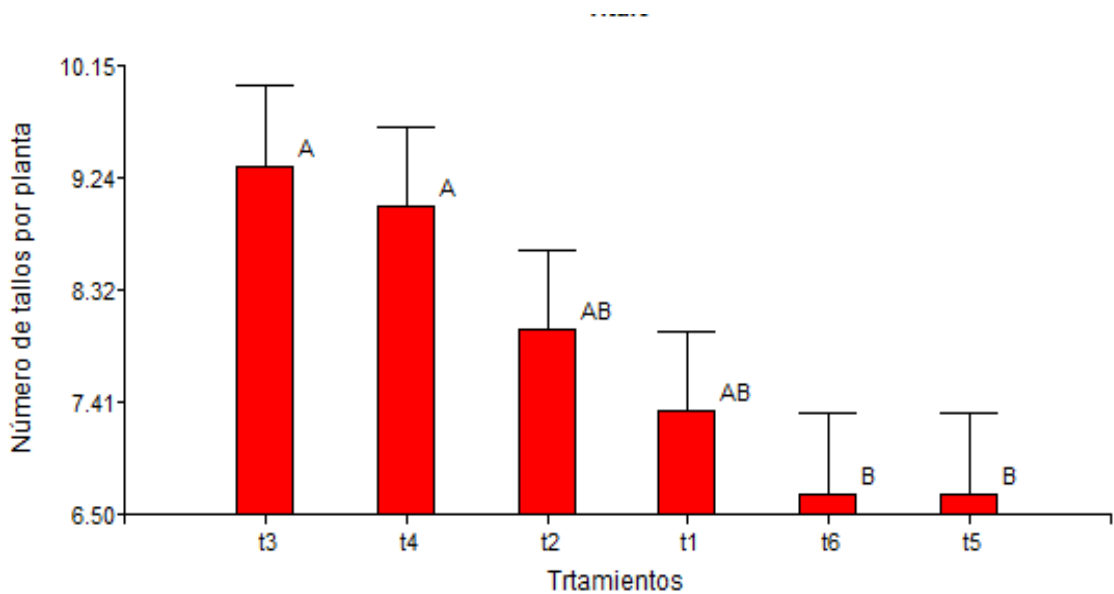
C,V, 14.37%

La presente tabla muestra que no hay significación entre las variables independientes estudiados a nivel de los tratamientos

Variación 14.37 % Benza (1970) expone bueno, lo que nos indica que los datos fueron uniformes

Fig 4

Número de tallos por planta



Los datos nos muestran que, el T3 y T4 (Aplicación desulfato de potasio y sulfato de amonio) tuvieron los mejores resultados con 9.33 y 9.00

Tabla 7

Duncan para número de tallos por planta

| MÉRITO | TRATAMIENTO | MEDIA | NIVEL DE SIGNIFICACIÓN |   |
|--------|-------------|-------|------------------------|---|
|        |             |       | 0.05                   |   |
| 1      | 3           | 9.33  | A                      |   |
| 2      | 4           | 9.00  | A                      |   |
| 3      | 2           | 8.33  | A                      | B |
| 4      | 1           | 8.00  | A                      | B |
| 5      | 6           | 7.33  | B                      |   |
| 6      | 5           | 6.00  | B                      |   |

Al observar el presente marco se aprecia los datos del primer al cuarto lugar según el orden de mérito los valores son iguales con 9.33; 9.00; 8.33 y 8.00 tallos por planta, el T5 muestra el último lugar con 6.66

#### 4.2.4. Diámetro de tubérculos.

Tabla 8.

Variación de diámetro de tubérculos.

| VARIACIÓN    | Grados libre | SC    | CM   | FC    | FT   |         |
|--------------|--------------|-------|------|-------|------|---------|
|              |              |       |      |       | 0.05 | Signif. |
| Bloques      | 2            | 0.27  | 0.14 | 0.89  | 4.10 | N.S.    |
| Tratamientos | 5            | 13.96 | 2.79 | 18.01 | 3.33 | *       |
| Error        | 10           | 1.54  | 0.15 |       |      |         |
| Total        | 17           | 15.78 |      |       |      |         |

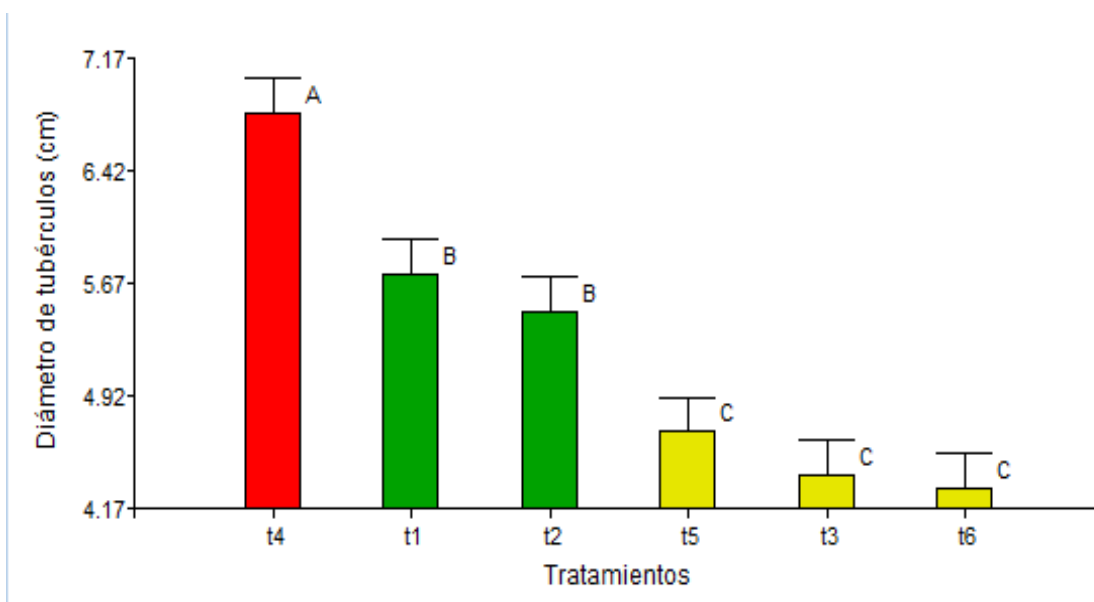
C.V. = 7.50 %

La presente tabla de variancia para diámetro de tubérculos por planta muestra que, no hay significación entre bloques, pero si muestra significación entre tratamientos.

Variación 7.50 % Benza (1970) expone muy bueno, lo que nos indica que los datos fueron uniformes

**Fig 5**

**Diámetro de tubérculos**



Los datos nos muestran que, el T4 y T1 (Aplicación de sulfato de amonio y sulfato de magnesio) tuvieron los mejores resultados con 6.81 y 5.73 cm.

Tabla 9

Duncan para diámetro de tubérculos

| MÉRITO | TRATAMIENTO | MEDIA<br>cm | NIVEL DE SIGNIFICACIÓN<br>0.05 |
|--------|-------------|-------------|--------------------------------|
| 1      | 4           | 6.81        | A                              |
| 2      | 1           | 5.73        | B                              |
| 3      | 2           | 5.48        | B                              |
| 4      | 5           | 4.68        | C                              |
| 5      | 3           | 4.39        | C                              |
| 6      | 6           | 4.31        | C                              |

Al observar el presente marco se aprecia el T4 (aplicación de sulfato de amonio) muestra significación ocupando el primer lugar con 6.81, mientras que el T1 y T2 (aplicación de sulfato de magnesio y magnesil) tuvieron datos similares con 5.73 y 5.48.

#### 4.2.5. Número de tubérculos por planta

Tabla 10.

Variación para número de tubérculos por planta

| VARIACIÓN    | Grados<br>libre | SC     | CM    | FC   | FT   |         |
|--------------|-----------------|--------|-------|------|------|---------|
|              |                 |        |       |      | 0.05 | Signif. |
| Bloques      | 2               | 6.08   | 3.04  | 0.53 | 4.10 | N.S.    |
| Tratamientos | 5               | 241.83 | 48.37 | 8.47 | 3.33 | *       |
| Error        | 10              | 57.08  | 5.71  |      |      |         |
| Total        | 17              | 305.00 |       |      |      |         |

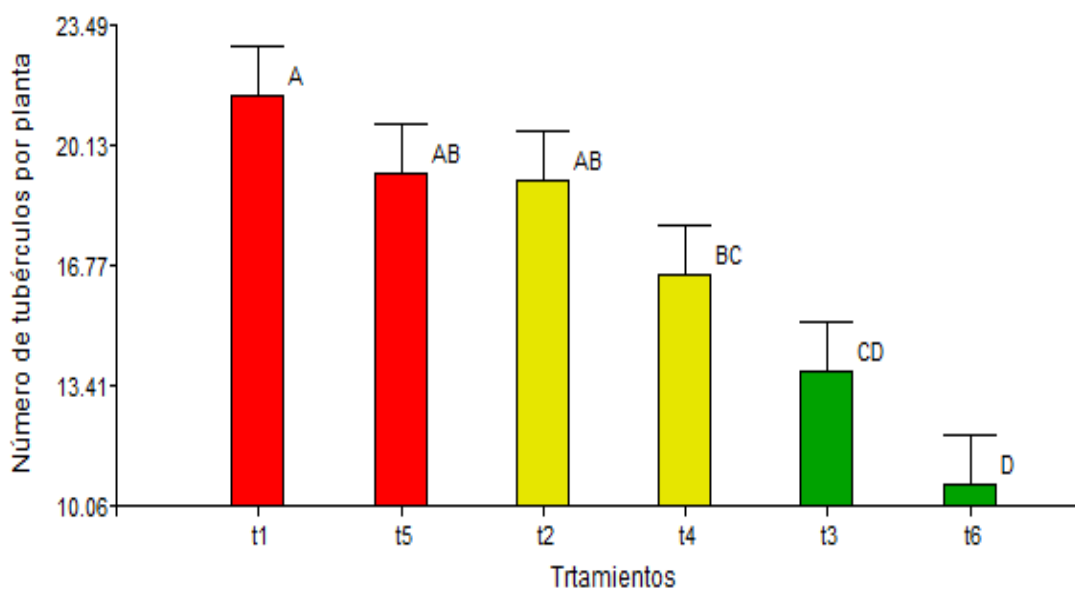
**C.V. = 14.19 %**

La presente tabla de variancia para número de tubérculos por planta muestra que, no hay significación entre bloques, pero si muestra significación entre tratamientos.

Variación 14.19 % Calzada Benza (1970) explica como bueno, lo que nos indica que los datos fueron uniformes

**Fig 6**

**Número de tubérculos por planta**



Los datos nos muestran que, el T1 y T5 (aplicación de sulfato de magnesio y superfosfato simple de calcio) tuvieron los mejores resultados con 21.5 y 19.33



Tabla 11

Duncan para número de tubérculos por planta.

| MÉRITO | TRATAMIENTO | MEDIA<br>t/ha | NIVEL DE<br>SIGNIFICACIÓN |   |
|--------|-------------|---------------|---------------------------|---|
|        |             |               | 0.05                      |   |
| 1      | 1           | 21.50         | A                         |   |
| 2      | 5           | 19.33         | A                         | B |
| 3      | 2           | 19.16         | A                         | B |
| 4      | 4           | 16.50         | B                         | C |
| 5      | 3           | 13.83         | C                         | D |
| 6      | 6           | 10.66         | D                         |   |

Al observar el presente marco se aprecia los datos del primer al tercer lugar según el orden de mérito los valores son iguales con 21.5, 19.33 y 19.16 tubérculos por planta, el T6 (testigo) muestra el último lugar con 10.66

#### 4.2.6. Peso de tubérculos por planta.

Tabla 12.

Análisis de variancia para peso de tubérculos por planta

| VARIACIÓN    | Grados<br>libre | SC   | CM   | FC    | FT   |         |
|--------------|-----------------|------|------|-------|------|---------|
|              |                 |      |      |       | 0.05 | Signif. |
| Bloques      | 2               | 0.11 | 0.05 | 1.48  | 4.10 | N.S.    |
| Tratamientos | 5               | 7.24 | 1.45 | 38.92 | 3.33 | *       |
| Error        | 10              | 0.37 | 0.04 |       |      |         |
| Total        | 17              | 7.37 |      |       |      |         |

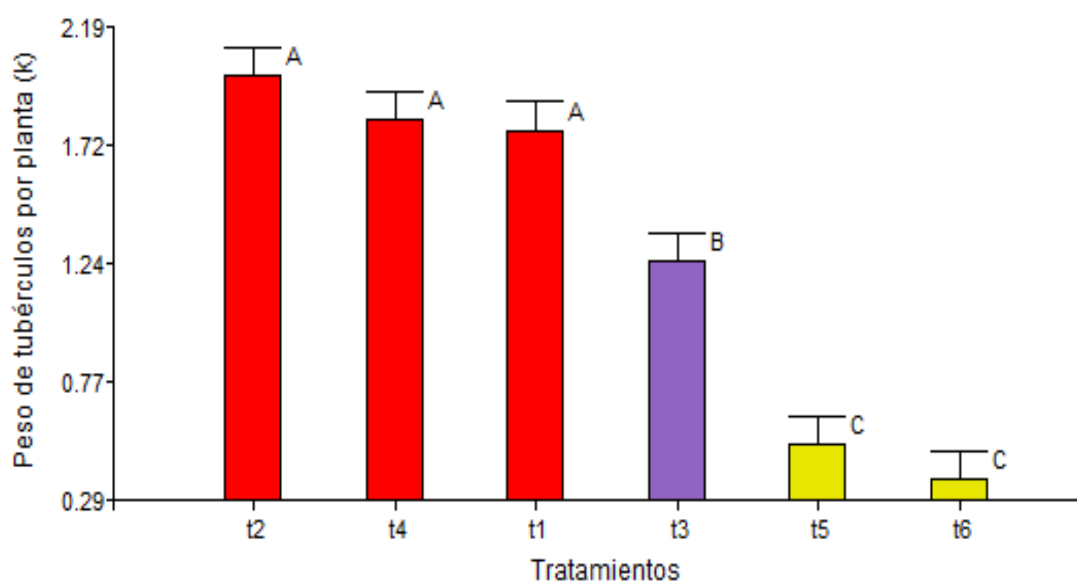
C.V. = 15 %

La presente tabla de variancia para peso de tubérculos por planta muestra que, no hay significación entre bloques, pero si muestra significación entre tratamientos.

Variación 15 % Calzada Benza (1970) explica como bueno, lo que nos indica que los datos fueron uniformes

**Fig 7**

**Peso de tubérculos por planta**



Los datos nos muestran que, el T2 y T4 (aplicación de magnesil y sulfato de amonio) tuvieron los mejores resultados con 2.00 y 1.82

Tabla 13

Duncan para peso de tubérculos por planta.

| MÉRITO | TRATAMIENTO | MEDIA<br>k | NIVEL DE SIGNIFICACIÓN<br>0.05 |
|--------|-------------|------------|--------------------------------|
| 1      | 2           | 2.00       | A                              |
| 2      | 4           | 1.82       | A                              |
| 3      | 1           | 1.78       | A                              |
| 4      | 3           | 1.25       | B                              |
| 5      | 5           | 0.52       | C                              |
| 6      | 6           | 0.38       | C                              |

Al observar el presente marco se aprecia los datos del primer al tercer lugar según el orden de mérito los valores son iguales con 2.00, 1.82 y 1.78 kilogramos por planta, el T6 (testigo) muestra el último lugar con 0.38

#### 4.2.7. Rendimiento de tubérculos por tratamiento

Tabla 14.

Análisis de variancia para rendimiento de tubérculos por tratamiento

| VARIACIÓN    | Grados<br>libre | SC       | CM       | FC    | FT   |         |
|--------------|-----------------|----------|----------|-------|------|---------|
|              |                 |          |          |       | 0.05 | Signif. |
| Bloques      | 2               | 22.21    | 11.11    | 0.35  | 4.10 | N.S.    |
| Tratamientos | 5               | 6,612.99 | 1,322.60 | 41.55 | 3.33 | *       |
| Error        | 10              | 318.29   | 31.83    |       |      |         |
| Total        | 17              | 6,953.49 |          |       |      |         |

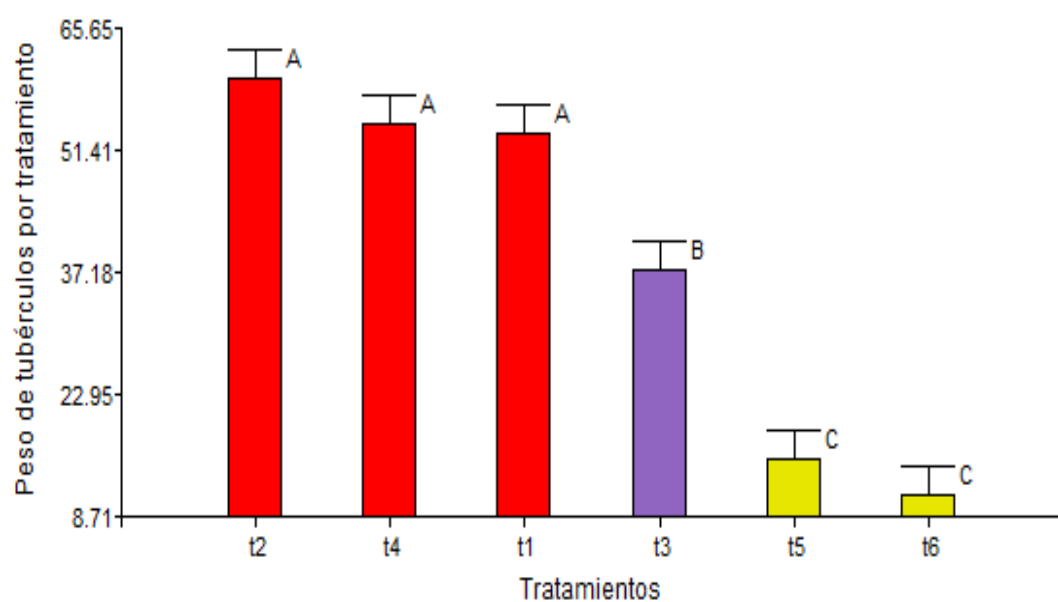
**C.V. = 15 %**

La presente tabla de rendimiento de tubérculos por tratamiento nos muestra que, no hay significación entre bloques, pero si muestra significación entre tratamientos.

Variación 15 % Calzada Benza (1970) explica como bueno, lo que nos indica que los datos fueron uniformes

**Fig 8**

**Rendimiento de tubérculos por tratamiento**



Los datos nos muestran que, el T2 y T4 (aplicación de magnesil y sulfato de amonio) tuvieron los mejores resultados con 59.80 y 54.50

Tabla 15

Duncan para producción de tubérculos por tratamiento.

| MÉRITO | TRATAMIENTO | MEDIA<br>k | NIVEL DE SIGNIFICACIÓN<br>0.05 |
|--------|-------------|------------|--------------------------------|
| 1      | 2           | 59.80      | A                              |
| 2      | 4           | 54.50      | A                              |
| 3      | 1           | 53.50      | A B                            |
| 4      | 3           | 37.50      | B                              |
| 5      | 5           | 15.50      | C                              |
| 6      | 6           | 11.30      | C                              |

Al observar el presente marco se aprecia los datos del primer al tercer lugar según el orden de mérito los valores son iguales con 59.80, 54.50 y 53.50 kilogramos por tratamiento, el T6 (testigo) muestra el último lugar con 11.30

#### 4.2.8. Rendimiento de tubérculos por hectárea

Tabla 16.

Análisis de variancia para rendimiento de tubérculos por hectárea (t/ha)

| VARIACIÓN    | Grados<br>libre | SC       | CM       | FC    | FT   |         |
|--------------|-----------------|----------|----------|-------|------|---------|
|              |                 |          |          |       | 0.05 | Signif. |
| Bloques      | 2               | 27.01    | 13.50    | 0.34  | 4.10 | N.S.    |
| Tratamientos | 5               | 8,163.42 | 1,632.68 | 41.44 | 3.33 | *       |
| Error        | 10              | 394.03   | 39.40    |       |      |         |
| Total        | 17              | 8,584.46 |          |       |      |         |

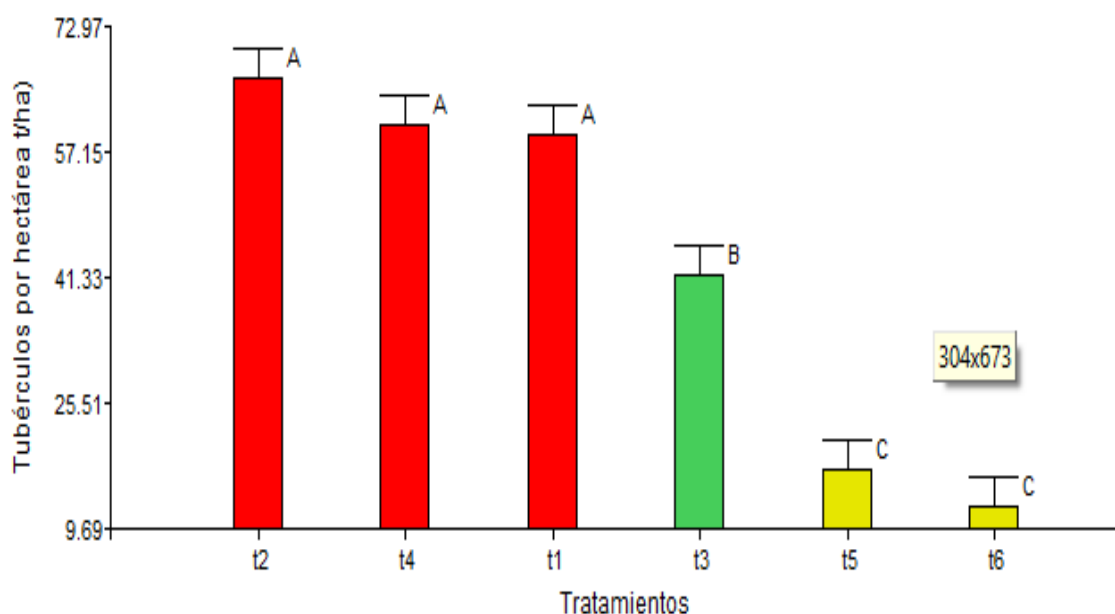
**C.V. = 14.60 %**

La presente tabla de rendimiento de tubérculos por hectárea nos muestra que, no hay significación entre bloques, pero si muestra significación entre tratamientos.

Variación 14.60 % Calzada Benza (1970) explica como bueno, lo que nos indica que los datos fueron uniformes

**Fig 9**

**Rendimiento de tubérculos por hectárea**



Los datos nos muestran que, el T2 y T4 (aplicación de magnesil y sulfato de amonio) tuvieron los mejores resultados con 66.47 y 60.53

Tabla 17

Tabla de Duncan para rendimiento de tubérculos por hectárea.

| MÉRITO | TRATAMIENTO | MEDIA<br>t/ha | NIVEL DE SIGNIFICACIÓN<br>0.05 |
|--------|-------------|---------------|--------------------------------|
| 1      | 2           | 66.47         | A                              |
| 2      | 4           | 60.53         | A                              |
| 3      | 1           | 59.47         | A B                            |
| 4      | 3           | 41.67         | B                              |
| 5      | 5           | 17.23         | C                              |
| 6      | 6           | 12.57         | C                              |

Al observar el presente marco se aprecia los datos del primer al tercer lugar según el orden de mérito los valores son iguales con 66.47, 60.53 y 59.47 toneladas por hectárea, el T6 (testigo) muestra el último lugar con 12.57

#### 4.3. Prueba de Hipótesis

Se cumple la hipótesis general, porque el mayor rendimiento de cosecha fue de 66.47 toneladas por hectárea, se obtuvo mediante la aplicación del fertilizante Magnesil a una dosis de 150 g/100 litros de agua.

Se cumple la hipótesis específica, porque el comportamiento agronómico de la papa alcanza buenos resultados concerniente a altura de plantas, diámetro de tubérculos, número de tubérculos por planta y peso de tubérculos por plantas con la aplicación de magnesil.

#### 4.4. Discusión de resultados

##### 4.4.1. Porcentaje de emergencia

El porcentaje de emergencia evaluado a los 180 días de la siembra, para cada tratamiento, se muestra en el anexo Tabla 1, con porcentajes que variaron entre 99.67% y 100%, promedio general de 99.44%

Se menciona que, la emergencia, no depende de las tecnologías químicas utilizadas. De acuerdo con Sifuentes et al., (2009), expresa que la emergencia de la papa depende de factores importantes como son precipitación, humedad, temperatura, aireación del suelo, madurez del tubérculo-semilla mas no de la fertilización, puesto que los brotes utilizan las reservas que se encuentran en los tubérculos para poder emerger, de ahí que es importante la calidad del tubérculo semilla.

#### **4.4.2. Tamaño de plantas**

Los datos de tamaño de plantas de la papa para cada tratamiento, se muestra en el anexo Tabla 2, con porcentajes que variaron entre 53.0 y 67.7 cm, promedio general de 60.62 cm.

Es conocido que la planta requiere de 17 nutrientes esenciales para su normal crecimiento y desarrollo, en la mayoría de los suelos dedicados al cultivo de la papa estos no se encuentran en cantidades suficientes lo que hace necesario la aplicación de sustancias externas portadoras de estos elementos, el magnesil es un fertilizante que está compuesto de magnesio y silicio como se puede comprobar tuvo efectos positivos en el crecimiento de la papa ya que se obtuvo una altura de 67.70 cm, por su parte Angulo (2015) al aplicar Magneclin silicio 100 y 200 kg/ha obtuvo una altura de 76.5 cm en el cultivo de la papa siendo superior a los datos obtenidos. Santiago (2014) utilizando sulfato de potasio a la dosis de 0.25 k/parcela obtuvo una altura de 60.30 en la variedad Cceccorani .

Punina (2013), menciona qu, obtuvo 59.45 cm aplicando 200 kilos de abonos completos por hectárea, Bautista, G.; León, W; y Rojas U. (2010), obtuvieron una altura promedio de 35.4 cm. Ambos siendo inferiores al trabajo realizado con 61.94 cm.



#### **4.4.3. Tallos por planta**

Los datos de tallos por planta de la papa para cada tratamiento, se muestra en el anexo Tabla 4, con porcentajes que variaron entre 6.67 y 9.33 tallos por planta, promedio general de 7.83.

Una deficiencia de Mg afecta particularmente el tamaño, estructura y función de los cloroplastos lo que disminuye el potencial de fotosíntesis, por consiguiente, influye en el número de tallos por planta, que es un factor muy importante para lograr buenos rendimientos de la papa, es así que Vizcardo (2011), obtuvo un promedio de 6.10 tallos por planta, utilizando la variedad Perricholi más el plan 1 de fertilización (Wuxal ascofol y luxar doble). Punina (2013) obtuvo de 3.5 y 4.3 tallos por planta el efecto que esta variable puede tener en el número de tubérculos y su repercusión en el rendimiento, los datos no son superiores al promedio obtenido en el presente trabajo con 8.10.

#### **4.4.4. Tubérculos por planta**

Los datos de tubérculos por planta de la papa para cada tratamiento, se muestra en el anexo Tabla 5, con porcentajes que variaron entre 10.67 hasta 21.50 tubérculos por planta con un promedio general de 16.83.

El número de tubérculos/planta es una variable muy relacionada con la productividad de la papa, en el presente trabajo se muestra que al aplicar sulfato de potasio se obtuvo un efecto positivo en esta variable porque el mencionado fertilizante tiene azufre y magnesio en su composición que influyen en que la planta lo toma desde sus raíces y constituye una parte fundamental en la síntesis de carbohidratos, proteínas y aceites responsables de un buen rendimiento de la papa, lo afirma Santiago (2014) utilizando sulfato de potasio a la dosis de 0.25 k/parcela obtuvo 20.47 tubérculos por planta. En la variedad Cceccorani . Castillo

(citado por Duarte & Guerrón, 2011), afirma que con un buen aporte nutricional se obtiene una mayor producción tanto en cantidad como en calidad.

Ramírez (2004), obtuvieron 35.2. tubérculos por planta con la aplicación de Quimifol N 510 plus, Quimifol P 650 plus y Quimifol K 970 plus, mientras que Punina (2013) menciona que los mejores resultados se obtuvieron en los tratamientos que se desarrollaron con aplicación de abonos completos hidrosolubles balanceados Yaramila aplicados en el nivel (N5) (400 kg/ha de Yaramila Complex a la siembra, 200 kg/ha de Yaramila Hidrán a los 60 días de la siembra, 200 kg/ha de Yaramila Integrador a los 90 días de la siembra), con el cual, el número de tubérculos por planta fue de 33.5, ambos datos son superiores al trabajo realizado que se obtuvo 21.5 tubérculos por planta.

#### **4.4.5. Peso de tubérculos por planta (kg)**

Los datos de peso de tubérculos por planta de la papa para cada tratamiento, se muestra en el anexo Tabla 6, con porcentajes que variaron entre 0.38 y 2.00 kilogramos por planta con un promedio general de 1.29.

Se puede apreciar en el análisis de variancia que los tratamientos en estudio muestran significación entre sus promedios referente a peso de tubérculos por planta, esto nos indica que los fertilizantes a base de azufre y magnesio tuvieron promedios diferentes ya que el magnesil tiene en su constitución química magnesio, silicio y elementos menores que influyen en el peso de los tubérculos de la papa, Castillo (citado por Duarte & Guerrón, 2011), afirma que con un buen aporte nutricional se obtiene una mayor producción tanto en cantidad como en calidad.

Punina (2013), menciona que los mejores resultados se obtuvieron en los tratamientos que se desarrollaron con aplicación de abonos completos

hidrosolubles balanceados Yaramila aplicados en el nivel (N5) (400 kg/ha de Yaramila Complex a la siembra, 200 kg/ha de Yaramila Hidrán a los 60 días de la siembra, 200 kg/ha de Yaramila Integrador a los 90 días de la siembra), con el cual, el peso de tubérculos se incrementó en promedio de 0,99 kg/planta, por su parte Bautista, G.; León, W; y Rojas U. (2010) obtuvieron 2.12 kilogramos por planta, siendo los datos similares al obtenido en el presente trabajo que se obtuvo 2.00 kilogramos por planta, se puede mencionar que el magnesio interviene en la producción de los tubérculos por planta.

#### **4.4.6. Rendimiento de tubérculos por hectárea (t/ha)**

Los datos de peso de rendimiento de tubérculos por hectárea en toneladas por hectárea de la papa para cada tratamiento, se muestra en el anexo Tabla 8, con promedios de 12.57 hasta 66.47 t/ha, siendo el promedio general 43 t/ha.

Cuando se realiza el análisis de variancia se aprecia que hay una diferencia significativa entre tratamientos, esto nos indica que los datos no fueron uniformes para cada uno de ellos, el coeficiente de variación muestra buena precisión del experimento, los resultados obtenidos permiten el análisis independiente de cada tratamiento.

Realizado la prueba de Duncan los resultados muestran que el magnesio es un fertilizante que logró altos rendimientos con un promedio de 66.47 t/ha porque el magnesio participa activamente en las transformaciones del nitrógeno y fósforo en la planta que repercute en el rendimiento final de los tubérculos. Angulo (2015) realizó un trabajo sobre rendimiento de papa (*Solanum tuberosum* L.) con aplicación de fosforo, magnesio y silicio. Manallasacc Ayacucho, utilizó la fuente de magnesio Magneclin Silicio en tres dosis 0, 100 y 200 k/ha,

obteniendo 29.05 t/ha con la aplicación de 200 k/ha de Magneclin Silicio, siendo los datos inferiores al obtenido en el presente trabajo.

Por su parte Santiago (2014) en el trabajo realizado sobre Niveles de fertilización azufrada en el incremento de la intensidad de la pigmentación de la pulpa de papa en zonas altoandinas de la región Junín, utilizó como fuente de azufre el sulfato de amonio en dosis de 0, 0.15; 0.20; 0.25 y 0.30 k/parcela en las variedades Cceccoran, Huayro Macho y Leona, obteniendo 15.76 T/ha con la aplicación de 0.25 k/parcela en la variedad leona, cuyo resultado es inferior al obtenido en el presente trabajo.

Vizcardo (2011), obtuvo 57.23 toneladas de tubérculos por hectárea en la variedad Perricholi y la aplicación del plan 3 de fertilización (Wuxal calcio y wuxal combi magnesio).

Punina (2013), obtuvo 53.42 toneladas por hectárea con la aplicación de abonos completos hidrosolubles balanceados Yaramila, los datos son inferiores al obtenido en el presente trabajo que, con la aplicación de magnesil fertilizante a base de magnesio se obtuvo 66.47 toneladas por hectárea.

El resultado del presente experimento se puede indicar que el producto comercial Magnesil tiene una respuesta en el rendimiento total del tubérculo con la dosis de 200 k/ha, pero podría existir más beneficios si se analiza el magnesio residual después de la cosecha.

## CONCLUSIONES

Obtenido los resultados se permite llegar a las siguientes conclusiones:

1. Se concluye aceptar la hipótesis planteada al inicio de la investigación ya que la respuesta es favorable a la aplicación de abonos a base azufre y magnesio por los rendimientos obtenidos y el comportamiento agronómico de la papa.
2. En cuanto al comportamiento agronómico de la papa variedad tumbay, altura de plantas, número de tallos por planta, diámetro de tubérculos, número de tubérculos por planta, peso de tubérculos por planta y rendimiento de tubérculos por planta presentaron valores con 67.7 cm; 9.33 tallos por planta; 6.81 cm; 21.5 tubérculos por planta; 2.00 kilogramos por planta y 66.47 t/ha.
3. Concerniente a rendimiento en toneladas por hectárea lo obtuvo el T2 (aplicación de magnesil 200 k/ha)1.0 l/ha de biozyme), y el T4 (aplicación de sulfato de amonio) 0.75 l/ha de biozyme), con rendimiento total 66.47 y 60.53 toneladas por hectárea

## **RECOMENDACIONES**

1. Para obtener plantas con mayor altura, mayores pesos en kilogramos por planta, mejorar la producción de la papa, en las condiciones ambientales del distrito de Colpas, Provincia de Ambo Región Huánuco, utilizar magnesil a una dosis de 200 kilos por hectárea, por cuanto fue el tratamiento que mejores resultados reportó,
3. Ejecutar trabajos de investigación con la introducción de nuevas variedades de papa con el uso de azufre y magnesio, de esa forma realizar las rotaciones de cultivos tendientes a solucionar problemas como: precocidad a la cosecha, resistencia a plagas y enfermedades.
4. Formalizar trabajos de investigación en diferentes épocas de siembra, como son épocas de secas y épocas de lluvias.
5. Efectuar estudios de costos de producción y mercado.

## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Acevedo, J. (2012).** Semilla de papa de calidad, insumo determinante en la competitividad del sector. EN: Ventana al Campo Andino. Galrobayov Ediciones y comunicaciones
- Acuña, J. y Cifuentes, N. (2001).** Efectos de diferentes fuentes y dosis de magnesio en el rendimiento del cultivo de papa (*Solanum tuberosum*) en un suelo de origen alofánico en el municipio de Jenesano, Boyacá. Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Escuela de Ingeniería Agronómica.
- Bautista, G.; León, W. y Rojas, A. (2010).** Evaluación del rendimiento del cultivo de la papa (*Solanum tuberosum*) variedad Chaucha en el manejo nutricional frente al manejo tradicional. Universidad Politécnico Salesiano Sede Matriz. Cuenca.
- Bornemisza, E. (1959).** Categorías de azufre en la meseta central, San José, Costa Rica.
- Carkmark, J. (2010).** Magnesio: El Elemento Olvidado en la Producción de Cultivos
- Censo Nacional Agropecuario (2014),** IV Censo Nacional Agropecuaria. Compendio Nacional. Lima. Perú.
- CONCOPE, (2008),** Respuesta de la papa a la aplicación fraccionada de nitrógeno y potasio. Instituto de Investigaciones Agropecuarias (I.I.A.P.) Facultad de ciencias Forestales y ambientales. Universidad de Los Andes, Mérida – Venezuela.
- Chapman, M. (2006),** Producción agrícola; principios y prácticas. Zaragoza España.
- Bautista, G.; León, W. y Rojas, A. (2010).** Evaluación del rendimiento del cultivo de la papa (*Solanum tuberosum*) variedad Chaucha en el manejo nutricional frente al manejo tradicional. Universidad Politécnico Salesiano Sede Matriz. Cuenca.
- Bornemisza, E. (1990).** Problemas del azufre en los suelos y cultivos de mesoamérica.
- Duarte, L. & Guerrón, P. (2011).** Efecto del manejo fisionutricional en la fijación de sólidos en papa (*Solanum tuberosum*) para industria en las variedades Cápiro y Superchola en la

Provincia de Carchi. (Tesis de grado, Ingeniero Agropecuario). Universidad Técnica del Norte, Ibarra - Ecuador

**Egusquiza, R. Catalán, W. (2011).** Manejo Integrado de papa. Jornada de Capacitación. Universidad nacional Agraria la Molina.

**FAO (2013).** Los biopreparados para la producción de hortalizas en la agricultura urbana y periurbana.

**Fassbender, H (1982).** Química de suelos con énfasis en suelos de América Latina. Ed IICA. 398 pp

**García, R.B. y C.L. Pantoja. 1998.** Fertilización del cultivo de la papa en el departamento de Nariño. Fertilización de Cultivos de Clima frío. Segunda edición. Colombia. 370 p.

**Gómez, M. 2012.** Absorción, extracción y manejo nutricional del cultivo.

**Guerrero, R. 1998.** La Fertilización con Azufre para el Cultivo de la Papa en Colombia. Fertilización de Cultivos de Clima Frío. Segunda Edición. Monómeros Colombo Venezolanos, Colombia.

**Jiménez, F. (2012).** La Importancia de la nutrición con magnesio y azufre en el cultivo de la papa

**Kanwar, J.S Y Mudabar, M.S. (1986).** Fertilizer sulfur and food production M. Nijhoff/ Dr. w. Junk Publ. Dordrecht, Holland,

Koch, M., Naumann, M., Pawelzik, E., Gransee, A., Hiel, H., 2020. The Importance of Nutrient Management for Potato Production Part I: Plant Nutrition and Yield. Potato Res. 63, 97–119

**Horton, M., (2002),** La papa: Producción, Comercialización y Programas. Editorial Agropecuaria Hemisferio Sur. Montevideo, Uruguay.

**Huamán, R. (2008),** Botánica sistemática y Morfología de la papa.. Lima, Peru.



**MengeL K. and Kirkby E. (1982).** Principles of plant nutntion. Publisher International Potash Institute.

**Ministerio de Agricultura y Riego (MINAGRI). 2014.** Informe técnico anual 2013-2014. Principales Aspectos Agroeconómicos de la Cadena Productiva de la Papa. Ministerio de Agricultura y Riego – MINAGRI. Lima, Perú.

**Kanwar, J.S Y Mudabar, M.S. (1986).** Fertilizer sulfur and food production M. Nijhoff/

Dr. w. Junk Publ. Dordrecht, Holland,

**Punina E. (2013).** “Evaluación agronómica del cultivo de papa (*Solanum tuberosum*) c.v. “fripapa” a la aplicación de tres abonos completos” Tesis Ing. Agrónomo, Universidad Técnica de Ambato, Ecuador.

Ramírez, J. (2004). Fertilización de la papa (*Solanum tuberosum* L.) en la provincia de Holguin

Santiago, I. (2014). Niveles de fertilización azufrada en el incremento de la intensidad de la pigmentación de la pulpa de papa en zonas altoandinas de la Región Junín. [Tesis Ing<sup>o</sup> Agrónomo. Universidad nacional de Huancavelica]

Sifuentes, E. (2009). Descripción morfológica de papas nativas cultivadas en San Juan de la Libertad (Huanuco). (Tesis de grado, Ingeniero Agrónomo). Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima-Perú.

Suquilanda, M. (2010) Producción Orgánica de Cultivos Andinos. Manual Técnico. FAO 199.pp

**Summers, P. (2016).** Importancia del Magnesio y el Azufre en una fertilización equilibrada

**Teasdale y Abdil, (2006),** Soil temperature and tomato growth associated with black polyethylene and hairy veth mulches. J. Am. Soc. Hortic. Sci.

**The Sulphur Institute. (s/a).** 1725 K Street. N.W. Washington D.C. 20006 U.S.A

**Vásquez, A. (2000).** Mejoramiento Genético de la papa. Universidad Nacional de Cajamarca.  
Cajamarca.

**Vidal, Jorge. (2000).** BOTANICA

**Vigil y Kissel, (2005),** Rate of nitrogen mineralized from incorporated crop residues as influenced by temperature. Soil Sci. Soc. Am. J. 59:

**Vizcardo, L. (2011).** Aplicación de tres planes de fertilización foliar para el rendimiento de tres variedades de papa (*Solanum tuberosum*), variedad única, Canchan y Perricholi en la localidad de san pedro – Jauja Tesis Ing. Agrónomo. Universidad Nacional Del Centro del Perú. Huancayo. Perú.

## **ANEXO**

## **INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS**

Durante la conducción del experimento se utilizaron los siguientes instrumentos de recolección de datos:

- Vernier
- Cinta métrica
- Balanza de precisión
- Observación personal

## **PROCEDIMIENTO DE VALIDACIÓN Y CONFIABILIDAD**

A continuación, se muestra los instrumentos de validación y confiabilidad de los datos

## FICHA DE VALIDACIÓN Y/O CONFIABILIDAD DE INSTRUMENTOS DE INVESTIGACIÓN

### I. DATOS INFORMATIVOS:

|   |                                  |  |  |   |
|---|----------------------------------|--|--|---|
| Apellidos y nombres del Informante<br>CELIS DIEGO Jhulisa Madeleyne   | Grado Académico<br>Ing° Agrónomo | Cargo o Institución donde labora<br>Agro Rural | Nombre del Instrumento de Evaluación<br>Aplicación de azufre y magnesio en el rendimiento del cultivo de la papa | Autor (a) del Instrumento<br>Luz Giolina ZAVALA ROJAS |
| <b>Título de la tesis:</b> Efecto de aplicación de azufre y magnesio en el rendimiento del cultivo de la papa ( <i>Solanum tuberosum</i> ) variedad tumbay en el distrito de Colpas, Provincia de Ambo Región Huánuco |                                  |  |  |   |

### II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN:

| INDICADORES        | CRITERIOS  | Deficiente<br>0- 20% | Regular<br>21 -<br>40% | Buena<br>41 -<br>60% | Muy Buena<br>61 -<br>80% | Excelente<br>81 - 100% |
|--------------------|--|----------------------|------------------------|----------------------|--------------------------|------------------------|
| 1. CLARIDAD        | Está formulado con lenguaje apropiado.   |                      |                        |                      |                          | x                      |
| 2. OBJETIVIDAD     | Está expresado en conductas observables.   |                      |                        |                      |                          | x                      |
| 3. ACTUALIDAD      | Adecuado al avance de la ciencia y tecnología.   |                      |                        |                      |                          | x                      |
| 4. ORGANIZACIÓN    | Existe una organización lógica.  |                      |                        |                      |                          | x                      |
| 5. SUFICIENCIA     | Comprende a los aspectos de cantidad y calidad.  |                      |                        |                      |                          | x                      |
| 6. INTENCIONALIDAD | Está adecuado para valorar aspectos del sistema de evaluación y el desarrollo de capacidades cognitivas. |                      |                        |                      |                          | x                      |
| 7. CONSISTENCIA    | Basado en aspectos teórico científicos de la tecnología educativa.                                       |                      |                        |                      |                          | x                      |
| 8. COHERENCIA      | Entre los índices, indicadores y las dimensiones.  |                      |                        |                      |                          | x                      |
| 9. METODOLOGÍA     | La estrategia responde al propósito de la investigación.   |                      |                        |                      |                          | x                      |
| 10. OPORTUNIDAD    | El instrumento ha sido aplicado en el momento  |                      |                        |                      |                          | x                      |

|  |                            |   |            |             |  |
|--|----------------------------|---|------------|-------------|--|
|  | oportuno y más<br>adecuado |   |            |             |  |
| <b>III. OPINIÓN DE APLICACIÓN:</b><br>Instrumento adecuado para ser aplicado en la investigación por los puntajes alcanzados al ser evaluado en estricta relación con las variables y sus respectivas dimensiones. |                            |   |            |             |  |
| <b>IV. PROMEDIO DE VALIDACIÓN: 84%</b>   |                            |   |            |             |  |
|  | 71842807                   |  <p>Celis Diego Intulisa Madeleyne<br/>INGENIERA AGRONOMA<br/>CIP. 315762</p> |            | 921 433 983 |  |
| Cerro de Pasco, 20 de<br>setiembre del 2023  | Nº DNI                     | Firma del experto   | Nº Celular |             |  |

## FICHA DE VALIDACIÓN Y/O CONFIABILIDAD DE INSTRUMENTOS DE INVESTIGACIÓN

### V. DATOS INFORMATIVOS:

|   |                    |  |  |                           |
|---|--------------------|--|--|---------------------------|
| Apellidos y nombres del Informante  | Grado Académico    | Cargo o Institución donde labora       | Nombre del Instrumento de Evaluación                                     | Autor (a) del Instrumento |
| PEÑA CHAVEZ Pedro   | Ingeniero agrónomo | Director de Agencia Agraria Yanahuanca | Aplicación de azufre y magnesio en el rendimiento del cultivo de la papa | Luz Giolina ZAVALA ROJAS  |
| <b>Título de la tesis:</b> : Efecto de aplicación de azufre y magnesio en el rendimiento del cultivo de la papa ( <i>Solanum tuberosum</i> ) variedad tumbay en el distrito de Colpas, Provincia de Ambo Región Huánuco |                    |  |  |                           |

### VI. ASPECTOS DE VALIDACIÓN:

| INDICADORES               | CRITERIOS  | Deficiente<br>0- 20% | Regular<br>21 -<br>40% | Buena<br>41 -<br>60% | Muy Buena<br>61 -<br>80% | Excelente<br>81 - 100% |
|---------------------------|--|----------------------|------------------------|----------------------|--------------------------|------------------------|
| <b>1. CLARIDAD</b>        | Está formulado con lenguaje apropiado.   |                      |                        |                      |                          | X                      |
| <b>2. OBJETIVIDAD</b>     | Está expresado en conductas observables.   |                      |                        |                      |                          | X                      |
| <b>3. ACTUALIDAD</b>      | Adecuado al avance de la ciencia y tecnología.   |                      |                        |                      |                          | X                      |
| <b>4. ORGANIZACIÓN</b>    | Existe una organización lógica.  |                      |                        |                      |                          | X                      |
| <b>5. SUFICIENCIA</b>     | Comprende a los aspectos de cantidad y calidad.  |                      |                        |                      |                          | X                      |
| <b>6. INTENCIONALIDAD</b> | Está adecuado para valorar aspectos del sistema de evaluación y el desarrollo de capacidades cognitivas. |                      |                        |                      |                          | X                      |
| <b>7. CONSISTENCIA</b>    | Basado en aspectos teórico científicos de la tecnología educativa.                                       |                      |                        |                      |                          | X                      |
| <b>8. COHERENCIA</b>      | Entre los índices, indicadores y las dimensiones.  |                      |                        |                      |                          | X                      |

|  |   |  |  |  |                   |   |
|--|---|--|--|--|-------------------|---|
| <b>9. METODOLOGÍA</b>  | La estrategia responde al propósito de la investigación.              |  |  |  |                   | X |
| <b>10. OPORTUNIDAD</b>   | El instrumento ha sido aplicado en el momento oportuno y más adecuado |  |  |  |                   | X |
| <b>VII. OPINIÓN DE APLICACIÓN:</b><br>Se trata de un Instrumento adecuado a la realización del experimento para ser aplicado en la investigación por los puntajes alcanzados al ser evaluado en estricta relación con las variables y sus dimensiones. |   |  |  |  |                   |   |
| <b>VIII. PROMEDIO DE VALIDACIÓN: 81%</b>   |   |  |  |  |                   |   |
| Cerro de Pasco, 20 de setiembre del 2023   | 43535458  |  |  |  | 978589822         |   |
| <b>Lugar y Fecha</b>   | <b>Nº DNI</b>   | <b>Firma del experto</b>   |  |  | <b>Nº Celular</b> |   |



## FICHA DE VALIDACIÓN Y/O CONFIABILIDAD DE INSTRUMENTOS DE INVESTIGACIÓN

### IX. DATOS INFORMATIVOS:

|                                    |                 |  |  |                           |
|------------------------------------|-----------------|--|--|---------------------------|
| Apellidos y nombres del Informante | Grado Académico | Cargo o Institución donde labora   | Nombre del Instrumento de Evaluación                                     | Autor (a) del Instrumento |
| Toribio HURTADO ALVARADO           | Ing° Agrónomo   | PROMOTOR DE SANEAMIENTO PARA CUMPLIMIENTO DE LA META 5 DE ATM DE LA M. P.D.A.C | Aplicación de azufre y magnesio en el rendimiento del cultivo de la papa | Luz Giolina ZAVALA ROJAS  |
| <b>Título de la tesis:</b>         |                 |  |  |                           |

### X. ASPECTOS DE VALIDACIÓN:

| INDICADORES               | CRITERIOS  | Deficiente<br>0- 20% | Regular<br>21 -<br>40% | Buena<br>41 -<br>60% | Muy Buena<br>61 -<br>80% | Excelente<br>81 - 100% |
|---------------------------|--|----------------------|------------------------|----------------------|--------------------------|------------------------|
| <b>1. CLARIDAD</b>        | Está formulado con lenguaje apropiado.   |                      |                        |                      |                          | X                      |
| <b>2. OBJETIVIDAD</b>     | Está expresado en conductas observables.   |                      |                        |                      |                          | X                      |
| <b>3. ACTUALIDAD</b>      | Adecuado al avance de la ciencia y tecnología.   |                      |                        |                      |                          | X                      |
| <b>4. ORGANIZACIÓN</b>    | Existe una organización lógica.  |                      |                        |                      |                          | X                      |
| <b>5. SUFICIENCIA</b>     | Comprende a los aspectos de cantidad y calidad.  |                      |                        |                      |                          | X                      |
| <b>6. INTENCIONALIDAD</b> | Está adecuado para valorar aspectos del sistema de evaluación y el desarrollo de capacidades cognitivas. |                      |                        |                      |                          | X                      |
| <b>7. CONSISTENCIA</b>    | Basado en aspectos teórico científicos de la tecnología educativa.                                       |                      |                        |                      |                          | X                      |
| <b>8. COHERENCIA</b>      | Entre los índices, indicadores y las dimensiones.  |                      |                        |                      |                          | X                      |

|   |   |  |  |  |                   |   |
|---|---|--|--|--|-------------------|---|
| <b>9. METODOLOGÍA</b>   | La estrategia responde al propósito de la investigación.              |  |  |  |                   | X |
| <b>10. OPORTUNIDAD</b>  | El instrumento ha sido aplicado en el momento oportuno y más adecuado |  |  |  |                   | X |
| <b>XI. OPINIÓN DE APLICACIÓN:</b><br>Instrumento adecuado para ser aplicado en la investigación por los puntajes alcanzados al ser evaluado en estricta relación con las variables y sus respectivas dimensiones. |   |  |  |  |                   |   |
| <b>XII. PROMEDIO DE VALIDACIÓN: 84%</b>   |   |  |  |  |                   |   |
| Cerro de Pasco, 19 de diciembre de 2022   | 42644201  |  |  |  | 931191875         |   |
| <b>Lugar y Fecha</b>  | <b>N° DNI</b>   | <b>Firma del experto</b>   |  |  | <b>N° Celular</b> |   |



UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN  
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS  
**UNIDAD DE INVESTIGACIÓN**  
Ciudad Universitaria San Juan Pampa Telf. 063421015

*“Año del fortalecimiento de la soberanía nacional”*

Cerro de Pasco, 25 de agosto del 2022.

**Oficio No. 085-2022 – UIFCCAA/V**

**Señor:**

**Dr. Alfredo BERNAL MARCELO**

**DECANO DE LA FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS UNDAC**

**PRESENTE:**

**ASUNTO:** Originalidad de borrador de tesis.

REF. Resolución de Decanato N° 0179-2022-DFCCA/V. Jurados para revisión de borrador de Tesis

INFORME N° 05- MJC/N/PCT -2022-EFPA-FCCAA, de Jurados con aprobación del Borrador de Tesis

De mi especial consideración:

Es grato dirigirme a Usted, para saludarlo cordialmente y al mismo tiempo hacer de su conocimiento que, después de haber revisado el borrador titulado “Efecto de aplicación de azufre y magnesio en el rendimiento del cultivo de papa (*Solanum tuberosum* variedad tumbay distrito Colpas Provincia de Ambo Región Huánuco” adjunto el informe de originalidad de la bachiller:

ZAVALA ROJAS, Luz Giolina

Es propicia la ocasión para renovarle las muestras de mi especial consideración y estima.

Atentamente,



UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN  
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS  
**UNIDAD DE INVESTIGACIÓN**

*Dr. Luis A. Huamán Tovar*  
**Director**

## INFORME DE ENSAYO

### N° 12958-21/SU/SANTA ANA

#### I. INFORMACIÓN GENERAL

|                                  |                                       |
|----------------------------------|---------------------------------------|
| Cliente                          | : ZAVALA ROJAS, Luz <del>Gloria</del> |
| Propietario / Productor          | : ZAVALA ROJAS, Luz <del>Gloria</del> |
| Dirección del cliente            | : Colpas - Huánuco                    |
| Solicitado por                   | : ZAVALA ROJAS, Luz <del>Gloria</del> |
| Muestreado por                   | : Cliente                             |
| Número de muestra(s)             | : 01 muestra                          |
| Producto declarado               | : Suelo <del>agrícola</del>           |
| Presentación de las muestras(s)  | : Bolsas de <del>plástico</del>       |
| Referencia del muestreo          | : Reservado por el cliente            |
| Procedencia de muestra(s)        | : Colpas - <del>Ambo</del> Huánuco    |
| Fecha(s) de muestreo             | : 2019-06-20                          |
| Fecha de recepción de muestra(s) | : 2019-06-25                          |
| Lugar de ensayo                  | : LABSAF Santa Ana                    |
| Fecha(s) de análisis             | : 2019-06-28                          |
| Colización del servicio          | : 958-SA-21                           |
| Fecha de emisión                 | : 2019-06-28                          |

#### II. RESULTADO DE ANÁLISIS

| ITEM   | 1                         | 2         | 3                           | 4 | 5 | 6 | 8 |
|--|---------------------------|-----------|-----------------------------|---|---|---|---|
| Código de Laboratorio                              | SU858-SA-21               | -         | -                           | - | - | - | - |
| Matriz Analizada                                   | Suelo <del>agrícola</del> | -         | -                           | - | - | - | - |
| Fecha de Muestreo                                  | 2019-06-20                | -         | -                           | - | - | - | - |
| Hora de inicio de Muestreo (h)                     | 09:00                     | -         | -                           | - | - | - | - |
| Condición de la muestra                            | Conservada                | -         | -                           | - | - | - | - |
| Código/identificación de la Muestra por el Cliente | Ambo                      | -         | -                           | - | - | - | - |
| <b>Ensayo</b>                                      | <b>Unidad</b>             | <b>LC</b> | <b>Resultados</b>           |   |   |   |   |
| pH   | unid. pH                  | --        | 4.12                        | - | - | - | - |
| Conductividad                                      | <del>µS</del> /m          | --        | 20.80                       | - | - | - | - |
| Materia Orgánica                                   | %                         | --        | 5.00                        | - | - | - | - |
| Nitrógeno  | %                         | --        | 0.25                        | - | - | - | - |
| Fósforo  | ppm                       | --        | 5.00                        | - | - | - | - |
| Potasio  | ppm                       | --        | 100.00                      | - | - | - | - |
| <b>Análisis de Textura</b>                         |                           |           |                             |   |   |   |   |
| Arena  | %                         | --        | 55.6                        | - | - | - | - |
| Limo   | %                         | --        | 22.0                        | - | - | - | - |
| Arcilla  | %                         | --        | 22.4                        | - | - | - | - |
| Clase Textural                                     | --                        | --        | Franco arcillosa<br>Arenoso | - | - | - | - |

Tabla 1 Porcentaje de emergencia

| TABLA I PORCENTAJE DE BROTIAMIENTO |       |       |       |       |        |       |       |
|------------------------------------|-------|-------|-------|-------|--------|-------|-------|
| TRATAMIENTO                        |       |       |       |       |        |       |       |
| Bloques                            | T 1   | T 2   | T3    | T 4   | T 5    | T 6   | Total |
| I                                  | 99    | 100   | 100   | 98    | 100    | 99    | 596   |
| II                                 | 100   | 99    | 100   | 99    | 100    | 99    | 597   |
| II                                 | 100   | 98    | 99    | 100   | 100    | 100   | 597   |
| Total                              | 299   | 297   | 299   | 297   | 300    | 298   | 1790  |
| X                                  | 99.67 | 99.00 | 99.67 | 99.00 | 100.00 | 99.33 | 99.44 |

Tabla 2 Altura de plantas

| TABLA 2 ALTURA DE PLANTAS (cm) |       |       |       |       |       |       |         |
|--------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|---------|
| TRATAMIENTO                    |       |       |       |       |       |       |         |
| Bloques                        | T 1   | T 2   | T3    | T 4   | T 5   | T 6   | Total   |
| I                              | 52.5  | 66.6  | 59.0  | 62.5  | 65.0  | 65.0  | 370.6   |
| II                             | 47.5  | 64.5  | 33.5  | 49.7  | 68.5  | 66.0  | 329.7   |
| II                             | 69.0  | 72.0  | 67.4  | 64.0  | 64.0  | 64.5  | 400.9   |
| Total                          | 169.0 | 203.1 | 159.9 | 176.2 | 197.5 | 195.5 | 1101.20 |
| X                              | 56.33 | 67.70 | 53.30 | 58.73 | 65.83 | 65.17 | 61.18   |

Tabla 3 Diámetro de tubérculos

| TABLA 3 DIÁMETRO DE TUBÉRCULOS (cm) |       |       |       |       |       |       |       |
|-------------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| TRATAMIENTO                         |       |       |       |       |       |       |       |
| Bloques                             | T 1   | T 2   | T3    | T 4   | T 5   | T 6   | Total |
| I                                   | 6.21  | 5.90  | 4.38  | 6.56  | 5.05  | 4.35  | 32.45 |
| II                                  | 5.23  | 4.85  | 4.83  | 6.97  | 4.65  | 4.27  | 30.80 |
| II                                  | 5.76  | 5.70  | 3.97  | 6.89  | 4.35  | 4.30  | 30.98 |
| Total                               | 17.20 | 16.45 | 13.18 | 20.42 | 14.05 | 12.92 | 94.22 |
| X                                   | 5.73  | 5.48  | 4.39  | 6.81  | 4.68  | 4.31  | 5.23  |

Tabla 4 Número de tallos por planta

| TABLA 4 NÚMERO DE TALLOS POR PLANTA |      |     |      |     |      |      |        |
|-------------------------------------|------|-----|------|-----|------|------|--------|
| TRATAMIENTO                         |      |     |      |     |      |      |        |
| Bloques                             | T 1  | T 2 | T3   | T 4 | T 5  | T 6  | Total  |
| I                                   | 9    | 8   | 9    | 11  | 8    | 8    | 53.00  |
| II                                  | 6    | 8   | 9    | 8   | 6    | 4    | 41.00  |
| II                                  | 7    | 8   | 10   | 8   | 6    | 8    | 47.00  |
| Total                               | 22   | 24  | 28   | 27  | 20.0 | 20.0 | 141.00 |
| X                                   | 7.33 | 8.0 | 9.33 | 9.0 | 6.67 | 6.67 | 7.83   |

Tabla 5 Número de tubérculos por planta

| TABLA 5 NÚMERO DE TUBÉRCULOS POR PLANTA |      |       |       |      |       |       |       |
|---|------|-------|-------|------|-------|-------|-------|
| TRATAMIENTO                             |      |       |       |      |       |       |       |
| Bloques                                 | T 1  | T 2   | T3    | T 4  | T 5   | T 6   | Total |
| I                                       | 20.5 | 17.5  | 12.5  | 15.5 | 23.0  | 11.5  | 100.5 |
| II                                      | 25.5 | 19.5  | 13.5  | 18.5 | 18.0  | 10.5  | 105.5 |
| II                                      | 18.5 | 20.5  | 15.5  | 15.5 | 17.0  | 10.0  | 97.0  |
| Total                                   | 64.5 | 57.5  | 41.5  | 49.5 | 58.0  | 32.0  | 303.0 |
| X                                       | 21.5 | 19.17 | 13.83 | 16.5 | 19.33 | 10.67 | 16.83 |

Tabla 6 Peso de tubérculos por planta

| TABLA 6 PESO DE TUBÉRCULOS POR PLANTA (k) |      |      |      |      |      |      |       |
|---|------|------|------|------|------|------|-------|
| TRATAMIENTO                               |      |      |      |      |      |      |       |
| Bloques                                   | T 1  | T 2  | T3   | T 4  | T 5  | T 6  | Total |
| I   | 1.67 | 1.88 | 1.20 | 1.80 | 0.65 | 0.40 | 7.60  |
| II  | 1.58 | 1.80 | 1.40 | 1.90 | 0.50 | 0.38 | 7.56  |
| II  | 2.10 | 2.30 | 1.15 | 1.75 | 0.40 | 0.35 | 8.05  |
| Total                                     | 5.35 | 5.98 | 3.75 | 5.45 | 1.55 | 1.13 | 23.21 |
| X   | 1.78 | 2.00 | 1.25 | 1.82 | 0.52 | 0.38 | 1.29  |

Tabla 7 Peso de tubérculos por tratamiento

| TABLA 7 PESO DE TUBÉRCULOS POR TRATAMIENTO (k) |       |       |       |       |      |      |       |
|--|-------|-------|-------|-------|------|------|-------|
| TRATAMIENTO                                    |       |       |       |       |      |      |       |
| Bloques  | T 1   | T 2   | T3    | T 4   | T 5  | T 6  | Total |
| I  | 50.1  | 56.4  | 36.0  | 54.0  | 19.5 | 12.0 | 228.0 |
| II   | 47.4  | 54.0  | 42.0  | 57.0  | 15.0 | 11.4 | 226.8 |
| II   | 63.0  | 69.0  | 34.5  | 52.6  | 12.0 | 10.5 | 241.6 |
| Total  | 160.5 | 179.4 | 112.5 | 163.6 | 46.5 | 33.9 | 696.4 |
| X  | 53.5  | 59.8  | 37.5  | 54.53 | 15.5 | 11.3 | 36.69 |

Tabla 8 Rendimiento en toneladas por hectárea

| TABLA 8 RENDIMIENTO EN TONELADAS POR HECTÁREA |       |       |       |       |       |       |       |
|---|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| TRATAMIENTO                                   |       |       |       |       |       |       |       |
| Bloques                                       | T 1   | T 2   | T3    | T 4   | T 5   | T 6   | Total |
| I   | 55.7  | 62.7  | 40.0  | 60.0  | 21.7  | 13.3  | 253.4 |
| II  | 52.7  | 60.0  | 46.7  | 63.3  | 16.7  | 12.7  | 252.1 |
| II  | 70.0  | 76.7  | 38.3  | 58.3  | 13.3  | 11.7  | 268.3 |
| Total   | 178.4 | 199.4 | 125.0 | 181.6 | 51.7  | 37.7  | 773.8 |
| X   | 59.47 | 66.47 | 41.67 | 60.53 | 17.23 | 12.57 | 43.00 |





Fig 1 Crecimiento de la papa



Fig 2 Papa en plena floración



Fig 3 La papa en plena floración



Fig 4 Campo experimental plena floración



Fig 5 Detalle del campo experimental



Fig 6 Vista de campo experimental



Fig 7 Aplicación de los fertilizantes



Fig 8 Aplicación de los fertilizantes



Fig 9 Plantas de papa aporcadas



Fig 10 tesista en campo de producción



Fig 11 Visita de supervisión



Fig 12 Detalle del campo de investigación



Fig 13 Supervisión de la tesis



Fig 14 Preguntas de los jurados



Fig 15 Evaluación en laboratorio



Fig 16 Peso de tubérculo por planta



Fig 17 Evaluación de diámetro de la papa



Fig 18 Trabajo en laboratorio