

**UNIVERSIDAD NACIONAL
“SANTIAGO ANTÚNEZ DE MAYOLO”
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMÍA**



**“EFECTO DE LA APLICACIÓN FOLIAR DE POTASIO Y BORO EN
EL RENDIMIENTO DEL CULTIVO DE PAPA (*Solanum tuberosum* L.)
VARIEDAD YUNGAY, EN INDEPENDENCIA-HUARAZ- ANCASH
2019”.**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO
AGRÓNOMO**

Presentado por:

Bach. BARRETO IGARTO ROBER MARCOS

Protrocinador:

Ing. M. Sc. MENDOZA VILCAHUAMAN HUGO

HUARAZ – PERU

2020



UNIVERSIDAD NACIONAL
SANTIAGO ANTÚNEZ DE MAYOLO
"Una nueva Universidad para el Desarrollo"

REPOSITORIO
INSTITUCIONAL
UNASAM



Dirección del
Instituto de
Investigación

**FORMATO DE AUTORIZACIÓN PARA PUBLICACIÓN DE TESIS Y TRABAJOS DE INVESTIGACIÓN,
PARA OPTAR GRADOS ACADÉMICOS Y TÍTULOS PROFESIONALES EN EL
REPOSITORIO INSTITUCIONAL DIGITAL - UNASAM**

Conforme al Reglamento del Repositorio Nacional de Trabajos de Investigación – RENATI.
Resolución del Consejo Directivo de SUNEDU N°033-2016-SUNEDU/CD

1. Datos del Autor:

Apellidos y Nombres: Barreto Igarro Rober Marcos

Código de alumno: 112.0103.300

Teléfono: 966535793

Correo electrónico: rbarreto@unasam.edu.pe DNI o Extranjería: 46773295

2. Modalidad de trabajo de investigación:

Trabajo de investigación

Trabajo académico

Trabajo de suficiencia profesional

Tesis

3. Título profesional o grado académico:

Bachiller

Título

Segunda especialidad

Licenciado

Magister

Doctor

4. Título del trabajo de investigación:

**“EFECTO DE LA APLICACIÓN FOLIAR DE POTASIO Y BORO EN EL
RENDIMIENTO DEL CULTIVO DE PAPA (*Solanum tuberosum* L.)
VARIEDAD YUNGAY, EN INDEPENDENCIA-HUARAZ- ANCASH 2019”.**

5. Facultad de: Ciencias Agrarias

6. Escuela, Carrera o Programa: Agronomía

7. Asesor:

Apellidos y Nombres: Mendoza Vilcahuaman Hugo Teléfono: 939265022

Correo electrónico: hmendozav@unasam.edu.pe DNI o Extranjería: 31624565

A través de este medio autorizo a la Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo, publicar el trabajo de investigación en formato digital en el Repositorio Institucional Digital, Repositorio Nacional Digital de Acceso Libre (ALICIA) y el Registro Nacional de Trabajos de Investigación (RENATI).

Asimismo, por la presente dejo constancia que los documentos entregados a la UNASAM, versión impresa y digital, son las versiones finales del trabajo sustentado y aprobado por el jurado y son de autoría del suscrito en estricto respeto de la legislación en materia de propiedad intelectual.

Firma: 

D.N.I.: 46773295

FECHA: 26/11/2020



UNIVERSIDAD NACIONAL
SANTIAGO ANTÚNEZ DE MAYOLO

"Una Nueva Universidad para el Desarrollo"

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

CIUDAD UNIVERSITARIA DE SHANCAYÁN TELEFAX 043 426 588 - HUARAZ - ANCASH - PERÚ



ACTA DE CONFORMIDAD VIRTUAL DE TESIS

Los miembros del jurado, luego de evaluar el trabajo final de investigación de la Tesis titulada: **"EFECTO DE LA APLICACIÓN FOLIAR DE POTASIO Y BORO EN EL RENDIMIENTO DEL CULTIVO DE PAPA (*Solanum tuberosum*) VARIEDAD YUNGAY, EN INDEPENDENCIA, HUARAZ - 2019"**, presentado por el Bachiller en Ciencias Agronomía **ROBER MARCOS BARRETO IGARTO**, y sustentada vía la plataforma virtual Microsoft Teams el día 12 de noviembre del 2020, respaldada mediante **Resolución Decanatural N° 305-2020-UNASAM-FCA**, la declaramos **CONFORME**.

Huaraz, 12 de Noviembre de 2020

PhD.. JUAN FRANCISCO BARRETO RODRÍGUEZ
PRESIDENTE

Dr. GUILLERMO CASTILLO ROMERO
SECRETARIO

Msc. NELLY PILAR CAYCHO MEDRANO
VOCAL

Mag. HUGO MENDOZA VILCAHUAMAN
PATROCINADOR



UNIVERSIDAD NACIONAL
SANTIAGO ANTÚNEZ DE MAYOLO

"Una Nueva Universidad para el Desarrollo"

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

CIUDAD UNIVERSITARIA DE SHANCAVÁN TELEFAX 043 426 588 - HUARAZ - ANCASH - PERÚ



ACTA DE SUSTENTACIÓN VIRTUAL DE TESIS

Los miembros del Jurado de Tesis que suscriben, se reunieron a través de la plataforma virtual Microsoft Teams, para escuchar y evaluar la sustentación de la Tesis presentada por el Bachiller en Ciencias Agronomía **ROBER MARCOS BARRETO IGARTO**, titulada: **"EFECTO DE LA APLICACIÓN FOLIAR DE POTASIO Y BORO EN EL RENDIMIENTO DEL CULTIVO DE PAPA (*Solanum tuberosum*) VARIEDAD YUNGAY, EN INDEPENDENCIA, HUARAZ - 2019"**, escuchada la sustentación, de manera virtual y las respuestas a las preguntas y observaciones formuladas, la declaramos:

APROBADA CON DISTINCIÓN

CON EL CALIFICATIVO (*)

DIECISIETE (17)

En consecuencia, queda en condición de ser calificado **APTO** por el Consejo de Facultad de la Facultad de Ciencias Agrarias y por el Consejo Universitario de la Universidad Nacional "Santiago Antúnez de Mayolo" y recibir el Título Profesional de **INGENIERO AGRONOMO**, de conformidad con la Ley Universitaria y el Estatuto de la Universidad.

Huaraz, 12 de noviembre de 2020.

PhD. JUAN FRANCISCO BARRETO RODRÍGUEZ
PRESIDENTE

Dr. GUILLERMO CASTILLO ROMERO
SECRETARIO

Msc. NELLY PILAR CAYCHO MEDRANO
VOCAL

Mag. HUGO MENDOZA VILCAHUAMAN
PATROCINADOR

(*) De acuerdo con el Reglamento de Tesis, éstas deben ser calificadas con términos de: APROBADA CON EXCELENCIA (19-20), APROBADA CON DISTINCIÓN (17-18), APROBADA (14-16), DESAPROBADA (00-13).



DEDICATORIA

A Dios por acompañarme siempre y estar a mi lado en cada momento, brindándome fortaleza y vida para la realización de mis metas y sobre todo cuidándome a mí y a mi familia.

A mis padres Guillermo Barreto Gomez y Juliana Igarro Figueroa, por brindarme su amor y apoyo incondicional para mi formación profesional y como persona, con mucho amor respeto y admiración.

A mis hermanos Jhon y Yonathan por brindarme su apoyo y cariño incondicional, a mi sobrino Ian, motivo de tanta felicidad.

A toda mi familia y a todas las personas que me apoyaron y creyeron en la realización de este trabajo y la culminación de mi carrera profesional.

A mis dos queridos amigos Javier y Yudit a quienes siempre los llevare en mi corazón, por su valioso apoyo, consejos y aliento, con mucho cariño respeto y admiración.

AGRADECIMIENTOS

A mi alma mater Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo, a todos los maestros que me brindaron su enseñanza y sabiduría, motivación, comprensión y exigencia en mi formación académica.

Al Ing. Mg. Sc. Mendoza Vilcahuaman Hugo a quien respeto mucho, mi mayor gratitud y reconocimiento por sus enseñanzas y valiosos consejos, por sus sugerencias y comentarios en la revisión de la tesis.

A todos mis amigos de la Universidad y sobre todo del código 112 y a todos mis amigos de la vida quienes siempre me brindaron su apoyo y gratitud y que de una u otra forma colaboraron con el presente trabajo de investigación.

LISTA DE CONTENIDOS

DEDICATORIA.....	ii
AGRADECIMIENTO.....	iii
INDICE GENERAL.....	v
INDICE DE TABLAS	viii
INDICE DE FIGURAS.....	x
INDICE DE ANEXOS.....	xi
INDICE DE FOTOS.....	xii
RESUMEN.....	xiv
ABSTRACT.....	xv

INDICE GENERAL

I. INTRODUCCION.....	1
1.1.Objetivos.....	2
1.1.1.Objetivo general.....	2
1.1.2.Objetivos específicos.....	3
II. MARCO TEORICO.....	4
2.1.Antecedentes.....	4
2.2.Bases teóricas.....	4
2.2.1.Cultivo de la papa.....	4
2.2.2.Origen.....	4
2.2.3.Importancia económica y social.....	5
2.2.4.Rendimiento nacional y regional del cultivo de papa.....	6
2.2.5.Descripción de la papa.....	6
2.2.6.Papa variedad Yungay.....	7
2.2.7.Morfología.....	9
2.2.8.Fenología de la papa.....	10
2.2.9.Requerimientos edafoclimáticos.....	12
2.2.10.Labores culturales.....	13
2.2.11.Nutrición foliar.....	15
2.2.12.El Potasio en la planta.....	17
2.2.13.El Boro en la planta.....	19
2.2.14.Concentración y tolerancia de nutrientes en las aplicaciones foliares.....	21
2.3.Hipótesis.....	22
2.4.Variables.....	23

2.4.1. Variable independiente:	23
2.4.2. Variable dependiente:	23
III. MATERIALES Y MÉTODOS	24
3.1. Ubicación del campo experimental.....	24
3.2. Época de la ejecución del experimento.....	24
3.3. Materiales.....	24
3.3.1. Campo experimental	24
3.3.2. Insumos	25
3.3.3. Equipos	25
3.3.4. Materiales de escritorio.....	25
3.4. Métodos.....	26
3.4.1. Tipo de investigación.....	26
3.4.2. Diseño de la investigación	26
3.4.3. Tratamientos	26
3.4.4. Diseño de la unidad experimental.....	27
3.4.5. Croquis del experimento	27
3.4.6. Características del terreno experimental.....	27
3.4.7. Procesamiento estadístico	28
3.4.8. Población o universo.....	29
3.4.9. Unidad de análisis y muestra	29
3.4.10. Técnicas e instrumentos de recopilación de datos	29
3.5. Procedimiento:	29
3.5.1. Análisis del suelo	29
3.5.2. Preparación del terreno	29
3.5.3. Obtención del material vegetal	29
3.5.4. Instalación del experimento	30
3.5.5. Parámetros evaluados.....	32

3.5.6. Procesamiento de datos.....	33
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	34
4.1. Número de tallos principales por planta	34
4.2. Altura de planta.....	35
4.3. Peso de tubérculos por planta en kg.....	36
4.4. Peso promedio de tubérculo por planta (g) de Categoría Primera.....	39
4.5. Peso promedio de tubérculo por planta (g) de Categoría Segunda.....	42
4.6. Análisis económico.....	45
V. DISCUSIONES	55
VI. CONCLUSIONES.....	56
VII. RECOMENDACIONES.....	57
VIII. BIBLIOGRAFÍA	58
IX. ANEXOS.....	61
X. PANEL FOTOGRÁFICO	65

INDICE DE TABLAS

Tabla 01: Rendimiento nacional y regional del cultivo de papa	6
Tabla 02: Cantidades de fertilizante requerido para una aplicación foliar a diferentes concentraciones en una hectárea de cultivo.....	21
Tabla 03: Tolerancia de concentración de nutrimentos en aplicaciones foliares.	22
Tabla 04: Descripciones de los tratamientos.	26
Tabla 05: Análisis de varianza, prueba de significancia de F al 5% de error.....	28
Tabla 06: Cantidad de fertilizantes aplicados.....	30
Tabla 07: Fechas de las aplicaciones de los fertilizantes foliares y gasto de agua.....	31
Tabla 08: Calibres de la papa Var. Yungay.....	32
Tabla 09: Análisis de varianza para el número de tallos por planta.	34
Tabla 10: Análisis de varianza de altura de planta.	35
Tabla 11: Análisis de varianza del peso de tubérculos de papa obtenido por planta.	36
Tabla 12: Peso promedio de tubérculos por planta (Kg), según Tukey al 5%.	37
Tabla 13: Análisis de varianza de peso de tubérculos por planta de categoría Primera.	39
Tabla 14: Peso promedio de tubérculos de categoría Primera por planta (g), según Tukey al 5%.....	40
Tabla 15: Análisis de varianza de peso de tubérculos por planta de categoría Segunda.	42
Tabla 16: Peso promedio de tubérculos de categoría Segunda por planta (g), según Tukey al 5 %.....	43

Tabla 17: Costo de producción del testigo T0 por hectárea.	45
Tabla 18: Costo de producción del tratamiento T1 por hectárea.	47
Tabla 19: Costo de producción del tratamiento T2 por hectárea.	49
Tabla 20: Costo de producción del tratamiento T3 por hectárea.	51
Tabla 21: Costos de producción de los tratamientos (Ha).	53
Tabla 22: Análisis económico por tratamiento (Ha).	54

INDICE DE FIGURAS

Figura 01: Número de tallos por planta	35
Figura 02: Altura de planta (cm)	36
Figura 03: Peso promedio de tubérculos por planta	38
Figura 04: Rendimiento promedio de tubérculos en kilogramos por Hectárea.....	38
Figura05:Rendimiento promedio de tubérculos en toneladas por Hectárea.....	39
Figura 06: Peso promedio de tubérculo por planta de categoría Primera.....	41
Figura 07: Rendimiento de tubérculos de categoría Primera TM/Ha.....	41
Figura 08: Peso promedio de tubérculos por planta de categoría Segunda.....	43
Figura 09: Rendimiento de tubérculos de categoría Segunda TM/Ha.....	44
Figura 10: Costo de producción de los tratamientos.	53

INDICE DE ANEXOS

ANEXO 1: Datos de campo para el ANVA y comparación de Tukey, número de tallos principales por planta.....	61
ANEXO 2: Datos de campo para el ANVA y comparación de Tukey, altura de planta (cm).	61
ANEXO 3: Datos de campo para el ANVA y comparación de Tukey, peso de tubérculo por planta (kg).....	62
ANEXO 4: Datos de campo para el ANVA y comparación de Tukey, peso de tubérculo por planta de categoría Primera (g).....	62
ANEXO 5: Datos de campo para el ANVA y comparación de Tukey, peso de tubérculo por planta de categoría Segunda (g).....	63
ANEXO 6: Resultados del análisis del suelo	63
ANEXO 7 Análisis económico Categoría Primera precio por kilo S/1.....	64
ANEXO 8 Análisis económico Categoría Segunda precio por kilo S/. 0.80.....	64

INDICE DE FOTOS

Foto 01: Muestreo para análisis de suelo.....	65
Foto 2: Preparación de terreno para la instalación del cultivo	65
Foto 3: Semillas Var. Yungay para la siembra.....	66
Foto 4: Fertilizantes para la siembra.....	66
Foto 5: Apertura de los surcos para la siembra.	67
Foto 6: Siembra del cultivo	67
Foto 7: Primer aporque y control de malezas.	68
Foto 8: Raíces y Estolones del cultivo al primer aporque.	68
Foto 9: Segundo aporque.....	69
Foto 10: Raíces y Estolones al segundo aporque.	69
Foto 11: Pesado de los fertilizantes en el laboratorio de suelos de la UNASAM	70
Foto 12: Pesado de los fertilizantes en el laboratorio de suelo de la UNASAM.....	70
Foto 13: Inicio de las aplicaciones de los tratamientos	71
Foto 14: Aplicación de los tratamientos.....	71
Foto 15: Tuberización a la primera aplicación de los tratamientos.....	72
Foto 16: Factores climáticos adversos durante el ciclo del cultivo, Sequia	72
Foto 17: Plena tuberización del cultivo	73

Foto 18: Pleno llenado de tubérculos, previa a la última aplicación.	73
Foto 19: Ultima aplicación de los tratamientos.	74
Foto 20: Llenado de los tubérculos a la última aplicación	74
Foto 21: Visita del Asesor de tesis ING. Mendoza Vilcahuaman Hugo	75
Foto 22: Evaluación de los parámetros establecidos.	75
Foto 23: Evaluación de los parámetros establecidos.	76
Foto 24: Cosecha del cultivo de papa.....	76
Foto 25: Cosecha del cultivo de papa.....	77
Foto 26: Recolección de los tubérculos por planta.....	77
Foto 27: Pesado de los tubérculos por categoría del cultivo de papa.	78
Foto 28: Pesado de los tubérculos por categoría	78
Foto 29: Calidad de los tubérculos cosechados	79

RESUMEN

El presente trabajo de investigación se realizó durante la campaña agrícola 2019 - 2020 en el Centro Poblado de Pongor - Independencia- Huaraz – Ancash, se evaluaron los efectos de dos factores principales: tres dosis de Potasio (Nitrato de Potasio 0.5 %, 0.75 % y 1 %) y una dosis de Boro (Ácido Bórico 0.15 %) aplicados foliarmente sobre el rendimiento del tubérculo del cultivo de la papa (*Solanum tuberosum*) var. Yungay. El diseño experimental fue de bloque completo al azar (DBCA) con 4 tratamientos y 3 repeticiones. El método consistió en la aplicación foliar de 3 niveles de dosis de KNO_3 (0.5 %, 0.75 % y 1 %) y de H_3BO_3 (0.15%), se registraron los cambios observados en la variable dependiente (parámetros evaluados).

En cuanto al número de tallos por planta y altura de planta no se encontró diferencias significativas (5 %) entre los tratamientos es decir no hubo influencia del Potasio y del Boro. Por esta razón no se realizó ninguna prueba estadística adicional.

En lo referente al peso de tubérculos por planta si se encontró diferencias significativas entre los tratamientos, lo cual indica que si hubo efecto de las diferentes dosis de Potasio (KNO_3) aplicado con Boro (H_3BO_3) sobre el rendimiento del cultivo, no hubo diferencias significativas entre bloques. El coeficiente de variación fue 5.14 %.

En cuanto al rendimiento se encontró la mejor cosecha (48008.78 kg/ha), la cual se obtuvo con el T2 ((0.75 %) de Potasio (KNO_3) y (0.15 %) de Boro (H_3BO_3)), seguido por el T3 a la dosis de 1 % de Potasio (KNO_3) y 0.15 % de Boro (H_3BO_3) con un rendimiento total de 45740.28 kg/ha.

Se encontró que la utilidad neta más alta fue con el T2 con la suma de S/ 21, 200.95, seguida del tratamiento T3 con la suma de S/ 20,459.

Palabras claves: Papa, Rendimiento, Nitrato de Potasio, Ácido Bórico, Tubérculo.

ABSTRACT

The present research work was carried out during the 2019 - 2020 agricultural season in the Centro Poblado de Pongor - Independencia- Huaraz - Ancash, the effects of two main factors were evaluated: three doses of Potassium (Potassium Nitrate 0.5 %, 0.75 % and 1 %) and a dose of Boron (Boric Acid 0.15 %) applied foliarly on the yield of the tuber of the potato crop (*Solanum tuberosum*) var. Yungay. The experimental design was a randomized complete block (DBCA) with 4 treatments and 3 repetitions. The method consisted of the foliar application of 3 levels of KNO_3 doses (0.5 %, 0.75 % and 1 %) and H_3BO_3 (0.15 %), the changes observed in the dependent variable (parameters evaluated) were recorded.

Regarding the number of stems per plant and plant height, no significant differences (5 %) were found between the treatments, that is, there was no influence of Potassium and Boron. For this reason, no additional statistical tests were performed.

Regarding the weight of tubers per plant, significant differences were found between the treatments, which indicates that if there was an effect of the different doses of Potassium (KNO_3) applied with Boron (H_3BO_3) on the crop yield, there were no significant differences between blocks. The coefficient of variation was 5.14 %.

Regarding the yield, the best harvest was found (48008.78 kg / ha), which was obtained with T2 ((0.75 %) of Potassium (KNO_3) and (0.15 %) of Boron (H_3BO_3)), followed by T3 at the dose of 1 % Potassium (KNO_3) and 0.15 % Boron (H_3BO_3) with a total yield of 45740.28 kg / ha.

It was found that the highest net profit was with T2 with the sum of S / 21,200.95, followed by treatment T3 with the sum of S / 20,459.

Key words: Potato, Yield, Potassium Nitrate, Boric Acid, Tuber.

I. INTRODUCCION

La papa es uno de los cultivos alimenticios más importantes en la agricultura y en la alimentación de los países en desarrollo; así como, en países desarrollados. La papa es originaria de la región andina de América del Sur, más específicamente entre el Cusco y el Lago Titicaca, donde se encuentra una gran diversidad genética de especies cultivadas y silvestres.. (Cahuana Quispe & Arcos Pineda, 2002)

La papa se encuentra entre los cuatro cultivos alimenticios más importantes del mundo, junto al trigo, arroz y el maíz. Una papa de tamaño mediano contiene alrededor de la mitad de los requerimientos diarios de vitamina C de una persona adulta. Otros cultivos de primera necesidad como el arroz o el trigo no poseen este elemento. La papa es muy baja en grasa, con sólo el 5 % del contenido de grasa del trigo y una cuarta parte de las calorías del pan. (MINAGRI, 2013)

La papa se cultiva en 19 de los 24 departamentos del Perú, desde el nivel del mar hasta los 4,200 metros de altura y constituye la base de la alimentación del poblador especialmente de la sierra, y su cultivo genera al productor andino mayores ingresos económicos que cualquier otro cultivo; ofrece más de 110,000 puestos de trabajo, es producido por 600 mil pequeñas unidades agrarias en el sector primario (34 millones de jornales/año), sin considerar lo que se utiliza en la industria y en los servicios relacionados a su comercialización y utilización. (MINAGRI, 2013)

Siendo la papa tan importante en la agricultura peruana, sobre todo en la zona sierra, constituyendo el sustento económico de muchas familias, además la creciente nivel de aumento de la población nacional y mundial, hacen que la demanda de este cultivo se incremente, pero la baja producción por hectárea y el precio que paga en chacra, resulta en un problema para el agricultor, por tal motivo se urge incrementar la producción tanto en cantidad y en calidad así mejorar la situación económica de los productores de este cultivo.

Una de las formas inmediatas para incrementar la producción y calidad del tubérculo de papa, es el uso adecuado y racional de abonos y fertilizantes, además la fertilización complementaria aplicando fertilizantes u otros insumos de manera foliar hacen que la producción se incremente. Se considera que la fertilización Potásica y de Boro son importantes para la producción y calidad.

Las plantas pueden fertilizarse suplementariamente a través de las hojas mediante aplicaciones de sales solubles en agua, de una manera más rápida que por el método de aplicación al suelo. Los nutrimentos penetran en las hojas a través de los estomas que se encuentran en el haz o envés de las hojas y también a través de espacios submicroscópicos denominados ectodesmos en las hojas y al dilatarse la cutícula de las hojas se producen espacios vacíos que permiten la penetración de nutrimentos. (Melendez & Molina, 2002)

El bajo conocimiento de nuestros pequeños agricultores del país acerca de la función que cumplen los nutrientes en la planta de la papa, entre estos el Potasio y el Boro hacen que el rendimiento promedio de nuestros medianos agricultores sea bajo en comparación con otros países productores de papa, agravando el problema del bajo rendimiento, la falta de prácticas culturales a tiempo y la falta de semilla certificada. Por lo tanto, nuestros pequeños agricultores no tienen la capacidad de obtener rendimientos más altos por área, agravando este problema el bajo precio que alcanza este cultivo en algunos meses.

La papa es el tercer cultivo alimenticio más importante del mundo, en términos de consumo humano, luego del arroz y del trigo. Según el Centro internacional de la Papa (CIP), alrededor de 1.4 millones de personas consumen este tubérculo regularmente, y la producción mundial alcanza los 300 millones de toneladas métricas. Hoy en día existen alrededor de 5,000 variedades de papa y en el Perú se cultivan más de 3,000 variedades aproximadamente, que tienen una diversidad de colores, formas y tamaños. Un aproximado de 711 mil familias peruanas producen este tubérculo (IDEXCAM, 2018)

1.1. Objetivos

1.1.1. Objetivo general

Determinar el rendimiento del cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L.) con la aplicación foliar de Potasio (Nitrato de Potasio (KNO_3)) y Boro (Ácido Bórico (H_3BO_3)).

1.1.2. Objetivos específicos

- ✓ Cuantificar el rendimiento aplicando tres dosis diferentes de Potasio (Nitrato de Potasio (KNO_3)) y una dosis de Boro (Ácido Bórico (H_3BO_3)).
- ✓ Determinar la dosis optima de los fertilizantes foliares aplicados.
- ✓ Realizar el análisis económico por cada tratamiento.

II. MARCO TEORICO

2.1. Antecedentes

En la localidad de San Pedro, anexo de Chucllú, distrito de Pancán provincia de Jauja a 3360 msnm. se determinó un plan de fertilización foliar más adecuado, en el rendimiento de tubérculo de papa, y determinar la variedad de papa que presenta mayor rendimiento con la aplicación de los planes de fertilización foliar. Los resultados obtenidos en esta investigación fueron: 1. Los abonos foliares y dosis, incidieron en las variables peso de tubérculos por planta y en el rendimiento de papa estimado en Kg/ha. 2. El rendimiento estimado más alto de papa, se registró en la variedad Perricholi con un promedio de 49 324 Kg/ha. 3. El rendimiento promedio más estimado, se evaluó en el plan 3 (dosis alta) de fertilización foliar con 51 993 Kg/ha. 4. En la interacción de factores (A x B) el rendimiento promedio mayor, se cuantificó en el tratamiento a3b3 (variedad Perricholi con el plan 3 - dosis alta de fertilización foliar) con 57 227.10 Kg/ha. (Viscardo, 2011)

2.2. Bases teóricas

2.2.1. Cultivo de la papa

EL MINAGRI (2013) indica que la papa pertenece a la familia Solanaceae, pariente del tomate, ají, pimentón, berenjena, tabaco, petunia, mandrágora, belladona, por nombrar alguna de las más de 2,000 especies presentes en esta familia.

2.2.2. Origen

La mayor diversidad genética de papa cultivada y silvestre se encuentra en las tierras altas de los Andes de América del Sur. La primera crónica conocida que menciona la papa fue escrita por Pedro Cieza de León en 1538. Cieza encontró tubérculos que los indígenas llamaban “papas”, primero en la parte alta

del valle del Cuzco, Perú y posteriormente en Quito, Ecuador. El centro de domesticación del cultivo se encuentra en los alrededores del Lago Titicaca, cerca de la frontera actual entre Perú y Bolivia. Existe evidencia arqueológica que prueba que varias culturas antiguas, como la Inca, la Tiahuanaco, la Nazca y la Mochica, cultivaron la papa. (Pumisacho & Sherwood, 2002).

La papa es un tubérculo cuya domesticación comenzó hace aproximadamente diez mil años en los Andes del altiplano peruano – boliviano, más adelante fue llevada a Europa por los conquistadores españoles. Ellos lo veían como una curiosidad botánica más que como una planta alimenticia; sin embargo su consumo fue creciendo, al igual que su cultivo, hasta convertirse en uno de los principales alimentos para el ser humano en la actualidad. (IDEXCAM, 2018)

2.2.3. Importancia económica y social

El Valor Bruto de la Producción (VBP) de Papa en el 2016, llegó a representar el 10,6% del Valor Bruto del Sub sector agrícola, convirtiéndose en el segundo producto más importante de la agricultura del país, siendo solamente superado por el VBP correspondiente al arroz (13,4 %). El cultivo de papa es el sustento de más de 710 mil familias, según el IV Censo nacional Agropecuario (2012), afincadas predominantemente en zonas andinas del país. Se estima que en el 2016 generó aproximadamente 33,4 millones de jornales, que representaron alrededor del 4,0 % del PBI Agrícola. (MINAGRI, 2017)

2.2.4. Rendimiento nacional y regional del cultivo de papa

Tabla 01: Rendimiento nacional y regional del cultivo de papa

Región	Rendimiento promedio (kg/h)			
	2015	2016	2017	ene - may 2018
Nacional	14,898.60	14,548.26	15,387.57	14,498.66
Tumbes	-	-	-	-
Piura	8,916.96	9,471.15	9,796.01	10,777.40
Lambayeque	6,990.00	6,632.20	7,500.00	6,698.41
La Libertad	17,985.83	18,735.92	19,546.43	19,635.72
Cajamarca	11,905.12	11,858.83	11,644.38	13,144.48
Amazonas	14,958.00	15,118.76	15,111.40	15,148.10
Ancash	10,570.26	10,640.02	10,536.75	11,098.37
Lima	18,116.43	22,693.00	21,972.80	19,563.71
Lima	26,530.27	28,715.52	28,182.00	-
Callao	-	-	-	-
Ica	33,071.59	32,397.23	32,476.04	9,052.94
Huánuco	15,307.23	13,490.89	15,724.32	13,663.30
Pasco	15,973.39	16,757.13	18,749.56	18,265.85
Junín	17,722.42	16,404.15	16,037.32	16,197.24
Huancavelica	10,366.09	10,399.43	10,931.03	10,776.85
Arequipa	33,682.87	33,510.56	34,674.11	31,461.40
Moquegua	14,392.15	12,330.37	12,744.28	12,325.34
Tacna	19,416.42	16,621.33	18,701.99	19,131.94
Ayacucho	15,577.26	14,768.94	14,607.48	16,229.35
Apurímac	17,856.37	17,642.24	18,557.81	17,533.65
Cusco	12,572.28	12,260.01	12,792.41	12,471.56
Puno	12,243.90	11,588.66	12,441.99	13,222.68
San Martín	-	-	-	-
Loreto	-	-	-	-
Ucayali	-	-	-	-
Madre de Dios	-	-	-	-

Fuente: IDEXCAM, 2008

IDEXCAM (2018) indica que las regiones en donde hay un mayor rendimiento promedio son diferentes a las regiones en donde hay mayor cosecha y producción. Estas son: Arequipa, Ica, Lima Metropolitana, Lima y La Libertad. Por otro lado, si comparamos el rendimiento en el 2017, con el del 2016, éste aumentó en un 6%.

2.2.5. Descripción de la papa

Huaman (1990) menciona que la descripción taxonómica de la papa es la siguiente:

- ✓ **Familia:** Solanaceae
- ✓ **Subgénero:** Potatoe
- ✓ **Sección:** Petota
- ✓ **Serie:** Tuberosa

✓ **Género:** Solanum

✓ **Especie:** Tuberosum

Román & Hurtado, (2002) indica que la papa pertenece a la familia de las solanáceas. Las especies cultivadas son las Tetraploides ($2n=48$) que pertenecen a las especies *Solanum tuberosum* y *Solanum andigenum*.

2.2.6. Papa variedad Yungay

IDEXCAM (2018) indica que es una papa con una textura muy similar a la papa amarilla, pero con una degradación mucho menor, puede mantenerse almacenada por mucho tiempo sin que se descomponga además de ser muy versátil en la cocina.

Cahuana Quispe & Arcos Pineda (2002) indican que es una variedad apreciada por su rendimiento y tolerancia a la sequía

a. Características de la planta:

- Tamaño : Alto a mediano
- Tallos : 2 a 4 por planta, de color verde
- Hojas : Tamaño grande, de color verde olivo
- Flores : Rojizo, de abundante floración
- Tipo tuberización : Semiprofundo y extendido
- Periodo vegetativo : 170 a 180 días

b. Característica del tubérculo:

- Forma : Oval chato
- Tamaño : Medianos a grandes
- Ojos : Superficiales

- Color de piel : Amarillento con ojos de color rojizo
- Color de carne : Amarillento
- Calidad culinaria : Regular
- Conservación : Buena
- Usos : Fritura, sancochado, puré y otros

c. Comportamiento a plagas y enfermedades

- Tolerante a verruga, roña y pudrición rosada
- Tolerante a globodera y nacobbus
- Tolerante a carbón de la papa
- Susceptible a pudrición seca y gorgojo de los andes

d. Comportamiento a factores climático

- Tolerante a sequía
- Muy buena capacidad de rebrotamiento después del daño de heladas
- Susceptible a verdeo en tubérculos
- Susceptible a la granizada

e. Requerimientos del cultivo:

- Densidad de siembra : 1.0 m a 1.20 m x 0.30 m
- Aporques : Dos aporques altos
- Zonas de cultivo : Es una variedad muy difundida y cultivada a nivel nacional.

2.2.7. Morfología

- **Planta:** Otiniano (2018) menciona que la planta de papa es de naturaleza herbácea, tuberosa consta de un sistema aéreo y un sistema subterráneo.
- **Raíz:** Es la estructura subterránea responsable de la absorción de agua. Se origina en los nudos de los tallos subterráneos y en conjunto forma un sistema fibroso, las raíces de la papa son de menor profundidad, son débiles y se encuentran en capas superficiales. (Egusquiza, 2000)
- **Brote:** Es un tallo que se origina en el “ojo” del tubérculo. El tamaño y apariencia del brote varía según las condiciones en los que se ha almacenado el tubérculo, están constituidos por lenticelas, pelos, yema terminal, yema lateral, nudos y primordios radiculares. (Egusquiza, 2000)
- **Tallo:** La papa tiene tres tipos de tallos uno aéreo sobre el cual se disponen las hojas y dos tallos subterráneos: los estolones y tubérculos. El tallo principal se origina del brote del tubérculo de semilla y en ellas se originan los tallos secundarios de las yemas nodales. El tallo estolonífero está formado por brotes laterales que nacen de la base del tallo aéreo y el tubérculo es un tallo modificado que se origina en la parte final del estolón que almacena almidones y azúcares. (Otiniano, 2018)
- **Hojas:** Otiniano (2018) menciona que las hojas son de tipo compuestas con 7 a 9 foliolos y es la estructura que sirve para captar y transformar la energía del sol en energía alimenticia (azúcares y almidón). Es importante mantenerlas sanas durante todo el periodo de cultivo.
- **Flor:** La flor es la estructura aérea que cumple funciones de reproducción sexual, desde el punto de vista agrícola tiene la función para el reconocimiento de variedades. Las numerosas especies y variedades de papa ofrecen una gran variación de características en la floración. (Otiniano, 2018)
- **El fruto y la semilla:** El fruto es una baya que se origina por el desarrollo del ovario. La semilla dentro de la baya es conocida también como semilla sexual, es el ovulo fecundado, desarrollado y maduro y tiene la facultad de originar

una planta que adecuadamente aprovechada puede producir cosechas satisfactorias. (Otiniano, 2018)

- **Los estolones:** Morfológicamente descritos, los estolones de la papa son tallos laterales que crecen horizontalmente por debajo del suelo a partir de yemas de la parte subterránea de los tallos. Los estolones largos son comunes en las papas silvestres y el mejoramiento de la papa tiene como una de las metas obtener estolones cortos. (Inostroza, 2009)

Inostroza (2009) indica que los estolones pueden formar tubérculos mediante un agrandamiento de su extremo terminal. Sin embargo, no todos los estolones llegan a formar tubérculos. Un estolón no cubierto con suelo, puede desarrollarse en un tallo vertical con follaje normal.

- **El tubérculo:** Los tubérculos de papa son tallos modificados y constituyen los principales órganos de almacenamiento de la planta de la papa. Los ojos se distribuyen sobre la superficie del tubérculo siguiendo una espiral, se concentran hacia el extremo apical y están ubicados en las axilas de hojas escamosas llamadas “cejas”. Dependiendo de la variedad, las cejas pueden ser elevadas, superficiales o profundas. Cada ojo contiene varias yemas. En la mayoría de las variedades comerciales la forma del tubérculo varía entre redonda, ovalada y oblonga. Además de estas formas, algunos cultivares primitivos producen tubérculos de diversas formas irregulares. (Inostroza, 2009)

2.2.8. Fenología de la papa

- **Estado de crecimiento I. plantación a emergencia:** Este dura entre 15 a 30 días, dependiendo de la humedad, temperatura del suelo y grado de brotación de los tubérculos. Se debe realizar control de malezas y favorecer rápida emergencia de los tallos, porque son menos susceptibles a Rizoctonia cuando se ha formado tejido verde. (Sierra, Santos , & Kalazich, 2002)
- **Estado de crecimiento II. Crecimiento vegetativo:** Duración de 45 – 50 días; se inicia formación de hojas y tallos en la parte aérea, mientras que en el suelo se inicia la formación de raíces y estolones, comienza la absorción de

nutrientes. En esta etapa la planta se independiza del tubérculo en cuanto a la nutrición. En esta etapa se debe aplicar la segunda dosis de nitrógeno. En la etapa II se debe protegerse de plagas y enfermedades, para evitar una mayor propagación posterior. (Sierra, Santos , & Kalazich, 2002)

- **Estado de crecimiento III. Inicio de tuberización:** Es un periodo corto, de 10 a 14 días de duración, en el cual se inicia la formación de tubérculos. El inicio de la tuberización se debe monitorizar sacando plantas y examinando los estolones. En la mayoría de las variedades el fin del estado III de crecimiento coincide con el inicio de la floración. (Sierra, Santos , & Kalazich, 2002)

Se considera que la tuberización se inicia cuando los tubérculos empiezan a engrosarse en los estolones. El periodo en que ocurre este proceso es bastante corto (5-7 semanas después de la siembra). O entre los 15 y 40 días de emergencia, dependiendo de la variedad, temperatura y humedad de suelo. La tuberización ocurre entre los primeros 10 y 30 cm de profundidad de suelo. Durante esta etapa, los carbohidratos producidos por el follaje son utilizados para el crecimiento del estolón e iniciación de la tuberización. (La Torre, 2012)

La floración es señal de que la papa comienza a emitir estolones o que inicia la tuberización. En variedades precoces, esto ocurre a los 30 días después de la siembra; en variedades intermedias, entre los 35 a 45 días; y en las tardías entre 50 a 60 días. (Román & Hurtado, 2002)

- **Estado de crecimiento IV. Llenado de tubérculos:** Después de terminado el proceso de tuberización, inicia el llenado de los tubérculos. Este ocurre continuamente en el tiempo, por lo tanto, en este estado se deben proveer todas las condiciones para lograr el óptimo crecimiento de los tubérculos. La mayor parte de todos los nutrientes absorbidos ocurre en esta etapa. Un déficit hídrico en este periodo puede inducir a una senescencia temprana de las plantas. (Sierra, Santos , & Kalazich, 2002)

La Torre (2012) indica que las células de los tubérculos se expanden con la acumulación de agua, nutrientes y carbohidratos, los tubérculos se convierten

en la parte dominante de la deposición de carbohidratos y nutrientes inorgánicos.

- **Estado de crecimiento V. Maduración de los tubérculos:** Este periodo se inicia con la senescencia de tallos y hojas. Este proceso es lento pero sostenido en el tiempo. En muchas variedades este proceso culmina con la caída de las plantas. Una madurez definitiva de los tubérculos se logra cuando gran parte de los tallos y hojas están secos y los tubérculos presentan piel firme. (Sierra, Santos , & Kalazich, 2002)

La Torre (2012) menciona que la fotosíntesis disminuye, el crecimiento del tubérculo también disminuye, la planta toma un color amarillento y eventualmente muere.

2.2.9. Requerimientos edafoclimáticos

- **Clima:** La papa es un cultivo adaptado a climas fríos y templados con temperaturas que van entre 12 a 24 grados centígrados. Normalmente esto se logra a altitudes superiores a los 1400 msnm. En lugares más calientes el agricultor puede producir papa usando variedades adaptadas y buen manejo de fertilización, riego y prácticas básicas a tiempo. (La Torre, 2012)
- **Temperatura:** Es la medida del calor. En general, el cultivo de papa necesita temperaturas bajas (clima frío) para una buena producción, aunque es deseable que en los dos primeros meses después de la siembra la temperatura sea templada para favorecer el rápido crecimiento de la planta. (Eúsquiza & Catalan, 2011)
- **Suelo:** La papa crece mejor en suelos profundos con buen drenaje, de preferencia francos y franco arenosos, fértiles y ricos en materia orgánica. La papa puede ser sembrada en suelos arcillosos de buena preparación y buen drenaje. El pH ideal del suelo para el cultivo de papa es entre 4.5 y 7.5. (Theodoracopoulos, Arias, & Avila, 2008)
- **Precipitación:** Una buena producción de papa se alcanza si la cantidad total de lluvia en la estación de cultivo es entre 500 mm a 1200 mm. Las lluvias

excesivas producen condiciones favorables a las enfermedades causadas por hongos (p. ejemplo *Rancha*) y bacterias (pudrición de tubérculos). (Eúsquiza & Catalan, 2011)

2.2.10. Labores culturales

- **Análisis de suelo:** El análisis del suelo antes de instalar cualquier tipo de cultivo es de suma importancia, ya que nos permitirá saber con certeza sobre qué tipo de suelo se trabajará. En este análisis se determina el nivel de riqueza del suelo, es importante porque nos dará a conocer el grado de fertilidad de nuestro suelo y consecuentemente sabremos la fórmula de abonamiento más apropiado que se deberá emplear. (Huanca , 2009)
- **Preparación del terreno:** La preparación del terreno debe hacerse con la mayor anticipación posible a la siembra, con la finalidad de favorecer la descomposición de los residuos de la cosecha anterior e inducir la germinación anticipada de las malezas, para su buen control al momento de la siembra. Estas prácticas varían de acuerdo con las condiciones topográficas del terreno. (Román & Hurtado, 2002)
- **Semilla:** La semilla de calidad de papa es uno de los factores fundamentales para incrementar la producción y productividad sostenible y competitiva del cultivo de la papa, mejorar los aspectos nutricionales de la alimentación de la población del país y elevar los ingresos económicos de los agricultores. Es necesario continuar con la capacitación a los productores sobre los sistemas de producción de semilla certificada y semilla no convencional o artesanal. (MINAGRI, 2013)

Lucero (2011) menciona que se debe utilizar tubérculos semilla de buena calidad, esto quiere decir libre de plagas y enfermedades, sin rajaduras, de la misma variedad, tubérculos turgentes y con brotes cortos y vigorosos; que procedan de sitios altos. Usar semillas de 60 gramos.

- **Desinfección de la semilla:** Antes de realizar la siembra se recomienda desinfectar la semilla para evitar el ataque de insectos, hongos y bacterias que se encuentran en el suelo se puede usar insecticidas como: pyrimeta 25 EC a

0.25 lit./cil y fungicida como: vitaflo a 0.5 lit./cil para controlar la chupadera. (Huanca , 2009)

- **Siembra:** Los surcos deben trazarse en curvas de nivel para evitar la erosión y, sobre todo para favorecer la retención de la humedad. Es deseable que la profundidad de los surcos de siembra sea la mayor posible de acuerdo con las herramientas disponibles y la textura del suelo. Las semillas deben colocarse en el surco de siembra con cuidado y con los brotes hacia arriba. Los distanciamientos de siembra entre surcos y entre semillas son de 100 cm (un metro) y 30 cm. (Eúsquiza & Catalan, 2011)
- **Fertilización:** La fertilización debe tener un balance nutricional que incluye todos los elementos necesarios para el buen desarrollo de la papa. Tradicionalmente, la papa se fertiliza (forma granulada) dos veces durante su cultivo – una durante la siembra y la otra durante el aporque. Esta es la forma más económicamente viable. (Theodoracopoulos, Arias, & Avila, 2008)

La fertilización se realiza al momento de la siembra, donde se incorpora el 50% de nitrógeno y el 100% de fósforo y potasio. El 50% de nitrógeno restante se debe aplicar junto con la labor del primer aporque, esto debido a que el nitrógeno se disuelve fácilmente con el agua y se puede perder cuando se aplica todo al momento de la siembra. (Cabrera, 2009)

- **Aporque:** Es el traslado de tierra al cuello de las plantas de papa. En muchos lugares de la sierra se denomina segundo cultivo. El aporque eleva la altura de los camellones, profundiza el surco de riego y aísla las raíces, estolones y tubérculos de las plagas que proceden del exterior. Se realiza cuando las plantas alcanzan entre 25 y 30 cm de altura. La oportunidad del aporque es muy dependiente de las condiciones de lluvia (muchas veces debe aprovecharse un periodo de “escampe” en el que hay ausencia de lluvia y el suelo se encuentra con humedad apropiada). Los objetivos del aporque son principalmente de carácter sanitario porque se procura alcanzar los siguientes resultados:

➤ Aislar los tubérculos del daño de “gusaneras” (gorgojo de los andes, polillas, gusanos de tierra, etc.).

- Aislar los tubérculos para reducir el daño de ranchar que se traslada desde el follaje.
 - Aislar los tubérculos de los excesos de agua de lluvia.
 - Aislar los tubérculos del daño de pudriciones causadas por bacterias.
 - Cubrir de tierra los tubérculos para reducir el verdeamiento.
 - Cubrir con tierra la segunda mitad de la dosis de fertilización nitrogenada.
 - Reducir la densidad de malezas. (Eúsquiza & Catalan, 2011)
- **Control fitosanitario:** Cabrera (2009) indica que para prevenir o controlar el ataque de plagas y enfermedades es necesario, una evaluación del campo para luego hacer un control fitosanitario oportuno, eficiente y con el producto adecuado.
 - **Cosecha:** Este estado del cultivo se define por los días del ciclo vegetativo de la variedad sembrada (precoz, intermedia o tardía) o bien cuando el follaje comienza a volverse amarillo en forma generalizada y las hojas comienzan a caerse de manera natural. Es conveniente cortar el follaje unos 10 días antes de la cosecha, para que la piel de los tubérculos se vuelva más fuerte, y acelera su madurez. Esta práctica favorece la acumulación de materia seca, condición importante en la calidad del producto, y control de la polilla de la papa y cualquier daño físico o la pérdida de humedad. (Román & Hurtado, 2002)

2.2.11. Nutrición foliar

Las plantas pueden fertilizarse suplementariamente a través de las hojas mediante aplicaciones de sales solubles en agua, de una manera más rápida que por el método de aplicación al suelo. Los nutrientes penetran en las hojas a través de los estomas que se encuentran en el haz o envés de las hojas y también a través de espacios submicroscópicos denominados ectodesmos en las hojas y al dilatarse la cutícula de las hojas se producen espacios vacíos que permiten la penetración de nutrientes. (Melendez & Molina, 2002)

La penetración de nutrimentos en la superficie de las hojas y demás partes aéreas de las plantas está regulada por las células epidermales de las paredes externas de las hojas. Estas paredes están cubiertas por una capa de ceras, pectinas, hemicelulosa y celulosa que protegen a la hoja de una excesiva pérdida de solutos orgánicos e inorgánicos por la lluvia. Esta capa cuticular actúa como un débil intercambiador catiónico producto de la carga negativa atribuida a las sustancias péctidas y a los polímeros de cutina no esterificados. Una gradiente de carga se produce en esta capa cuticular de la parte externa hacia el interior de pared, permitiendo la penetración de iones a lo largo de la gradiente, favoreciendo la efectividad de aplicación foliar y controlando las pérdidas por lixiviación. (Melendez & Molina, 2002)

Una vez que se ha realizado la absorción, las sustancias nutritivas se mueven dentro de la planta utilizando varias vías: a) la corriente de transpiración vía xilema, b) las paredes celulares, c) el floema y otras células vivas y d) los espacios intercelulares. La principal vía de translocación de nutrimentos aplicados al follaje es el floema. El movimiento de célula a célula ocurre a través del protoplasma, por las paredes o espacios intercelulares. El movimiento por el floema se inicia desde la hoja donde se absorben y sintetizan los compuestos orgánicos, hacia los lugares donde se utilizan o almacenan dichos compuestos. En consecuencia, las soluciones aplicadas al follaje no se moverán hacia otras estructuras de la planta hasta tanto no se produzca movimiento de sustancias orgánicas producto de la fotosíntesis. (Melendez & Molina, 2002)

La fertilización foliar se utiliza como suplemento a una adecuada fertilización al suelo; indudablemente cualquier programa de fertilización o suplemento de fertilización debe estar basado en análisis que justifiquen su aplicación. Estos análisis pueden ser:

- **Análisis visual de síntomas de nutrimentos en la planta:** Los síntomas de deficiencias nutricionales pueden presentarse de diferentes maneras en las plantas: Algunas veces no se presentan decoloraciones del follaje, pero el crecimiento inicial es muy pobre; en otras, los síntomas aparecen solo en ciertas etapas fenológicas del cultivo. La presencia de anomalías puede ser producto de una deficiencia nutricional o en algunos casos como

consecuencia de bloqueos en los conductos vasculares de la planta y finalmente, sin la presencia clara de la deficiencia, el bajo rendimiento del cultivo, puede ser producto de una deficiencia oculta durante el desarrollo de la planta. (Melendez & Molina, 2002)

- **Análisis de tejidos o extractos de plantas:** El análisis total de nutrimentos se realiza con la planta entera o con partes de la misma. El objetivo del análisis es cuantificar analíticamente el contenido de nutrimentos en el tejido analizado después de haber sido secado, molido y digerido. Al igual que el análisis de savia, la selección de la parte de la planta a analizar es muy importante y por lo general, se seleccionan tejidos fisiológicamente maduros. La interpretación de los resultados de análisis de totales, se realizan generalmente basados en contenidos de plantas con altos rendimientos y permiten establecer el conocido nivel crítico de un nutrimento. (Melendez & Molina, 2002)
- **Análisis de suelo:** El análisis de suelo es otra herramienta importante para conocer la disponibilidad de nutrimentos y mide parte de la cantidad total de un elemento en el suelo. Además, el análisis de suelo tiene la ventaja sobre el análisis foliar, en que permite conocer las necesidades del suelo antes de establecer el cultivo. Por ser el análisis del suelo una determinación de la cantidad parcial de un nutrimento en el suelo, la selección de la solución extractora es muy importante y debe estar debidamente calibrada y correlacionada para los diferentes órdenes de suelo. (Melendez & Molina, 2002)

2.2.12. El Potasio en la planta

Este nutriente actúa en la formación de carbohidratos y en la transformación y el movimiento del almidón desde las hojas a los tubérculos de la papa. También es importante en el control del movimiento de estomas y del agua de la planta. El potasio interviene en la presión osmótica, disminuye la transpiración y contribuye a conservar la turgencia celular. (Kramm, 2017)

Interviene en el proceso de transpiración, en la fotosíntesis y acumulación de carbohidratos razón por la cual se dice que el K es un elemento clave para las

especies que se cultivan para la producción de granos tuberosa, raíces, azúcares, etc. Igualmente se conoce que las plantas bien nutridas en K son más tolerables a los efectos de las heladas y la sequía. (DRAA, 2008)

El potasio se considera de gran importancia en la nutrición de las plantas, especialmente en su aspecto sanitario. El potasio es responsable de más de 48 funciones distintas en las plantas, desde regulador del cierre estomático y apertura estomática de las hojas en las células oclusivas, hasta principal activador de la síntesis de carbohidratos, esta última función es muy importante en cultivos como la papa debido al gran contenido de carbohidratos que debe formar la planta y almacenar en la planta. Este elemento presenta una gran movilidad en la planta. (Sierra, Santos , & Kalazich, 2002)

El Potasio, (factor de calidad) en la planta es muy móvil y juega un papel múltiple. Mejora la actividad fotosintética; aumenta la resistencia de la planta a la sequía, heladas y enfermedades, favorece la formación de glúcidos en las hojas a la vez que participa en la formación de proteínas, además aumenta el tamaño y peso en los granos y en los tubérculos. (García, Serrano, Lucena, Ruano, & Nogales, 2009)

El Potasio activa las necesidades de enzimas en la formación de proteínas, almidón, celulosa y lignina. Por consiguiente, es necesario para el desarrollo de fuertes paredes gruesas de células y tallos de plantas rígidos. El potasio contribuye al movimiento de los azúcares producidos por la fotosíntesis dentro de la planta por lo que es importante en el desarrollo y maduración de frutas como la manzana o los tomates. De forma similar, el potasio es necesario para el crecimiento adecuado de la raíz y de las cosechas de tubérculos. (Plaster, 2005)

El Potasio es requerido intensamente durante los estados fisiológicos de producción, tales como la tuberización y llenado del tubérculo, iniciación y llenado del grano, así como en el cuajado y llenado del fruto. El potasio es esencial para la síntesis de carbohidratos, pero además influye en la translocación y acumulación de azúcares y almidones. En estas épocas críticas de gran demanda de nitrógeno y potasio, el abonamiento foliar puede ser un buen

complemento para ayudar a obtener granos más densos y frutos más grandes y jugosos, aumentando así el rendimiento total del cultivo. (Melendez & Molina, 2002)

- **Deficiencia Potasio**

Los síntomas de deficiencia en la papa se evidencian en anomalías en la pigmentación de las hojas, las que inicialmente son de un color verde oscuro, luego adquieren un color castaño, se arrugan y se desecan tempranamente. Por lo general la sintomatología no es muy específica, pues cambia con la condición del medio y de la absorción de los demás elementos. Por lo general manifiestan desequilibrios y no carencias verdaderas. (Kramm, 2017)

2.2.13. El Boro en la planta

El Boro es utilizado por las plantas como ácido bórico H_3BO_3 , forma en la cual se encuentra en la solución acuosa a pH neutro. En las plantas se encuentra en pequeñas cantidades, concentrado especialmente en las partes jóvenes, las cuales contienen en cerca del doble con respecto a las partes adultas. Las raíces lo contienen en menor cantidad que las hojas. Además, está implicado en la actividad de la membrana y por lo tanto, en la transferencia de los azúcares al interior de la planta. Influencia el alargamiento del tubo polínico y en consecuencia la fecundación del ovario. (Piaggese, 2004)

El Boro disponible para las plantas se encuentra en la solución del suelo como ácido bórico a pH neutro, y hasta donde se sabe es la forma del nutriente utilizado por la planta. Parece ser que el Boro reacciona con las membranas de una forma que afecta el transporte dependiente de un aporte energético y que potencia el efecto hormonal. El Ácido Bórico forma fuertes complejos con átomos de oxígeno de los grupos hidroxilos vecinos presentes en los azúcares y polisacáridos, gran parte del boro en las plantas se encuentra en esas formas. Se ha sugerido que el boro puede jugar un papel importante en la síntesis de pirimidinas, flavonoides, así como en el transporte de azúcares a través del floema, bajo la forma de complejos tipo boratos. El Boro estaría implicado junto al Calcio en el metabolismo de la pared celular. Se ha encontrado que una relación constante de Calcio y Boro debe ser óptima para el crecimiento vegetal.

Participa en el metabolismo de los carbohidratos y facilita el transporte de azúcares formando un complejo permeable boro-azúcar aumentando la permeabilidad de la membrana celular. (Pérez, 2017)

El Boro ha sido asociado con la germinación y crecimiento del polen y puede afectar la prolongación del tubo polínico debido a su papel en la síntesis de la membrana plasmática y la pared celular, produciendo una disminución en el cuaje y alteraciones fisiológicas en los frutos. El Boro por lo tanto es esencial en el desarrollo de la flor y en la fecundación y su deficiencia reduce el cuaje de las flores y disminuye en forma severa el rendimiento de frutos y semillas. (Melendez & Molina, 2002)

El Boro también cumple una función importante en el transporte de azúcares y otros compuestos orgánicos desde las hojas a los frutos. La mayoría de los cultivos frutícolas son particularmente sensibles a la deficiencia de Boro, tal es el caso de café, cítricos, papaya, maracuyá, tomate, chile, etc. Las aplicaciones foliares de Boro resultan muy efectivas y económicas para suplir el elemento y las fuentes más empleadas son por lo general sales de Boratos de Sodio y Ácido Bórico que son incluidos en los atomizos fitosanitarios en cultivos como naranja, café, banano, mango, papaya, etc. (Melendez & Molina, 2002)

- **Deficiencia de Boro**

La deficiencia de B en el cultivo de la papa es más notoria en los tubérculos que en el resto de los tejidos. El sabor y color del tubérculo está vinculada a la nutrición del B. En la parte aérea los puntos de crecimiento mueren, y se fomenta crecimiento de brotes laterales. Los internudos son cortos. Las hojas son coriáceas y algo encarrujadas parecidas a los ataques del virus. En casos de fuertes deficiencia se presentan manchas purpúreas y congestión de carbohidratos en los tejidos. Las raíces son cortas, gruesas y de color marrón oscuro. Las raicillas mueren. (DRAA, 2008)

La deficiencia de Boro causa que las hojas jóvenes se deformen, con amarillamiento de las venas central y laterales. Las hojas más viejas se enrollan y deforman. Se produce muerte descendente de ramas y formación múltiple de yemas vegetativas, acortamiento de entrenudos en las ramas de

los árboles, y formación de roseta en ramas terminales de hortalizas de fruta como el tomate. La deficiencia de Boro produce paralización del crecimiento de los ápices radiculares. La deficiencia de boro también afecta la calidad de los frutos. En el caso de los cítricos, la falta de boro causa que sean pequeños, con poco jugo, duros, de cáscara gruesa y áspera, con puntos de goma en el interior de los gajos. En otras frutas como manzana y pera, la deficiencia de Boro causa la aparición de manchas corchosas debido a la muerte de células, y al continuar el crecimiento del fruto se producen rajaduras y caída anticipada de los mismos. (Melendez & Molina, 2002)

2.2.14. Concentración y tolerancia de nutrientes en las aplicaciones foliares

La concentración máxima de una solución depende del tipo de fertilizante a aplicar. Con aplicaciones de alto volumen que producen gotas grandes, la concentración no debe exceder de 3 a 5 %. Con aplicaciones de bajo volumen, la concentración puede ser de 12 a 15 % y son más eficientes por el tamaño de la gota y la permanencia en el follaje. En el Cuadro 2 se presentan algunos fertilizantes en la concentración máxima tolerante para la mayoría de los cultivos. (Melendez & Molina, 2002)

Tabla 02: *Cantidades de fertilizante requerido para una aplicación foliar a diferentes concentraciones en una hectárea de cultivo.*

Concentración; % de fertilizante en solución	Gramos/litro	Kg de fertilizante para 400 litros agua
0.5	5	2
1	10	4
1.5	15	6
2	20	8
2.5	25	10

Fuente (Melendez & Molina, 2002)

Tabla 03: *Tolerancia de concentración de nutrimentos en aplicaciones foliares.*

Nutrimento	Fertilizante	Kg/400L agua (*)
	Urea	3-5
Nitrógeno	NH ₄ NO ₃ , (NH ₄) ₂ HPO ₄ ,	2-3
	(NH ₄) ₂ SO ₄ NH ₄ Cl, NH ₄ H ₂ PO ₄	2-3
Fosforo	H ₃ PO ₄ , otros (ver N)	1.5-2.5
Potasio	KNO ₃ , K ₂ SO ₄ , KCl	3-5
Calcio	CaCl ₂ , Ca(NO ₃) ₂	3-6
Magnesio	MgSO ₄ , Mg(NO ₃) ₂	3-12
Hierro	FeSO ₄	2-12
Manganeso	MnSO ₄	2-3
Zinc	ZnSO ₄	1.5-2.5
Boro	Sodio borato	0.25-1
Molibdeno	Sodio molibdeno	0.1-0.15

Fuente: (Melendez & Molina, 2002) (*) 400 L, cantidad suficiente para 1 ha de cultivo.

2.3. Hipótesis

Para el presente trabajo de investigación se plantea las siguientes hipótesis:

- ✓ $H_0: \alpha_i = 0$ ($i = 1, \dots, a$) \rightarrow ninguna de las dosis aplicadas vía foliar de Potasio (Nitrato de Potasio (KNO₃)) y Boro (Ácido Bórico (H₃BO₃)) ejercen efectos significativos en el rendimiento de la papa (*Solanum tuberosum* L.)
- ✓ $H_a: \alpha_i \neq 0$ \rightarrow Al menos una de las dosis aplicadas vía foliar de Potasio (Nitrato de Potasio (KNO₃)) y Boro (Ácido Bórico (H₃BO₃)) ejercen efectos significativos en el rendimiento de la papa (*Solanum tuberosum* L.)

2.4. Variables

2.4.1. Variable independiente:

Abono foliar Potasio (KNO_3) y Boro (H_3BO_3).

2.4.2. Variable dependiente:

Número de tallos por planta, altura de planta, rendimiento, rentabilidad.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Ubicación del campo experimental

Política:

Departamento:	Ancash
Provincia:	Huaraz
Distrito:	Independencia
Localidad:	CPM Jatun Pongor

Geográfica:

Latitud:	9° 30' 38" S
Longitud:	77° 32' 55" W
Elevación:	3305 msnm

3.2. Época de la ejecución del experimento

La instalación del experimento se realizó el día 16 de octubre del 2019, mientras la cosecha se realizó el día 01 de abril del 2020.

3.3. Materiales

3.3.1. Campo experimental

- Se contó con un terreno de 380 m² para la realización del proyecto de investigación.

3.3.2. Insumos

- Semillas de papa de la variedad 'Yungay'
- Boro (Ácido Bórico)
- Potasio (Nitrato de Potasio)
- Insecticida
- Funguicida
- Fertilizantes (nitrato de amonio 33.5 % N, súper fosfato de calcio triple 46 % P₂O₅ y cloruro de potasio 60 % K₂O)
- Adherente

3.3.3. Equipos

- 03 lampas de aporcar.
- 02 picos
- 20 Costales
- 03 Jarras graduadas
- 01 balanza de precisión
- 01 computadora
- 01 cámara fotográfica digital
- 01 bomba de mochila

3.3.4. Materiales de escritorio

- 02 libretas de apunte
- 02 lapiceros

- 02 lápices
- 01 millares de papel bond A4 de 80 gr.
- 01 calculadora

3.4. Métodos

3.4.1 Tipo de investigación

El presente trabajo de investigación fue aplicada porque se hizo variar intencionalmente la variable independiente durante el estudio. Los resultados que se obtuvieron serán utilizados por agricultores y otros investigadores.

3.4.2 Diseño de la investigación

En el trabajo de investigación se aplicó el Diseño experimental de Bloques Completos al Azar (DBCA) con 4 tratamientos incluido el testigo y 3 repeticiones.

3.4.3 Tratamientos

Las dosis de Potasio (Nitrato de Potasio) fueron: 0.5 % (5 g/lt agua), 0.75 % (7.5 g/lt) y 1 % (10g/lt agua) y para Boro (Ácido Bórico) se empleó una sola dosis de 0.15 % (1.5 g/L agua), datos del cuadro 2. (Melendez & Molina, 2002)

Tabla 04: *Descripciones de los tratamientos.*

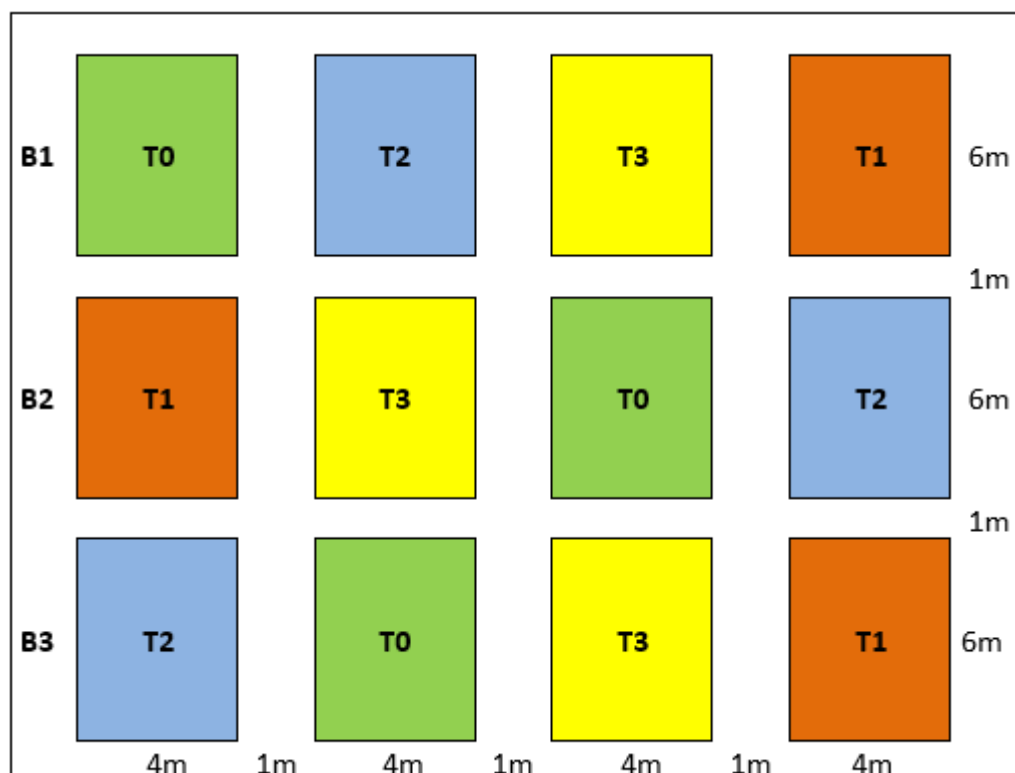
Tratamientos	Potasio (KNO ₃)	Boro (H ₃ BO ₃)	g/lt KNO ₃	g/lt. H ₃ BO ₃
T0	0 %	0 %	0	0
T1	0.5 %	0.15 %	5	1.5
T2	0.75 %	0.15 %	7.5	1.5
T3	1 %	0.15 %	10	1.5

Fuente: Elaboración propia

3.4.4 Diseño de la unidad experimental

La unidad experimental fue una parcela 4 m x 6 m (24 m²) de la cual se obtuvieron los datos para su análisis.

3.4.5 Croquis del experimento



3.4.6 Características del terreno experimental

- Longitud del surco: 6 m
- Ancho del surco: 1 m
- Distancia entre planta: 0.3 m
- Numero de boques: 4
- N° de plantas por surco: 20 plantas
- N° de plantas por tratamiento: 80
- N° total de plantas: 960

- Área de los tratamientos: 24 m²
- Área total: 380 m²

3.4.7 Procesamiento estadístico

Para el análisis estadístico se empleó el análisis de varianza (ANVA) para las observaciones experimentales realizándose la prueba de significancia de F al 5% de error. Para realizar la comparación de medias entre tratamientos, se empleó la prueba de comparación de medias de Tukey con un margen de error de 5%.

Modelo aditivo lineal

$$\gamma_{ij} = \mu + \beta_j + \tau_i + \varepsilon_{ij}$$

Dónde:

γ_{ij} : Valor observado en la unidad experimental

μ : Efecto de la media general

β_j : Efecto del j-ésimo bloque j:1,2,3

τ_i : Efecto del i-ésimo tratamiento i:1,2,3,4,5,6,7,8

ε_{ij} : Efecto aleatorio del error experimental.

Tabla 05: *Análisis de varianza, prueba de significancia de F al 5% de error.*

FV	GL	SC	CM	Fcal
Bloques	(r-1)	$\Sigma x^2.j/t - (\Sigma x)^2/rt$	$S_{cb}/r-1$	CM_b/CMe
Tratamientos	(t-1)	$\Sigma x^2.i./r - (\Sigma x)^2/rt$	$S_{ct}/t-1$	CM_t/CMe
Error	(r-1) (t-1)	Diferencia	$S_{ce}/(r-1) (t-1)$	
Total	rt-1	$\Sigma x^2.. - (\Sigma x)^2 / rt$		

Fuente: Elaboración propia

3.4.8 Población o universo

Se tuvo una población total de 960 plantas de papa, de las cuales se tuvo 80 plantas por tratamiento y 20 plantas por surco.

3.4.9 Unidad de análisis y muestra

La unidad de análisis estuvo representada por una planta de papa y la muestra a su vez por doce plantas de cada tratamiento.

3.4.10 Técnicas e instrumentos de recopilación de datos

Las técnicas que se utilizó para la recopilación de datos fue la observación directa. Los parámetros evaluados fueron el peso de tubérculo por planta lograda, el peso de los tubérculos de Primera y Segunda, la altura en cm de los tallos y el número de tallos por planta.

3.5. Procedimiento:

3.5.1. Análisis del suelo

El muestreo del suelo se realizó un mes antes de la preparación del mismo, donde se tomó $\frac{1}{2}$ kg de suelo a una profundidad de 20 cm y se colocó en una bolsa plástica para ser enviada al laboratorio. La muestra se tomó al azar entrando al terreno, por un lado, realizando el recorrido en zigzag recogiendo submuestras para que al final tengamos una muestra representativa de $\frac{1}{2}$ Kg de suelo. Y se envió para su análisis al Laboratorio de Análisis de Suelos y Aguas de la UNASAM – Huaraz – Ancash, los resultados se exponen en el anexo 6.

3.5.2. Preparación de terreno

El terreno se preparó con la ayuda de una yunta, esto se realizó un mes antes de la siembra.

3.5.3. Obtención del material vegetal

La semilla se adquirió una semana antes de la siembra la cual se compró de los abastecedores de semilla de la ciudad Huaraz. Se utilizó semilla de la variedad Yungay de un peso promedio de 60 gramos.

3.5.4. Instalación del experimento

- **Siembra:** La siembra se realizó colocando un tubérculo semilla por golpe, a las distancias de 0,30 m entre plantas y 1,00 m entre surcos. posteriormente se abonó con el fertilizante (mezcla de NPK), para finalmente tapar los tubérculos semilla. La siembra se realizó el 16 de octubre del 2020.
- **Fertilización:** Se empleó fertilizantes químicos (nitrato de amonio, fosfato triple de calcio y cloruro de potasio), la dosis de abonamiento se formuló a partir del análisis de suelo, N 168.44 – P₂O₂ 86.66 – K₂O 199.29 (la formula se realizó para un rendimiento base de 30 t/ha). Se abonó a la siembra y luego al primer aporque, desdoblado el nitrógeno en dos partes 50 % y aplicando el fosforo y potasio al 100 % a la siembra.

Tabla 06: *Cantidad de fertilizantes aplicados.*

Fertilizantes	1er abonamiento		2do abonamiento	
	288 m ²	24 m ²	288 m ²	24 m ²
Nitrato de amonio	7.24 kg	0.60 kg	7.24	0.60
Súperfosfato T. Ca.	5.43 kg	0.45 kg	0	0
Cloruro de Potasio	9.57 kg	0.80 kg	0	0

Fuente: Elaboración propia

- **Deshierbo y aporque:**

El deshierbo se realizó manualmente, aprovechando el primer aporque, a los 40 días después de la siembra se realizó el primer aporque usando lampas de aporcar, también se incorporó la segunda fracción de Nitrógeno, y el segundo aporque se realizó a los 60 días después de la siembra.
- **Control de plagas y enfermedades:**

Para el control de plagas y enfermedades se realizó monitoreos en las plantas, y a partir de ahí se tomó la decisión de aplicar productos fitosanitarios.

Aplicación de insecticidas

Se hizo dos aplicaciones, la primera aplicación cuando la planta presentó síntomas de picaduras (a los 40 días de la siembra) con Cipermetrina – **0,5** L/cil, contra el gorgojo de los andes (*Premnotrypes spp.*), y la segunda aplicación también con Cipermetrina – **0,5** L/cil, se realizó a los 60 días después de la siembra para controlar insectos comedores de hojas.

Aplicación de fungicidas

Se hicieron 3 aplicaciones de fungicidas; para prevención de rancha (*Phytophthora infestans*), para lo cual se aplicó Coraza (metalaxil+mancozep) a los 40 días, luego a 60 días del mismo producto y a los tres meses se aplicó Aripari (cimoxanil+ clorotalonil)

- **Aplicación de los tratamientos de Potasio (KNO₃) y Boro (H₃BO₃) foliar:**

La aplicación se realizó a inicios de la floración, después de la primera aplicación el resto de las aplicaciones se realizó cada dos semanas, realizando en total 4 aplicaciones.

Tabla 07: Fechas de las aplicaciones de los fertilizantes foliares y gasto de agua.

Aplicaciones	Fecha	Producto	To	T1	T2	T3	Gasto de agua
		Potasio(KNO ₃)	0%	0.5%	0.75%	1%	
		Boro (H ₃ BO ₃)	0%	0.15%	0.15%	0.15%	
1ra	01/04/2020	Potasio (KNO ₃)	0 g.	50 g.	75 g.	100 g.	10 lt
		Boro (H ₃ BO ₃)	0 g.	15 g.	15 g.	15 g.	
2da	01/19/2020	Potasio (KNO ₃)	0 g.	50 g.	75 g.	100 g.	10 lt
		Boro (H ₃ BO ₃)	0 g.	15 g.	15 g.	15 g.	
3ra	02/02/2020	Potasio (KNO ₃)	0 g.	50 g.	75 g.	100 g.	10 lt
		Boro (H ₃ BO ₃)	0 g.	15 g.	15 g.	15 g.	

4ta	02/16/2020	Potasio (KNO ₃)	0 g.	50 g.	75 g.	100 g.	10 lt
		Boro (H ₃ BO ₃)	0 g.	15 g.	15 g.	15 g.	

Fuente: Elaboración propia

- **Cosecha:**

La cosecha se realizó manualmente, eligiendo 12 plantas de cada tratamiento, estas plantas se tomaron de los surcos del medio dejando los surcos del extremo. los tubérculos se cosecharon por parcelas, teniendo en cuenta cada tratamiento, luego se clasificó y se pesó.

3.5.5. Parámetros evaluados

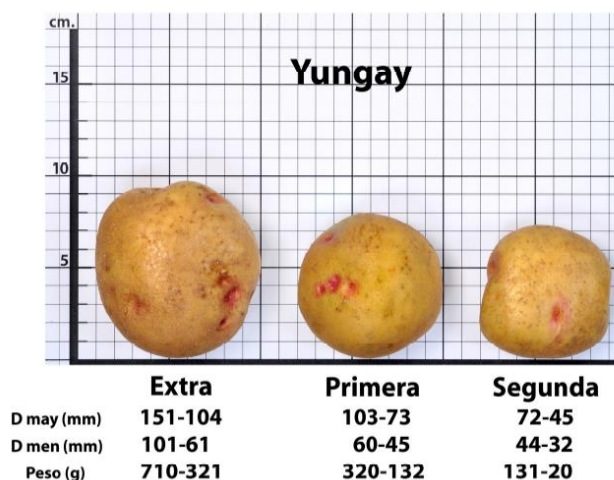
a. Peso de tubérculo por planta

Se determinó los pesos de los tubérculos por planta, estos fueron pesados por cada uno de los tratamientos, las plantas se evaluaron de los surcos intermedios.

Tabla 08: Calibres de la papa Var. Yungay.

Var. Yungay	Calibres		
	Extra	Primera	Segunda
D mayor (mm)	150 - 104	103 - 73	72 - 45
D menor (mm)	101 - 61	60 - 45	44 - 32
Peso (g)	710 - 321	320 - 132	131 - 20

Fuente: (INDECOPI, 2010)



Fuente: (INDECOPI, 2010)

b. Peso de tubérculos de categoría Primera

Se evaluó el peso promedio de los tubérculos categoría Primera, para lo cual se tomaron doce plantas de los surcos intermedios por tratamiento.

c. Peso de tubérculos de categoría Segunda

Se evaluó el peso promedio de los tubérculos categoría Segunda, para lo cual se tomaron doce plantas de los surcos intermedios por tratamiento.

d. Altura de planta

Se determinó la altura de planta antes del corte del follaje, para lo se tomaron doce plantas de los surcos intermedios por tratamiento. Estas plantas fueron las mismas para todas las evaluaciones.

e. Número de tallos principales por planta

Se determinó el número de tallos por planta, para lo cual se tomaron doce plantas antes del corte del follaje. Estas plantas fueron las mismas para todas las evaluaciones.

f. Análisis económico

Se realizó el análisis económico por tratamiento, determinando la rentabilidad por cada uno de los tratamientos.

3.5.6. Procesamiento de datos

Para realizar los cálculos se utilizó el programa EXCEL, con los resultados obtenidos de las evaluaciones se realizó la comparación de los tratamientos de acuerdo al diseño estadístico adoptado (Diseño experimental de Bloques Completos al Azar (DBCA)), aplicando la prueba de comparación de medias de Tukey a un 5 % de confiabilidad.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Número de tallos principales por planta

Tabla 09: *Análisis de varianza para el número de tallos por planta.*

Fuente Variación	GL	SC	CM	F	
Bloques	2	0.18	0.09	1.17	N.S.
Tratamientos	3	0.08	0.03	0.34	N.S.
Error	6	0.47	0.078		
Total	11	0.73			

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo a la Tabla 09 del análisis de variancia para el número de tallos por planta; se observa que no se tiene diferencias estadísticas significativas lo cual indica que no hubo efecto de la aplicación de Potasio (KNO_3) y Boro (H_3BO_3) foliar en el número de tallos por planta. El coeficiente de variación es 7.07 % en número de tallos.

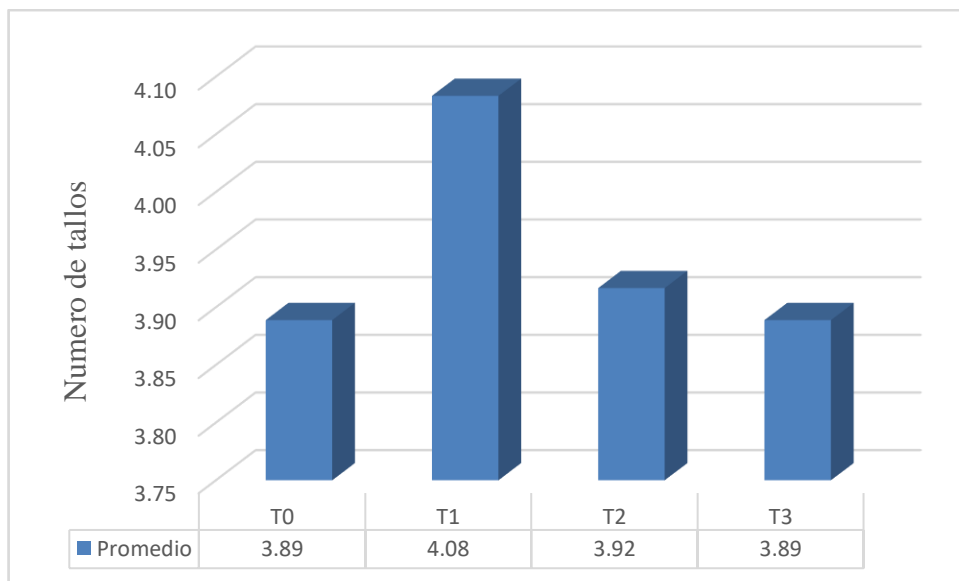


Figura 01: Número de tallos por planta (Fuente: Elaboración propia)

4.2. Altura de planta

Tabla 10: *Análisis de varianza de altura de planta.*

Fuente Variación	GL	SC	CM	F	
Bloques	2	0.00033	0.00017	0.05	N.S.
Tratamientos	3	0.00190	0.00063	0.18	N.S.
Error	6	0.02	0.004		
Total	11	0.02			

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo a la tabla 10 del análisis de varianza de altura de planta se observa que no se tiene diferencias estadísticas significativas lo cual indica que no hubo efecto de la aplicación de Potasio (KNO_3) y Boro (H_3BO_3). El coeficiente de variación es 7.20 % en altura de planta.

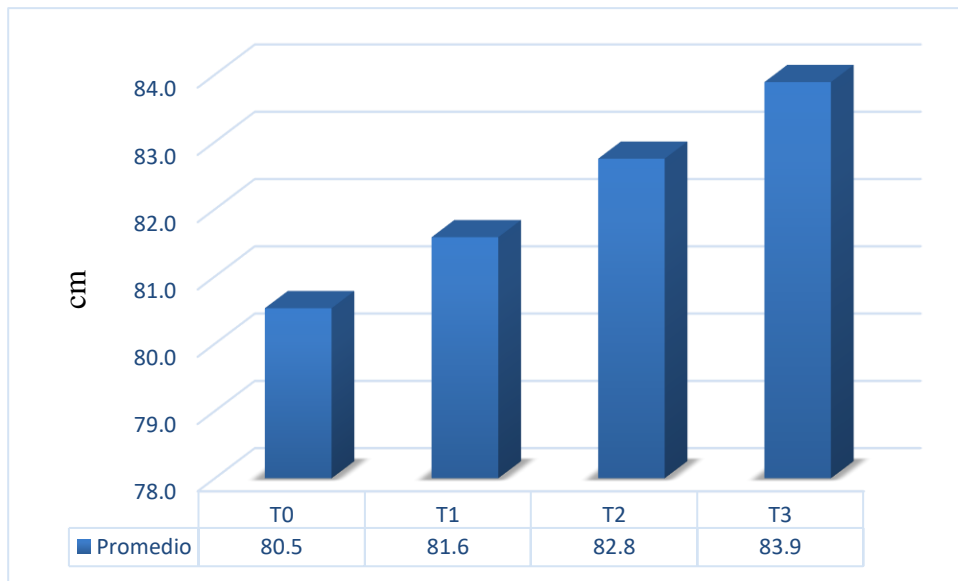


Figura 02: Altura de planta (cm), (Fuente: Elaboración propia)

4.3. Peso de tubérculos por planta en kg

Tabla 11: Análisis de varianza del peso de tubérculos de papa obtenido por planta.

Fuente	GL	SC	CM	F	
Variación					
Bloques	2	0.0004	0.0002	0.04	N.S.
Tratamientos	3	0.36	0.12	28.73	*
Error	6	0.03	0.004		
Total	11	0.39			

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo a la Tabla 11 del análisis de varianza del peso de tubérculos por planta se observa que hay diferencias estadísticas significativas entre los diferentes tratamientos en estudio, del cual se puede afirmar que existen diferencias entre las distintas dosis de Potasio (KNO_3) y una dosis de Boro (H_3BO_3) empleados foliarmente. Además, se puede observar que no existe diferencias estadísticas significativas para los bloques. El peso promedio de tubérculos por planta fue de 1.26 Kg por planta, y el coeficiente de variación fue 5.14 %.

El efecto de la aplicación del T2 a la dosis de 7.5 g/lit (0.75 %) de Potasio (KNO_3) y 1.5 g (0.15 %) de Boro (H_3BO_3) resultó con un peso promedio de 1.44 Kg de peso de tubérculos por planta con un rendimiento total de 48008.78 por hectárea; siendo el mayor, seguido por el T3 a la dosis de 10 g/lit (1 %) de Potasio (KNO_3) y 1.5 g/lit (0.15 %) de Boro (H_3BO_3) con un peso promedio de 1.37 Kg de peso de tubérculos por planta con un rendimiento total de 45740.28 por hectárea, este seguido por el T1 a la dosis de 5 g/lit (0.5 %) de Potasio (KNO_3) y 1.5 g/lit (0.15 %) de Boro (H_3BO_3) con un peso promedio de 1.24 Kg de peso de tubérculos por planta con un rendimiento total 41388.48 kg por hectárea y seguido por ultimo por el T0 a la dosis de 0 g (0 %) de Potasio (KNO_3) y 0 g (0 %) de Boro (H_3BO_3) con un peso promedio de 0.99 Kg de peso de tubérculos por planta con rendimiento total de 32870.04 por hectárea.

Tabla 12: *Peso promedio de tubérculos por planta (Kg), según Tukey al 5%.*

Tratamientos	Peso promedio en kilos
T2	1.44 a
T3	1.37 b
T1	1.24 c
T0	0.99 d

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 12 Peso promedio de tubérculos por plantas según tukey nos muestra que el peso promedio de tubérculos por planta sin la aplicación de los fertilizantes foliares (testigo T0) es de 0.99 kg por planta, resultado menor en comparación a la aplicación de los abonos foliares. El mayor promedio de peso de tubérculos por planta se alcanzó con el T2 con 1.44 kg por planta, seguido por el T3 con 1.37 kg por planta.

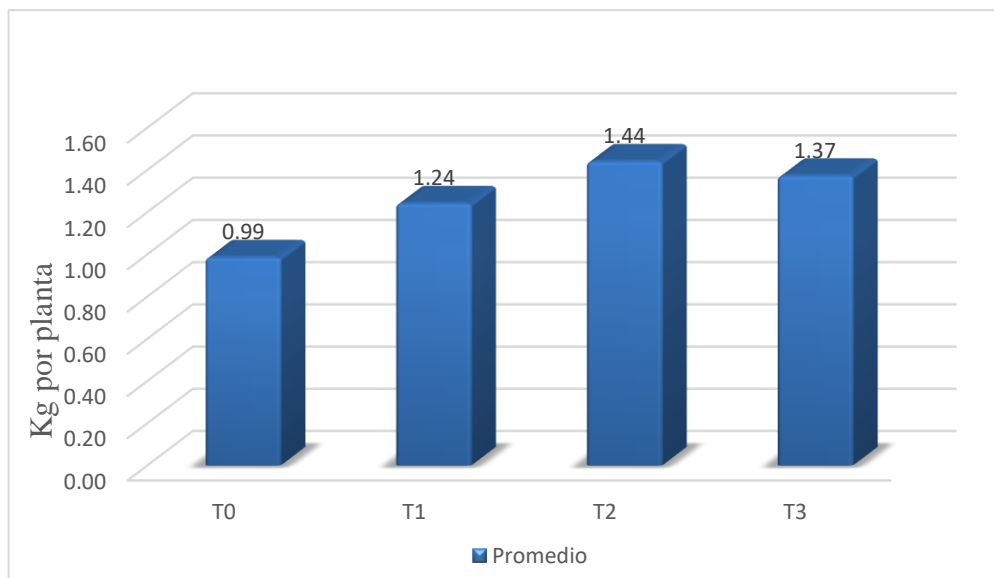


Figura 03: Peso promedio de tubérculos por planta (Fuente: Elaboración propia)

De la figura 03, se observa los resultados referentes al peso promedio de tubérculos por planta, alcanzando el peso promedio más alto con el T2 (7.5 g/lit (0.75 %) de KNO_3 y 1.5 g/lit (0.15 %) de H_3BO_3 con 1.44 kg por planta, seguido por el T3 (10 g/lit (1 %) de KNO_3 y 1.5 g/lit (0.15 %) de H_3BO_3 con 1.37 kg por planta, este seguido por el T1 5 g/lit (0.5 %) de KNO_3 y 1.5 g/lit (0.15 %) de H_3BO_3 con 1.24 kg por planta y por último el T0 (testigo) 0 g (0 %) de KNO_3 y 0 g (0 %) de H_3BO_3 con 0.99 kg por planta.

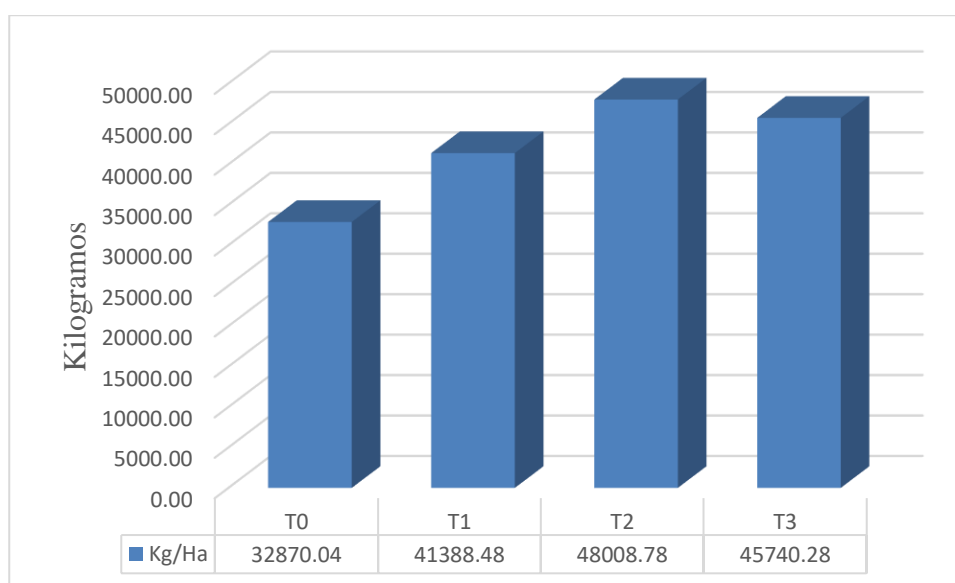


Figura 04: Rendimiento promedio de tubérculos en kilogramos por Hectárea. (Fuente: Elaboración propia)

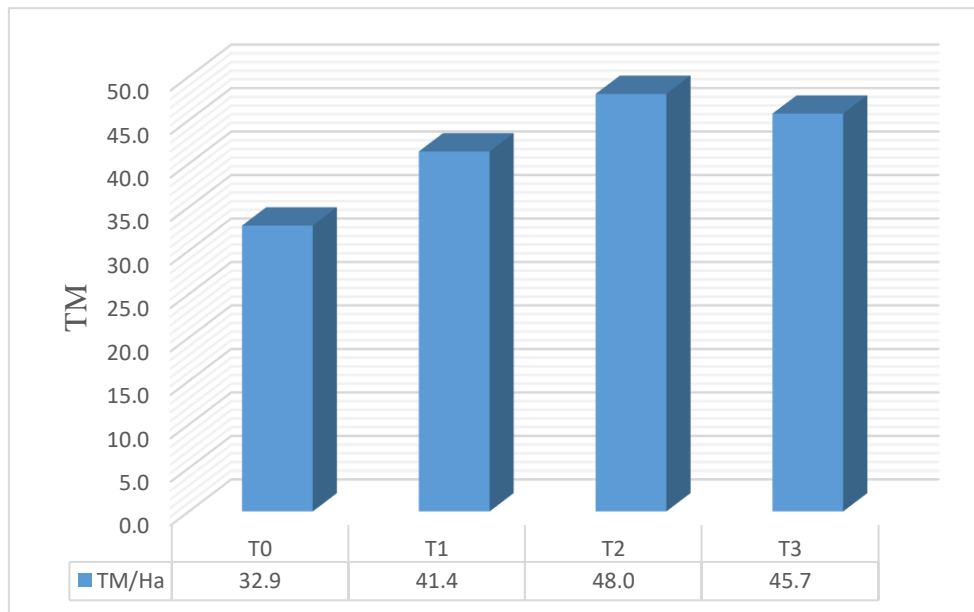


Figura05:Rendimiento promedio de tubérculos en toneladas por hectárea.(Fuente: Elaboración propia)

En la figura 05, se observa los resultados referentes al rendimiento de papa por hectárea, bajo las condiciones en la que se condujo el estudio, por el efecto de la aplicación foliar de tres dosis de Potasio y una dosis de Boro y un testigo aplicados como abono foliar en la producción del cultivo de papa (var. Yungay.). Obteniendo el rendimiento más alto con el T2 (7.5 g/lit (0.75 %) de KNO_3 y 1.5 g/lit (0.15 %) de H_3BO_3 con un rendimiento de 48.0 Tm/Ha, esto a una densidad de 33,333 plantas de papa por hectárea.

4.4. Peso promedio de tubérculo por planta (g) de Categoría Primera

Tabla 13: *Análisis de varianza de peso de tubérculos por planta de categoría Primera.*

Fuente Variación	GL	SC	CM	F	
Bloques	2	2025.4630	1012.7315	0.66	N.S.
Tratamientos	3	268349.25	89449.75	58.40	*
Error	6	9189.81	1531.636		
Total	11	279564.53			

Fuente: Elaboración propia

De la tabla 13 del análisis de varianza del peso de tubérculos por planta de categoría Primera se observa que hay diferencias estadísticas significativas entre los diferentes tratamientos en estudio, del cual se puede afirmar que existen diferencias entre las distintas dosis de Potasio (KNO_3) y una dosis de Boro (H_3BO_3) empleado foliarmente y el testigo. Además, se puede observar que no existe diferencias estadísticas significativa para los bloques. El peso promedio de tubérculos categoría primera fue de 533.7 g por planta, con un coeficiente de variación de 7.33 %.

Tabla 14: *Peso promedio de tubérculos de categoría Primera por planta (g), según Tukey al 5%.*

Tratamientos	Peso promedio gramos
T2	677.8 a
T3	651.4 b
T1	504.2 c
T0	301.4 d

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo a la tabla 14, Peso promedio de tubérculos de categoría Primera por planta según Tukey, indica que el peso promedio de tubérculos por planta sin la aplicación de los fertilizantes foliares (testigo T0) es de 301.4 g por planta, resultado menor en comparación a la aplicación de los abonos foliares. El mayor promedio de peso de tubérculos por planta se alcanzó con el T2 con 677.8 g por planta, seguido por el T3 con 651.1 g por planta.

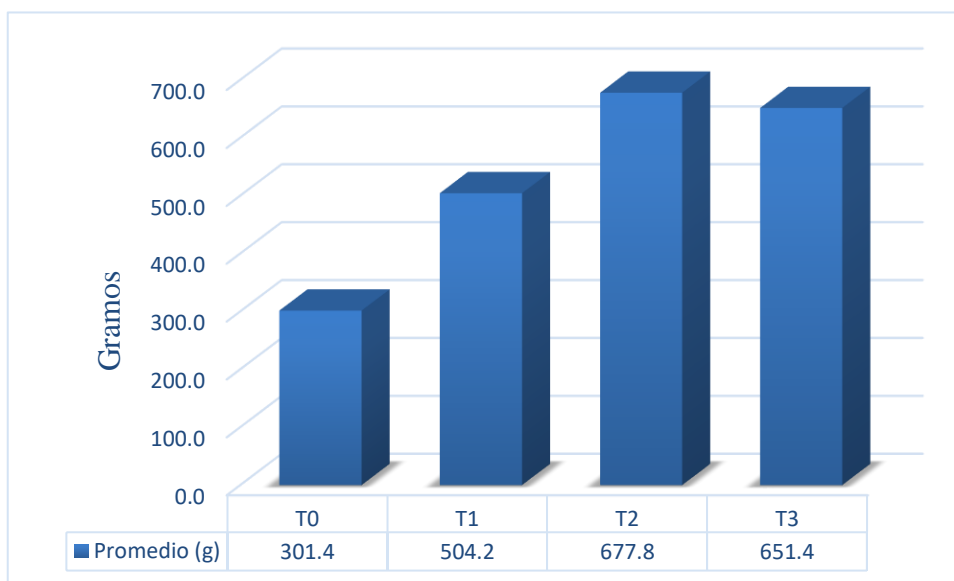


Figura 06: Peso promedio de tubérculo por planta de categoría Primera. (Fuente: Elaboración propia)

De la figura 06, se puede observar los resultados referentes al peso promedio de tubérculos por planta, en la cual se alcanzó el peso promedio más alto con el T2 (7.5g/lit (0.75 %) de KNO_3 y 1.5 g/lit (0.15 %) de H_3BO_3) con un peso de 677.8 g por planta, seguido por el T3 (10 g/lit (1 %) de KNO_3 y 1.5 g/lit (0.15 %) de H_3BO_3) con un peso de 651.4 g por planta, seguido por el T1 (5 g/lit (0.5 %) de KNO_3 y 1.5/lit g (0.15 %) de H_3BO_3) con un peso de 504.2 g por planta y por último el T0 (testigo), (0 g (0 %) de KNO_3 y 0 g (0 %) de H_3BO_3) con un peso de 301.4 g por planta.

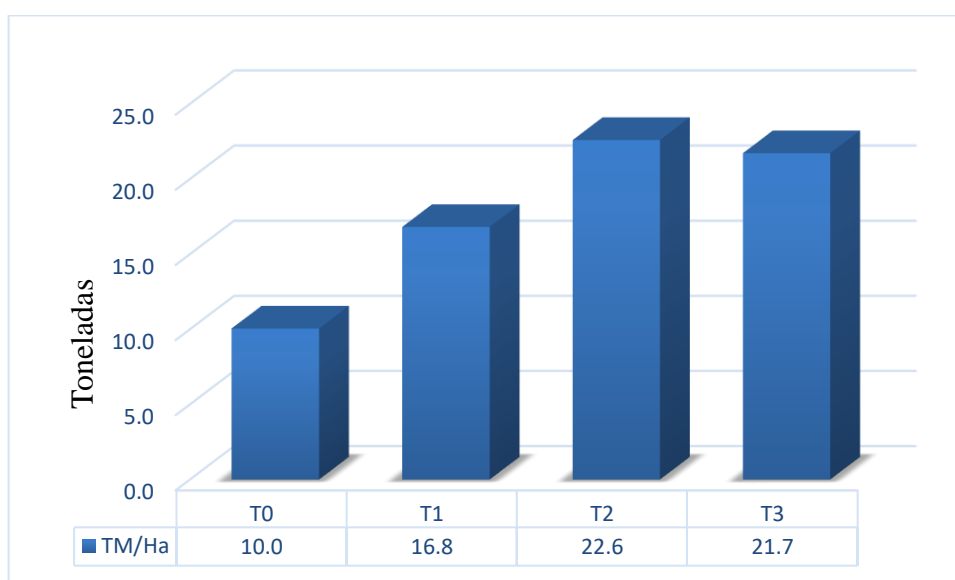


Figura 07: Rendimiento de tubérculos de categoría Primera TM/Ha (Fuente: Elaboración propia)

En el Figura 07, se observa los resultados referentes al rendimiento de papa de categoría Primera por hectárea, bajo las condiciones en la que se condujo el estudio, por el efecto de la aplicación foliar de tres dosis de Potasio y una dosis de Boro y un testigo aplicados como abono foliar en la producción del cultivo de papa (var. Yungay.). Obteniendo el rendimiento más alto con el T2 (7.5 g/lit (0.75 %) de KNO_3 y 1.5g/lit (0.15 %) de H_3BO_3 con un rendimiento de 22.6 Tm/Ha, esto a una densidad de 33,333 plantas de papa por hectárea.

4.5. Peso promedio de tubérculo por planta (g) de Categoría Segunda

Tabla 15: *Análisis de varianza de peso de tubérculos por planta de categoría Segunda.*

Fuente Variación	GL	SC	CM	F	
Bloques	2	210.76	105.38	0.33	N.S.
Tratamientos	3	22749.31	7583.10	23.48	*
Error	6	1937.85	322.97		
Total	11	24897.92			

Fuente: Elaboración propia

De la tabla 15 del análisis de varianza del peso de tubérculos por planta de categoría Segunda se observa que hay diferencias estadísticas significativa entre los diferentes tratamientos en estudio, del cual se puede afirmar que existen diferencias entre las distintas dosis de Potasio (KNO_3) y una dosis de Boro (H_3BO_3) empleado foliarmente y el testigo. Además, se puede observar que no existe diferencia significativa para los bloques. El peso promedio de tubérculos categoría primera fue de 328.8 g por planta, con un coeficiente de variabilidad de 5.47 %.

Tabla 16: *Peso promedio de tubérculos de categoría Segunda por planta (g), según Tukey al 5 %.*

Tratamiento	Peso promedio gramos
T0	400.0 a
T3	319.4 b
T2	313.6 c
T1	281.9 d

Fuente Elaboración propia

De acuerdo a la tabla 16, peso promedio de tubérculos de categoría Segunda por planta según Tukey, indica el mayor promedio de peso de tubérculos por planta de categoría Segunda se alcanzó con el T0 (testigo) con 400.0 g por planta, seguido por el T3 con 319 g por planta, seguido este por el T2 con 313.6 g por planta y por último el T1 con 281 g por planta

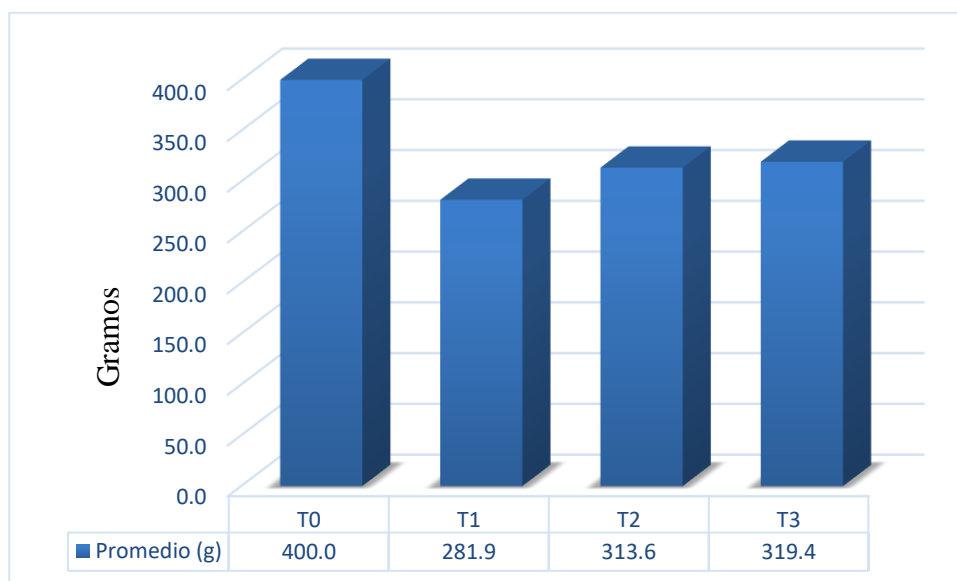


Figura 08: *Peso promedio de tubérculos por planta de categoría Segunda (Fuente: Elaboración propia)*

De la figura 08, se observa los resultados referentes al peso promedio de tubérculos de calidad segunda por planta, el peso promedio de tubérculos por plantas de calidad Segunda sin la aplicación de KNO_3 y H_3BO_3 (testigo) fue de 400.0 gramos por planta, siendo alto en relación a los demás tratamientos. En el T3 (10 g/lit (1 %) de

KNO_3 y 1.5 g/lit (0.15 %) de H_3BO_3) se obtuvo un peso de 319.4 g por planta, seguido por el T2 (7.5g/lit (0.75 %) de KNO_3 y 1.5 g/lit (0.15 %) de H_3BO_3) con un peso de 313.6 g por planta, y por último el T1 (5 g/lit (0.5 %) de KNO_3 y 1.5 g/lit (0.15 %) de H_3BO_3) con un peso de 281.9 g por planta.

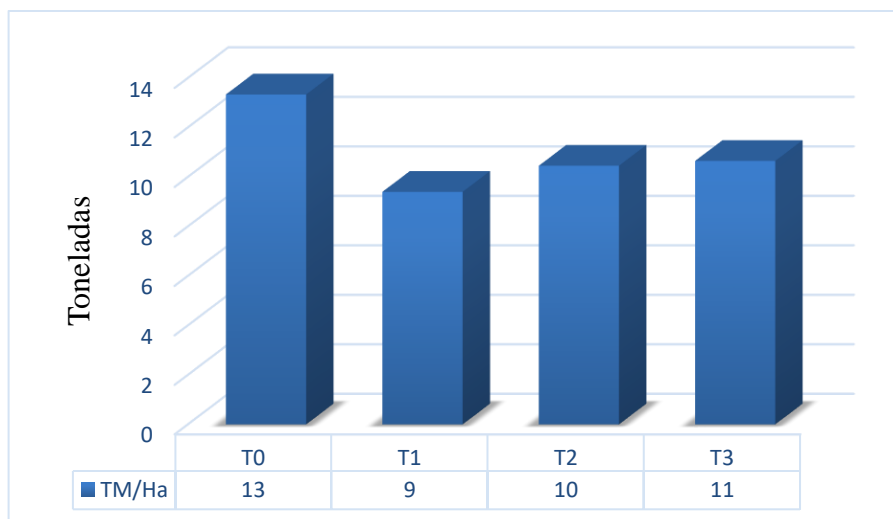


Figura 09: Rendimiento de tubérculos de categoría Segunda TM/Ha (Fuente: Elaboración propia)

La figura 09, indica los resultados referentes al rendimiento de papa de categoría Segunda por hectárea, bajo las condiciones en la que se condujo el estudio, por el efecto de la aplicación foliar de tres dosis de Potasio y una dosis de Boro y un testigo aplicados como abono foliar en la producción del cultivo de papa (var. Yungay.). Obteniendo el rendimiento más alto con el T0 (testigo) (0 g/lit (0 %) de KNO_3 y 0/lit (0 %) de H_3BO_3 con un rendimiento de 13 Tm/Ha, esto a una densidad de 33,333 plantas de papa por hectárea.

4.6. Análisis económico

Tabla 17: Costo de producción del testigo T0 por hectárea.

ITEM	DETALLE	U.M	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
1	Mano de obra				S/. 3,480.00
1.1	Barbecho	yunta	4	S/. 100.00	S/. 400.00
1.2	Cruza y surcado	yunta	4	S/. 100.00	S/. 400.00
1.3	Sembrador	jornal	4	S/. 40.00	S/. 160.00
1.4	Abonador	jornal	4	S/. 40.00	S/. 160.00
1.5	Control fitosanitario	jornal	8	S/. 35.00	S/. 280.00
1.6	Aplicación de K y B	jornal	12	S/. 40.00	S/. 480.00
1.7	1er aporque	jornal	10	S/. 40.00	S/. 400.00
1.8	2do aporque	jornal	10	S/. 40.00	S/. 400.00
1.9	Cosecha	jornal	20	S/. 40.00	S/. 800.00
2	Bienes				S/. 4,834.00
2.1	Materiales				S/. 600.00
2.1.1	Jarras graduadas	unidad	3	S/. 5.00	S/. 15.00
2.1.2	Costales	unidad	400	S/. 0.50	S/. 200.00
2.1.3	Baldes	unidad	5	S/. 5.00	S/. 25.00
2.1.4	Bomba de mochila	unidad	3	S/. 120.00	S/. 360.00
2.2	Insumos				S/. 4,224.00

2.2.1	Semilla	Kg	2000	S/. 1.20	S/. 2,400.00
2.2.2	Superfosfato de calcio triple	sacos	3	S/. 98.00	S/. 294.00
2.2.3	Nitrato de amonio	sacos	10	S/. 70.00	S/. 700.00
2.2.4	Cloruro de potasio	sacos	7	S/. 65.00	S/. 455.00
2.2.5	Funguicida	kg	2	S/. 100.00	S/. 200.00
2.2.6	Insecticida	litro	2	S/. 80.00	S/. 160.00
2.2.7	Nitrato de Potasio	kg	0	S/. 4.50	S/. 0.00
2.2.8	Ácido bórico	kg	0	S/. 30.00	S/. 0.00
2.2.9	Surfactante adherente	litro	1	S/. 15.00	S/. 15.00
2.3	Materiales de escritorio				S/. 10.00
2.3.1	Libreta de apunte	unidad	2	S/. 3.00	S/. 6.00
2.3.2	Lapiceros	unidad	2	S/. 1.00	S/. 2.00
2.3.3	Lápices	unidad	2	S/. 1.00	S/. 2.00
3	Costo sub total				S/. 8,314.00
4	Gastos administrativos 10 %				S/. 831.40
5	Imprevistos 5 %				S/. 415.70
6	Costo total				S/. 9,561.10

Fuente: Elaboración propia

Tabla 18: *Costo de producción del tratamiento T1 por hectárea.*

ITEM	DETALLE	U.M	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
1	Mano de obra				S/. 3,480.00
1.1	Barbecho	yunta	4	S/. 100.00	S/. 400.00
1.2	Cruza y surcado	yunta	4	S/. 100.00	S/. 400.00
1.3	Sembrador	jornal	4	S/. 40.00	S/. 160.00
1.4	Abonador	jornal	4	S/. 40.00	S/. 160.00
1.5	Control fitosanitario	jornal	8	S/. 35.00	S/. 280.00
1.6	Aplicación de K y B	jornal	12	S/. 40.00	S/. 480.00
1.7	1er aporque	jornal	10	S/. 40.00	S/. 400.00
1.8	2do aporque	jornal	10	S/. 40.00	S/. 400.00
1.9	Cosecha	jornal	20	S/. 40.00	S/. 800.00
2	Bienes				S/. 4,987.00
2.1	Materiales				S/. 600.00
2.1.1	Jarras graduadas	unidad	3	S/. 5.00	S/. 15.00
2.1.2	Costales	unidad	400	S/. 0.50	S/. 200.00
2.1.3	Baldes	unidad	5	S/. 5.00	S/. 25.00
2.1.4	Bomba de mochila	unidad	3	S/. 120.00	S/. 360.00
2.2	Insumos				S/. 4,377.00
2.2.1	Semilla	Kg	2000	S/. 1.20	S/. 2,400.00

2.2.2	Superfosfato de calcio triple	sacos	3	S/. 98.00	S/. 294.00
2.2.3	Nitrato de amonio	sacos	10	S/. 70.00	S/. 700.00
2.2.4	Cloruro de potasio	sacos	7	S/. 65.00	S/. 455.00
2.2.5	Funguicida	Kg	2	S/. 100.00	S/. 200.00
2.2.6	Insecticida	litro	2	S/. 80.00	S/. 160.00
2.2.7	Nitrato de Potasio	Kg	18	S/. 4.50	S/. 81.00
2.2.8	Ácido bórico	Kg	3.6	S/. 30.00	S/. 108.00
2.2.9	Surfactante adherente	litro	1	S/. 15.00	S/. 15.00
2.3	Materiales de escritorio				S/. 10.00
2.3.1	Libreta de apunte	unidad	2	S/. 3.00	S/. 6.00
2.3.2	Lapiceros	unidad	2	S/. 1.00	S/. 2.00
2.3.3	Lápices	unidad	2	S/. 1.00	S/. 2.00
3	Costo sub total				S/. 8,467.00
4	Gastos administrativos 10 %				S/. 846.70
5	Imprevistos 5 %				S/. 423.35
6	Costo total				S/. 9,737.05

Fuente: Elaboración propia

Tabla 19: *Costo de producción del tratamiento T2 por hectárea.*

ITEM	DETALLE	U.M	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
1	Mano de obra				S/. 3,480.00
1.1	Barbecho	yunta	4	S/. 100.00	S/. 400.00
1.2	Cruza y surcado	yunta	4	S/. 100.00	S/. 400.00
1.3	Sembrador	jornal	4	S/. 40.00	S/. 160.00
1.4	Abonador	jornal	4	S/. 40.00	S/. 160.00
1.5	Control fitosanitario	jornal	8	S/. 35.00	S/. 280.00
1.6	Aplicación de K y B	jornal	12	S/. 40.00	S/. 480.00
1.7	1er aporque	jornal	10	S/. 40.00	S/. 400.00
1.8	2do aporque	jornal	10	S/. 40.00	S/. 400.00
1.9	Cosecha	jornal	20	S/. 40.00	S/. 800.00
2	Bienes				S/. 5,002.00
2.1	Materiales				S/. 600.00
2.1.1	Jarras graduadas	unidad	3	S/. 5.00	S/. 15.00
2.1.2	Costales	unidad	400	S/. 0.50	S/. 200.00
2.1.3	Baldes	unidad	5	S/. 5.00	S/. 25.00
2.1.4	Bomba de mochila	unidad	3	S/. 120.00	S/. 360.00
2.2	Insumos				S/. 4,392.00
2.2.1	Semilla	kg	2000	S/. 1.20	S/. 2,400.00

2.2.2	Superfosfato de calcio triple	sacos	3	S/. 98.00	S/. 294.00
2.2.3	Nitrato de amonio	sacos	10	S/. 70.00	S/. 700.00
2.2.4	Cloruro de potasio	sacos	7	S/. 65.00	S/. 455.00
2.2.5	Funguicida	kg	2	S/. 100.00	S/. 200.00
2.2.6	Insecticida	litro	2	S/. 80.00	S/. 160.00
2.2.7	Nitrato de Potasio	kg	24	S/. 4.50	S/. 108.00
2.2.8	Ácido bórico	kg	3.6	S/. 30.00	S/. 108.00
2.2.9	Surfactante adherente	litro	1	S/. 15.00	S/. 15.00
2.3	Materiales de escritorio				S/. 10.00
2.3.1	Libreta de apunte	unidad	2	S/. 3.00	S/. 6.00
2.3.2	Lapiceros	unidad	2	S/. 1.00	S/. 2.00
2.3.3	Lápices	unidad	2	S/. 1.00	S/. 2.00
3	Costo sub total				S/. 8,482.00
4	Gastos administrativos 10%				S/. 848.20
5	Imprevistos 5%				S/. 424.10
6	Costo total				S/. 9,754.30

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 20: Costo de producción del tratamiento T3 por hectárea.

ITEM	DETALLE	U.M	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
1	MANO DE OBRA				S/. 3,480.00
1.1	Barbecho	Yunta	4	S/. 100.00	S/. 400.00
1.2	Cruza y surcado	yunta	4	S/. 100.00	S/. 400.00
1.3	Sembrador	jornal	4	S/. 40.00	S/. 160.00
1.4	Abonador	jornal	4	S/. 40.00	S/. 160.00
1.5	Control fitosanitario	jornal	8	S/. 35.00	S/. 280.00
1.6	Aplicación de K y B	jornal	12	S/. 40.00	S/. 480.00
1.7	1er aporque	jornal	10	S/. 40.00	S/. 400.00
1.8	2do aporque	jornal	10	S/. 40.00	S/. 400.00
1.9	Cosecha	jornal	20	S/. 40.00	S/. 800.00
2	Bienes				S/. 5,017.00
2.1	Materiales				S/. 600.00
2.1.1	Jarras graduadas	unidad	3	S/. 5.00	S/. 15.00
2.1.2	Costales	unidad	400	S/. 0.50	S/. 200.00
2.1.3	Baldes	unidad	5	S/. 5.00	S/. 25.00
2.1.4	Bomba de mochila	unidad	3	S/. 120.00	S/. 360.00
2.2	Insumos				S/. 4,407.00
2.2.1	Semilla	kg	2000	S/. 1.20	S/. 2,400.00

2.2.2	Superfosfato de calcio triple	sacos	3	S/. 98.00	S/. 294.00
2.2.3	Nitrato de amonio	sacos	10	S/. 70.00	S/. 700.00
2.2.4	Cloruro de potasio	sacos	7	S/. 65.00	S/. 455.00
2.2.5	Funguicida	kg	2	S/. 100.00	S/. 200.00
2.2.6	Insecticida	litro	2	S/. 80.00	S/. 160.00
2.2.7	Nitrato de Potasio	kg	30	S/. 4.50	S/. 135.00
2.2.8	Ácido bórico	kg	3.6	S/. 30.00	S/. 108.00
2.2.9	Surfactante adherente	litro	1	S/. 15.00	S/. 15.00
2.3	Materiales de escritorio				S/. 10.00
2.3.1	Libreta de apunte	unidad	2	S/. 3.00	S/. 6.00
2.3.2	Lapiceros	unidad	2	S/. 1.00	S/. 2.00
2.3.3	Lápices	unidad	2	S/. 1.00	S/. 2.00
3	Costo sub total				S/. 8,497.00
4	Gastos administrativos 10 %				S/. 849.70
5	Imprevistos 5 %				S/. 424.85
6	Costo total				S/. 9,771.55

Fuente: Elaboración propia

Tabla 21: Costos de producción de los tratamientos (Ha).

Tratamiento	Costo / Ha	Rendimiento total Tm/Ha
T2	9754.3	48.0
T3	9771.6	45.7
T1	9737.1	41.4
T0	9561.1	32.9

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo a la tabla 21. Costo de producción de los tratamientos (Ha), indica el costo de producción del cultivo de papa variedad Yungay. El costo de producción del testigo (T0) nos da como resultado un total de S/ 9561.1, tratamiento que no tubo aplicaciones foliares con un rendimiento de 32.9 Tm/ha, mientras que el costo de producción del Tratamiento (T2) tiene la suma de S/ 9754.3, siendo este tratamiento que obtuvo el rendimiento más alto (48.0 Tm/ha). Como se puede observar que la diferencia entre el testigo y el tratamiento que obtuvo un mejor resultado no tiene una diferencia muy alta siendo este la suma de S/ 193.20.

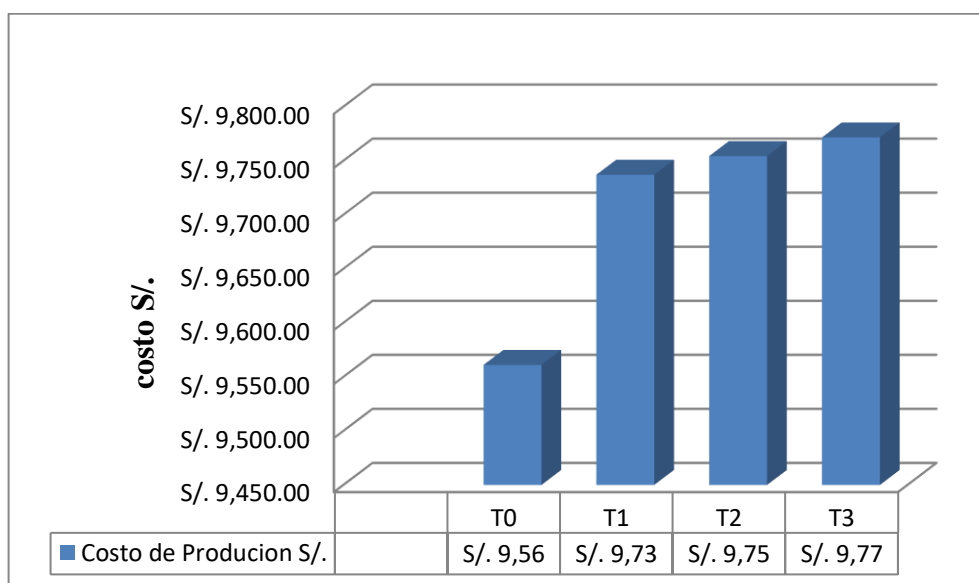


Figura 10: Costo de producción de los tratamientos. (Fuente: Elaboración propia)

Tabla 22: Análisis económico por tratamiento (Ha).

T	Utilidad bruta Categoría 1ra S/.	Utilidad bruta Categoría 2da S/.	Utilidad neta subtotal S/	Costo de Producción S/.	Utilidad neta S/.	Índice de Rentabilidad %
T0	10,046.20	10,666.56	20,712.76	9,561.10	S/. 11,151.66	117
T1	16,805.39	7,518.44	24,323.83	9,737.05	S/. 14,586.78	150
T2	22,592.37	8,362.88	30,955.25	9,754.30	S/. 21,200.95	217
T3	21,712.75	8,518.43	30,231.18	9,771.55	S/. 20,459.63	209

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo a la tabla 24 Análisis económico por tratamiento por hectárea nos muestra la utilidad bruta de categoría Primera (precio a S/ 1 por kilo, datos del anexo 7) y la utilidad bruta de categoría Segunda (precio a S/ 0.80 por kilo, datos del anexo 8) y la utilidad neta que nos deja. La utilidad neta más alta obtenida es la del tratamiento T2 con la suma de S/ 21,200.95, seguida del tratamiento T3 con la suma de S/ 20,459.63, seguida por el tratamiento T1 con la suma de S/ 14,586.78 y por último el Testigo T0 con la suma de 11,151.66. Siendo el tratamiento T2 (7.5 g/lit (0.75 %) de KNO₃ y 1.5g/lit (0.15 %) de H₃BO₃) con la mayor utilidad neta obtenida por hectárea.

V. DISCUSIONES

- Según nuestros resultados, las tres dosis de Potasio (KNO_3) y una dosis de Boro (H_3BO_3), no produjeron diferencias estadísticas significativas en ninguna de las características de crecimiento, como altura de planta y número de tallos por planta.
- Las plantas fertilizadas foliarmente con las dosis de los fertilizantes empleados mostraron un incremento en el rendimiento por planta y en la calidad además no se observó ataques significativos de plagas como el Gorgojo de los andes y la Tizón tardío (rancho), esto debido a que el Potasio y el Boro participan en la formación de paredes celulares más fuertes y gruesas, creando una resistencia física al ataque de estas plagas y rajaduras que pueda ocurrir en los tubérculos, el testigo mostro un ataque superior en comparación a los demás tratamientos en los cuales se empleó los fertilizantes foliares.

VI. CONCLUSIONES

- Se determinó el rendimiento de papa más alto con el tratamiento T2 con la dosis de 7.5 g/lit (0.75 %) de KNO_3 y 1.5g/lit (0.15 %) de H_3BO_3 , con la cual se obtuvo una producción de 48.0 Tm/Ha. Con esto se demuestra la gran importancia que tienen los elementos nutritivos Potasio y Boro (Nitrato de Potasio y Ácido Bórico) en el rendimiento del cultivo de la papa.
- Con respecto al rendimiento más alto de Categoría Primera se obtuvo con el tratamiento T2 (7.5 g/lit (0.75 %) de KNO_3 y 1.5g/lit (0.15 %) de H_3BO_3 con un rendimiento de 22.6 Tm/Ha, esto a una densidad de 33,333 plantas de papa por hectárea.
- En el Análisis económico realizado por tratamiento, La utilidad neta más alta obtenida es la del tratamiento T2 con la suma de S/ 21,200.95, a un precio de S/ 1.00 la calidad Primera y a S/ 0.80 la calidad Segunda. seguida del tratamiento T3 con la suma de S/ 20,459.63, seguida por el tratamiento T1 con la suma de S/ 14,586.78 y por último el Testigo T0 con la suma de 11,151.66.

VII. RECOMENDACIONES

- Se recomienda hacer más investigaciones relacionadas a la nutrición foliar en el cultivo de la papa dando énfasis a los nutrientes claves que necesita la planta de papa en los momentos fenológicos más críticos como el llenado del tubérculo, elementos nutritivos como el fosforo, potasio boro, calcio, zinc, etc.
- Se recomienda la aplicación de Potasio y Boro como complemento a la fertilización al suelo ya sea en forma de Nitrato de potasio (0.75%) y Ácido Bórico (0.15%) u otros fertilizantes que contengan estos dos elementos ya que esta aplicación nos va permitir obtener rendimientos más altos y tubérculos de buena calidad con ataques de plagas casi nulos o nulos.
- Se recomienda hacer la aplicación a inicios de la floración cuando la planta empiece a traslocar fotoasimilados desde las hojas hacia los tubérculos.

VIII. BIBLIOGRAFÍA

- Cabrera, H. (2009). *Manual Técnico de Producción de Semilla Básica de Papa*. Cajamarca - Peru: Estación Experimental Baños del Inca INIA Cajamarca 80 pp.
- Cahuana Quispe, R., & Arcos Pineda, J. (2002). *Variedades Nativas y mejoradas de Papa en Puno*. Puno-Peru: INIA, Instituto Nacional de Innovación Agraria. Estación Experimental Agraria ILLPA 120 pp.
- DRAA. (2008). *El Cultivo de Papa en Ancash*. Huaraz-Ancash: Dirección Regional de Agricultura de Ancash 41 pp.
- Egusquiza, R. (2000). *LA PAPA Producción Transformación y Comercialización*. Lima - Peru: PROYECTO PAPA ANDINA, PRISMA - PROYECTO PRODECCE .
- Eúsquiza, R., & Catalan, W. (2011). *Manejo Integrado de Papa*. Cuzco - Peru: UNALM, AGROBANCO 47 pp.
- García, P., Serrano, J., Lucena, J., Ruano, S., & Nogales, M. (2009). *Guía Práctica de la Fertilización Racional de los Cultivos en España*. España: Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino 119 pp.
- Huaman, Z. (1990). *Descriptores de Papa para la Caracterización Básica de Colecciones Nacionales*. Lima- Peru: CIP - Centro Internacional de la papa .
- Huanca, N. (2009). *El cultivo de papa*. Huamanga - Peru: Sierra Exportadora - Dirección de Promoción de Negocios 21 pp.
- IDEXCAM. (2018). *Papa, Milenario Producto Andino*. Lima - Peru: Instituto de Investigación y Desarrollo de Comercio Exterior de la Cámara de Comercio de Lima – IDEXCAM 36 pp.

- INDECOPI. (2010). *PAPA Y DERIVADOS. Papa. Definiciones y requisitos*. Lima - Peru. Ministerio de Agricultura. 17 pp.
- Inostroza, J. (2009). *Manual de Papa para la Araucaria: Manejo y Plantacion*. Temuco - Chile: Instituto de Investigacion Agropecuaria INIA, Ministerio de Agricultura Centro Regional Carillanca 115pp.
- Kramm, V. (2017). *Manual del Cultivo de la Papa en Chile*. Santiago- Chile: INIA - Instituto de Investigaciones, INDAP- Instituto de Desarrollo Agropecuario 144 pp.
- La Torre, B. (2012). *Asistencia Tecnica Dirigida en Fertilizacion en el Cultivo de Papa*. Cajamarca - Peru: UNALM - Agrobanco.
- Lucero, H. (2011). *Manual del cultivo de papa para la sierra sur - Cuenca - Ecuador*: Gobierno Nacional de la Republica del Ecuador - INIAP 12 pp.
- Melendez , G., & Molina, E. (2002). *Fertilizacion Foliar: Principios y Aplicaciones*. Costa Rica: Universidad de Costa Rica, ACCS - Asociacion Costarricense de la ciencia del Suelo 145 pp.
- MINAGRI. (2013). *PAPA Principales aspectos Agronomicos*. Lima Peru: MINAGRI - Ministerio de Agricultura y Riego 42 pp.
- MINAGRI. (2017). *PAPA: Características de la Produccion Nacional y de la Comercializacion en Lima Metropolitana*. Lima - Peru: Ministerio de Agricultura y Riego - MINAGRI 13 pp.
- Otiniano, R. (2018). *Manual del Cultivo de Papa para Pequeños Productores en la Sierra Norte del Peru*. Peru: AsociacionPataz - GRAFIKOZ 32 pp.
- Pérez, F. (2017). *Fisiologia Vegetal parte III Nutricion Mineral*. Peru: UNU- Universidad Nacional de Ucayali 175.
- Piaggese, A. (2004). *Los Microelementos en la Nutricion Vegetal*. Italia: Valagro S.p A 72 pp.
- Plaster, E. (2005). *La Ciencia del Suelo y su Manejo*. España: Thomson Editores Spain Paraninfo, SA, 405 pp.

- Pumisacho, M., & Sherwood, S. (2002). *El Cultivo De La Papa En Ecuador*. Ecuador: INIAP-CIP 231pp.
- Roman , M. (2002). *Cultivo de Papa*. El Salvador: Centro Nacional De Tecnología Agropecuaria Y Forestal CENTA .
- Román, M., & Hurtado, G. (2002). *Cultivo De La Papa*. El Salvadol: CENTA- Centro de Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal 34 pp.
- Sierra, C., Santos , J., & Kalazich, J. (2002). *manual fertilizacion del cultivo de la papa en la zona sur de chile*. Santiago - Chile: Instituto de Investigaciones Agropecuarias INIA 105 pp.
- Theodoracopoulos, M., Arias, S., & Avila, H. (2008). *Produccion de Papa*. Hondura: MCA- Honduras, Fintrac, EDA (Entrenamiento y Desarrollo de Agricultores) 50 pp.
- Viscardo, L. (2011). *APLICACIÓN DE TRES PLANES DE FERTILIZACIÓN FOLIAR PARA EL RENDIMIENTO DE TRES VARIEDADES DE PAPA (SOLANUM TUBEROSUM), VARIEDADES ÚNICA, CANCHAN Y PERRICHOLI EN LA LOCALIDAD DE SAN PEDRO - JAUJA. MANTARO - PERU: UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CENTRO DEL PERÚ* 103 pp.

IX. ANEXOS

ANEXO 1: Datos de campo para el ANVA y comparación de Tukey, número de tallos principales por planta

Tratamientos	BI	BII	BIII	$\sum Y_i$	Promedio
T0	4.17	3.83	3.67	11.67	3.89
T1	4.17	3.92	4.17	12.25	4.08
T2	4.17	4.00	3.58	11.75	3.92
T3	3.67	4.33	3.67	11.67	3.89
$\sum Y_j$	16.17	16.08	15.08	47.33	Y=3.94

Fuente: Elaboración propia

ANEXO 2: Datos de campo para el ANVA y comparación de Tukey, altura de planta (cm).

Tratamientos	BI	BII	BIII	$\sum Y_i$	Promedio (m)	Promedio (cm)
T0	0.85	0.80	0.77	2.42	0.81	80.5
T1	0.79	0.75	0.91	2.45	0.82	81.6
T2	0.83	0.86	0.79	2.48	0.83	82.8
T3	0.82	0.86	0.84	2.52	0.84	83.9
$\sum Y_j$	3.29	3.26	3.31	9.86	Y=0.82 m	Y=82 cm

Fuente: Elaboración propia

ANEXO 3: Datos de campo para el ANVA y comparación de Tukey, peso de tubérculo por planta (kg).

Tratamientos	BI	BII	BIII	$\sum Y_i$	Promedio kg	Kg/Ha	TM/Ha
T0	0.94	0.93	1.09	2.96	0.99	32870.04	32.9
T1	1.27	1.29	1.17	3.73	1.24	41388.48	41.4
T2	1.44	1.45	1.43	4.32	1.44	48008.78	48.0
T3	1.37	1.38	1.38	4.12	1.37	45740.28	45.7
$\sum Y_j$	5.01	5.04	5.07	15.12	Y=1.26		

Fuente: Elaboración propia

ANEXO 4: Datos de campo para el ANVA y comparación de Tukey, peso de tubérculo por planta de categoría Primera (g).

Tratamientos	BI	BII	BIII	$\sum Y_i$	Promedio (g)	Kg/Ha	TM/Ha
T0	287.50	266.67	350.00	904.17	301.4	10046.20	10.0
T1	475.00	554.17	483.33	1512.50	504.2	16805.39	16.8
T2	658.33	725.00	650.00	2033.33	677.8	22592.37	22.6
T3	658.33	658.33	637.50	1954.17	651.4	21712.75	21.7
$\sum Y_j$	2079.17	2204.17	2120.83	6404.17	Y=533.7		

Fuente: Elaboración propia

ANEXO 5: Datos de campo para el ANVA y comparación de Tukey, peso de tubérculo por planta de categoría Segunda (g).

Tratamientos	BI	BII	BIII	ΣY_i	Promedio (g)	Kg/Ha	TM/Ha
T0	391.67	408.33	400.00	1200.00	400.0	13333.2	13
T1	308.33	258.33	279.17	845.83	281.9	9398.1	9
T2	315.83	325.00	300.00	940.83	313.6	10453.6	10
T3	320.83	304.17	333.33	958.33	319.4	10648.0	11
ΣY_j	1336.67	1295.83	1312.50	3945.00	Y=328.8		

Fuente; Elaboración propia

ANEXO 6: Resultados del análisis del suelo



UNIVERSIDAD NACIONAL
“Santiago Antúnez de Mayolo”
“Una Nueva Universidad para el Desarrollo”
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
CIUDAD UNIVERSITARIA – SHANCAYAN
 Telefax. 043-426588 - 106
HUARAZ – REGIÓN ANCASH



RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE CARACTERIZACIÓN

SOLICITA : Barreto Igarro Rober - Tesista
 MUESTRA : M-01 Cachira jirca
 UBICACIÓN : C.P. Pongor – Independencia - Huaraz - Ancash

M. N°	Textura			Clase Textural	pH	M.O%	Nt. %	P ppm	K ppm	Da g/cm ³	C.E dS/m.
	Arena	Limo	Arcilla								
454	64	20	16	Franco arenoso	6.36	2.240	0.112	16	190	1.43	0.183

CACIONES CAMBIABLES

Muestra N°	Ca ⁺² me/100gr.	Mg ⁺² me/100gr.	K ⁺ me/100gr.	Na ⁺ me/100gr.	H + Al me/100gr.	CIC me/100gr.
454	9.62	1.41	0.21	0.02	0.00	11.26

ANIONES

Muestra N°	Ca CO ₃ ⁻ %	SO ₄ ⁻ me/100gr.	Cl ⁻ me/100gr.	Suma me/100gr.
454	0.00	0.10	1.76	1.86

RECOMENDACIONES Y OBSERVACIONES ESPECIALES:

La muestra es de textura franco arenoso, se caracteriza por tener una reacción ligeramente ácida, medianamente rica en materia orgánica y en nitrógeno, rico en fósforo y medianamente rico en potasio, no tiene problemas de salinidad.

Huaraz, 14 de Octubre del 2019



ANEXO 7 *Análisis económico Categoría Primera precio por kilo S/1.*

Tratamiento	Rendimiento Tm/Ha Categoría 1ra	Rendimiento kg/Ha Categoría 1ra	Precio Venta S./Kg	Utilidad Bruta Categoría 1ra S/.
T0	10.0	10046.20	1	10046.20
T1	16.8	16805.39	1	16805.39
T2	22.6	22592.37	1	22592.37
T3	21.7	21712.75	1	21712.75

Fuente; Elaboración propia

ANEXO 8 *Análisis económico Categoría Segunda precio por kilo S/. 0.80.*

Tratamiento	Rendimiento Tm/Ha Categoría 2da	Rendimiento kg/Ha Categoría 2da	Precio Venta S./Kg	Utilidad neta Categoría 2da S/.
T0	13.3	13333.20	0.8	10666.56
T1	9.4	9398.05	0.8	7518.44
T2	10.5	10453.60	0.8	8362.88
T3	10.6	10648.04	0.8	8518.43

Fuente; Elaboración propia

X. PANEL FOTOGRÁFICO



Foto 01: *Muestreo para análisis de suelo*



Foto 2: *Preparación de terreno para la instalación del cultivo*



Foto 3: Semillas Var. Yungay para la siembra



Foto 4: Fertilizantes para la siembra.



Foto 5: *Apertura de los surcos para la siembra.*



Foto 6: *Siembra del cultivo*



Foto 7: *Primer aporque y control de malezas.*



Foto 8: *Raíces y Estolones del cultivo al primer aporque.*



Foto 9: Segundo aporque.



Foto 10: Raíces y Estolones al segundo aporque.



Foto 11: *Pesado de los fertilizantes en el laboratorio de suelos de la UNASAM*



Foto 12: *Pesado de los fertilizantes en el laboratorio de suelo de la UNASAM*



Foto 13: Inicio de las aplicaciones de los tratamientos



Foto 14: Aplicación de los tratamientos



Foto 15: *Tuberización a la primera aplicación de los tratamientos*



Foto 16: *Factores climáticos adversos durante el ciclo del cultivo, Sequia*



Foto 17: Plena tuberización del cultivo



Foto 18: Pleno llenado de tubérculos, previa a la última aplicación.



Foto 19: Última aplicación de los tratamientos.



Foto 20: Llenado de los tubérculos a la última aplicación



Foto 21: Visita del Asesor de tesis ING. Mendoza Vilcahuaman Hugo



Foto 22: Evaluación de los parámetros establecidos.



Foto 23: Evaluación de los parámetros establecidos.



Foto 24: Cosecha del cultivo de papa



Foto 25: Cosecha del cultivo de papa



Foto 26: Recolección de los tubérculos por planta.



Foto 27: *Pesado de los tubérculos por categoría del cultivo de papa.*



Foto 28: *Pesado de los tubérculos por categoría*



Foto 29: *Calidad de los tubérculos cosechados*