

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL
DE HUAMANGA**

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMÍA



TESIS:

**Densidad de siembra y dosis de potasio en el rendimiento
de papa (*Solanum tuberosum*) var, Única.**

Canaán 2750 msnm - Ayacucho

Para optar el título profesional de:

INGENIERO AGRÓNOMO

PRESENTADO POR:

Bach. Moises Vicente PALOMINO CAPCHA

ASESOR:

M.Sc. Walter Augusto MATEU MATEO

AYACUCHO - PERÚ

2024

A mis padres:

*Moisés Palomino Enciso y María Capcha Ramos,
por ser los pilares de mi formación profesional.*

A mi hijo:

*A mi adorado hijo Mateo, quien fue mi
motivación para culminar la meta trazada.*

A mis hermanos:

*Erika, Joel, Karina y Ximena, por estar siempre
presente cuando los necesito.*

*Con amor y admiración a Jassmin Heredia,
cómplice en mi andar.*

AGRADECIMIENTO

A la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, Alma Mater de mi formación profesional.

A los docentes de la Escuela Profesional de Agronomía y Facultad de Ciencias Agrarias, que con sus conocimientos y experiencias encaminaron mi formación como persona y profesional.

Al Mtro. Walter Augusto Mateu Mateo, asesor del presente trabajo, por el apoyo brindado con sus conocimientos, para la ejecución y culminación del presente trabajo de tesis.

De igual manera expreso mi reconocimiento al personal del C.E. de Canaán de la Facultad de Ciencias Agrarias por su apoyo en la ejecución y culminación del presente trabajo.

ÍNDICE GENERAL

	Pág.
Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento.....	iii
Índice general.....	iv
Índice de tablas	vi
Índice de figuras.....	viii
Índice de anexos.....	ix
Resumen.....	x
Introducción	1
CAPÍTULO I MARCO TEÓRICO	3
1.1. Antecedentes de la investigación	3
1.1.1. <i>A nivel internacional</i>	3
1.1.2. <i>A nivel nacional</i>	5
1.1.3. <i>A nivel local</i>	6
1.2. Estudio sobre el cultivo de papa.....	7
1.2.1. <i>Historia, origen y distribución geográfica de la papa</i>	8
1.2.2. <i>Clasificación taxonómica del cultivo de papa</i>	9
1.2.3. <i>Morfología de la planta de papa</i>	10
1.2.4. <i>Fase fenológica de la papa</i>	14
1.2.5. <i>Manejo agronómico del cultivo de papa</i>	16
1.2.6. <i>Principales plagas y enfermedades en el cultivo de papa</i>	22
1.2.7. <i>Importancia alimenticia y valor nutritivo de la papa</i>	25
1.2.8. <i>Situación actual del cultivo de papa en el Perú</i>	26
1.3. Estudio de la variedad Única, en el cultivo de papa.....	27
1.3.1. <i>Origen de la var. Única</i>	27
1.3.2. <i>Descripción morfológica de la var. Única</i>	27
1.3.3. <i>Comportamiento agronómico de la var. Única</i>	28
1.3.4. <i>Exigencias climáticas y edafológicas de la var. Única</i>	28
1.3.5. <i>Resistencia a factores bióticos de la var. Única</i>	29
1.3.6. <i>Atributos comerciales de la var. Única</i>	30
1.3.7. <i>Distribución mundial de la var. Única</i>	31
1.4. Rol del potasio en la fisiología y el metabolismo de la papa	31
1.5. Efectos de la densidad de siembra en la producción de papa.....	33

CAPÍTULO II METODOLOGÍA.....	36
2.1. De lugar del ensayo	36
2.1.1. <i>Ubicación del lugar</i>	36
2.1.2. <i>Características climatológicas del lugar de ensayo</i>	36
2.1.3. <i>Antecedentes y estudio sobre la fertilidad del campo experimental</i>	39
2.2. Materiales y equipos.....	41
2.3. Metodología experimental.....	42
2.3.1. <i>Problemas en estudio</i>	42
2.3.2. <i>Metodología del trabajo experimental</i>	42
2.3.3. <i>Instalación y conducción del experimento</i>	45
2.3.4. <i>Variables evaluadas en el trabajo experimental</i>	48
2.3.5. <i>Pruebas estadísticas realizadas</i>	50
CAPÍTULO III RESULTADOS Y DISCUSIÓN	52
3.1. Variables de precocidad.....	52
3.1.1. <i>Días a la emergencia</i>	52
3.1.2. <i>Días a la floración</i>	53
3.1.3. <i>Días a la madurez fisiológica</i>	53
3.1.4. <i>Días a la cosecha</i>	53
3.2. Variables de rendimiento	53
3.2.1. <i>Altura de planta</i>	53
3.2.2. <i>Número de tallos principales por planta</i>	54
3.2.3. <i>Número de tubérculos por planta</i>	56
3.2.4. <i>Peso de tubérculos por planta (kg)</i>	57
3.2.5. <i>Rendimiento de tubérculos categoría primera en kg ha⁻¹</i>	60
3.2.6. <i>Rendimiento de tubérculos categoría segunda en kg ha⁻¹</i>	62
3.2.7. <i>Rendimiento de tubérculos categoría tercera en kg ha⁻¹</i>	65
3.3. Rentabilidad de la producción.....	68
CONCLUSIONES	70
RECOMENDACIONES	71
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	72
ANEXOS.....	78

ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1.1. <i>Etapas fenológicas de la papa</i>	14
Tabla 1.2. <i>Fertilización cultivo de papa</i>	18
Tabla 1.3. <i>Valor nutricional de la papa 100 gr de papa</i>	26
Tabla 1.4. <i>Evaluación de resistencia a las enfermedades de tres variedades de papa</i>	30
Tabla 2.1. <i>Datos meteorológicos: Temperaturas (máxima, mínima, promedio), precipitación y balance hídrico correspondiente a la campaña agrícola 2020 -2021. Estación Meteorológica del INIA – Canaán a 2750 msnm. Ayacucho</i>	37
Tabla 2.2. <i>Análisis físico- químico del suelo donde se condujo el experimento.....</i>	40
Tabla 2.3. <i>Densidad de siembra y niveles de abonamiento (N-P₂O₅-K₂O) suministrados al cultivo de papa Vd. Única</i>	46
Tabla 3.1. <i>Etapas de fenológicas en días después de la siembra (dds), con influencia de densidades de siembra y niveles de abonamiento potásico, evaluadas como variables de precocidad, en el cultivo de papa. Ayacucho – 2021</i>	52
Tabla 3.2. <i>Análisis de Varianza de la altura de planta bajo influencia de densidades de siembra y niveles de potasio, en el cultivo de papa. Ayacucho – 2021</i>	54
Tabla 3.3. <i>Análisis de Varianza del número de tallos por planta, bajo influencia de densidades de siembra y niveles de potasio, en el cultivo de papa. Ayacucho – 2021</i>	55
Tabla 3.4. <i>Análisis de Varianza del número de tubérculos por planta, bajo influencia de densidades de siembra y niveles de potasio, en el cultivo de papa. Ayacucho – 2021</i>	56
Tabla 3.5. <i>Análisis de Varianza del peso de tubérculos por planta, bajo influencia de densidades de siembra y niveles de potasio, en el cultivo de papa. Ayacucho – 2021</i>	58
Tabla 3.6. <i>Análisis de Varianza del rendimiento de papa, categoría primera, bajo influencia de densidades de siembra y niveles de potasio, en el cultivo de papa. Ayacucho – 2021</i>	60

Tabla 3.7.	<i>Análisis de Varianza del rendimiento de papa, categoría segunda, bajo influencia de densidades de siembra y niveles de potasio, en el cultivo de papa. Ayacucho – 2021</i>	63
Tabla 3.8.	<i>Análisis de Varianza del rendimiento de papa, categoría tercera, bajo influencia de densidades de siembra y niveles de potasio, en el cultivo de papa. Ayacucho – 2021</i>	65
Tabla 3.9.	<i>Análisis de rentabilidad de la producción de tubérculos, bajo influencia de densidades de siembra y niveles de potasio, en el cultivo de papa. Ayacucho – 2021</i>	68

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 2.1. <i>Temperatura ombrotérmica y Balance hídrico, correspondiente a la campaña agrícola 2021-2022.....</i>	38
Figura 2.2. <i>Croquis del campo experimental y randomización de los tratamientos</i>	45
Figura 3.1. <i>Prueba de Tukey ($p=0.05$) del número de tubérculos por planta, con distintos niveles de potasio, en el cultivo de papa. Ayacucho – 2021 ...</i>	57
Figura 3.2. <i>Prueba de Tukey ($p=0.05$) del peso de tubérculos por planta, con distintos niveles de potasio, en el cultivo de papa. Ayacucho – 2021 ...</i>	58
Figura 3.3. <i>Prueba de Tukey ($p=0.05$) del peso de tubérculos por planta, en distintas densidades de siembra, en el cultivo de papa. Ayacucho – 2021</i>	59
Figura 3.4. <i>Prueba de Tukey ($p=0.05$) del rendimiento de tubérculos de papa, categoría primera, con distintos niveles de potasio, en el cultivo de papa. Ayacucho – 2021.....</i>	61
Figura 3.5. <i>Prueba de Tukey ($p=0.05$) del rendimiento de tubérculos, categoría primera, en distintas densidades de siembra, en el cultivo de papa. Ayacucho – 2021.....</i>	62
Figura 3.6. <i>Prueba de Tukey ($p=0.05$) del rendimiento de tubérculos, categoría segunda, en distintas densidades de siembra con un nivel de 160 kg ha⁻¹ de potasio, en el cultivo de papa. Ayacucho – 2021</i>	64
Figura 3.7. <i>Prueba de Tukey ($p=0.05$) del rendimiento de tubérculos, categoría segunda, en distintas densidades de siembra con diferentes niveles de potasio, en el cultivo de papa. Ayacucho – 2021</i>	64
Figura 3.8. <i>Prueba de Tukey ($p=0.05$) del rendimiento de tubérculos, categoría tercera, en 00 y 80 kg ha⁻¹ de potasio, con distintas densidades de siembra, en el cultivo de papa. Ayacucho – 2021</i>	66
Figura 3.9. <i>Prueba de Tukey ($p=0.05$) del rendimiento de tubérculos, categoría tercera, en distintas densidades de siembra con diferentes niveles de potasio, en el cultivo de papa. Ayacucho – 2021</i>	67

ÍNDICE DE ANEXOS

	Pág.
Anexo 1. Costos unitarios de producción. Tratamiento 1	79
Anexo 2. Costos unitarios de producción. Tratamiento 2	80
Anexo 3. Costos unitarios de producción. Tratamiento 3	81
Anexo 4. Costos unitarios de producción. Tratamiento 4	82
Anexo 5. Costos unitarios de producción. Tratamiento 5	83
Anexo 6. Costos unitarios de producción. Tratamiento 6	84
Anexo 7. Costos unitarios de producción. Tratamiento 7	85
Anexo 8. Costos unitarios de producción. Tratamiento 8	86
Anexo 9. Análisis de suelo del campo experimental.....	87
Anexo 10. Panel fotográfico	88

RESUMEN

El trabajo de investigación se ejecutó en las parcelas del Centro Experimental Canaán, Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga; ubicado geográficamente a 13°10'06" LS; 74°12'16" LO; y una altitud de 2743 msnm. El material genético evaluado fue la var. UNICA del cultivo de papa, con el objetivo principal de evaluar las densidades de siembra y niveles de potasio que influyen en el rendimiento, en Canaán, Ayacucho; los objetivos específicos fueron: a) Determinar la densidad de siembra que influye en el rendimiento y b) Determinar el nivel de potasio que influye en el rendimiento. La instalación, el manejo agronómico y las evaluaciones se realizaron en función a los objetivos planteados. La investigación se condujo como un experimento estadístico con arreglo factorial (2D*4K) dentro de un Diseño de Bloque Completo Randomizado, evaluándose 2 densidades de siembra (2500 y 2087 kg ha⁻¹) y 4 niveles de abonamiento potásico (00, 80, 160 y 240 kg ha⁻¹); de la combinación de los factores se estableció 8 tratamientos, con 3 repeticiones por tratamiento. Las conclusiones fueron: La densidad de siembra, no demostró influencia en la altura de planta y el número de tallos por planta; sin embargo, una menor densidad de siembra (2083 kg.ha⁻¹) favoreció el peso de tubérculos por planta (1.31) y el rendimiento de tubérculos en las categorías primera (17051 kg.ha⁻¹). El abonamiento potásico en dosis altas (240 kg.ha⁻¹) repercutió en el mayor número de tubérculos por planta (6.87); en el peso de tubérculos por planta (1.39) y en el rendimiento de papa, de la categoría primera (23 232.07 kg.ha⁻¹).

Palabra clave: Cultivo de papa, var. Unica, densidad de siembra, abonamiento potásico.

INTRODUCCIÓN

En la actualidad la producción agrícola tiene como objetivo el incremento de los rendimientos de las cosechas para una población cada vez más necesitados de alimentos; por tanto, el uso de fertilizantes, sea de origen sintético u orgánico, se hace de imperiosa necesidad para garantizar una buena producción y productividad. El uso racional de los fertilizantes sintéticos y los costos que representan este insumo, caracterizan el tipo de sistema de producción, siendo la producción y productividad, uno de los parámetros que justifica su empleo en la producción de cultivos.

Entre los cultivos que necesitan una buena fertilización es la papa, en todo el mundo, y su producción se encuentra entre los cuatro principales alimentos más importantes, ocupando el cuarto lugar detrás del maíz, el trigo y el arroz.

El cultivo de papa (*Solanum tuberosum*) var. Única es un tubérculo de piel roja seleccionada y evaluada por el Centro Internacional de la Papa (CIP), durante siete años, plantado y estudiado en una plétora de ensayos en veinte lugares diferentes. Los agricultores que trabajan con papas lo encuentran atractivo debido a sus rasgos de adaptabilidad de durabilidad y precocidad. Debido a sus diversos hábitats, se encuentran en todo el Perú, desde la costa hasta las montañas. La demanda del mercado es alta y su idoneidad tanto para el consumo en fresco como para el procesamiento en tiras brinda a los productores la oportunidad de ganar más dinero (Gutiérrez-Rosales, et al, 2007).

En el abonamiento el suministro de potasio activa el sistema de autodefensa de la planta; actuando en la formación citoquininas e incrementando la resistencia de la planta a enfermedades, fortaleciendo y lignificando los tejidos que forman el tallo y las raíces contra ataques de “mildiu” y “*Phytophthora*” y previniendo las pudriciones por alta humedad (Barreto, 2020).

Otro aspecto importante en el cultivo de la papa, es la densidad de siembra que se utiliza en el manejo del cultivo, sobre todo por la formación de estolones y tubérculos que son tallos subterráneos y que necesitan el espacio adecuado para poder desarrollarse. Es por ello que el distanciamiento entre surcos y entre plantas debe ser adecuado, dependiendo de la variedad y los objetivos del cultivo.

Según algunas investigaciones, los tubérculos cultivados a partir de plantas con mayor densidad de tallos tienden a ser más pequeños y livianos que los cultivados a partir de plantas con menor densidad. El tamaño promedio de los tubérculos y su tasa de multiplicación disminuyen debido a los tallos densos: De manera similar, la producción es deficiente, Archi (2020).

En las condiciones de la sierra, existe limitada información sobre trabajos de investigación sobre fuentes y niveles de abonamiento y densidades de siembra en el cultivo de papa var. Única, siendo muy genérico las recomendaciones del manejo agronómico para maximizar la producción y productividad del cultivo.

Los agricultores locales se beneficiarán de los hallazgos de este estudio, dedicados a la producción de papa, puedan utilizar las recomendaciones en su actividad agrícola e incrementar su producción y productividad.

Estas razones y la preocupación de producir papa para la industria de la pollería han motivado realizar el presente trabajo experimental, estudiando densidades de siembra y niveles de potasio en la var. Única bajo las condiciones de Canaán a 2750 msnm - Huamanga, Ayacucho; cuyos objetivos son:

Objetivo general

Evaluar la influencia de las densidades de siembra y niveles de potasio en el rendimiento de la papa var. Única en Canaán, Ayacucho.

Objetivos específicos

1. Determinar la influencia en la densidad de siembra en el rendimiento de papa var. Única en Canaán, Ayacucho.
2. Determinar la influencia del nivel de potasio en el rendimiento de papa var. Única en Canaán, Ayacucho.

CAPÍTULO I

MARCO TEÓRICO

1.1. Antecedentes de la investigación

1.1.1. A nivel internacional

Lascano (2022), en la provincia de Tungurahua – Ecuador realizó un estudio sobre el “*Efecto de la aplicación de potasio en tres variedades de papa*”. El trabajo experimental se ejecutó en dos lotes de lugares distintos, a diferentes pisos altitudinales. Se instaló en cada lote 3 variedades (I -Fripapa, I -Libertad y I- Puca Shungo), el objetivo de los cuales fue evaluar los efectos de dos concentraciones de potasio en las cualidades de fritura necesarias de los tubérculos. El diseño estadístico fue bloque completamente al azar con tres repeticiones. Los niveles de aplicación de potasio que se utilizó fue 120 kg.ha⁻¹ y 150 kg.ha⁻¹ a los 21 y 65 días posterior a la siembra. Las evaluaciones fueron en los estadios de emergencia, floración, cosecha, rendimientos por variedad. En conclusión, la variedad con el rendimiento más alto fue Puca Shungo en ambos lotes. Por otro lado, según encuestas realizadas a 7 personas, estas indican según a sus pruebas sensoriales que las 3 variedades estudiadas tienen la aceptación y palatabilidad. Según la rentabilidad los tratamientos T9v3k2 en el lote uno y el tratamiento T8v3k1 en el lote dos, presentan 1,56% y 1,58 % respectivamente. Finalmente concluye indicando que la aplicación de potasio es favorable en el cultivo de papa.

Silva et al. (2018) cuando evaluó el efecto de potasio y densidad de siembra en papa variedad Phureja en Nariño-Colombia, el objetivo era determinar cómo las diferentes densidades de siembra y los niveles de potasio afectaban el área foliar del cultivar de papa. De acuerdo con los modelos Hoerl, polinómico de tercer grado y cuadrático, todos los cuales tenían coeficientes de determinación superiores a 0,6, las variables fisiológicas se ajustaron significativamente, mostrando que con 31,250 plantas ha⁻¹ y 250 kg K₂O ha⁻¹ se lograron incrementos en el área foliar de 6000 cm² y 40 g m² por día entre 60 a 80 y 80 a 100 días; Además de ello, con 33,333 plantas por hectárea y

250 kg K₂O por hectárea se incrementó el IC (0,70) (P<0,05).

Becerra et, al. (2007) realizaron una investigación en Nariño – Colombia, teniendo como propósito de este experimento determinar cómo los niveles variables de fósforo y potasio en el suelo afectaron el rendimiento de los tubérculos de papa utilizando un diseño factorial de 5*2 con tres réplicas de bloques asignados al azar, sirviendo la densidad y el rendimiento de los tubérculos como variables dependientes. Los hallazgos no mostraron variaciones significativas en las variables evaluadas para potasio o fósforo, y no hubo interacción entre los dos, como se indicó anteriormente.

Chojolán (2020), indica en su trabajo de investigación efecto de la aplicación foliar de fosfito de potasio en papa, realizado en Guatemala. Con el objetivo de determinar el efecto de la aplicación foliar de fosfito de potasio en el rendimiento del cultivar, se hicieron cinco aplicaciones de fosfito de potasio por hectárea y la otra evaluación se realizó solo del manejo agronómico del agricultor. Los resultados obtenidos indicaron que las aplicaciones de fosfito de potasio aumentan el rendimiento de la cual se obtuvo 15,272.73 kg.ha⁻¹ de papa de primera calidad, 5,757.58 kg.ha⁻¹ de segunda y 3,272.73 kg.ha⁻¹ de tercera, cuya rentabilidad económica fue de 73.79%. El control testigo tuvo un rendimiento de 11,757.58 kg.ha⁻¹ de primera calidad, 3,636.36 kg.ha⁻¹ de segunda y 5,090.91 kg.ha⁻¹ de tercera, y su rentabilidad económica fue de 35.24%. Por otro lado, los indicadores de altura de la planta y diámetro del tallo, el tratamiento mostró una diferencia estadística significativa, concluyendo que; el autor sugiere usar fosfato de potasio debido a su impacto significativo en la mejora del rendimiento y la rentabilidad de los cultivos de papa.

Sierra et al (2002), Describen en el manual de fertilización de la papa en el sur de Chile, que la absorción de potasio por las variedades Desireé y Pimpernel es más alta que el nitrógeno absorbido, con rendimiento de 94 t/ha⁻¹ en la variedad Desireé y 76 t ha⁻¹ en la variedad Pimpernel. Posterior los 78 días después de la siembra, el cultivar de papa de la variedad Desireé extrajo del suelo 480 kg K₂O⁻¹ ha⁻¹, es lo mismo que 250 partes por millón de potasio (K) en los 20 centímetros superiores del suelo, con un 65% del K presente en las hojas y un 35% en las raíces. La cantidad de potasio absorbido es equivalente a lo que se alcanza a los 77 días después de la siembra después de 100 días, ya que se divide parcialmente entre la sección aérea y los tubérculos. Además de ello, los

autores indican que pasado los 110 días los tubérculos siguen absorbiendo potasio hasta los 130 días. De la misma manera se observa en la otra variedad.

1.1.2. A nivel nacional

Núñez (2016) en Lima – Perú, evaluó los efectos de diversas fuentes de fertilizantes potásicos sobre el desarrollo y tuberización de la papa; después de 127 días, las plantas tenían una altura promedio de 54.6 cm; y ciento treinta días después de la siembra, cada tallo tenía un promedio de 3.02 tubérculos. El promedio del rendimiento fue 44.95 t ha⁻¹ siendo 1.21 kg por planta, y el rendimiento comercial en promedio fue 39.7 t ha⁻¹. Las características post cosecha evaluadas fueron; porcentaje de materia seca 22.53%, el promedio de la extracción de potasio total de las plantas a los 150 días fue 224.73 kg ha⁻¹ de K₂O; es decir 37.43 y 187.29 kg ha⁻¹ de K₂O en el follaje y tubérculos, respectivamente. El autor muestra que la cantidad de fertilización con potasio tiene un efecto sobre la cantidad total de potasio extraída de los tubérculos y hojas de las plantas de esta manera. Estas variaciones tampoco afectan el rendimiento comercial, el contenido de materia seca o el rendimiento general de los tubérculos, como muestran los datos.

En Perú en la ciudad de Bagua Grande, Tomanguilla (2022) describe el efecto de tres niveles de fertilización con N-P-K, en el rendimiento de dos variedades de papa. Siendo el objetivo evaluar el efecto de tres niveles de fertilización con N-P-K, en el rendimiento de dos variedades de papa. Mayores rendimientos se obtuvieron con niveles de 180N-200P-220K con 23766.67 kg ha⁻¹ en la variedad Huayro y la niveles 240N-260P-280K con 23241.67 en la variedad Canchan, siendo superiores a los tratamientos controles o Testigos T1 con 16550.00 kg ha⁻¹ y T5 con 16300.00 kg ha⁻¹. Finalmente se concluyó indicando que el mejor nivel fue 180N-200P-220K, en la variedad Huayro con un índice de rentabilidad S/. 3.5 y la niveles 240N-260P-280K en la variedad Canchan cuyo índice de rentabilidad fue S/. 2.9.

Huacho (2010) en Tacna – Perú, en su trabajo de investigación respuesta de dos variedades de papa mejorada a tres niveles de potasio, cuyo objetivo fue evaluar el efecto de 3 niveles de potasio en el rendimiento de dos variedades de papa. Indicando que la variedad Única alcanzó 39,93 t ha⁻¹, y la variedad Amarilis INIA de 26,83 t ha⁻¹. De acuerdo al trabajo de investigación realizado se puede mencionar que existe respuestas frente a la aplicación de niveles de potasio, según a la medida de los niveles de potasio se

puede observar el incremento de cada variable: calibre del tubérculo, peso de tubérculo, altura de planta, materia seca y rendimiento. Obteniéndose mayor rendimiento en la variedad Única frente a la variedad Amarilis.

Barreto (2020) en Huaraz – Perú, cuando aplicó tres niveles de potasio y un nivel de boro vía foliar en papa variedad Yungay encontró que; no existió cambios significativos de al menos un 5% en la altura de la planta y el número de tallos en los tratamientos, lo que sugiere que el boro y el potasio no tienen ningún impacto. Por esa razón, un análisis estadístico adicional era superfluo. Si hay variaciones notables en los tratamientos con respecto al peso de tubérculos por planta. Al hacerlo, verifica que el rendimiento del cultivar de papa se vea afectado por las diversas cantidades de potasio tratadas con boro.

Rodríguez (2021) en su trabajo de investigación experimento realizado en Cajamarca, Perú, para determinar el impacto de seis densidades de siembra diferentes en la producción de un complejo clonal de papa, describe el objetivo del estudio como probar qué tan bien le fue a un compuesto clonal de papa bajo condiciones variables de densidad de siembra y espacio entre surcos (0.70 y 0.90 m) y tres distancias entre plantas (0.20; 0.30 y 0.40 m). cuyos tratamientos fueron seis. Además de ello, se halló significación estadística en el distanciamiento entre plantas, el mejor tratamiento de peso total tuvo un distanciamiento 0.40 m entre plantas con 675.69 gramos por planta, el mejor tratamiento de tubérculos comerciales tuvo un distanciamiento de 0.40 m entre plantas y 671.70 gramos por planta y el mejor tratamiento respecto al número total de tubérculos también fue con distanciamiento de 0.40 m entre plantas obteniéndose 16 tubérculos /planta.

1.1.3. A nivel local

Auqui (2014) al realizar un trabajo de investigación “Omisión e inclusión de NPK y su influencia en el rendimiento de papa (*Solanum tuberosum* L.) Variedad Canchán en Campanayoc a 3400 msnm-Ayacucho” llegó a las siguientes conclusiones: Agregar N (+N) al cultivo es crucial para aumentar los rendimientos, mientras que dejarlo fuera (-N) del total reduce drásticamente los rendimientos del cultivo en comparación con el control. El rendimiento del cultivo se ve afectado negativamente por la ausencia de P (-P) en relación con el total, y su adición (+P) en relación con el control tiene un impacto moderado en la mejora del rendimiento del cultivo de la variedad de papa Canchan.

Agregar potasio (K+) no aumenta notablemente el rendimiento, mientras que dejar fuera el potasio (- K) no reduce notablemente la producción de la cosecha.

Eyzaguirre (2017), al realizar un trabajo de investigación “*Niveles de guano de islas y densidad de plantas en el rendimiento de papa variedad “mama lucha” (Solanum phureja L.) Canaán 2750 m.s.n.m – Ayacucho*” estudió niveles de guano de islas y densidad de plantas en el rendimiento de papa variedad “mama lucha” con el objetivo de conocer cómo la densidad de las plantas afecta la producción de tubérculos de papa y cuánto guano insular afecta la producción de tubérculos. Según los hallazgos del autor, las categorías con mayor rendimiento general de tubérculos incluyen (15.23 t ha⁻¹), segunda (6.46 t ha⁻¹) y tercera (5.54 t ha⁻¹) se alcanzaron usando 6 t ha⁻¹ de guano de islas. Sin abonamiento se produjo 1.85 t ha⁻¹ de papa principalmente de la categoría segunda y tercera. La mayor rentabilidad económica se alcanzó con 2 t ha⁻¹ guano en densidades de 44 444 y 37 037 plantas ha⁻¹, presentando 122.51% y 107.20%, respectivamente.

Rojas, N. (2014) en su trabajo de investigación “*Sistemas de abonamiento en la producción del cultivo de papa (Solanum tuberosum) var. canchan en la comunidad de Seccelambras -Acocro- Huamanga-Ayacucho*”, concluye que el tratamiento 3 (biol + abono foliar) alcanza un rendimiento de 15 000 kg ha⁻¹; seguidamente del tratamiento 1 (Compost + Abono foliar) produjo 14 000 kg ha⁻¹; el tratamiento 2 (Bocashi + Abono foliar) y el tratamiento 4 (Estiércol + Abono foliar), produjeron 13 000 kg ha⁻¹, respectivamente; con el tratamiento 5 (EM + Abono foliar) se logró 12 000 kg ha⁻¹. Finalmente, con el tratamiento 6 (NPK + Abono Foliar) alcanza un rendimiento de 8 000 kg ha⁻¹.

1.2. Estudio sobre el cultivo de papa

Otiniano (2017), menciona que es una planta herbácea que se originó en América del Sur, pero que ahora se cultiva en todo el mundo. Es el cultivo básico de los pueblos andinos porque es rico en proteínas, carbohidratos, minerales y vitaminas, y se ha adaptado bien al clima y las prácticas agrícolas de las tierras altas del Perú. Este tipo de papa ocupa el 95% de la cosecha de secano, lo que permite a los agricultores adaptarse a una amplia gama de climas. El programa principal se ejecuta de octubre a diciembre, mientras que el más pequeño se dirige a las regiones dependientes del riego de humedores.

En el Perú, En términos de importancia, la papa ocupa el tercer lugar, solo detrás del trigo y el arroz, y proporciona sustento a miles de hogares. Hace unos 7.000 años, los humanos comenzaron a comer papas en el lago Titicaca, en el sur de Perú. Desde entonces, se han cultivado siete especies y cuatro subespecies de papa, produciendo más de cuatro mil variantes. Además, nuestra tierra alberga una gran variedad de papas, incluidos alrededor de cien tipos de primos silvestres de papas domesticadas. A la luz del hecho de que el cambio climático representa una amenaza para la seguridad alimentaria, la amplia variedad de este cultivo nos brinda opciones más productivas, resistentes a las plagas y robustas. La tierra está quedando desatendida y los recursos genéticos y agrobiodiversidad de este cultivo se están deteriorando como consecuencia de la ausencia de posibilidades comerciales e incentivos para cultivarla (MINAM, 2019).

1.2.1. Historia, origen y distribución geográfica de la papa

Según la MINAM (2019), las papas que se cultivan en un ambiente controlado provienen originalmente del área alrededor del lago Titicaca, que se encuentra en Bolivia y Perú. Debido a los fotoperiodos extendidos en esa región, los españoles y otras personas en el siglo XVI llevaron la cosecha de papa a Europa y otras naciones del hemisferio norte. Las papas silvestres variadas eventualmente llegan a los EE. UU. en los EE. UU., Argentina, Paraguay, Uruguay y el sur de Brasil en América del Sur. Así mismo, el género *Solanum* comprende especies cultivadas como la berenjena (*S. melongena*), pepino dulce (*S. muricatum*).

Tapia y Fries (2007) indican en su libro Guía de Campo de los Cultivos Andinos, el cultivar de papa se cultiva en los Andes al Sur de Perú y Bolivia siendo los principales centros de domesticación de diversas especies de papa, otro centro de origen secundario esta en la isla de Chiloé al sur de Chile. Investigadores de la expedición rusa en 1923, proponen la existencia de 21 especies. La existencia de diversas variedades es a causa de la domesticación de especies silvestres, a partir de ello se realizó cruzamientos dirigidos o naturales.

Hawkes (1978) mencionado por Tapia y Fries (2007) mediante su hipótesis de domesticación, habría originado diferentes especies. *S. goniocalix* *S. phureja* *S. stenotomum* *S. sparsipilum* *S. megistacrolobum* *S. tuberosum* *ssp andigenum* *S. tuberosum* *ssp tuberosum* *S. ajanhuiri* *S. chaucha* *S. acaule* *S. juzepczukii* *S. curtilobum*.

También se ha identificado 199 especies silvestres distribuidas desde el sur de Estados Unidos de América hasta la región central de Chile. De acuerdo a un estudio en Cusco existe más de 20 especies silvestres.

La papa fue domesticada hace 10,000 años en el altiplano, al sureste de Perú y noreste de Bolivia, alrededor del lago Titicaca se encontró la mayor diversidad de especies silvestres y variedades cultivadas. Indica que fue domesticada por la mujer andina mientras el hombre se dedicaba a la caza y pesca, este cultivo fue la base de las culturas andinas y civilizaciones (Estrada, 2000). Los altos Andes peruanos son el hogar original de la papa. la evidencia arqueológica sugiere que esta práctica de cultivo se originó hace unos 7.000 años, principalmente entre las sociedades preincaicas. Hacia finales del siglo XVI, esta variedad se abrió camino desde Sudamérica hasta Europa. Se ha encontrado una amplia variedad de genes tanto en variedades de papa domesticadas como silvestres (Chávez, 2019).

Egúsquiza (2000) afirma que la papa es el cultivo alimenticio asociado a las culturas más antiguas de la historia humana. Los indígenas del Perú cosechaban tubérculos de muchas especies silvestres que abundaban en nuestra tierra. Continúa diciendo que cuando la agricultura comenzó hace unos 10.000 u 8.000 años, la gente comenzó a plantar y cruzar varios tipos de papas silvestres. Los híbridos han sido cuidadosamente elegidos por los agricultores peruanos a lo largo de los años por su capacidad para soportar las muchas temperaturas y tipos de suelo del país, al tiempo que producen bulbos más grandes con menos amargor (p.2).

1.2.2. Clasificación taxonómica del cultivo de papa

De acuerdo a Egúsquiza (2000) la clasificación taxonómica de la papa se basa en caracteres florales (p.16), lo que ha permitido clasificarlo de la siguiente manera:

Reino	: Plantae
División	: Magnoliophyta
Clase	: Magnoliopsida
Sub clase	: Asteridae
Orden	: Solanales
Familia	: Solanaceae
Género	: Solanum

Sección : Petota
Especie : *Solanum tuberosum* L.

Las especies cultivadas de papa son reconocidas, se sabe que el genoma (x) está compuesto por 12 cromosomas; y la serie poliploide comprende especies diploides ($2n=2x=24$) hasta tetraploides ($2n=4x=60$). Muchos factores, incluidas las migraciones, la selección natural y humana, las mutaciones, la poliploidización sexual, la recombinación sexual y el muy complicado proceso de diversificación en la papa domesticada, han contribuido a las fuentes conocidas de diversidad genética (Salas et al, 2012).

1.2.3. Morfología de la planta de papa

Crece una vez al año y es herbácea y succulenta. Puede ser de forma triangular o ramificada hueca, y tiene un globo aéreo. Los cultivares principales incluyen aquellos que brotan directamente del tubérculo y aquellos que se desarrollan a partir de sus ramas laterales, que se conocen como talos secundarios. Siguiendo un patrón de *piccolo*, las horas se alternan con las escobas; la valva terminal es consistente con las valvas intersticiales secundarias, laterales y, a veces, terciarias (de Dios et al., 2004, p.5).

La planta. “Es de naturaleza herbácea y tuberosa, consta de un sistema aéreo (hojas y tallos) y un sistema subterráneo (tubérculos y raíces)” (Otiniano, 2018, p.6).

FAO (2009), la planta herbácea anual conocida como papa crece hasta una altura de un metro y produce tubérculos que son una fuente de alimento esencial a escala mundial debido a su alto contenido de almidón. Junto con otras mil especies, este cultivar de papa en particular es miembro de la familia de las solanáceas de las flores, que también incluye la berenjena y el tomate.

El *S. tuberosum* se divide en dos grupos de cultivares ligeramente distintos: el *Andigenum*, que se adapta a condiciones de días breves, se cultiva generalmente en los Andes, y el *Chilotanum*, la papa que se cultiva a nivel mundial.

El brote. “Es un tallo que se origina en el ojo del tubérculo, después de ser sembrado el tubérculo cada brote dará origen a un tallo” (Otiniano, 2018, p.7).

El tallo. “La papa tiene tres tipos de tallos, uno aéreo sobre el cual se disponen las hojas y dos subterráneos: los estolones y tubérculos” (Otiniano, 2018, p.7). El tallo primario de una planta de papa crece a partir del brote del tubérculo de la semilla, mientras que el tallo secundario se desarrolla a partir de la yema subterránea del tallo primario; la estructura general de la planta consta de tallos aéreos y subterráneos. Un estolón que se expone a la luz da lugar al tallo estolonífero; una rama que es en sí misma una rama del tallo principal; el estolón transporta sustancias desde las hojas hasta el tubérculo, que almacena esas sustancias; y así sucesivamente. Una red de tallos especializados, la planta de papa se sostiene con tallos aéreos que transportan azúcares a través de estolones y almacenan almidón en tubérculos. También da flores y hojas (Egúsquiza, 2000).

La raíz. “Situada entre la superficie del suelo y el tubérculo semillero, esta estructura subterránea se encarga de absorber agua y sales minerales” (Otiniano, 2018, p.7). Es una estructura subterránea que es responsable de la absorción del agua originándose en los nódulos de los tallos subterráneos formando un sistema fibroso en conjunto, a comparación con otras plantas cultivadas las raíces de la papa son poco profundas, bastante débiles encontrándose en las capas superficiales (Egúsquiza, 2000). Egúsquiza (2000) afirma que las raíces de los tubérculos comienzan a crecer en los 20 centímetros inferiores y se extienden lateralmente por otros 30 a 60 centímetros. Fibroso, largo y finamente ramificado. Debido a su poca fuerza de penetración, las raíces solo pueden florecer en suelos livianos y esponjosos. Señala que la responsabilidad principal del sistema radicular adventicio es recolectar agua y nutrientes del suelo, y que las raíces son las estructuras subterráneas responsables de este proceso. Una red fibrosa está formada por sus partes constituyentes, que emergen de los nodos subterráneos de los tallos. Es el tipo pivotante cuando se origina a partir de semillas botánicas.

La hoja. “Son de tipo compuestas con 7 a 9 foliolos y es la estructura que sirve para captar y transformar la energía solar en energía química” (Otiniano, 2018, p.7). Es una estructura especialmente diseñada que puede convertir la luz solar en azúcares, almidón y energía alimentaria. A lo largo de su vida fenológica, las plantas dependen del suministro de energía que se encuentra en la superficie de sus hojas para su crecimiento, desarrollo y almacenamiento (producción) (Egúsquiza, 2000).

El estolón. “El brote del tallo subterráneo es la fuente de este tallo. Este tallo en particular está diseñado para transportar sustancias químicas (azúcares) que se producen en las hojas y se almacenarán en el tubérculo como almidones” (Egúsquiza, 2000, p.26). El estolón se origina de la yema del tallo subterráneo. El extremo de este tiene la forma de un gancho. La cantidad de tallos subterráneos, la variedad y los factores ambientales influyen en la longitud y cantidad de estolones, que son tallos especializados que transportan cosas. Los tubérculos almacenan los azúcares generados en las hojas en forma de almidones. Los estolones siempre se originan en el suelo y ascienden mediante un proceso de división y elongación celular; sin embargo, en raras ocasiones, pueden llegar a amera y transformarse en tallos que crecen en el aire (Egúsquiza, 2000).

Tubérculo. “Es la estructura subterránea diseñada para almacenar el exceso de energía” (Egúsquiza, 2000, p.27). Según Egúsquiza (2000), el tubérculo es la parte apical del estolón siendo el crecimiento de este fuertemente comprimido y orientado hacia los costados. El tallo subterráneo especializado para el almacenamiento de energía o almidón es el tubérculo de papa. Fruto de todo el esfuerzo y atención que se le dedica durante sus fases fenológicas, el tubérculo es el fruto agrícola definitivo. Dice que estos son los órganos comestibles de la papa; están hechos de tejido parenquimatoso, que almacena almidón; y en los extremos de este tejido, en un patrón en espiral en la superficie del tubérculo, crecen brotes llamados ojos. Las siguientes condiciones deben cumplirse antes de que pueda ocurrir la tuberización: la planta debe haber crecido suficientes hojas para generar excedentes de azúcar; la planta debe estar expuesta a temperaturas frías; y la planta no debe estar restringida ni tener un déficit de agua.

Inflorescencia. Las inflorescencias del tipo cima son típicas de las plantas de papa, y consisten en un pedúnculo con dos ramas que se separan aún más en dos ramas más. Las ramas de la inflorescencia sirven de origen a los pedicelos, que terminan en los cálices de la flor. Los frutos y las flores caen del codo de los pedicelos de la abdicación. Algunos tipos domesticados tienen pigmentación en esta articulación. Como rasgo taxonómico, la ubicación de esta articulación es muy importante para las papas (MINAM, 2019).

Flores. De acuerdo a los estudios realizados por la MINAM (2019) determina que, Las flores de la papa son hermafroditas presentan: cáliz, corola, estambres y pistilo.

Cáliz: Debajo de la corola, tiene una estructura en forma de campana formada por cinco sépalos que se conectan a la base. El tamaño y la forma de los lóbulos sépalos, o porciones desprendidas, pueden diferir de un tipo a otro. Se puede ver una variedad de pigmentos, incluido el verde, en el cáliz.

Corola: Un pequeño tubo con una superficie plana de cinco lóbulos y cinco pétalos unidos a la base es lo que es este regalo. Una punta triangular, a menudo esférica, termina cada lóbulo. Las corolas de varios tipos nativos tienen forma de pentágonos o estrellas. Su espectro de colores abarca desde el blanco hasta el azul claro, el azul, el rojo y el morado, con muchos tonos y saturaciones intermedios.

Estambres: El androceo es el nombre del órgano reproductor masculino. Los cinco estambres se alternan con los pétalos de esta flor. Una antera y un filamento están conectados al tubo de la corola en cada estambre. Aunque en las flores silvestres las anteras forman una columna única y cónica alrededor del pistilo, en las plantas domesticadas a menudo se las ve divididas. Las anteras pueden ser de cualquier tono, desde amarillo pálido hasta naranja oscuro.

Pistilo: órgano femenino llamado gineceo. Consta de un solo pistilo compuesto de ovario, estilo y estigma.

- **Ovario:** presenta sépalos, pétalos y estambres unidos al receptáculo justo por debajo del ovario. Presenta dos cavidades (lóculos) donde hay numerosos óvulos.
- **Estilo:** La extensión de los pistilos entre el estigma y el ovario es a lo que se refiere este término. El estilo puede tener una longitud igual, más larga o más corta que los estambres. La germinación de los granos de polen ocurre en el estigma, la porción del pistilo que es receptiva a ellos.
- **Estigma.** Presenta una longitud variable del estilo y de color verde, a veces pigmentado. Dura dos días aproximadamente, la receptividad del estigma y la producción de polen.

La floración, la fertilidad del polen y del óvulo pueden ser modificados por el ambiente, pero las características de la flor de papa son constantes (Egúsquiza, 2000).

Fruto. El ovario se convierte en una fruta que se asemeja a una baya una vez que los óvulos son fertilizados. Su forma puede variar de esférica a ovoide o cónica; su color suele ser verdoso-púrpura y, a veces, puede incluir manchas blancas o de colores (MINAM, 2019). Por otro lado, Egúsqiza (2000), menciona que el fruto o baya de la papa es originado por el desarrollo del ovario.

Semilla. La semilla es plana, ovalada y pequeña que puede contener de 1000 a 1500 semillas por gramo. La fertilidad de una variedad de fruta determina cuántas semillas puede contener; algunas frutas no tienen semillas en absoluto (partenocárpicas), mientras que otras pueden tener hasta 500. Las pruebas y el endospermo son las dos capas que recubren cada semilla. El embrión se entrega con su distintiva forma de "U" apuntando hacia el sitio de unión placentaria (el helio). El primordio de la raíz (la radícula) y el primordio culinario (la plúmula) y los dos cotiledones se encuentran en extremos opuestos del embrión. Después de la fertilización, el óvulo se convierte en la semilla sexual. Cada fruto puede tener de una a cuatrocientas semillas. Cualquier semilla dada tiene el potencial de convertirse en una planta con capacidades de cosecha respetables (Egúsqiza, 2000).

1.2.4. Fase fenológica de la papa

El cultivo de papa “Es importante tener en cuenta el trabajo cultural y de control fitosanitario que se da a lo largo de cada una de sus etapas, ya que difieren según la etapa fenológica del cultivo” (de Dios et al., 2004, p.6)

Tabla 1.1

Etapas fenológicas de la papa

Fase vegetativa				Fase reproductiva		Maduración
V0	V1	V2	V3	R4	R5	R6
Brotación de semilla	Emergencia	Desarrollo	Inicio de Floración Inicio de tuberización	Fin de floración Fin de tuberización	Engrose	Maduración Cosecha

Fuente: Pumisacho y Velásquez (2009)

Pumisacho y Velásquez (2009), describen las diferentes etapas fenológicas bien definidas por las que atraviesa el cultivo de papa, lo cual inicia con el almacenamiento de

semilla y termina en la cosecha.

Las primeras cuatro etapas fenológicas son denominadas vegetativas, las dos siguientes son reproductivas y la última es la de maduración, de acuerdo al siguiente detalle:

a. Brotación de semilla (V0)

La semilla debe provenir de una papa sana y libre de plagas que haya alcanzado la madurez fisiológica y se haya mantenido a 12 ° C. Dependiendo del tipo, los tubérculos de semilla comenzarán a brotar entre quince y veinte días después de la siembra, durante este período fenológico cuando permanecen inactivos.

b. Emergencia (V1)

Desde el momento en que se plantan las semillas hasta que la planta alcanza una altura de 10 a 15 cm (varía según la variedad y la etapa de brotación), han pasado entre 16 y 30 días.

c. Desarrollo (V2)

Un parche de papa tarda de 50 a 90 días en madurar. El mejor momento para aplicar fertilizante complementario y usar un raspador es 45 días después de la siembra, cuando el cultivo mide de 8 a 10 cm de altura. Esto implica aflojar la tierra alrededor de la planta y cubrir el fertilizante aplicado; el objetivo es airear las plantas y mantener a raya las malas hierbas.

d. Inicio de floración, inicio de tuberización (V3)

Los brotes terminales comienzan a estallar en botones florales a medida que comienza el proceso de floración. La porción terminal del estolón comienza a agrandarse aproximadamente a los 3,5 meses durante la tuberización, y a los 4 meses se ha desarrollado completamente. La floración y la tuberización ocurren simultáneamente en varios cultivares.

e. Fin de floración, fin de tuberización (R4)

Todos los botones florales se han abierto en este punto; en el caso de ciertos cultivares, el período de floración dura entre noventa y ciento veinte días. Una vez que se ha producido la tuberización, los estolones continuarán creciendo hasta que el tubérculo

se llene de material, un proceso que puede demorar entre 127 y 151 días.

f. Engrose (R5)

En esta etapa los tubérculos crecen y llegan a su mayor tamaño, esta etapa está comprendida entre los 127 hasta los 151 días.

g. Maduración, cosecha (R6)

Al final de su temporada de crecimiento, o senescencia, las plantas experimentan un amarillamiento, secado y eventual muerte. Se necesitan entre ciento veinte y doscientos días desde el inicio del cultivo para obtener papas lo suficientemente maduras como para cosechar. Pasan cuatro meses en los tipos tempranos, cinco en variaciones semi tardías y seis meses o más en los tipos tardíos.

1.2.5. Manejo agronómico del cultivo de papa

a. Elección y preparación del terreno

Cobos et al. (2022) enfatiza la importancia de seleccionar el suelo adecuado para cultivar papas. La infestación de insectos y enfermedades, la distribución del tamaño de los agregados del suelo, el grosor de la capa de labranza de más de 30 cm, la riqueza de nutrientes y materia orgánica y la textura de la arcilla son factores a considerar. Seleccione tierras recién extraídas o tierras que hayan estado inactivas durante un mínimo de tres años. Para minimizar el daño por heladas, es mejor plantar en pendientes o en lugares libres de heladas; aun así, no se debe usar tierra demasiado húmeda o con un contenido de humedad excesivamente alto.

Sandaña (2015) argumenta que, en la producción comercial de papa, la selección y preparación del suelo de cultivo afecta el rendimiento y la calidad de los tubérculos. Por otro lado, estos factores agronómicos son muy importantes para el costo de producción del cultivo. En consecuencia, los costos de producción aumentarán debido a que aumentar el rendimiento requiere mejorar las características físicas y químicas del suelo a través de la agronomía de los cultivos. Por el contrario, es posible una producción de bajo costo en suelos que tienen características físicas y químicas favorables. La selección del suelo es un componente estratégico clave para los productores que arriendan campos para la producción de papa comercial debido al impacto significativo que tiene en la rentabilidad del cultivo.

Al menos un mes antes de plantar, use equipo agrícola, un yugo o un pico para arar profundamente la tierra. Esto te dará tiempo suficiente para eliminar las malas hierbas o los restos de plantas. Antes de girar el arado hacia el otro lado, asegúrate de que la tierra esté agradable y esponjosa desgarrándola. Para mejorar las características físicas, químicas y biológicas del suelo y maximizar la efectividad de los fertilizantes químicos, se recomienda aplicar 5 toneladas/ha de fertilizante orgánico durante el arado.

El surcado se realiza un día antes de la siembra para evitar la pérdida de humedad del suelo por evapotranspiración. La dirección del surco debe incluir la pendiente y se puede lograr mediante máquina de tracción. Dependiendo de la especie el espaciamiento entre surcos puede ser entre 0.90 y 1.20 m, (Cobos et al.,2022).

b. Siembra, época y densidad

Cobos et al. (2022) para asegurarse de que la semilla no entre en contacto con el fertilizante y de que los brotes no se quemen, sugieren aplicar el fertilizante en el fondo del surco con un chorro continuo mientras lo cubren suavemente con tierra. Plante la semilla a intervalos de 25 a 40 cm. Coloque dos o tres tubérculos en cada golpe si la semilla es pequeña (menos de 60 g), pero coloque solo una semilla por golpe si es grande (más de 60 g). Dependiendo del tipo, la distancia entre ranuras puede oscilar entre 90 y 120 cm. Por último, se utiliza una azada o tractor para cubrirlo con una capa de tierra, de unos 10 cm de espesor.

Para mantener el suelo húmedo y promover el desarrollo típico de los cultivos, la siembra debe realizarse durante la temporada de lluvias. De la misma manera, Pumisacho y Velásquez (2009) mencionan que una siembra profunda protege al tubérculo de la infestación de la polilla, si se sembrase superficialmente la emergencia de las plantas será más rápida, además los tubérculos grandes se adaptan mejor a siembras profundas.

c. Fertilización y abonamiento

Para asegurar una buena producción de papa Cobos et al. (2022), aseguran que es necesario hacer una adecuada fertilización, se debe muestrear el suelo del terreno donde se va a sembrar un mes antes. Basado en un análisis de suelo se realiza una buena fertilización.

Así mismo, Pumisacho y Velásquez (2009) hacen referencia que la productividad del cultivo va depender de la fertilidad del suelo. La planta de papa toma micronutrientes (Zn, Cu, Fe, Mn, B, Mo y Cl) y macro nutrientes (N, P, K, Ca, Mg y S) del suelo, por lo que es necesario realizar una buena fertilización y esto se logrará conociendo la fertilidad del suelo previo análisis de la misma, esto nos permite conocer la cantidad de los macro y micro nutrientes y la cantidad de fertilizante que se debe aplicar.

Tabla 1.2

Fertilización cultivo de papa

Interpretación del análisis de suelo	Nitrógeno (kg ha⁻¹)	Fósforo (kg ha⁻¹)	Potasio (kg ha⁻¹)	Azufre (kg ha⁻¹)
Bajo	150-200	300-400	100-150	40-60
Medio	100-150	200-300	60-100	20-40
Alto	60-100	100-200	40-60	0-20

Fuente: INIAP, 2014

d. Labores culturales

d.1. Control de malezas

Espinoza y Contreras (2017) describen que las malezas son uno de los principales problemas en el cultivo de papa, ya que reducen significativamente la cantidad y calidad de los tubérculos al competir por elementos esenciales para el crecimiento. En diversas pruebas realizadas se encontró que las pérdidas de rendimiento por este motivo oscilan entre el 45 y el 75%. La competencia de las malas hierbas es feroz en las primeras etapas de crecimiento del cultivo, por lo que se debe enfatizar su control en los primeros 2 a 3 meses después de la siembra. Para reducir su presencia en los cultivos, los productores deben desarrollar programas de control que integren métodos mecánicos, químicos y culturales siempre que sea posible. La preparación del suelo (mecánica y/o química) es un método eficaz de control de malezas antes de la siembra.

Las malas hierbas tienen un efecto negativo en el cultivo de papa, generando pérdidas en el rendimiento de la papa oscilan entre el 40% y el 75% debido a la competencia por recursos como agua, nutrientes y luz. Además de ser un caldo de cultivo para plagas y enfermedades, las malas hierbas dificultan la cosecha. Durante la fase crucial del desarrollo de las plántulas a los tubérculos, cuando el cultivo compete

activamente con las malezas por los nutrientes, existe una demanda significativa de esos nutrientes (Díaz, 2019).

d.2. Aporque

Dependiendo de la variedad, esta labor se realiza entre los días 75 a 90 días. Se cubre la base de la planta de papa con tierra ayudado con herramientas manuales como lampones. Esta actividad se realiza próximo a la etapa de florecimiento, cumple el trabajo de desmalezado, aireación de la parte radicular de las plantas y se cubre los estolones favoreciendo así la formación de tubérculos (Cobos et al., 2022).

Estrada (2013) menciona que el objetivo de esta actividad es deshacerse de las malas hierbas y cubrir todos los nudos con tierra. Esto fomentará que las raíces y los estolones crezcan a partir de los tejidos apicales, pero si los estolones se dejan expuestos, no se convertirán en tubérculos, sino en tallos aéreos inútiles. Retrasar estas prácticas culturales empeora el daño de las raíces y disminuye el rendimiento de los tubérculos.

d.3. Riego

Para el cultivo de papa las necesidades de agua ya sea en forma de precipitación o en forma de riego artificial a una altura de 3000 msnm, se requiere 600 a 700 mm de precipitación distribuida de forma uniforme a lo largo de su fenología. Cuando las plantas atraviesan la tuberización y la floración, realmente necesitan abundante agua. El riego artificial se puede realizar de dos maneras: ya sea mediante el uso de la gravedad, que requiere un manejo cuidadoso para evitar dañar las plantas y el suelo, o mediante aspersión, que requiere la consideración de diferentes enfermedades tanto antes como después del riego (Muñoz y Cruz, 1984).

Por otro lado, La Torre (2012) la papa, requiere humedad constante y aireación del suelo. Se logra un alto rendimiento cuando la humedad del suelo se mantiene al 70% de su disponibilidad. Al comienzo de la tuberización, la humedad permanece constante y aumenta aún más a medida que se producen los tubérculos. El tipo de suelo, el clima y la variedad influyen en la cantidad de agua que necesitan las plantas. El consumo promedio es 4 000 a 6 000 m³ ha⁻¹. Como mecanismo de ahorro de agua, las plantas cierran sus estomas cuando la transpiración excede la absorción. Esto provoca una serie de efectos secundarios indeseables, que incluyen: menos actividad fotosintética, aumento de la

temperatura interna, ingesta reducida de CO₂, maduración temprana y rendimiento reducido. Por lo tanto, para prevenir la sarna y el desarrollo de lenticelas en la piel, es mejor no regar los cultivos en exceso alrededor del momento de la cosecha. Además, manténgase alejado de las fluctuaciones de humedad del suelo y la disminución de los sólidos solubles totales en el tubérculo. Al reducir la irregularidad de las sales causada por la fluctuación excesiva de los niveles de humedad del suelo, se mitigan las dificultades de apertura de la tuberización.

e. Cosecha y postcosecha

Pumisacho y Velásquez (2009) dicen que, Cuando las plantas comienzan a secarse, se vuelven amarillas y eventualmente mueren, el cultivo está completo. Dentro de este rango, encontrará de 127 a 200 días. Una cosecha de papas maduras de una variedad temprana tomará cuatro meses, una variedad semi tardía cinco meses y una variedad tardía seis meses o más. Por lo general la cosecha se realiza de manera manual o mecanizada. El daño mecánico que se efectúa al momento de cosechar es un 10 a 15%, lo cual disminuye las ganancias de productor siendo estas altísimas. Por lo que es necesario realizar esta labor con mucho cuidado (La Torre, 2012).

Las modalidades de cosecha son; manual. Tracción mecánica y tracción animal. La modalidad o manera de efectuar la cosecha depende de: el tamaño de la propiedad, la topografía del terreno, los recursos disponibles y la disponibilidad de mano de obra. Cual sea la modalidad de cosecha se debe lograr los siguientes objetivos: en menor tiempo posible, sacar la totalidad de tubérculos y reducir al mínimo los daños mecánicos (Egúsquiza, 2000).

El manejo post cosecha según la DRA (2011), los tubérculos que presentan problemas fitosanitarios, heridas, hematomas, daños por cortes mecánicos, daños por insectos, pudriciones y otros problemas se separan durante este proceso, que puede realizarse manual o mecánicamente. Las papas maduras y atractivas que exhiben rasgos típicos de la variedad deben mantenerse separadas de los tubérculos dañados y de las papas de otra variedad. La clasificación, por otro lado, implica clasificar los tubérculos de semillas, las papas destinadas a la alimentación humana y las papas que se transforman en diferentes grupos según las dimensiones, incluida la longitud, el peso y la densidad de las semillas. Además, es importante considerar los siguientes elementos poscosecha que

impactan en el manejo y la calidad de las papas: manipulación del producto, exposición al sol durante dos horas, inmersión del tubérculo, limpieza y pesaje.

f. Rendimiento en el cultivo de papa

La planta de papa alcanza su máximo crecimiento y desarrollo a los 15 a 18° C. La formación de estolones y tubérculos es más exigente, lo cual requiere de 8 a 12°C. El rendimiento promedio nacional es de 13.3 t/ha⁻¹. En la costa el promedio es 25 t/ha⁻¹, dependiendo la variedad de papa, niveles de fertilización y condiciones de riego. Por otro lado, una investigación realizada por Ing. Agr. Mariano Flores Guerrero indica que el cultivo de papa es autóctono, rinde 60 toneladas por cada hectárea con tecnología tradicional y hasta 180 con tecnología de punta, frente al promedio nacional de 14 toneladas por hectárea de todas nuestras papas. La papa es igualmente útil para el consumo directo y el uso industrial (MIDAGRI, 2019).

g. Almacenamiento

Egúsquiza y Catalán (2011), indican que las semillas deben almacenarse en luz difusa, ya que en estas condiciones los tubérculos se verdean haciéndose resistentes a plagas; presentan brotes cortos y vigorosos, son resistentes a daños mecánicos al momento de manipularlos y la emergencia es más rápida. Las papas cosechadas deben almacenarse por poco tiempo antes de su comercialización o por un periodo más largo cuando estas serán destinadas al consumo o para su venta. Se debe tener en cuenta que son organismos vivos con alta humedad y que son perecibles, las pérdidas aumentan al no reducir las causas de su deterioro. Los tubérculos pierden peso y calidad. Las condiciones que causan daño o deterioro de los tubérculos son: condiciones del tubérculo (Variedad, Madurez, Tamaño, Sanidad y Respiración) y las condiciones del almacén (Duración del almacenamiento, Temperatura, Humedad relativa, Luminosidad y ventilación).

h. Comercialización

Egúsquiza y Catalán (2011), describen que es la etapa más difícil por la persistencia de un sistema de informalidad, cada agricultor debe estar informado a cerca de los canales de comercialización, deben mejorar su capacidad de negociación por medio de la oferta de calidad. Factores como la variedad, la salud de los tubérculos y el tamaño determinan el precio mayorista, y los tipos más caros tienen los precios más altos. En

general, el primer factor que determina el precio de las papas para consumo fresco es su tamaño. Los tubérculos con menos tierra adherida (limpia) también obtienen un mejor precio, al igual que los recipientes con mejor presentación. Otros factores que influyen en este precio incluyen la cantidad de papas que ingresan al mercado, el volumen de suministro y el origen de ciertas regiones. Por otro lado, un ingreso más alto a menudo resulta en un precio más barato, y el mercado a menudo ofrece un mejor precio en función de la calidad del cultivo. Por último, es importante tener en cuenta que diferentes factores en la cadena de comercialización pueden afectar la calidad del producto.

1.2.6. Principales plagas y enfermedades en el cultivo de papa

Muchos tipos diferentes de organismos pueden afectar el cultivo de papa de maneras que pueden generar pérdidas financieras en ciertas situaciones. Insectos, hongos, bacterias, nematodos y virus se encuentran entre las enfermedades de la papa que pueden dañar las hojas, tallos o tubérculos de la planta; atrofiar su desarrollo; potencialmente inducir podredumbre o deformidades; e impactar el atractivo del mercado y la calidad culinaria de los tubérculos, todo lo cual impacta la producción y la calidad (Egúsquiza, 2013).

a. Plagas

Según Egúsquiza (2013) como resultado de su dieta, se sabe que varias especies de insectos infligen daño. Algunas de sus fuentes de alimento incluyen tubérculos y plantas, mientras que otras incluyen barrenadores, mineros o retoños. Los gorgojos andinos, polillas y pulgas son los más frecuentes y consecuentes de estos (piqui piqui o Epitrix).

Las principales plagas de importancia económica, se detallan a continuación:

- **Gorgojo de los Andes (*Premnotypes latithorax*);** considerado como plaga clave, las larvas penetran y construyen túneles en los tubérculos que suelen estar llenos de excrementos, genera daño económico de consideración al agricultor. La rotación de cultivos, el hongo *Beauveria*, la limpieza del suelo, la recolección manual de adultos, la eliminación espontánea de plantas, el uso selectivo de pesticidas y la recolección soleada de tubérculos dañados son formas de implementar el manejo fitosanitario.
- **Polilla de la papa (*Phthorimaea operculella* Zeller);** plaga de importancia a nivel poscosecha, las larvas ingresan al tubérculo donde forma galerías y llenan

de excremento. El control fitosanitario es mediante el uso de plantas repelentes (muña, eucalipto, molle), uso de bacterias *Bacillus thuringiensis*, uso de Baculovirus y uso de feromona sexual.

- **Barrenador del tallo (*Zellerina* sp.);** considerada como plaga ocasional, las larvas ingresan al tallo barrenando el cual genera marchitamiento de la planta. Debido a la naturaleza del daño y la ubicación de las larvas en la planta, el control por parte de los agricultores es químico mediante insecticidas sistémicos.
- **Pulguilla saltona, piqui piqui o Epitrix (*E. papa*, *E. tuberis*, *E. cucumeris* y *E. subcrinita*);** los adultos se alimentan de las hojas, durante la tuberización, las larvas dañan (rayan) la superficie del tubérculo, afectando su calidad comercial. Algunos métodos de manejo cultural incluyen la rotación de cultivos, arrancar plantas voluntariamente, labrar el suelo y regar abundantemente.
- **Gusano de las hojas (*Tequus* sp);** las larvas tienen forma eruciforme con patas torácicas, mastican las hojas y dejan venas que hacen que las hojas parezcan esqueletizadas. La medida en que se puede controlar esta plaga es proporcional al tamaño de su parcela. La recolección manual de larvas, que implica sacudir las plantas en un tanque hasta que las larvas caen al fondo, se favorece en parcelas pequeñas.
- **Quiste de la papa (NQP) (*Globodera rostochiensis* y *G. pallida*);** retrasan la emergencia del tallo, reduce el tamaño de la planta y causa senescencia prematura de la planta. El control fitosanitario se puede realizar mediante la rotación de cultivos, remoción del suelo, abonamiento orgánico e inorgánico, control biológico, plantas antagónicas, hospederos resistentes y control químico.

b. Enfermedades

Según Egúsquiza (2013) los cultivos de papa se ven afectados por diversos hongos que causan enfermedades en las plantas o tubérculos que afectan el rendimiento y la calidad de las cosechas. La racha, manchas oscuras, roña y verrugas son las enfermedades fúngicas son más comunes en Ayacucho. La gravedad y frecuencia de estas enfermedades dependen principalmente del área de cultivo, las condiciones climáticas,

las características de la variedad y las condiciones de manejo. Se identificaron enfermedades económicamente importantes en el cultivo de papa a nivel territorial, como se detalla a continuación:

- **La Mancha o Tizón tardío de la papa (*Phytophthora infestans*);** la mancha genera daño a nivel de las hojas, generan manchas húmedas de color marrón de tamaño pequeño a grande. La mancha marrón es la muerte de las células epidérmicas. El control fitosanitario se puede realizar mediante la selección rigurosa de los tubérculos, remojo y lavado de las semillas, exponer al sol directo los tubérculos, escoger la época de siembra adecuada y oportuna y evitar la siembra en terrenos con mal drenaje.
- **La Roña (*Spongospora subterranea*);** afecta raíces y estolones muestran agallas o tumores pequeños, inicialmente de color blanco y luego de color marrón. El control fitosanitario se realiza mediante el uso de semillas sanas, realizar rotaciones de cultivo, uso de fungicidas y fumigantes y sembrar pastos y otras gramíneas.
- **Tizón temprano de la papa, Mancha negra, Mancha negra (*Alternaria solani*);** El resultado son lesiones circulares rodeadas por bandas concéntricas de color marrón oscuro. El daño progresa hasta el punto de que las hojas se vuelven cloróticas, se deshidratan y eventualmente mueren. Usar fungicidas sistémicos y de contacto, promover el riego por gravedad, destruir rastrojos y no plantar papas en temporadas consecutivas son parte de la estrategia.
- **Pierna negra o pudrición blanda (*Erwinia carotavora*);** la podredumbre resultante es una sustancia blanca y acuosa. La descomposición comienza en los cortes y se propaga rápidamente. Sembrar en suelos bien drenados, evitar lesiones mecánicas a los tubérculos de siembra y ubicar tierras libres de enfermedades son formas de practicar el manejo fitosanitario.
- **Virus Moteado (APMV y APLV);** producen amarillamiento, mosaicos, enanismo, encrespamiento y tubérculos deformados. Eliminar las plantas afectadas, usar la selección positiva para aumentar el rendimiento de las semillas y controlar los vectores (pulgones) son formas de mantenerlo bajo control.

1.2.7. Importancia alimenticia y valor nutritivo de la papa

Cobos, et al. (2022), detalla que el cultivar de papa se cultiva en más de 156 países a nivel mundial; siendo el tercer cultivo consumido por el ser humano después del arroz y trigo y es el cuarto producto con mayor demanda en el mundo. Los países que producen papa son 157 de los cuales, en primer lugar, se encuentra China, luego La India, Rusia, Ucrania, y otros. Se puede observar un incremento anual de la producción de papa superior a los 300 millones de toneladas en las zonas que producen 18 a 19 millones de hectáreas a nivel mundial. La producción promedio mundial es de 8.5 t ha^{-1} ; sin embargo, países desarrollados producen más de 20 t ha^{-1} . La papa tiene gran importancia agro-económica siendo un alimento básico en la canasta familiar; ya que la agricultura familiar satisface la demanda nacional de alimentos; sustenta el 64% de la demanda nacional de papa.

Por otro lado, Borda (2008), también menciona que la papa es el cuarto alimento más importante a nivel mundial, constituye 320 millones de toneladas por año. A lo largo del tiempo la producción de este tubérculo fue incrementándose a diferencia de los otros tres alimentos más consumidos, maíz, trigo y arroz, que fue decreciendo. Los mayores productores se encuentran en América del Norte y Europa; sin embargo, en las últimas décadas las plantaciones de este tubérculo aumentaron en Asia, África y América Latina. La papa posee alto valor energético por su gran contenido de carbohidratos, aporta proteínas en menor cantidad similar a los cereales y en mayor cantidad que otros tubérculos, también aporta vitamina C. El cultivar de papa posee gran diversidad genética debido a la existencia de más de 4000 variedades, los cuales fueron preservadas por pequeños productores de la región andina, permitiendo de esta manera el cuidado de las semillas manteniendo la gran diversidad de variedades, adaptable a una amplia gama de tipos de suelo, temperaturas y elevaciones; mostrando una amplia gama de variaciones de tamaño, color, forma y textura.

La papa es fuente importante de carbohidratos 16 a 20% siendo el almidón el más importante, proteínas de calidad, B6, potasio de 240 – 610 g quien regula los latidos del corazón y ayuda al almacenamiento de hidratos de carbono y su transformación en energía, calcio 2 – 8 g, magnesio 12 – 35 g, antioxidantes, la concentración de hierro (0.21 – 0.86) g y zinc (0.14 – 0.85) es relativamente baja pero su absorción es favorecida por los altos niveles de vitamina C y baja concentración de fitatos. Además de ello,

contiene niveles de vitamina C y ácido clorogénico, siendo las papas de pulpa amarilla ricas en luteína y zeaxantina y las de pulpa morada ricas en antocianinas (Burgos, 2019).

Tabla 1.3

Valor nutricional de la papa 100 gr de papa

	Burgos (2019)	Borda (2008)
Fibra	1.8 a 2.1 g	1.80 g
Valor calórico	96 a 123 kcal	87 kcal
Proteína	1.76 a 2.95 g	1.87 g
Carbohidratos	16 a 20 g	20.13 g
Lípidos	0.1 a 0.5 g	0.10 g
Vitamina C	7.8 a 20.6 mg	13 mg
Hierro	0.29 a 0.69 mg	0.31 mg
Fósforo	42 a 120 mg	44 mg
Potasio	150 a 1386 mg	
Magnesio	16 a 40 mg	
Zinc	0.29 a 0.48 mg	
vitamina B6	0.299 mg	
Ácido clorogénico	19 a 399 mg	
Glicoalcaloides	0.7 a 18.7 mg	
Agua		77 g
Calcio		5 mg

Fuente: Burgos (2019) y Borda (2008)

1.2.8. Situación actual del cultivo de papa en el Perú

De acuerdo a Aguirre (2023), Perú es el primer productor de papa en América Latina, con un volumen de 6 millones de toneladas, cubriendo las necesidades de casi 33 millones de peruanos, según la MIDAGRI. Pese a los problemas climáticos (lluvias, inundaciones, heladas, entre otras), la superficie cosechada del cultivo de papa alcanza las 330,790 hectáreas de cultivos, por lo que el Perú es líder en producción a nivel continental, superando a México, Colombia, Chile, Argentina, Brasil, Ecuador y Bolivia, entre otros. La papa es el cuarto alimento más cultivado del mundo después del trigo, el maíz y el arroz; la papa es producida en más de 125 países. En el Perú la papa es cultivada por 711,313 familias en las 19 regiones, los departamentos con mayor producción son: Puno, Huánuco, Cusco, Cajamarca, Huancavelica, Junín, entre otras. La producción de este tubérculo se concentra en un 90% en la sierra, liderando las papas nativas.

Según la MIDAGRI citado por Aguirre (2023), la papa se siembra desde los 200 metros sobre el nivel del mar, y las papas nativas (tubérculos de colores) se producen por encima de los 3,000 hasta los 4,200 metros sobre el nivel del mar. El rendimiento promedio de papa es de 17.2 toneladas por hectárea. Mediante la Resolución Ministerial N°009-2005-AG se declara el 30 de mayo como el “Día Nacional de la Papa”, con el objetivo de resaltar la importancia histórica, económica, productiva, alimentaria y nutricional de este tubérculo andino.

1.3. Estudio de la variedad Única, en el cultivo de papa

La var. Única es una variedad seleccionada más de 7 años de evaluación de la CIP con plantaciones experimentales en más de 20 lugares. Tiene propiedades de resistencia y a la maduración temprana la hace atractiva para los productores de papa. La adaptación a diferentes ambientes le ha dado una amplia distribución geográfica, encontrándose a lo largo de la costa y sierra del Perú. Las propiedades beneficiosas del consumo fresco y el procesamiento en tiras brindan a los agricultores una alternativa para obtener mejores ingresos, ya que pueden crear demanda en el mercado.

1.3.1. Origen de la var. Única

La única papa que sobrevivió al tizón tardío, también conocida como la revancha, fue la var. Única, que fue elegida entre un manojo de papas analizadas en la zona andina de Huancayo. Después de 10 años de pruebas en veinte zonas diferentes de la llanura costera del Perú, los expertos han verificado que puede soportar suelos cálidos, secos y salados. En ese momento se conocía simplemente con el número CIP N° 392797.22, pero cuando los científicos consideraron que merecía su distribución a nivel nacional, el clon fue entregado a la Universidad de Ica, en el sur de Perú, para que lo liberara como una nueva variedad. De aquí proviene el conocido nombre de la universidad: UNICA (Gutiérrez et al. (2007).

1.3.2. Descripción morfológica de la var. Única

Por lo general, las plantas de la var. Única; sus tallos gruesos de color verde oscuro varían en longitud de 0,90 a 1,20 metros, y crecen erectos como plantas herbáceas. Las hojas complejas están dispuestas en forma de espiral en el tallo. Hay seis pares de folíolos en una sola hoja: cinco pares a cada lado y un par en el pecíolo. Aunque no florece en regiones montañosas, florece a principios de primavera en la costa y muy raramente

en invierno. A grandes altitudes (más de 2000 metros sobre el nivel del mar), florecen las flores violetas y, en climas más fríos, es posible que las bayas no se formen en absoluto. Durante el invierno o cuando hace mucho frío, los tallos se alargan; en primavera, se encogen un poco y se adhieren al tallo. La piel exterior de los tubérculos es rosada a finales de primavera, su color adquiere un tono más claro en la costa y rojo en Sierra, la pulpa es cremosa (CIP, 1997 y 1998) mencionado por (Gutiérrez et al. (2007).

1.3.3. *Comportamiento agronómico de la var. Única*

Esta variedad posee una dormancia de semilla entre los 40 a 50 días. Período vegetativo precoz (70 a 90 días) a una altitud de (2.000 a 3.800 msnm). Tiene característica semi-precoz (90 a 110 días) en condiciones de Costa o Valles Interandinos (0 a 1.500 msnm). Además de ello, posee alto rendimiento (50 t ha⁻¹). Alcanzan su máximo potencial durante los meses de invierno de clima tropical bajo en la costa peruana y la zona de sierra húmeda de clima tropical alto. En estas regiones, el rendimiento es más bajo en la primavera y durante toda la estación seca. Los rendimientos de hasta 40 toneladas por hectárea son comercialmente posibles (Gutiérrez et al. (2007).

1.3.4. *Exigencias climáticas y edafológicas de la var. Única*

Dado que el fenómeno de El Niño hace que los aumentos de temperatura afecten la producción de papa en la costa de Perú, la capacidad de esta planta para tuberizar a temperaturas tan bajas como 16°C por la noche es un beneficio significativo. Además, tiene una tolerancia deficiente tanto a las altas temperaturas como a la sal. La amplia adaptabilidad de las zonas costeras a diferentes condiciones climáticas facilita la planificación de la siembra y la cosecha en una gama más amplia de estaciones (Gutiérrez et al. (2007).

Según La Torre (2012), la papa var. Única es un cultivo que se adapta a climas templados y fríos con temperaturas que oscilan entre los 12 y 24 grados centígrados. Suele alcanzarse en altitudes superiores a los 1.400 msnm. En zonas más cálidas, los agricultores pueden producir la papa utilizando e implementando las buenas prácticas de gestión de riego, fertilización y buenas prácticas agrícolas. Así mismo, Zúñiga, et al. (2017) mencionan que la humedad relativa moderada es un factor muy importante para el éxito de la producción. Demasiada humedad es dañina cuando los tubérculos germinan y durante la etapa de la floración hasta la maduración de los tubérculos. Es así, que el

control de la humedad es de suma importancia para prevenir enfermedades como *Alternaria* y *Phytophthora* en follaje, *Ralstonia solanacearum* en tallos y *Erwinia* en tubérculos, por citar las más frecuentes.

INTAGRI (2017) explica que la temperatura, la capacidad de almacenamiento del suelo y la variedad influyen en las necesidades de agua, que oscilan entre 600 y 1000 mm en cada ciclo de producción. Cuando la precipitación no está disponible, el riego secundario es esencial para satisfacer las más altas demandas, que surgen durante las etapas de germinación y desarrollo de los tubérculos. Lo más crucial son las fases finales del ciclo de vida de un cultivo.

Zúñiga, et al. (2017) la planta de papa var. Se dice que Unica es relativamente tolerante a las condiciones del suelo, con la excepción de los suelos compactados y pedregosos. Esto se debe a que los órganos subterráneos no pueden crecer libremente cuando se enfrentan a impedimentos mecánicos del suelo. El suelo tiene que estar lo suficientemente húmedo; aunque puede soportar la sequedad, en áreas secas el rizoma se ramifica demasiado, produciendo más tubérculos, pero mucho más pequeños. Un suelo profundo, rico en humus, ligero o semiligero, es ideal para la variedad única. Mantiene un pH ligeramente ácido, típico de los suelos arenosos (5,5 a 6).

1.3.5. Resistencia a factores bióticos de la var. Única

Gutiérrez et al. (2007) detallan que el CIP determinó una estandarización de las evaluaciones en los ensayos para determinar niveles de resistencia, tolerancia o susceptibilidad a los diferentes factores bióticos. Las evaluaciones realizadas fueron hechas en base a tres variedades de papa donde se compararon las resistencias a las enfermedades más comunes en el Perú. A continuación, se describe los resultados obtenidos en los experimentos realizados por el CIP.

Tabla 1.4*Evaluación de resistencia a las enfermedades de tres variedades de papa*

Enfermedad	Variedades		
	Única	Canchán	Tomasa
PVY (Virus)	ER	S	S
PVX (Virus)	S	R	S
PLVR (Virus)	MR	S	R
Rancha (<i>Phytophthora infestans</i>)	LR	LR	S
Mosca minadora (<i>Liriomyza huidobrensis</i>)	S	S	S
Marchitez Bacteriana (<i>Ralstonia solanacearum</i>)	MR	S	S
Nematodo del Nudo (<i>Meloidogyne ssp.</i>)	MR	S	MR

S = Susceptible

LR = Ligeramente Resistente

MR = Moderadamente Resistente

R = Resistente

ER = Extremadamente Resistente

Fuente: Gutiérrez et al. (2007).

1.3.6. Atributos comerciales de la var. Única

Esta es la función principal de la var. Su uso fresco es excepcional, pero también tiene buenas cualidades para pelar papas y cortarlas en tiras, que a menudo se usan como guarnición del pollo a la parrilla en Perú. El rendimiento de procesamiento para tiras superiores a 8 cm representa el 58% de la producción total (Gutiérrez et al. 2007).

Según Núñez (20216) la evaluación de los factores que condicionan la calidad de las papas fritas es un tema importante, especialmente desde el punto de vista fisiológico, porque la composición de los tubérculos cambia constantemente bajo la influencia de la temperatura, la humedad, las condiciones de luz y las condiciones de almacenamiento. y tratamientos poscosecha como el uso de inhibidores de brotación. Es así que la var. UNICA presenta características fisiológicas que lo hacen ideal para las frituras, ya que según Gutiérrez et al. (2007) el porcentaje de materia seca oscila entre $19,06 \pm 2,64$. Los azúcares reductores presentes en esta variedad presentan un rango de 0,19 a 1,59%, así mismo los valores de Zn y Fe, considerados micronutrientes claves, así como la vitamina C se encuentran presentes con valores cercanos o ligeramente superiores a otras variedades más conocidas.

1.3.7. Distribución mundial de la var. Única

El éxito de la var. Única en Perú y China, hallevado a varias instituciones africanas y de Asia central a probarlo en comunidades locales y sitios de investigación. Para ayudar a los agricultores de Asia central a producir más alimentos durante los veranos calurosos y secos de la región, UNICA fue enviada a Tayikistán y Uzbekistán en 2005 para realizar evaluaciones como parte de un programa que involucraba variedades y tecnología de papa. Unica se introdujo en Tayikistán en 2014 con el nombre de Tayikistán después de demostrar ser más prolífica que la variedad popular del país. Actualmente se está evaluando la posible liberación de Unica en Uzbekistán y Georgia. Sin embargo, Bután lo ha introducido como una nueva variedad (Centro Internacional de la Papa, 2017).

El Centro Internacional de la Papa - CIP también ha compartido Única con sus aliados en varios países de África Oriental con la esperanza de que ayude a mejorar la seguridad alimentaria y los ingresos de los agricultores en la región. Es uno de los seis clones que utilizan los pequeños agricultores para el mejoramiento participativo de razas en la región de Rusoto en las tierras altas de Usambara, en el noreste de Tanzania, como parte de un proyecto apoyado por el Programa de Cambio Climático, Agricultura e Investigación Agrícola. Única es uno de los dos clones elegidos por los agricultores de Lushoto para cultivar y recomendado para su lanzamiento como variedades oficiales. Aunque estos agricultores cultivan Única bajo el nombre local de Mkanano, también se están llevando a cabo evaluaciones de campo en varias partes de Tanzania como requisito previo para su introducción como nueva variedad. También está evaluando si lanzarlo en Ruanda (Centro Internacional de la Papa, 2017).

1.4. Rol del potasio en la fisiología y el metabolismo de la papa

El potasio, a diferencia del nitrógeno y el fósforo, no es un componente estructural fijo de las células vegetales. A pesar de esto, está involucrado en más de 48 procesos vegetales distintos, como controlar el cierre estomático, el bloqueo de las células de las hojas y la producción de carbohidratos. Para cultivos como la papa, esta función final, el transporte de productos fotosintéticos desde las hojas hasta los tubérculos, es crucial, ya que los tubérculos deben producir y retener una cantidad sustancial de carbohidratos.

Según Burton (2013), Gruner (2008) y Venegas (2001), el potasio es un macronutriente importante que contribuye a importantes funciones fisiológicas y

bioquímicas como:

- **En la síntesis de carbohidratos:** Los componentes importantes del procesamiento de la papa incluyen el papel fisiológico del potasio en la nutrición de las plantas, su esencialidad para la síntesis de productos de fotosíntesis, su efecto sobre el contenido de almidón y la reducción de azúcares reductores (glucosa y fructosa) en los tubérculos, y su efecto positivo sobre el contenido de ácido cítrico y vitamina C. El papel biológico del potasio en la activación enzimática proporciona una explicación de su actividad. La disminución de las reacciones catalíticas sin acumulación de azúcar es causada por insuficiencia de potasio. De acuerdo con el orden cronológico de los efectos, la escasez de potasio afecta inicialmente la síntesis de carbohidratos.
- **En el transporte de carbohidratos:** El potasio no solo ayuda a las hojas a generar carbohidratos, sino que también mueve los productos de glucosa de la fotosíntesis a los órganos de almacenamiento, un proceso que ocurre principalmente por la noche. Las hojas almacenarán una gran cantidad de almidón si los niveles de potasio son lo suficientemente altos. En lugar de transferir carbohidratos a las raíces o tubérculos o convertirlos en almidón, las plantas deficientes en potasio los almacenan en las hojas, lo que fomenta el crecimiento de más hojas.
- **En el proceso de fotosíntesis:** Un papel importante que desempeñan los iones de potasio en la fotosíntesis y la respiración es como activador de diversas enzimas, incluidas la fosfofructoquinasa, la piruvato quinasa y la quinasa. Estas enzimas ayudan con la transferencia de energía y la producción de ATP, que almacena la energía necesaria para asimilar el dióxido de carbono (CO_2), un gas esencial para la síntesis de almidón y proteínas.
- **En la tolerancia a plagas y enfermedades:** Experimentos en la India han demostrado que cuando los cultivos tienen un buen suministro de potasio, los ataques de insectos y pulgones se reducen, los pulgones prosperan en plantas con niveles bajos de potasio porque sus hojas pálidas los atraen; estas plagas luchan por la fotosíntesis y pueden transmitir virus.
- **En la calidad de los tubérculos:** La mala maduración de los tubérculos es una consecuencia inevitable de la deficiencia de potasio. La calidad de fritura de las tiras y rodajas de tubérculos se ve afectada significativamente por la

cantidad de potasio. Un nivel bajo de potasio elevará el contenido de azúcares reductores (fructosa y glucosa) en los tubérculos, mientras que un alto contenido de potasio disminuirá el porcentaje de azúcar.

1.5. Efectos de la densidad de siembra en la producción de papa

Según Aguilar (2006) el aumento de la densidad de plantas en los cultivos de papa tiene un efecto beneficioso sobre el rendimiento, ya que el cultivo mejora la interceptación de la radiación fotosintéticamente activa (RFA). El área foliar (AF) es crucial, ya que determina qué tan bien la planta puede absorber la RFA necesaria para la formación de biomasa y el llenado de tubérculos, lo que a su vez garantiza un buen retorno de la inversión al cultivar papas.

Bustos *et al.* (1996) en el cultivo de papa, la densidad se mide de dos maneras: primero, el número de plantas por unidad de área, que se conoce como densidad de plantas; segundo, el número de tallos por planta, que también se conoce como número de tallos por planta. En última instancia, la densidad de la papa es el producto de estas dos variables. Señalan que hay más tubérculos por tallo cuando la densidad del tallo es menor, pero menos tubérculos por unidad de área. Aunque hay menos tubérculos por tallo, la densidad tiene el efecto contrario, aumentando el número de tubérculos por unidad de área.

Wiersema (1987, como se citó en Rodríguez *et al.*, 2004) la densidad del tallo se define como el número de tallos por unidad de área. Una planta crece a partir de un tubérculo de semilla y consiste en una red de tallos subterráneos y aéreos, cada uno de los cuales se comporta y crece de manera similar a su propia especie (p. 24).

Según (Pozo, 1997) La densidad del tallo de una planta puede definirse como el número de tallos primarios o el número de tallos presentes en el suelo en función del área (m²). ¿A qué se refieren a menudo los siguientes tallos sobre el suelo? primero, los tallos mayores, que se originan en el tubérculo madre; segundo, los tallos laterales, que son las ramas de los tallos principales más cercanas al tubérculo madre; sin embargo, los tallos laterales son tan fructíferos como los tallos principales ya que tienen su propio sistema radicular (p. 97).

Pozo (1997) informa que la densidad de tallos influye en: el número de tubérculos, tamaño de tubérculos y la tasa de multiplicación (p. 97).

Según Pumisacho y Sherwood (2002) la cantidad y el diámetro de los tubérculos determinan la cosecha de los campos de papa. Los parámetros de crecimiento incluyen nutrientes, humedad del suelo, intensidad de la luz y densidad que provocan la competencia del tallo, lo que a su vez determina el tamaño del tubérculo. Un clima con baja intensidad de luz, fertilidad del suelo y humedad no puede soportar muchos tallos, por lo tanto, la densidad óptima de los tallos depende de la función del cultivo, el medio ambiente y la variedad (p. 79).

Pozo (1997) según su argumento, los tubérculos cultivados con una menor densidad de tallos son de mayor tamaño que los cultivados con una mayor densidad de tallos. Una alta densidad de tallos reduce la tasa de multiplicación y el tamaño promedio de los tubérculos, al tiempo que aumenta el rendimiento (hasta un límite, por supuesto) (p. 97).

Según Bustos (1996) a densidades más bajas, hay más tubérculos por tallo y menos tubérculos por unidad de área (m^2) que, a densidades más altas de tallos, mientras que a densidades más altas, hay menos tubérculos por tallo y más tubérculos por unidad de área (m^2) (p. 163).

Pozo (1997) la frase "tasa de multiplicación" se define como la cantidad de tubérculos generados a partir de un solo tubérculo semilla. Existe una correlación negativa entre la densidad del tallo y el rendimiento del tubérculo y la tasa de multiplicación en la producción de tubérculos (p. 97).

Cotes *et al.* (2000) según sus afirmaciones, la tasa de multiplicación se ve afectada por la distancia entre las plantas. Específicamente, afirma que la tasa de multiplicación y el número de tubérculos por área (m^2) aumentan a medida que aumenta la distancia entre plantas (p. 57).

Cortbaoui (1988) cultivar papas para tubérculos requiere un enfoque diferente al de cultivarlas para el consumo humano. Las semillas sugieren un sistema de tallo más denso, lo que dará lugar a tubérculos de menor tamaño (p. 17).

De Almeida *et al.* (2018) las plantas con densidades más bajas experimentan menos sombreado automático y hacen un mejor uso de la luz fotosintéticamente activa, lo que lleva a una mayor síntesis de fotoasimilados y, a su vez, los productos químicos necesarios para el crecimiento de la tuberización (p. 37).

CAPÍTULO II

METODOLOGÍA

2.1 De lugar del ensayo

2.1.1 Ubicación del lugar

El presente estudio se realizó en la Estación Experimental Canaán, que forma parte del Programa de Investigación PICAL en Cultivos Alimentarios de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga y la Escuela Profesional de Agronomía. Específicamente, se encuentra a una altura de 2743 metros sobre el nivel del mar y se puede encontrar a 13° 10'7.42" de Latitud Sur y 74° 12'14.09" de Longitud Oeste. El distrito Andrés Avelino Cáceres, que forma parte de la Provincia de Huamanga y la Región de Ayacucho, es donde se ubica políticamente.

2.1.2. Características climatológicas del lugar de ensayo

El Centro Experimental de Canaán se encuentra en la Zona Subtropical de Estepa Montana Baja (emBs), según la clasificación de HOLDRIDGE (1987). Esta zona se caracteriza por un clima semiárido y una vegetación compuesta por arbustos espinosos (como huarango, opuntia, cabuyas) y árboles típicos de las regiones semiáridas, incluido el molle.

Para la descripción de las condiciones meteorológicas del área donde se instaló el ensayo experimental, se consideró los datos climatológicos periodo 2020 - 2021 de la Estación Meteorológica de INIA – Canaán (OPEMAN – GRA Ayacucho), ubicado a una altitud de 2750 msnm, cuyos resultados se detallan en la tabla 2.1 y figura 2.1.

Tabla 2.1

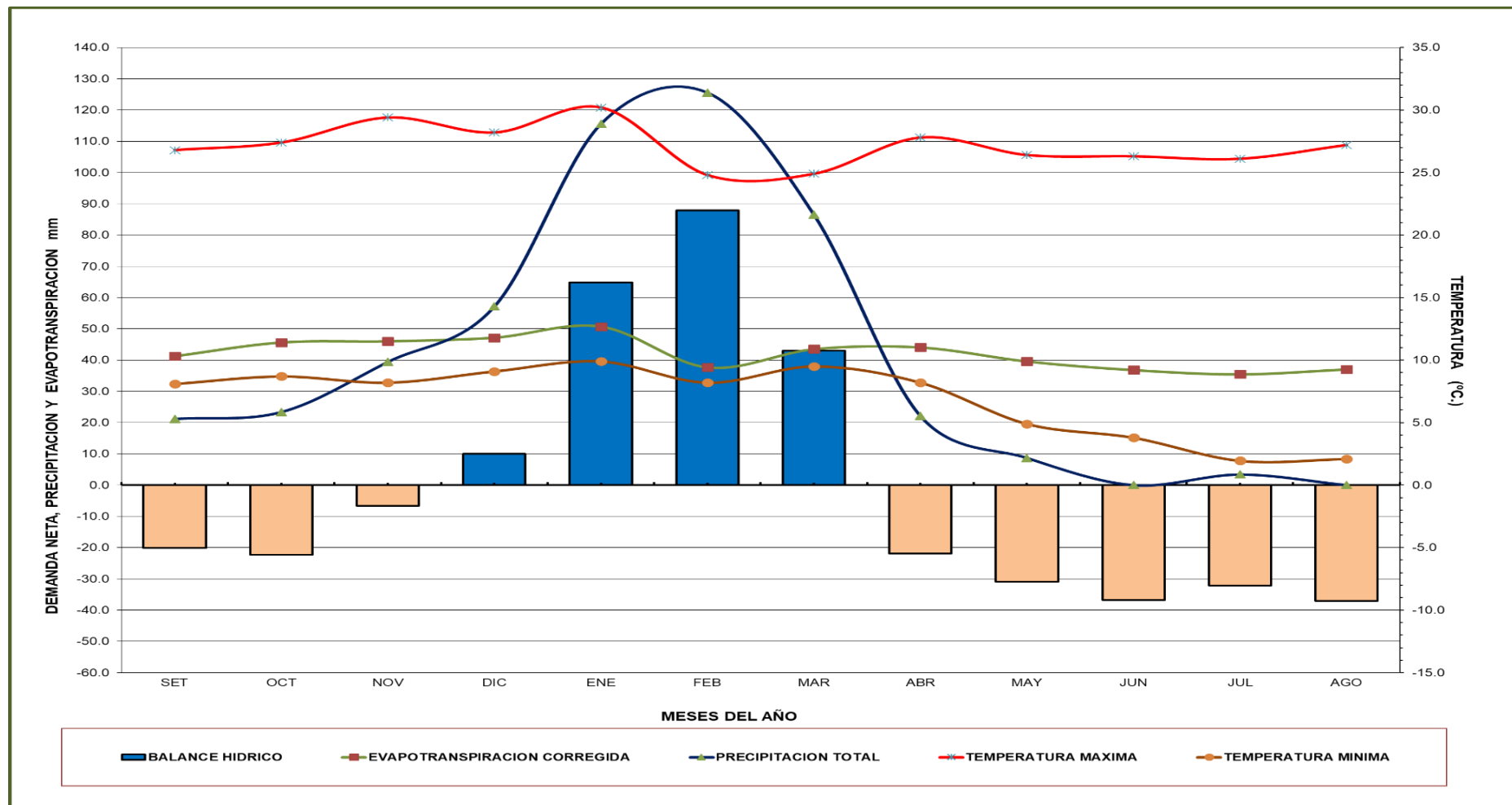
Datos meteorológicos: Temperaturas (máxima, mínima, promedio), precipitación y balance hídrico correspondiente a la campaña agrícola 2020 -2021.
Estación Meteorológica del INIA – Canaán a 2750 msnm. Ayacucho

DATOS CLIMÁTICOS	AÑO 2020					AÑO 2021							TOTAL	TEMP
	SET	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	ANUAL	MED
Número de días	30	31	30	31	31	28	31	30	31	30	31	31		
T° Max med-men (°C)	26.80	27.40	29.40	28.20	30.20	24.80	24.90	27.80	26.40	26.30	26.10	27.20		27.13
T° Min med-men (°C)	8.10	8.70	8.20	9.10	9.90	8.20	9.50	8.20	4.90	3.80	1.95	2.10		6.89
T° Med-men (°C)	17.45	18.05	18.80	18.65	20.05	16.50	17.20	18.00	15.65	15.05	14.03	14.65		17.01
Precipitación total (mm)	21.20	23.40	39.45	57.20	115.62	125.60	86.50	22.10	8.70	0.00	3.40	0.00	503.17	
Facto de ETP	4.64	4.96	4.80	4.96	4.96	4.48	4.96	4.80	4.96	4.80	4.96	4.96		
Evapotranspiración potencial (mm)	80.97	89.53	90.24	92.50	99.45	73.92	85.31	86.40	77.62	72.24	69.56	72.66	990.41	
Factor de corrección	0.51	0.51	0.51	0.51	0.51	0.51	0.51	0.51	0.51	0.51	0.51	0.51		
Evapotranspiración corregida (mm)	41.29	45.66	46.02	47.18	50.72	37.70	43.51	44.06	39.59	36.84	35.48	37.06		
Humedad del suelo (mm)	-20.09	-22.26	-6.57	10.02	64.90	87.90	42.99	-21.96	-30.89	-36.84	-32.08	-37.06		
Exceso de humedad (mm)				10.02	64.90	87.90	42.99							
Déficit de Humedad (mm)	20.09	22.26	6.57					21.96	30.89	36.84	32.08	37.06		

Fuente: Estación Meteorológica del INIA – Canaán a 2750 msnm. (OPEMAN – GRA. Ayacucho).

Figura 2.1

Temperatura ombrotérmica y Balance hídrico, correspondiente a la campaña agrícola 2021-2022



Fuente: Estación meteorológica del INIA – Canaán a 2750 msnm. (OPEMAN – GRA. Ayacucho).

La Tabla 2.1 presenta las condiciones meteorológicas documentadas durante la temporada agrícola 2019, destacando los siguientes aspectos:

- La temperatura máxima media mensual osciló entre 24,80 (en febrero) y 30,20°C (en enero) base del año 2021. Para la temperatura mínima media mensual, los valores fluctuaron entre 9,90 (en enero) y 1,95°C (en julio) durante el año base 2021. La temperatura media anual fue de 17,01°C.
- La precipitación acumulada registrada de septiembre de 2020 a agosto de 2021 fue de 503,17 mmsm, representando como un año con bajas precipitaciones en relación a otros años, donde la precipitación es superior a los 600 mm.
- Con respecto al Balance Hídrico, como se muestra en la Gráfica 2.1 se puede observar que, para los meses de diciembre, enero, febrero y marzo el balance fue positivo indicando disponibilidad de humedad en el suelo mientras que para los meses de septiembre a noviembre de 2020 y abril a agosto de 2021, el balance fue negativo, demostrando la existencia de déficit de humedad en el suelo.
- El periodo vegetativo del cultivo de papa, fue de 120 días; la fecha de siembra se hizo el 15 de marzo de 2021 y la cosecha el 12 de julio de 2021. Durante las primeras semanas, la humedad del suelo fue adecuado porque el balance hídrico aún se mantenía positivo y favoreciendo el brotamiento y la emergencia de los tubérculos. Durante ese período, el suelo exhibió un déficit de humedad, indicado por lecturas negativas del balance hídrico; por lo tanto, se utilizó riego por goteo quincenal para mantener la humedad del suelo y satisfacer los requerimientos de agua del cultivo de papa.
- Con relación al comportamiento ombrotérmico, las bajas temperaturas de los meses de mayo y junio tuvieron alguna influencia negativa en el estolonamiento y la tuberización, porque la Vd. Única, es muy sensible a las bajas temperaturas durante su desarrollo.

2.1.3. Antecedentes y estudio sobre la fertilidad del campo experimental

El estudio experimental se realizó en un campo que tenía un historial agrícola previo de cultivo de variedades de guisantes bajo un régimen de fertilización estandarizado, designado con fines de investigación. La región de investigación se caracteriza por superficies de sedimentos, capas relativamente profundas y una topografía

casi plana, con ángulos de pendiente que oscilan entre el 1,5% y el 2,2%. Está sometido a un riego casi continuo, lo que facilitó el uso de técnicas avanzadas de riego (riego por goteo).

Para la conocer las características físico - químico del suelo, se tomaron muestras al azar en distintos puntos dentro de la unidad experimental, para ello se empleó el método tradicional.

Las muestras se extrajeron a una profundidad de 0,20 m, mezclando minuciosamente el sustrato para proporcionar una muestra representativa de aproximadamente 1,0 kilogramo de suelo agrícola. Finalmente, la muestra representativa se envió al laboratorio de Análisis de Suelos, Plantas, Aguas y Fertilizantes “AGROLAB” para su respectivo análisis, cuyos resultados se muestran en la tabla 2.2.

Tabla 2.2

Análisis físico- químico del suelo donde se condujo el experimento

Tipo de análisis	Valor	Método	Interpretación
Análisis físico			
Arena (%)	52.00		
Limo (%)	19.00	Bouyoucus	Franco arcilloso-arenoso
Arcilla (%)	29.00		
Análisis químico			
pH	6.92	Potenciometría	Suelo Neutro
Conductividad eléctrica (dSm ⁻¹)	0.10	Conductimetría	Sin salinidad
Materia orgánica (%)	3.40	Walkey y Black	Alto
Nitrógeno estimado (%)	0.17	Semi- micro Kjeldahl	Alto
P -disponible (ppm)	28.88	Olsen modificado	Alto
K -disponible (ppm)	312	Absorción atómica	Medio
CIC (Cmol ⁽⁺⁾ .kg ⁻¹)	24.43	Extr. Acetato de amonio	Alto
Magnesio (Mg ++)	5.03	Absorción atómica	
Al (+3) + H (+1)	0.0	Volumetría	
% Sat. De bases	100		Alto

Fuente: Laboratorio de Análisis de Suelos, Plantas, Aguas y Fertilizantes (AGROLAB) – 2021.

La tabla 2.2 muestra los resultados del análisis físico – químico del suelo

experimental, donde el pH del suelo es 6.92, considerado neutro. Con relación al contenido de materia orgánica, resulto alto; el contenido de fósforo alto y el contenido de potasio medio.

Al realizar un análisis de la fertilidad del suelo, mediante los resultados de la tabla 2.2., se puede inferir que el suelo es adecuado para el cultivo de la papa, que se tendrá alguna respuesta a la aplicación de abonamientos potásicos. Así mismo, la clase textural del suelo fue franco-arcillosa.

2.2. Materiales y equipos

Materiales utilizados en el ensayo experimental

a. Material genético de papa

El material genético utilizado en el ensayo experimental, fue semilla certificada de la variedad UNICA, adquirida de la estación Experimental Canaán INIA. El peso promedio de los tubérculo-semilla fue de 55 g.

b. Herramientas, equipos e instrumentos

- Picos, azadones, mochila fumigadora
- Estacas, cordeles y cintas métricas
- Balanzas
- Tractor agrícola

c. Insumos

- Fertilizantes químicos. Urea agrícola, Superfosfato triple de Calcio, Cloruro de potasio.
- Guano de ovino descompuesto
- Insecticidas: Bronco (alfacipermetrina + clorpirifós)
- Fungicidas: Ridomil (Metalaxyl + Mancozeb)

d. Equipos de recolección y procesamiento de datos

- Equipos multimedia, cámaras digitales
- Software de procesamiento de datos.

2.3. Metodología experimental

Para cumplir con los objetivos y validar la hipótesis del estudio, se ejecutaron secuencialmente todas las actividades, incluida la planificación, ejecución de campo, evaluaciones recomendadas y posterior análisis estadístico.

2.3.1. Problemas en estudio

Una de las características cruciales de la fertilización con potasio en las papas es la activación de los mecanismos de autodefensa de la planta, lo que permite la resistencia a climas desfavorables, plagas y enfermedades. Además, es esencial para el crecimiento y desarrollo de los tubérculos. La identidad de plantación es una variable que denota la cantidad de plantas a manejar por hectárea de tierra cultivable. Determinar si se producen tubérculos grandes o pequeños, considerando los objetivos de la agricultura. Esto presenta un problema de contradicción:

Problema general

¿En qué magnitud las densidades de siembra y niveles de potasio influyen en el rendimiento de la papa variedad Única en Canaán, Ayacucho?

Problemas específicos

1. ¿En qué magnitud las densidades de siembra influyen en el rendimiento de papa Variedad Única en Canaán, Ayacucho?
2. ¿En qué magnitud los niveles de potasio influyen en el rendimiento de papa Variedad Única en Canaán, Ayacucho?

2.3.2. Metodología del trabajo experimental

a. Diseño experimental

El presente ensayo experimental se condujo dentro del Diseño de Bloque Completo Randomizado (DBCR), con arreglo factorial, estudiándose 2 densidades de siembra ($d_1 = 2500 \text{ kg ha}^{-1}$ y $d_2 = 2087 \text{ kg ha}^{-1}$) y 4 niveles de abonamiento potásico (00, 80, 160 y 240 kg ha^{-1} de K_2O). De la interacción de los factores en estudio, resultó 8 tratamientos con 3 repeticiones por cada tratamiento. En total se condujo 24 unidades experimentales.

El Modelo Aditivo Lineal (MAL) del diseño experimental se resume en lo

siguiente:

$$Y_{ijk} = \mu + \beta_i + \alpha_j + \tau_k + \alpha_j\tau_k + \epsilon_{ijk}$$

Donde:

Y_{ijk} = Es la observación de la i-ésima repetición en el j-ésimo densidad de siembra y el k-ésimo nivel de abonamiento potásico.

μ = Es la media general

β_i = Es la observación de la i-ésima repetición o bloque.

α_j = Es la observación de la j-ésima densidad de siembra

τ_k = Es la observación del k-ésimo nivel de abonamiento potásico

$\alpha_j\tau_k$ = Es la interacción entre la densidad de siembra y los niveles de abonamiento potásico

ϵ_{ijk} = Es el error o efecto aleatorio de las observaciones.

b. Factores en estudio

En el ensayo experimental se evaluó dos factores, los cuales se describen a continuación:

b.1. Densidad de siembra (D)

d_1 : 2500 kg ha⁻¹ de tubérculo-semilla (distanciamiento entre surcos a 80 cm y entre golpes a 25 cm, manejando 50 000 plantas por ha)

d_2 : 2087 kg ha⁻¹ de tubérculo-semilla (distanciamiento entre surcos a 80 cm y entre golpes a 30 cm, manejando 41 167 plantas por ha)

b.2. Niveles de abonamiento potásico (K)

k_1 : 00 kg ha⁻¹ de K₂O

k_2 : 80 kg ha⁻¹ de K₂O

k_3 : 160 kg ha⁻¹ de K₂O

k_4 : 240 kg ha⁻¹ de K₂O

c. Tratamientos evaluados

Los tratamientos fueron establecidos de acuerdo a la combinación de los factores en estudio conformado por las densidades de siembra y los niveles de abonamientos potásicos, resultando los siguientes tratamientos:

Tratamiento**Combinación de factores**

- T – 1 Densidad 1 (2500 kg ha⁻¹) con 00 kg ha⁻¹ de abonamiento potásico.
T – 2 Densidad 1 (2500 kg ha⁻¹) con 80 kg ha⁻¹ de abonamiento potásico.
T – 3 Densidad 1 (2500 kg ha⁻¹) con 160 kg ha⁻¹ de abonamiento potásico.
T – 4 Densidad 1 (2500 kg ha⁻¹) con 240 kg ha⁻¹ de abonamiento potásico.
T – 5 Densidad 2 (2087 kg ha⁻¹) con 00 kg ha⁻¹ de abonamiento potásico.
T – 6 Densidad 2 (2087 kg ha⁻¹) con 80 kg ha⁻¹ de abonamiento potásico.
T – 7 Densidad 2 (2087 kg ha⁻¹) con 160 kg ha⁻¹ de abonamiento potásico.
T – 8 Densidad 2 (2087 kg ha⁻¹) con 240 kg ha⁻¹ de abonamiento potásico.

d. Características del campo experimental

Las dimensiones de campo experimental fueron:

De las parcelas experimentales

- Ancho de parcela : 3.2 m
- Largo de parcela : 6.0 m
- Área de parcela : 19.2 m²
- Distanciamiento entre surcos : 0.8 m
- Distanciamiento entre golpes : 0.3 y 0.25 m (según tratan.)
- Número de unidades experimental: 24.0 unidades

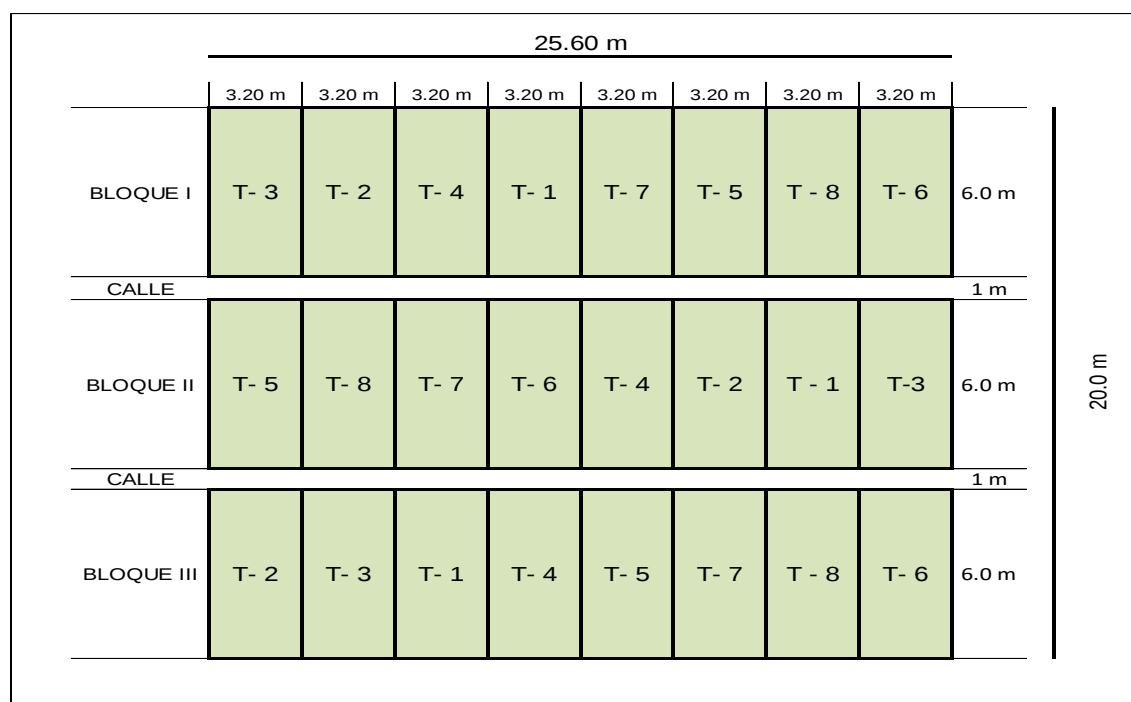
De los bloques

- Ancho del bloque : 25.6 m.
- Largo del bloque : 6.0 m
- Área de cada bloque : 153.6 m²
- Número de bloques : 3.0 unidades
- Número de parcela por bloque : 8.0 unidades
- Distanciamiento entre bloques : 1.0 m
- Área total del experimento : 512.0 m²

El croquis del campo se experimental y la randomización de los tratamientos, se señalan en la siguiente figura.

Figura 2.2

Croquis del campo experimental y randomización de los tratamientos



2.3.3. Instalación y conducción del experimento

a. Preparación del campo experimental, demarcación y apertura de surcos

La preparación del terreno se realizó en la primera semana de marzo de 2021 con equipo agrícola; se ejecutaron dos pasadas con arado de discos en sentido transversal, y también se realizó el despeje con grada en dos pasadas.

Se preparó y niveló una semana siguiendo la delineación del campo experimental, según las características de las unidades y bloques experimentales.

Esta pieza usaba estacas de madera y yeso. Se crearon surcos, separados 80 cm, de acuerdo con las especificaciones del campo experimental.

b. Cálculo de las cantidades de NPK aplicado a las unidades experimentales

Como abono de fondo, se utilizó 1 250 kg ha⁻¹ de guano de ovino descompuesto con la finalidad de mejorar algunas características físicas y químicas del suelo. Su aporte en cantidades de N-P₂O₅-K₂O, fueron mínimas, por el mismo contenido de nutrientes del guano de ovino.

El nivel de abonamiento para el cultivo de papa, se calculó en base a los resultados del análisis químico del suelo (Tabla 2.2), considerando una extracción del cultivo de 123.6 – 56.4 – 253.2 de NPK, para una producción estimada de 30 t ha⁻¹.

De acuerdo a los cálculos realizados, se determinó un nivel de abonamiento de 260-123-57 de N-P₂O₅-K₂O, respectivamente, para las condiciones edáficas y climáticas del campo experimenta en el Centro Experimental Canaán, en la campaña agrícola 2021.

Tabla 2.3

Densidad de siembra y niveles de abonamiento (N-P₂O₅-K₂O) suministrados al cultivo de papa Vd. Única

Tratamiento	Densidad de siembra (kg ha ⁻¹)	Nivel de abonamiento		
		Nitrógeno (N)	Fósforo (P ₂ O ₅)	Potasio (K ₂ O)
T-1	2500	260	123	0
T-2	2500	260	123	80
T-3	2500	260	123	160
T-4	2500	260	123	240
T-5	2087	260	123	0
T-6	2087	260	123	80
T-7	2087	260	123	160
T-8	2087	260	123	240

En la tabla 2.3 se muestra la cantidad de nutrientes (N-P₂O₅-K₂O) que se suministró al momento de la siembra, según tratamiento en estudio.

Como fuente de nitrógeno se utilizó la Urea agrícola (46% de N); como fuente de fosforo, el Super fosfato triple de calcio (46% de P₂O₅) y como fuente de potasio, el Cloruro de potasio (60% de K₂O).

c. Siembra y abonamiento en las unidades experimentales

La densidad de siembra, según los tratamientos, se muestra en la Tabla 2.3. La papa se sembró utilizando "tubérculos de siembra" con un peso promedio de 55 gramos. La distancia entre surcos fue de 80 cm, sin embargo, el espaciamiento entre trazos varió según el tratamiento (D₁: 30 cm entre golpes; D₂: 25 cm entre golpes).

En la siembra, primero se suministró al fondo del surco el guano de ovino descompuesto, en forma de chorro continuo, luego los “tubérculos semilla” según distanciamientos en estudio, y entre caga golpe se colocó los fertilizantes químicos, cuidando de no poner en contacto con las semillas. Finalmente se cubrió los fertilizantes y las semillas con una porción de tierra para que queden enterradas, tanto semillas y fertilizantes. Esta labor se hizo el 15 de marzo de 2021.

d. Instalación de suministros de riego presurizado

Se colocaron mangueras y cintas de riego localizado para asegurar el suministro de agua a los cultivos durante sus períodos de demanda. Esta tarea se realizó inmediatamente después de la siembra de papas.

e. Labores culturales en el manejo de los cultivos

Dotación hídrica: El sistema de riego por goteo se utilizó cada 15 días, comenzando en la primera semana de abril de 2021. Durante la fase vegetativa de la papa, el riego se realizó un promedio de ocho veces, dependiendo de los niveles de humedad del suelo y los requisitos de agua del cultivo.

Deshierbo: El objetivo del deshierbe era eliminar la competencia de las plantas arvenses por nutrientes, agua, luz y espacio, creando así las circunstancias óptimas para el crecimiento y desarrollo regular de las plantas. El deshierbe se realizó manualmente, utilizando una azada para mantener la condición libre de malezas del suelo. El manejo del cultivo incluyó dos instancias; el primer deshierbe ocurrió el 8 de abril, seguido del segundo deshierbe junto con la siega.

Aporque: Se realizó dos aporques; el primer aporque se realizó a los 40 días de la siembra (23 de abril de 2021) y el segundo aporque (22 de mayo de 2021) antes de la floración, esta actividad se complementó con la aplicación de la segunda dosis de abonamiento nitrogenado con Urea. Esta labor se realizó de manera manual con la ayuda de herramientas agrícolas como el azadón; el objetivo del aporque fue cubrir adecuadamente los estolones y favorecer la formación de tubérculos, así mismo, evitar el tumbado de las plantas dando soporte a los tallos. Con los aporques también se dio soltura al suelo para permitir mayor infiltración del agua y oxigenación, favoreciendo al sistema radicular de la planta.

Control fitosanitario: Los controles fitosanitarios se realizaron de la siguiente manera: la primera aplicación a los 30 días de la siembra (13 de abril de 2021) aplicando Bronco (alfacipermetrina + clorpirifós) en una concentración de 30 cc por mochila de 15 litros de capacidad, para prevenir el ataque de insectos, principalmente del “lorito verde” (*Diabrotica decolor*) y la “pulga saltona” (*Epitrix* sp). La segunda aplicación se hizo a los 60 días de la siembra (13 de mayo de 2021) con Ridomil (Metalaxyl + Mancozeb) en una concentración de 35 gr por mochila de 15 litros de agua, con la finalidad de prevenir la presencia de la “rancha” (*Phitophthora infestans*) y la “alternaria”

f. Cosecha

La cosecha ocurrió el 12 de julio de 2021, luego de la confirmación de que el cultivo alcanzó la madurez fisiológica, caracterizada por hojas amarillentas y tallos marchitos, lo que indica senescencia, con follaje completamente desecado (120 días después de la siembra) y tubérculos que exhiben piel bien adherida. La recolección se realizó manualmente usando luces, con recolección realizada en bolsas de polietileno, y se registraron las estadísticas relevantes para cada tratamiento para un examen adicional.

2.3.4. Variables evaluadas en el trabajo experimental

a. Variables de precocidad

a.1. Días a la emergencia

En cada unidad experimental, se registró el número de días desde la siembra hasta que más del 50% de los tubérculos plantados exhibieron brotes con hojas completamente desarrolladas en la superficie del suelo.

a.2. Días a la floración

Se registró los días transcurridos desde la siembra hasta que más de 50 % de las plantas de cada unidad experimental presentaron flores abiertas.

a.3. Días a la madurez fisiológica

En cada unidad experimental, se evaluó la duración desde la siembra hasta el punto en que más del 50% de las plantas exhibieron follaje amarillento y produjeron tubérculos maduros de tamaño y peso adecuados.

a.4 Días a la cosecha

El período de cosecha se determinó cuando más del 50% de la población de plantas en cada unidad experimental exhibió hojas y tallos marchitos, y los tubérculos mostraron una condición de "silbido" (piel del tubérculo resistente al pelado manual).

b. Variables de rendimiento

b.1. Altura de planta

Se midió la altura de un total de diez plantas, seleccionadas al azar de los surcos centrales de cada unidad experimental, cuando las papas alcanzaron la madurez fisiológica. La altura de la planta se determinó tomando una lectura flexométrica desde su base hasta la parte superior de su tallo principal y anotando el resultado en centímetros.

b.2. Número de tallos principales por planta

En el surco central de cada unidad experimental, se eligió 10 plantas al azar y se hizo el conteo del número de tallos en cada planta de papa. Esta evaluación se hizo al momento de la madurez fisiológica.

b.3. Número de tubérculo por planta

Durante la cosecha, se escarbo 10 plantas elegidas al azar, de cada unidad experimental, luego se hizo el conteo de la totalidad de tubérculos por cada planta, descartando aquellos que presentaban daños muy notorios por plagas o enfermedades.

b.4. Pesó de tubérculo por planta (kg)

De las 10 plantas cosechadas, por cada unidad experimental, se hizo el pesaje de la totalidad de tubérculos de cada planta, utilizando una balanza de precisión, cuya capacidad fue de 5 kg. Los datos del pesaje se expresaron en kg.

b.5. Rendimiento de tubérculos (kg ha⁻¹)

Cuando llegó el momento de cosechar las papas, sacamos todas las plantas de cada unidad experimental y colocamos los tubérculos en contenedores, previamente identificados por bloques y tratamientos, para ser trasladados a un ambiente adecuado donde se almaceno los tubérculos cosechados.

La selección y clasificación de tubérculos de los recipientes indicados se realizó de acuerdo con el peso, tamaño y apariencia exterior, que se consideran valiosos comercialmente, con el fin de determinar el pensamiento de cada unidad experimental. La categorización fue:

Categoría primera: tubérculos de papa con características morfológicas idóneas para el mercado, con morfología característico de la vd. Única (tubérculos alargados y ovalada, de piel rojiza) con pesos mayores a 90 g por cada tubérculo.

Categoría segunda: tubérculos con similares características, cuyo peso fue de 60 a 89 g.

Categoría tercera; tubérculos con similares características, de un peso entre 40 a 59 g por tubérculos.

Los tubérculos con pesos menores a 40 g, fueron considerados descarte y no se consideró para los cálculos de rendimientos.

c. Evaluación de la rentabilidad económica del cultivo de papa.

Analizamos los Costos Unitarios de Producción de cada terapia para ver qué tan rentable era económicamente; la valorización se calculó asumiendo el precio de venta de los tubérculos, según categoría, en el mismo campo de cultivo. Para la valorización de la producción, solamente se consideró los tubérculos de la categoría primera y segunda.

Se utilizó la siguiente fórmula para calcular el índice de rentabilidad y el porcentaje de rentabilidad:

$$\text{Indice Rentabilidad} = \frac{(\text{Valorización de la producción} - \text{Costo total de producción})}{\text{Costo total de producción}}$$

$$\% \text{ Rentabilidad} = \text{Indice Rentabilidad} \times 100$$

2.3.5. Pruebas estadísticas realizadas

Los datos recopilados de cada evaluación se ingresaron en una hoja de cálculo para su registro. Luego, se ordenaron los promedios de cada evaluación estadística.

Se realizó un análisis de varianza (ANOVA) utilizando una disposición factorial en el Diseño de Bloques Completos Aleatorizados (DBCR). Usando las pruebas de Fischer a $p = 0.01$ y $p = 0.05$, pudimos establecer la importancia de las causas de la varianza. Se utilizó la prueba de Tukey para determinar si existían diferencias estadísticamente significativas entre los promedios de los efectos simples y los efectos mayores ($p=0,05$). Las pruebas estadísticas se ejecutaron utilizando la versión Windows del programa estadístico SAS, versión 9.0 (versión 13).

CAPÍTULO III

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. Variables de precocidad

En la tabla 3.1 se reporta las distintas etapas fenológicas del cultivo de la papa, expresado en días después de la siembra (dds), en respuesta a factores de precocidad, como la densidad de siembra y las cantidades de fertilizante potásico.

Tabla 3.1

Etapas de fenológicas en días después de la siembra (dds), con influencia de densidades de siembra y niveles de abonamiento potásico, evaluadas como variables de precocidad, en el cultivo de papa. Ayacucho – 2021

Trat.	Factores en estudio	Emergencia		Plena floración		Madurez Fisiológ.		Cosecha	
		dds	Rango	dds	Rango	dds	Rango	dds	Rango
T - 1	d ₁ (2500 kg.ha ⁻¹) con 00 kg ha ⁻¹ de K ₂ O	23	20 - 27	70	68 - 75	105	101 - 108	125	125
T - 2	d ₁ (2500 kg.ha ⁻¹) con 80 kg ha ⁻¹ de K ₂ O	25	21 - 28	68	65 - 74	108	105 - 112	125	125
T - 3	d ₁ (2500 kg.ha ⁻¹) con 160 kg ha ⁻¹ de K ₂ O	24	21 - 26	70	65 - 73	107	104 - 109	125	125
T - 4	d ₁ (2500 kg.ha ⁻¹) con 240 kg ha ⁻¹ de K ₂ O	23	20 - 26	69	67 - 72	105	101 - 108	125	125
T - 5	d ₂ (2083 kg.ha ⁻¹) con 00 kg ha ⁻¹ de K ₂ O	23	21 - 25	71	68 - 74	105	100 - 108	125	125
T - 6	d ₂ (2083 kg.ha ⁻¹) con 80 kg ha ⁻¹ de K ₂ O	22	20 - 25	65	64 - 68	108	104 - 112	125	125
T - 7	d ₂ (2083 kg.ha ⁻¹) con 160 kg ha ⁻¹ de K ₂ O	24	21 - 26	70	68 - 74	107	105 - 109	125	125
T - 8	d ₂ (2083 kg.ha ⁻¹) con 240 kg ha ⁻¹ de K ₂ O	25	22 - 27	71	67 - 75	108	105 - 112	125	125
Promedio		24	20 - 27	69	64 - 75	107	100 - 112	125	125

3.1.1. Días a la emergencia

En todos los tratamientos, la emergencia de las plántulas de papa, se presentó a los 23 días después de la siembra (dds), en promedio, con un rango de evaluación entre 20 a 27 días en las unidades experimentales. Los hallazgos demuestran que el período de emergencia de las plántulas de papa no se ve afectado por la densidad de siembra y las cantidades de fertilizante potásico.

3.1.2. *Días a la floración*

En los tratamientos evaluados, la floración, se presentó a los 69 dds, en promedio, cuyo rango de evaluación fue de 64 y 75 dds.

3.1.3. *Días a la madurez fisiológica*

Es evidenciado por el cambio de color del follaje a marrón marchito, se registró a los 107 dds, en promedio, con un rango de evaluación entre 100 a 112 dds.

3.1.4. *Días a la cosecha*

La cosecha del cultivo de papa, se realizó a los 125 dds en todas las unidades experimentales.

Por los resultados obtenidos, el cultivo de la papa, var. Única, se comportó como una variedad precoz; cuyas etapas fenológicas se presentaron casi al mismo tiempo, con una ligera variación en algunos días, la investigación encontró que las variables examinadas, incluida la densidad de siembra y las cantidades de fertilizante potásico, no afectaron significativamente la fenología de la producción de papa.

Gutiérrez, R. O., Espinoza, J. A., & Boniherbale, M. (2007), reporta que el período vegetativo de la var. Única es precoz (70 a 90 dds) en condiciones de trópico alto o Sierra (2.000 a 3.800 msnm) para fines de multiplicación de semilla; menciona también, las características de semi-precoz (90 a 110 dds) en condiciones de trópico bajo como la Costa o los Valles Interandinos (0 a 1 500 msnm).

La duración del periodo vegetativo de la var. Única, en el presente trabajo de investigación, concuerdan con los reportes mencionados.

3.2. Variables de rendimiento

3.2.1. *Altura de planta*

La Tabla 3.2 muestra los hallazgos del ANOVA, que demuestran que ni la densidad de siembra ni la interacción del nivel de potasio ni la fuente de variación en los efectos principales son estadísticamente significativas. El Coeficiente de Variabilidad para el ANVA calculado fue de 5.99%, representando valores adecuadas para la prueba estadística realizada.

Tabla 3.2

Análisis de Varianza de la altura de planta bajo influencia de densidades de siembra y niveles de potasio, en el cultivo de papa. Ayacucho – 2021

Fuente de variación	G.L	Suma Cuadrados	Cuadrados Medios	Valor de F	Pr > F	Sign.
Tratamientos	7	114.4674292	16.3524899	1.30	0.3214	N.S
Repeticiones	2	108.7562333	54.3781167	4.31	0.0349	*
Densidad de siembra (d)	1	0.3151042	0.3151042	0.02	0.8767	N.S
Niveles de potasio (k)	3	93.1567458	31.0522486	2.46	0.1057	N.S
Interacción d x k	3	20.9955792	6.9985264	0.55	0.6537	N.S
Error	14	176.7832333	12.6273738			
Total	23	400.0068958				

C.V = 5.99 %

La altura promedio de la planta fue de 59.23 cm, y encontramos que las densidades de siembra y los niveles de potasio no tuvieron un efecto discernible en esta métrica de rendimiento.

Nuñez, P. (2016) al evaluar fuentes y dosis de fertilización potásica en el cultivo papa Vd. Unica, reporta una altura máxima de 54.6 cm alcanzado a los 127 días después de la siembra, sin la influencia de las distintas fuentes de abonamiento potásico.

En el presente ensayo, la altura de planta fue superior a lo reportado por Nuñez, P. (2016), pero coincidente con la no influencia de niveles de abonamiento potásico en la variable evaluada.

3.2.2. Número de tallos principales por planta

De acuerdo con los resultados del análisis de varianza (ANVA) que se muestran en la Tabla 3.3, ni la interacción entre las densidades de siembra y los niveles de potasio ni las principales fuentes de variación de los efectos son estadísticamente significativas. Se encontró un coeficiente de variación del 8,75% para el ANVA calculado.

Tabla 3.3

Análisis de Varianza del número de tallos por planta, bajo influencia de densidades de siembra y niveles de potasio, en el cultivo de papa. Ayacucho – 2021

Fuente de variación	G.L	Suma Cuadrados	Cuadrados Medios	Valor de F	Pr > F	Sign.
Tratamientos	7	1.41636250	0.20233750	1.69	0.1901	N.S
Repeticiones	2	0.87225833	0.43612917	3.65	0.0530	N.S
Densidad de siembra (d)	1	0.12760417	0.12760417	1.07	0.3189	N.S
Niveles de potasio (k)	3	0.42141250	0.14047083	1.18	0.3543	N.S
Interacción d x k	3	0.86734583	0.28911528	2.42	0.1095	N.S
Error	14	1.67287500	0.11949107			
Total	23	3.96149583				

C.V = 8.75 %

Por los resultados estadísticos, el promedio general del número de tallos por planta fue 3.94, observándose que los niveles de potasio y las densidades de siembra no influyen significativamente en la variable evaluada.

Núñez, P. (2016), al evaluar fuentes de abonamiento potásico en el cultivo de papa, Vd. Unica, reporta un promedio de 4.09 tallos por planta, evaluado a los 170 días después de la siembra. Señala también que los abonamientos potásicos no influyeron en la evaluación realizada. Los valores reportados son algo superiores a los valores del presente trabajo, sin una diferencia bien marcada.

Booth y Shaw (1989, mencionado por Núñez, P. 2016) su argumento es que la cantidad de dominancia apical, el tamaño del tubérculo y la variedad influyen en la determinación del número de tallos principales por planta, que a su vez está determinado por el número de brotes por tubérculo. Los brotes apicales inmaduros comienzan a expandirse cuando el tubérculo de papa se mantiene a una temperatura que minimiza el reposo, mientras que el crecimiento de los otros brotes se detiene. Habrá pocos tallos primarios en un tubérculo de semilla dominante apical. La eliminación de la dominancia apical durante el almacenamiento de semillas dará como resultado el desarrollo de tallos.

Mendoza y Mosquera (2011, mencionado por Núñez, P. 2016), señala que el recuento de tallos se correlaciona con la edad fisiológica de los tubérculos-semilla.

numerosos tallos significan numerosos tubérculos con menor peso individual cuando siembras semillas que son fisiológicamente viejas. Por otro lado, las plantas cultivadas a partir de semillas extremadamente tempranas a menudo tienen menos tubérculos y menos tallos cuando se cosechan.

3.2.3. Número de tubérculos por planta

La Tabla 3.4 muestra los resultados del ANVA, que muestra que el impacto principal de los niveles de potasio es muy significativo. Sin embargo, no hubo significación estadística para las densidades de siembra o la interacción entre las densidades de siembra y los niveles de potasio. Con estos números, podemos realizar una prueba de Tukey para ver qué nivel de potasio afecta el rendimiento de tubérculos por planta. El coeficiente de variación calculado resultó en 5.63 por ciento.

Tabla 3.4

Análisis de Varianza del número de tubérculos por planta, bajo influencia de densidades de siembra y niveles de potasio, en el cultivo de papa. Ayacucho – 2021

Fuente de variación	G.L	Suma Cuadrados	Cuadrados Medios	Valor de F	Pr > F	Sign
Tratamientos	7	3.47958333	0.49708333	3.65	0.0188	**
Repeticiones	2	0.37333333	0.18666667	1.37	0.2860	N.S
Densidad de siembra (d)	1	0.07041667	0.07041667	0.52	0.4839	N.S
Niveles de potasio (k)	3	3.12458333	1.04152778	7.65	0.0029	**
Interacción d x k	3	0.28458333	0.09486111	0.70	0.5694	N.S
Error	14	1.90666667	0.13619048			
Total	23	5.75958333				

C.V = 5.63 %

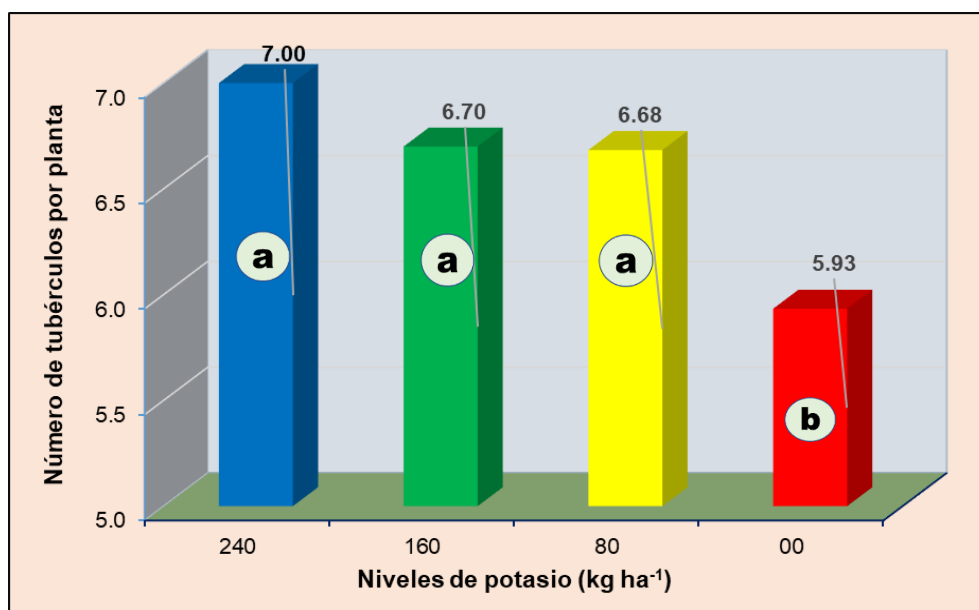
Las diferencias entre promedios del número de tubérculos por planta, analizado mediante la Prueba de Tukey ($p=0.05$) en la figura 3.1, demuestra que, aplicando abonamientos potásicos en niveles de 240, 160 y 80 kg ha⁻¹ se logra 6.87; 6.70 y 6.68 tubérculos por planta, respectivamente, en ausencia de fertilización con potasio, produjo solo 5,93 tubérculos por planta, lo que difirió estadísticamente de los otros resultados.

Estos resultados demuestran que el potasio es un elemento muy esencial para la formación de tubérculos en el cultivo de papa.

Huacho (2010) según la descripción, la cantidad de tubérculos por planta se ve afectada por los niveles y variaciones de potasio. Con un promedio de 8,8 tubérculos por planta y niveles de potasio de 240 kg / ha, el análisis de varianza reveló que las fuentes de potasio eran significativamente diferentes.

Figura 3.1

Prueba de Tukey ($p=0.05$) del número de tubérculos por planta, con distintos niveles de potasio, en el cultivo de papa. Ayacucho – 2021



Núñez, P. (2016), al evaluar fuentes de abonamiento potasico en el cultivo de papa, var. Única, reporta 12.47 tuberculos por planta, abonando con 200 kg ha⁻¹ de Cloruro de potasio; mientras con 200 kg ha⁻¹ de sulfato de potasio logro 11.24 y con 200 kg ha⁻¹ sw sulpomag produjo 12.66 tuberculos por planta.

En el presente ensayo, el numnero de tuberculos por planta fue inferior a lo reportado por los autores señalados, quizás porque la var. aún no se ha adaptado a las circunstancias específicas del suelo y el clima de la ubicación experimental.

3.2.4. Peso de tubérculos por planta (kg)

Según la Tabla 3.5, los hallazgos del ANVA muestran que los impactos primarios de las densidades de siembra y los niveles de potasio son muy significativos. Sin embargo, no pude encontrar ninguna significancia estadística para la interacción entre las dos variables. Se realizó una prueba de Tukey para ver si había discrepancias entre los

promedios de la variable evaluada. Se encontró un coeficiente de variación del 9,22%.

Tabla 3.5

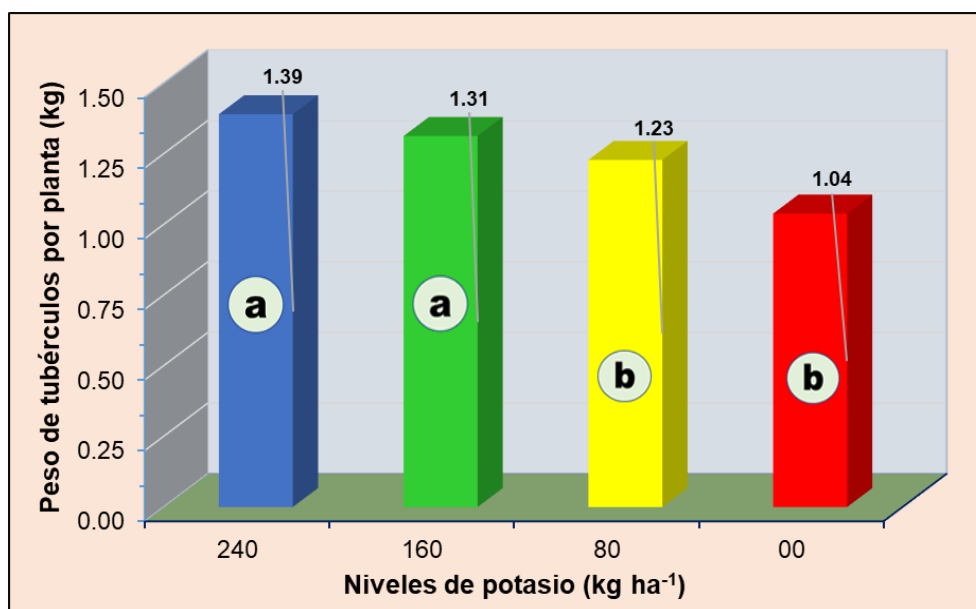
Análisis de Varianza del peso de tubérculos por planta, bajo influencia de densidades de siembra y niveles de potasio, en el cultivo de papa. Ayacucho – 2021

Fuente de variación	G.L	Suma Cuadrados	Cuadrados Medios	Valor de F	Pr > F	Sign
Tratamientos	7	0.48311667	0.06901667	5.18	0.0044	**
Repeticiones	2	0.05770833	0.02885417	2.17	0.1513	N.S
Densidad de siembra (d)	1	0.09626667	0.09626667	7.23	0.0176	**
Niveles de potasio (k)	3	0.33845000	0.11281667	8.48	0.0019	**
Interacción d x k	3	0.04840000	0.01613333	1.21	0.3418	N.S
Error	14	0.18635833	0.01331131			
Total	23	0.72718333				

C.V = 9.22 %

Figura 3.2

Prueba de Tukey ($p=0.05$) del peso de tubérculos por planta, con distintos niveles de potasio, en el cultivo de papa. Ayacucho – 2021



La prueba de Tukey de la Figura 3.2 ($p=0.05$) muestra que no hay diferencias estadísticas entre 1.39 y 1.31 kg de tubérculos por planta cuando se fertilizan con 240 y 160 kg ha⁻¹ de potasio, respectivamente. Sin embargo, cuando se fertilizan con 80 kg ha⁻¹ de potasio y no se fertilizan, los resultados son de 1,23 y 1,04 kg de tubérculos por

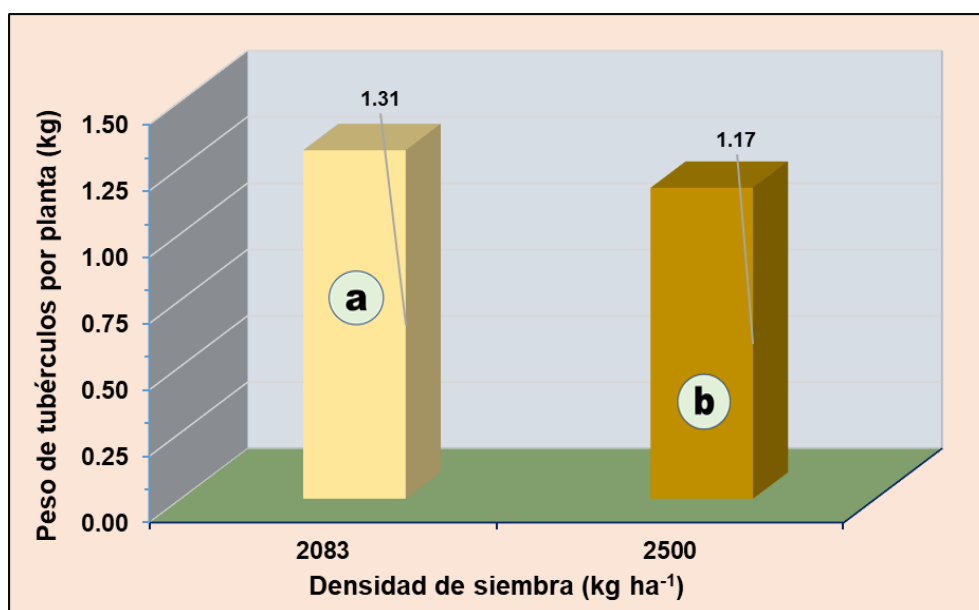
planta, respectivamente, y no existen diferencias estadísticas entre estos valores; estos dos últimos números se diferencian estadísticamente de los demás.

Las muestras que se ha obtenido se atribuyen a que los niveles de potasio en cantidades de 160 y 240 kg ha⁻¹ influye en el peso de tubérculos por planta de papa, debido a que el potasio ayuda la traslocación de los azúcares de las hojas hacia los tubérculos.

Barreto (2020), evaluó el rendimiento de la papa mediante la dosificación de potasio y boro aplicado vía foliar, donde obtuvo una respuesta significativa. La variable peso de tubérculos por planta se vio significativamente influenciada por niveles de potasio (7.5 g l⁻¹) y boro (1.5 g) con un peso promedio de 1.44 kg de peso de tubérculo por planta con un rendimiento total de 44,008.78 kg ha⁻¹.

Figura 3.3

Prueba de Tukey (p=0.05) del peso de tubérculos por planta, en distintas densidades de siembra, en el cultivo de papa. Ayacucho – 2021



Del mismo modo, la Prueba de Tukey (p=0.05) de la figura 3.3, señala que, con una densidad de siembra de 2083 kg ha⁻¹ se logra 1.31 kg de tubérculos por planta, demostrando diferencia estadística de 1.17 kg de tubérculos por planta, que se logra con una densidad de 2500 kg ha⁻¹.

Archi, M. (2020), según la investigación, los tratamientos 4 (0,40 mx 0,40 m) y 2 (0,20 mx 0,30 m) tuvieron las mayores densidades de plantas, arrojando un promedio de 0,64 kg por planta y un estimado de 48,3 kg y 88,8 kg en un área de 12 m², respectivamente.

Los resultados demuestran que, en el cultivo de papa, var. Única, cuando la densidad de siembra es mayor, los tubérculos producidos son de menor peso; mientras que, a menor densidad de siembra, haya mayor peso de tubérculos por planta. Esta tendencia es similar a los reportados por Archi, M. (2020).

3.2.5. Rendimiento de tubérculos categoría primera en kg ha⁻¹

Tabla 3.6

Análisis de Varianza del rendimiento de papa, categoría primera, bajo influencia de densidades de siembra y niveles de potasio, en el cultivo de papa. Ayacucho – 2021

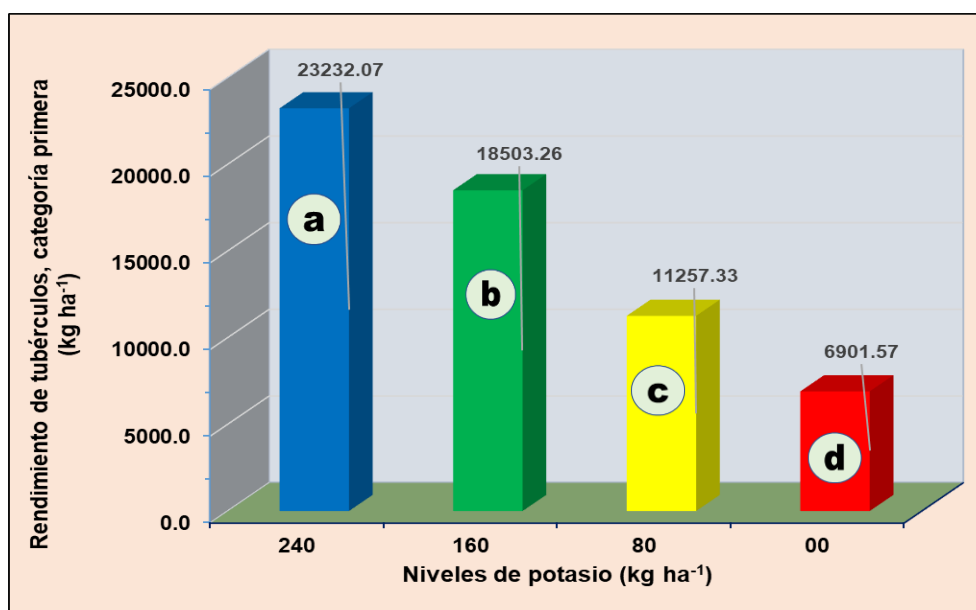
Fuente de variación	G.L	Suma Cuadrados	Cuadrados Medios	Valor de F	Pr > F	Sign
Tratamientos	7	1069245643	152749378	85.20	<.0001	**
Repeticiones	2	15317081.3	7658541	4.27	0.0356	*
Densidad de siembra (d)	1	103615855.1	103615855.1	57.79	<.0001	**
Niveles de potasio (k)	3	957775303.0	319258434.3	178.07	<.0001	**
Interacción d x k	3	7854484.8	2618161.6	1.46	0.2679	N.S
Error	14	25099965	1792855			
Total	23	1109662689				

C.V = 8.94 %

Los resultados del análisis de varianza (ANVA) se muestran en la Tabla 3.6. Se determinó que los principales efectos de las densidades de siembra y los niveles de potasio tenían un alto grado de significación estadística. Sin embargo, no se estableció significación estadística para la interacción entre las dos variables. Con base en los hallazgos, se puede realizar una prueba de Tukey para determinar las diferencias entre los promedios variables evaluados y para determinar la densidad de siembra y el nivel de potasio óptimos para el cultivo de papa, lo que maximizaría la producción de tubérculos (categoría uno). Hubo un coeficiente de variación del 8,94%.

Figura 3.4

Prueba de Tukey ($p=0.05$) del rendimiento de tubérculos de papa, categoría primera, con distintos niveles de potasio, en el cultivo de papa. Ayacucho – 2021



La comparación de promedios, mediante la Prueba de Tukey ($p=0.05$) en la figura 3.4, señala que, aplicando abonamientos potásicos con niveles de 240, 160, 80 y 00 kg ha⁻¹ se logra 23 232.07, 18 503.26, 11 257.33 y 6 901.57 kg ha⁻¹ de tubérculos de papa, categoría primera, respectivamente, sin demostrar diferencias estadísticas entre estos valores.

De los hallazgos presentados de la primera categoría de rendimiento de tubérculos en la agricultura de papa se desprende que, dados los niveles adecuados de fertilizantes nitrogenados y fosforados, los rendimientos de papa aumentan a medida que aumentan los niveles de potasio en la producción de tubérculos.

En el ensayo, el mayor rendimiento de papa, calidad primera, fue 23 232.07 kg ha⁻¹ y se logró con un nivel de abonamiento de 260-123-240 kg ha⁻¹ de N-P₂O₅-K₂O.

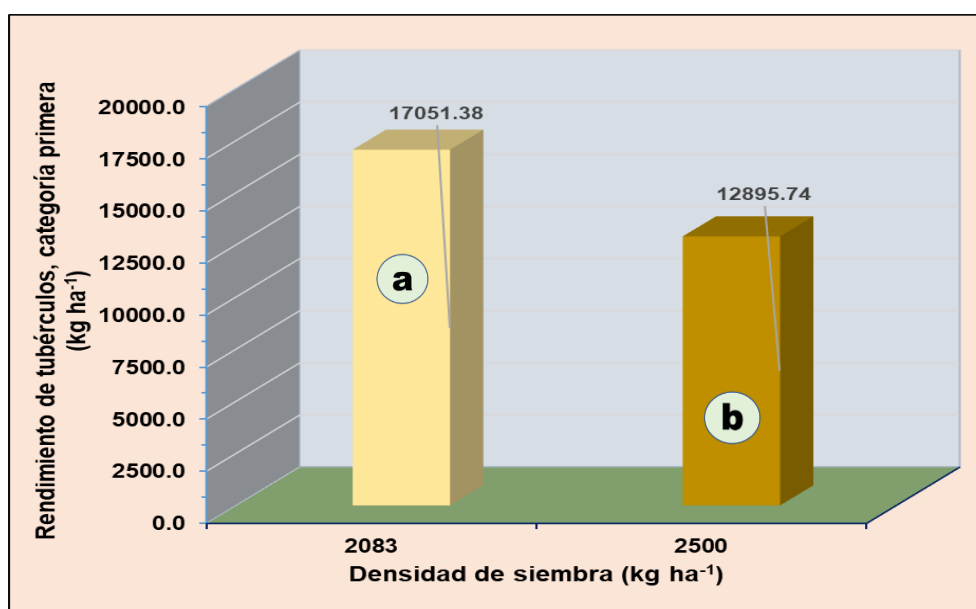
Barreto (2020) realizó evaluaciones de los efectos de la aplicación foliar de potasio y boro en el rendimiento del cultivo de papa, donde obtuvo el rendimiento más alto con los niveles 7.5 gramos por litro de potasio y 1.5 g l⁻¹ de boro, cuyos promedios generales de rendimiento de tubérculos de categoría primera muestran un valor de 26.2 t ha⁻¹.

El testigo presenta resultados mucho menores a los otros tratamientos con dosificación de potasio y boro, bordeando 10 t ha⁻¹.

Al realizar la prueba de Tukey ($p=0.05$) en la figura 3.5, se observa que utilizando una densidad de siembra de 2083 kg ha⁻¹ se logró obtener 17051.38 kg ha⁻¹ de tubérculos de papa, categoría primera, con diferencia estadística de 12895.74 kg ha⁻¹ de tubérculos de papa, que se obtuvo con una densidad de siembra de 2500 kg ha⁻¹.

Figura 3.5

Prueba de Tukey ($p=0.05$) del rendimiento de tubérculos, categoría primera, en distintas densidades de siembra, en el cultivo de papa. Ayacucho – 2021



En otras palabras, menos plantas por unidad de área significa más espacio para que cada planta crezca y florezca, que es exactamente lo que sucede cuando la densidad de siembra es baja, permitiendo a las plantas mayor absorción de nutrientes, humedad y mejor iluminación para la actividad fotosintética, en comparación a mayores densidades de siembra, causando de alguna manera una competencia intraespecífica entre las plantas y perjudicando su productividad.

3.2.6. *Rendimiento de tubérculos categoría segunda en kg ha⁻¹*

La Tabla 3.7 muestra los resultados del ANVA, que muestran que los principales efectos de las densidades de siembra y los niveles de potasio no son estadísticamente significativos. Sin embargo, la interacción entre estas dos variables es estadísticamente

significativa, por lo que fue necesario realizar un ANVA de los efectos simples.

El ANVA de los efectos simples, tabla 3.7, denotó alta significación para la interacción de densidades de siembra con abonamiento potásico en un nivel de 160 kg ha⁻¹. Así mismo, se encontró alta significación estadística en la interacción entre niveles de potasio con cada uno de las densidades de siembra. El Coeficiente de Variabilidad fue 21.63%.

Tabla 3.7

Análisis de Varianza del rendimiento de papa, categoría segunda, bajo influencia de densidades de siembra y niveles de potasio, en el cultivo de papa. Ayacucho – 2021

Fuente de variación	G.L	Suma Cuadrados	Cuadrados Medios	F-Valor	Pr > F	Sign
Tratamientos	7	105243950.4	15034850.1	4.31	0.0097	**
Repeticiones	2	1661460.13	830730.07	0.24	0.7914	N.S
Densidad de siembra (d)	1	11352262.85	11352262.85	3.25	0.0930	N.S
Niveles de potasio (k)	3	36579149.02	12193049.67	3.49	0.0444	*
Interacción d x k	3	57312538.56	19104179.52	5.47	0.0106	**
Densidad en 00 kg ha ⁻¹ de K	1	4339336.08	4339336.08	1.24	0.2837	N.S
Densidad en 80 kg ha ⁻¹ de K	1	2700198.08	2700198.08	0.77	0.3941	N.S
Densidad en 160 kg ha ⁻¹ de K	1	50204717.69	50204717.69	14.38	0.0020	**
Densidad en 240 kg ha ⁻¹ de K	1	11420549.55	11420549.55	3.27	0.0921	N.S
Niveles de K en d ₁ (50 000 plant ha ⁻¹)	3	53204914.76	17734971.59	5.08	0.0138	*
Niveles de K en d ₂ (50 000 plant ha ⁻¹)	3	40686772.83	13562257.61	3.88	0.0327	*
Error	14	48890682.0	3492191.6			
Total	23	155796092.5				

C.V = 21.63 %

Al realizar la Prueba de Tukey (p=0.05) en la figura 3.6, se reporta que aplicando un nivel de abonamiento de 160 kg ha⁻¹, con una densidad de siembra de 2 500 kg ha⁻¹ se logró obtener 12 626.98 kg ha⁻¹ de tubérculos de papa, categoría segunda, con diferencia estadística de 6 841.67 kg ha⁻¹ de tubérculos de papa, que se obtuvo con una densidad de siembra de 2 083 kg ha⁻¹

Figura 3.6

Prueba de Tukey ($p=0.05$) del rendimiento de tubérculos, categoría segunda, en distintas densidades de siembra con un nivel de 160 kg ha^{-1} de potasio, en el cultivo de papa. Ayacucho – 2021

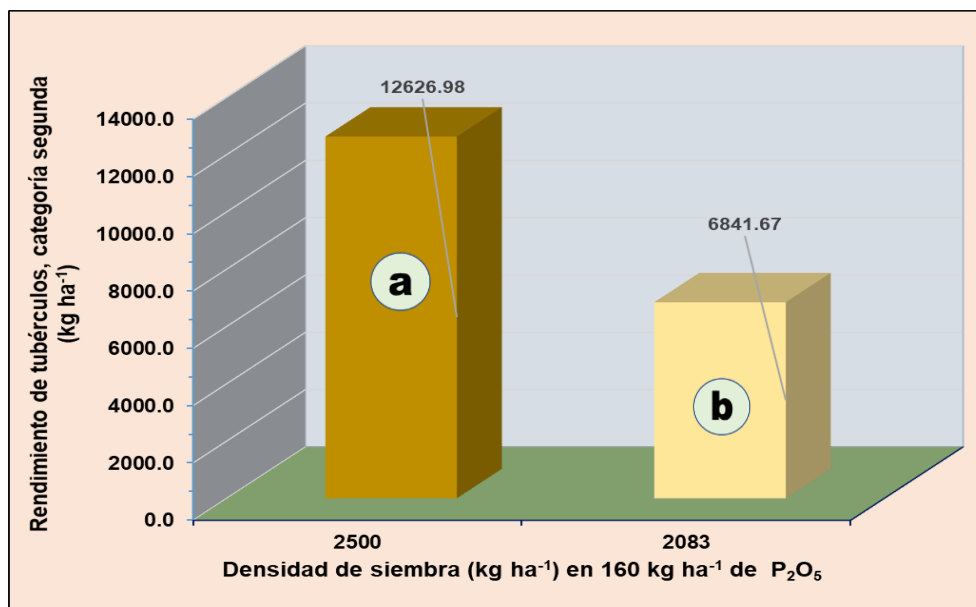
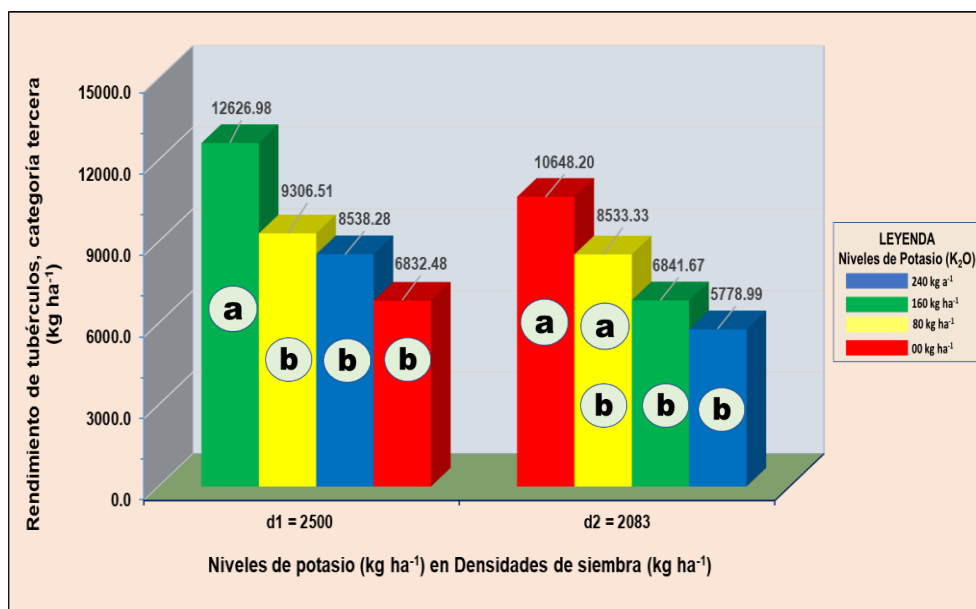


Figura 3.7

Prueba de Tukey ($p=0.05$) del rendimiento de tubérculos, categoría segunda, en distintas densidades de siembra con diferentes niveles de potasio, en el cultivo de papa. Ayacucho – 2021



En la figura 3.7, la Prueba de Tukey ($p=0.05$), demuestra que con una densidad de siembra de 2500 kg ha^{-1} y un nivel de abonamiento potásico de 160 kg ha^{-1} , produce $12626.98 \text{ kg ha}^{-1}$ de tubérculos, categoría segunda; diferenciándose estadísticamente de 9

306.51; 8 538.28 y 6 832.48 kg ha⁻¹ de tubérculos, que se obtuvo con niveles de potasio de 80; 240; 00 kg ha⁻¹, respectivamente. Entre estos valores no existe diferencias estadísticas.

De igual manera, se demuestra que con una densidad de siembra de 2 083 kg ha⁻¹ y con un nivel de abonamiento potásico de 00 y 80 kg ha⁻¹, se obtuvo 10 648.20 y 8 533.33 kg ha⁻¹ de tubérculos, categoría segunda, sin diferencias estadísticas entre estos valores. Con un nivel de abonamiento potásico de 160 y 240 kg ha⁻¹, se logró producir 6 841.67 y 5 778.99 kg ha⁻¹, respectivamente, sin diferencias estadísticas.

3.2.7. Rendimiento de tubérculos categoría tercera en kg ha⁻¹

En la Tabla 3.8, podemos ver que el ANVA no muestra ninguna significancia estadística para la densidad de siembra, pero sí proporciona un resultado muy significativo para los niveles de potasio y la interacción entre las densidades de siembra y los niveles de potasio. Estos hallazgos allanan el camino para un análisis de los impactos básicos utilizando ANVA.

Tabla 3.8

Análisis de Varianza del rendimiento de papa, categoría tercera, bajo influencia de densidades de siembra y niveles de potasio, en el cultivo de papa. Ayacucho – 2021

Fuente de variación	G.L	Suma Cuadrados	Cuadrados Medios	F-Valor	Pr > F	Sign
Tratamientos	7	294762183.4	42108883.3	31.36	<.0001	**
Repeticiones	2	5871649.3	2935824.7	2.19	0.1492	N.S
Densidad de siembra (d)	1	3388964.4	3388964.4	2.52	0.1345	N.S
Niveles de potasio (k)	3	201640687.0	67213562.3	50.05	<.0001	**
Interacción d x k	3	89732532.0	29910844.0	22.27	<.0001	**
Densidad en 00 kg ha ⁻¹ de K	1	43577503.2	43577503.2	32.45	<.0001	**
Densidad en 80 kg ha ⁻¹ de K	1	42132509.0	42132509.0	31.37	<.0001	**
Densidad en 160 kg ha ⁻¹ de K	1	4966616.4	4966616.4	3.70	0.0750	N.S
Densidad en 240 kg ha ⁻¹ de K	1	2444867.7	2444867.7	1.82	0.1987	N.S
Niveles de K en d ₁ (50 000 plant ha ⁻¹)	3	74469067.7	24823022.6	18.48	<.0001	**
Niveles de K en d ₂ (50 000 plant ha ⁻¹)	3	216904151.3	72301383.8	53.84	<.0001	**
Error	14	18800837.4	1342917.0			
Total	23	319434670.1				

C.V = 16.40 %

Al realizar un ANVA de los efectos simples, se encontró alta significación para la interacción de densidades de siembra con niveles de abonamiento potásico de 00 y 80 kg

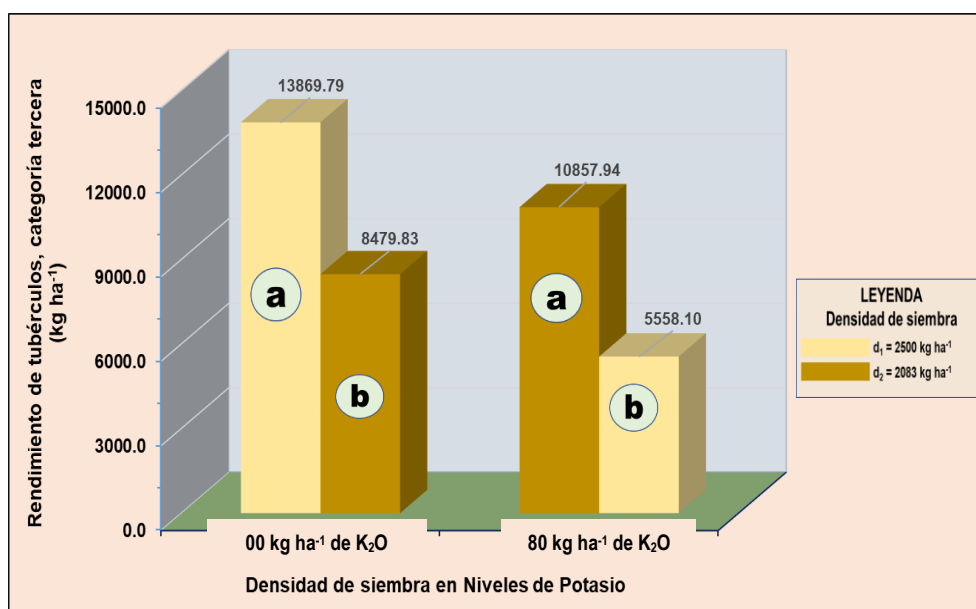
ha⁻¹. También se encontró alta significación estadística en la interacción entre niveles de potasio con cada uno de las densidades de siembra. El Coeficiente de Variabilidad fue 16.40%.

La Prueba de Tukey ($p=0.05$) de la figura 3.8, señala que aplicando un nivel de abonamiento potásico de 00 kg ha⁻¹ y una densidad de siembra de 2 500 kg ha⁻¹ se logró obtener 13 869.79 kg ha⁻¹ de tubérculos de papa, categoría tercera, con diferencia estadística de 8 479.83 kg ha⁻¹ de tubérculos, que se obtuvo con una densidad de siembra de 2 083 kg ha⁻¹.

De igual manera, con un nivel de abonamiento potásico de 80 kg ha⁻¹ y una densidad de siembra de 2083 kg ha⁻¹ se logró obtener 10 857.94 kg ha⁻¹, demostrando diferencia estadística de 5 558.10 kg ha⁻¹, que se obtuvo con una densidad de siembra de 2 500 kg ha⁻¹.

Figura 3.8

Prueba de Tukey ($p=0.05$) del rendimiento de tubérculos, categoría tercera, en 00 y 80 kg ha⁻¹ de potasio, con distintas densidades de siembra, en el cultivo de papa. Ayacucho – 2021

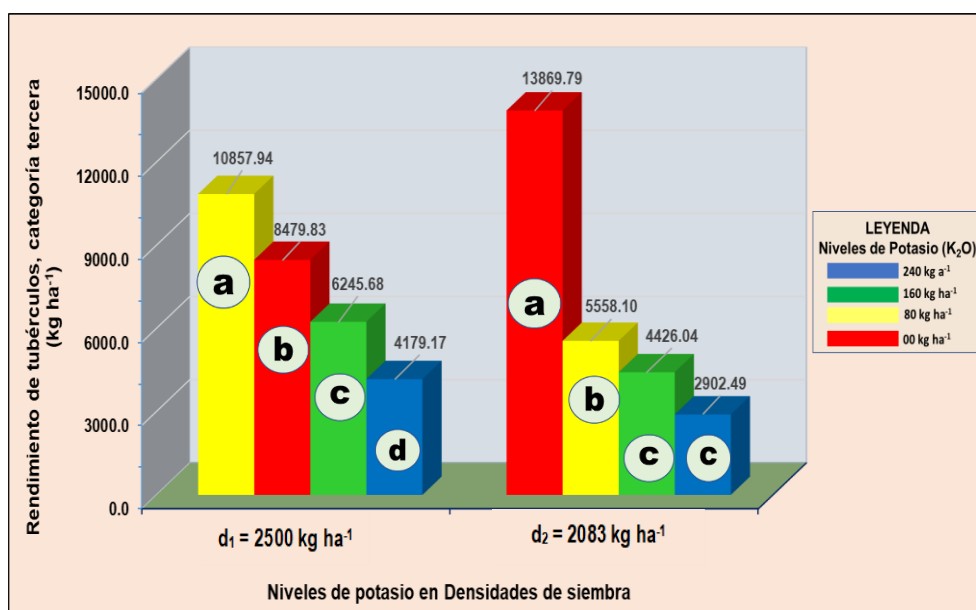


La Prueba de Tukey ($p=0.05$) de la figura 3.9, reporta que con una densidad de siembra de 2500 kg ha⁻¹ y con niveles de abonamientos potásicos de 80; 00; 160 y 240 kg ha⁻¹, produjeron 10857.94; 8 479.83; 6 245.68 y 4 179.17 kg ha⁻¹ de tubérculos, categoría tercera, respectivamente, con diferencias estadísticas entre estos valores. Así mismo,

utilizando una densidad de siembra de 2 083 kg ha⁻¹ y sin abonamiento potásico (00 kg ha⁻¹) se obtuvo 13 869.79 kg ha⁻¹, diferenciándose estadísticamente de 5 558.10 kg ha⁻¹ que se obtuvo con un nivel de 80 kg ha⁻¹ y también con diferencias estadísticas de 4 426.04 y 2 902.49 kg ha⁻¹ de tubérculos, producidos con niveles de potasio de 160 y 240 kg ha⁻¹, respectivamente.

Figura 3.9

Prueba de Tukey (p=0.05) del rendimiento de tubérculos, categoría tercera, en distintas densidades de siembra con diferentes niveles de potasio, en el cultivo de papa. Ayacucho – 2021



Díaz, C. (2019), al realizar su trabajo de investigación “Determinación del comportamiento y producción de dos variedades de papa (*Solanum tuberosum* L.) con tres tipos de semilla en la irrigación Zamacola bajo riego por gravedad, Arequipa, 2017” proporciona información sobre la categorización de tubérculos. Las cosechas de primera clase representan el 63% del rendimiento total de las variedades sembradas con tubérculos, mientras que los rendimientos de segunda y tercera clase son del 27% y 10%, respectivamente. La variedad Kanchan usa el mismo tipo de semilla que las demás, pero los porcentajes de calidad primero, segundo y tercero son del 65%, 19% y 15%, respectivamente. Con una variación del 5% entre los tipos de semillas, la variedad Canchan sembrada con tuberculillo tuvo un 59% de primera calidad y un 24% de segunda calidad.

Estrada (2013) en su estudio realizado titulado “Momento del Aporque en la Producción de papa (*Solanum tuberosum*) cv. “Única” Bajo el Sistema de Riego por Goteo en Zona Árida” obtiene 25.3 Tn/ha de calibre primera, el cual representa el 58 % de su rendimiento total. Así mismo el 25% de su producción equivalente a 11 toneladas es de calibre segunda y la diferencia tercera.

3.3. Rentabilidad de la producción

Los resultados del análisis de rentabilidad calculadas en la tabla 3.9, demuestran que con una densidad de siembra de 2083 kg ha⁻¹ y aplicando un nivel de abonamiento potásico de 240 kg ha⁻¹ (Tratamiento 8) se logra un índice de rentabilidad de 0.69, con una rentabilidad de 68.97%, y una utilidad económica a favor del productor de S/. 12175.36 soles por ha.

Así mismo, con una densidad de siembra de 2083 kg ha⁻¹ y con un nivel de abonamiento potásico de 160 kg ha⁻¹ (Tratamiento 7), se alcanzó un índice de rentabilidad de 0.52, una rentabilidad de 51.69 % y una utilidad económica a favor del productor de S/. 8911.96 soles por ha. De igual forma, los Tratamientos 3 y 4, demuestran una rentabilidad superior al 30%, considerada aceptable económicamente.

Tabla 3.9

Análisis de rentabilidad de la producción de tubérculos, bajo influencia de densidades de siembra y niveles de potasio, en el cultivo de papa. Ayacucho – 2021

Trat	Combinación de factores en estudio	Costo de Producción (S/.)	Valorización Producción (S/.)	Utilidad del Productor (S/.)	Índice Rentab.	Rentab. (%)
T - 8	d ₂ (2058 kg ha ⁻¹) con 240 kg ha ⁻¹ de K ₂ O	17653.24	29828.60	12175.36	0.69	68.97
T - 7	d ₂ (2058 kg ha ⁻¹) con 160 kg ha ⁻¹ de K ₂ O	17239.84	26151.80	8911.96	0.52	51.69
T - 3	d ₁ (2500 kg ha ⁻¹) con 160 kg ha ⁻¹ de K ₂ O	18645.40	26461.28	7815.88	0.42	41.92
T - 4	d ₁ (2500 kg ha ⁻¹) con 240 kg ha ⁻¹ de K ₂ O	19058.80	26805.31	7746.51	0.41	40.65
T - 6	d ₂ (2058 kg ha ⁻¹) con 80 kg ha ⁻¹ de K ₂ O	16964.24	21999.54	5035.30	0.30	29.68
T - 5	d ₂ (2058 kg ha ⁻¹) con 00 kg ha ⁻¹ de K ₂ O	16550.84	19527.11	2976.27	0.18	17.98
T - 2	d ₁ (2500 kg ha ⁻¹) con 80 kg ha ⁻¹ de K ₂ O	18369.80	19747.17	1377.37	0.07	7.50
T - 1	d ₁ (2500 kg ha ⁻¹) con 00 kg ha ⁻¹ de K ₂ O	17956.40	13630.99	-4325.41	-0.24	-24.09

En los Tratamientos 6, 5 y 2, la rentabilidad fue menor a 30%, constituyéndose una actividad productiva económicamente no expectante. Por ningún motivo se recomienda la producción de papa, Vd. Única, utilizando una densidad de siembra de

2500 kg ha⁻¹ y sin abonamiento potásico (Tratamiento 1), porque su rentabilidad fue negativa (-24.09 %) generando una pérdida económica de S/. 4325.41 soles por ha. para el productor.

Archi, M. (2020), desde la perspectiva de la relación beneficio/costo, señala que los cuatro tratamientos tienen coeficientes superiores a 1, lo que indica que los ingresos superan los costos. De estos, destaca el tratamiento 1 (20 cm x 20 cm) con un coeficiente de 2.14, lo que significa que por cada S/. 1.00 invertido, recibes una ganancia de S/.1.14. Le sigue el tratamiento 2 (20 cm x 30 cm) con un coeficiente de 1,76, arrojando una ganancia de S/.0.76.

CONCLUSIONES

1. Con relación a la densidad de siembra, en el cultivo de papa var. Única, no demostró influencia para la altura de planta y el número de tallos por planta; sin embargo, una menor densidad de siembra (2083 kg ha^{-1}) favoreció el peso de tubérculos por planta ($1.31 \text{ kg por planta}$) y el rendimiento de tubérculos en las categorías primera (17051 kg ha^{-1}).
2. El abonamiento con niveles de potasio en dosis altas (240 kg ha^{-1}) repercutió en el mayor número de tubérculos por planta (6.87); en el peso de tubérculos por planta (1.39) y en el rendimiento de papa, de la categoría primera ($23\ 232.07 \text{ kg ha}^{-1}$).
3. Se obtuvo un índice de rentabilidad económica de 0.69 , utilizando una densidad de siembra de 2058 kg ha^{-1} y aplicando un nivel de potasio de 280 kg ha^{-1} .

RECOMENDACIONES

1. En el cultivo de papa de la var. Única, se debe utilizar una menor densidad de siembra a 2080 kg ha^{-1} ha para lograr tubérculos de mayor tamaño y peso
2. Los abonamientos con niveles altos de potasio son recomendables para obtener mayor calidad comercial de tubérculos e incrementar la producción y productividad obteniendo alto índice de rentabilidad, en el cultivo de papa, var. Única.
3. Continuar con las investigaciones en el manejo agronómico de la var. Única, en distintas localidades y épocas de siembra.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguilar, M. (2006). Análisis de crecimiento y de relaciones fuente - demanda en dos variedades de papa (*Solanum tuberosum*). *Revista Fitotecnia Mexicana*, 29(2).
- Aguirre, H. (03 de Octubre de 2023). El Peruano Diario Oficial. *El Perú es el primer productor de papa en América Latina y el sustento de más de 700 mil familias*. <https://www.elperuano.pe/noticia/213949>
- Alanis, E. (2005). *Los Rendimientos y la Productividad en la Agricultura*. Lexus.
- Archi, M. (2020). *Densidad de plantas de papa (Solanum Tuberosun L.) en la producción de tuberculos del cultivar UNICA, en contenedores para autoconsumo*. [Tesis Pregrado, Universidad Nacional del Centro del Perú]. Repositorio Institucional. <http://hdl.handle.net/20.500.12894/6442>
- Auqui, S. (2014). *Omisión e inclusión de NPK y su influencia en el rendimiento de papa (Solanum tuberosum L.) Variedad Canchán en Campanayocc a 3400 msnm-Ayacucho*. [Tesis Pregrado, Universidad Nacional San Cristobal de Huamanaga]. Repositorio Institucional. <http://repositorio.unsch.edu.pe/handle/UNSCH/2051>
- Barreto, R. (2020). *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 Pregrado, Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo]. Repositorio Institucional. <http://repositorio.unasam.edu.pe/handle/UNASAM/4413>
- Becerra, L. A., Navia, S. L., & Núñez, C. E. (2007). Efecto de niveles de fósforo y potasio sobre el rendimiento del cultivar ‘Criolla Guaneña’ en el departamento de Nariño. *Revista Latinoamericana de la Papa*, 14(1). doi:<https://doi.org/10.37066/ralap.v14i1>.
- Borda, N. (2008). *La Papa un Alimento Básico Posibles Impactos Frente a la Introducción de Papa Transgénica*. RAP-AL.
- Burgos, G. (2019). *Potencial nutricional de la papa*. CIP.
- Burton, W. (2013). *The Potato. A survey of its history and of factors influencing its yield, nutritive value, quality and storage*. Wageningen.
- Bustos, P., Arias, V. y Núñez, L. (1996). Interrelación entre la densidad de tallos y la tasa de multiplicación de tubérculos en papa criolla (*Solanum phureja* Juz. et Buk) variedad “Yema de huevo”. *Revista Agronomía Colombiana*, 8(2), 162-168.
- Cabello, R. (1996). Producción de semilla sexual de papa en: Manual de producción de

- papa con semilla sexual. Centro Internacional de la papa (CIP), Lima, Fasc. 3.4. 6p.
- Calzada, B. J. (2010). *Métodos estadísticos para la investigación*. Cornell University
- Centro Internacional de la Papa - CIP. (Lunes 07 de Abril de 2017). *UNICA, una papa adaptable y productiva para los agricultores de todo el mundo*.
- Chávez, R. (2019). *Sobre el Origen, Evolución y Diversidad Genética de la Papa Cultivada y la Silvestre*. Ciencia y Desarrollo. doi:<https://doi.org/10.33326/26176033.2006.10.213>
- Chojolán, M. (2020). *Efecto de la aplicación foliar de fosfito de potasio en papa; san martin sacatepéquez, quetzaltenango*. [Tesis de Pregrado, Universidad Rafael Landívar]. Repositorio Institucional. <http://recursosbiblio.url.edu.gt/tesiseortiz/2021/06/14/>
- Cobos, F., Hasang, E., Medina, R., & Orellana, E. (2022). El cultivo de papa, recursos genéticos y retos para el futuro. *JOURNAL OF SCIENCE AND RESEARCH*.
- Cortbaoui, R. (1988). Siembra de papa. Boletín de Información Técnica 11. Pág. 17. Centro Internacional de la Papa. Lima-Perú.
- Cotes, J., Ñustez, C. y Pachón, J. (2000). Evaluación de la Densidad de siembra y el tamaño del tubérculo semilla en la producción de semilla básica de papa criolla, variedad “Yema de huevo” (*Solanum phureja* Juz. et Buk.). *Agronomía Colombiana* (17)1-3,57-57.
- De Almeida, F.; Torres, W.; Cabrera, J. y Arzuaga, J. (2018). Crecimiento de plantas de papa (*Solanum tuberosum* L. cv Romano), en la provincial de Huambo, Angola, bajo dos densidades de plantación. *Cultivos tropicales*, 39(3).
- Díaz, C. (2019). “Determinación del comportamiento y producción de dos variedades de papa (*Solanum tuberosum* L.) con tres tipos de semilla en la irrigación Zamacola bajo riego por gravedad, Arequipa, 2017” [Tesis Pregrado, Universidad Católica de Santa María]. Repositorio Institucional. <https://repositorio.ucsm.edu.pe/items/ecccf4a-50d6-47a8-8411-df6d82346f62>.
- Díaz, J. (2019). Manejo y Evaluaciones de Control de Malezas en el Cultivo de Papa. *Instituto de Investigaciones Agropecuarias*, 2(107). <https://biblioteca.inia.cl/bitstream/handle>.
- DRA. (2011). Proyecto "Mejoramiento de Capacidades Técnico Productivas para la Competitividad de los Cultivos Andinos de Papa Nativa, Haba y Cañihua en la Región Puno", Manual Técnicas de Manejo, Selección y Clasificación de Papas

- Nativas. *Proyecto Cultivos Andinos*, 2(16).
<https://www.agropuno.gob.pe/files/documentos>.
- Egúsquiza, B. R. (2000). *La Papa Producción, Trnasformación y Comercialización*. PRISMA-PROYECTO PAPA ANDINA.
- Egúsquiza, R. (2013). Manejo Integrado de Plagas y Enfermedades en el Cultivo de Papa. *Agrobanco*, 3(8). <https://www.agrobanco.com.pe/data/uploads/ctecnica/032>.
- Egúsquiza, R., & Catalán, W. (2011). *Manejo Integrado de Papa*. Agrobanco. <https://www.agrobanco.com.pe/pdfs/capacitacionesproductores>.
- Espinoza, N., & Contreras, G. (2017). *Control de Malezas en el Cultivo de Papa*. Boletín INIA.
- Estrada, N. (2000). *La Biodiversidad en el Mejoramiento Genético de la Papa*. PROINPA-CID.CIP.
- Estrada, R. (2013). *Momento del Aporque en la Producción de Papa (Solanum Tuberosum) C.V. "UNICA" Bajo el Sistema de Riego por Goteo en Zona Árida*. [Tesis Pregrado, Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa]. Repositorio Institucional. <http://repositorio.unsa.edu.pe/handle/UNSA/4122>
- Eyzaguirre, O. (2017). *Niveles de guano de islas y densidad de plantas en el rendimiento de papa variedad "mama lucha" (Solanum phureja L.) Canaán 2750 m.s.n.m - Ayacucho*. [Tesis de Pregrado, Universidad Nacional San Cristobal de Huamanga]. Repositorio Institucional. <http://repositorio.unsch.edu.pe/handle/UNSCH/3550>
- FAO. (2009). *Nueva Luz Sobre un Tesoro Enterrado*. Organización de la Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentacion (FAO).
- FAO. (2018). Semilla y Variedad. *Capacitación FAO ESS*, 2(25).
- Gallegos, G. (2011). *Densidad Poblacional de Plántulas y Tubérculos en la Producción de Semilla de Papa (Solanum Tuberosum L. Cv. Fripapa), en el Cantón Riobamba de Chimborazo*. [Tesis Pregrado, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo]. Repositorio Institucional. <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/791/>
- Gruner, G. (2008). Fertilización de la papa. Informes sobre fertilización. Boletín verde, 4(7).
- Gutiérrez, R. O., Espinoza, J. A., & Boniherbale, M. (2007). UNICA: variedad Peruana para mercado fresco y papa frita con tolerancia y resistencia para condiciones climáticas adversas. *Revista Latinoamericana de la Papa*, 14(1). <https://cipotato.org/es/blog-es/unica-papa-adaptable-productiva-agricultores->

mundo/

- Huacho, V. (2010). *Respuesta de dos variedades de papa mejorada (Solanum Tuberosum L.) a tres niveles de potasio en el distrito de Pocollay*. [Tesis de Pregrado, Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann - Tacna]. Repositorio Institucional.
- Inostroza, J., Méndez, P., & Sotomayor, L. (2016). *Botánica y Morfología de la Papa*. INIA Carillanca. <https://biblioteca.inia.cl/bitstream/handle/20.500.14001/7275/NR36476>.
- INTAGRI. (2017). Requerimientos de Clima y Suelo para el Cultivo de la Papa. *INTAGRI*, 2(10). <https://www.intagri.com/articulos/hortalizas/requerimientos-de-clima>.
- La Torre, B. (2012). Asistencia Técnica Dirigida en Fertilización en el Cultivo de papa. *Agrobanco*, 2(4).
- Lascano, M. (2022). *Efecto de la aplicación de potasio en tres variedades de papa (Solanum tuberosum L.) en la parroquia Juan Benigno Vela y Pilahuin, provincia de Tungurahua, Ecuador* [Tesis Pregrado, Universidad Técnica de Ambato]. Repositorio institucional. <https://repositorio.uta.edu.ec/jspui/handle/123456789/34518>
- MIDAGRI. (2019). La papa que rinde 180 toneladas por hectárea está en el Perú. *Agronoticias*, 2(5). <https://agronoticias.pe/ultimas-noticias/archivo-la-papa>.
- MINAM. (2019). *Línea de base de la diversidad genética de la papa peruana con fines de bioseguridad*. Lima: MINAM.
- Mollinedo, R. (2014). *Evaluación De Tres Programas de Fertilización en el Cultivo de Papa, en Tres Localidades de Alta Verapaz (2012-2013)*. [Tesis Pregrado, Universidad Rafael Landívar]. Repositorio Institucional. <http://biblio3.url.edu.gt/Tesario/2014/06/14>.
- Muñoz, F., & Cruz, L. (1984). Manual del Cultivo de Papa. *INIAP*, 2(5).
- Núñez, P. (2016). *Fuentes y niveles de fertilización potásica en el crecimiento, tuberización y calidad de fritura de la papa (Solanum tuberosum L.) variedad UNICA*. [Tesis pregrado, Universidad Nacional Agraria La Molina]. Repositorio Institucional. <https://hdl.handle.net/20.500.12996/1979>
- Otiniano, R. (2017). *Manual del cultivo de papa para pequeños productores en la sierra norte del Perú*. La Libertad: GRAFIKOZ.
- Pineda, N. (2021). *Efecto de tres fuentes y tres niveles de potasio en el rendimiento de*

- papa china, cultivar “blanca” [colocasia esculenta (L.) schott] en la parroquia el triunfo, provincia de Pastaza.* [Tesis de Maestria, Universidad técnica de Ambato]. <https://repositorio.uta.edu.ec/jspui/handle/123456789/32741>
- Ponce, R. (2013). *Caracterización molecular de las variedades de papas cultivadas (Solanum spp.) más importantes del Perú mediante el uso de microsatélites.* [Tesis de Pregrado, Universidad Mayor de San Marcos]. Repositorio Institucional. <https://hdl.handle.net/20.500.12672/3429>
- Pozo, M. (1997). Tuberización, tamaño de la semilla y corte de tubérculos. En: Producción de tubérculos-semillas de papa. Centro Internacional de la papa (CIP). Manual de capacitación. Fascículo 2.3. Lima-Perú.
- Pumisacho, M. y Sherwood, S. (2002). El cultivo de papa en Ecuador. Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias (INIAP) y Centro Internacional de la papa (CIP). Pág. 176-178.
- Pumisacho, M., & Velásquez, J. (2009). *Manual del Cultivo de Papa Para Pequeños Productores.* INIAP.
- Ramón, F. (2022). Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial. *Revista Bio Agro*, 20(2). <https://doi.org/10.18684/rbsaa.v20.n2.2022.1741>
- Rodríguez, L., Corchuelo, G. y Núñez, C. (2004). Densidad de población y su efecto sobre el rendimiento de papa (*Solanum tuberosum* L. cv. Parda pastusa). *Agronomía Colombiana*, 22(1), 23-31 pág.
- Rodríguez, Y. (2021). *Efecto de seis densidades de siembra en el rendimiento de un compuesto clonal de papa (Solanum Tuberosum L.) del grupo phureja.* [Tesis Pregrado, Universidad Nacional de Cajamarca]. Repositorio Institucional. <http://hdl.handle.net/20.500.14074/4116>
- Rojas, N. (2014). *Sistemas de abonamiento en la producción del cultivo de papa (Solanum Tuberosum) var. canchan en la comunidad de Seccelambras -Acocro-Huamanga-Ayacucho.* [Tesis de Pregrado, Universidad Nacional De Huancavelica]. Repositorio Institucional. <https://apirepositorio.unh.edu.pe/server/api/core/bitstreams/786286>.
- Salas, A., Van Been, J., & Chavez, O. (2012). *Biodiversidad Agrícola de la Papa.* Centro Internacional de la Papa (CIP).
- Sandaña, P. (2015). Elección y Preparación de Suelos. *Manual Interactivo de la Papa INIA*, 2(2). <https://manualinia.papachile.cl/?page=consumo&ctn=59>
- Sierra, C., Santos, J., & Kalazich, J. (2002). *Manual Fertilización del Cultivo de la Papa*

- en la Zona Sur de Chile*(76). <https://bibliotecadigital.ciren.cl/handle/20>
- Silva, A., Albornoz, C., & Criollo, H. (2018). Efecto del potasio y la densidad de siembra en la producción de papa *Solanum tuberosum* Grupo Phureja var. Criolla Guaneña. *Temas Agrarios*, 23(1). <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6322281>
- Tapia, M. y Fries, A. M. (2007). *Guía de Campo de los Cultivos Andinos*. Lima: FAO
- Tomanguilla, I. (2022). *Efecto de tres niveles de fertilización con N-P-K, en el rendimiento de dos variedades de papa (Solanum tuberosum L.), en el distrito de Trita-Amazonas*. [Tesis Pregrado, Universidad Politécnica Amazónica].
- Valverde, L., & Bobadilla, G. (2017). Efecto de tres densidades de siembra y diferentes niveles de fertilización química en el rendimiento de papa variedad Luyanita INIA-322 propagadas mediante brotes. *Agroproduccion Sustentable*, 1(3). doi:DOI:10.25127/aps.20173.368.
- Venegas, C. (2001). Nutrición vegetal aplicada a la producción de papa para obtener altos rendimientos y buena calidad. *II Seminario Internacional de la Papa*, 5(2)
- Zuñiga, S., Morales, C., & Estrada, M. (2017). Cultivo de la Papa y sus Condiciones Climáticas. *Gestión Ingenio y Sociedad*, 2(2), 140 -152. <http://gis.UNICAfam.edu.co/index.php/gis>.

ANEXOS

Anexo 1. Costos unitarios de producción. Tratamiento 1

ANALISIS DE COSTOS UNITARIOS PARA EL CULTIVO DE PAPA - TRATAMIENTO 1

SUPERFICIE:	1.0 Ha.	LOCALIDAD:	CANAAN
VARIEDAD DE PAPA	Unica	DISTRITO	ANDRES A. CACERES
TECNOLOGIA:	Media	PROVINCIA	HUAMANGA
DENSIDAD DE SIEMBRA	2500 kg.ha ⁻¹	DEPARTAMENTO	AYACUCHO
NIVEL DE ABONAMIENTO (N-P ₂ O ₅ -K ₂ O)	260-123-00	CAMPAÑA AGRICOLA	2022

PARTIDA	DESCRIPCION	EPOCA DE EJECUCION	METRADO		PRECIO UNITARIO S/.	PRECIO PARCIAL S/.	PRESUPUESTO TOTAL S/.
			UNIDAD	CANTIDAD			
	I. COSTOS DIRECTOS						16940.00
01.000	MANO DE OBRA						
01.100	PREPARACION DE TERRENO						50.00
01.101	Limpieza y habilitación de terreno	Primer Mes	Jorn	1.00	50.00	50.00	
01.200	SIEMBRA Y ABONAMIENTO						1200.00
01.201	Selección y Desinfección de tubérculos	Primer Mes	Jorn	2.00	50.00	100.00	
01.202	Mezcla y abonamiento	Primer Mes	Jorn	2.00	50.00	100.00	
01.203	Siembra o distribución de semilla	Primer Mes	Jorn	10.00	50.00	500.00	
01.204	Tapado de tubérculos	Primer Mes	Jorn	10.00	50.00	500.00	
01.300	LABORES CULTURALES						2750.00
01.301	Riegos complementarios (riego por goteo semanal)	Primer - cuarto mes	Jorn	10.00	50.00	500.00	
01.303	Deshierbo	Segundo mes	Jorn	10.00	50.00	500.00	
01.304	Primer control fitosanitario	Segundo mes	Jorn	2.00	50.00	100.00	
01.305	Segundo abonamiento	Tercer mes	Jorn	3.00	50.00	150.00	
01.306	Primer aporque	Segundo mes	Jorn	12.00	50.00	600.00	
01.307	Segundo control fitosanitario	Tercer mes	Jorn	3.00	50.00	150.00	
01.308	Segundo aporque	Tercer mes	Jorn	15.00	50.00	750.00	
01.400	COSECHA						1450.00
01.401	Corte de follaje	Cuarto mes	Jorn	1.00	50.00	50.00	
01.402	Escarbe de los tubérculos	Cuarto mes	Jorn	15.00	50.00	750.00	
01.403	Recojo a mano de los tubérculos	Cuarto mes	Jorn	5.00	50.00	250.00	
01.404	Selección y ensacado de tubérculos	Cuarto mes	Jorn	3.00	50.00	150.00	
01.405	Traslado a almacén de sacos	Cuarto mes	Jorn	5.00	50.00	250.00	
02.000	ALQUILER TRACTOR AGRICOLA						240.00
02.100	PREPARACION DE TERRENO						
02.101	Roturado o aradura	Primer mes	H-m	2.00	60.00	120.00	
02.102	Rastra cruzada y niveleación	Primer mes	H-m	1.00	60.00	60.00	
02.103	Surcado	Segundo mes	H-m	1.00	60.00	60.00	
03.000	INSUMOS						
03.100	SEMILLA						
03.101	Semilla de papa, categoría certificada Vd. Unica (50 gr)	Primer mes	Kg	2500.00	3.00	7500.00	7500.00
03.200	FERTILIZANTES (230-123-00)						3015.00
03.201	Estiercol de vacuno descompuesto (1.0 t/ha)	Primer mes	Sacos	20.00	15.00	300.00	
03.202	Urea agrícola	Segundo mes	Sacos	11.00	165.00	1815.00	
03.203	Super fosfato triple de calcio	Segundo mes	Sacos	5.00	180.00	900.00	
03.204	Cloruro de potasio	Segundo mes	Sacos	0.00	130.00	0.00	
03.300	PESTICIDAS:						575.00
03.301	Desinfectante (Vitavax-300)	Primer mes	Sobre	1.00	60.00	60.00	
03.302	Insecticida (Cyberclin)	Segundo mes	Lt	2.00	60.00	120.00	
03.303	Fungicida (Antracol 70PM)	Segundo mes	Kg	2.00	60.00	120.00	
03.304	Fungicida (Ridomil Gold Mz 68 WP)	Tercer mes	Kg	2.00	120.00	240.00	
03.305	Adherente (Triple A)	Segundo mes	Lt	1.00	35.00	35.00	
04.000	ANALISIS DE SUELOS						60.00
04.100	Análisis de químico de suelos	Primer mes	Global	1.00	60.00	60.00	
05.000	TRANSPORTE						100.00
05.100	Transporte de insumos hacia la chacra	Primer mes	Global	1.00	100.00	100.00	
	II. COSTOS INDIRECTOS						1016.40
01.000	Asistencia técnica (3% G.D)	Primer - Sexto	Global	1.00	508.20	508.20	
02.000	Gastos Administrativos (2% G.D)	Primer - Sexto	Global	1.00	338.80	338.80	
03.000	Imprevistos (1% G.D.)	Primer - Sexto	Global	1.00	169.40	169.40	
RESUMEN							
COSTOS DIRECTOS						S/.	16940.00
CONSTOS INDIRECTOS						S/.	1016.40
TOTAL DE PRODUCCION						S/.	17956.40
VALORIZACION DE LA PRODUCCION							
Categoría de tubérculo	Cantid Cosech (kg/ha)	Prec. Unit. (S/.)	Valor de venta (S/.)				
Papa Primera (mayor a 90 gr)	5656.79	0.95	5373.95				
Papa segunda (60 - 90 gr)	6832.48	0.65	4441.11				
Papa Tercera (40 a 60 gr)	8479.83	0.45	3815.93				
VALOR DE LA PRODUCCION (S/.)							13630.99
UTILIDAD A FAVOR DEL PRODUCTOR (S/.)							-4325.41
INDICE DE RENTABILIDAD							-0.24
RENTABILIDAD (%)							-24.09

Anexo 2. Costos unitarios de producción. Tratamiento 2

ANALISIS DE COSTOS UNITARIOS PARA EL CULTIVO DE PAPA - TRATAMIENTO 2

SUPERFICIE:	1.0 Ha.	LOCALIDAD:	CANAAN
VARIEDAD DE PAPA	Unica	DISTRITO	ANDRES A.CACERES
TECNOLOGIA:	Media	PROVINCIA	HUAMANGA
DENSIDAD DE SIEMBRA	2500 kg.ha ⁻¹	DEPARTAMENTO	AYACUCHO
NIVEL DE ABONAMIENTO (N-P ₂ O ₅ -K ₂ O)	260-123-80	CAMPAÑA AGRICOLA	2022

PARTIDA	DESCRIPCION	EPOCA DE EJECUCION	METRADO		PRECIO UNITARIO S/.	PRECIO PARCIAL S/.	PRESUPUESTO TOTAL S/.
			UNIDAD	CANTIDAD			
	I. COSTOS DIRECTOS						17330.00
01.000	MANO DE OBRA						
01.100	PREPARACION DE TERRENO						50.00
01.101	Limpieza y habilitación de terreno	Primer Mes	Jorn	1.00	50.00	50.00	
01.200	SIEMBRA Y ABONAMIENTO						1200.00
01.201	Selección y Desinfección de tubérculos	Primer Mes	Jorn	2.00	50.00	100.00	
01.202	Mezcla y abonamiento	Primer Mes	Jorn	2.00	50.00	100.00	
01.203	Siembra o distribución de semilla	Primer Mes	Jorn	10.00	50.00	500.00	
01.204	Tapado de tubérculos	Primer Mes	Jorn	10.00	50.00	500.00	
01.300	LABORES CULTURALES						2750.00
01.301	Riegos complementarios (riego por goteo semanal)	Primer - cuarto mes	Jorn	10.00	50.00	500.00	
01.303	Deshierbo	Segundo mes	Jorn	10.00	50.00	500.00	
01.304	Primer control fitosanitario	Segundo mes	Jorn	2.00	50.00	100.00	
01.305	Segundo abonamiento	Tercer mes	Jorn	3.00	50.00	150.00	
01.306	Primer aporque	Segundo mes	Jorn	12.00	50.00	600.00	
01.307	Segundo control fitosanitario	Tercer mes	Jorn	3.00	50.00	150.00	
01.308	Segundo aporque	Tercer mes	Jorn	15.00	50.00	750.00	
01.400	COSECHA						1450.00
01.401	Corte de follaje	Cuarto mes	Jorn	1.00	50.00	50.00	
01.402	Escarbe de los tubérculos	Cuarto mes	Jorn	15.00	50.00	750.00	
01.403	Recojo a mano de los tubérculos	Cuarto mes	Jorn	5.00	50.00	250.00	
01.404	Selección y ensacado de tubérculos	Cuarto mes	Jorn	3.00	50.00	150.00	
01.405	Traslado a almacén de sacos	Cuarto mes	Jorn	5.00	50.00	250.00	
02.000	ALQUILER TRACTOR AGRICOLA						240.00
02.100	PREPARACION DE TERRENO						
02.101	Roturado o aradura	Primer mes	H-m	2.00	60.00	120.00	
02.102	Rastrera cruzada y niveleación	Primer mes	H-m	1.00	60.00	60.00	
02.103	Surcado	Segundo mes	H-m	1.00	60.00	60.00	
03.000	INSUMOS						
03.100	SEMILLA						
03.101	Semilla de papa, categoría certificada Vd. Unica (50 gr)	Primer mes	Kg	2500.00	3.00	7500.00	7500.00
03.200	FERTILIZANTES (230-123-80)						3405.00
03.201	Estiercol de vacuno descompuesto (1.0 t/ha)	Primer mes	Sacos	20.00	15.00	300.00	
03.202	Urea agrícola	Segundo mes	Sacos	11.00	165.00	1815.00	
03.203	Super fosfato triple de calcio	Segundo mes	Sacos	5.00	180.00	900.00	
03.204	Cloruro de potasio	Segundo mes	Sacos	3.00	130.00	390.00	
03.300	PESTICIDAS:						575.00
03.301	Desinfectante (Vitavax-300)	Primer mes	Sobre	1.00	60.00	60.00	
03.302	Insecticida (Cyperclín)	Segundo mes	Lt	2.00	60.00	120.00	
03.303	Fungicida (Antracol 70PM)	Segundo mes	Kg	2.00	60.00	120.00	
03.304	Fungicida (Ridomil Gold Mz 68 WP)	Tercer mes	Kg	2.00	120.00	240.00	
03.305	Adherente (Triple A)	Segundo mes	Lt	1.00	35.00	35.00	
04.000	ANALISIS DE SUELOS						60.00
04.100	Análisis de químico de suelos	Primer mes	Global	1.00	60.00	60.00	
05.000	TRANSPORTE						100.00
05.100	Transporte de insumos hacia la chacra	Primer mes	Global	1.00	100.00	100.00	
	II. COSTOS INDIRECTOS						1039.80
01.000	Asistencia técnica (3% G.D)	Primer - Sexto	Global	1.00	519.90	519.90	
02.000	Gastos Administrativos (2% G.D)	Primer - Sexto	Global	1.00	346.60	346.60	
03.000	Imprevistos (1% G.D.)	Primer - Sexto	Global	1.00	173.30	173.30	

RESUMEN			
COSTOS DIRECTOS		S/.	17330.00
CONSTOS INDIRECTOS		S/.	1039.80
TOTAL DE PRODUCCION		S/.	18369.80

VALORIZACION DE LA PRODUCCION					
Categoría de tubérculo	Cantid Cosech	Prec. Unit.	Valor de		
Papa Primera (mayor a 90 gr)	9275.65	0.95	8811.87		
Papa segunda (60 - 90 gr)	9306.51	0.65	6049.23		
Papa Tercera (40 a 60 gr)	10857.94	0.45	4886.07		

VALOR DE LA PRODUCCION (S/.)	19747.17
-------------------------------------	-----------------

UTILIDAD A FAVOR DEL PRODUCTOR (S/.)	1377.37
---	----------------

INDICE DE RENTABILIDAD	0.07
RENTABILIDAD (%)	7.50

Anexo 3. Costos unitarios de producción. Tratamiento 3

ANALISIS DE COSTOS UNITARIOS PARA EL CULTIVO DE PAPA - TRATAMIENTO 3

SUPERFICIE: 1.0 Ha. LOCALIDAD: CANAAN
 VARIEDAD DE PAPA: Unica DISTRITO: ANDRES A. CACERES
 TECNOLOGIA: Media PROVINCIA: HUAMANGA
 DENSIDAD DE SIEMBRA: 2500 kg.ha⁻¹ DEPARTAMENTO: AYACUCHO
 NIVEL DE ABONAMIENTO (N-P₂O₅-K₂O): 260-123-160 CAMPAÑA AGRICOLA: 2022

PARTIDA	DESCRIPCION	EPOCA DE EJECUCION	METRADO		PRECIO UNITARIO S/.	PRECIO PARCIAL S/.	PRESUPUESTO TOTAL S/.
			UNIDAD	CANTIDAD			
	I. COSTOS DIRECTOS						17590.00
01.000	MANO DE OBRA						
01.100	PREPARACION DE TERRENO						50.00
01.101	Limpieza y habilitación de terreno	Primer Mes	Jorn	1.00	50.00	50.00	
01.200	SIEMBRA Y ABONAMIENTO						1200.00
01.201	Selección y Desinfección de tubérculos	Primer Mes	Jorn	2.00	50.00	100.00	
01.202	Mezcla y abonamiento	Primer Mes	Jorn	2.00	50.00	100.00	
01.203	Siembra o distribución de semilla	Primer Mes	Jorn	10.00	50.00	500.00	
01.204	Tapado de tubérculos	Primer Mes	Jorn	10.00	50.00	500.00	
01.300	LABORES CULTURALES						2750.00
01.301	Riegos complementarios (riego por goteo semanal)	Primer - cuarto mes	Jorn	10.00	50.00	500.00	
01.303	Deshierbo	Segundo mes	Jorn	10.00	50.00	500.00	
01.304	Primer control fitosanitario	Segundo mes	Jorn	2.00	50.00	100.00	
01.305	Segundo abonamiento	Tercer mes	Jorn	3.00	50.00	150.00	
01.306	Primer aporque	Segundo mes	Jorn	12.00	50.00	600.00	
01.307	Segundo control fitosanitario	Tercer mes	Jorn	3.00	50.00	150.00	
01.308	Segundo aporque	Tercer mes	Jorn	15.00	50.00	750.00	
01.400	COSECHA						1450.00
01.401	Corte de follaje	Cuarto mes	Jorn	1.00	50.00	50.00	
01.402	Escarbe de los tubérculos	Cuarto mes	Jorn	15.00	50.00	750.00	
01.403	Recojo a mano de los tubérculos	Cuarto mes	Jorn	5.00	50.00	250.00	
01.404	Selección y ensacado de tubérculos	Cuarto mes	Jorn	3.00	50.00	150.00	
01.405	Traslado a almacén de sacos	Cuarto mes	Jorn	5.00	50.00	250.00	
02.000	ALQUILER TRACTOR AGRICOLA						240.00
02.100	PREPARACION DE TERRENO						
02.101	Roturado o aradura	Primer mes	H-m	2.00	60.00	120.00	
02.102	Rastrera cruzada y niveleación	Primer mes	H-m	1.00	60.00	60.00	
02.103	Surcado	Segundo mes	H-m	1.00	60.00	60.00	
03.000	INSUMOS						
03.100	SEMILLA						
03.101	Semilla de papa, categoría certificada Vd. Unica (50 gr)	Primer mes	Kg	2500.00	3.00	7500.00	7500.00
03.200	FERTILIZANTES (260-123-160)						3665.00
03.201	Estiercol de vacuno descompuesto (1.0 t/ha)	Primer mes	Sacos	20.00	15.00	300.00	
03.202	Urea agrícola	Segundo mes	Sacos	11.00	165.00	1815.00	
03.203	Super fosfato triple de calcio	Segundo mes	Sacos	5.00	180.00	900.00	
03.204	Cloruro de potasio	Segundo mes	Sacos	5.00	130.00	650.00	
03.300	PESTICIDAS:						575.00
03.301	Desinfectante (Vitavax-300)	Primer mes	Sobre	1.00	60.00	60.00	
03.302	Insecticida (Cyberclin)	Segundo mes	Lt	2.00	60.00	120.00	
03.303	Fungicida (Antracol 70PM)	Segundo mes	Kg	2.00	60.00	120.00	
03.304	Fungicida (Ridomil Gold Mz 68 WP)	Tercer mes	Kg	2.00	120.00	240.00	
03.305	Adherente (Triple A)	Segundo mes	Lt	1.00	35.00	35.00	
04.000	ANALISIS DE SUELOS						60.00
04.100	Análisis de químico de suelos	Primer mes	Global	1.00	60.00	60.00	
05.000	TRANSPORTE						100.00
05.100	Transporte de insumos hacia la chacra	Primer mes	Global	1.00	100.00	100.00	
	II. COSTOS INDIRECTOS						1055.40
01.000	Asistencia técnica (3% G.D.)	Primer - Sexto	Global	1.00	527.70	527.70	
02.000	Gastos Administrativos (2% G.D.)	Primer - Sexto	Global	1.00	351.80	351.80	
03.000	Imprevistos (1% G.D.)	Primer - Sexto	Global	1.00	175.90	175.90	

RESUMEN			
COSTOS DIRECTOS			S/. 17590.00
CONSTOS INDIRECTOS			S/. 1055.40
TOTAL DE PRODUCCION			S/. 18645.40

VALORIZACION DE LA PRODUCCION					
Categoría de tuberculo	Cantid Cosech	Prec. Unit.	Valor de		
Papa Primera (mayor a 90 gr)	16255.99	0.95	15443.19		
Papa segunda (60 - 90 gr)	12626.98	0.65	8207.54		
Papa Tercera (40 a 60 gr)	6245.68	0.45	2810.55		
VALOR DE LA PRODUCCION (S/.)					26461.28
UTILIDAD A FAVOR DEL PRODUCTOR (S/.)					7815.88
INDICE DE RENTABILIDAD					0.42
RENTABILIDAD (%)					41.92

Anexo 4. Costos unitarios de producción. Tratamiento 4

ANALISIS DE COSTOS UNITARIOS PARA EL CULTIVO DE PAPA - TRATAMIENTO 4

SUPERFICIE:	1.0 Ha.	LOCALIDAD:	CANAAN
VARIEDAD DE PAPA	Unica	DISTRITO	ANDRES A. CACERES
TECNOLOGIA:	Media	PROVINCIA	HUAMANGA
DENSIDAD DE SIEMBRA	2500 kg.ha ⁻¹	DEPARTAMENTO	AYACUCHO
NIVEL DE ABONAMIENTO (N-P ₂ O ₅ -K ₂ O)	260-123-240	CAMPAÑA AGRICOLA	2022

PARTIDA	DESCRIPCION	EPOCA DE EJECUCION	METRADO		PRECIO UNITARIO S/.	PRECIO PARCIAL S/.	PRESUPUESTO TOTAL S/.
			UNIDAD	CANTIDAD			
	I. COSTOS DIRECTOS						17980.00
01.000	MANO DE OBRA						
01.100	PREPARACION DE TERRENO						50.00
01.101	Limpieza y habilitación de terreno	Primer Mes	Jorn	1.00	50.00	50.00	
01.200	SIEMBRA Y ABONAMIENTO						1200.00
01.201	Selección y Desinfección de tubérculos	Primer Mes	Jorn	2.00	50.00	100.00	
01.202	Mezcla y abonamiento	Primer Mes	Jorn	2.00	50.00	100.00	
01.203	Siembra o distribución de semilla	Primer Mes	Jorn	10.00	50.00	500.00	
01.204	Tapado de tubérculos	Primer Mes	Jorn	10.00	50.00	500.00	
01.300	LABORES CULTURALES						2750.00
01.301	Riegos complementarios (riego por goteo semanal)	Primer - cuarto mes	Jorn	10.00	50.00	500.00	
01.303	Deshierbo	Segundo mes	Jorn	10.00	50.00	500.00	
01.304	Primer control fitosanitario	Segundo mes	Jorn	2.00	50.00	100.00	
01.305	Segundo abonamiento	Tercer mes	Jorn	3.00	50.00	150.00	
01.306	Primer aporque	Segundo mes	Jorn	12.00	50.00	600.00	
01.307	Segundo control fitosanitario	Tercer mes	Jorn	3.00	50.00	150.00	
01.308	Segundo aporque	Tercer mes	Jorn	15.00	50.00	750.00	
01.400	COSECHA						1450.00
01.401	Corte de follaje	Cuarto mes	Jorn	1.00	50.00	50.00	
01.402	Escarbe de los tubérculos	Cuarto mes	Jorn	15.00	50.00	750.00	
01.403	Recojo a mano de los tubérculos	Cuarto mes	Jorn	5.00	50.00	250.00	
01.404	Selección y ensacado de tubérculos	Cuarto mes	Jorn	3.00	50.00	150.00	
01.405	Traslado a almacén de sacos	Cuarto mes	Jorn	5.00	50.00	250.00	
02.000	ALQUILER TRACTOR AGRICOLA						240.00
02.100	PREPARACION DE TERRENO						
02.101	Roturado o aradura	Primer mes	H-m	2.00	60.00	120.00	
02.102	Rastrera cruzada y niveleación	Primer mes	H-m	1.00	60.00	60.00	
02.103	Surcado	Segundo mes	H-m	1.00	60.00	60.00	
03.000	INSUMOS						
03.100	SEMILLA						
03.101	Semilla de papa, categoría certificada Vd. Unica (50 gr)	Primer mes	Kg	2500.00	3.00	7500.00	7500.00
03.200	FERTILIZANTES (260-123-240)						4055.00
03.201	Estiercol de vacuno descompuesto (1.0 t/ha)	Primer mes	Sacos	20.00	15.00	300.00	
03.202	Urea agrícola	Segundo mes	Sacos	11.00	165.00	1815.00	
03.203	Super fosfato triple de calcio	Segundo mes	Sacos	5.00	180.00	900.00	
03.204	Cloruro de potasio	Segundo mes	Sacos	8.00	130.00	1040.00	
03.300	PESTICIDAS:						575.00
03.301	Desinfectante (Vitavax-300)	Primer mes	Sobre	1.00	60.00	60.00	
03.302	Insecticida (Cyperclín)	Segundo mes	Lt	2.00	60.00	120.00	
03.303	Fungicida (Antracol 70PM)	Segundo mes	Kg	2.00	60.00	120.00	
03.304	Fungicida (Ridomil Gold Mz 68 WP)	Tercer mes	Kg	2.00	120.00	240.00	
03.305	Adherente (Triple A)	Segundo mes	Lt	1.00	35.00	35.00	
04.000	ANALISIS DE SUELOS						60.00
04.100	Análisis de químico de suelos	Primer mes	Global	1.00	60.00	60.00	
05.000	TRANSPORTE						100.00
05.100	Transporte de insumos hacia la chacra	Primer mes	Global	1.00	100.00	100.00	
	II. COSTOS INDIRECTOS						1078.80
01.000	Asistencia técnica (3% G.D)	Primer - Sexto	Global	1.00	539.40	539.40	
02.000	Gastos Administrativos (2% G.D)	Primer - Sexto	Global	1.00	359.60	359.60	
03.000	Imprevistos (1% G.D.)	Primer - Sexto	Global	1.00	179.80	179.80	

RESUMEN						
COSTOS DIRECTOS					S/.	17980.00
CONSTOS INDIRECTOS					S/.	1078.80
TOTAL DE PRODUCCION					S/.	19058.80
VALORIZACION DE LA PRODUCCION						
Categoría de tuberculo	Cantid Cosech (kg/ha)	Prec. Unit. (S/.)	Valor de venta (S/.)			
Papa Primera (mayor a 90 gr)	20394.53	0.95	19374.80			
Papa segunda (60 - 90 gr)	8538.28	0.65	5549.88			
Papa Tercera (40 a 60 gr)	4179.17	0.45	1880.63			
VALOR DE LA PRODUCCION (S/.)						26805.31
UTILIDAD A FAVOR DEL PRODUCTOR (S/.)						7746.51
INDICE DE RENTABILIDAD						0.41
RENTABILIDAD (%)						40.65

Anexo 5. Costos unitarios de producción. Tratamiento 5

ANALISIS DE COSTOS UNITARIOS PARA EL CULTIVO DE PAPA - TRATAMIENTO 5

SUPERFICIE:	1.0 Ha.	LOCALIDAD:	CANAAN
VARIEDAD DE PAPA	Unica	DISTRITO	ANDRES A. CACERES
TECNOLOGIA:	Media	PROVINCIA	HUAMANGA
DENSIDAD DE SIEMBRA	2058 kg.ha ⁻¹	DEPARTAMENTO	AYACUCHO
NIVEL DE ABONAMIENTO (N-P ₂ O ₅ -K ₂ O)	260-123-00	CAMPAÑA AGRICOLA	2022

PARTIDA	DESCRIPCION	EPOCA DE EJECUCION	METRADO		PRECIO UNITARIO S/.	PRECIO PARCIAL S/.	PRESUPUESTO TOTAL S/.
			UNIDAD	CANTIDAD			
	I. COSTOS DIRECTOS						15614.00
01.000	MANO DE OBRA						
01.100	PREPARACION DE TERRENO						50.00
01.101	Limpieza y habilitación de terreno	Primer Mes	Jorn	1.00	50.00	50.00	
01.200	SIEMBRA Y ABONAMIENTO						1200.00
01.201	Selección y Desinfección de tubérculos	Primer Mes	Jorn	2.00	50.00	100.00	
01.202	Mezcla y abonamiento	Primer Mes	Jorn	2.00	50.00	100.00	
01.203	Siembra o distribución de semilla	Primer Mes	Jorn	10.00	50.00	500.00	
01.204	Tapado de tubérculos	Primer Mes	Jorn	10.00	50.00	500.00	
01.300	LABORES CULTURALES						2750.00
01.301	Riegos complementarios (riego por goteo semanal)	Primer - cuarto mes	Jorn	10.00	50.00	500.00	
01.303	Deshierbo	Segundo mes	Jorn	10.00	50.00	500.00	
01.304	Primer control fitosanitario	Segundo mes	Jorn	2.00	50.00	100.00	
01.305	Segundo abonamiento	Tercer mes	Jorn	3.00	50.00	150.00	
01.306	Primer aporque	Segundo mes	Jorn	12.00	50.00	600.00	
01.307	Segundo control fitosanitario	Tercer mes	Jorn	3.00	50.00	150.00	
01.308	Segundo aporque	Tercer mes	Jorn	15.00	50.00	750.00	
01.400	COSECHA						1450.00
01.401	Corte de follaje	Cuarto mes	Jorn	1.00	50.00	50.00	
01.402	Escarbe de los tubérculos	Cuarto mes	Jorn	15.00	50.00	750.00	
01.403	Recojo a mano de los tubérculos	Cuarto mes	Jorn	5.00	50.00	250.00	
01.404	Selección y ensacado de tubérculos	Cuarto mes	Jorn	3.00	50.00	150.00	
01.405	Traslado a almacén de sacos	Cuarto mes	Jorn	5.00	50.00	250.00	
02.000	ALQUILER TRACTOR AGRICOLA						240.00
02.100	PREPARACION DE TERRENO						
02.101	Roturado o aradura	Primer mes	H-m	2.00	60.00	120.00	
02.102	Rastra cruzada y niveleación	Primer mes	H-m	1.00	60.00	60.00	
02.103	Surcado	Segundo mes	H-m	1.00	60.00	60.00	
03.000	INSUMOS						
03.100	SEMILLA						
03.101	Semilla de papa, categoría certificada Vd. Unica (50 gr)	Primer mes	Kg	2058.00	3.00	6174.00	6174.00
03.200	FERTILIZANTES (230-123-00)						3015.00
03.201	Estiercol de vacuno descompuesto (1.0 t/ha)	Primer mes	Sacos	20.00	15.00	300.00	
03.202	Urea agrícola	Segundo mes	Sacos	11.00	165.00	1815.00	
03.203	Super fosfato triple de calcio	Segundo mes	Sacos	5.00	180.00	900.00	
03.204	Cloruro de potasio	Segundo mes	Sacos	0.00	130.00	0.00	
03.300	PESTICIDAS:						575.00
03.301	Desinfectante (Vitavax-300)	Primer mes	Sobre	1.00	60.00	60.00	
03.302	Insecticida (Cyberclin)	Segundo mes	Lt	2.00	60.00	120.00	
03.303	Fungicida (Antracol 70PM)	Segundo mes	Kg	2.00	60.00	120.00	
03.304	Fungicida (Ridomil Gold Mz 68 WP)	Tercer mes	Kg	2.00	120.00	240.00	
03.305	Adherente (Triple A)	Segundo mes	Lt	1.00	35.00	35.00	
04.000	ANALISIS DE SUELOS						60.00
04.100	Análisis de químico de suelos	Primer mes	Global	1.00	60.00	60.00	
05.000	TRANSPORTE						100.00
05.100	Transporte de Insumos hacia la chacra	Primer mes	Global	1.00	100.00	100.00	
	II. COSTOS INDIRECTOS						936.84
01.000	Asistencia técnica (3% G.D)	Primer - Sexto	Global	1.00	468.42	468.42	
02.000	Gastos Administrativos (2% G.D)	Primer - Sexto	Global	1.00	312.28	312.28	
03.000	Imprevistos (1% G.D.)	Primer - Sexto	Global	1.00	156.14	156.14	

RESUMEN			
COSTOS DIRECTOS	S/.		15614.00
CONSTOS INDIRECTOS	S/.		936.84
TOTAL DE PRODUCCION		S/.	16550.84

VALORIZACION DE LA PRODUCCION					
Categoría de tuberculo	Cantid Cosech (kg/ha)	Prec. Unit. (S/.)	Valor de venta (S/.)		
Papa Primera (mayor a 90 gr)	8146.35	0.95	7739.04		
Papa segunda (60 - 90 gr)	8533.33	0.65	5546.67		
Papa Tercera (40 a 60 gr)	13869.79	0.45	6241.41		
VALOR DE LA PRODUCCION (S/.)					19527.11

UTILIDAD A FAVOR DEL PRODUCTOR (S/.)	2976.27
---	----------------

INDICE DE RENTABILIDAD	0.18
RENTABILIDAD (%)	17.98

Anexo 6. Costos unitarios de producción. Tratamiento 6

ANALISIS DE COSTOS UNITARIOS PARA EL CULTIVO DE PAPA - TRATAMIENTO 6

SUPERFICIE:	1.0 Ha.	LOCALIDAD:	CANAAN
VARIEDAD DE PAPA	Unica	DISTRITO	ANDRES A. CACERES
TECNOLOGIA:	Media	PROVINCIA	HUAMANGA
DENSIDAD DE SIEMBRA	2058 kg.ha ⁻¹	DEPARTAMENTO	AYACUCHO
NIVEL DE ABONAMIENTO (N-P ₂ O ₅ -K ₂ O)	260-123-80	CAMPAÑA AGRICOLA	2022

PARTIDA	DESCRIPCION	EPOCA DE EJECUCION	METRADO		PRECIO UNITARIO S/.	PRECIO PARCIAL S/.	PRESUPUESTO TOTAL S/.
			UNIDAD	CANTIDAD			
	I. COSTOS DIRECTOS						16004.00
01.000	MANO DE OBRA						
01.100	PREPARACION DE TERRENO						50.00
01.101	Limpieza y habilitación de terreno	Primer Mes	Jorn	1.00	50.00	50.00	
01.200	SIEMBRA Y ABONAMIENTO						1200.00
01.201	Selección y Desinfección de tubérculos	Primer Mes	Jorn	2.00	50.00	100.00	
01.202	Mezcla y abonamiento	Primer Mes	Jorn	2.00	50.00	100.00	
01.203	Siembra o distribución de semilla	Primer Mes	Jorn	10.00	50.00	500.00	
01.204	Tapado de tubérculos	Primer Mes	Jorn	10.00	50.00	500.00	
01.300	LABORES CULTURALES						2750.00
01.301	Riegos complementarios (riego por goteo semanal)	Primer - cuarto mes	Jorn	10.00	50.00	500.00	
01.303	Deshierbo	Segundo mes	Jorn	10.00	50.00	500.00	
01.304	Primer control fitosanitario	Segundo mes	Jorn	2.00	50.00	100.00	
01.305	Segundo abonamiento	Tercer mes	Jorn	3.00	50.00	150.00	
01.306	Primer aporque	Segundo mes	Jorn	12.00	50.00	600.00	
01.307	Segundo control fitosanitario	Tercer mes	Jorn	3.00	50.00	150.00	
01.308	Segundo aporque	Tercer mes	Jorn	15.00	50.00	750.00	
01.400	COSECHA						1450.00
01.401	Corte de follaje	Cuarto mes	Jorn	1.00	50.00	50.00	
01.402	Escarbe de los tubérculos	Cuarto mes	Jorn	15.00	50.00	750.00	
01.403	Recojo a mano de los tubérculos	Cuarto mes	Jorn	5.00	50.00	250.00	
01.404	Selección y ensacado de tubérculos	Cuarto mes	Jorn	3.00	50.00	150.00	
01.405	Traslado a almacén de sacos	Cuarto mes	Jorn	5.00	50.00	250.00	
02.000	ALQUILER TRACTOR AGRICOLA						240.00
02.100	PREPARACION DE TERRENO						
02.101	Roturado o aradura	Primer mes	H-m	2.00	60.00	120.00	
02.102	Rastrera cruzada y niveleación	Primer mes	H-m	1.00	60.00	60.00	
02.103	Surcado	Segundo mes	H-m	1.00	60.00	60.00	
03.000	INSUMOS						
03.100	SEMILLA						
03.101	Semilla de papa, categoría certificada Vd. Unica (50 gr)	Primer mes	Kg	2058.00	3.00	6174.00	6174.00
03.200	FERTILIZANTES (230-123-80)						3405.00
03.201	Estiercol de vacuno descompuesto (1.0 t/ha)	Primer mes	Sacos	20.00	15.00	300.00	
03.202	Urea agrícola	Segundo mes	Sacos	11.00	165.00	1815.00	
03.203	Super fosfato triple de calcio	Segundo mes	Sacos	5.00	180.00	900.00	
03.204	Cloruro de potasio	Segundo mes	Sacos	3.00	130.00	390.00	
03.300	PESTICIDAS:						575.00
03.301	Desinfectante (Vitavax-300)	Primer mes	Sobre	1.00	60.00	60.00	
03.302	Insecticida (Cyperclin)	Segundo mes	Lt	2.00	60.00	120.00	
03.303	Fungicida (Antracol 70PM)	Segundo mes	Kg	2.00	60.00	120.00	
03.304	Fungicida (Ridomil Gold Mz 68 WP)	Tercer mes	Kg	2.00	120.00	240.00	
03.305	Adherente (Triple A)	Segundo mes	Lt	1.00	35.00	35.00	
04.000	ANALISIS DE SUELOS						60.00
04.100	Análisis de químico de suelos	Primer mes	Global	1.00	60.00	60.00	
05.000	TRANSPORTE						100.00
05.100	Transporte de insumos hacia la chacra	Primer mes	Global	1.00	100.00	100.00	
	II. COSTOS INDIRECTOS						960.24
01.000	Asistencia técnica (3% G.D.)	Primer - Sexto	Global	1.00	480.12	480.12	
02.000	Gastos Administrativos (2% G.D.)	Primer - Sexto	Global	1.00	320.08	320.08	
03.000	Imprevistos (1% G.D.)	Primer - Sexto	Global	1.00	160.04	160.04	

RESUMEN			
COSTOS DIRECTOS		S/.	16004.00
CONSTOS INDIRECTOS		S/.	960.24
TOTAL DE PRODUCCION		S/.	16964.24

VALORIZACION DE LA PRODUCCION						
Categoría de tuberculo	Cantid Cosech	Prec. Unit.	Valor de			
Papa Primera (mayor a 90 gr)	13239.01	0.95	12577.06			
Papa segunda (60 - 90 gr)	10648.20	0.65	6921.33			
Papa Tercera (40 a 60 gr)	5558.10	0.45	2501.14			
VALOR DE LA PRODUCCION (S/.)						21999.54
UTILIDAD A FAVOR DEL PRODUCTOR (S/.)						5035.30
INDICE DE RENTABILIDAD						0.30
RENTABILIDAD (%)						29.68

Anexo 7. Costos unitarios de producción. Tratamiento 7

ANALISIS DE COSTOS UNITARIOS PARA EL CULTIVO DE PAPA - TRATAMIENTO 7

SUPERFICIE:	1.0 Ha.	LOCALIDAD:	CANAAN
VARIEDAD DE PAPA	Unica	DISTRITO	ANDRES A. CACERES
TECNOLOGIA:	Media	PROVINCIA	HUAMANGA
DENSIDAD DE SIEMBRA	2058 kg.ha ⁻¹	DEPARTAMENTO	AYACUCHO
NIVEL DE ABONAMIENTO (N-P ₂ O ₅ -K ₂ O)	260-123-160	CAMPAÑA AGRICOLA	2022

PARTIDA	DESCRIPCION	EPOCA DE EJECUCION	METRADO		PRECIO UNITARIO S/.	PRECIO PARCIAL S/.	PRESUPUESTO TOTAL S/.
			UNIDAD	CANTIDAD			
	I. COSTOS DIRECTOS						16264.00
01.000	MANO DE OBRA						
01.100	PREPARACION DE TERRENO						50.00
01.101	Limpieza y habilitación de terreno	Primer Mes	Jorn	1.00	50.00	50.00	
01.200	SIEMBRA Y ABONAMIENTO						1200.00
01.201	Selección y Desinfección de tubérculos	Primer Mes	Jorn	2.00	50.00	100.00	
01.202	Mezcla y abonamiento	Primer Mes	Jorn	2.00	50.00	100.00	
01.203	Siembra o distribución de semilla	Primer Mes	Jorn	10.00	50.00	500.00	
01.204	Tapado de tubérculos	Primer Mes	Jorn	10.00	50.00	500.00	
01.300	LABORES CULTURALES						2750.00
01.301	Riegos complementarios (riego por goteo semanal)	Primer - cuarto mes	Jorn	10.00	50.00	500.00	
01.303	Deshierbo	Segundo mes	Jorn	10.00	50.00	500.00	
01.304	Primer control fitosanitario	Segundo mes	Jorn	2.00	50.00	100.00	
01.305	Segundo abonamiento	Tercer mes	Jorn	3.00	50.00	150.00	
01.306	Primer aporque	Segundo mes	Jorn	12.00	50.00	600.00	
01.307	Segundo control fitosanitario	Tercer mes	Jorn	3.00	50.00	150.00	
01.308	Segundo aporque	Tercer mes	Jorn	15.00	50.00	750.00	
01.400	COSECHA						1450.00
01.401	Corte de follaje	Cuarto mes	Jorn	1.00	50.00	50.00	
01.402	Escarbe de los tubérculos	Cuarto mes	Jorn	15.00	50.00	750.00	
01.403	Recojo a mano de los tubérculos	Cuarto mes	Jorn	5.00	50.00	250.00	
01.404	Selección y ensacado de tubérculos	Cuarto mes	Jorn	3.00	50.00	150.00	
01.405	Traslado a almacen de sacos	Cuarto mes	Jorn	5.00	50.00	250.00	
02.000	ALQUILER TRACTOR AGRICOLA						240.00
02.100	PREPARACION DE TERRENO						
02.101	Roturado o aradura	Primer mes	H-m	2.00	60.00	120.00	
02.102	Rastra cruzada y niveleación	Primer mes	H-m	1.00	60.00	60.00	
02.103	Surcado	Segundo mes	H-m	1.00	60.00	60.00	
03.000	INSUMOS						
03.100	SEMILLA						
03.101	Semilla de papa, categoría certificada Vd. Unica (50 gr)	Primer mes	Kg	2058.00	3.00	6174.00	6174.00
03.200	FERTILIZANTES (260-123-160)						3665.00
03.201	Estiercol de vacuno descompuesto (1.0 t/ha)	Primer mes	Sacos	20.00	15.00	300.00	
03.202	Urea agrícola	Segundo mes	Sacos	11.00	165.00	1815.00	
03.203	Super fosfato triple de calcio	Segundo mes	Sacos	5.00	180.00	900.00	
03.204	Cloruro de potasio	Segundo mes	Sacos	5.00	130.00	650.00	
03.300	PESTICIDAS:						575.00
03.301	Desinfectante (Vitavax-300)	Primer mes	Sobre	1.00	60.00	60.00	
03.302	Insecticida (Cyperclín)	Segundo mes	Lt	2.00	60.00	120.00	
03.303	Fungicida (Antracol 70PM)	Segundo mes	Kg	2.00	60.00	120.00	
03.304	Fungicida (Ridomil Gold Mz 68 WP)	Tercer mes	Kg	2.00	120.00	240.00	
03.305	Adherente (Triple A)	Segundo mes	Lt	1.00	35.00	35.00	
04.000	ANALISIS DE SUELOS						60.00
04.100	Análisis de químico de suelos	Primer mes	Global	1.00	60.00	60.00	
05.000	TRANSPORTE						100.00
05.100	Transporte de Insumos hacia la chacra	Primer mes	Global	1.00	100.00	100.00	
	II. COSTOS INDIRECTOS						975.84
01.000	Asistencia técnica (3% G.D)	Primer - Sexto	Global	1.00	487.92	487.92	
02.000	Gastos Administrativos (2% G.D)	Primer - Sexto	Global	1.00	325.28	325.28	
03.000	Imprevistos (1% G.D.)	Primer - Sexto	Global	1.00	162.64	162.64	

RESUMEN						
COSTOS DIRECTOS					S/.	16264.00
CONSTOS INDIRECTOS					S/.	975.84
TOTAL DE PRODUCCION					S/.	17239.84
VALORIZACION DE LA PRODUCCION						
Categoría de tuberculo	Cantid Cosech (kg/ha)	Prec. Unit. (S/.)	Valor de venta (S/.)			
Papa Primera (mayor a 90 gr)	20750.52	0.95	19712.99			
Papa segunda (60 - 90 gr)	6841.67	0.65	4447.08			
Papa Tercera (40 a 60 gr)	4426.04	0.45	1991.72			
VALOR DE LA PRODUCCION (S/.)						26151.80
UTILIDAD A FAVOR DEL PRODUCTOR (S/.)						8911.96
INDICE DE RENTABILIDAD						0.52
RENTABILIDAD (%)						51.69

Anexo 8. Costos unitarios de producción. Tratamiento 8

ANALISIS DE COSTOS UNITARIOS PARA EL CULTIVO DE PAPA - TRATAMIENTO 8

SUPERFICIE:	1.0 Ha.	LOCALIDAD:	CANAAN
VARIEDAD DE PAPA	Unica	DISTRITO	ANDRES A. CACERES
TECNOLOGIA:	Media	PROVINCIA	HUAMANGA
DENSIDAD DE SIEMBRA	2058 kg.ha ⁻¹	DEPARTAMENTO	AYACUCHO
NIVEL DE ABONAMIENTO (N-P ₂ O ₅ -K ₂ O)	260-123-240	CAMPAÑA AGRICOLA	2022

PARTIDA	DESCRIPCION	EPOCA DE EJECUCION	METRADO		PRECIO UNITARIO S/.	PRECIO PARCIAL S/.	PRESUPUESTO TOTAL S/.
			UNIDAD	CANTIDAD			
	I. COSTOS DIRECTOS						16654.00
01.000	MANO DE OBRA						
01.100	PREPARACION DE TERRENO						50.00
01.101	Limpieza y habilitación de terreno	Primer Mes	Jorn	1.00	50.00	50.00	
01.200	SIEMBRA Y ABONAMIENTO						1200.00
01.201	Selección y Desinfección de tubérculos	Primer Mes	Jorn	2.00	50.00	100.00	
01.202	Mezcla y abonamiento	Primer Mes	Jorn	2.00	50.00	100.00	
01.203	Siembra o distribución de semilla	Primer Mes	Jorn	10.00	50.00	500.00	
01.204	Tapado de tubérculos	Primer Mes	Jorn	10.00	50.00	500.00	
01.300	LABORES CULTURALES						2750.00
01.301	Riegos complementarios (riego por goteo semanal)	Primer - cuarto mes	Jorn	10.00	50.00	500.00	
01.303	Deshierbo	Segundo mes	Jorn	10.00	50.00	500.00	
01.304	Primer control fitosanitario	Segundo mes	Jorn	2.00	50.00	100.00	
01.305	Segundo abonamiento	Tercer mes	Jorn	3.00	50.00	150.00	
01.306	Primer aporque	Segundo mes	Jorn	12.00	50.00	600.00	
01.307	Segundo control fitosanitario	Tercer mes	Jorn	3.00	50.00	150.00	
01.308	Segundo aporque	Tercer mes	Jorn	15.00	50.00	750.00	
01.400	COSECHA						1450.00
01.401	Corte de follaje	Cuarto mes	Jorn	1.00	50.00	50.00	
01.402	Escarbe de los tubérculos	Cuarto mes	Jorn	15.00	50.00	750.00	
01.403	Recojo a mano de los tubérculos	Cuarto mes	Jorn	5.00	50.00	250.00	
01.404	Selección y ensacado de tubérculos	Cuarto mes	Jorn	3.00	50.00	150.00	
01.405	Traslado a almacen de sacos	Cuarto mes	Jorn	5.00	50.00	250.00	
02.000	ALQUILER TRACTOR AGRICOLA						240.00
02.100	PREPARACION DE TERRENO						
02.101	Roturado o aradura	Primer mes	H-m	2.00	60.00	120.00	
02.102	Rastra cruzada y niveleación	Primer mes	H-m	1.00	60.00	60.00	
02.103	Surcado	Segundo mes	H-m	1.00	60.00	60.00	
03.000	INSUMOS						
03.100	SEMILLA						
03.101	Semilla de papa, categoría certificada Vd. Unica (50 gr)	Primer mes	Kg	2058.00	3.00	6174.00	6174.00
03.200	FERTILIZANTES (260-123-240)						4055.00
03.201	Estiercol de vacuno descompuesto (1.0 t/ha)	Primer mes	Sacos	20.00	15.00	300.00	
03.202	Urea agrícola	Segundo mes	Sacos	11.00	165.00	1815.00	
03.203	Super fosfato triple de calcio	Segundo mes	Sacos	5.00	180.00	900.00	
03.204	Cloruro de potasio	Segundo mes	Sacos	8.00	130.00	1040.00	
03.300	PESTICIDAS:						575.00
03.301	Desinfectante (Vitavax-300)	Primer mes	Sobre	1.00	60.00	60.00	
03.302	Insecticida (Cyperclin)	Segundo mes	Lt	2.00	60.00	120.00	
03.303	Fungicida (Antracol 70PM)	Segundo mes	Kg	2.00	60.00	120.00	
03.304	Fungicida (Ridomil Gold Mz 68 WP)	Tercer mes	Kg	2.00	120.00	240.00	
03.305	Adherente (Triple A)	Segundo mes	Lt	1.00	35.00	35.00	
04.000	ANALISIS DE SUELOS						60.00
04.100	Análisis de químico de suelos	Primer mes	Global	1.00	60.00	60.00	
05.000	TRANSPORTE						100.00
05.100	Transporte de Insumos hacia la chacra	Primer mes	Global	1.00	100.00	100.00	
	II. COSTOS INDIRECTOS						999.24
01.000	Asistencia técnica (3% G.D)	Primer - Sexto	Global	1.00	499.62	499.62	
02.000	Gastos Administrativos (2% G.D)	Primer - Sexto	Global	1.00	333.08	333.08	
03.000	Imprevistos (1% G.D.)	Primer - Sexto	Global	1.00	166.54	166.54	

RESUMEN						
COSTOS DIRECTOS					S/.	16654.00
CONSTOS INDIRECTOS					S/.	999.24
TOTAL DE PRODUCCION					S/.	17653.24
VALORIZACION DE LA PRODUCCION						
Categoría de tuberculo	Cantid Cosech (kg/ha)	Prec. Unit. (S/.)	Valor de venta (S/.)			
Papa Primera (mayor a 90 gr)	26069.62	0.95	24766.14			
Papa segunda (60 - 90 gr)	5778.99	0.65	3756.35			
Papa Tercera (40 a 60 gr)	2902.49	0.45	1306.12			
VALOR DE LA PRODUCCION (S/.)						29828.60
UTILIDAD A FAVOR DEL PRODUCTOR (S/.)						12175.36
INDICE DE RENTABILIDAD						0.69
RENTABILIDAD (%)						68.97

Anexo 9. Análisis de suelo del campo experimental



MULTISERVICIOS AGROLAB
INGENIEROS TRABAJANDO POR UN AGRO SOSTENIBLE
 LABORATORIO DE ANÁLISIS DE SUELOS, PLANTAS, AGUAS Y FERTILIZANTES
ANÁLISIS DE SUELOS : CARACTERIZACIÓN

ASESORÍA Y CAPACITACIÓN EN:

- EVALUACIÓN Y MUESTREO DE SUELOS.
- INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS DEL ANÁLISIS AGRÍCOLA.
- USO, MANEJO Y CONSERVACIÓN DE SUELOS.
- ESTUDIOS DE IMPACTO AMBIENTAL.
- AGRICULTURA SUSTENTABLE.

1052209

Solicitante: Sr. Moises Palomino Capcha

Departamento: Ayacucho **Provincia:** Huamanga **Distrito:** San Juan Bautista

Fecha: 17/03/2021

Numero de muestra		pH (1:1)	C.E. dS.m ⁻¹	CO ₃ ²⁻ %	Mg %	MO %	P ppm	K ppm	Análisis Mecánico			Clase Textural	CIC	Cationes cambiabiles					-% Sat. De Bases
Lab	Campo								Arena	Limo	Arcilla			Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	K ⁺	Na ⁺	Al ⁺⁺ + H ⁺	
8323	Cañón	6.92	0.10	0.00	0.17	3.40	18.98	312	52	19	29	Fr.Ar.A.	24.43	17.30	5.03	1.61	0.50	0.00	100


Ph. D. MARILENN CERDA GOMEZ
 Responsable de Laboratorio

A = arena, A.Fr = Arena franca; Fr.A. = Franco arenoso; Fr = Franco; Fr.L = Franco limoso; L = Limoso; FrArA = Franco arcillo arenoso; FrAr = Franco arcilloso; FrArL = Franco arcillo limoso; ArA = Arcillo arenoso; ArL = Arcillo limoso; Ar = Arcilloso.

Urb. Mariscal Cáceres Mz. "G-12" - Ayacucho / ☎ (066) 312049 - 📠 966938028 - 966631889 / RPM: *758028; *751889 / 📞 982781298 ✉ agrolab01@yahoo.es

Anexo 10. Panel fotográfico



Figura 01. Selección de tubérculos semilla variedad Única, con brotes múltiples y vigorosos.



Figura 02. Siembra de los tubérculos de papa, a una distancia entre surcos de 0.80m. tratamientos con distancias entre golpes a 0.25 m y otro tratamiento con distancia entre golpes a 0.30 m.



Figura 03. Deshierbo y control de malezas anterior al aporque.



Figura 04. Requerimiento hídrico de las plantas de papa, riego por goteo.



Figura 05. Labor cultural del aporque a las plantas de papa.



Figura 06. Cohecha de tubérculos maduros de papa, observándose plantas secas y marchitadas.



Figura 07. Evaluación del rendimiento de la producción y posterior almacenamiento.

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS
Bach. MOISES VICENTE PALOMINO CAPCHA

R.D. N° 196-2024-UNSCH-FCA-D

En la ciudad de Ayacucho a los dieciséis días del mes de agosto del año dos mil veinticuatro, siendo las diez con treinta horas, se reunieron en el auditorio de la Facultad de Ciencias Agrarias, bajo la presidencia del M.Sc. Alex Lázaro Tineo Bermúdez Decano (e) de la Facultad de Ciencias Agrarias; los miembros del jurado conformado por M.Sc. Alex Lázaro Tineo Bermúdez, M.Sc. Walter Augusto Mateu Mateo como asesor, M.Sc. Alejandro Camasca Vargas y el M.Sc. Fortunato Álvarez Aquise; actuando como secretario de actas el Mtro. Rodolfo Alca Mendoza, para recibir la sustentación de la Tesis titulado: **Densidad de siembra y dosis de potasio en el rendimiento de papa (*Solanum tuberosum*) var, Unica. Canaán 2750 msnm - Ayacucho**, para obtener el Título Profesional de Ingeniero Agrónomo presentado por el Bachiller **MOISES VICENTE PALOMINO CAPCHA**.

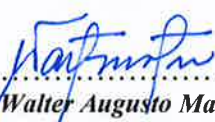
El señor Decano (e), previa verificación de los documentos exigidos solicitó se proceda con la sustentación y posterior defensa de la tesis en un periodo de cuarenta y cinco minutos de acuerdo al reglamento de grados y títulos vigente. Terminado la exposición, los miembros del Jurado, formularon sus preguntas, aclaraciones y/o observaciones correspondientes. Luego se invito a los miembros del jurado pasar a otra aula para la deliberación y calificación del trabajo de tesis, teniendo el siguiente resultado:

Jurado evaluador	Exposición	Respuestas a las preguntas	Generación de conocimiento	Promedio
M.Sc. Alex Lázaro Tineo Bermúdez	15	16	17	16
M.Sc. Walter Augusto Mateu Mateo	15	15	15	15
M.Sc. Alejandro Camasca Vargas	17	16	16	16
M.Sc. Fortunato Álvarez Aquise	16	16	16	16
PROMEDIO GENERAL				16

Acto seguido se invita al sustentante y publico en general para dar a conocer el resultado final. Firman el acta.



.....
M.Sc. Alex Lázaro Tineo Bermúdez
Presidente



.....
M.Sc. Walter Augusto Mateu Mateo
Asesor



.....
M.Sc. Alejandro Camasca Vargas
Jurado



.....
M.Sc. Fortunato Álvarez Aquise
Jurado



.....
Mtro. Rodolfo Alca Mendoza
Secretario Docente



UNSCH

FACULTAD DE CIENCIAS
AGRARIAS

CONSTANCIA DE CONTROL DE ORIGINALIDAD DE TRABAJO DE TESIS

El que suscribe coordinador responsable de la valoración y verificación de originalidad de los trabajos de investigación y de tesis de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, designado mediante la RCF N° 005-2024-UNSCH-FCA-CF; hace constar que el trabajo de tesis titulado;

Densidad de siembra y dosis de potasio en el rendimiento de papa (*Solanum tuberosum*) var, Única. Canaán 2750 msnm – Ayacucho

Autor : Moises Vicente PALOMINO CAPCHA
Asesor : Walter Augusto MATEU MATEO

Ha sido sometido al control de originalidad mediante el software TURNITIN UNSCH, acorde al Reglamento de originalidad de trabajos de investigación, aprobado mediante RCU N° 039-2021-UNSCH-CU, y RCU N° 1530-2023-UNSCH-CU, emitiendo un resultado de **veintiuno (21 %)** de índice de similitud, realizado con **depósito de trabajos estándar**.

En consecuencia, se otorga la presente Constancia de Originalidad para los fines pertinentes.

Nota: Se adjunta el resultado con Identificador de la entrega: 2504248765

Ayacucho, 31 de octubre de 2024

UNIVERSIDAD NACIONAL DE
SAN CRISTÓBAL DE HUAMANGA
Facultad de Ciencias Agrarias
Dr. Yuri Gálvez Gastelú
Coordinador de Control de originalidad de
trabajo de investigación y tesis - FCA

Densidad de siembra y dosis de potasio en el rendimiento de papa (*Solanum tuberosum*) var, Única. Canaán 2750 msnm – Ayacucho

por MOISES VICENTE PALOMINO CAPCHA

Fecha de entrega: 31-oct-2024 03:20p.m. (UTC-0500)

Identificador de la entrega: 2504248765

Nombre del archivo: TESIS_MOISES_VICENTE_PALOMINO_CAPCHA.docx (18.78M)

Total de palabras: 24641

Total de caracteres: 128354

Densidad de siembra y dosis de potasio en el rendimiento de papa (*Solanum tuberosum*) var, Única. Canaán 2750 msnm – Ayacucho

INFORME DE ORIGINALIDAD

21 %

INDICE DE SIMILITUD

20 %

FUENTES DE INTERNET

5 %

PUBLICACIONES

11 %

TRABAJOS DEL
ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	Submitted to Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga Trabajo del estudiante	5 %
2	repositorio.unsch.edu.pe Fuente de Internet	3 %
3	hdl.handle.net Fuente de Internet	2 %
4	repositorio.uncp.edu.pe Fuente de Internet	1 %
5	repositorio.lamolina.edu.pe Fuente de Internet	1 %
6	revistas.unsch.edu.pe Fuente de Internet	1 %
7	repositorio.unasam.edu.pe Fuente de Internet	1 %
8	Lucas Alves de Almeida. "Produtividade e variáveis biométricas e tecnológicas da	1 %

cultura de cana-energia em função da adubação potássica, no terceiro ciclo de cultivo", Universidade de São Paulo. Agência de Bibliotecas e Coleções Digitais, 2024

Publicación

9	cipotato.org Fuente de Internet	1 %
10	docplayer.es Fuente de Internet	<1 %
11	www.gob.pe Fuente de Internet	<1 %
12	revistas.utb.edu.ec Fuente de Internet	<1 %
13	repositorio.unsa.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
14	tesis.ucsm.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
15	dspace.esPOCH.edu.ec Fuente de Internet	<1 %
16	repositorio.inia.gob.pe Fuente de Internet	<1 %
17	revistas.unicordoba.edu.co Fuente de Internet	<1 %
18	documentop.com Fuente de Internet	<1 %

19	www.fontagro.org Fuente de Internet	<1 %
20	repositorio.uta.edu.ec Fuente de Internet	<1 %
21	repositorio.unica.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
22	repositorio.umsa.bo Fuente de Internet	<1 %
23	Submitted to Universidad Nacional de Educacion Enrique Guzman y Valle Trabajo del estudiante	<1 %
24	repositorio.unap.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
25	repositorio.unjbg.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
26	repositorio.unc.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
27	library.ciat.cgiar.org Fuente de Internet	<1 %
28	agronoticias.pe Fuente de Internet	<1 %
29	repositorio.utn.edu.ec Fuente de Internet	<1 %

30

pointandina.pe

Fuente de Internet

<1 %

31

repositorio.undac.edu.pe

Fuente de Internet

<1 %

32

repositorio.unsaac.edu.pe

Fuente de Internet

<1 %

33

revistabionatura.com

Fuente de Internet

<1 %

34

agropprodbiblioteca.blogspot.com

Fuente de Internet

<1 %

35

renati.sunedu.gob.pe

Fuente de Internet

<1 %

36

repositorio.unab.edu.pe

Fuente de Internet

<1 %

Excluir citas

Activo

Excluir coincidencias < 30 words

Excluir bibliografía

Activo

Densidad de siembra y dosis de potasio en el rendimiento de papa (*Solanum tuberosum*) var, Única. Canaán 2750 msnm – Ayacucho

Área de investigación: Medio Ambiente
Línea de investigación: Sistemas de Producción Agrícola
Moises Vicente Palomino Capcha
moises.palomino.01@unsch.edu.pe
Walter Augusto Mateu Mateo
walter.mateu@unsch.edu.pe

RESUMEN

El trabajo de investigación se ejecutó en las parcelas del Centro Experimental Canaán, Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga; ubicado geográficamente a 13°10'06" LS; 74°12'16" LO; y una altitud de 2743 msnm. El material genético evaluado fue la var. UNICA del cultivo de papa, con el objetivo principal de evaluar las densidades de siembra y niveles de potasio que influyen en el rendimiento, en Canaán, Ayacucho; los objetivos específicos fueron: a) Determinar la densidad de siembra que influye en el rendimiento y b) Determinar el nivel de potasio que influye en el rendimiento. La instalación, el manejo agronómico y las evaluaciones se realizaron en función a los objetivos planteados. La investigación se condujo como un experimento estadístico con arreglo factorial (2D*4K) dentro de un Diseño de Bloque Completo Randomizado, evaluándose 2 densidades de siembra (2500 y 2087 kg ha⁻¹) y 4 niveles de abonamiento potásico (00, 80, 160 y 240 kg ha⁻¹); de la combinación de los factores se estableció 8 tratamientos, con 3 repeticiones por tratamiento. Las conclusiones fueron: La densidad de siembra, no demostró influencia en la altura de planta y el número de tallos por planta; sin embargo, una menor densidad de siembra (2083 kg.ha⁻¹) favoreció el peso de tubérculos por planta (1.31) y el rendimiento de tubérculos en las categorías primera (17051 kg.ha⁻¹). El abonamiento potásico en dosis altas (240 kg.ha⁻¹) repercutió en el mayor número de tubérculos por planta (6.87); en el peso de tubérculos por planta (1.39) y en el rendimiento de papa, de la categoría primera (23 232.07 kg.ha⁻¹).

Palabra clave: Cultivo de papa, var. Unica, densidad de siembra, abonamiento potásico.

Planting density and potassium dose in the yield of potato (*Solanum tuberosum*) var, Única. Canaan 2750 meters above sea level – Ayacucho

SUMMARY

The research work was carried out on the plots of the Canaán Experimental Center, National University of San Cristóbal de Huamanga; geographically located at 13°10'06" LS; 74°12'16" LO; and an altitude of 2743 meters above sea level. The genetic material evaluated was var. UNICA of potato cultivation, with the main objective of evaluating planting densities and potassium levels that influence yield, in Canaán, Ayacucho; The specific objectives were: a) Determine the planting density that influences yield and b) Determine the potassium level that influences yield. The installation, agronomic management and evaluations were carried out based on the stated objectives. The research was conducted as a statistical experiment with factorial arrangement (2D*4K) within a Randomized Complete Block Design, evaluating 2 planting densities (2500 and 2087 kg ha⁻¹) and 4 levels of potassium fertilization (00, 80, 160 and 240 kg ha⁻¹); From the combination of the factors, 8 treatments were established, with 3 repetitions per treatment. The conclusions were: Planting density did not demonstrate influence on plant height and the number of stems per plant; However, a lower planting density (2083 kg.ha⁻¹) favored the weight of tubers per plant (1.31) and the yield of tubers in the first categories (17051 kg.ha⁻¹). Potassium fertilization in high doses (240 kg.ha⁻¹) resulted in the highest number of tubers per plant (6.87); in the weight of tubers per plant (1.39) and in the potato yield, of the first category (23 232.07 kg.ha⁻¹).

Keyword: Potato cultivation, var. Unique, planting density, potassium fertilization.

I. INTRODUCCIÓN

En la actualidad la producción agrícola tiene como objetivo el incremento de los rendimientos de las cosechas para una población cada vez más necesitados de alimentos; por tanto, el uso de fertilizantes, sea de origen sintético u orgánico, se hace de imperiosa necesidad para garantizar una buena producción y productividad. El uso racional de los fertilizantes sintéticos y los costos que representan este insumo, caracterizan el tipo de sistema de producción, siendo la producción y productividad, uno de los parámetros que justifica su empleo en la producción de cultivos.

Entre los cultivos que necesitan una buena fertilización es la papa, en todo el mundo, y su producción se encuentra entre los cuatro principales alimentos más importantes, ocupando el cuarto lugar detrás del maíz, el trigo y el arroz.

El cultivo de papa (*Solanum tuberosum*) var. Única es un tubérculo de piel roja seleccionada y evaluada por el Centro Internacional de la Papa (CIP), durante siete años, plantado y estudiado en una plétora de ensayos en veinte lugares diferentes. Los agricultores que trabajan con papas lo encuentran atractivo debido a sus rasgos de adaptabilidad de durabilidad y precocidad. Debido a sus diversos hábitats, se encuentran en todo el Perú, desde la costa hasta las montañas. La demanda del mercado es alta y su idoneidad tanto para el consumo en fresco como para el procesamiento en tiras brinda a los productores la oportunidad de ganar más dinero (Gutiérrez-Rosales, et al, 2007).

En el abonamiento el suministro de potasio activa el sistema de autodefensa de la planta; actuando en la formación citoquininas e incrementando la resistencia de la planta a enfermedades, fortaleciendo y lignificando los tejidos que forman el tallo y las raíces contra ataques de “mildiu” y “*Phytophthora*” y previniendo las pudriciones por alta humedad (Barreto, 2020).

Otro aspecto importante en el cultivo de la papa, es la densidad de siembra que se utiliza en el manejo del cultivo, sobre todo por la formación de estolones y tubérculos que son tallos subterráneos y que necesitan el espacio adecuado para poder desarrollarse. Es por ello que el distanciamiento entre surcos y entre plantas debe ser adecuado, dependiendo de la variedad y los objetivos del cultivo.

Según algunas investigaciones, los tubérculos cultivados a partir de plantas con mayor densidad de tallos tienden a ser más pequeños y livianos que los cultivados a partir de plantas con menor densidad. El tamaño promedio de los tubérculos y su tasa de multiplicación disminuyen debido a los tallos densos: De manera similar, la producción es deficiente, Archi (2020).

En las condiciones de la sierra, existe limitada información sobre trabajos de investigación sobre fuentes y niveles de abonamiento y densidades de siembra en el cultivo de papa var. Única, siendo muy genérico las recomendaciones del manejo agronómico para maximizar la producción y productividad del cultivo.

Los agricultores locales se beneficiarán de los hallazgos de este estudio, dedicados a la producción de papa, puedan utilizar las recomendaciones en su actividad agrícola e incrementar su producción y productividad.

Estas razones y la preocupación de producir papa para la industria de la pollería han motivado realizar el presente trabajo experimental, estudiando densidades de siembra y niveles de potasio en la var. Única bajo las condiciones de Canaán a 2750 msnm - Huamanga, Ayacucho; cuyos objetivos son:

Objetivo general

Evaluar la influencia de las densidades de siembra y niveles de potasio en el rendimiento de la papa var. Única en Canaán, Ayacucho.

Objetivos específicos

1. Determinar la influencia en la densidad de siembra en el rendimiento de papa var. Única en Canaán, Ayacucho.
2. Determinar la influencia del nivel de potasio en el rendimiento de papa var. Única en Canaán, Ayacucho.

II. MATERIALES Y MÉTODOS**2.1 De lugar del ensayo****2.1.1 Ubicación del lugar**

El presente estudio se realizó en la Estación Experimental Canaán, que forma parte del Programa de Investigación PICAL en Cultivos Alimentarios de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga y la Escuela Profesional de Agronomía. Específicamente, se encuentra a una altura de 2743 metros sobre el nivel del mar y se puede encontrar a 13° 10'7.42" de Latitud Sur y 74° 12'14.09" de Longitud Oeste. El distrito Andrés Avelino Cáceres, que forma parte de la Provincia de Huamanga y la Región de Ayacucho, es donde se ubica políticamente.

2.1.2. Características climatológicas del lugar de ensayo

El Centro Experimental de Canaán se encuentra en la Zona Subtropical de Estepa Montana Baja (emBs), según la clasificación de HOLDRIDGE (1987). Esta zona se caracteriza por un clima semiárido y una vegetación compuesta por arbustos espinosos (como huarango, opuntia, cabuyas) y árboles típicos de las regiones semiáridas, incluido el molle.

2.2. Materiales y equipos***Materiales utilizados en el ensayo experimental*****a. Material genético de papa**

El material genético utilizado en el ensayo experimental, fue semilla certificada de la variedad UNICA, adquirida de la estación Experimental Canaán INIA. El peso promedio de los tubérculo-semilla fue de 55 g.

b. Herramientas, equipos e instrumentos

- Picos, azadones, mochila fumigadora
- Estacas, cordeles y cintas métricas
- Balanzas
- Tractor agrícola

c. Insumos

- Fertilizantes químicos. Urea agrícola, Superfosfato triple de Calcio, Cloruro de potasio.
- Guano de ovino descompuesto

- Insecticidas: Bronco (alfacipermetrina + clorpirifós)
- Fungicidas: Ridomil (Metalaxyl + Mancozeb)

d. Equipos de recolección y procesamiento de datos

- Equipos multimedia, cámaras digitales
- Software de procesamiento de datos.

2.3. Metodología experimental

Para cumplir con los objetivos y validar la hipótesis del estudio, se ejecutaron secuencialmente todas las actividades, incluida la planificación, ejecución de campo, evaluaciones recomendadas y posterior análisis estadístico.

2.3.1. Metodología del trabajo experimental

a. Diseño experimental

El presente ensayo experimental se condujo dentro del Diseño de Bloque Completo Randomizado (DBCR), con arreglo factorial, estudiándose 2 densidades de siembra ($d_1 = 2500 \text{ kg ha}^{-1}$ y $d_2 = 2087 \text{ kg ha}^{-1}$) y 4 niveles de abonamiento potásico (00, 80, 160 y 240 kg ha^{-1} de K_2O). De la interacción de los factores en estudio, resultó 8 tratamientos con 3 repeticiones por cada tratamiento. En total se condujo 24 unidades experimentales. El Modelo Aditivo Lineal (MAL) del diseño experimental se resume en lo siguiente:

$$Y_{ijk} = \mu + \beta_i + \alpha_j + \tau_k + \alpha_j\tau_k + \epsilon_{ijk}$$

Donde:

Y_{ijk} = Es la observación de la i-ésima repetición en el j-ésimo densidad de siembra y el k-ésimo nivel de abonamiento potásico.

μ = Es la media general

β_i = Es la observación de la i-ésima repetición o bloque.

α_j = Es la observación de la j-ésima densidad de siembra

τ_k = Es la observación del k-ésimo nivel de abonamiento potásico

$\alpha_j\tau_k$ = Es la interacción entre la densidad de siembra y los niveles de abonamiento potásico

ϵ_{ijk} = Es el error o efecto aleatorio de las observaciones.

b. Factores en estudio

En el ensayo experimental se evaluó dos factores, los cuales se describen a continuación:

b.1. Densidad de siembra (D)

d_1 : 2500 kg ha^{-1} de tubérculo-semilla (distanciamiento entre surcos a 80 cm y entre golpes a 25 cm, manejando 50 000 plantas por ha)

d_2 : 2087 kg ha^{-1} de tubérculo-semilla (distanciamiento entre surcos a 80 cm y entre golpes a 30 cm, manejando 41 167 plantas por ha)

b.2. Niveles de abonamiento potásico (K)

k_1 : 00 kg ha^{-1} de K_2O

- k_2 : 80 kg ha⁻¹ de K₂O
 k_3 : 160 kg ha⁻¹ de K₂O
 k_4 : 240 kg ha⁻¹ de K₂O

c. Tratamientos evaluados

Los tratamientos fueron establecidos de acuerdo a la combinación de los factores en estudio conformado por las densidades de siembra y los niveles de abonamientos potásicos, resultando los siguientes tratamientos:

Tratamiento	Combinación de factores
T – 1	Densidad 1 (2500 kg ha ⁻¹) con 00 kg ha ⁻¹ de abonamiento potásico.
T – 2	Densidad 1 (2500 kg ha ⁻¹) con 80 kg ha ⁻¹ de abonamiento potásico.
T – 3	Densidad 1 (2500 kg ha ⁻¹) con 160 kg ha ⁻¹ de abonamiento potásico.
T – 4	Densidad 1 (2500 kg ha ⁻¹) con 240 kg ha ⁻¹ de abonamiento potásico.
T – 5	Densidad 2 (2087 kg ha ⁻¹) con 00 kg ha ⁻¹ de abonamiento potásico.
T – 6	Densidad 2 (2087 kg ha ⁻¹) con 80 kg ha ⁻¹ de abonamiento potásico.
T – 7	Densidad 2 (2087 kg ha ⁻¹) con 160 kg ha ⁻¹ de abonamiento potásico.
T – 8	Densidad 2 (2087 kg ha ⁻¹) con 240 kg ha ⁻¹ de abonamiento potásico.

d. Características del campo experimental

De las parcelas experimentales

- Ancho de parcela : 3.2 m
- Largo de parcela : 6.0 m
- Área de parcela : 19.2 m²
- Distanciamiento entre surcos : 0.8 m
- Distanciamiento entre golpes : 0.3 y 0.25 m (según tratan.)
- Número de unidades experimental: 24.0 unidades

De los bloques

- Ancho del bloque : 25.6 m.
- Largo del bloque : 6.0 m
- Área de cada bloque : 153.6 m²
- Número de bloques : 3.0 unidades
- Número de parcela por bloque : 8.0 unidades
- Distanciamiento entre bloques : 1.0 m
- Área total del experimento : 512.0 m²

2.3.2. Variables evaluadas en el trabajo experimental

a. Variables de precocidad

a.1. Días a la emergencia

En cada unidad experimental, se registró el número de días desde la siembra hasta que más del 50% de los tubérculos plantados exhibieron brotes con hojas completamente desarrolladas en la superficie del suelo.

a.2. Días a la floración

Se registró los días transcurridos desde la siembra hasta que más de 50 % de las plantas de cada unidad experimental presentaron flores abiertas.

a.3. Días a la madurez fisiológica

En cada unidad experimental, se evaluó la duración desde la siembra hasta el punto en que más del 50% de las plantas exhibieron follaje amarillento y produjeron tubérculos maduros de tamaño y peso adecuados.

a.4 Días a la cosecha

El período de cosecha se determinó cuando más del 50% de la población de plantas en cada unidad experimental exhibió hojas y tallos marchitos, y los tubérculos mostraron una condición de "silbido" (piel del tubérculo resistente al pelado manual).

b. Variables de rendimiento**b.1. Altura de planta**

Se midió la altura de un total de diez plantas, seleccionadas al azar de los surcos centrales de cada unidad experimental, cuando las papas alcanzaron la madurez fisiológica. La altura de la planta se determinó tomando una lectura flexométrica desde su base hasta la parte superior de su tallo principal y anotando el resultado en centímetros.

b.2. Número de tallos principales por planta

En el surco central de cada unidad experimental, se eligió 10 plantas al azar y se hizo el conteo del número de tallos en cada planta de papa. Esta evaluación se hizo al momento de la madurez fisiológica.

b.3. Número de tubérculo por planta

Durante la cosecha, se escarbo 10 plantas elegidas al azar, de cada unidad experimental, luego se hizo el conteo de la totalidad de tubérculos por cada planta, descartando aquellos que presentaban daños muy notorios por plagas o enfermedades.

b.4. Pesó de tubérculo por planta (kg)

De las 10 plantas cosechadas, por cada unidad experimental, se hizo el pesaje de la totalidad de tubérculos de cada planta, utilizando una balanza de precisión, cuya capacidad fue de 5 kg. Los datos del pesaje se expresaron en kg.

b.5. Rendimiento de tubérculos (kg ha⁻¹)

Cuando llegó el momento de cosechar las papas, sacamos todas las plantas de cada unidad experimental y colocamos los tubérculos en contenedores, previamente identificados por bloques y tratamientos, para ser trasladados a un ambiente adecuado donde se almaceno los tubérculos cosechados.

La selección y clasificación de tubérculos de los recipientes indicados se realizó de acuerdo con el peso, tamaño y apariencia exterior, que se consideran valiosos comercialmente, con el fin de determinar el pensamiento de cada unidad experimental.

c. Evaluación de la rentabilidad económica del cultivo de papa.

Analizamos los Costos Unitarios de Producción de cada terapia para ver qué tan rentable era económicamente; la valorización se calculó asumiendo el precio de venta de los tubérculos, según categoría, en el mismo campo de cultivo. Para la valorización de la producción, solamente se consideró los tubérculos de la categoría primera y segunda. Se utilizó la siguiente fórmula para calcular el índice de rentabilidad y el porcentaje de rentabilidad:

$$\text{Índice Rentabilidad} = \frac{(\text{Valorización de la producción} - \text{Costo total de producción})}{\text{Costo total de producción}}$$

$$\% \text{ Rentabilidad} = \text{Índice Rentabilidad} \times 100$$

2.3.3. Pruebas estadísticas realizadas

Los datos recopilados de cada evaluación se ingresaron en una hoja de cálculo para su registro. Luego, se ordenaron los promedios de cada evaluación estadística.

Se realizó un análisis de varianza (ANOVA) utilizando una disposición factorial en el Diseño de Bloques Completos Aleatorizados (DBCR). Usando las pruebas de Fischer a $p = 0.01$ y $p = 0.05$, pudimos establecer la importancia de las causas de la varianza. Se utilizó la prueba de Tukey para determinar si existían diferencias estadísticamente significativas entre los promedios de los efectos simples y los efectos mayores ($p=0,05$). Las pruebas estadísticas se ejecutaron utilizando la versión Windows del programa estadístico SAS, versión 9.0 (versión 13).

III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. Variables de precocidad

En la tabla 3.1 se reporta las distintas etapas fenológicas del cultivo de la papa, expresado en días después de la siembra (dds), en respuesta a factores de precocidad, como la densidad de siembra y las cantidades de fertilizante potásico.

Tabla 3.1

Etapas de fenológicas en días después de la siembra (dds), con influencia de densidades de siembra y niveles de abonamiento potásico, evaluadas como variables de precocidad, en el cultivo de papa. Ayacucho – 2021

Trat.	Factores en estudio	Emergencia		Plena floración		Madurez Fisiológ.		Cosecha	
		dds	Rango	dds	Rango	dds	Rango	dds	Rang
T - 1	d ₁ (2500 kg.ha ⁻¹) con 00 kg ha ⁻¹ de K ₂ O	23	20 - 27	70	68 - 75	105	101 - 108	125	125
T - 2	d ₁ (2500 kg.ha ⁻¹) con 80 kg ha ⁻¹ de K ₂ O	25	21 - 28	68	65 - 74	108	105 - 112	125	125
T - 3	d ₁ (2500 kg.ha ⁻¹) con 160 kg ha ⁻¹ de K ₂ O	24	21 - 26	70	65 - 73	107	104 - 109	125	125
T - 4	d ₁ (2500 kg.ha ⁻¹) con 240 kg ha ⁻¹ de K ₂ O	23	20 - 26	69	67 - 72	105	101 - 108	125	125
T - 5	d ₂ (2083 kg.ha ⁻¹) con 00 kg ha ⁻¹ de K ₂ O	23	21 - 25	71	68 - 74	105	100 - 108	125	125
T - 6	d ₂ (2083 kg.ha ⁻¹) con 80 kg ha ⁻¹ de K ₂ O	22	20 - 25	65	64 - 68	108	104 - 112	125	125
T - 7	d ₂ (2083 kg.ha ⁻¹) con 160 kg ha ⁻¹ de K ₂ O	24	21 - 26	70	68 - 74	107	105 - 109	125	125
T - 8	d ₂ (2083 kg.ha ⁻¹) con 240 kg ha ⁻¹ de K ₂ O	25	22 - 27	71	67 - 75	108	105 - 112	125	125
Promedio		24	20 - 27	69	64 - 75	107	100 - 112	125	125

3.1.1. *Días a la emergencia*

En todos los tratamientos, la emergencia de las plántulas de papa, se presentó a los 23 días después de la siembra (dds), en promedio, con un rango de evaluación entre 20 a 27 días en las unidades experimentales.

3.1.2. *Días a la floración*

En los tratamientos evaluados, la floración, se presentó a los 69 dds, en promedio, cuyo rango de evaluación fue de 64 y 75 dds.

3.1.3. *Días a la madurez fisiológica*

Es evidenciado por el cambio de color del follaje a marrón marchito, se registró a los 107 dds, en promedio, con un rango de evaluación entre 100 a 112 dds.

3.1.4. *Días a la cosecha*

Los resultados obtenidos, el cultivo de la papa, var. Única, se comportó como una variedad precoz; cuyas etapas fenológicas se presentaron casi al mismo tiempo, con una ligera variación en algunos días, la investigación encontró que las variables examinadas, incluida la densidad de siembra y las cantidades de fertilizante potásico, no afectaron significativamente la fenología de la producción de papa.

Gutiérrez, R. O., Espinoza, J. A., & Boniherbale, M. (2007), reporta que el período vegetativo de la var. Única es precoz (70 a 90 dds) en condiciones de trópico alto o Sierra (2.000 a 3.800 msnm) para fines de multiplicación de semilla; menciona también, las características de semi-precoz (90 a 110 dds) en condiciones de trópico bajo como la Costa o los Valles Interandinos (0 a 1 500 msnm).

3.2. **Variables de rendimiento**

3.2.1. *Altura de planta*

La Tabla 3.2 muestra los hallazgos del ANOVA, que demuestran que ni la densidad de siembra ni la interacción del nivel de potasio ni la fuente de variación en los efectos principales son estadísticamente significativas. El Coeficiente de Variabilidad para el ANVA calculado fue de 5.99%, representando valores adecuadas para la prueba estadística realizada.

Tabla 3.2

Análisis de Varianza de la altura de planta bajo influencia de densidades de siembra y niveles de potasio, en el cultivo de papa. Ayacucho – 2021

Fuente de variación	G.L	Suma Cuadrados	Cuadrados Medios	Valor de F	Pr > F	Sign.
Tratamientos	7	114.4674292	16.3524899	1.30	0.3214	N.S
Repeticiones	2	108.7562333	54.3781167	4.31	0.0349	*
Densidad de siembra (d)	1	0.3151042	0.3151042	0.02	0.8767	N.S
Niveles de potasio (k)	3	93.1567458	31.0522486	2.46	0.1057	N.S
Interacción d x k	3	20.9955792	6.9985264	0.55	0.6537	N.S
Error	14	176.7832333	12.6273738			
Total	23	400.0068958				

C.V = 5.99 %

La altura promedio de la planta fue de 59.23 cm, y encontramos que las densidades de siembra y los niveles de potasio no tuvieron un efecto discernible en esta métrica de rendimiento.

Núñez, P. (2016) al evaluar fuentes y dosis de fertilización potásica en el cultivo papa Vd. Unica, reporta una altura máxima de 54.6 cm alcanzado a los 127 días después de la siembra, sin la influencia de las distintas fuentes de abonamiento potásico.

En el presente ensayo, la altura de planta fue superior a lo reportado por Núñez, P. (2016), pero coincidente con la no influencia de niveles de abonamiento potásico en la variable evaluada.

3.2.2. Número de tallos principales por planta

De acuerdo con los resultados del análisis de varianza (ANVA) que se muestran en la Tabla 3.3, ni la interacción entre las densidades de siembra y los niveles de potasio ni las principales fuentes de variación de los efectos son estadísticamente significativas. Se encontró un coeficiente de variación del 8,75% para el ANVA calculado.

Tabla 3.3

Análisis de Varianza del número de tallos por planta, bajo influencia de densidades de siembra y niveles de potasio, en el cultivo de papa. Ayacucho – 2021

Fuente de variación	G.L	Suma Cuadrados	Cuadrados Medios	Valor de F	Pr > F	Sign.
Tratamientos	7	1.41636250	0.20233750	1.69	0.1901	N.S
Repeticiones	2	0.87225833	0.43612917	3.65	0.0530	N.S
Densidad de siembra (d)	1	0.12760417	0.12760417	1.07	0.3189	N.S
Niveles de potasio (k)	3	0.42141250	0.14047083	1.18	0.3543	N.S
Interacción d x k	3	0.86734583	0.28911528	2.42	0.1095	N.S
Error	14	1.67287500	0.11949107			
Total	23	3.96149583				

C.V = 8.75 %

Por los resultados estadísticos, el promedio general del número de tallos por planta fue 3.94, observándose que los niveles de potasio y las densidades de siembra no influyen significativamente en la variable evaluada.

Núñez, P. (2016), al evaluar fuentes de abonamiento potásico en el cultivo de papa, Vd. Unica, reporta un promedio de 4.09 tallos por planta, evaluado a los 170 días después de la siembra. Señala también que los abonamientos potásicos no influyeron en la evaluación realizada. Los valores reportados son algo superiores a los valores del presente trabajo, sin una diferencia bien marcada.

Booth y Shaw (1989, mencionado por Núñez, P. 2016) su argumento es que la cantidad de dominancia apical, el tamaño del tubérculo y la variedad influyen en la determinación del número de tallos principales por planta, que a su vez está determinado por el número de brotes por tubérculo. Los brotes apicales inmaduros comienzan a expandirse cuando el tubérculo de papa se mantiene a una temperatura que minimiza el reposo, mientras que el crecimiento de los otros brotes se detiene. Habrá

pocos tallos primarios en un tubérculo de semilla dominante apical. La eliminación de la dominancia apical durante el almacenamiento de semillas dará como resultado el desarrollo de tallos.

Mendoza y Mosquera (2011, mencionado por Núñez, P. 2016), señala que el recuento de tallos se correlaciona con la edad fisiológica de los tubérculos-semilla. numerosos tallos significan numerosos tubérculos con menor peso individual cuando siembras semillas que son fisiológicamente viejas. Por otro lado, las plantas cultivadas a partir de semillas extremadamente tempranas a menudo tienen menos tubérculos y menos tallos cuando se cosechan.

3.2.3. Número de tubérculos por planta

La Tabla 3.4 muestra los resultados del ANVA, que muestra que el impacto principal de los niveles de potasio es muy significativo. Sin embargo, no hubo significación estadística para las densidades de siembra o la interacción entre las densidades de siembra y los niveles de potasio. Con estos números, podemos realizar una prueba de Tukey para ver qué nivel de potasio afecta el rendimiento de tubérculos por planta. El coeficiente de variación calculado resultó en 5.63 por ciento.

Tabla 3.4

Análisis de Varianza del número de tubérculos por planta, bajo influencia de densidades de siembra y niveles de potasio, en el cultivo de papa. Ayacucho – 2021

Fuente de variación	G.L	Suma Cuadrados	Cuadrados Medios	Valor de F	Pr > F	Sign
Tratamientos	7	3.47958333	0.49708333	3.65	0.0188	**
Repeticiones	2	0.37333333	0.18666667	1.37	0.2860	N.S
Densidad de siembra (d)	1	0.07041667	0.07041667	0.52	0.4839	N.S
Niveles de potasio (k)	3	3.12458333	1.04152778	7.65	0.0029	**
Interacción d x k	3	0.28458333	0.09486111	0.70	0.5694	N.S
Error	14	1.90666667	0.13619048			
Total	23	5.75958333				

C.V = 5.63 %

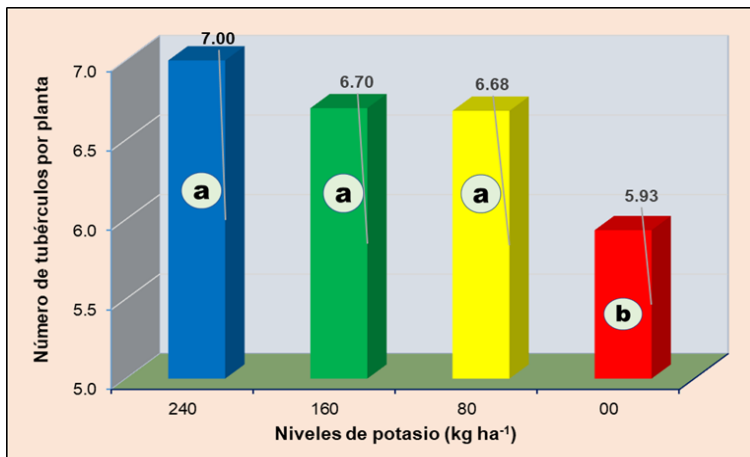
Las diferencias entre promedios del número de tubérculos por planta, analizado mediante la Prueba de Tukey ($p=0.05$) en la figura 3.1, demuestra que, aplicando abonamientos potásicos en niveles de 240, 160 y 80 kg ha⁻¹ se logra 6.87; 6.70 y 6.68 tubérculos por planta, respectivamente, en ausencia de fertilización con potasio, produjo solo 5,93 tubérculos por planta, lo que difirió estadísticamente de los otros resultados.

Estos resultados demuestran que el potasio es un elemento muy esencial para la formación de tubérculos en el cultivo de papa.

Huacho (2010) según la descripción, la cantidad de tubérculos por planta se ve afectada por los niveles y variaciones de potasio. Con un promedio de 8,8 tubérculos por planta y niveles de potasio de 240 kg / ha, el análisis de varianza reveló que las fuentes de potasio eran significativamente diferentes.

Figura 3.1

Prueba de Tukey ($p=0.05$) del número de tubérculos por planta, con distintos niveles de potasio, en el cultivo de papa. Ayacucho – 2021



Núñez, P. (2016), al evaluar fuentes de abonamiento potásico en el cultivo de papa, var. Única, reporta 12.47 tubérculos por planta, abonando con 200 kg ha⁻¹ de Cloruro de potasio; mientras con 200 kg ha⁻¹ de sulfato de potasio logro 11.24 y con 200 kg ha⁻¹ sw sulpomag produjo 12.66 tubérculos por planta.

En el presente ensayo, el número de tubérculos por planta fue inferior a lo reportado por los autores señalados, quizás porque la var. aún no se ha adaptado a las circunstancias específicas del suelo y el clima de la ubicación experimental.

3.2.4. *Peso de tubérculos por planta (kg)*

Según la Tabla 3.5, los hallazgos del ANVA muestran que los impactos primarios de las densidades de siembra y los niveles de potasio son muy significativos. Sin embargo, no pude encontrar ninguna significancia estadística para la interacción entre las dos variables. Se realizó una prueba de Tukey para ver si había discrepancias entre los promedios de la variable evaluada. Se encontró un coeficiente de variación del 9,22%.

Tabla 3.5

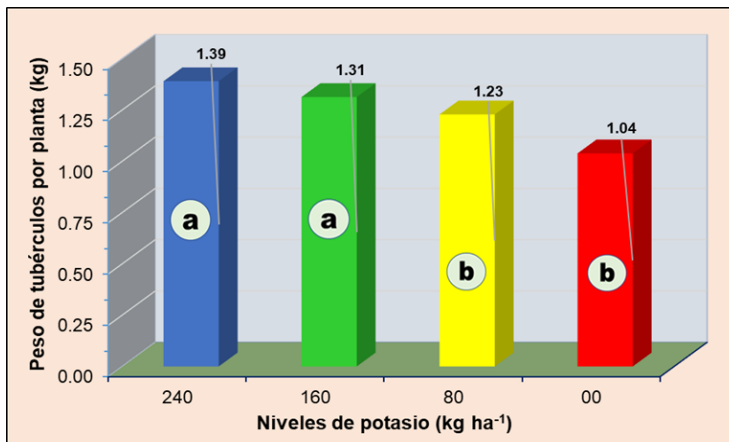
Análisis de Varianza del peso de tubérculos por planta, bajo influencia de densidades de siembra y niveles de potasio, en el cultivo de papa. Ayacucho – 2021

Fuente de variación	G.L	Suma Cuadrados	Cuadrados Medios	Valor de F	Pr > F	Sign
Tratamientos	7	0.48311667	0.06901667	5.18	0.0044	**
Repeticiones	2	0.05770833	0.02885417	2.17	0.1513	N.S
Densidad de siembra (d)	1	0.09626667	0.09626667	7.23	0.0176	**
Niveles de potasio (k)	3	0.33845000	0.11281667	8.48	0.0019	**
Interacción d x k	3	0.04840000	0.01613333	1.21	0.3418	N.S
Error	14	0.18635833	0.01331131			
Total	23	0.72718333				

C.V = 9.22 %

Figura 3.2

Prueba de Tukey ($p=0.05$) del peso de tubérculos por planta, con distintos niveles de potasio, en el cultivo de papa. Ayacucho – 2021



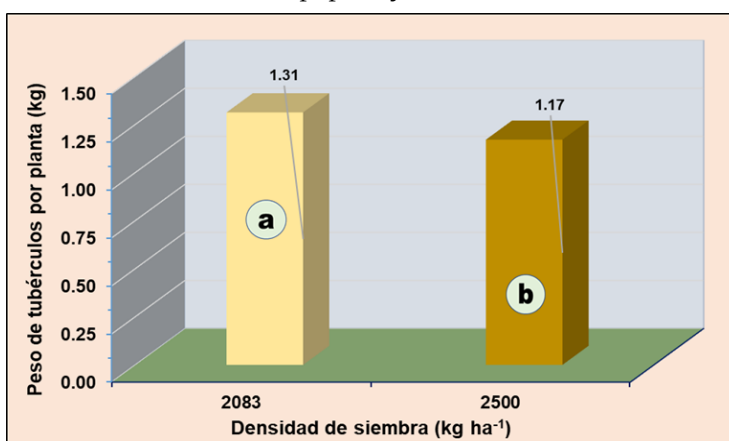
La prueba de Tukey de la Figura 3.2 ($p=0.05$) muestra que no hay diferencias estadísticas entre 1.39 y 1.31 kg de tubérculos por planta cuando se fertilizan con 240 y 160 kg ha⁻¹ de potasio, respectivamente. Sin embargo, cuando se fertilizan con 80 kg ha⁻¹ de potasio y no se fertilizan, los resultados son de 1,23 y 1,04 kg de tubérculos por planta, respectivamente, y no existen diferencias estadísticas entre estos valores; estos dos últimos números se diferencian estadísticamente de los demás.

Las muestras que se ha obtenido se atribuyen a que los niveles de potasio en cantidades de 160 y 240 kg ha⁻¹ influye en el peso de tubérculos por planta de papa, debido a que el potasio ayuda la traslocación de azúcares de hojas hacia los tubérculos.

Barreto (2020), evaluó el rendimiento de la papa mediante la dosificación de potasio y boro aplicado vía foliar, donde obtuvo una respuesta significativa. La variable peso de tubérculos por planta se vio significativamente influenciada por niveles de potasio (7.5 g l⁻¹) y boro (1.5 g) con un peso promedio de 1.44 kg de peso de tubérculo por planta con un rendimiento total de 44,008.78 kg ha⁻¹.

Figura 3.3

Prueba de Tukey ($p=0.05$) del peso de tubérculos por planta, en distintas densidades de siembra, en el cultivo de papa. Ayacucho – 2021



Del mismo modo, la Prueba de Tukey ($p=0.05$) de la figura 3.3, señala que, con una densidad de siembra de 2083 kg ha^{-1} se logra 1.31 kg de tubérculos por planta, demostrando diferencia estadística de 1.17 kg de tubérculos por planta, que se logra con una densidad de 2500 kg ha^{-1} .

Archi, M. (2020), según la investigación, los tratamientos 4 ($0,40 \text{ m} \times 0,40 \text{ m}$) y 2 ($0,20 \text{ m} \times 0,30 \text{ m}$) tuvieron las mayores densidades de plantas, arrojando un promedio de $0,64 \text{ kg}$ por planta y un estimado de $48,3 \text{ kg}$ y $88,8 \text{ kg}$ en un área de 12 m^2 , respectivamente.

Los resultados demuestran que, en el cultivo de papa, var. Única, cuando la densidad de siembra es mayor, los tubérculos producidos son de menor peso; mientras que, a menor densidad de siembra, haya mayor peso de tubérculos por planta. Esta tendencia es similar a los reportados por Archi, M. (2020).

3.2.5. Rendimiento de tubérculos categoría primera en kg ha^{-1}

Tabla 3.6

Análisis de Varianza del rendimiento de papa, categoría primera, bajo influencia de densidades de siembra y niveles de potasio, en el cultivo de papa. Ayacucho – 2021

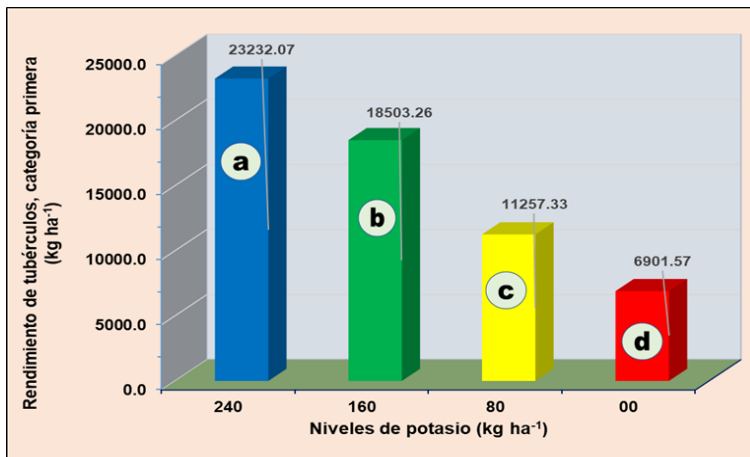
Fuente de variación	G.L	Suma Cuadrados	Cuadrados Medios	Valor de F	Pr > F	Sign
Tratamientos	7	1069245643	152749378	85.20	<.0001	**
Repeticiones	2	15317081.3	7658541	4.27	0.0356	*
Densidad de siembra (d)	1	103615855.1	103615855.1	57.79	<.0001	**
Niveles de potasio (k)	3	957775303.0	319258434.3	178.07	<.0001	**
Interacción d x k	3	7854484.8	2618161.6	1.46	0.2679	N.S
Error	14	25099965	1792855			
Total	23	1109662689				

C.V = 8.94 %

Los resultados del análisis de varianza (ANVA) se muestran en la Tabla 3.6. Se determinó que los principales efectos de las densidades de siembra y los niveles de potasio tenían un alto grado de significación estadística. Sin embargo, no se estableció significación estadística para la interacción entre las dos variables. Con base en los hallazgos, se puede realizar una prueba de Tukey para determinar las diferencias entre los promedios variables evaluados y para determinar la densidad de siembra y el nivel de potasio óptimos para el cultivo de papa, lo que maximizaría la producción de tubérculos (categoría uno). Hubo un coeficiente de variación del 8,94%.

Figura 3.4

Prueba de Tukey ($p=0.05$) del rendimiento de tubérculos de papa, categoría primera, con distintos niveles de potasio, en el cultivo de papa. Ayacucho – 2021



La comparación de promedios, mediante la Prueba de Tukey ($p=0.05$) en la figura 3.4, señala que, aplicando abonamientos potásicos con niveles de 240, 160, 80 y 00 kg ha⁻¹ se logra 23 232.07, 18 503.26, 11 257.33 y 6 901.57 kg ha⁻¹ de tubérculos de papa, categoría primera, respectivamente, sin demostrar diferencias estadísticas entre estos valores.

De los hallazgos presentados de la primera categoría de rendimiento de tubérculos en la agricultura de papa se desprende que, dados los niveles adecuados de fertilizantes nitrogenados y fosforados, los rendimientos de papa aumentan a medida que aumentan los niveles de potasio en la producción de tubérculos.

En el ensayo, el mayor rendimiento de papa, calidad primera, fue 23 232.07 kg ha⁻¹ y se logró con un nivel de abonamiento de 260-123-240 kg ha⁻¹ de N-P₂O₅-K₂O.

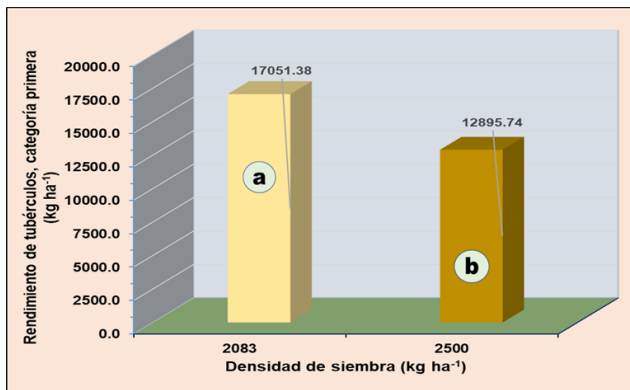
Barreto (2020) realizó evaluaciones de los efectos de la aplicación foliar de potasio y boro en el rendimiento del cultivo de papa, donde obtuvo el rendimiento más alto con los niveles 7.5 gramos por litro de potasio y 1.5 g l⁻¹ de boro, cuyos promedios generales de rendimiento de tubérculos de categoría primera muestran un valor de 26.2 t ha⁻¹.

El testigo presenta resultados mucho menores a los otros tratamientos con dosificación de potasio y boro, bordeando 10 t ha⁻¹.

Al realizar la prueba de Tukey ($p=0.05$) en la figura 3.5, se observa que utilizando una densidad de siembra de 2083 kg ha⁻¹ se logró obtener 17051.38 kg ha⁻¹ de tubérculos de papa, categoría primera, con diferencia estadística de 12895.74 kg ha⁻¹ de tubérculos de papa, que se obtuvo con una densidad de siembra de 2500 kg ha⁻¹.

Figura 3.5

Prueba de Tukey ($p=0.05$) del rendimiento de tubérculos, categoría primera, en distintas densidades de siembra, en el cultivo de papa. Ayacucho – 2021



En otras palabras, menos plantas por unidad de área significa más espacio para que cada planta crezca y florezca, que es exactamente lo que sucede cuando la densidad de siembra es baja, permitiendo a las plantas mayor absorción de nutrientes, humedad y mejor iluminación para la actividad fotosintética, en comparación a mayores densidades de siembra, causando de alguna manera una competencia intraespecífica entre las plantas y perjudicando su productividad.

3.2.6. Rendimiento de tubérculos categoría segunda en kg ha⁻¹

La Tabla 3.7 muestra los resultados del ANVA, que muestran que los principales efectos de las densidades de siembra y los niveles de potasio no son estadísticamente significativos. Sin embargo, la interacción entre estas dos variables es estadísticamente significativa, por lo que fue necesario realizar un ANVA de los efectos simples.

El ANVA de los efectos simples, denotó alta significación para la interacción de densidad de siembra con abonamiento potásico en un nivel de 160 kg ha⁻¹. Así mismo, se encontró alta significación estadística en la interacción entre niveles de potasio con cada uno de las densidades de siembra. El Coeficiente de Variabilidad fue 21.63%.

Tabla 3.7

Análisis de Varianza del rendimiento de papa, categoría segunda, bajo influencia de densidades de siembra y niveles de potasio, en el cultivo de papa. Ayacucho – 2021

Fuente de variación	G.L	Suma Cuadrados	Cuadrados Medios	F-Valor	Pr > F	Sign
Tratamientos	7	105243950.4	15034850.1	4.31	0.0097	**
Repeticiones	2	1661460.13	830730.07	0.24	0.7914	N.S
Densidad de siembra (d)	1	11352262.85	11352262.85	3.25	0.0930	N.S
Niveles de potasio (k)	3	36579149.02	12193049.67	3.49	0.0444	*
Interacción d x k	3	57312538.56	19104179.52	5.47	0.0106	**
Densidad en 00 kg ha ⁻¹ de K	1	4339336.08	4339336.08	1.24	0.2837	N.S
Densidad en 80 kg ha ⁻¹ de K	1	2700198.08	2700198.08	0.77	0.3941	N.S
Densidad en 160 kg ha ⁻¹ de K	1	50204717.69	50204717.69	14.38	0.0020	**
Densidad en 240 kg ha ⁻¹ de K	1	11420549.55	11420549.55	3.27	0.0921	N.S
Niveles de K en d ₁ (50 000 plant ha ⁻¹)	3	53204914.76	17734971.59	5.08	0.0138	*
Niveles de K en d ₂ (50 000 plant ha ⁻¹)	3	40686772.83	13562257.61	3.88	0.0327	*
Error	14	48890682.0	3492191.6			
Total	23	155796092.5				

C.V = 21.63 %

Al realizar la Prueba de Tukey ($p=0.05$) en la figura 3.6, se reporta que aplicando un nivel de abonamiento de 160 kg ha^{-1} , con una densidad de siembra de 2500 kg ha^{-1} se logró obtener $12\,626.98 \text{ kg ha}^{-1}$ de tubérculos de papa, categoría segunda, con diferencia estadística de $6\,841.67 \text{ kg ha}^{-1}$ de tubérculos de papa, que se obtuvo con una densidad de siembra de $2\,083 \text{ kg ha}^{-1}$

Figura 3.6

Prueba de Tukey ($p=0.05$) del rendimiento de tubérculos, categoría segunda, en distintas densidades de siembra con un nivel de 160 kg ha^{-1} de potasio, en el cultivo de papa. Ayacucho – 2021

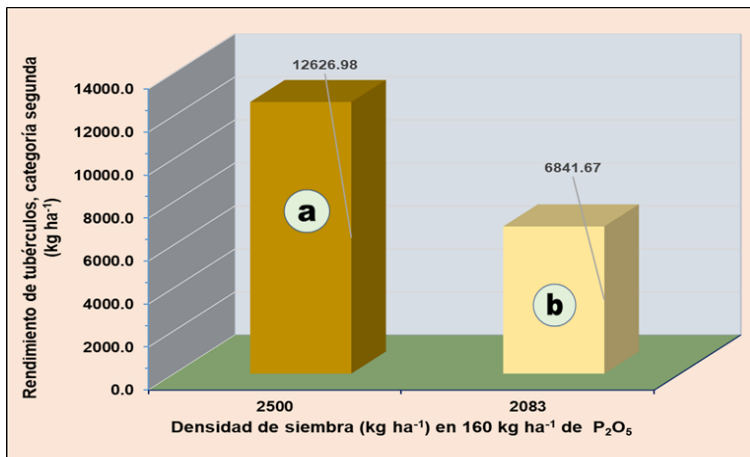
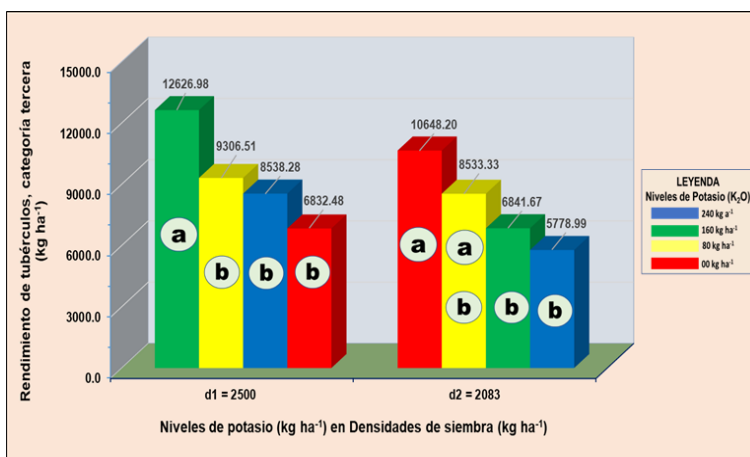


Figura 3.7

Prueba de Tukey ($p=0.05$) del rendimiento de tubérculos, categoría segunda, en distintas densidades de siembra con diferentes niveles de potasio, en el cultivo de papa. Ayacucho – 2021



En la figura 3.7, la Prueba de Tukey ($p=0.05$), demuestra que con una densidad de siembra de $2\,500 \text{ kg ha}^{-1}$ y un nivel de abonamiento potásico de 160 kg ha^{-1} , produce $12\,626.98 \text{ kg ha}^{-1}$ de tubérculos, categoría segunda; diferenciándose estadísticamente de $9\,306.51$; $8\,538.28$ y $6\,832.48 \text{ kg ha}^{-1}$ de tubérculos, que se obtuvo con niveles de potasio de 80 ; 240 ; 00 kg ha^{-1} , respectivamente. Entre estos valores no existe diferencias estadísticas.

De igual manera, se demuestra que con una densidad de siembra de 2 083 kg ha⁻¹ y con un nivel de abonamiento potásico de 00 y 80 kg ha⁻¹, se obtuvo 10 648.20 y 8 533.33 kg ha⁻¹ de tubérculos, categoría segunda, sin diferencias estadísticas entre estos valores. Con un nivel de abonamiento potásico de 160 y 240 kg ha⁻¹, se logró producir 6 841.67 y 5 778.99 kg ha⁻¹, respectivamente, sin diferencias estadísticas.

3.2.7. Rendimiento de tubérculos categoría tercera en kg ha⁻¹

En la Tabla 3.8, podemos ver que el ANVA no muestra ninguna significancia estadística para la densidad de siembra, pero sí proporciona un resultado muy significativo para los niveles de potasio y la interacción entre las densidades de siembra y los niveles de potasio. Estos hallazgos allanan el camino para un análisis de los impactos básicos utilizando ANVA.

Tabla 3.8

Análisis de Varianza del rendimiento de papa, categoría tercera, bajo influencia de densidades de siembra y niveles de potasio, en el cultivo de papa. Ayacucho – 2021

Fuente de variación	G.L	Suma Cuadrados	Cuadrados Medios	F-Valor	Pr > F	Sign
Tratamientos	7	294762183.4	42108883.3	31.36	<.0001	**
Repeticiones	2	5871649.3	2935824.7	2.19	0.1492	N.S
Densidad de siembra (d)	1	3388964.4	3388964.4	2.52	0.1345	N.S
Niveles de potasio (k)	3	201640687.0	67213562.3	50.05	<.0001	**
Interacción d x k	3	89732532.0	29910844.0	22.27	<.0001	**
Densidad en 00 kg ha ⁻¹ de K	1	43577503.2	43577503.2	32.45	<.0001	**
Densidad en 80 kg ha ⁻¹ de K	1	42132509.0	42132509.0	31.37	<.0001	**
Densidad en 160 kg ha ⁻¹ de K	1	4966616.4	4966616.4	3.70	0.0750	N.S
Densidad en 240 kg ha ⁻¹ de K	1	2444867.7	2444867.7	1.82	0.1987	N.S
Niveles de K en d ₁ (50 000 plant ha ⁻¹)	3	74469067.7	24823022.6	18.48	<.0001	**
Niveles de K en d ₂ (50 000 plant ha ⁻¹)	3	216904151.3	72301383.8	53.84	<.0001	**
Error	14	18800837.4	1342917.0			
Total	23	319434670.1				

C.V = 16.40 %

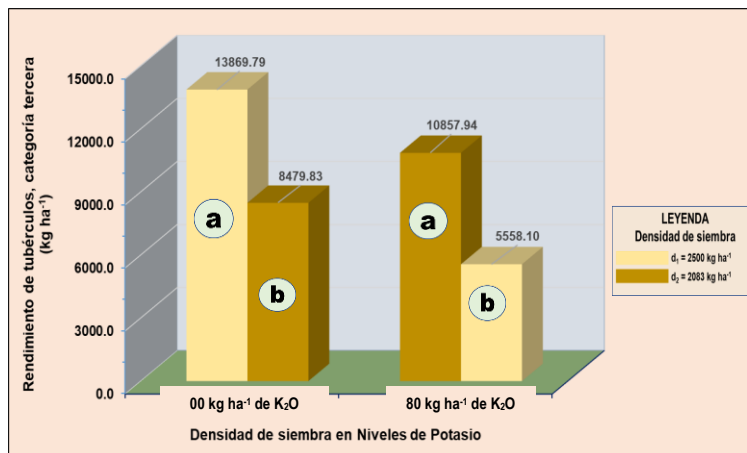
Al realizar un ANVA de los efectos simples, se encontró alta significación para la interacción de densidades de siembra con niveles de abonamiento potásico de 00 y 80 kg ha⁻¹. También se encontró alta significación estadística en la interacción entre niveles de potasio con cada uno de las densidades de siembra. El Coeficiente de Variabilidad fue 16.40%.

La Prueba de Tukey (p=0.05) de la figura 3.8, señala que aplicando un nivel de abonamiento potásico de 00 kg ha⁻¹ y una densidad de siembra de 2 500 kg ha⁻¹ se logró obtener 13 869.79 kg ha⁻¹ de tubérculos de papa, categoría tercera, con diferencia estadística de 8 479.83 kg ha⁻¹ de tubérculos, que se obtuvo con una densidad de siembra de 2 083 kg ha⁻¹.

De igual manera, con un nivel de abonamiento potásico de 80 kg ha⁻¹ y una densidad de siembra de 2083 kg ha⁻¹ se logró obtener 10 857.94 kg ha⁻¹, demostrando diferencia estadística de 5 558.10 kg ha⁻¹, que se obtuvo con una densidad de siembra de 2 500 kg ha⁻¹.

Figura 3.8

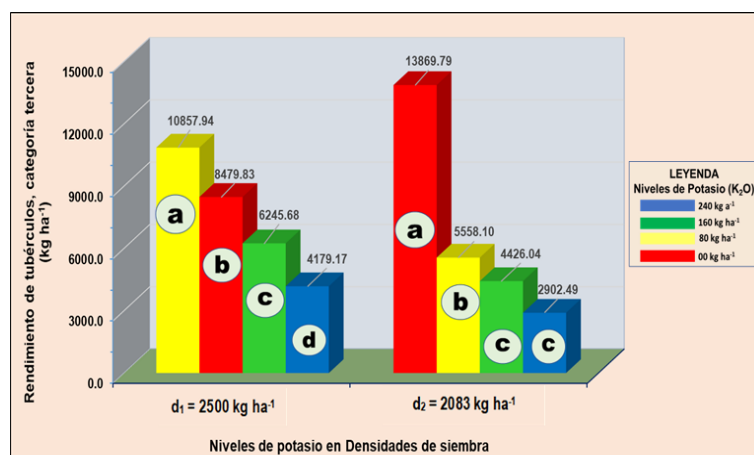
Prueba de Tukey ($p=0.05$) del rendimiento de tubérculos, categoría tercera, en 00 y 80 kg ha⁻¹ de potasio, con distintas densidades de siembra, en el cultivo de papa. Ayacucho – 2021



La Prueba de Tukey ($p=0.05$) de la figura 3.9, reporta que con una densidad de siembra de 2500 kg ha⁻¹ y con niveles de abonamientos potásicos de 80; 00; 160 y 240 kg ha⁻¹, produjeron 10857.94; 8 479.83; 6 245.68 y 4 179.17 kg ha⁻¹ de tubérculos, categoría tercera, respectivamente, con diferencias estadísticas entre estos valores. Así mismo, utilizando una densidad de siembra de 2 083 kg ha⁻¹ y sin abonamiento potásico (00 kg ha⁻¹) se obtuvo 13 869.79 kg ha⁻¹, diferenciándose estadísticamente de 5 558.10 kg ha⁻¹ que se obtuvo con un nivel de 80 kg ha⁻¹ y también con diferencias estadísticas de 4 426.04 y 2 902.49 kg ha⁻¹ de tubérculos, producidos con niveles de potasio de 160 y 240 kg ha⁻¹, respectivamente.

Figura 3.9

Prueba de Tukey ($p=0.05$) del rendimiento de tubérculos, categoría tercera, en distintas densidades de siembra con diferentes niveles de potasio, en el cultivo de papa. Ayacucho – 2021



Díaz, C. (2019), al realizar su trabajo de investigación “Determinación del comportamiento y producción de dos variedades de papa (*Solanum tuberosum* L.) con tres tipos de semilla en la irrigación Zamacola bajo riego por gravedad, Arequipa, 2017”

proporciona información sobre la categorización de tubérculos. Las cosechas de primera clase representan el 63% del rendimiento total de las variedades sembradas con tubérculos, mientras que los rendimientos de segunda y tercera clase son del 27% y 10%, respectivamente. La variedad Kanchan usa el mismo tipo de semilla que las demás, pero los porcentajes de calidad primero, segundo y tercero son del 65%, 19% y 15%, respectivamente. Con una variación del 5% entre los tipos de semillas, la variedad Canchan sembrada con tuberculillo tuvo un 59% de primera calidad y un 24% de segunda calidad.

Estrada (2013) en su estudio realizado titulado “Momento del Aporque en la Producción de papa (*Solanum tuberosum*) cv. “Única” Bajo el Sistema de Riego por Goteo en Zona Árida” obtiene 25.3 Tn/ha de calibre primera, el cual representa el 58 % de su rendimiento total. Así mismo el 25% de su producción equivalente a 11 toneladas es de calibre segunda y la diferencia tercera.

3.3. Rentabilidad de la producción

Los resultados del análisis de rentabilidad calculadas en la tabla 3.9, demuestran que con una densidad de siembra de 2083 kg ha⁻¹ y aplicando un nivel de abonamiento potásico de 240 kg ha⁻¹ (Tratamiento 8) se logra un índice de rentabilidad de 0.69, con una rentabilidad de 68.97%, y una utilidad económica a favor del productor de S/. 12175.36 soles por ha.

Así mismo, con una densidad de siembra de 2083 kg ha⁻¹ y con un nivel de abonamiento potásico de 160 kg ha⁻¹ (Tratamiento 7), se alcanzó un índice de rentabilidad de 0.52, una rentabilidad de 51.69 % y una utilidad económica a favor del productor de S/. 8911.96 soles por ha. De igual forma, los Tratamientos 3 y 4, demuestran una rentabilidad superior al 30%, considerada aceptable económicamente.

Tabla 3.9

Análisis de rentabilidad de la producción de tubérculos, bajo influencia de densidades de siembra y niveles de potasio, en el cultivo de papa. Ayacucho – 2021

Trat	Combinación de factores en estudio	Costo de Producción (S/.)	Valorización Producción (S/.)	Utilidad del Productor (S/.)	Índice Rentab.	Rentab. (%)
T - 8	d ₂ (2058 kg ha ⁻¹) con 240 kg ha ⁻¹ de K ₂ O	17653.24	29828.60	12175.36	0.69	68.97
T - 7	d ₂ (2058 kg ha ⁻¹) con 160 kg ha ⁻¹ de K ₂ O	17239.84	26151.80	8911.96	0.52	51.69
T - 3	d ₁ (2500 kg ha ⁻¹) con 160 kg ha ⁻¹ de K ₂ O	18645.40	26461.28	7815.88	0.42	41.92
T - 4	d ₁ (2500 kg ha ⁻¹) con 240 kg ha ⁻¹ de K ₂ O	19058.80	26805.31	7746.51	0.41	40.65
T - 6	d ₂ (2058 kg ha ⁻¹) con 80 kg ha ⁻¹ de K ₂ O	16964.24	21999.54	5035.30	0.30	29.68
T - 5	d ₂ (2058 kg ha ⁻¹) con 00 kg ha ⁻¹ de K ₂ O	16550.84	19527.11	2976.27	0.18	17.98
T - 2	d ₁ (2500 kg ha ⁻¹) con 80 kg ha ⁻¹ de K ₂ O	18369.80	19747.17	1377.37	0.07	7.50
T - 1	d ₁ (2500 kg ha ⁻¹) con 00 kg ha ⁻¹ de K ₂ O	17956.40	13630.99	-4325.41	-0.24	-24.09

En los Tratamientos 6, 5 y 2, la rentabilidad fue menor a 30%, constituyéndose una actividad productiva económicamente no expectante. Por ningún motivo se recomienda la producción de papa, Vd. Única, utilizando una densidad de siembra de 2500 kg ha⁻¹ y sin abonamiento potásico (Tratamiento 1), porque su rentabilidad fue

negativa (-24.09 %) generando una pérdida económica de S/. 4325.41 soles por ha. para el productor.

Archi, M. (2020), desde la perspectiva de la relación beneficio/costo, señala que los cuatro tratamientos tienen coeficientes superiores a 1, lo que indica que los ingresos superan los costos. De estos, destaca el tratamiento 1 (20 cm x 20 cm) con un coeficiente de 2.14, lo que significa que por cada S/. 1.00 invertido, recibes una ganancia de S/.1.14. Le sigue el tratamiento 2 (20 cm x 30 cm) con un coeficiente de 1,76, arrojando una ganancia de S/.0.76.

CONCLUSIONES

1. Con relación a la densidad de siembra, en el cultivo de papa var. Única, no demostró influencia para la altura de planta y el número de tallos por planta; sin embargo, una menor densidad de siembra (2083 kg ha⁻¹) favoreció el peso de tubérculos por planta (1.31 kg por planta) y el rendimiento de tubérculos en las categorías primera (17051 kg ha⁻¹).
2. El abonamiento con niveles de potasio en dosis altas (240 kg ha⁻¹) repercutió en el mayor número de tubérculos por planta (6.87); en el peso de tubérculos por planta (1.39) y en el rendimiento de papa, de la categoría primera (23 232.07 kg ha⁻¹)
3. Se obtuvo un índice de rentabilidad económica de 0.69, utilizando una densidad de siembra de 2058 kg ha⁻¹ y aplicando un nivel de potasio de 280 kg ha⁻¹.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Archi, M. (2020). *Densidad de plantas de papa (Solanum Tuberosum L.) en la producción de tuberculos del cultivar UNICA, en contenedores para autoconsumo*. [Tesis Pregrado, Universidad Nacional del Centro del Perú]. Repositorio Institucional. <http://hdl.handle.net/20.500.12894/6442>
- Barreto, R. (2020). *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 Pregrado, Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo]. Repositorio Institucional. <http://repositorio.unasam.edu.pe/handle/UNASAM/4413>
- Centro Internacional de la Papa - CIP. (Lunes 07 de Abril de 2017). *UNICA, una papa*
- Díaz, C. (2019). “Determinación del comportamiento y producción de dos variedades de papa (*Solanum tuberosum* L.) con tres tipos de semilla en la irrigación Zamacola bajo riego por gravedad, Arequipa, 2017” [Tesis Pregrado, Universidad Católica de Santa María]. Repositorio Institucional.

- <https://repositorio.ucsm.edu.pe/items/eecccf4a-50d6-47a8-8411-df6d82346f62>.
- Estrada, R. (2013). *Momento del Aporque en la Producción de Papa (Solanum Tuberosum) C.V. "UNICA" Bajo el Sistema de Riego por Goteo en Zona Árida*. [Tesis Pregrado, Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa]. Repositorio Institucional. <http://repositorio.unsa.edu.pe/handle/UNSA/4122>
- Gutiérrez, R. O., Espinoza, J. A., & Boniherbale, M. (2007). UNICA: variedad Peruana para mercado fresco y papa frita con tolerancia y resistencia para condiciones climáticas adversas. *Revista Latinoamericana de la Papa*, 14(1). <https://cipotato.org/es/blog-es/unica-papa-adaptable-productiva-agricultores-mundo/>
- Huacho, V. (2010). *Respuesta de dos variedades de papa mejorada (Solanum Tuberosum L.) a tres niveles de potasio en el distrito de Pocollay*. [Tesis de Pregrado, Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann - Tacna]. Repositorio Institucional.
- Núñez, P. (2016). *Fuentes y niveles de fertilización potásica en el crecimiento, tuberización y calidad de fritura de la papa (Solanum tuberosum L.) variedad UNICA*. [Tesis pregrado, Universidad Nacional Agraria La Molina]. Repositorio Institucional. <https://hdl.handle.net/20.500.12996/1979>