

**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CENTRO DEL
PERÚ**

FACULTAD DE AGRONOMÍA



Efecto de dosis de potasio mediante fertirrigación en
parámetros biométricos e índices de eficiencia en papa
(*Solanum tuberosum* L.) var. Diacol-Capiro, Huertas - Jauja
2022

TESIS

Presentada por la Bachiller

GUILLÉN PAREDES, SAJEY MITZI

Para optar el título profesional de

INGENIERA AGRÓNOMO

El Mantaro, Jauja-Perú

2024



ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

En El Mantaro, pabellón I, sala de Audiovisuales de la Facultad de Agronomía - UNCP, a los 17 días del mes de octubre del dos mil veinticuatro a horas 12:10 p.m., con la presencia de los señores catedráticos miembros del jurado calificador:

Dr. Efraín Bernabé Lindo Gutarra

M. Sc. Nilda Lázaro Ortiz

Dr. Andrés Alberto Azabache Leyton

Mg. Gustavo Santiago Osorio Pagan

Mg. Víctor Paredes Atoche

Presidente

Secretario

Jurado

Jurado

Jurado

Se dio inicio al acto de sustentación de tesis para optar el título de INGENIERO AGRÓNOMO, con la lectura de la **Resolución N° 017-2024-S-FAG/UNCP** de fecha 03 de octubre del 2024, en la que indica la hora y fecha de sustentación y nombramiento de jurados.

El sustentante Bachiller: **Sajey Mitzi GUILLÉN PAREDES** procede a sustentar la tesis titulada: **“Efecto de dosis de potasio mediante fertirrigación en parámetros biométricos e índices de eficiencia en papa (*Solanum tuberosum* L.) var. Diacol-Capiro, Huertas-Jauja 2022”**, bajo el asesoramiento del **Dr. Andrés Alberto Azabache Leyton**.

Hechas las observaciones del caso y absueltas por el sustentante, el Presidente del Jurado calificador, invitó al Bachiller **Sajey Mitzi GUILLÉN PAREDES**, y demás asistentes abandonar la sala a fin de que el jurado calificador pueda deliberar el acto con voto nominal y obligatorio, dando como resultado:

APROBADO POR UNANIMIDAD

Acto seguido el Presidente invitó al sustentante y demás asistentes a retornar a la sala de sustentación, a fin de dar a conocer el resultado de la sustentación, asimismo, recomendó continuar con los trámites respectivos para obtener el Título Profesional de **INGENIERO AGRÓNOMO**.

Concluyendo el acto a las 13:40 p.m. horas del mismo día, pasando a firmar los miembros del Jurado Calificador en señal de conformidad.



Dr. Efraín Bernabé Lindo Gutarra
Presidente



M. Sc. Nilda Lázaro Ortiz
Secretario

Mg. Gustavo Osorio Pagan
Jurado

Dr. Andrés Alberto Azabache Leyton
Jurado

Mg. Víctor Paredes Atoche
Jurado



Huancayo, 24 de agosto de 2024
Oficio N° 020-AAAL-FAG-UNCP

Señor:
Director del Instituto de Investigación de Agronomía – UNCP

Presente.-

ASUNTO: RESULTADO DE EVALUACIÓN DE SIMILITUD DE “TURNITIN”

Con sumo agrado me dirijo a vuestro despacho para saludarlo y en vista de haber sido designado asesor del trabajo de tesis titulado “**Efecto de dosis de potasio mediante fertirrigación en parámetros biométricos e índices de eficiencia en papa (*Solanum tuberosum* L.) var. Diacol-Capiro, Huertas – Jauja 2022**”, desarrollado por la Bachiller en Agronomía: **GUILLÉN PAREDES, Sajey Mitzi**, se procedió a la carga del archivo digital, luego de la revisión y la exclusión correspondiente de los textos referenciados, se determina que el Trabajo de Investigación cuenta con similitud del 24%, para lo cual se adjunta el documento correspondiente.

Esperando la atención a la presente, me despido sin otro particular y sea propicia la ocasión para renovarle las muestras de mi especial consideración.

Atentamente,

Dr. ANDRES ALBERTO AZABACHE LEYTON
Asesor de trabajo de tesis – FAG - UNCP

Guillén Paredes Sajey Mitzi

INFORME DE ORIGINALIDAD

24%

INDICE DE SIMILITUD

24%

FUENTES DE INTERNET

5%

PUBLICACIONES

8%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	repositorio.uncp.edu.pe Fuente de Internet	16%
2	repositorio.lamolina.edu.pe Fuente de Internet	1%
3	repositorio.unheval.edu.pe Fuente de Internet	1%
4	repositorio.educacionsuperior.gob.ec Fuente de Internet	1%
5	Submitted to Universidad Nacional del Centro del Peru Trabajo del estudiante	<1%
6	dspace.utb.edu.ec Fuente de Internet	<1%
7	repositorio.umsa.bo Fuente de Internet	<1%
8	dspace.unl.edu.ec Fuente de Internet	<1%
9	hdl.handle.net Fuente de Internet	

<1 %

10

repodigital.unrc.edu.ar

Fuente de Internet

<1 %

11

1library.co

Fuente de Internet

<1 %

12

dspace.esPOCH.edu.ec

Fuente de Internet

<1 %

13

ribuni.uni.edu.ni

Fuente de Internet

<1 %

14

www.dspace.uce.edu.ec

Fuente de Internet

<1 %

15

bdigital.uncu.edu.ar

Fuente de Internet

<1 %

16

Submitted to Pontificia Universidad Catolica del Ecuador - PUCE

Trabajo del estudiante

<1 %

17

recursosbiblio.url.edu.gt

Fuente de Internet

<1 %

18

www.scielo.org.pe

Fuente de Internet

<1 %

19

repositorio.unal.edu.co

Fuente de Internet

<1 %

20

biblioteca.usac.edu.gt

Fuente de Internet

43

sired.udenar.edu.co

Fuente de Internet

<1 %

44

www.dspace.uce.edu.ec:8080

Fuente de Internet

<1 %

45

Submitted to Entregado a Systems Link el
2013-03-13

Trabajo del estudiante

<1 %

Excluir citas

Activo

Excluir coincidencias < 15 words

Excluir bibliografía

Activo

ASESOR

Andrés Alberto Azabache Leytón

Dr. Ingeniería Ambiental

Magister Scientiae en Suelos

Ingeniero Agrónomo

CO-ASESOR

José Augusto Duarte Valencia

Ingeniero Agrícola

DEDICATORIA

Para lograr mis objetivos como profesional y como persona, dedico esta Tesis con un gran amor a Dios omnipotente, quien me ha brindado la vida, la salud y la bendición.

A mis padres, Gladys Catalina y Víctor Adolfo, por brindarme su apoyo emocional y económico incondicional, pilares más importantes a lo largo de mi formación profesional y poder concluir una etapa más de mi vida.

A mi abuelo, Luís Ramiro, por su apoyo incondicional y moral forjando mi camino, por creer y confiar en mí y estar presente en el desarrollo de mi vida.

A mi esposo, William Oscar, por su apoyo incondicional que motivó para salir adelante y por cada palabra de aliento para culminar mi carrera profesional.

AGRADECIMIENTO

Mi gratitud al Dr. Andrés Alberto Azabache Leyton, quien es docente principal de la Facultad de Agronomía de la Universidad Nacional del Centro del Perú (FAG-UNCP), por su orientación en esta tesis y por su amplia experiencia.

Gracias al ingeniero José Augusto Duarte Valencia por confiar en mí para el desarrollo pleno de mi estudio validado para mi tesis.

A los docentes de la Facultad de Agronomía de la Universidad Nacional del Centro del Perú, por la formación con sus enseñanzas y conocimientos brindadas en las aulas universitarias.

A la Empresa “El Valle” por la obtención del material genético de la variedad Diacol-Capiro, por el apoyo en las labores agronómicas y el manejo de los equipos mecanizados para llevar a cabo la fertirrigación en la ejecución de mi tesis.

INDICE

RESUMEN.....	i
INTRODUCCIÓN.....	iii
1. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.....	1
1.1 ANTECEDENTES	1
1.2 FUNDAMENTOS TEÓRICOS	9
1.2.1 RIEGO	9
1.2.2 FERTIRRIGACIÓN	13
1.2.3 PAPA (<i>Solanum tuberosum</i> L.)	16
1.2.4 EL POTASIO EN EL CULTIVO DE PAPA	21
1.2.5 EFICIENCIA DEL POTASIO	23
2. MATERIALES Y MÉTODOS.....	25
2.1 LUGAR DE EJECUCIÓN	25
2.1.1 LOCALIZACIÓN POLÍTICA	25
2.1.2 LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA	25
2.2 CARACTERÍSTICAS GENERALES DE CLIMA	26
2.3 COMIENZO Y FIN DEL EXPERIMENTO.....	26
2.4 DISEÑO METODOLÓGICO	26
2.4.1 CARACTERÍSTICAS DEL CAMPO EXPERIMENTAL	26
2.4.2 MATERIAL GENÉTICO	27
2.4.3 MATERIAL FERTILIZANTE	27
2.4.4 COMPONENTES EN ESTUDIO	28
2.5 DISEÑO DE INVESTIGACIÓN	29
2.5.1 DISEÑO EXPERIMENTAL	29
2.5.2 MODELO ADITIVO LINEAL	29
2.5.3 REGRESIÓN LINEAL	30
2.5.4 MEDIDAS DE TENDENCIA CENTRAL	30
2.5.5 ANÁLISIS DE DATOS	31
2.5.6 CROQUIS EXPERIMENTAL	31
2.6 METODOLOGÍA DEL ESTUDIO	31
2.6.1 POBLACIÓN Y MUESTRA	32
2.6.2 CARACTERÍSTICAS DE EVALUACIÓN	32
2.7 TÉCNICAS DEL ESTUDIO	33

2.7.1 RENDIMIENTO	33
2.7.2 COMPONENTES COLIGADOS AL RENDIMIENTO	34
2.7.2.1 Peso de tubérculos planta ⁻¹	35
2.7.2.2 Número de tubérculos planta ⁻¹	35
2.7.3 CARACTERÍSTICAS BIOMÉTRICAS	36
2.7.3.1 Altura de planta (m)	36
2.7.3.2 Biomasa fresca aérea	36
2.7.3.3 Biomasa seca aérea	37
2.7.4 ÍNDICES DE EFICIENCIA	37
2.7.4.1 Factor de Productividad Parcial	37
2.7.4.2 Eficiencia Agronómica	37
2.8 MATERIALES Y EQUIPOS UTILIZADOS	37
2.9 CARACTERÍSTICAS DEL CAMPO EXPERIMENTAL	38
2.9.1 DESCRIPCIÓN DEL SUELO	38
2.10 CONDUCCIÓN DEL EXPERIMENTO	39
2.10.1 INSTALACIÓN DEL SISTEMA DE RIEGO	39
2.10.2 PREPARACIÓN DEL SUELO Y SIEMBRA	40
2.10.3 APLICACIÓN DEL FERTIRRIEGO	41
2.10.4 APORQUE	42
2.10.5 CONTROL FITOSANITARIO	43
2.10.6 COSECHA	43
3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	44
3.1 RENDIMIENTO DE TUBÉRCULOS	44
3.2 COMPONENTES VINCULADOS AL RENDIMIENTO	46
3.3 CARACTERÍSTICAS BIOMÉTRICAS	56
3.4 ÍNDICES DE EFICIENCIA DE POTASIO	58
4. CONCLUSIONES.....	63
RECOMENDACIONES.....	64
BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA.....	65
ANEXO.....	76

LISTADO DE TABLAS

	pp
Tabla 1. <i>Localización política del Distrito de Huertas</i>	25
Tabla 2. <i>Localización geográfica del Distrito de Huertas</i>	25
Tabla 3. <i>Coordenadas UTM de la parcela experimental ubicada en la empresa “El Valle” - Distrito de Huertas</i>	26
Tabla 4. <i>Plan de aplicación de dosis creciente de potasio sistema fertirrigación en riego por goteo localizado. Papa var. Diacol-Capiro</i>	29
Tabla 5. <i>Análisis de varianza. DBCA</i>	30
Tabla 6. <i>Análisis del suelo del campo experimental</i>	39
Tabla 7. <i>Cuadrados medios de rendimiento de tubérculos. Fertirrigación dosis de potasio. Huertas-Jauja. 2022</i>	44
Tabla 8. <i>Variación porcentual del rendimiento de tubérculos. Fertirrigación dosis de potasio. Huertas-Jauja. 2022</i>	46
Tabla 9. <i>Cuadrados medios del peso de tubérculos planta⁻¹. Fertirrigación dosis de potasio. Huertas-Jauja. 2022</i>	46
Tabla 10. <i>Prueba de significación de los promedios peso de tubérculos planta⁻¹. Fertirrigación dosis de potasio. Huertas-Jauja. 2022</i>	47
Tabla 11. <i>Variación porcentual del peso de tubérculos. Fertirrigación dosis de potasio. Huertas-Jauja. 2022</i>	49
Tabla 12. <i>Cuadrados medios del del número de tubérculos planta ha⁻¹. Fertirrigación dosis de potasio. Huertas-Jauja. 2022</i>	51
Tabla 13. <i>Prueba de significación de los promedios del número de tubérculos planta⁻¹. Fertirrigación dosis de potasio. Huertas-Jauja. 2022</i>	52
Tabla 14. <i>Variación porcentual del número de tubérculos. Fertirrigación dosis de potasio. Huertas-Jauja. 2022</i>	53
Tabla 15. <i>Cuadrados medios de las características biométricas. Fertirrigación dosis de potasio. Huertas-Jauja. 2022</i>	56
Tabla 16. <i>Prueba de significación de los promedios de las características biométricas. Fertirrigación dosis de potasio. Huertas-Jauja. 2022</i>	57
Tabla 17. <i>Variación porcentual de las características biométricas. Fertirrigación dosis de potasio. Huertas-Jauja. 2022</i>	58
Tabla 18. <i>Cuadrados medios de los índices de eficiencia. Fertirrigación dosis de potasio. Huertas-Jauja. 2022</i>	58
Tabla 19. <i>Prueba de significación de los promedios de los índices de eficiencia. Fertirrigación dosis de potasio. Huertas-Jauja. 2022</i>	59

LISTADO DE FIGURAS

	pp
Figura 1. <i>Tipos de sistema de riego</i>	10
Figura 2. <i>Componentes de sistema de riego por goteo</i>	13
Figura 3. <i>Fenología de la papa</i>	19
Figura 4. <i>Mapa satelital de los campos de la empresa El Valle-Distrito de Huertas</i>	26
Figura 5. <i>Instalación del sistema de riego</i>	40
Figura 6. <i>Preparación del terreno</i>	41
Figura 7. <i>Preparación de las mezclas de los fertilizantes</i>	42
Figura 8. <i>Cosecha</i>	43
Figura 9. <i>Prueba de significación según Tukey para rendimiento de tubérculos. Huertas-Jauja. 2022</i>	45
Figura 10. <i>Prueba de significación según Tukey para peso de tubérculos por planta. Huertas-Jauja. 2022</i>	48
Figura 11. <i>Regresión lineal del peso de tubérculo por planta. Huertas-Jauja. 2022</i>	50
Figura 12. <i>Prueba de significación según Tukey para número de tubérculos por planta. Huertas-Jauja.2022</i>	52
Figura 13. <i>Regresión lineal del número de tubérculo por planta. Huertas-Jauja. 2022</i>	54
Figura 14. <i>Regresión lineal del número de tubérculos primera (A) y segunda (B) por planta. Huertas-Jauja. 2022</i>	55
Figura 15. <i>Prueba de significación según Tukey para las características biométricas. Huertas-Jauja.2022</i>	57
Figura 16. <i>Prueba de significación según Tukey para los índices de eficiencia. Huertas-Jauja.2022</i>	60
Figura 17. <i>Correlación entre niveles de potasio y rendimiento de tubérculos. Huertas-Jauja.2022</i>	61
Figura 18. <i>Correlación entre niveles de potasio y el índice de eficiencia agronómica. Huertas-Jauja.2022</i>	62

RESUMEN

El suministro de potasio (K) tiene un impacto en los efectos de la fertirrigación por goteo en el plantío de papa. El objetivo fue, determinar el efecto de dosis de K mediante fertirrigación sobre los parámetros biométricos e índices de eficiencia en el cultivo de papa var. Diacol-Capiro. El ensayo fue instalado en áreas agrícolas de la empresa “El Valle” ubicadas en el distrito de Huertas, campaña 2022. La aplicación de K fue evaluada en tres dosis crecientes: 0 (K₀), 400 (K₁), 460 (K₂), 520 (K₃) kg ha⁻¹, con tres repeticiones y dispuestos en el Diseño de Bloques Completos al Azar (BCA). La aplicación de dosis mayores de Potasio (K₃), incrementaron significativamente en: rendimiento (40,04 t ha⁻¹), tubérculos totales planta⁻¹: 0,72 kg con 10,42 tubérculos, de primera, 0,34 kg con 3,07 tubérculos, de segunda, 0,32 kg con 4,15 tubérculos, altura de planta (1,11 m), biomasa fresca (1,1 kg) y seca (0,49 kg) aérea. Dosis menores (K₁), predominó significativamente en peso de tubérculos de descarte planta⁻¹ con 0,03 kg. Sin suministro de potasio (K₀) promovió significativamente en obtener mayor número de tubérculos de tercera (2,07) y descarte (2,4). En el Factor de Producción Parcial, prevaleció la dosis de K₁ con 79,55 kg/kg, no alcanzando diferencias significativas con las demás dosis. Se destacó la dosis de K₃ en la Eficiencia Agronómica (EA), que fue significativamente superior a las demás dosis con 35,65 kg/kg. La dosis de K y el rendimiento tuvieron una correlación significativa (R², 0,9649) y una regresión (R², 1).

Palabras clave: fertirrigación por goteo, potasio, biomasa, rendimiento de tubérculos

ABSTRACT

Potassium (K) supply has an impact on the effects of drip fertigation in potato plantations. The objective was to determine the effect of K doses through fertigation on biometric parameters and efficiency indices in potato cultivation var. Diacol-Capiro. The trial was installed in agricultural areas of the company "El Valle" located in the Huertas district, 2022 campaign. The application of K was evaluated in three increasing doses: 0 (K_0), 400 (K_1), 460 (K_2), 520 (K_3) kg ha^{-1} , with three repetitions and arranged in a Randomized Complete Block Design (BCA). The application of higher doses of Potassium (K_3), significantly increased in: yield (40.04 t ha^{-1}), total tubers plant^{-1} : 0.72 kg with 10.42 tubers, of first, 0.34 kg with 3.07 tubers, of second, 0.32 kg with 4.15 tubers, plant height (1.11 m), fresh biomass (1.1 kg) and dry (0.49 kg) above ground. Lower doses (K_1), significantly predominated in weight of discarded tubers plant^{-1} with 0.03 kg. Without potassium supply (K_0) significantly promoted in obtaining a greater number of third (2.07) and discarded tubers (2.4). In the Partial Production Factor, the K_1 dose prevailed with 79.55 kg/kg, not reaching significant differences with the other doses. The K_3 dose stood out in the Agronomic Efficiency (EA), which was significantly higher than the other doses with 35.65 kg/kg. The K dose and yield had a significant correlation (R^2 , 0.9649) and a regression (R^2 , 1).

Keywords: drip fertigation, potassium, biomass, tuber yield

INTRODUCCIÓN

El cultivo de la papa (*Solanum tuberosum* L.), tiene una importancia nacional y mundial, “aporta proteínas, energía, minerales y vitaminas. Está adaptado a las condiciones y cultura de los habitantes de la sierra del Perú, y su producción genera ingresos económicos, distribuidos en los distintos actores de la cadena de producción” (López et al., 2012, p. 38). “Los departamentos con mayor producción de papa son Arequipa (159,4%), La Libertad (83,1%) e Ica (19,2%), que en conjunto concentran el 66,8% del total nacional. Aunado a ello, aumentaron los departamentos de Áncash (168,6%), Lima (12,3%), Junín (7,2%) y Amazonas (2,8%)” (INEI, 2022, párr. 2). “De acuerdo a las cifras obtenidas, el 2021, la producción de papa involucró una superficie cosechada de 330,79 ha⁻¹ y un mayor rendimiento promedio de 17,1 t ha⁻¹, generando más de 110 mil puestos de trabajo permanente” (MIDAGRI, 2022, párr. 2). Para acceder a estos rendimientos, utilizan ingentes cantidades de fertilizantes sintéticos sin considerar un análisis previo del suelo “que indique la cantidad disponible de un nutriente y cuanto debería ser adicionado mediante fertilizante mineral” (FAO, 2002, p. 56), provocando el deterioro de la salud del suelo y ambiente, conduciendo a la contaminación de las aguas subterráneas en detrimento de los cultivos. En la mayoría de cultivos, el nutriente más requerido es el Nitrógeno (N), además del Fósforo (P) y Potasio (K), “observándose en el cultivo de papa, que, el nutriente K se constituye como el más importante, seguido del N y luego el P” (Silva et al., 2018, p. 38), siendo el K, “uno de los macronutrientes que interviene en los distintos procesos fisiológicos y bioquímicos como activador en la respiración y en enzimas esenciales para la fotosíntesis, para un efectivo llenado y desarrollo de tubérculos” (INDAGRI, 2017, p. 1; Silva et al., 2018, p. 38), a partir de la tuberización “la mayor demanda de fotoasimilados la tienen los tubérculos, que, producidos los carbohidratos, deben de ser transportados vía floema hacia los diferentes órganos. En este proceso cumplen un rol fundamental el magnesio, boro y principalmente el K” (SQM, s.f., párr. 3).

Antecedentes que coacciona al uso de tecnologías de fertilización localizada, considerando que, “aplicar la fertirrigación en la zona donde se concentra la mayor cantidad de raíces, la planta puede aprovechar de mejor manera los fertilizantes e incrementar la eficiencia de absorción” (Conde, 2013, p. 2), de esta manera, la fertirrigación por goteo localizado, permite acrecentar el rendimiento de tubérculo-papa por el uso consuntivo de agua, fertilizantes y energía.

El ensayo promovió para solucionar el problema general ¿Cuál es el efecto de dosis de K mediante fertirrigación en los parámetros biométricos e índices de eficiencia en el cultivo de papa variedad Diacol-Capiro?, disintiendo con la hipótesis, “El efecto de dosis de K mediante fertirrigación, permitirá el incremento en los parámetros biométricos e índices de eficiencia en el cultivo de papa var. Diacol-Capiro”.

Accediendo a concebir una tecnología de uso eficiente de fertilización con los objetivos siguientes:

Objetivo general

Determinar el efecto de la dosis de K mediante fertirrigación sobre los parámetros biométricos e índices de eficiencia en el cultivo de papa var. Diacol-Capiro.

Objetivos específicos

- Determinar el efecto de las dosis de K mediante fertirrigación por goteo en altura de planta, biomasa, número de tubérculos, peso de tubérculos y rendimiento, centro poblado de Hualá, distrito de Huertas.
- Determinar la eficiencia de las dosis de K mediante fertirrigación por goteo en los índices: Factor de Productividad Parcial y Eficiencia Agronómica en el cultivo de papa var. Diacol-Capiro, centro poblado de Hualá, distrito de Huertas.

1. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

1.1 ANTECEDENTES

Núñez (2016) estudió las siguientes fuentes y dosis de fertilización potásica en el crecimiento, la tuberización y la calidad de fritura de la papa (*Solanum Tuberosum* L.) variedad única:

Se registró un rendimiento promedio de $44,95 \text{ t ha}^{-1}$. Tres tratamientos generaron rendimientos superiores al promedio. La dosis de cloruro de potasio de 200 kg ha^{-1} generó $49,63 \text{ t ha}^{-1}$, un 10 % más que el promedio general. La cantidad de sulfato de potasio resultó un 9 % menor que la media, $42,22 \text{ t ha}^{-1}$. La diferencia entre los extremos del rendimiento fue de $7,7 \text{ t ha}^{-1}$; no obstante, estas no se distinguieron estadísticamente entre ninguno de los tratamientos. El rendimiento total fue de cinco toneladas más que el rendimiento comercial promedio de $39,70 \text{ t ha}^{-1}$. El cloruro potasio con una dosis de 200 kg ha^{-1} demostró el mayor rendimiento comercial de todos los factores examinados, en comparación con el tratamiento con 100 kg ha^{-1} de cloruro de potasio. (p. 53)

Por el contrario, las plantas fertilizadas con sulfato de potasio produjeron más K_2O (kg ha^{-1}) que otras fuentes potásicas. La relación entre la extracción total de K_2O (kg ha^{-1}) en los tubérculos y el follaje y la dosis de fertilización potásica fue evidente y significativa. Sin embargo, estas diferencias no se manifestaron en el rendimiento total, comercial o en el contenido de materia seca de los tubérculos. (p. 70)

Tomanguilla (2022) en su investigación efecto de tres dosis de fertilización con N-P-K, en el rendimiento de dos variedades de papa, concluye que:

Los mejores rendimientos de papa se obtuvieron con la dosis 180N-200P-220K con un rendimiento de 23,7 t ha⁻¹, en la variedad Huayro, seguido la dosis 240N-260P-280K con 23,3 t ha⁻¹, en la variedad Huayro, seguido la dosis 240N-260P-280K con 23,2 t ha⁻¹ variedad Canchan, seguido la dosis 180N-200P220K, con 22,9 t ha⁻¹ en la variedad Canchan, siendo superiores a los testigos T1 (variedad Huayro: 0N - 0P - 0K) y T5 (variedad canchan: 0N - 0P - 0K), cuyos rendimientos fueron de 16,550 t ha⁻¹ y 16,300 t ha⁻¹. La mayor rentabilidad se encontró en la variedad Huayro con dosis 180 N-200 P-220 K kg ha⁻¹, con un beneficio de S/. 34074,93 y un índice de rentabilidad 3,5 soles, valor que indica que por cada sol que se invierte para producir papa, se recupera el sol y se gana 2,5 soles. Así mismo en los demás tratamientos también existió una rentabilidad positiva aplicando las diferentes dosis de fertilización con NPK. (p. 60)

Del efecto del potasio y la densidad de siembra en la producción de papa *Solanum tuberosum* Grupo Phureja var. Criolla Guaneña, Parra et al. (2018) refiere que:

Con 31,250 plantas ha⁻¹ y 250 kg K₂O ha⁻¹ se alcanzan incrementos en el área foliar (AF), índice de área foliar (IAF), entre los 60 y 80 dds (días después de la siembra) y con 200 kg K₂O ha⁻¹ en el índice de crecimiento de cultivo (ICC) entre los 90 y 100 dds de papa var. Criolla Guaneña. El testigo (41,667 plantas ha⁻¹ y 250 kg K₂O ha⁻¹) se asocia con un mayor ICC entre los 90 y 100 dds, pero no con el índice de cosecha (IC). El K influye en el IC, ya que incrementó con las dosis más altas (250 y 300 kg K₂O ha⁻¹), a diferencia de la dosis más baja (200 kg K₂O ha⁻¹) y una densidad de 33,33 plantas ha⁻¹ de *Solanum Tuberosum* Grupo Phureja var. Criolla Guaneña bajo las condiciones del Altiplano de Pasto. (p. 44-45)

Hernández (1998) citado por Barbazán et al. (2011) indica que:

En un sistema en equilibrio, el K intercambiable repone rápidamente el K en solución que es extraído por las plantas, el cual, a su vez, es repuesto por el K no intercambiable o fijado, aunque a una velocidad menor. En un sistema sin aporte de K y con varios cultivos en un determinado período, como es el actual escenario de la agricultura del país, el impacto de esa continua extracción sobre estos equilibrios es desconocido. Un suelo que ha perdido K debido a reiteradas y elevadas extracciones, además de agotar sus reservas de K, aún en suelos originariamente altos, puede llegar a tener una eficiencia de utilización de K agregado relativamente baja. (p. 95)

“Una cosecha de papa extrae cuatro veces la cantidad de potasio que toma del suelo una buena cosecha de trigo, durante el periodo de su cultivo puede contener alrededor de 240 kg de K_2O por ha” (Harrap, 1960 citado por Lucero et al., 1983, p. 18). En ensayos ejecutados “con tres dosis de fertilización potásica en papa de 335, 353 y 384 kg ha^{-1} de K_2O , se obtuvieron incrementos en el rendimiento en 719, 7 y 660 g $planta^{-1}$ respectivamente” (Fontes, 1998, citado por Núñez, 2016, p. 18). Por su lado Lachower & Arnon (1962) citados por Lucero et al. (1983) en su investigación realizada en Israel, “evidencio que la aplicación de fertilizantes potásicos tiene un efecto positivo sobre los rendimientos cualitativos y cuantitativos del cultivo de papa” (p. 18).

Barbazán et al (2011) en la investigación de fertilización potásica en cultivos de secano sin laboreo en Uruguay: rendimiento según análisis de suelos, concluye que:

Las decisiones de fertilización con K en cultivos extensivos de Uruguay se han basado en tomar como niveles críticos tentativos de K intercambiable el rango de 0,20 – 0,25 meq de K $100 g^{-1}$ de suelo (o $cmol kg^{-1}$) para suelos de texturas medias y de 0,35 meq $100 g^{-1}$ para suelos de texturas más pesadas, usando el método de extracción con acetato de amonio 1 M, el cual es el más ampliamente usado a nivel internacional. Estas dosis pueden haber producido cambios en la

capacidad de reserva de K en los suelos de este país, que podrían llevar a un replanteo de estrategias a manejar en relación a las prácticas de fertilización potásica. (p. 94)

“En el cultivo de la papa la fertilización es uno de los rubros con más peso dentro de los costos totales de producción: cerca del 21%” (Porrás, 2005, p. 12); unido a ello, “se ha hecho énfasis en el estudio de los elementos nitrógeno, fósforo y potasio, por el evidente efecto que tienen sobre la producción y la respuesta positiva a la aplicación simultánea de estos” (García & Pantoja, 1998, p. 13); sin embargo, “una fertilización con dichos elementos solo puede ser exitosa cuando todos los nutrientes requeridos por la planta están disponibles en cantidades suficientes en el suelo” (Guerrero et al., 2000, citado por Pérez et al., p. 478).

Struik et al (1999), Se realizaron ensayos de investigación con dos fuentes potásicas (cloruro de potasio y sulfato de potasio) y tres dosis (300, 600 y 900 kg ha⁻¹ de K₂O). El objetivo era evaluar variables como el rendimiento, el tamaño de tubérculos, el porcentaje de materia seca y los azúcares reductores, entre otras.

Teniendo en cuenta que el contenido del potasio en el suelo fue 133 mg kg⁻¹, los resultados mostraron una fuerte influencia de la variedad de papa, las dosis de potasio influyeron en la calidad y el rendimiento, sin embargo, el efecto de las fuentes usadas no fue significativo. (p. 132)

Concordando así con lo señalado por Castillo & Benavidez, 1970; Mufloz, et al., 1973; Mufloz, et al., 1974; Wiczoreck, et al., 1959; Wiczoreck, et al., 1968 citados por Muñoz, 1978 donde menciona que “las pruebas de campo con fertilización potásica en cultivos de papa y otros han mostrado muy poca o ninguna respuesta en el rendimiento, empero, cuando se aumentó las dosis entre 30 y 60 kg Ha⁻¹ aumentaron los rendimientos” (p. 474).

De acuerdo con Guerrero (1998)

El efecto de las épocas de aplicación y del fraccionamiento del fertilizante depende de varios factores, como la variedad, el ciclo de cultivo, la distribución de los estolones, las raíces y el régimen de precipitación. Así

las respuestas de las diferentes variedades a las épocas de aplicación se deben principalmente a la diferencia de tiempo en la formación de los estolones y la duración del ciclo de cultivo. (p. 57)

1.2 FUNDAMENTOS TEÓRICOS

1.2.1 RIEGO

A decir de Agrorural (2014), la aplicación de buen riego “debe ser oportuna de tal manera que las plantas no sufran por déficit, ni por exceso de humedad, calando adecuadamente la zona radicular. Por ello, la cantidad que se incorpore al suelo debe corresponder al agua requerida por el cultivo” (p. 413).

Lamo (2017) sostiene que:

El agua es un elemento esencial para los procesos fisiológicos de todo ser vivo, de hecho, el agua hace parte de la estructura biológica del hombre y de su forma de vida, mediante las actividades que desarrolla en su entorno, entre las cuales está la práctica de la agricultura como un sistema productivo que le permite interactuar con la naturaleza y generar valor. (p. 2)

“El objetivo primordial del riego es suministrar al cultivo el agua adicional a la precipitación para su crecimiento óptimo y cubrir las necesidades, asegurando la sostenibilidad del regadío” (Faci & Playan, 1994, p. 3). “La cantidad aprovechable de este elemento por el cultivo será variable y dependerá de las pérdidas que se produzcan por percolación profunda y evapotranspiración” (Méndez & Inostroza, 2010, p. 1).

En ese mismo contexto, Martínez (2014) añade que:

Dado que las plantas necesitan agua de forma constante y las precipitaciones se producen de manera irregular, en algunos casos es necesario suministrar a las plantas agua artificialmente para su buen desarrollo o para aumentar su producción. Por tanto, se puede definir el riego como el aporte artificial de agua a las plantas con el fin de suministrar la humedad necesaria para su desarrollo o de aumentar su

producción, de forma complementaria al aporte de las precipitaciones.
(p. 13)

Para Konijnenburg (2006)

El riego es la práctica de aplicar agua al suelo para mantener el nivel de humedad que el cultivo necesita, siempre que las lluvias sean insuficientes. Cuando, cuánto y cómo regar son preguntas frecuentes a la hora de reponer al suelo la cantidad de agua consumida por el cultivo. El suelo actúa como absorbente del agua que recibe, y sirve como fuente de suministro a las plantas hasta tanto no llueva o se vuelva a regar. (p. 5)

Acerca de los tipos de sistema de riego, Ascencios (2012) refiere los siguientes:

Primeramente, se tiene al riego por gravedad, la energía que distribuye el agua por el campo es la derivada de su propio peso, a la circular libremente por el terreno a favor de pendiente. Con este método de riego se suele mojar la totalidad del terreno y requiere el reparto del agua mediante surcos o pozas. Luego, el riego por aspersión, el agua es conducida a presión al llegar a los aspersores produce gotas que mojan el terreno de forma similar a la lluvia. Por último, el riego localizado. Se moja sólo la parte del suelo próxima a las plantas. El agua a presión llega mediante tuberías laterales a las plantas. (p. 12)

Figura 1.

Tipos de sistema de riego



Nota. Modificado de Suarez (2016, lamina 3).

Del riego localizado, Martínez & Peralta (2000) menciona que:

Se entiende por riego localizado a la aplicación de agua sobre, bajo o junto a la planta utilizando líneas de goteo superficiales, líneas de goteo enterradas, microjets o emisores de baja presión (bubblers). El agua es distribuida a toda el área bajo cultivo utilizando una red de tuberías y mangueras con emisores que disipan la presión por medio de boquillas, orificios, goteros, otros.

“El riego superficial adquirió una gran importancia debido a los elevados costos de la energía asociados con el bombeo de agua en los sistemas de riego presurizados y la incorporación de variados niveles de automatización en los métodos de riego” (CNR, 2019, p. 5). No obstante Santos et al. (2010) refiere que también tiene, desventajas y limitaciones. “Los costos de instalación son, en general, superiores a los de los sistemas de aspersion. Como contrapartida, puesto que operan a presiones inferiores, requieren menos agua, se automatizan con más frecuencia y los costes de energía son inferiores” (p. 234).

Fernández et al. (2010) conceptualiza al riego localizado de la siguiente manera:

El riego localizado consiste en la aplicación de agua sobre la superficie del suelo o bajo éste, utilizando para ello tuberías a presión y emisores de diversas formas, de manera que sólo se moja una parte del suelo, la más próxima a la planta. El agua aplicada por cada emisor moja un volumen de suelo que se denomina bulbo húmedo. En este método de riego, la importancia del suelo como reserva de humedad para las plantas es muy pequeña en contra de lo que sucede en el riego por superficie o en el riego por aspersion. Su función principal es la de ser soporte físico de las plantas, así como proporcionar el agua y los nutrientes, pero en un volumen reducido. (p. 5)

Fernández y García (2014) indica que:

Tratando de paliar estas situaciones de estiaje, se diseñan técnicas que pretenden ser cada vez más eficientes en el manejo y conservación del

agua. Una de las de mayor éxito, ampliamente aceptada y utilizada, es la de riego localizado, que consiste en suministrar el agua de modo que sólo moje una parte del suelo de cultivo, aquél donde se desarrollan las raíces. Además de la aplicación de agua al suelo, este sistema posibilita el aporte de los fertilizantes necesarios. Es aconsejable el suministro frecuente de agua, y en cantidades relativamente pequeñas, es decir, que el número de riegos en una campaña pueda ser elevado aportando cada vez una cantidad de agua y fertilizantes relativamente pequeña. Se pretende con esta metodología que el agua y los nutrientes estén disponibles en el suelo en las condiciones óptimas para ser extraídos por la planta, y en un nivel prácticamente constante, sin fluctuaciones que puedan afectar la producción final del cultivo. (p. 25)

Sobre el riego por goteo, Rodrigo et al. (1997); Pizarro (1996) citados por Jiménez (2008) señala que:

Es el sistema de riego localizado, el agua circula a presión por la instalación hasta llegar a los goteros, en los que se pierde presión y velocidad, saliendo gota a gota, son utilizados normalmente en cultivos con marco de plantación amplio, cultivo en invernadero, y en algunos cultivos en línea. A pesar de que los emisores de riego localizado arrojan pequeños caudales, cuando el agua empieza a fluir incide sobre una superficie muy reducida del suelo, provocando un pequeño charco, cuyo radio se va extendiendo a medida que el riego continúa. Cuanto más húmedo va estando el suelo, la velocidad de infiltración del agua disminuye; la conductividad hidráulica aumenta al aproximarse a saturación, y el gradiente de potencial disminuye en forma mayor. (p. 16)

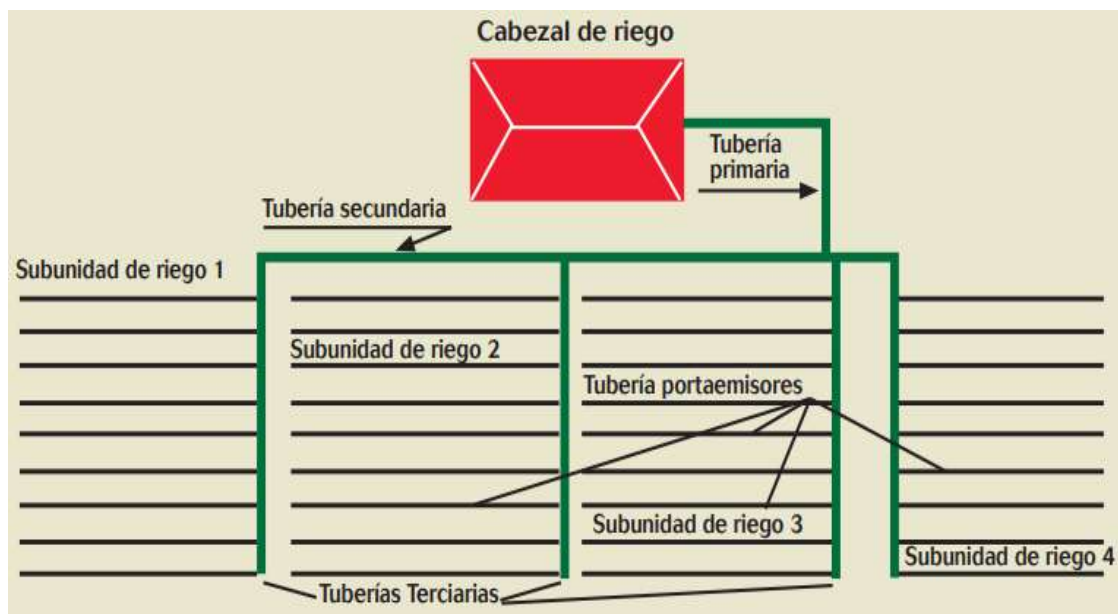
De las características del sistema de riego por goteo, CNR (2019) indica que:

Conocer el espaciamiento entre los emisores y la distancia entre las líneas de riego, es básico para determinar la tasa de aplicación del equipo de riego. En riego por goteo, las distancias entre los emisores varían entre 10 cm o 0,1 m a 1,0 m o más, es decir, desde 10 goteros

por cada metro lineal de tubería. Otro dato importante es la separación entre las líneas de riego que no siempre equivale a la separación entre las hileras de cultivo, toda vez que, en algunos frutales como paltos, nogales, cerezos, ciruelos, etc., cuyas hileras están separadas a más de 3 m, se tiende a utilizar más de 1 línea de goteo por hilera de plantación. (p. 28)

Figura 2.

Componentes de sistema de riego por goteo



Nota. Componentes del sistema de riego por goteo (Fernández & García, 2014, p. 31)

1.2.2 FERTIRRIGACION

“El crecimiento poblacional es progresivo, por lo cual la necesidad de suministrar alimentos es indispensable, siendo de interés la eficiencia del riego y fertilización; ya que el recurso hídrico es más escaso y existe un elevado uso de este” (Conde, 2020, p. 108). Para el IICA (2016) determina que la fertirrigación es una “técnica agrícola moderna el cual tiene importantes resultados en la productividad en diferentes cultivos, siendo el agua de riego conducto para suministrar los fertilizantes aprovechados por la planta, este sistema facilita el momento, cantidades y concentración nutritiva que se aplica” (p. 8). “Es importante tener en cuenta el plan de fertilización según el tipo de cultivo, demanda de nutrientes y recurso hídrico que se necesite según su estado fenológico” (Sepúlveda & Allende, 2016, p. 2).

Fernández et al. (2010) define la fertirrigación como:

El procedimiento mediante el cual se aportan los fertilizantes a las plantas a través del agua de riego. Mediante esta práctica se consigue poner a disposición del cultivo, y de una forma controlada, los nutrientes necesarios en función del grado de desarrollo de las plantas, siendo precisamente el riego localizado el método mejor adaptado al fertirriego. Con la fertirrigación en riego localizado se obtiene además una mayor eficacia en la aplicación de los elementos nutritivos, al distribuirlos en torno a las raíces y en el bulbo húmedo, lo cual facilita la asimilación por parte de la planta y evita las pérdidas de nutrientes. (p. 65)

En palabras de Ferreyra et al. (2005)

Esta práctica se asocia básicamente con los sistemas de riego localizados de alta frecuencia (goteo y microaspersión). La fertirrigación comienza en el cabezal de riego, en donde son mezclados los fertilizantes (solución madre) e inyectados al sistema. Posteriormente esta disolución es conducida por tuberías y localizada en el suelo, donde puede ser absorbida por las plantas. (p. 29)

De acuerdo con las ventajas, Fuentes (1990) refiere que:

La fertirrigación en riego por goteo ofrece las siguientes ventajas con respecto al abonado tradicional; los fertilizantes se localizan en la zona donde se desarrollan las raíces, los fertilizantes se suministran a la planta conforme a sus necesidades en las distintas etapas de su desarrollo, en el abonado tradicional se hacen aportaciones nitrogenadas cuantiosas, lo que puede dar lugar a pérdidas importantes por lavado y volatilización, sobre todo en suelos arenosos. En riego por goteo no existe este inconveniente, en el abonado sin riego las aportaciones de fertilizantes se hacen con poca frecuencia, debido al coste de la operación y, a veces, a la dificultad de la distribución. En fertirrigación el coste de distribución es muy reducido, si bien se necesita un equipo más caro que el convencional. (p. 12-13)

Mazuela y La Riva (2013) refieren que:

Con el sistema de fertirrigación, el aporte de los fertilizantes en la disolución nutritiva es más homogéneo y de más fácil asimilación de agua y nutrientes por parte de la planta. En este caso, el grado de uniformidad va a depender del sistema de inyección de fertilizantes a emplear. Los fertilizantes que se utilizan en fertirrigación deben tener un alto grado de solubilidad, para un mayor aprovechamiento de los nutrientes y para evitar obturaciones en el sistema de inyección o en el sistema de riego. (p. 23)

Hirzel (2022) concreta que:

Los componentes necesarios para realizar una correcta fertirrigación son; al menos un estanque para la preparación de la solución madre (solución concentrada del fertilizante), un sistema de inyección (Venturi, bomba inyectora) y un medidor de flujo (Caudalímetro) para la solución madre, válvulas adicionales que permitan la puesta en marcha y el cierre del sistema de inyección, sistemas de filtros que aseguren el paso de una solución de riego con partículas de tamaño fino (filtros de arena y malla). Así se evita el tapado de los goteros. (p. 93)

“En fertirrigación el uso apropiado de la solución nutritiva se basa en los principios de la hidroponía, mediante ésta se determinan las relaciones adecuadas de nutrimentos, los cuales se ajustan a la condición del suelo y a las condiciones climáticas” (Cadahia, 1998, citado por Armenta-Bojórquez et al., 2001, p. 62).

Fernández et al. (2010), añade que:

Lo más usual es que los elementos del sistema de fertirriego se instalen en el cabezal. Sin embargo, en determinadas ocasiones se colocan en cabecera de cada unidad de riego si el sistema riega diferentes cultivos con distintas necesidades de abonado. Es indispensable que el equipo de fertirriego se instale después del sistema de filtrado basto (hidrociclón o arena) y antes de la unidad de filtro de malla o anillas. (p. 23)

IICA (2020) concluye que:

Es adecuado para ser utilizado en todo tipo de climas, ya que aplica el agua en la superficie del suelo bajo el follaje de los cultivos, disminuyendo de esta manera la evaporación del agua; además, no sufre ninguna distorsión en su aplicación por acción de los vientos. Desde el punto de vista de los suelos este método se lo puede aplicar en todos los tipos de suelo, desde suelos arenosos hasta suelos arcillosos. Considerando la topografía o pendiente de los terrenos, este método tiene grandes ventajas, ya que los goteros modernos emiten la misma cantidad de agua con distintos desniveles del terreno. Es apto para huertos, para hortalizas sembradas en hileras; para plantas perennes como frutales: cítricos, banano. Su desventaja es su alto costo inicial de instalación. (p. 18-19)

1.2.3 PAPA (*Solanum tuberosum* L.)

“La papa es un cultivo de alto valor nutricional, valioso para la alimentación de la población mundial, constituye la principal fuente de ingreso para agricultores de la región andina, lugar donde existe gran diversidad genética de especies cultivadas y silvestres” (INIA, 2020, p.7). “La producción de papa se realiza en gran número de condiciones agroecológicas como, puna seca, puna húmeda, valles interandinos de la sierra, vertientes orientales húmedas, vertientes occidentales sub áridas y en los valles costeros subdesérticos” (Egúsquiza, 2000; Salas & Roca, 2005, citado por INIA, 2020, p. 11). Por otra parte, “la producción rentable de la papa en la sierra del Perú requiere tomar en cuenta diferentes medidas para reducir el alto costo de producción y el impacto negativo que producen las condiciones ambientales adversas que se encuentran en esta región” (Egúsquiza & Catalán, 2011, p. 3).

“A nivel mundial se cultivan 13.85 millones de hectárea donde se producen 290 millones de toneladas de papa” (Molina et al., 2004, p. 4). En el Perú “los departamentos con mayor producción de papa son Arequipa (159,4%), La Libertad (83,1%) e Ica (19,2%), que en conjunto concentran el 66,8% del total nacional. Aunado a ello, aumentaron los departamentos de Áncash (168,6%),

Lima (12,3%), Junín (7,2%) y Amazonas (2,8%)” (INEI, 2022, párr. 2). “De acuerdo con las cifras obtenidas, el 2021, la producción de papa involucró una superficie cosechada de 330,79 ha y un mayor rendimiento promedio de 17.1 t ha⁻¹, generando más de 110 mil puestos de trabajo permanente” (MIDAGRI, 2022, párr. 2).

Del centro de origen de la papa, Molina et al. (2004) cita que su ubicación se encuentra “entre Perú y Bolivia, cerca del lago Titicaca. Cuando los españoles llegaron a América, la papa constituía el alimento básico de las poblaciones andinas. En 1537, Juan de Castellanos hizo la primera referencia de la papa cultivada en el Perú” (p. 5).






Por otro lado, el origen de la variedad en estudio, Porras y Herrera (2015) dilucidan que:

Diacol Capiro es un cultivar obtenido en 1958, inscrito en el registro nacional de cultivares del Instituto Colombiano Agropecuario (ICA). La variedad es conocida comercialmente como capira en Antioquia, R-12, R-12 negra industrial, R-12 roja, corriente o capiro en el altiplano cundiboyacense e ICA Huila en algunas localidades del departamento de Boyacá. (p. 14)

De la morfología de la variedad Diacol Capiro, Moreno (2000) refiere que:

De tamaño mediano, con follaje relativamente escaso, crecimiento lento y cobertura regular; tallos no muy gruesos, colores verdes y violetas, hojas principales grandes, oblongas, de color verde oscuro, las hojas tienden a curvarse en ciertas etapas de desarrollo, las flores son de color rojo violeta, con rasgos blancos afilados en la parte superior. La formación de tubérculos es temprana, muchos tubérculos, redondos, ligeramente aplanados, de gran tamaño, con piel roja, casi violeta, ojos poco profundos, pulpa de color crema, resistente al transporte y al enverdecimiento. (p. 53)

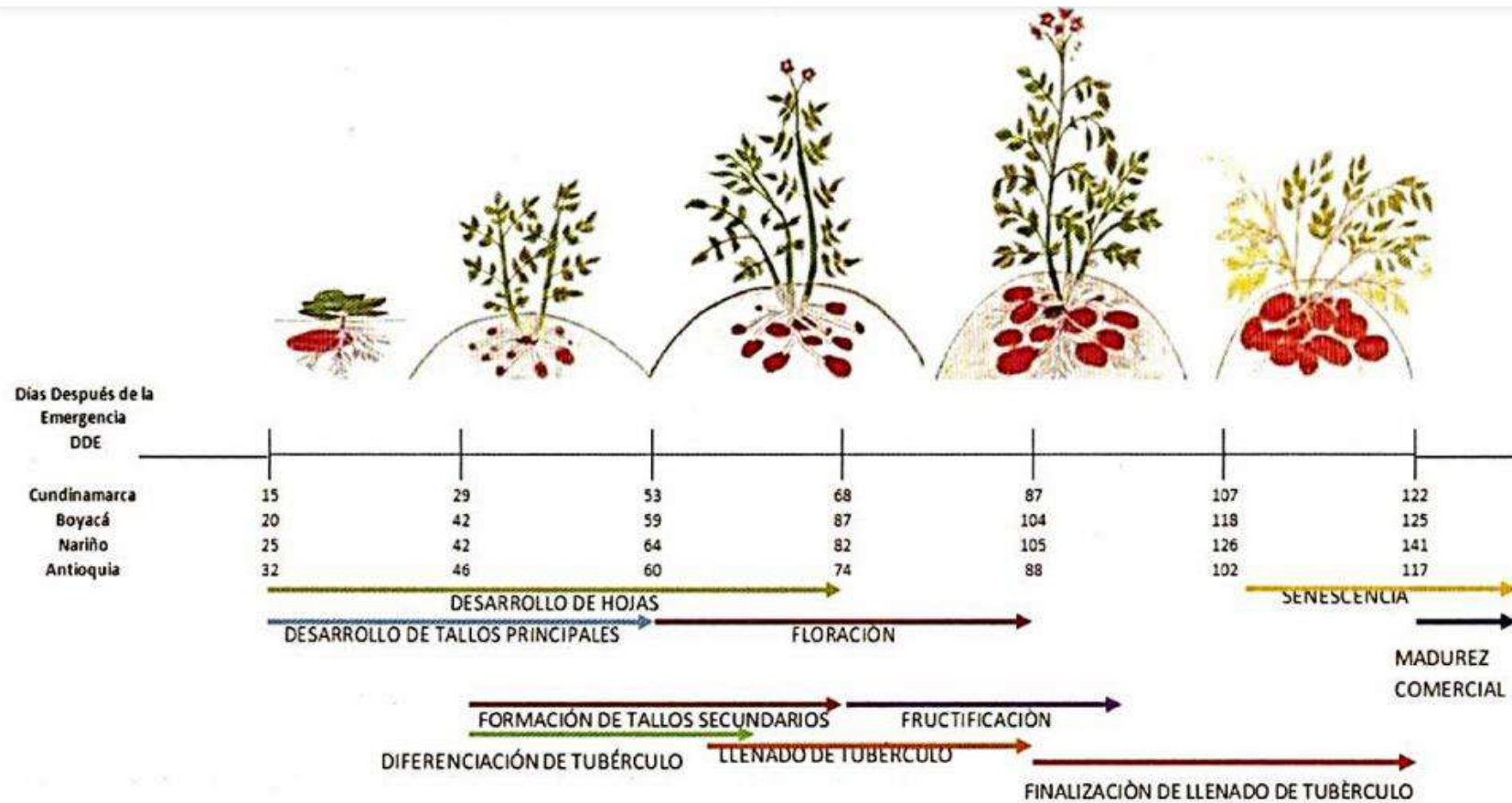
Sobre la fenología, Valbuena et al. (2010) cita que el ciclo fenológico de la papa se divide en 5 etapas según la escala extendida BBCH, las cuales son:

Etapa fenológica	Descripción	
<p>Etapa I: Desarrollo de Tallos Principales (BBCH 1.9)</p>	<p>Los brotes emergen a los 10-12 días de tubérculos, y de 8 a 12 días de semilla sexual, cuando son plantados en el campo y tienen las condiciones adecuadas de temperatura y humedad en el suelo, para su desarrollo.</p>	
<p>Etapa II Formación de tallos secundarios (BBCH 2.9-3.9)</p>	<p>En esta etapa, hay crecimiento de follaje y raíces en forma simultánea; dura entre 20 a 30 días.</p>	
<p>Etapa III Floración. (BBCH 4.9-6.9)</p>	<p>La floración es señal de que la papa comienza a emitir estolones o que inicia la tuberización. En variedades precoces, esto ocurre a los 30 días después de la siembra; en variedades intermedias, entre los 35 a 45 días; y en las tardías entre 50 a 60 días. Esta etapa dura unos 30 días.</p>	
<p>Etapa IV Formación de bayas (BBCH 7.9-8.9)</p>	<p>A los 102 dde, la variedad Diacol Capiro continúa con la formación de estolones e inicia la fase final del llenado del tubérculo. En promedio, se presentan 7 estolones y 12 tubérculos, de los cuales estos últimos alcanzan un peso de 77.46 gramos (cerca al 56% del peso seco final).</p>	
<p>Etapa V Senescencia (BBCH 9.9)</p>	<p>Los tubérculos alcanzan la madurez fisiológica a los 75 días en variedades precoces; 90 días para intermedias y 120 días para variedades tardías. En esta etapa los tubérculos pueden cosecharse y almacenarse.</p>	

Nota: Principales etapas fenológicas del cultivo de papa Diacol, Capiro tomado Valbuena et al. (2010, p. 26-28)

Figura 3.

Fenología de la papa



Nota: Principales etapas fenológicas del cultivo de papa Diacol, Capiro (Valbuena et al., 2010 modificado por Porras & Herrera, 2015, p. 15)

De la preparación del terreno Uribe et al. (2010) señala que:

La preparación del suelo es una de las labores agrícolas de mayor importancia en la producción de papa, puesto que busca adecuar el suelo a las necesidades de las plantas. Por lo tanto, se recomienda utilizar un arado a una profundidad mínima de 40 cm y posteriormente, para mullir el terreno, se puede utilizar un motocultor. Una vez arado, mullido el suelo y eliminando los restos de piedras terrones y raíces, se comienza la elaboración de los surcos, estos no deben tener un largo superior a 50 metros, para evitar problemas con el riego. La distancia entre surco recomendada es de 0,5 a 0,7 m. (p. 2)

Sobre la siembra, Porras y Herrera (2015) indican que:

La cantidad de semilla comúnmente utilizada para la variedad Diacol Capiro está entre 1.700 y 1.900 kg ha⁻¹, por otra parte, la cantidad de semilla está en función de la densidad y del tamaño promedio de semilla utilizada en cada sitio de siembra; el distanciamiento entre surcos utilizados en su mayoría es de 0.9 m y 1 m; la distancia entre plantas de 0.35 y 0.40 m. (p. 30)

De las labores culturales, Avilés y Piedra (2016) mencionan que:

El aporque consiste en agregar suelo desde los entre surcos hasta la base de la planta para formar un lomillo más alto, de alrededor de 35cm de alto. Uno de los principales objetivos de esta práctica es no permitir que los estolones puedan emerger a la superficie para formar nuevos tallos en lugar de tubérculos; así como también evitar la entrada de plagas principalmente de polilla. La práctica se puede realizar de forma manual con el uso de herramientas como palas o azadas y por tracción animal con caballos o bueyes; esta última se recomienda por la profundidad de práctica y la altura del lomillo. Otras de las ventajas del aporque es mejorar el drenaje, la aireación, fomenta el desarrollo de raíces, disminuye la pérdida por tubérculos verdes, conserva la humedad y aumenta la eficiencia en el control de malezas. (p. 53)

Del riego, Egúsquiza y Catalán (2011) indican que:

La papa es muy sensible tanto a la falta como al exceso de agua, el exceso puede ser contrarrestado de diferentes formas, pero las pérdidas que causa la deficiencia de agua son más comunes y notorias. En el sistema de producción en secano, los cultivos de papa de mejor rendimiento son aquellos que reciben por lo menos 600 mm de precipitación. Si en una zona de producción la cantidad de lluvia es menor a la cifra indicada, es necesario utilizar una variedad precoz o agotar cualquier posibilidad para mejorar la infraestructura de riego. (p. 26)

Una de las plagas más importantes en el cultivo de papa es el gorgojo de los andes por lo que su manejo es indispensable, para lo cual Uribe et al. (2010) recomiendan:

Para el manejo integrado de estas plagas se recomienda la limpieza de los sitios de almacenamiento de semilla, uso de tubérculos sanos almacenados lejos de los infestados, recolección manual de adultos en la noche y/o mediante trampas cebo, uso de mantas en la cosecha, aporque alto, uso de barreras de plástico perimetral al cultivo para evitar el ingreso de adultos, roturación de suelos de campos cosechados, abandonados y de sitios de almacenaje, eliminación de plantas espontáneas y malezas, cosecha oportuna y uso selectivo de insecticidas. (p. 3)

1.2.4 EL POTASIO EN EL CULTIVO DE PAPA

“Para incrementar los rendimientos entre los factores determinantes están el riego y la fertilización” (Gaona et al., 2020, p. 42. “La papa requiere una fertilización bien equilibrada, dado que cada zona y variedad presentan condiciones y requerimientos diferentes. Para la fertilización es necesario conocer los requerimientos de la variedad a sembrar y usar las fórmulas de fertilizantes más eficientes” (INTA, 2019, p. 1).

Morales et al. (2013) examinaron la variedad de papa Fianna fertilizada con productos comerciales de alta solubilidad en condiciones de riego y descubrieron que “la dosis optima mínima para papa es 150-250-70 de N, P y K, con valores máximos de 300-350-70. En este estudio utilizaron fosfato diamónico (18-46-00), fosfonitrato (33% N) y cloruro de potasio KCl (60% K₂O) como fuente de N, P y K” (p. 892).

“El potasio es un macronutriente esencial y se encuentra en varias partes de la planta, está siempre presente en la planta en la forma iónica K⁺, se mueve por los vasos del xilema como catión, balanceando principalmente al anión nitrato” (Ben Zioni et al., 1971, citado por Kafkafi & Tarchitzky, p. 54). “En cultivos anuales se cubre el 50-70 por ciento de las, necesidades potásicas a través del agua de riego, haciendo el resto de las aportaciones con el abono de fondo efectuado antes de la siembra o de la plantación” (Fuentes, 1990, p. 18).

De acuerdo con INIA (2020) la función del potasio es

El potasio interviene en el proceso de transpiración, síntesis y translocación de fotoasimilados hacia los órganos de reserva; el potasio controla el nivel hídrico y la concentración iónica dentro de los tejidos de la planta, incluyendo la apertura y cierre de estomas; plantas de papa con buena nutrición potásica tienen mejor tolerancia a heladas, sequías y enfermedades. Los fertilizantes utilizados como fuentes de potasio son cloruro de potasio y sulfato de potasio; sin embargo, investigaciones recientes muestran que el nitrato de potasio es una fuente importante y efectiva tanto para potasio como para nitrógeno en comparación con otros fertilizantes potásicos. (p. 24)

La deficiencia de potasio causa diversos cambios en el cultivo de la papa los cuales son detallados a continuación por Inostroza (2013):

La papa es el cultivo que manifiesta más rápido anomalías en las hojas como la desecación precoz y modificación en la composición del tubérculo, por causa de falta de potasio. Los síntomas de deficiencia en la papa se manifiestan en anomalías en la pigmentación de las hojas, las

que inicialmente son de un color verde oscuro, luego adquieren de un color castaño, se arrugan y se desecan tempranamente. (p. 71-72)

1.2.5 EFICIENCIA DEL POTASIO

Para Fixen (2010)

El manejo de nutrientes debe tener en cuenta sistemas de cultivo que contribuyan económica, social y ambientalmente a la sostenibilidad; considerando la creciente demanda de la sociedad por alimentos, fibra y energía, la difícil situación económica mundial y las crecientes preocupaciones sobre la calidad del agua y el aire, el mejoramiento simultáneo de la eficiencia de la productividad y de la eficiencia de uso de los recursos, incluyendo la eficiencia de uso de los nutrientes, es una meta esencial para la agricultura. (p. 2)

Dibb (2000) conceptualiza la eficiencia de uso de nutrientes como:

Un proceso aislado y no en el contexto del sistema total de producción agrícola. Es importante recordar que la eficiencia y la viabilidad económica son parte del sistema total de producción y que cada uno de ellos tiene factores que necesitan ser optimizados para lograr la meta de producción propuesta. (p. 1)

Stewart (2008) sostiene que:

Los nutrientes aplicados en los fertilizantes que no son absorbidos por el cultivo en un solo ciclo de crecimiento no necesariamente se pierden del sistema y pueden ser utilizados por los futuros cultivos. Esto es particularmente cierto para P y K, pero de alguna forma también es cierto para N, debido a que cierta cantidad de N puede ser temporalmente inmovilizada en la materia orgánica del suelo para luego de un tiempo ser liberada para beneficio de los cultivos. (p. 4)

Se han utilizado comúnmente cuatro índices agronómicos para describir la eficiencia de uso de los nutrientes, Ciampitti y García (2008) menciona los siguientes:

Eficiencia agronómica (EA, kg incremento del rendimiento del cultivo por kg de nutriente aplicado), eficiencia aparente de recuperación del fertilizante (ER, kg de nutriente absorbido por kg de nutriente aplicado), eficiencia fisiológica (EF, kg de incremento de rendimiento por kg de nutriente absorbido), productividad parcial de factor (PPF, kg de rendimiento del cultivo por kg de nutriente aplicado). (p. 1)

“En el caso del K, se han observado eficiencias de fertilización potásica de 60%. Para una fertilización fosforada y potásica eficiente, se recomienda localizar e incorporar los fertilizantes en el surco previo a la plantación del tubérculo semilla” (Sandaña, 2014, p. 2). “El K es un activador de muchas enzimas esenciales en la fotosíntesis y la respiración, además, activan enzimas reguladoras, particularmente el piruvato quinasa y las fosfofructoquinasas, necesarias para formar almidón y proteínas” (Mohr et al., 2012, p. 784), “en papa el K juega un papel importante en el desarrollo y llenado de los tubérculos” (Nava et al., 2007, p. 366).

Sandaña et al. (2013) indica que:

La demanda de K es la cantidad total de K que absorberá el cultivo durante la temporada y, por lo tanto, es el producto entre la materia seca total a alcanzar (según el rendimiento esperado) y la concentración de K en dicha materia seca; el suministro de K es la cantidad de K que puede ser aportado por el suelo durante el desarrollo del cultivo, el que debe ser determinado mediante el análisis químico del suelo. Por último, la eficiencia de fertilización potásica corresponde a la fracción del nutriente total aplicado que será absorbido por el cultivo, la cual depende del tipo de suelo y de la tecnología de aplicación del fertilizante (forma de aplicación). (p. 1)

2. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1 LUGAR DE EJECUCIÓN

En un lote de la empresa "El Valle", ubicada en el Centro Poblado de Hualá, Huertas-Jauja, en la Región Junín, se realizó el experimento durante la campaña agrícola 2021-2022.

2.1.1 LOCALIZACIÓN POLÍTICA

Tabla 1

Localización política del lugar experimental

Ubicación política	
Institución	El Valle
Lugar	Hualá
Distrito	Huertas
Provincia	Jauja
Región	Junín

Fuente: <https://mapas.deperu.com/junin/jauja/huertas/huertas/>

2.1.2 LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA

Tabla 2

Localización geográfica del lugar experimental

Ubicación geográfica	
Institución	El Valle
Altitud	3389 msnm
Latitud sur	11° 79' 89"
Longitud oeste	75° 47' 69"

Fuente: <https://mapas.deperu.com/junin/jauja/huertas/huertas/>

Figura 4.

Mapa satelital de los campos de la empresa El Valle-Distrito de Huertas



Fuente: elaborado a partir de Google Earth Pro

Tabla 3

Coordenadas UTM de la parcela experimental ubicada en la empresa “El Valle” - Distrito de Huertas

COORDENADAS UTM	
Vértice N.01	
Zona	18 L
Este	448882.00
Norte	8702567.00
Vértice N.02	
Zona	18 L
Este	448985.00
Norte	8702189.00
Vértice N.03	
Zona	18 L
Este	448726.00
Norte	8702046.00
Vértice N.04	
Zona	18 L
Este	448636.00
Norte	8702438.00

2.2 CARACTERÍSTICAS GENERALES DE CLIMA

“El clima de Jauja es templado, moderadamente lluvioso y con amplitud térmica moderada. La media anual de temperatura máxima y mínima es 19.4°C

y 5.0°C, respectivamente, la precipitación media acumulada anual es 757.8 mm” (IGP, 2002, par. 3). “Tiempo fresco al mediodía, cielo mayormente nublado parcial en la tarde, noches frías, viento moderado, moderada humedad atmosférica en el día, alta incidencia de radiación solar directa, lluvias en algunas tardes, temperatura: máxima: 22°C / mínima: 7°C” (Senamhi, 2020, párr.4).

El IGP (2005), citado por Vargas et al. (2022), establece que:

En el verano, las precipitaciones son causadas por la condensación del vapor de agua, que al elevarse va descargando una gran parte de esta humedad; en particular, en los valles interandinos y en las vertientes orientales de la cadena de altas montañas, el clima oscila entre frío (C°) y lluvioso (B (o, i). (p. 14)

2.3 COMIENZO Y FIN DEL EXPERIMENTO

El experimento comenzó con la siembra de tubérculos el 20 de diciembre de 2021 y finalizó el 05 de mayo de 2022 con la cosecha de tubérculos en estadio de madurez comercial.

2.4 DISEÑO METODOLÓGICO

2.4.1 CARACTERÍSTICAS DEL CAMPO EXPERIMENTAL

PARCELA

Longitud de cada parcela	: 12 m
Ancho de cada parcela	: 10,8 m
Área de cada parcela	: 129,6 m ²
Longitud de surcos	: 12 m
Distanciamiento entre surcos	: 0,9 m
Área por surco	: 10,8 m ²
Número de surcos por parcela	: 12

REPETICIONES

Número de repeticiones	: 3
Longitud	: 43,2 m

Ancho	: 12 m
Área neta por repetición	: 518,2 m ²
Área neta total de repeticiones	: 1555,2 m ²

CAMPO EXPERIMENTAL:

Largo	: 43,2 m
Ancho	: 52 m
Área total del experimento	: 2246,4 m ²

2.4.2 MATERIAL GENÉTICO

La variedad Diacol-Capiro fue producida por el Instituto Colombiano Agropecuario (ICA) en Colombia y fue adquirida por la empresa "EL VALLE". "Diacol-Capiro es un cultivar mejorado con el registro ICA PAP-68-02; su genealogía se remonta al cruce entre Tuquerreña (CCC 61) y 1967 (C) (9) (CCC 751)" (Porrás & Herrera, 2015, p. 14). "Presenta porte de planta medio y follaje verde oscuro, floración media y muy poca formación de frutos, los tubérculos poseen un período de reposo de 90 días a 15°C y 75% HR con rendimiento superior a las 40 t ha⁻¹" (CIP, 2010, párr. 4).

2.4.3 MATERIAL FERTILIZANTE

El nitrato se metaboliza en la hoja, mientras que el K se desplaza hacia las raíces con los aniones orgánicos que lo acompañan. Ben Zioni et al. (1971) y Kirkby & Knight (1977) analizaron estas características cruciales del K. (Kafkafi & Tarchitzky, p. 54). "Las fuentes más comunes de potasio para fertirrigación utilizadas a nivel mundial son: nitrato de potasio, cloruro de potasio, fosfato monopotásico y sulfato de potasio" (Genta & Torres, 2004, p. 4).

Del Sulfato de Potasio Soluble, INKAFERT (s.f.) refiere que "es altamente soluble en agua, aportando potasio y azufre en proporciones de 52 y 18 por ciento respectivamente; estos nutrientes son esenciales para el crecimiento de la planta" (p. 1).

Sobre el Nitrato de Amonio Soluble, INKAFERT (s.f.) refiere que "esta forma de nitrato es altamente móvil por lo que su traslocación del suelo

hasta las raíces lo coloca de manera instantánea a disposición del cultivo. Al aplicarse este tipo de fertilizante por riego localizado disminuye las pérdidas futuras” (p. 1).

De acuerdo con INKAFERT (s.f.) el fosfato monoamónico soluble, “se disuelve bien en agua, aportando nitrógeno y fósforo juntos. Se recomienda para aplicaciones foliares y fertirrigación, a su vez se utiliza para limpiar sistemas de fertirrigación, contiene nitrógeno y fósforo en porcentajes 12 y 61 por ciento respectivamente” (p.1).

“El nitrato de magnesio, contribuye con Nitrógeno y Magnesio en un 11 y 15 por ciento respectivamente” (INKAFERT, s.f., p. 1). Empero, el nitrato de calcio “contiene nitrógeno y calcio en proporciones de 15,5 y 26 por ciento respectivamente” (INKAFERT, s.f., p. 1). Ambos fertilizantes también tienen el atributo de ser altamente solubles.

2.4.4 COMPONENTES EN ESTUDIO

Tabla 4

Plan de aplicación de dosis creciente de potasio sistema fertirrigación en riego por goteo localizado. Papa var. Diacol-Capiro.

T	Dosis Creciente	Dosis constante				Codificación
	K ₂ O (Kg ha ⁻¹)	N	P ₂ O ₅	CaO	MgO	
T ₁	0	200	100	30	48	K ₀
T ₂	400	200	100	30	48	K ₁
T ₃	460	200	100	30	48	K ₂
T ₄	520	200	100	30	48	K ₃

T: Tratamientos (T₁, ..., T₄).

2.5 DISEÑO DE INVESTIGACIÓN

2.5.1 DISEÑO EXPERIMENTAL

Las parcelas fueron distribuidas por el Diseño de Bloques Completos al Azar (BCA).

“Las unidades experimentales se agrupan en (r) bloques. Se definen los (t) tratamientos que se van a aplicar a las (n) unidades experimentales, las unidades experimentales de cada bloque se sortean para la asignación a cada tratamiento”

(Mellado, 2010, p. 10). “De esta manera las unidades experimentales dentro de un bloque serán homogéneas, pero entre grupos haya heterogeneidad y el número de unidades experimentales dentro de un bloque sea igual al de tratamientos” (Gutiérrez, 2015, p. 4).

Las medidas de tendencia central, dispersión y regresión lineal (Steel & Torrie, 1985, p. 231-234) se establecieron en el ensayo mediante el uso del DBCA. Se utilizaron tres tratamientos, uno de los cuales era una dosis de potasio, y otro, un tratamiento testigo.

2.5.2 MODELO ADITIVO LINEAL:

$$Y_{ij} = \mu + \zeta_i + \beta_j + \varepsilon_{ij}$$

Dónde: Y_{ij} = cualquier observación del experimento. μ = Media de la población.
 ζ_i = Efecto aleatorio del i-ésimo tratamiento. β_j = Efecto aleatorio del j-ésimo bloque. ε_{ij} = Error experimental. $i = 1, 2, \dots, t$ (tratamiento). $j = 1, 2, \dots, r$ (bloques)

Para el procesamiento de los datos se utilizó el ANVA:

Tabla 5

Análisis de Varianza. DBCA

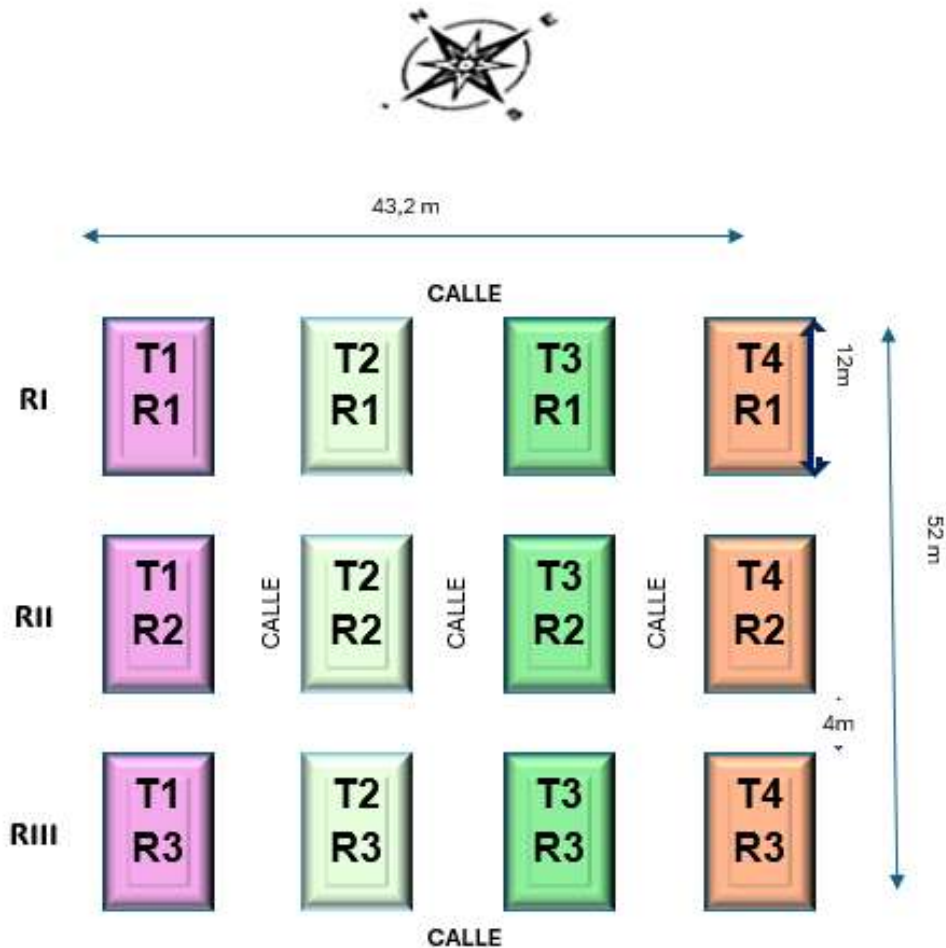
F.V.	G.L.	
Bloques	r - 1	= 02
Tratamientos	t - 1	= 03
Error	(r - 1) (t - 1)	= 06
Total	rt-1	= 11

2.5.3 ANÁLISIS DE DATOS

Se utilizó el análisis de varianza (ANVA) del diseño experimental para discutir los resultados. Se utilizó la Prueba de Tukey al nivel 0,05 para comparar los resultados (Steel & Torrie, 1988, p. 179). Se utilizaron Microsoft Office Professional 2023 (EXCEL) y el software estadístico InfoStat (ve). Inicialmente se realizó la prueba de normalidad a todos los datos “esta es una de las pruebas estadísticas más utilizadas en la investigación científica, para determinar si los datos que se tiene disponibles se ajustan a la normalidad, ya que si sucede lo

contrario puede llevar a resultados sesgados” (Alberto, 2023, p. 1), obtenidos los resultados se discutieron sobre la base del análisis ANVA y luego se realizó un comparativo mediante la Prueba de Tukey al nivel, 0,05 (Steel & Torrie, 1988, p. 179).

2.5.4 CROQUIS EXPERIMENTAL



2.6 METODOLOGÍA DEL ESTUDIO

Se emplearon parámetros biológicos, indicadores de calidad en el cultivo de papa var. Diacol-Capiro y riego local en las áreas afectadas por el cultivo para evaluar el impacto de la fertilización sobre el potasio (K) en este experimento, como problema para solucionar las condiciones ambientales de la zona de Huertas-Jauja.

2.6.1 POBLACIÓN Y MUESTRA

Se utilizó la muestra elegida al azar de los surcos centrales dentro de la unidad experimental.

Población : La población estuvo compuesta el total de plantas de papa var. Diacol-Capiro de todo el campo experimental.

Muestra : 20 plantas de los cuatro surcos centrales

2.6.2 CARACTERÍSTICAS DE EVALUACIÓN

En campo

a. Rendimiento

a.1 Rendimiento potencial de tubérculos ($t\ ha^{-1}$): RPT_{ha}

a.2 Peso total de tubérculos $planta^{-1}$: PTTP

b. Componentes coligados de rendimiento

b.1 Peso de tubérculos $planta^{-1}$

b.1.1 Peso de tubérculos de primera: PT1P

b.1.2 Peso de tubérculos de segunda: PT2P

b.1.3 Peso de tubérculos de tercera: PT3P

b.1.4 Peso de tubérculos de descarte: PTDP

b.2 Número de tubérculos $planta^{-1}$: NTP

b.2.1 Número de tubérculos de primera: NT1P

b.2.2 Número de tubérculos de segunda: NT2P

b.2.3 Número de tubérculos de tercera: NT3P

b.2.4 Número de tubérculos de descarte: NTD

c. Características Biométricas

c.1 Altura de planta (m): APP

c.2 Biomasa fresca aérea: BFA

c.3 Biomasa seca aérea: BSA

d. Índices de eficiencia

d.1 Factor de Productividad Parcial: FPP

d.2 Eficiencia Agronómica: EA

2.7 TÉCNICAS DEL ESTUDIO

La investigación se llevó a cabo en un terreno dentro de las instalaciones de la empresa El Valle, ubicada en el distrito de Huertas. El material genético fue tubérculos de papa variedad DiacolCapiro. Utilizando un sistema de riego localizado, se analizaron los efectos de la fertilización progresiva de potasio (K) en el suelo; se analizaron los rendimientos potenciales del tubérculo, sus componentes asociados con el rendimiento y los índices de eficiencia (Factor de Productividad Parcial y Eficiencia Agronómica). En cada repetición, los tratamientos (dosis de potasio) se enumeraron del uno al cuatro con codificación propia (Tabla 4).

La cosecha se realizó cuando el cultivo alcanzó la Etapa V (Senescencia), “etapa en la que los tallos se secan completamente alcanzando solo un 8 por ciento de la materia seca total de la planta. Los tubérculos han llenado completamente y su piel se fija” (Valbuena et al., 2010, p. 20). “Diacol Capiro presenta una altísima eficiencia de llenado puesto que el peso seco de los tubérculos alcanza el 77 por ciento del peso total de la planta” (Porrás, & Herrera, 2015, p. 19). La dosis de semilla recomendada por INIA (2020) es de “2000 kg ha⁻¹” sobre la base de esta se determinó la dosis para el experimento. Los tubérculos fueron depositados de forma mecanizada en el fondo del surco 1 tubérculo por golpe cada 20 cm.

Se realizaron las siguientes evaluaciones:

2.7.1 RENDIMIENTO

“Los rendimientos de tubérculos del grupo son altamente variables, se informan de rendimientos experimentales de 5 t ha⁻¹ hasta cerca de 50 t ha⁻¹” (Rodríguez et al., 2012 citado por Rojas & Seminario, 2014, p. 166). “El rendimiento se expresa en toneladas por hectárea (t·ha⁻¹) destacando las características de cada variedad y tomando un número determinado de plantas por parcela”

(Seminario et al., 2017, p. 183). El número de plantas cosechadas, el número total de tubérculos, el número de tubérculos comerciales, el peso de los tubérculos comerciales, la altura de la planta, el número de tallos, el peso seco del follaje, el contenido de materia seca en los tubérculos y el índice de cosecha son factores que afectan el rendimiento (Rojas & Seminario, 2014, p. 168).

a. Rendimiento potencial de tubérculos ($t\ ha^{-1}$): RPT_{ha}

La recolección de tubérculos de cada parcela experimental de los surcos centrales se llevó a cabo después de que finalizara el período vegetativo del cultivo. Las variables evaluadas, por planta, se tomaron en cuenta las evaluaciones planteadas por Seminario et al. (2017) “altura de planta (AP), número de tallos (NT), número total de tubérculos (NTT), número de tubérculos comerciales (NTC), peso total de tubérculos (PTT) y peso de tubérculos comerciales (PTC)” (p. 183). Para evitar el efecto de borde, se realizaron evaluaciones del rendimiento total y comercial mediante mecanización de las plantas de los surcos centrales de cada unidad experimental (parcela) al finalizar la cosecha el 5 de mayo de 2022.

b. Peso total de tubérculos planta⁻¹: PTP

Se pesó una muestra de 20 plantas por parcela para estimar el peso total de tubérculos por planta. Luego, se calcularon los promedios y se estimó el peso total de tubérculos por planta.

2.7.2 COMPONENTES COLIGADOS AL RENDIMIENTO

2.7.2.1 Peso de tubérculos planta⁻¹

Se utilizó una balanza comercial para registrar el peso total de los tubérculos de cada categoría. Los tubérculos de primera, segunda y tercera fueron los que tenían un rendimiento comercial, mientras que los de tercera y descarte fueron los que no tenían un rendimiento comercial. Los tubérculos de 20 plantas de cada unidad experimental se pesaron para obtener un promedio de todas las plantas.

Los tubérculos cosechados fueron pesados por categoría, los tubérculos fueron clasificados por categoría de la siguiente manera (CIP, 2010 citado por García, 2022, p. 36):

- Categoría I:
Tubérculos con un peso de 200 a 300 g o que midan más de 60 mm
- Categoría II:
Tubérculos con un peso de 80 a 200 g o que midan entre 30 y 60 mm
- Categoría III:
Tubérculos con un peso menor a 80 g o que midan menos de 30 mm

a. Peso de tubérculos de primera: PT1P

Los tubérculos se cosecharon y luego se lavaron. Los tubérculos fueron pesados en una balanza comercial y clasificados en la "categoría I", que incluye tubérculos con un peso de entre 200 y 300 g después de que la piel se secase naturalmente (expuesta al sol y al viento) (CIP, 2010, citado por García, 2022, p. 36).

b. Peso de tubérculos de segunda: PT2P

Luego de cosechados los tubérculos, los tubérculos se lavan, se secan naturalmente (expuestos al sol y al aire), se seca la piel de los tubérculos, se pesa en una báscula comercial y se clasifica como "categoría II que son tubérculos con un peso de 80 a 200 g" (CIP, 2010, citado por García, 2022, p. 36), o "con un diámetro 75 a 90 mm" (Sifuentes, 2012, citado por Núñez, 2016, p. 29).

c. Peso de tubérculos de tercera: PT3P

Luego de cosechados los tubérculos, los tubérculos se lavan, se secan naturalmente (expuestos al sol y al aire), se seca la piel de los tubérculos, se pesa en una báscula comercial y se clasifica como "categoría III que son tubérculos con un peso menor a 80 g" (CIP, 2010, citado por García, 2022, p. 36), o "con un diámetro 60 a 75 mm" (Sifuentes, 2012, citado por Núñez, 2016, p. 29).

d. Peso de tubérculos de descarte: PTDP

En esta última categoría también se incluyeron tubérculos verdeados, deformes y dañados, “con un diámetro < 60 mm” (Sifuentes, 2012, citado por Núñez, 2016, p. 29).

2.7.2.2 Número de tubérculos planta¹: NTP

Después de la cosecha de los cuatro surcos centrales, se calculó el número de tubérculos en cada planta individual utilizando la clasificación por categoría basada en su diámetro, designado por Sifuentes (2012), citado por Núñez (2016, p. 29):

- a. Número de tubérculos de primera (NT1P): > 90 mm
- b. Número de tubérculos de segunda (NT2P): 75 a 90 mm
- c. Número de tubérculos de tercera (NT3P): 60 a 75 mm
- d. Número de tubérculos de descarte (NTD): < 60 mm”

2.7.3 CARACTERÍSTICAS BIOMÉTRICAS

2.7.3.1 Altura de planta (m): APP

Se tomaron muestras de veinte plantas elegidas al azar dentro de los surcos centrales de cada parcela para calcular el crecimiento de las plantas en altura (unidad experimental). Desde el cuello de la planta (base de la planta) hasta la altura de la yema terminal del tallo principal, se utilizó un flexómetro de tres metros.

2.7.3.2 Biomasa fresca aérea: BFA

Se seleccionaron al azar 20 plantas de porte promedio de cada unidad experimental para medir la biomasa o materia fresca. De inmediato, las plantas fueron cortadas al nivel del suelo y pesadas en una balanza de precisión.

2.7.3.3 Biomasa seca aérea: BSA

Se tomó una porción promedio de 200 g de la biomasa fresca de cada unidad experimental después de pesarla; se colocaron en bolsas de papel y se

secaron en una estufa a 60°C hasta que alcanzaran un peso constante. El peso seco de la parte aérea del cultivo se volvió a pesar después de que fueron sacados de la estufa.

2.7.4 ÍNDICES DE EFICIENCIA

2.7.4.1 Factor de Productividad Parcial: FPP

Son los kilogramos de rendimiento por kg de nutriente aplicado. La expresión es la siguiente (Dobermann, 2007, Huaraca, 2019, p. 27):

$$FPP = \frac{R}{N}$$

R = Rendimiento de parcela con potasio (kg ha^{-1})

N = Dosis de potasio aplicado (kg ha^{-1})

2.7.4.2 Eficiencia Agronómica: EA

Es el incremento de rendimiento por kg de nutriente aplicado (Dua et al., 2007, citado por Huaraca, 2019, p. 28). Asumiendo una extracción de 5 kg K t^{-1} de tubérculo, este se expresó en porcentaje.

$$EA = (R - R_0) / (N)$$

Dónde:

R = Rendimiento de parcela con potasio (kg ha^{-1})

R_0 = Rendimiento de parcela sin fertilización (kg ha^{-1})

N = Dosis de potasio aplicado (kg ha^{-1})

2.8 MATERIALES Y EQUIPOS A UTILIZADOS

INSUMOS

- Sulfato de potasio solubles (52% K_2O , 18% S) - INKAFERT
- Nitrato de amonio solubles (33% N, 3% P_2O_5) - INKAFERT
- Fosfato monoamónico (12% N, 61% P_2O_5) - INKAFERT
- Nitrato de magnesio (11% K_2O , 15% MgO) - INKAFERT

- Nitrato de calcio (15.5% N, 26% CaO) – INKAFERT

MATERIALES

Vegetativo: material genético de papa de la variedad Diacol-Capiro

Materiales de escritorio: Hojas bond A4, lápices 2b, bolígrafos, marcador permanente negro 421-m, tijera, papel adhesivo a4, libreta de campo, bolsas kraft, laptop.

EQUIPOS

Balanza comercial, cámara digital, costales, regla fibrofacil, letreros, picotas, hoz, regla de madera graduada de 1 m de longitud, flexómetro de 3 m, cordeles.

Equipos del sistema de riego: Sistema de filtrado, tanques 2000 L, equipo de fertilización, válvulas medidoras, unidad de control, reguladores de presión y sus indicadores, mangueras de polietileno ½” para los laterales y goteros.

CARACTERÍSTICAS DEL CAMPO EXPERIMENTAL

2.8.1 DESCRIPCIÓN DEL SUELO

INGEMMET (2022), se refieren a los suelos de Jauja dentro del valle del Mantaro, señalando que:

Las características del suelo de Huertas muestran proporciones más altas de la clase Franco arcillo-arenoso, son suelos menos porosos que pueden contener gránulos de tamaño inferior a 0.002 mm. Sus partículas de arcillas pueden ser visibles al microscopio y al mojarlas forman una masa viscosa que puede moldearse. Significando que su capacidad impermeable o de retención del agua es muy alta, lo cual favorece la formación de fuentes de materia orgánica. (p. 81)

El lugar experimental, al análisis del suelo reportó lo siguiente pH, 4,36, C.E. (0.46 dS m⁻¹), materia orgánica (1,36 %), alto en potasio (291 ppm), alto en fósforo (66,3 ppm), textura, franco arcillo arenoso (Tabla 6):

Tabla 6*Análisis del suelo del campo experimental*

M1	pH (1:1)	C.E.		M.O.	P	K	CT	CIC	Cationes Cambiables					SC	SB	% SB
		(1:1)	dS/m						%	ppm	ppm	Ca ⁺²	Mg ⁺²			
	4.36	0.46	1.36	66.3	291	Fr.Ar.A.	8.00	2.33	0.62	0.48	0.1	0.50	4.03	3.53	44	

M1: muestra 1. CT: clase textural. SC: suma de cationes. SB: suma de bases. %SB: porcentaje de saturación de bases, datos proporcionados por la empresa "El Valle".

2.9 CONDUCCIÓN DEL EXPERIMENTO**2.9.1 INSTALACIÓN DEL SISTEMA DE RIEGO**

El sistema de riego primario a presión en la parcela donde se llevó a cabo la prueba fue instalado el 18 de octubre del 2021 y finalizó el 20 de diciembre del mismo año. Se colocaron mangueras laterales con sus mangueras correspondientes, se conectaron válvulas de aire al arco de riego y se instalaron contadores que permitieron registrar con precisión la cantidad de agua utilizada en cada unidad de prueba para controlar con precisión el uso del riego (Figura 5). Las unidades de prueba se colocaron de manera aleatoria; los lados de riego incluían una válvula de cierre que permitía controlar manualmente el flujo de agua. Los goteros y los laterales se instalaron de acuerdo con los requisitos.

Características del sistema de riego

- La matriz principal del sistema : 1 m de profundidad
- Los divisores : 0,9 m
- Número de mangueras por hilera: 1
- Distancia entre gotero : 0,4 m
- Caudal del gotero : 1,6 L/HR Marca Metzer
- Capacidad de riego : 44,4 M³ HR ha⁻¹
- Número de turnos : 4
- Área por turno : 0,75 ha

Figura 5.

Instalación del sistema de riego



Nota. Tanques instalados provistos del sistema de riego

2.9.2 PREPARACIÓN DEL SUELO Y SIEMBRA

Se comenzó con un riego pesado (machaco) para que el agua pudiera penetrar hasta el fondo del suelo y facilitara el trabajo de la máquina al roturar el suelo. La rastra, el arado de discos y la surcadora (Figura 6). Por lo tanto, el suelo estaba preparado para recibir los tubérculos de las semillas de papa. Para realizar el experimento, se emplearon los siguientes elementos: cinta métrica, alfiler, cordel y yeso.

Para realizar la fertilización de fondo con fertilizante granulado, el 20 de diciembre se utilizó una sembradora de doble surco; antes de la siembra en el campo final, se desinfectaron los tubérculos-semillas con Amistar Top a una dosis de $0,750 \text{ L ha}^{-1}$ y Solvigo a una dosis de $1,5 \text{ L ha}^{-1}$. También se incluyó materia orgánica en una cantidad de 2 t ha^{-1} , con una fórmula de abonamiento sugerida de $120-120-100 \text{ kg ha}^{-1}$ de K. Los surcos estaban distantes de $0,90 \text{ m}$; los tubérculos-semilla de papa se depositaron a $0,20 \text{ m}$. Con un azadón a maniobra manual, se extendió una capa de tierra agrícola sobre las semillas que se depositaron al fondo del surco.

Figura 6.

Preparación del terreno



2.9.3 APLICACIÓN DEL FERTIRRIEGO

“Desde el punto de vista del abastecimiento de agua a las plantas, todos los métodos de riego son buenos si el agua es aplicada en el volumen y la frecuencia que las plantas requieren” (Martínez, 2001, p. 4). La Tabla 4, que incluye el plan de combinaciones para el desarrollo de la investigación y el desarrollo fenológico productivo de la papa, establece la dosis de fertilización utilizada para aplicar los fertilizantes en forma fraccionada, según el enunciado.

Los tanques 1, 2 y 3 se limpiaron con un lavado intenso con nitrato de magnesio y nitrato de calcio a una dosis de 250 kg de cada uno en 1000 L de agua para realizar las mezclas de fertirrigación, ya que, a diferencia de los otros fertilizantes, se pueden mezclar por compatibilidad de los fertilizantes. Se encendió el motor para remover los fertilizantes que se habían mezclado en los tanques; esto ayudó a que los fertilizantes burbujearan y se solubilizaran (Figura 7). Para evitar que se quedara en la profundidad de los tanques, se utilizó una vara de palo para extraer los residuos que quedaron en el fondo. Cada sección requería treinta minutos (10 minutos de riego, 10 minutos de inyección de fertilizante y 10 minutos de lavado). Durante toda la etapa fenológica, se

realizaron riegos tres veces por semana; estas aplicaciones continuaron hasta la semana 22, dos semanas antes de la cosecha.

Figura 7.

Preparación de las mezclas de los fertilizantes



Nota. Tanques burbujeando

2.9.4 APORQUE

“Un aporque bien ejecutado puede reducir las pérdidas económicas causadas por el daño de plagas, a su vez, previene el tumbado, también de esta manera se evita que los tubérculos se descubran y verdeen” (Rodríguez-Soto, 2020, p. 4). “El aporque consiste en acumular tierra en la base de los tallos en forma de camellones, con la subsecuente formación de surcos que servirán para labores de riego o para facilitar la evacuación del exceso de agua de lluvias” (INIA, 2020, p. 26).

Las primeras plantas se cultivaron con azadones cuando alcanzaron 30 cm de altura. Se construyó un aporque alto para mejorar el apoyo a las plantas. Después de 25 días, cuando las plantas alcanzaron 45 cm de altura, se realizó el segundo procedimiento. La altura del camellón se incrementó mediante la colocación de una capa de tierra sobre él. Para evitar la aparición de estolones en la superficie y promover el desarrollo saludable de los tubérculos, se profundizó el surco para proteger las raíces, los estolones y los tubérculos del daño causado por las plagas.

2.9.5 CONTROL FITOSANITARIO

El "gorgojo de los andes" (*Premnotrypes* spp.), la alternaria (*Alternaria solani*) y la ranchara (*Phytophthora infestans*) se controlaron mediante el uso de productos químicos preventivos y curativos, como Circón 500 ml ha⁻¹, Miterra 250 ml ha⁻¹, Tronkal 700 ml ha⁻¹ y Fungo Stop 500 ml ha⁻¹. Sin embargo, se encontraron algunas plagas de menor gravedad que no superaron el umbral de daño para la severidad o el control convencional.

2.9.6 COSECHA

Las plantas alcanzaron el estado fenológico de madurez comercial en la Etapa V (Senescencia-BBCH 9.9) y la cosecha se llevó a cabo manualmente el 5 de mayo de 2022 (Figura 8). Para tal efecto, se emplearon costales, balanzas y herramientas de labranza.

Figura 8.

Cosecha



Nota. Tubérculos etapa V (BBCH 9.9)

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La Tabla A1 (Anexo) contiene la prueba de normalidad (Shapiro-Wilks) para los índices de eficiencia y características biométricas del cultivo de papa var. Diacol-Capiro. Los hallazgos estadísticos del análisis indican que no son significativos ($p > 0,05$), es decir, que superan 0,05; por lo tanto, se acepta la H_0 , lo que indica que tienen una distribución normal.

3.1 RENDIMIENTO DE TUBÉRCULOS

Tabla 7

Cuadrados medios de rendimiento de tubérculos. Fertilización dosis de Potasio. Huertas-Jauja. 2022

FV	GL	RPT _{ha}	PTTP
Bloques	2	4,83 ^{ns}	0,0016 ^{ns}
Tratamientos	3	174,13 ^{**}	0,06 ^{**}
Error	6	5,92	0,0019
Total	11		
	R ²	0,94	0,94
	CV (%)	7,73	7,73
	\bar{x}	31,485	0,5675
	S	2,4331	0,0443

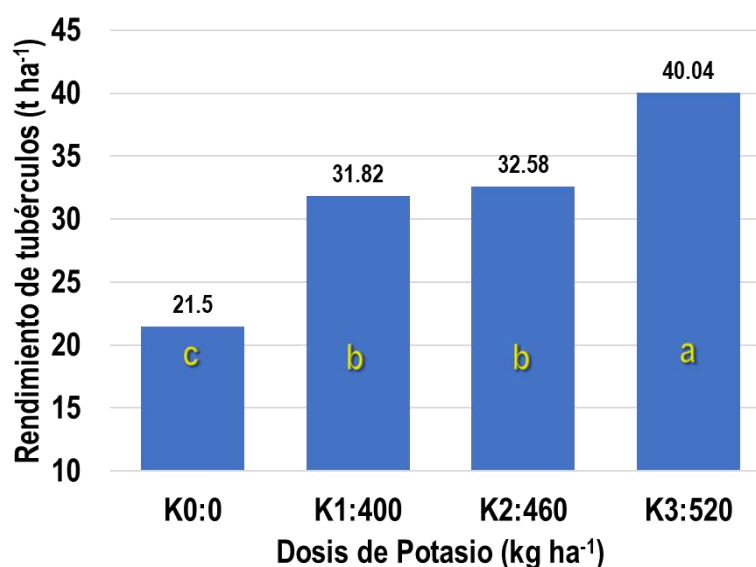
RPT_{ha}: rendimiento potencial de tubérculos (t ha⁻¹). PTTP: peso total de tubérculos planta⁻¹ (kg). ns: no significativo. ** significación con probabilidad de $p \leq 0,01$

Los cuadrados medios (CM) del ANVA del RPT_{ha} (rendimiento potencial de tubérculos, t ha⁻¹) y del PTTP (peso total de tubérculos planta⁻¹, kg) se muestran en la Tabla 7. En la fuente de variabilidad (FV) de los tratamientos, estas variables fueron estadísticamente altamente significativas ($p \leq 0,01$), lo cual confirma la hipótesis alternante (H_1) que, al menos un par de tratamientos mostraron una respuesta diferente a la dosis de potasio (K). Los promedios para RPT_{ha} y PTTP, fueron 31,485 t ha⁻¹ y 0,5675 kg planta⁻¹ respectivamente, revelando que existe alta probabilidad de que el rendimiento fuera influenciado

por el peso de tubérculos planta⁻¹. Asimismo, presenta el coeficiente de determinación (R^2) de 0,94, es decir, tanto RPT_h y PTTP, tienen una potencia del 94 por ciento, interpretándose como “muy fuerte” dentro del modelo deseado (Hernández et al., 2014, p. 305) y un coeficiente de variabilidad (CV) de 7,73 por ciento, estimados como “bajos” (Gordon & Camargo, 2015, p. 56), indicando que está altamente asociado con la media experimental en función estimada por causa del efecto de la dosis creciente de K suministrado vía fertirrigación mediante riego por goteo al suelo en la variedad Diacol-Capiro.

Figura 9.

Prueba de significación según Tukey para rendimiento de tubérculos. Huertas-Jauja. 2022



Nota: Dosis de K, aplicación vía fertirrigación con riego por goteo. Var. Diacol-Capiro. Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

La Figura 9, presenta la prueba de significación de promedios según Tukey, observando que, se sitúan en tres grupos disjuntos, recomendando hacer uso del primer grupo, es decir de la dosis 520 kg ha⁻¹ (K₃), quién se ubica en el primer orden del ranking y fue estadísticamente diferente a los demás grupos y dosis de K, logrando consolidar 40,04 t ha⁻¹, estableciendo mejor respuesta al suministro de la mayor dosis de K vía fertirrigación durante el proceso de tuberización, según suceden la dosis creciente incrementando el rendimiento de tubérculos por unidad de superficie, así, comparativamente con K₀ (sin K y demás fertilizantes nitrogenados y fosforados), se situó en el último orden de

mérito con 21,5 t ha⁻¹ con diferencias estadísticas a K₃, ostentando una ganancia porcentual de 53,69 por ciento, asintiendo el hecho del suministro de K en la etapa de tuberización, recalcando que “el K es importante en el llenado y desarrollo de tubérculos” (Silva et al., 2018, p. 38).

Tabla 8

Variación porcentual del rendimiento de tubérculos. Fertirrigación dosis de potasio. Huertas-Jauja. 2022

DK	RPTHa		PTTP	
	\bar{x}	VP	\bar{x}	VP
K ₀ :0	21,5	--	0,39	--
K ₁ :400	31,82	48	0,57	46,15
K ₂ :460	32,58	51,53	0,59	51,28
K ₃ :520	40,04	86,23	0,72	84,62

DK: dosis de potasio (kg ha⁻¹). VP: variación porcentual. RPTHa: rendimiento potencial de tubérculos (t ha⁻¹). PTTP: peso total de tubérculos planta⁻¹ (kg)

Asimismo, en la Tabla 8, se aprecia una variación porcentual del rendimiento de tubérculos en K₃ (520 kg ha⁻¹) de hasta el 86,23 por ciento (RPTHa) y 84,62 por ciento (PTTP) respecto al testigo (K₀) sin K y otros elementos nitrogenados y fosforados. Efecto que sustenta la “importancia del K para el llenado y desarrollo de los tubérculos” (Silva et al., 2018, p. 38) dado a que “interviene en el proceso de transpiración, en la fotosíntesis y acumulación de carbohidratos” (Villagarcía, 2003 citado por Díaz, 2018, p. 32).

3.2 COMPONENTES VINCULADOS AL RENDIMIENTO

Tabla 9

Cuadrados medios del peso de tubérculos planta⁻¹. Fertirrigación dosis de potasio. Huertas-Jauja. 2022

FV	GL	PT1P	PT2P	PT3P	PTDP
Bloques	2	0,00017 ^{ns}	0,0034*	0,0039**	0,00056**
Tratamientos	3	0,02**	0,02**	0,00017 ^{ns}	0,00022 ^{ns}
Error	6	0,00043	0,00053	0,00031	0,000049
Total	11				
	R ²	0,96	0,96	0,82	0,86
	CV (%)	7,86	10,05	31,57	36,74
	\bar{x}	0,265	0,2275	0,055	0,02
	S	0,021	0,023	0,0176	0,007

PT1P: de primera. PT2P: de segunda. PT3P: de tercera. PTDP: de descarte. ns: no significativo. *: significación con probabilidad de p≤0,05. ** significación con probabilidad de p≤0,01

Los CM del ANVA de PT1P (peso de tubérculos de primera) y PT2P (peso de tubérculos de segunda) se muestran en la Tabla 9, con resultados estadísticos altamente significativos ($p \leq 0,01$), aceptando la H_1 y asintiendo que al menos un par de tratamientos fueron diferentes en papa var. Diacol-Capiro tiene un impacto en la cantidad de K que se administra mediante fertirrigación y riego por goteo. Los indicadores PT3P (peso de tubérculos de tercera) y PTDP (peso de tubérculos de descarte) muestran ser estadísticamente no significativos ($p > 0,05$), aceptando H_0 , y confirmando que todos los efectos del suministro de dosis de K mediante fertirrigación con riego por goteo en la variedad Diacol-Capiro fueron similares.

En promedio, PT1P se consolidó en 0,265 kg, PT2P, 0,2275 kg, PT3P, 0,055 kg y PTDP, 0,02 kg por planta, indicando que existe evidencias que el rendimiento de papa fuera influenciado por el peso de tubérculos de primera y segunda, tal es así, que, PT1P y PT2P, ostentaron un R^2 de 0,96, alcanzando una potencia de hasta 96 por ciento, interpretándose como características “muy fuerte” dentro del modelo deseado (Hernández et al., 2014, p. 305) con CV de 7,86 y 10,05 por ciento, estimados como “bajos” y “medios” respectivamente (Gordon & Camargo, 2015, p. 56), sindicando que están altamente asociados con la media experimental en función estimada al efecto de la dosis creciente de K. Las características PT3P y PTDP, estadísticamente fueron no significativos ($p > 0,05$).

Tabla 10

*Prueba de significación de los promedios de peso de tubérculos planta⁻¹.
Fertirrigación dosis de potasio. Huertas-Jauja. 2022*

DK	PTTP	PT1P	PT2P	PT3P	PTDP
K ₀ :0	0,39 ^c	0,16 ^c	0,14 ^b	0,06 ^a	0,03 ^a
K ₁ :400	0,57 ^b	0,31 ^{ab}	0,18 ^b	0,06 ^a	0,03 ^a
K ₂ :460	0,59 ^b	0,25 ^b	0,27 ^a	0,05 ^a	0,01 ^a
K ₃ :520	0,72 ^a	0,34 ^a	0,32 ^a	0,05 ^a	0,01 ^a
DMS	0,12372	0,0586	0,06484	0,04971	0,01971

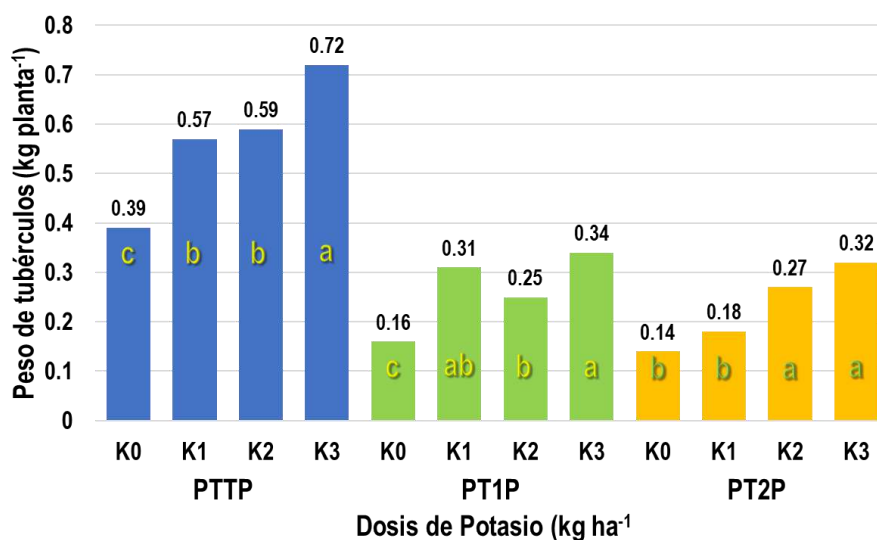
DK: dosis de potasio. PTTP: peso total de tubérculos planta⁻¹ (kg). PT1P: de primera. PT2P: de segunda. PT3P: de tercera. PTDP: de descarte. DMSt ($p > 0,05$).

La Tabla 10, muestra que, PT3P y PTDP con promedios que, según Tukey, no alcanzaron diferencias significativas entre las dosis crecientes de K, indicador que estos tipos de tubérculos por planta en la var. Diacol-Capiro, no

prevalece en este tipo de rendimientos, que de alguna manera favorece a la obtención de tubérculos de calidad comercial, mientras que, en la Tabla 10 y Figura 10, para PTP se conforman en tres grupos disjuntos, recomendando hacer uso del grupo uno, es decir, K₃, situado en el primer orden de mérito y estadísticamente diferente a las demás dosis de K con 0,72 kg planta⁻¹ y PT1P, se emplazan en cuatro grupos disjuntos, recomendando hacer uso de K₃ (520 kg ha⁻¹) y K₁ (400 kg ha⁻¹) que muestran no ser estadísticamente diferentes entre ellas con 0,34 y 0,31 kg planta⁻¹ respectivamente, siendo estadísticamente diferentes con las demás dosis incluido el testigo. Mientras que, PT2P, se muestra en dos grupos disjuntos, nuevamente K₃, ahora con K₂ (460 kg ha⁻¹) no son estadísticamente diferentes, recomendando hacer uso de cualquiera de estas dosis de K, alcanzando 0,32 y 0,27 kg planta⁻¹, existiendo estadísticas diferente al grupo subsiguiente, resultados atribuible al efecto del K suministrado vía fertirrigación por el método por goteo durante el proceso de tuberización, según suceden la dosis creciente incrementando el rendimiento en peso de tubérculos, sustantivamente.

Figura 10.

Prueba de significación según Tukey para peso de tubérculos por planta. Huertas-Jauja. 2022



Nota: Dosis de K (K₀:0, K₁:400, K₂:460, K₃:520). Aplicación vía fertirrigación con riego por goteo. Var. Diacol-Capiro. Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p>0.05)

En la Tabla 11, se observa un incremento porcentual del peso de tubérculos, en K₃, tanto en PT1P y PT2P de hasta el 112,5 y 128,57 por ciento

respectivamente frente al testigo (K_0) sin potasio. Efecto de la fertirrigación que sostiene la producción de tubérculos de importancia económica en el mercado por un efectivo desarrollo, siendo exactamente lo contrario al observar el resultado en PT3P y PTDP, a medida que se incrementa la dosis de K, disminuye la obtención de tubérculos de tercera y de descarte, productos que no son aceptados mayoritariamente en el mercado, por lo que se corrobora de manera enfática, el efecto del suministro de K, vía fertirrigación por riego de goteo, promueve mayor peso de tubérculos de primera y segunda, por ende, se evidencia la “mejora de la productividad y calidad de los tubérculos” (Westermann et al., 1994a citado por Coraspe-León et al., 2008, p. 418).

Tabla 11

Variación porcentual del peso de tubérculos. Fertirrigación dosis de potasio. Huertas-Jauja. 2022

DK	PT1P		PT2P		PT3P		PTDP	
	\bar{x}	VP	\bar{x}	VP	\bar{x}	VP	\bar{x}	VP
$K_0:0$	0,16	--	0,14	--	0,06	--	0,03	--
$K_1:400$	0,31	93,75	0,18	28,57	0,06	0,00	0,03	0,00
$K_2:460$	0,25	56,25	0,27	92,86	0,05	-16,67	0,01	-66,67
$K_3:520$	0,34	112,5	0,32	128,57	0,05	-16,67	0,01	-66,67

DK: dosis de potasio (kg ha^{-1}). VP: variación porcentual. PT: peso de tubérculos (kg planta^{-1}). 1P: tubérculos de primera. 2P: tubérculos de segunda. 3P: tubérculos de tercera. DP: tubérculos de descarte.

Se llevó a cabo una regresión lineal y correlación en función de RPT_{ha} (variable dependiente, Y), que se relacionó con las variables independientes (X), que fueron descritas por las particularidades de los componentes de rendimiento directo, con el fin de confirmar la influencia de los componentes relacionados con el rendimiento. El coeficiente de correlación tabulado (r_α)¹ para la regresión lineal del RPT_{ha} de la papa var. Diacol-Capiro con las características PT1P, PT2P, PT3P y PTDP demuestra estadísticamente que no hubo diferencias significativas; esto indica que estas variables no están relacionadas con el rendimiento de tubérculos, ya que están bastante dispersas y no tienen ningún grado de asociación.

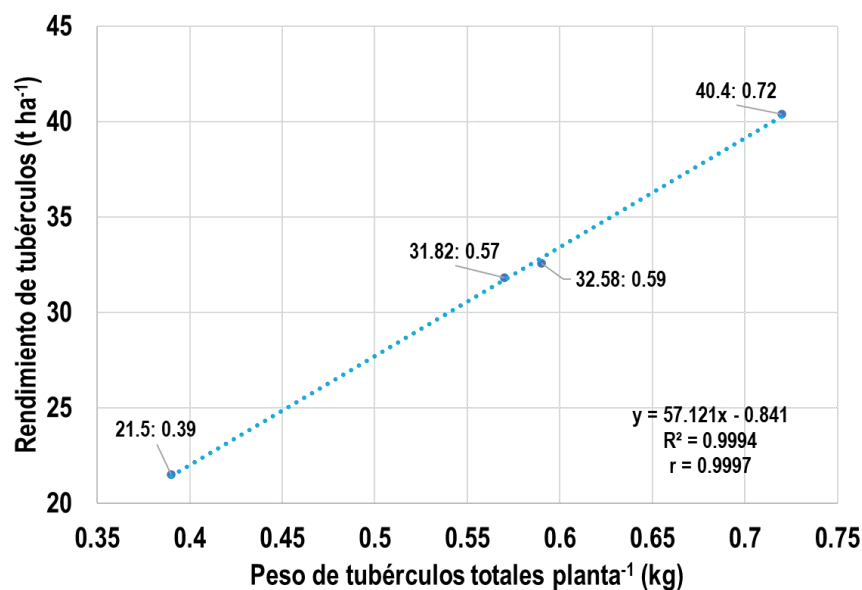
La variable independiente, PTPP, resultó con respuesta estadística altamente significativa ($p \leq 0,01$), existiendo una correlación significativa directa,

¹ n: 4. n-2: 2. r_α : 0,05: 0,95; 0,01: 0,99 (Little & Hills, 1987, p. 245)

deduciendo que “se rechaza la H_0 con el 1 por ciento de riesgo de estar equivocados” (Little & Hills, 1987, p. 153), con la evidencia de la existencia de un índice de correlación, que incrementó la actividad glandular (Figura 11), se alcanzó un coeficiente de correlación (r) de 0.9997 ($>r_\alpha$), que muestra la ecuación de regresión, $\hat{Y} = 57.121x - 0.841$, que muestra que con un aumento de un kilogramo en el peso total de tubérculos por planta, el rendimiento de papa aumenta en 57,12 toneladas por hectárea y se dice que el aporte de potasio en el riego del suelo y produce más tubérculos. “El agua y los nutrientes pasan a través de los canales del sistema bajo presión y son entregados directamente al sistema radicular” (IICA, 2016, p. 8).

Figura 11.

Regresión lineal del peso de tubérculos por planta. Huertas-Jauja. 2022



R^2 muestra una tendencia de 0.9994, donde el 99.94% del aumento del rendimiento (\hat{Y}) se relaciona significativamente con el aumento de la dosis de K, indicando una condición “muy fuerte” (Hernández et al., 2014, p. 305) en el peso total de los tubérculos en la planta, debido al aumento en el peso específico de cada tubérculo debido al resultado de la fertilización de la región y bajo las condiciones agronómicas y ambientales del área experimental. Var. Diacol-Capiro propone un ejemplo realista de la capacidad de uso de K.

Tabla 12

Cuadrados medios del número de tubérculos planta⁻¹. Fertirrigación dosis de potasio. Huertas-Jauja. 2022

FV	GL	NTP	NT1P	NT2P	NT3P	NTD
Bloques	2	8,63**	0,02 ^{ns}	0,03 ^{ns}	2,12*	2,49**
Tratamientos	3	3,63*	2,00**	2,14**	0,17 ^{ns}	0,47*
Error	6	0,47	0,01	0,15	0,28	0,06
Total	11					
	R ²	0,91	0,99	0,88	0,74	0,95
	CV (%)	7,34	4,09	11,92	28,47	12,75
	\bar{x}	9,3025	2,33	3,23	1,845	1,9175
	S	0,6856	0,1	0,3873	0,5291	0,2449

Número de tubérculos por planta, NTP: total. NT1P: de primera. NT2P: de segunda. NT3P: de tercera. NTD: de descarte. ns: no significativo. *: significación con probabilidad de $p \leq 0,05$. ** significación con probabilidad de $p \leq 0,01$

De los indicadores, número de tubérculos planta⁻¹, la Tabla 12 exhibe los CM del ANVA de NTP (número de tubérculos planta⁻¹), NT1P (tubérculos de primera planta⁻¹), NT2P (tubérculos de segunda planta⁻¹), NT3P (tubérculos de tercera planta⁻¹) y NTD (tubérculos de descarte planta⁻¹). En las FV para los tratamientos de, NTP y NTD fueron significativos ($p \leq 0,05$), los puntajes NT1P y NT2P para estas características mostraron estadísticas significativas ($p \leq 0,01$), y se aceptó la hipótesis alternativa (H_a) argumentaron que los diferentes tratamientos fueron muy bajos en respuesta a la dosis de K, aunque en el caso de NTD, los síntomas fueron muy pequeños ($p > 0,05$), aceptando H_0 y diciendo que todos los efectos de la dosis de K proveniente del método de fertilización son similar al tipo de riego por goteo en la var. Diacol-Capiro.

En promedio, obtuvieron, NTP, 9,3025, NT1P, 2,33, NT2P, 3,23, NT3P, 1,845 y NTD, 1,9175 g, sobre la base de estos resultados, es posible afirmar que existen evidencias que el rendimiento de tubérculos de papa fue influenciado por el número de tubérculos de primera (NT1P) y segunda (NT2P), como muestra al R² con 0,99 y 0,88, logrando un potencial de hasta 99 y 88 por ciento respectivamente, interpretándose como “muy fuerte” (Hernández et al., 2014, p. 305) con CV de 4,09 y 11,92 por ciento respectivamente, estimados como “bajos” y “medios” respectivamente (Gordon & Camargo, 2015, p. 56), sindicando que están altamente asociados con la media experimental en función estimada al efecto de la dosis creciente de K aplicado vía fertirrigación con riego por goteo en papa, var. Diacol-Capiro. NTP, presenta al R² con 0,91 con potencial “muy

fuerte” de hasta el 91 por ciento y un CV de 7,34 por ciento, que, de manera general en el número de tubérculos por planta, se encuentran altamente asociados con la media experimental debido al efecto del suministro de K vía fertirrigación por riego de goteo.

Tabla 13

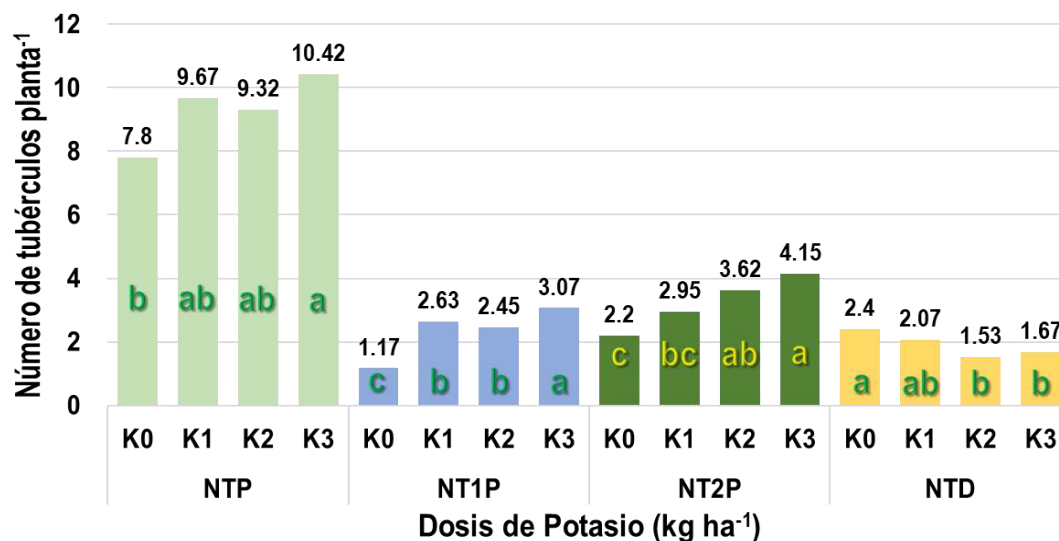
Prueba de significación de los promedios del número de tubérculos planta⁻¹. Fertirrigación dosis de potasio. Huertas-Jauja. 2022

DK	NTP	NT1P	NT2P	NT3P	NTD
K ₀ :0	7,80 ^b	1,17 ^c	2,20 ^c	2,07 ^a	2,40 ^a
K ₁ :400	9,67 ^{ab}	2,63 ^b	2,95 ^{bc}	2,02 ^a	2,07 ^{ab}
K ₂ :460	9,32 ^{ab}	2,45 ^b	3,62 ^{ab}	1,72 ^a	1,53 ^b
K ₃ :520	10,42 ^a	3,07 ^a	4,15 ^a	1,57 ^a	1,67 ^b
DMS	1,92956	0,26959	1,08733	1,48222	0,69074

DK: dosis de potasio. NTP: número total de tubérculos por planta. NT1P: de primera. NT2P: de segunda. NT3P: de tercera. NTD: de descarte. DMSt ($p > 0,05$).

Figura 12.

Prueba de significación según Tukey para número de tubérculos por planta. Huertas-Jauja. 2022



Nota: Dosis de K (K₀:0, K₁:400, K₂:460, K₃:520). Aplicación vía fertirrigación con riego por goteo. Var. Diacol-Capiro. Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

La Tabla 13 y Figura 12, exteriorizan la prueba de significación de los promedios según Tukey, indicando que, NTP, se congregaron en tres grupos disjuntos, recomendando hacer uso de cualquiera de las dosis de potasio de los dos primeros grupos, al igual que en NTP, NT1P también se congregó en tres grupos disjuntos, sin embargo, aquí, solo se recomienda la dosis del primer grupo, debiendo destacar que, en ambas características, K₃ (520 kg ha⁻¹) se

ubicó en el primer orden del ranking con 10,42 tubérculos totales con 3,07 tubérculos de primera y fue estadísticamente diferente a las demás dosis, corroborando lo indicado en peso de tubérculos (Tabla 9) que se atribuye al accionar del K durante el proceso del desarrollo del tubérculo, suministrado vía fertirrigación por goteo, deduciendo que, el peso de tubérculos está asociado directamente al número de tubérculos de primera y segunda por planta, concordando así, “el rendimiento de tubérculos de papa está relacionado con la cantidad de aplicación de nutrientes” (Dean, 1994 citado por Gutiérrez, 2015, p. 25). Cabe destacar que, NTD, se agrupan en tres grupos disjuntos, en ellas, los dos primeros grupos, presentan mayor número tubérculos de descarte y corresponde al testigo (K₀) en primer orden, seguido de la menor dosis de K (K₁), afirmando que, menores dosis, promueven mayor número de tubérculos y viceversa, mayores dosis, menor número de tubérculos de descarte por planta en la variedad Diacol-Capiro con fertirrigación de riego de goteo.

Tabla 14

Variación porcentual del número de tubérculos. Fertirrigación dosis de potasio. Huertas-Jauja. 2022

DK	NTP		NT1P		NT2P		NTD	
	\bar{x}	VP	\bar{x}	VP	\bar{x}	VP	\bar{x}	VP
K ₀ :0	7,80	--	1,17	--	2,20	--	2,07	--
K ₁ :400	9,67	23,97	2,63	124,79	2,95	34,09	2,02	-2,41
K ₂ :460	9,32	19,49	2,45	109,40	3,62	64,54	1,72	-16,91
K ₃ :520	10,42	33,59	3,07	162,39	4,15	88,63	1,57	-24,15

DK: dosis de potasio (kg ha⁻¹). VP: variación porcentual. NTP: número de tubérculos por planta. 1P: tubérculos de primera. 2P: tubérculos de segunda. DP: tubérculos de descarte.

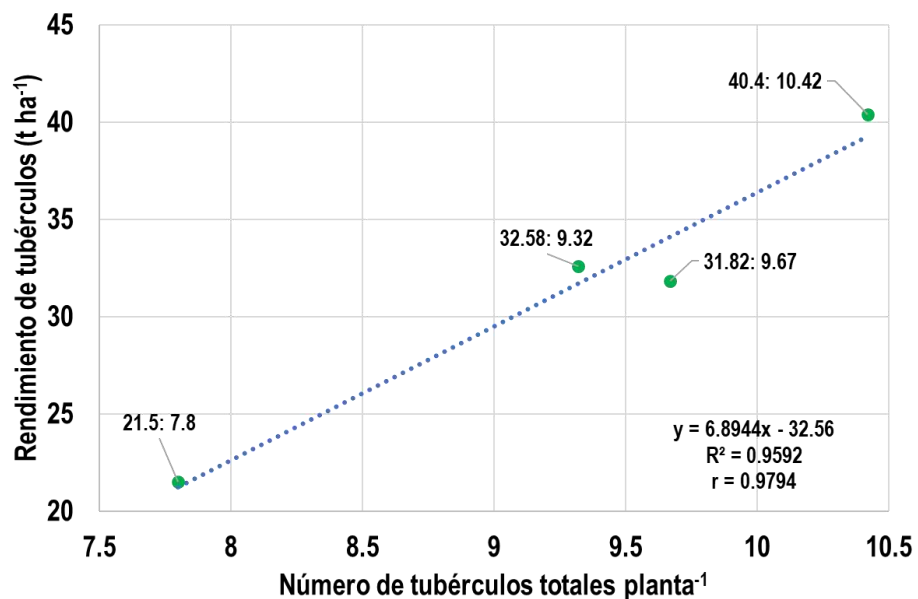
En la Tabla 14, se aprecia el incremento porcentual del número de tubérculos por planta, siendo K₃, tanto en NTP, NT1P y NT2P quién mantiene el mayor incremento con 33,59, 162,39 y 88,63 por ciento respectivamente frente al testigo (K₀) sin K. Es el número de tubérculos de primera, quién alcanzó mayor incremento porcentual, por el efecto de la fertirrigación que sostiene la producción de tubérculos de importancia económica en el mercado por un efectivo desarrollo, siendo exactamente lo contrario al observar el resultado en NTD, donde a medida que se incrementa la dosis de K, disminuye la obtención de tubérculos de descarte -este resultado también incluye al número de tubérculos de tercera- productos no aceptados en el mercado, es para consumo

mayormente, corroborando de manera reiterativa, el efecto del suministro de K, vía fertirrigación por riego de goteo, se encuentra muy relacionado con peso de tubérculos de primera y segunda, por ende, se evidencia la “mejora de la productividad y calidad de los tubérculos” (Westermann et al., 1994a citado por Coraspe-León et al., 2008, p. 418).

Según el análisis de regresión lineal y correlación, en las características NT3P y NTD no se halló diferencias estadísticas significativas, no existiendo correlación de estas variables con el rendimiento de tubérculos, siendo bastante dispersa sin ningún grado de asociación.

Figura 13.

Regresión lineal del número de tubérculos por planta. Huertas-Jauja. 2022

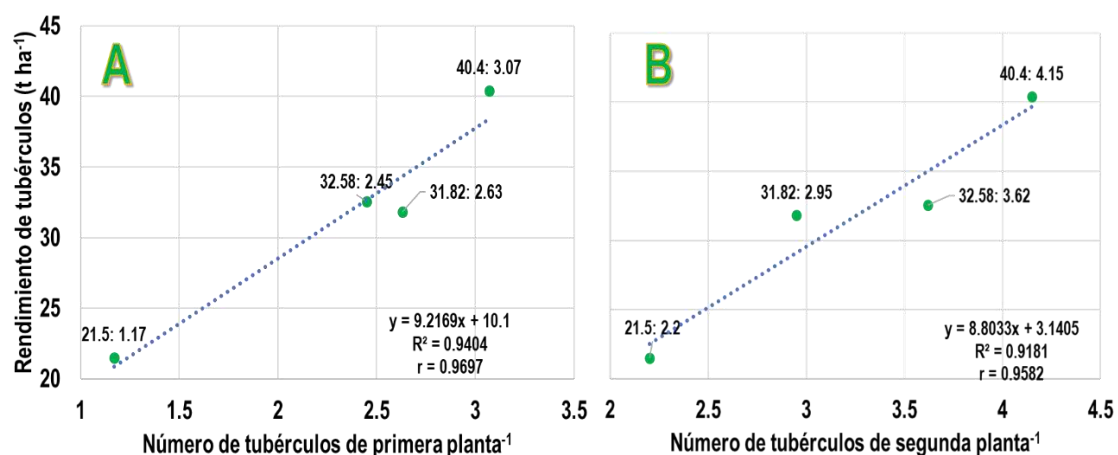


La Figura 13 muestra que la variable independiente NTP tiene una respuesta estadística significativa ($p \leq 0,05$), hay una correlación significativa directa que implica que "se rechaza la H0 con el 5% de riesgo de estar equivocado" (Little & Hills, 1987, p. 153), y hay un grado de asociación que indica un aumento en el rendimiento de los tubérculos, lo que da como resultado un coeficiente de correlación (r) de 0,9794 ($> r$). La ecuación de regresión estimada de, $\hat{Y} = 6,8944x - 32,56$, indicando que, por el aumento de un tubérculo en el total por planta, se incrementa el rendimiento de papa en 6,894 t ha⁻¹, afirmando que el fertirriego por goteo aumenta los rendimientos de tubérculos por unidad

de superficie al proporcionar K al suelo. R² muestra una tendencia de 0,9592, lo que indica que el 95,92 por ciento del aumento en el rendimiento (\hat{Y}) está relacionado con la dosis creciente de K, lo que indica una característica "muy fuerte" del aumento del peso total de tubérculos por planta (Hernández et al., 2014, p. 305).

Figura 14.

Regresión lineal del número de tubérculos primera (A) y segunda (B) por planta. Huertas-Jauja. 2022



La Figura 14 muestra que las variables independientes NT1P y NT2P tienen la misma respuesta estadística significativa ($p \leq 0,05$), con un coeficiente de correlación (r) de 0,9697 (NT1P, Figura 14A), y la ecuación de regresión estimada es $\hat{Y} = 9,2169x + 10,1$, indicando que, por el aumento de un tubérculo de primera por planta, se incrementa el rendimiento en 9,2169 t ha⁻¹, en NT2P, el r fue de 0,9582 (Figura 14B) y la ecuación de regresión de, $\hat{Y} = 8,8033x + 3,1405$, indicando que, por el incremento de un tubérculo de segunda por planta, se extiende el rendimiento en 8,8033 t ha⁻¹, afirmando en ambos casos que, el suministro de K mediante fertirrigación por goteo, aplicado al suelo, motivan mayores rendimientos de tubérculos por unidad de superficie. R² tiene una tendencia de 0,9404 (NT1P) y 0,9181 (NT2P), respectivamente. El aumento en el rendimiento (\hat{Y}) de 94,04 y 91,81 por ciento está relacionado con la dosis creciente de K, lo que indica una característica "muy fuerte" del aumento del peso total de tubérculos por planta.

3.3 CARACTERÍSTICAS BIOMÉTRICAS

Tabla 15

*Cuadrados medios de las características biométricas.
Fertirrigación dosis de potasio. Huertas-Jauja. 2022*

FV	GL	APP	BFA	BSA
Bloques	2	0,02*	0,03**	0,0037 ^{ns}
Tratamientos	3	0,01 ^{ns}	0,01**	0,01*
Error	6	0,0023	0,00045	0,002
Total	11			
	R ²	0,8	0,97	0,79
	CV (%)	4,65	2,1	11,21
	\bar{x}	1,04	1,0125	0,4025
	S	0,0479	0,02121	0,0447

APP: altura de planta (m). BFA: biomasa fresca aérea (kg). BSA: biomasa seca aérea (kg). ns: no significativo. ** significación con probabilidad de $p \leq 0,01$

De los indicadores, características biométricas de la variedad Diacol-Capiro, la Tabla 15 muestra en la FV de tratamientos, el CM del ANVA de APP (altura de planta), como no significativo ($p > 0,05$) aceptando la H_0 indicando que los tratamientos o dosis de K son iguales sin diferencia alguna, mientras que los indicadores BFA (biomasa fresca aérea), manifiesta ser altamente significativa ($p \leq 0,01$) y BSA (biomasa seca aérea) resultó significativa ($p \leq 0,05$), conduciendo la aceptación de la hipótesis alternante (H_a) aduciendo que, por lo menos un par de tratamientos fueron diferentes, en respuesta a la dosis de K suministrado mediante fertirrigación con riego por goteo en la variedad Diacol-Capiro en condiciones ambientales de Huertas-Jauja.

En promedio, alcanzaron, APP, 1,04 m, BFA, 1,0125 kg y BSA, 0,4025 kg por planta, resultados que pueden aseverar evidencias en que el rendimiento de tubérculos fue influenciado por APP y BFA, como muestra al R^2 con 0,8 y 0,97, logrando un potencial de 80 y 97 por ciento, interpretándose como “muy fuerte” (Campos, s.f., p. 18) con CV de 4,65 y 2,01 por ciento respectivamente, estimados como “bajos” (Gordon & Camargo, 2015, p. 56), sindicando que están altamente asociados con la media experimental en función estimada al efecto de la dosis creciente de K aplicado vía fertirrigación, var. Diacol-Capiro.

Tabla 16.

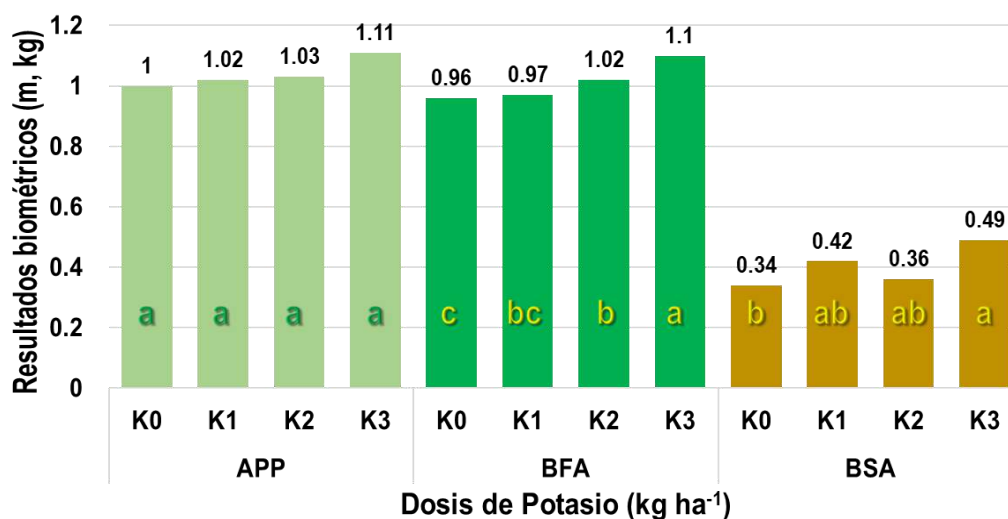
Prueba de significación de los promedios de las características biométricas. Fertirrigación dosis de potasio. Huertas-Jauja. 2022

Dosis N	APP	BFA	BSA
K ₀	1,00 ^a	0,96 ^c	0,34 ^b
K ₁	1,02 ^a	0,97 ^{bc}	0,42 ^{ab}
K ₂	1,03 ^a	1,02 ^b	0,36 ^{ab}
K ₃	1,11 ^a	1,1 ^a	0,49 ^a
DMS	0,13629	0,05998	0,12759

APP: altura de planta (m). BFA: biomasa fresca aérea (kg). BSA: biomasa seca aérea (kg). DMSt (p>0,05).

Figura 15.

Prueba de significación según Tukey para las características biométricas. Huertas-Jauja. 2022



Nota: Dosis de K (K₀:0, K₁:400, K₂:460, K₃:520). Aplicación vía fertirrigación con riego por goteo. Var. Diacol-Capiro. Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p>0.05)

La Tabla 16 y Figura 15, exhibe la resulta de la prueba de significación de los promedios según Tukey, APP, presenta un solo grupo disjunto, revelando que se puede hacer uso de cualquiera de las dosis de K incluido el testigo. BFA, se muestra en cuatro grupos disjuntos, recomendando hacer uso solo del primer grupo y BSA, se sitúan en tres grupos disjuntos, encomendando hacer uso de las dosis de K de los dos primeros grupos, ratificando que para las tres características, la dosis K₃ (520 kg ha⁻¹) se afianzó en el primer orden del ranking con 1,11 m de APP, 1,1 kg de BFA y 0,49 kg de BSA, corroborando una vez más que, dosis mayores de K suministrado vía fertirrigación en la variedad Diacol-

Capiro, promueve mejores características biométricas, mayor peso y número de tubérculos por planta.

Tabla 17

Variación porcentual de las características biométricas. Fertirrigación dosis de potasio. Huertas-Jauja. 2022

DK	APP		BFA		BSA	
	\bar{x}	VP	\bar{x}	VP	\bar{x}	VP
K ₀ :0	1,00	--	0,96	--	0,34	--
K ₁ :400	1,02	2,00	0,97	1,04	0,42	25,53
K ₂ :460	1,03	3,00	1,02	6,25	0,36	5,88
K ₃ :520	1,11	11,00	1,10	14,58	0,49	44,12

DK: dosis de potasio (kg ha⁻¹). VP: variación porcentual. APP: altura de planta (m). BFA: biomasa fresca aérea (kg). BSA: biomasa seca aérea (kg).

La Tabla 17, distingue el incremento porcentual de las características biométricas de la variedad Diacol-Capiro, como en la mayoría de las características mostradas, los resultados se inclinan a favor de la dosis K₃, tanto en APP, BFA y BSA, dosis que mantiene el mayor incremento con 11,00, 14,58 y 44,12 por ciento respectivamente frente al testigo (K₀) sin K. Es la biomasa seca aérea, quién alcanzó mayor incremento porcentual, por el efecto de la fertirrigación con suministro de K en riego por goteo.

3.4 ÍNDICES DE EFICIENCIA DE POTASIO

Tabla 18.

Cuadrados medios de los índices de eficiencia. Fertirrigación dosis de potasio. Huertas-Jauja. 2022

FV	GL	FPP	EA
Bloques	2	21,30 ^{ns}	229,82 ^{**}
Tratamientos	2	60,25 ^{ns}	116,89 [*]
Error	4	13,51	11,09
Total	8		
	R ²	0,75	0,94
	CV (%)	4,85	11,68
	\bar{x}	75,79	28,51
	S	3,675	3,33

FPP: factor de productividad parcial. EA: eficiencia agronómica. ns: no significativo. *: significación con probabilidad de p≤0,05. ** significación con probabilidad de p≤0,01

De los índices de eficiencia del K, características, factor de productividad parcial (FPP) y eficiencia agronómica (EA) en la variedad Diacol-Capiro, la Tabla

18 muestra en la FV de tratamientos, el CM del ANVA de FPP, como no significativo ($p > 0,05$) aceptando la H_0 indicando que los tratamientos o dosis de K son iguales no mostrando diferencia entre ellas, mientras que el indicador EA, ostenta una respuesta estadística significativa ($p \leq 0,05$), estableciendo la aceptación de la hipótesis alternante (H_a) indicando que, por lo menos un par de tratamientos fueron diferentes, en respuesta a la dosis de K suministrado mediante fertirrigación con riego por goteo en la variedad Diacol-Capiro.

En promedio, alcanzaron, FPP, 75,79 y EA, 28,51 de eficiencia, pudiendo aseverar la existencia de evidencias que el K mostró eficiencia suficiente para alcanzar la mejora en el rendimiento de tubérculos de papa como muestra al R^2 con 0,75 y 0,94, logrando un potencial de hasta 75 y 94 por ciento, interpretándose como “fuerte” y “muy fuerte” (Hernández et al., 2014, p. 305) con CV de 4,85 y 11,68 por ciento respectivamente, estimados como “bajos” y “medios” (Gordon & Camargo, 2015, p. 56), sindicando que están altamente asociados con la media experimental en función estimada al efecto de la dosis creciente de K aplicado vía fertirrigación con riego por goteo en papa, var. Diacol-Capiro.

Tabla 19

Prueba de significación de los promedios de índices de eficiencia. Fertirrigación dosis de potasio. Huertas-Jauja. 2022

Dosis N	FPP	EA
K ₁	79,55 ^a	25,79 ^b
K ₂	70,83 ^a	24,08 ^b
K ₃	77,00 ^a	35,65 ^a
DMS	10,69537	9,6907

FPP: factor de productividad parcial. EA: eficiencia agronómica. DMSt ($p > 0,05$).

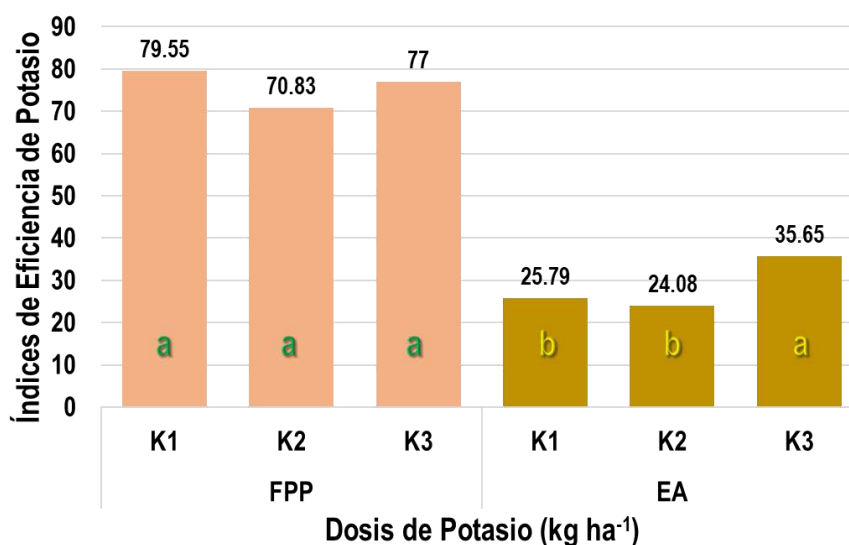
La Tabla 19 y Figura 16, presenta la consecuencia de la prueba de significación de los promedios según Tukey, FPP, se congregan en un solo grupo disjunto, indicando que se puede hacer uso de cualquiera de las dosis de potasio, no mostrando diferencias significativas entre ellas, sin embargo, se aprecia FPP disminuye con el incremento de las dosis de K.

EA, se manifiesta en dos grupos disjuntos, recomendando hacer uso del primer grupo, es decir de la mayor dosis de potasio (K₃), situado en el primer

orden con 35,65 de eficiencia agronómica superando significativamente a las demás dosis. Las dosis (tratamientos), K₁ (400 kg ha⁻¹) y K₂ (460 kg ha⁻¹), no presentaron diferencias significativas entre ellas, pero inferiores a K₃, resultados que demuestran una mayor EA de uso del K suministrado al suelo en dosis altas vía fertirrigación por riego de goteo en la variedad Diacol-Capiro.

Figura 16.

Prueba de significación según Tukey para los índices de eficiencia. Huertas-Jauja. 2022



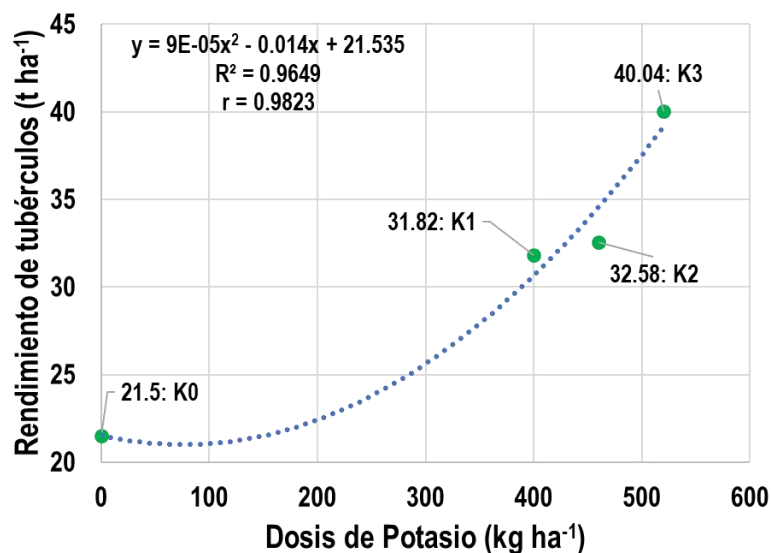
Nota: Dosis de K (K₀:0, K₁:400, K₂:460, K₃:520). Aplicación vía fertirrigación con riego por goteo. Var. Diacol-Capiro. Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Al análisis de la regresión lineal y correlación de dosis de K con el rendimiento, para el análisis de correlación de K (kg ha⁻¹) y el rendimiento de tubérculos (Figura 17) presenta una correlación significativa ($p \leq 0,05$) directa, es decir, a medida que la dosis de K suministrado al suelo vía fertirrigación por goteo en la variedad Diacol-Capiro, se incrementa el rendimiento de tubérculos, así presenta la curva parabólica que indica el ascenso a partir del testigo K₀ a la aplicación del K, presentando una regresión del tipo cuadrática, obteniéndose un máximo rendimiento de 40,04 t ha⁻¹ con la dosis K₃ (520 kg ha⁻¹), dosis inferiores a la dosis para alcanzar un rendimiento máximo, promueven la disminución de rendimiento de tubérculos, así, estos resultados estadísticos presentan un R² de 0,9649 calificado como “muy fuerte” (Hernández et al., 2014, p. 305) que

porcentualmente ostenta el 96,49 por ciento de tendencia del incremento de rendimiento de tubérculos influenciado por la aplicación de K vía fertirrigación.

Figura 17.

*Correlación entre dosis de potasio y rendimiento de tubérculos.
Huertas-Jauja. 2022*



Nota: Dosis de K (K₀:0, K₁:400, K₂:460, K₃:520). Aplicación vía fertirrigación con riego por goteo. Var. Diacol-Capiro.

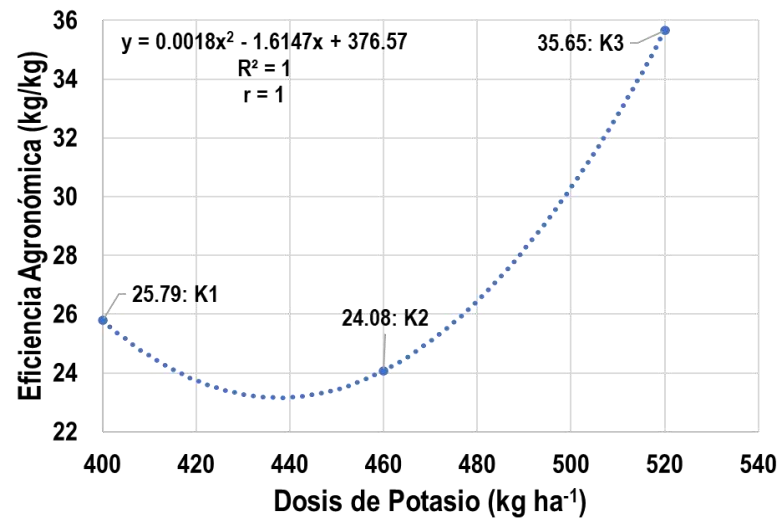
Se hace mención que, para RPP, no se halló diferencias estadísticas significativas, no existiendo correlación de esta variable con las dosis de K, siendo dispersa sin ningún grado de asociación.

El análisis de la regresión lineal para índices de eficiencia, para el análisis de correlación de K (kg ha⁻¹) y la eficiencia agronómica (Figura 18) presenta una correlación significativa ($p \leq 0,05$) directa, es decir, a medida que la dosis de K se incrementa, la EA aumenta, así presenta la curva parabólica que indica el ascenso a partir del testigo K₁ (25,79) a la aplicación del K, observándose un pequeño descenso de hasta 1,71 en K₂ (24,08) para luego volver a ascender hasta alcanzar un máximo de eficiencia en K₃ (35,65) con una diferencia de hasta 9,86, representando una diferencia porcentual de 27,66 por ciento a favor de K₃, exteriorizando una regresión del tipo cuadrática, aseverando que, dosis inferiores a la dosis para alcanzar un rendimiento máximo, promueven la disminución de la EA, así, estos resultados estadísticos presentan un R² de 1 calificado como “muy fuerte” (Hernández et al., 2014, p. 305) que

porcentualmente ostenta el 100 por ciento de tendencia del incremento de la eficiencia agronómica influenciado por la aplicación de K vía fertirrigación aplicado al suelo por goteo en la variedad Diacol-Capiro.

Figura 18.

Correlación entre niveles de potasio y el índice de eficiencia agronómica. Huertas-Jauja. 2022



Nota: Dosis de K (K₀:0, K₁:400, K₂:460, K₃:520). Aplicación vía fertirrigación con riego por goteo. Var. Diacol-Capiro.

4. CONCLUSIONES

Características de rendimiento y biométricas

- 4.1 Dosis mayores de Potasio (K_3 : 520 kg ha⁻¹) aplicado vía fertirrigación con riego localizado por goteo, incrementaron significativamente en: rendimiento (40,04 t ha⁻¹), tubérculos totales planta⁻¹: 0,72 kg con 10,42 tubérculos, de primera, 0,34 kg con 3,07 tubérculos, de segunda, 0,32 kg con 4,15 tubérculos, altura de planta (1,11 m), biomasa fresca (1,1 kg) y seca (0,49 kg) aérea.
- 4.2 Dosis menores (K_1 : 400 kg ha⁻¹), predominó significativamente en el peso de tubérculos de descarte planta⁻¹ con 0,03 kg.
- 4.3 Sin suministro de potasio (K_0) promovió significativamente en obtener mayor número de tubérculos de tercera (2,07) y descarte (2,4).

Índices de Eficiencia

- 4.4 En el Factor de Producción Parcial, prevaleció la dosis de K_1 (400 kg ha⁻¹) con 79,55 kg ha⁻¹, no alcanzando diferencias significativas con las demás dosis.
- 4.5 En la Eficiencia Agronómica, destacó la dosis de K_3 (520 kg ha⁻¹) con 35,65 kg ha⁻¹, superando significativamente a las demás dosis.
- 4.6 Existió regresión cuadrática y correlación significativa de dosis de K con el rendimiento (R^2 , 0,9649) y Eficiencia Agronómica (R^2 , 1).

RECOMENDACIONES

1. Analizar experimentos en el valle del Mantaro en varios lugares donde se han aplicado aplicaciones de fertirrigación con riego por goteo localizado con el propósito de mejorar la eficiencia del uso de potasio y proporcionar una base de recomendaciones de fertilización.
2. Realizar pruebas de fertirrigación mediante riego por goteo localizado aplicado al suelo, con el propósito de preservar la salud del suelo mediante la interacción entre las dosis de enraizadores y el potasio, con el propósito de promover el crecimiento de estolones y radicales en variedades mejoradas de papa.

BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA

- Alberto, C. (2023). *Las pruebas de normalidad*. 1-7.
https://www.researchgate.net/publication/366922523_Las_pruebas_de_normalidad
- Agrorural (2004). *Fundamentos del riego*. 413-483.
<https://es.scribd.com/document/470736118/Manejo-y-Conservacion-del-Suelo-Fundamentos-y-Practicas-PRONAMACHCS-2004-Capitulo-X-Agroforesteria#>
- Armenta-Bojórquez, A., Baca-Castillo, G., Alcántar-González, G., Kohashi-Shibata, J., Valenzuela-Ureta, J., Martínez-Garza, A. (2001). Relaciones de nitratos y potasio en fertirriego sobre la producción, calidad y absorción nutrimental de tomate. *Revista Chapingo Serie Horticultura* 7(1): 61-75.
https://www.researchgate.net/publication/266884278_RELACIONES_DE_NITRATOS_Y_POTASIO_EN_FERTIRRIEGO_SOBRE_LA_PRODUCION_CALIDAD_Y_ABSORCION_NUTRIMENTAL_DE_TOMATE
- Ascencios, D. (2012). *Riego tecnificado en el cultivo de maíz amarillo duro*. 32pp.
<https://www.agrobanco.com.pe/data/uploads/ctecnica/023-c-mad.pdf>
- Avilés, J. & Piedra, R. (2016) *Manual del cultivo de papa en Costa Rica*. Instituto Nacional de Innovación y Transferencia en Tecnología Agropecuaria. 94p.
<https://repositorio.iica.int/bitstream/handle/11324/3145/B?sequence=3>
- Barbazán, M., Bautes, C., Beux, L., Bordoli, M., Cano, J., Ernst, O., García, A., García, F., Quincke, A. (2011). Fertilización potásica en cultivos de secano sin laboreo en Uruguay: rendimiento según análisis de suelos. *Agrociencia*, 15(2), 93-99.
<http://www.scielo.edu.uy/pdf/agro/v15n2/v15n2a11.pdf>
- Campos, J.C. (s.f.). *Recordatorio de algunas herramientas y conceptos estadísticos*. En: Temas Medulares de Gestión Energética. Energía eficiente.
<https://guiaiso50001.cl/guia/wp->

content/uploads/2017/05/descripcion-estadistica-del-consumo-y-uso-de-la-energia-en-un-proceso-P-1-AP-1.pdf

- Centro Internacional de la Papa (CIP). (2010). *Diacol Capiro*.
<https://cipotato.org/papaenecuador/2017/10/12/24-diacol-capiro/>
- Ciampitti, I.A. & García, O.F. (2008). *Balance y Eficiencia de Uso de los Nutrientes en Sistemas Agrícolas*. IPNI. 13 p.
[http://lacs.ipni.net/ipniweb/region/lacs.nsf/e0f085ed5f091b1b852579000057902e/53b43dad9c126e27032579050071b657/\\$FILE/Ciampitti%20y%20Garcia%20-%20Balances%20y%20Eficiencia%20Nutrientes%202007.pdf](http://lacs.ipni.net/ipniweb/region/lacs.nsf/e0f085ed5f091b1b852579000057902e/53b43dad9c126e27032579050071b657/$FILE/Ciampitti%20y%20Garcia%20-%20Balances%20y%20Eficiencia%20Nutrientes%202007.pdf)
- Comisión Nacional de Riego. (CNR). (2019). *Manual sistemas de riego y manejo hídrico de cultivos*. 40 pp.
<https://bibliotecadigital.ciren.cl/bitstream/handle/20.500.13082/32796/MANUAL.pdf?sequ>
- Conde, S.J.L. (2020). Evaluación de la fertirrigación por goteo superficial y subsuperficial en el rendimiento de papa (*Solanum tuberosum* L.). *Cumbres*, 3(2), 107-114. <https://doi.org/10.48190/cumbres.v3n2a10>.
- Conde, S.J.L. (2013). *Evaluar el rendimiento del cultivo de papa (Solanum tuberosum L.) con aplicación de fertirrigación en dos sistemas de riego por goteo, superficial y subsuperficial*. [Tesis Pos Grado, Universidad Nacional de Loja]. Ecuador.
<https://dspace.unl.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/11535/1/Tesis%20Ing.%20Jos%C3%A9%20Lauro%20Conde%20Solano%20EVALUAR%20EL%20RENDIMIENTO%20DEL%20CULTIVO%20DE%20PAPA%20%28Solanum%20tuberosum%20.pdf>
- Coraspe-León, H.M., Takashi, M., Franzini, V.I. & Do Prado Granja, Newton. (2008). Nitrógeno y potasio en solución nutritiva para la producción de tubérculos-semilla de papa. *Agronomía Tropical*, 58(4), 417-425.
http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0002-192X2008000400011&lng=es&tlng=es.
- Díaz, CH.O. (2018). *Efecto de 12 niveles de fertilización N-P-K en el rendimiento del cultivo de papa, variedad INIA 302 Amarilis (Solanum tuberosum L.), en el sector San Juan, distrito de Cutervo 2017*. Pp 1–88. [Tesis de Pre Grado, Universidad Nacional Pedro Ruíz Gallo]

- <http://repositorio.unprg.edu.pe/bitstream/handle/UNPRG/3478/BC-TES-TMP-2289.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Dibb, D. (2000). *Eficiencia de uso de nutrientes: verdades y mitos*. 1-4.
[http://www.ipni.net/publication/ia-la hp.nsf/0/C4D463891DDEF102852579A300799E5F/\\$FILE/Eficiencia%20de%20uso%20de%20nutrientes.pdf](http://www.ipni.net/publication/ia-la hp.nsf/0/C4D463891DDEF102852579A300799E5F/$FILE/Eficiencia%20de%20uso%20de%20nutrientes.pdf)
- Egúsquiza, R. & Catalán, W. (2011). *Jornada de capacitación UNALM – Agrobanco*. pp. 46.
https://www.agrobanco.com.pe/pdfs/CapacitacionesProductores/Papa/M ANEJO_INTEGRADO_DE_PAPA.pdf
- FAO (2002). *Los fertilizantes y su uso*. Guía de Bolsillo para los Oficiales de Extensión. 86pp. <https://www.fao.org/3/x4781s/x4781s.pdf>
- Faci, J. & Playan, E. (1994). *Principios básicos de riego por superficie*. Hojas divulgativas. 10-11. pp. 32.
https://www.mapa.gob.es/ministerio/pags/biblioteca/hojas/hd_1994_10-11.pdf
- Fernández, M. & García, G. (2014). *El sistema de riego localizado*, 25-32.
<http://www.serida.org/pdfs/6003.pdf>.
- Fernández, R., Yruela, M., Milla, M., García, J., Oyonarte, N. (2010). *Manual de riego para agricultores: módulo 4. Riego localizado: manual y ejercicios*. 154p.
https://www.juntadeandalucia.es/export/drupaljda/1337160941RIEGO_B AJA.pdf
- Ferreira, E.R., Sellés, V.G., Ahumada, B.R., Maldonado, B.P., Gil, M.P. (2005). *Manejo del riego localizado y fertirrigación*. La Cruz, Chile. Instituto de Investigaciones Agropecuarias. Boletín INIA N° 126. 56 p.
<https://biblioteca.inia.cl/bitstream/handle/20.500.14001/7050/NR32334.pdf?sequence=6>
- Fixen, P. (2010). *Eficiencia de uso de nutrientes en el contexto de agricultura sostenible*. 1-9.
https://www.nutricaoeplantas.agr.br/site/downloads/eficienciausodenutrientes_Fixen.pdf

- Fuentes, J. (1990). *Características agronómicas del riego por goteo*. 24pp.
https://www.mapa.gob.es/ministerio/pags/biblioteca/hojas/hd_1990_17.pdf
- Gaona, P., Vásquez, L., Morales, C., Viera, W., Viteri, P. Sotomayor, A., Medina, L., Mejia, P., Cartagena, Y. (2020) efecto de dos niveles de nitrógeno y potasio aplicados por fertirriego en las variables de crecimiento y concentración de macro y micronutrientes en plantas aguacate Var. HASS. *Revista Científica Ecuatoriana*, 7 (2).41-48.
 DOI:10.36331/revista.v7i2.114
- García, B. & C. Pantoja. (1998). *Fertilización del cultivo de la papa en el departamento de Nariño*. pp. 8-26. En: Guerrero, R. (ed.). *Fertilización de cultivos de clima frío*. Segunda edición. Monómeros Colombo-Venezolanos, Bogotá. 370 p.
<https://www.yumpu.com/es/document/read/14239789/fertilizacion-de-cultivos-en-clima-frio-monomeros-colombo->
- García, C. (2022). *Efecto de dosis de nitrógeno y fósforo en el rendimiento y eficiencia agronómica del cultivo de papa (Solanum tuberosum L.)*. Apata-Jauja. [Tesis de Pre Grado, Universidad Nacional del Centro del Perú]. 60pp. <https://repositorio.uncp.edu.pe/handle/20.500.12894/8460>
- Genta, J. & Torres, G. (2004). *Evaluación de fuentes de potasio en fertirriego para tomate en invernadero*. [Tesis de pregrado, Universidad de la República]. 66pp.
<https://www.colibri.udelar.edu.uy/jspui/bitstream/20.500.12008/25459/1/GentaGuarinoniJos%C3%A9Germ%C3%A1n.pdf>
- Gordón-Mendoza, R. & Camargo-Buitrago, I. (2015). Selección de estadísticos para la estimación de la precisión experimental en ensayos de maíz. *Agron. Mesoam.*, 26(1), 55-63.
<https://www.scielo.sa.cr/pdf/am/v26n1/a06v26n1.pdf>
- Guerrero, R. (1998). *Fertilización de cultivos de clima frío*. Segunda edición. Monómeros Colombo-venezolanos, Bogotá. 370 p.
<https://www.yumpu.com/es/document/read/14239789/fertilizacion-de-cultivos-en-clima-frio-monomeros-colombo->
- Gutiérrez, J. (2015). *Diseño de bloques al azar*. 31pp.
<https://ri.uaemex.mx/oca/view/20.500.11799/34302/1/secme-17390.pdf>

- Hernández, S.R., Fernández, C.C. & Baptista, L.M. (2014). *Metodología de la Investigación*. Sexta Edición. McGrawHill. 634 pp.
<http://observatorio.epacartagena.gov.co/wp-content/uploads/2017/08/metodologia-de-la-investigacion-sexta-edicion.compressed.pdf>
- Hirzel, J. (2022). *Principios básicos de fertirrigación*. 91-115.
<https://biblioteca.inia.cl/bitstream/handle/20.500.14001/7272/NR36475.pdf?sequence=10&isAllowed=y>
- Huaraca, E. (2019). *Eficiencia de la fertilización nitrogenada y parámetros biométricos en el cultivo de papa var. Yungay en Colpar, distrito de Quilcas*. [Tesis de Pre Grado, Universidad Nacional del Centro del Perú 84 pp.
https://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12894/7049/T010_46942548_T.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- IGP (2002). *Clima de Jauja*. <http://met.igp.gob.pe/clima/HTML/jauja.html>
- INDAGRI. (2017). *Las Funciones del Potasio en la Nutrición Vegetal*. Serie Nutrición Vegetal Núm. 100. Artículos técnicos de IINDAGRI. México 4p.
<https://www.intagri.com/articulos/nutricion-vegetal/las-funciones-del-potasio-en-la-nutricion-vegetal>
- INEI (2022). *Producción de papa alcanzó 208 mil 881 toneladas y se incrementó 16,8% en agosto del 2022*.
<https://www.inei.gob.pe/prensa/noticias/produccion-de-papa-alcanzo-208-mil-881-toneladas-y-se-incremento-168-en-agosto-del-2022-13982/>
- INGEMMET (2022). *Geoquímica multipropósito de suelos en la zona Jauja – Acostambo*, Boletín Serie B: Geología Económica; n° 76.
<https://repositorio.ingemmet.gob.pe/handle/20.500.12544/3595>
- INIA (2020). *Manual técnico: manejo integrado del cultivo de papa*. 1-35.
<https://repositorio.inia.gob.pe/bitstream/20.500.12955/1146/1/MANUAL%20T%C3%89CNICO%20-%20MANEJO%20INTEGRADO%20DEL%20CULTIVO%20DE%20PAPA.pdf>
- INKAFERT (s.f.) *Fosfato Monoamónico Soluble*.
<https://www.inkafert.com.pe/es/p/5/>

- INKAFERT (s.f.). *Nitrato de amonio Soluble*.
<https://www.inkafert.com.pe/es/p/17/>
- INKAFERT (s.f.). *Nitrato de magnesio*. <https://www.inkafert.com.pe/es/p/4/>
- INKAFERT (s.f.). *Sulfato de potasio soluble*.
<https://www.inkafert.com.pe/es/p/21/>
- Inostroza, J. (2013). *Fertilización del cultivo de la papa*. 59-75.
<https://biblioteca.inia.cl/bitstream/handle/20.500.14001/7275/NR36479.pdf?sequence=9&isAllowed=y>
- Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA). (2016). *Proyecto Insignia: Resiliencia y gestión integral de riesgos en la agricultura*. Manual práctico de fertirrigación.
<https://repositorio.iica.int/bitstream/11324/6947/1/BVE18040125.pdf>
- Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA). (2020). *Sistemas de riego por goteo, microaspersión y aspersion*. 36 pp.
<https://repositorio.iica.int/bitstream/handle/11324/21092/BVE22098484e.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- INTA (2019). *Fertilización en el cultivo de papa*. 1-5.
<http://3.139.254.135/bitstream/handle/123456789/342/03%20FERTILIZACION%20EN%20EL%20CULTIVO%20DE%20PAPA.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Jiménez, E. (2008). *Modificación de la técnica de riego localizado por microjet en un área de la ubpc "organopónico vivero alamar" y su repercusión en los resultados económicos*. [Tesis de posgrado, Universidad de la Habana]. 62 pp.
<https://repositorio.flacsoandes.edu.ec/bitstream/10469/1083/1/TFLACSO-2008ERJE.pdf>
- Kafkafi, U. & Tarchitzky, J. (2012). *Fertigation: A tool for an efficient fertilization and water management*. 1-134.
https://www.ipipotash.org/uploads/udocs/391-2012_ifa_ipi_fertirrigacion.pdf
- Konijnenburg, A. (2006). *Agricultura Orgánica: el riego en los cultivos*. Material Didáctico N° 3 15 pp.
https://www.ciaorganico.net/documypublic/591_script-tmp-inta_-_material_didactico_nro_03.pdf

- Lamo, J. (2017). *Manual de métodos de riego*. 27pp.
<https://fundacionsuna.org/wp-content/uploads/PDF/Jaime-Lamo/MANUAL-M%C3%89TODOS-DE-SISTEMAS-DE-RIEGO.pdf>
- López, Y., Morales, J., Pinchi, W., Vega, G., Alvarado, C. & Castro, J. (2012). Producción y comercialización de la papa Capiro en la región Huánuco y el vínculo con la agroindustria. *Investigación Valdizana*, 7(1), 37-39.
<https://www.redalyc.org/pdf/5860/586061884006.pdf>
- Lucero, J., Silenzi, J., Verdoliar, M. & Andreoli, C. (1983). Potash fertilization of potato (*Solanum tuberosum* L.) under irrigation conditions. *Turrialba*. 33(1). 17-24. <https://repositorio.catie.ac.cr/handle/11554/11970>
- Martínez, F. (2014). *Introducción al Riego*. 1-21.
https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/67110/TOC_6152_01_01.pdf
- Martínez, L. & Peralta, J. (2000). *Conceptos de riego localizado*. Temuco, Chile: Boletín INIA - Instituto de Investigaciones Agropecuarias. no. 22. Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.14001/6974>
- Martínez, L. (2001). *Manual de fertirrigación*.
<https://biblioteca.inia.cl/bitstream/handle/20.500.14001/28631/NR26416.pdf?sequence=1>
- Mazuela, P. & La Riva, F. (2013). *Manual de Fertirriego*. 60 pp.
<http://sb.uta.cl/libros/30846%20manual%20fertirriego%20web.pdf>
- Mellado, J. (2010). *Diseño bloques al azar*. 10-18.
[http://faz.ujed.mx/Posgrado/maos/S-1-5-21-1293902576-1071804456-3554519657-1001/\\$RHRIS11.pdf](http://faz.ujed.mx/Posgrado/maos/S-1-5-21-1293902576-1071804456-3554519657-1001/$RHRIS11.pdf)
- Méndez, P. & Inostroza, J. (2010). *Métodos de riego*. 13pp.
<https://biblioteca.inia.cl/bitstream/handle/20.500.14001/7299/NR36509.pdf?sequence=9&isAllowed=y>
- MIDAGRI (2022). *En el Día Nacional, el Perú lidera la producción de papa en América Latina*. <https://www.gob.pe/institucion/midagri/noticias/612374-midagri-en-el-dia-nacional-el-peru-lidera-la-produccion-de-papa-en-america-latina>
- Mohr, R. & Tomasiewicz, D.L. (2012). Effect of rate and timing of potassium chloride application on the yield and quality of potato (*Solanum tuberosum*

- L. 'Russet Burbank'). *Canadian Journal of Plant Science*. 92:783-794.
<https://doi.org/10.4141/cjps2011-195>
- Molina, J., Mairena, B. & Aguilar, L. (2004). *Guía MIP en el cultivo de la papa*. 60pp. <https://cenida.una.edu.ni/relectronicos/RENH10M722.pdf>
- Morales, J., Hernández, J. & Rebollar, S. (2013). Rendimiento de papa con fuentes de fertilización mineral en un Andosol del Estado de México. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 4 (6). 881-893.
<https://www.redalyc.org/pdf/2631/263128354005.pdf>
- Moreno, J. (2000). *Variedades de papa cultivadas en Colombia*. 51-70.
<https://repository.agrosavia.co/handle/20.500.12324/1633>
- Muñoz, R. (1978). Fertilización de la papa (*Solanum Tuberosum* L.) en los suelos andosoles del departamento de Nariño, Colombia. *Revista ICA*. 7(3). 473-484.
<https://repository.agrosavia.co/bitstream/handle/20.500.12324/35584/2471.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Nava, G., Dechen, A. & Luchi, V. 2007. Produção de tubérculos de batatasemente em função das adubações nitrogenada, fosfatada e potássica. *Horticultura Brasileira*. 25:365- 370.
<https://doi.org/10.1590/S0102-05362007000300009>
- Núñez, P. (2016). *Fuentes y dosis de fertilización potásica en el crecimiento, tuberización y calidad de fritura de la papa (Solanum Tuberosum L.) variedad única*. [Tesis de pre grado, Universidad Nacional Agraria la Molina]. 110pp.
<https://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12996/1979/F04-N864-T.pdf?sequence=1>
- Parra, 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* - Vol. 23:(1), 37–46.
<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6322281>
- Pérez, L., Rodríguez, L. & Gómez, M. (2008). Efecto del fraccionamiento de la fertilización con N, P, K y Mg y la aplicación de los micronutrientes B, Mn y Zn en el rendimiento y calidad de papa criolla (*Solanum phureja*) variedad Criolla Colombia. *Agronomía Colombiana*, 26(3), 477-486.
<http://www.scielo.org.co/pdf/agc/v26n3/v26n3a13.pdf>

- Porras, P. & Herrera, C. (2015). *Modelo productivo de la papa variedad Diacol Capiro para el departamento de Antioquia*. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria. 1-92.
https://repository.agrosavia.co/bitstream/handle/20.500.12324/13751/76688_66357.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Porras, P. (2005). *Problemática general del sistema productivo de papa con énfasis en fisiología y manejo de suelos*. En: *Fisiología y nutrición vegetal en el cultivo de la papa*. Cevipapa, Bogotá. p. 12-15.
https://repository.agrosavia.co/bitstream/handle/20.500.12324/17442/41888_44471.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Rodríguez-Soto, G., Pinedo-Taco, R. E., & Sulca-Salazar, F. (2020). Efecto del aporte en el rendimiento y la rentabilidad en cultivares nativos de papa. *Ciencia y Tecnología Agropecuaria*, 21(3), e1798, 1-14.
https://doi.org/10.21930/rcta.vol21_num3_art:1798
- Rojas, L. & Seminario, J. (2014). Productividad de diez cultivares promisorios de papa chaucha (*Solanum tuberosum*, grupo Phureja) de la región Cajamarca. *Scientia Agropecuaria* 5: 165 – 175.
<https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/5113794.pdf>
- Sandaña, P. (2014). *Fertilización del cultivo de papa*. 1-2.
<https://biblioteca.inia.cl/bitstream/handle/20.500.14001/4657/NR40542.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Sandaña, P., Rojas, J.S., Orena, S. & Kalazich, J.K. (2013). *Fertilización potásica en el cultivo de papa*. Informativo INIA N°123.
<https://manualinia.papachile.cl/?page=consumo&ctn=63>
- Santos, L., Juan., J., Picornell, M. & Martín-Benito, J. (2010). El Riego y sus Tecnologías. 296 p.
https://www.researchgate.net/publication/272171215_El_riego_y_sus_tecnologias
- Seminario, C.J.F., Seminario, C.A., Domínguez, P.B. & Escalante, Z.B. (2017). Rendimiento de cosecha de diecisiete cultivares de papa (*Solanum tuberosum* L.) del grupo Phureja. *Scientia Agropecuaria*, 8(3), 181 – 191.
<http://www.scielo.org.pe/pdf/agro/v8n3/a01v8n3.pdf>

- SENAMHI (2020). *Pronóstico del tiempo para JAUJA*.
<https://www.senamhi.gob.pe/?p=pronostico-detalle&dp=12&localidad=0286>
- Sepúlveda, R & Allende, M. (2016). *Consideraciones Generales para la Fertilización*. Instituto de Investigaciones Agropecuarias. Chile. Informativo. INIA-Ururi.
<https://biblioteca.inia.cl/bitstream/handle/123456789/4612/NR40418.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Silva, P.A., Albornoz, B.C. & Criollo, E.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), 37-46.
<https://revistas.unicordoba.edu.co/index.php/temasagrarios/article/view/1145>
- Solutions for human progress (SQM). (s.f.). *Translocación de fotoasimilados en la papa*. <https://sqmnutrition.com/downloadpdf/43731>
- Steel, R. & Torrie, J. (1988). *Bioestadística: Principios y Procedimientos*. McGraw-Hill, Inc., U.S.A. INTERAMERICANA DE MEXICO, S.A. SEGUNDA EDICIÓN (Primera en español). 640 pp.
<http://www.univermedios.com/wp-content/uploads/2018/08/Bioestadistica-Principios-Y-Procedimientos-2ed-Steel-Robert-G.pdf>
- Steel, R.G.D. & Torrie, J.H. (1985). *Bioestadística: Principios y Procedimientos*. Segunda edición (primera en español). MCGRAW-HILL. Bogotá (Colombia). 640 pp.
https://www.academia.edu/35066774/Steel_Robert_G_Bioestadistica_Principios_Y_Procedimientos_2ed
- Stewart, W. (2008). *Consideraciones en el uso eficiente de nutrientes*. 10pp.
[http://nla.ipni.net/ipniweb/region/nla.nsf/e0f085ed5f091b1b852579000057902e/40ad1eee26c802f005257a5300510c6d/\\$FILE/ATTCNQIX.pdf/Consideraciones%20en%20el%20uso%20eficiente%20de%20nutrientes.pdf](http://nla.ipni.net/ipniweb/region/nla.nsf/e0f085ed5f091b1b852579000057902e/40ad1eee26c802f005257a5300510c6d/$FILE/ATTCNQIX.pdf/Consideraciones%20en%20el%20uso%20eficiente%20de%20nutrientes.pdf)
- Struik, P. & Wiersema, G. (1999). *Seed Potato Technology*. Cambridge University Press. *Experimental Agriculture* 37(01):125 – 134
 DOI:10.1017/S0014479701231056

- Tomanguilla, I. (2022). *Efecto de tres dosis de fertilización con n-p-k, en el rendimiento de dos variedades de papa (Solanum Tuberosum L.), en el distrito de Trita-Amazonas, 2022*. [Tesis de pre grado, Universidad Politécnica Amazónica]. 85pp.
https://repositorio.upa.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12897/154/TESIS_TOMANGUILLA_ANGELES_ILMER.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Uribe, F., Calle, I. & Gonzales, V. (2013). Manejo agronómico del cultivo de la papa para la precordillera de la comuna de Putre. 4p.
<https://biblioteca.inia.cl/bitstream/handle/20.500.14001/4536/NR39394.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Valbuena, R., Bolaños, A., Zapata, J., Almanza, P. & Porras, P. (2010). *Escalas fenológicas de las variedades de papa Parda Pastusa, Diacol Capiro y Criolla "Yema de Huevo" en las zonas productoras de Cundinamarca, Boyacá, Nariño y Antioquia*. Bogotá: Corpoica. 34pp.
https://repository.agrosavia.co/bitstream/handle/20.500.12324/12893/44240_56518.pdf?sequence=1&isAllowed=y

A N E X O

Tabla A1. Prueba de normalidad Shapiro-Wilks. Huertas-Jauja. 2022

Nueva tabla: 15/02/2024 - 19:15:35 - [Versión: 30/04/2020]

Shapiro-Wilks (modificado)

DK	Variable	n	Media	D.E.	W*	P (Unilateral D)
K0	RPTHa	3	21.5	3.5	0.87	0.2903
K1	RPTHa	3	31.82	0.95	0.79	0.0913
K2	RPTHa	3	32.58	2.77	0.78	0.0723
K3	RPTHa	3	40.04	1.32	0.98	0.748

DK	Variable	n	Media	D.E.	W*	P (Unilateral D)
K0	PTDP	3	0.04	0.01	0.87	0.2929
K1	PTDP	3	0.02	0.01	0.84	0.219
K2	PTDP	3	0.01	0.01	1	0.9184
K3	PTDP	3	0.01	3.30E-03	0.95	0.5709

DK	Variable	n	Media	D.E.	W*	P (Unilateral D)
K0	PTTP	3	0.39	0.06	0.87	0.2898
K1	PTTP	3	0.57	0.02	0.79	0.085
K2	PTTP	3	0.59	0.05	0.78	0.0712
K3	PTTP	3	0.72	0.02	0.98	0.7448

DK	Variable	n	Media	D.E.	W*	P (Unilateral D)
K0	PT1P	3	0.16	0.03	0.99	0.7839
K1	PT1P	3	0.31	0.02	0.96	0.631
K2	PT1P	3	0.25	0.01	0.99	0.7654
K3	PT1P	3	0.34	0.01	0.89	0.3485

DK	Variable	n	Media	D.E.	W*	P (Unilateral D)
K0	PT2P	3	0.14	0.04	1	0.9069
K1	PT2P	3	0.18	0.05	0.8	0.1128
K2	PT2P	3	0.27	0.02	0.95	0.5783
K3	PT2P	3	0.32	0.01	0.92	0.463

DK	Variable	n	Media	D.E.	W*	P (Unilateral D)
K0	PT3P	3	0.06	0.02	0.85	0.2442
K1	PT3P	3	0.06	0.04	0.92	0.4609
K2	PT3P	3	0.05	0.04	0.89	0.3621
K3	PT3P	3	0.05	0.04	0.87	0.2948

DK	Variable	n	Media	D.E.	W*	P (Unilateral D)
K0	NTP	3	7.8	1.17	0.77	0.406
K1	NTP	3	9.67	1.95	0.97	0.671
K2	NTP	3	9.32	1.63	0.91	0.4134
K3	NTP	3	10.42	1.48	0.89	0.3531

DK	Variable	n	Media	D.E.	W*	P (Unilateral D)
K0	NTD	3	2.37	0.93	0.99	0.8531
K1	NTD	3	2.07	1.01	0.99	0.7806
K2	NTD	3	1.53	0.5	0.99	0.7806
K3	NTD	3	1.63	0.68	0.99	0.7961

DK	Variable	n	Media	D.E.	W*	P (Unilateral D)
K0	APP	3	1	0.12	0.98	0.7065
K1	APP	3	1.02	0.08	0.8	0.1134
K2	APP	3	1.03	0.04	0.75	0.0086
K3	APP	3	1.11	0.01	0.88	0.3202

DK	Variable	n	Media	D.E.	W*	P (Unilateral D)
K0	BFA	3	0.96	0.11	0.77	0.0358
K1	BFA	3	0.97	0.08	0.78	0.0733
K2	BFA	3	1.02	0.08	0.94	0.5126
K3	BFA	3	1.1	0.07	0.91	0.4225

DK	Variable	n	Media	D.E.	W*	p(Unilateral D)
K0	BSA	3	0.34	0.08	0.96	0.6333
K1	BSA	3	0.42	0.01	0.82	0.1695
K2	BSA	3	0.36	0.06	0.99	0.8241
K3	BSA	3	0.49	0.02	0.87	0.284

Tabla A2. Datos del número de tubérculos por planta. Huertas-Jauja. 2022

NTP: Número de tubérculos por planta
NT 1P: Número de tubérculos de primera por planta

B	T	m1	m2	m3	m4	m5	m6	m7	m8	m9	m10	m11	m12	m13	m14	m15	m16	m17	m18	m19	m20	Prom
1	T1	2	2	2	1	2	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	2	1	2	1.35
1	T2	3	4	2	3	3	3	3	3	3	2	3	2	3	2	3	3	2	3	3	2	2.75
1	T3	2	2	3	2	3	3	3	3	2	3	3	2	3	2	3	2	3	2	2	2	2.50
1	T4	3	4	3	4	3	3	3	3	4	3	3	3	2	3	3	3	3	2	3	2	3.00
2	T1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1.05
2	T2	3	2	4	2	3	3	3	4	2	2	2	2	2	2	3	3	2	3	2	3	2.60
2	T3	3	2	3	3	3	3	2	2	2	2	2	2	2	2	3	3	2	3	2	3	2.45
2	T4	3	3	3	3	3	3	3	3	4	3	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3.10
3	T1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1.10
3	T2	2	2	2	3	2	3	4	3	3	2	3	2	3	2	3	2	3	2	3	2	2.55
3	T3	2	2	2	3	2	3	2	3	2	3	2	3	2	2	3	2	3	2	3	2	2.40
3	T4	3	2	3	3	3	3	3	4	3	4	3	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3.10

NT 2P: Número de tubérculos de segunda por planta

B	T	m1	m2	m3	m4	m5	m6	m7	m8	m9	m10	m11	m12	m13	m14	m15	m16	m17	m18	m19	m20	Prom
1	T1	1	2	2	2	2	1	1	1	1	2	1	1	1	1	2	2	1	2	2	1	1.45
1	T2	2	3	4	4	2	3	3	2	3	4	3	4	3	4	3	3	3	3	3	4	3.15
1	T3	3	3	5	4	3	5	3	4	4	3	3	3	3	4	3	5	4	5	3	5	3.75
1	T4	4	3	4	6	4	5	4	3	5	5	4	4	5	4	3	3	5	5	3	4	4.15
2	T1	3	3	3	2	3	3	2	3	2	2	3	2	2	3	2	2	2	3	3	3	2.55
2	T2	2	3	2	3	2	3	2	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2.75
2	T3	4	4	4	3	4	4	5	4	3	4	4	3	3	3	3	3	3	3	3	4	3.55
2	T4	4	4	5	4	5	5	5	4	4	3	4	5	5	4	4	5	3	3	5	3	4.20
3	T1	2	3	2	3	2	3	2	2	3	3	2	2	2	3	3	3	3	3	3	3	2.60
3	T2	3	3	3	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2.95
3	T3	3	3	4	5	3	4	3	3	4	4	4	3	3	4	3	2	3	3	4	3	3.55
3	T4	4	4	4	4	5	4	4	3	4	3	4	5	5	4	4	6	5	3	3	4	4.10

NT 3P: Número de tubérculos de tercera por planta

B	T	m1	m2	m3	m4	m5	m6	m7	m8	m9	m10	m11	m12	m13	m14	m15	m16	m17	m18	m19	m20	Prom
1	T1	3	2	2	2	2	3	3	3	3	2	2	2	2	3	2	2	3	2	3	2	2.40
1	T2	3	2	2	2	2	2	3	2	3	1	3	3	2	4	3	3	3	2	2	3	2.50
1	T3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	3	3	3	4	1	3	3	2.90
1	T4	3	3	3	3	1	3	3	2	3	2	2	3	3	3	3	3	2	2	2	3	2.60
2	T1	3	3	2	2	2	3	2	3	2	3	2	3	2	3	2	2	2	3	2	2	2.45
2	T2	3	2	3	2	3	2	3	2	2	3	3	3	3	3	3	2	2	2	2	2	2.50
2	T3	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	2	1	1	1.15
2	T4	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1.00
3	T1	1	2	1	1	1	1	1	1	2	1	1	2	2	3	1	1	1	2	1	1	1.35
3	T2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1.05
3	T3	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1.10
3	T4	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1.10

NT Des.: Número de tubérculos de descarte por planta

B	T	m1	m2	m3	m4	m5	m6	m7	m8	m9	m10	m11	m12	m13	m14	m15	m16	m17	m18	m19	m20	Prom
1	T1	3	3	3	3	4	4	4	4	3	3	4	2	4	6	2	3	2	2	2	4	3.25
1	T2	3	2	3	2	4	4	3	3	3	3	4	4	4	2	2	3	3	3	2	3	3.00
1	T3	2	3	2	1	2	3	2	1	2	3	3	1	2	1	2	3	2	1	2	2	2.00
1	T4	2	2	2	2	1	3	3	2	3	2	3	3	2	2	3	2	2	2	3	3	2.35
2	T1	3	2	3	3	3	2	2	3	2	3	2	3	2	3	2	2	2	2	3	2	2.45
2	T2	3	2	2	2	3	2	2	2	2	2	2	2	3	2	2	2	2	3	2	2	2.20
2	T3	2	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	1	1	1	1	3	3	2	2	1	1.60
2	T4	1	1	3	1	2	1	2	2	2	1	2	2	1	2	2	1	1	2	1	1	1.55
3	T1	1	3	2	1	1	1	2	1	1	2	1	1	3	1	2	1	1	1	1	1	1.40
3	T2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1.00
3	T3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1.00
3	T4	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1.00

NTP: número de tubérculos por planta

B	T	NT1	NT2	NT3	NTD	NTP
1	T1	1.35	1.45	2.40	3.25	8.45
1	T2	2.75	3.15	2.50	3.00	11.4
1	T3	2.50	3.75	2.90	2.00	11.2
1	T4	3.00	4.15	2.60	2.35	12.1
2	T1	1.05	2.55	2.45	2.45	8.5
2	T2	2.60	2.75	2.50	2.20	10.1
2	T3	2.45	3.55	1.15	1.60	8.75
2	T4	3.10	4.20	1.00	1.55	9.85
3	T1	1.10	2.60	1.35	1.40	6.45
3	T2	2.55	2.95	1.05	1.00	7.55
3	T3	2.40	3.55	1.10	1.00	8.05
3	T4	3.10	4.10	1.10	1.00	9.3

Tabla A3. Datos del peso de tubérculos por planta. Huertas-Jauja. 2022

		PT 1P: Peso de tubérculos de primera por planta																				
B	T	m1	m2	m3	m4	m5	m6	m7	m8	m9	m10	m11	m12	m13	m14	m15	m16	m17	m18	m19	m20	Prom
1	T1	0.100	0.150	0.191	0.120	0.186	0.110	0.120	0.109	0.106	0.107	0.109	0.103	0.169	0.108	0.106	0.109	0.110	0.178	0.109	0.196	0.130
1	T2	0.256	0.239	0.290	0.368	0.265	0.321	0.322	0.346	0.316	0.349	0.306	0.368	0.288	0.264	0.357	0.282	0.377	0.242	0.387	0.260	0.310
1	T3	0.226	0.220	0.246	0.226	0.341	0.246	0.320	0.319	0.318	0.311	0.307	0.260	0.320	0.220	0.305	0.208	0.310	0.209	0.203	0.206	0.266
1	T4	0.312	0.324	0.309	0.320	0.321	0.330	0.312	0.306	0.355	0.322	0.318	0.342	0.360	0.326	0.328	0.303	0.302	0.320	0.342	0.426	0.329
2	T1	0.158	0.166	0.163	0.206	0.180	0.208	0.182	0.184	0.170	0.181	0.168	0.199	0.198	0.173	0.204	0.172	0.187	0.165	0.165	0.171	0.180
2	T2	0.322	0.288	0.312	0.312	0.319	0.320	0.276	0.264	0.284	0.268	0.246	0.260	0.235	0.246	0.281	0.284	0.257	0.284	0.245	0.302	0.280
2	T3	0.241	0.270	0.280	0.230	0.264	0.246	0.274	0.266	0.222	0.220	0.220	0.222	0.225	0.210	0.212	0.214	0.226	0.254	0.234	0.259	0.240
2	T4	0.304	0.308	0.320	0.327	0.346	0.310	0.347	0.420	0.346	0.405	0.314	0.398	0.349	0.330	0.314	0.350	0.348	0.323	0.398	0.349	0.346
3	T1	0.162	0.154	0.142	0.156	0.160	0.150	0.152	0.150	0.162	0.149	0.168	0.160	0.156	0.184	0.166	0.160	0.168	0.165	0.168	0.164	0.160
3	T2	0.337	0.347	0.355	0.310	0.270	0.321	0.311	0.296	0.341	0.357	0.370	0.312	0.321	0.245	0.356	0.339	0.358	0.333	0.321	0.300	0.325
3	T3	0.246	0.220	0.222	0.289	0.245	0.264	0.299	0.284	0.262	0.237	0.268	0.221	0.224	0.236	0.260	0.228	0.260	0.238	0.266	0.229	0.250
3	T4	0.346	0.429	0.312	0.333	0.345	0.365	0.349	0.368	0.378	0.382	0.360	0.309	0.340	0.341	0.346	0.321	0.384	0.332	0.349	0.302	0.350
		PT 2P: Peso de tubérculos de segunda por planta																				
B	T	m1	m2	m3	m4	m5	m6	m7	m8	m9	m10	m11	m12	m13	m14	m15	m16	m17	m18	m19	m20	Prom
1	T1	0.080	0.111	0.108	0.107	0.104	0.068	0.084	0.075	0.064	0.108	0.076	0.086	0.098	0.089	0.149	0.140	0.078	0.129	0.122	0.068	0.097
1	T2	0.070	0.077	0.068	0.079	0.150	0.065	0.130	0.161	0.155	0.136	0.127	0.075	0.106	0.143	0.133	0.143	0.145	0.152	0.158	0.148	0.121
1	T3	0.209	0.207	0.267	0.320	0.206	0.279	0.209	0.210	0.263	0.267	0.276	0.204	0.277	0.204	0.167	0.210	0.204	0.287	0.266	0.368	0.245
1	T4	0.367	0.309	0.256	0.430	0.268	0.310	0.267	0.319	0.320	0.311	0.269	0.330	0.320	0.364	0.310	0.309	0.338	0.310	0.309	0.318	0.317
2	T1	0.178	0.188	0.189	0.237	0.220	0.240	0.187	0.167	0.170	0.163	0.178	0.169	0.208	0.188	0.198	0.157	0.145	0.189	0.159	0.169	0.185
2	T2	0.189	0.190	0.187	0.178	0.130	0.178	0.125	0.127	0.198	0.178	0.184	0.154	0.236	0.302	0.285	0.311	0.318	0.279	0.268	0.244	0.213
2	T3	0.256	0.237	0.302	0.257	0.311	0.308	0.305	0.267	0.268	0.205	0.240	0.311	0.309	0.263	0.276	0.320	0.210	0.209	0.341	0.204	0.270
2	T4	0.320	0.267	0.345	0.345	0.410	0.368	0.355	0.289	0.278	0.231	0.345	0.410	0.409	0.356	0.345	0.439	0.402	0.184	0.267	0.329	0.335
3	T1	0.153	0.154	0.150	0.109	0.151	0.152	0.151	0.139	0.157	0.137	0.128	0.135	0.120	0.163	0.146	0.153	0.123	0.180	0.146	0.155	0.145
3	T2	0.180	0.169	0.179	0.154	0.181	0.191	0.253	0.203	0.261	0.198	0.219	0.298	0.267	0.257	0.187	0.183	0.164	0.198	0.199	0.200	0.207
3	T3	0.175	0.243	0.346	0.350	0.173	0.267	0.273	0.189	0.263	0.346	0.420	0.320	0.265	0.320	0.267	0.244	0.269	0.267	0.287	0.333	0.281
3	T4	0.267	0.288	0.420	0.320	0.265	0.421	0.267	0.328	0.319	0.257	0.267	0.254	0.239	0.347	0.254	0.457	0.321	0.429	0.265	0.439	0.321
		PT 3P: Peso de tubérculos de tercera por planta																				
B	T	m1	m2	m3	m4	m5	m6	m7	m8	m9	m10	m11	m12	m13	m14	m15	m16	m17	m18	m19	m20	Prom
1	T1	0.060	0.060	0.063	0.064	0.063	0.072	0.083	0.099	0.041	0.059	0.060	0.062	0.059	0.075	0.099	0.100	0.083	0.084	0.097	0.070	0.073
1	T2	0.068	0.074	0.050	0.064	0.083	0.068	0.099	0.065	0.083	0.090	0.104	0.104	0.084	0.102	0.108	0.107	0.104	0.102	0.108	0.090	0.088
1	T3	0.092	0.095	0.104	0.092	0.101	0.106	0.102	0.101	0.101	0.101	0.104	0.103	0.103	0.120	0.113	0.121	0.154	0.040	0.101	0.104	0.103
1	T4	0.065	0.080	0.098	0.066	0.068	0.098	0.092	0.080	0.090	0.088	0.099	0.098	0.086	0.088	0.080	0.092	0.084	0.089	0.087	0.099	0.087
2	T1	0.099	0.085	0.090	0.087	0.096	0.078	0.068	0.089	0.067	0.080	0.069	0.090	0.067	0.098	0.066	0.066	0.055	0.066	0.080	0.063	0.078
2	T2	0.072	0.078	0.054	0.058	0.068	0.067	0.086	0.069	0.067	0.064	0.075	0.083	0.070	0.074	0.076	0.066	0.081	0.079	0.060	0.075	0.071
2	T3	0.069	0.045	0.044	0.038	0.034	0.033	0.026	0.035	0.033	0.036	0.025	0.035	0.052	0.034	0.032	0.031	0.033	0.052	0.035	0.030	0.038
2	T4	0.029	0.032	0.031	0.030	0.031	0.030	0.029	0.032	0.031	0.030	0.032	0.031	0.030	0.032	0.031	0.029	0.032	0.032	0.031	0.030	0.031
3	T1	0.021	0.068	0.033	0.021	0.030	0.022	0.027	0.033	0.060	0.033	0.033	0.050	0.048	0.066	0.023	0.030	0.032	0.058	0.034	0.033	0.038
3	T2	0.026	0.022	0.030	0.022	0.019	0.019	0.023	0.031	0.022	0.020	0.019	0.017	0.016	0.016	0.016	0.018	0.019	0.020	0.012	0.015	0.020
3	T3	0.015	0.033	0.022	0.022	0.020	0.015	0.018	0.018	0.017	0.012	0.022	0.023	0.030	0.022	0.026	0.028	0.024	0.022	0.024	0.013	0.022
3	T4	0.024	0.017	0.028	0.023	0.016	0.015	0.012	0.019	0.018	0.018	0.017	0.021	0.031	0.016	0.011	0.010	0.022	0.030	0.032	0.020	0.020

PT Desc.: Peso de tubérculos de descarte por planta

B	T	m1	m2	m3	m4	m5	m6	m7	m8	m9	m10	m11	m12	m13	m14	m15	m16	m17	m18	m19	m20	Prom
1	T1	0.038	0.040	0.023	0.049	0.032	0.042	0.030	0.049	0.030	0.040	0.041	0.040	0.049	0.047	0.047	0.048	0.048	0.043	0.045	0.048	0.042
1	T2	0.048	0.043	0.069	0.048	0.040	0.042	0.041	0.039	0.041	0.052	0.021	0.031	0.060	0.039	0.031	0.032	0.041	0.043	0.050	0.070	0.044
1	T3	0.039	0.039	0.027	0.023	0.029	0.020	0.031	0.022	0.022	0.031	0.031	0.031	0.030	0.032	0.032	0.032	0.035	0.034	0.025	0.024	0.029
1	T4	0.065	0.030	0.015	0.013	0.010	0.013	0.009	0.009	0.010	0.012	0.010	0.009	0.008	0.010	0.010	0.008	0.009	0.009	0.005	0.008	0.014
2	T1	0.012	0.011	0.090	0.007	0.009	0.010	0.009	0.011	0.013	0.012	0.010	0.009	0.012	0.012	0.018	0.012	0.014	0.014	0.014	0.012	0.016
2	T2	0.031	0.033	0.028	0.022	0.013	0.014	0.016	0.014	0.036	0.028	0.034	0.037	0.036	0.033	0.029	0.032	0.033	0.029	0.031	0.021	0.028
2	T3	0.024	0.031	0.032	0.028	0.020	0.027	0.024	0.004	0.002	0.003	0.004	0.003	0.006	0.003	0.006	0.004	0.007	0.005	0.003	0.003	0.012
2	T4	0.002	0.003	0.004	0.007	0.007	0.004	0.007	0.005	0.007	0.005	0.005	0.003	0.009	0.007	0.003	0.006	0.004	0.002	0.003	0.012	0.005
3	T1	0.025	0.024	0.018	0.012	0.008	0.009	0.005	0.022	0.028	0.019	0.012	0.018	0.016	0.014	0.019	0.019	0.021	0.020	0.019	0.027	0.018
3	T2	0.003	0.002	0.004	0.005	0.004	0.018	0.016	0.021	0.011	0.016	0.014	0.017	0.012	0.017	0.014	0.002	0.002	0.004	0.004	0.003	0.010
3	T3	0.003	0.004	0.003	0.002	0.001	0.004	0.005	0.002	0.004	0.004	0.001	0.001	0.003	0.002	0.003	0.003	0.004	0.003	0.003	0.004	0.003
3	T4	0.002	0.005	0.004	0.002	0.002	0.003	0.002	0.001	0.002	0.002	0.003	0.002	0.003	0.002	0.010	0.080	0.010	0.011	0.002	0.001	0.008

PTTP: peso total de tubérculos por planta

B	T	m1	m2	m3	m4	m5	m6	m7	m8	m9	m10	m11	m12	m13	m14	m15	m16	m17	m18	m19	m20	Prom
1	T1	0.280	0.361	0.385	0.340	0.385	0.292	0.317	0.332	0.241	0.314	0.287	0.292	0.376	0.320	0.402	0.397	0.318	0.435	0.374	0.382	0.341
1	T2	0.443	0.434	0.478	0.559	0.538	0.497	0.593	0.612	0.594	0.628	0.559	0.577	0.538	0.549	0.629	0.565	0.668	0.539	0.704	0.568	0.564
1	T3	0.567	0.562	0.645	0.662	0.676	0.652	0.664	0.651	0.704	0.710	0.719	0.598	0.730	0.576	0.617	0.573	0.704	0.571	0.596	0.702	0.644
1	T4	0.810	0.744	0.680	0.829	0.667	0.751	0.681	0.715	0.776	0.732	0.697	0.780	0.775	0.789	0.728	0.712	0.734	0.729	0.744	0.850	0.746
2	T1	0.448	0.451	0.532	0.537	0.505	0.536	0.447	0.452	0.421	0.437	0.425	0.467	0.486	0.471	0.486	0.408	0.401	0.434	0.419	0.415	0.459
2	T2	0.614	0.590	0.581	0.571	0.530	0.580	0.503	0.474	0.585	0.538	0.540	0.535	0.577	0.655	0.671	0.693	0.689	0.672	0.605	0.642	0.592
2	T3	0.590	0.584	0.659	0.553	0.629	0.615	0.630	0.572	0.525	0.465	0.489	0.571	0.592	0.511	0.526	0.570	0.477	0.520	0.613	0.497	0.559
2	T4	0.656	0.611	0.702	0.710	0.794	0.713	0.739	0.748	0.663	0.673	0.696	0.843	0.797	0.725	0.693	0.825	0.787	0.543	0.700	0.721	0.717
3	T1	0.361	0.400	0.343	0.298	0.349	0.333	0.336	0.344	0.407	0.338	0.341	0.363	0.341	0.427	0.354	0.362	0.344	0.423	0.367	0.380	0.361
3	T2	0.546	0.541	0.569	0.492	0.475	0.549	0.602	0.551	0.635	0.592	0.623	0.645	0.616	0.535	0.574	0.543	0.544	0.555	0.537	0.519	0.562
3	T3	0.440	0.500	0.593	0.663	0.440	0.551	0.596	0.494	0.547	0.600	0.712	0.566	0.523	0.581	0.557	0.503	0.557	0.531	0.581	0.580	0.556
3	T4	0.640	0.740	0.765	0.678	0.629	0.804	0.630	0.716	0.718	0.659	0.648	0.587	0.613	0.706	0.621	0.868	0.738	0.803	0.648	0.763	0.699

PTTha: peso de tubérculos por ha

kg ha ⁻¹	t ha ⁻¹
18974.01367	18.97
31315.98352	31.32
35778.21949	35.78
41454.10302	41.45
25499.53468	25.50
32906.57972	32.91
31087.28553	31.09
39837.17131	39.84
20036.15498	20.04
31232.46782	31.23
30880.22106	30.88
38826.57719	38.83

Tabla A5. Análisis de varianza de las características de rendimiento, biométricas e índices de eficiencia. Huertas Jauja. 2022

Nueva tabla: 15/02/2024 - 18:19:57 - [Versión: 30/04/2020]

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV		
RPT_{ha}	12	0.94	0.89	7.73		
Rendimiento potencial de tubérculos (t ha ⁻¹)						
Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)						
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	
Modelo	532.04	5	106.41	17.99	0.0015	
DK	522.38	3	174.13	29.43	0.0005	**
Bloques	9.66	2	4.83	0.82	0.4857	ns
Error	35.5	6	5.92			
Total	567.54	11				

Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=6.87490						
Error: 5.9162 gl: 6						
DK	Medias	n	E.E.			
K3	40.04	3	1.4	A		
K2	32.58	3	1.4		B	
K1	31.82	3	1.4		B	
K0	21.5	3	1.4			C
Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.05)						
	31.485					

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV		
PTTP	12	0.94	0.89	7.73		
Peso de tubérculos totales por planta (kg)						
Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)						
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	
Modelo	0.17	5	0.03	17.99	0.0015	
DK	0.17	3	0.06	29.43	0.0005	**
Bloques	3.10E-03	2	1.60E-03	0.82	0.4857	ns
Error	0.01	6	1.90E-03			
Total	0.18	11				

Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=0.12372						
Error: 0.0019 gl: 6						
DK	Medias	n	E.E.			
K3	0.72	3	0.03	A		
K2	0.59	3	0.03		B	
K1	0.57	3	0.03		B	
K0	0.39	3	0.03			C
Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.05)						
	0.5675					

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV		
PT1P	12	0.96	0.92	7.86		
Peso de tubérculos de primera por planta						
Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)						
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	
Modelo	0.06	5	0.01	27.2	0.0005	
DK	0.06	3	2.00E-02	45.08	0.0002	**

Bloques	3.40E-04	2	1.70E-04	0.4	0.6899	ns
Error	2.60E-03	6	4.30E-04			
Total	0.06	11				
Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=0.05860						
Error: 0.0004 gl: 6						
DK	Medias	n	E.E.			
K3	0.34	3	0.01	A		
K1	0.31	3	0.01	A	B	
K2	0.25	3	0.01		B	
K0	0.16	3	0.01			C
Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)						
	0.265					

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV		
PT2P	12	0.96	0.92	10.05		
Peso de tubérculos de segunda por planta						
Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)						
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	
Modelo	0.07	5	0.01	25.69	0.0006	
DK	0.06	3	2.00E-02	38.46	0.0003	**
Bloques	0.01	2	3.40E-03	6.53	0.0312	*
Error	3.20E-03	6	5.30E-04			
Total	0.07	11				
Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=0.06484						
Error: 0.0005 gl: 6						
DK	Medias	n	E.E.			
K3	0.32	3	0.01	A		
K2	0.27	3	0.01	A		
K1	0.18	3	0.01		B	
K0	0.14	3	0.01		B	
Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)						
	0.2275					

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV		
PT3P	12	0.82	0.67	31.57		
Peso de tubérculos de tercera por planta						
Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)						
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	
Modelo	0.01	5	1.70E-03	5.39	0.0318	
DK	5.00E-04	3	1.70E-04	0.54	0.6702	ns
Bloques	0.01	2	3.90E-03	12.67	0.007	**
Error	1.90E-03	6	3.10E-04			
Total	0.01	11				
Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=0.04971						
Error: 0.0003 gl: 6						
DK	Medias	n	E.E.			
K0	0.06	3	0.01	A		
K1	0.06	3	0.01	A		
K2	0.05	3	0.01	A		
K3	0.05	3	0.01	A		

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)					
	0.055				

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV	
PTDP	12	0.86	0.74	36.74	

Peso de tubérculos de descarte por planta

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	
Modelo	1.80E-03	5	3.60E-04	7.36	0.0153	
DK	6.60E-04	3	2.20E-04	4.52	0.0553	ns
Bloques	1.10E-03	2	5.60E-04	11.61	0.0086	**
Error	2.90E-04	6	4.90E-05			
Total	2.10E-03	11				

Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=0.01971

Error: 0.0000 gl: 6

DK	Medias	n	E.E.		
K1	0.03	3	4.00E-03	A	
K0	0.03	3	4.00E-03	A	
K2	0.01	3	4.00E-03	A	
K3	0.01	3	4.00E-03	A	

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

	0.02				
--	------	--	--	--	--

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV	
NTP	12	0.91	0.83	7.34	

Número de tubérculos por planta

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	
Modelo	28.15	5	5.63	12.08	0.0044	
DK	10.9	3	3.63	7.79	0.0171	*
Bloques	17.26	2	8.63	18.52	0.0027	**
Error	2.8	6	0.47			
Total	30.95	11				

Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=1.92956

Error: 0.4660 gl: 6

DK	Medias	n	E.E.		
K3	10.42	3	0.39	A	
K1	9.67	3	0.39	A	B
K2	9.32	3	0.39	A	B
K0	7.8	3	0.39		B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

	9.3025				
--	--------	--	--	--	--

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV	
NT1P	12	0.99	0.98	4.09	

Número de tubérculos de primera por planta

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	
Modelo	6.04	5	1.21	132.74	<0.0001	
DK	6.01	3	2	220.11	<0.0001	**
Bloques	0.03	2	0.02	1.67	0.2648	ns

Error	0.05	6	0.01			
Total	6.09	11				
Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=0.26959						
Error: 0.0091 gl: 6						
DK	Medias	n	E.E.			
K3	3.07	3	0.06	A		
K1	2.63	3	0.06		B	
K2	2.45	3	0.06		B	
K0	1.17	3	0.06			C
Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)						
	2.33					

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV		
NT2P	12	0.88	0.78	11.92		

Número de tubérculos de segunda por planta

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)						
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	
Modelo	6.47	5	1.29	8.74	0.01	
DK	6.41	3	2.14	14.41	0.0038	**
Bloques	0.07	2	0.03	0.23	0.8018	ns
Error	0.89	6	0.15			
Total	7.36	11				
Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=1.08783						
Error: 0.1481 gl: 6						
DK	Medias	n	E.E.			
K3	4.15	3	0.22	A		
K2	3.62	3	0.22	A	B	
K1	2.95	3	0.22		B	C
K0	2.2	3	0.22			C
Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)						
	3.23					

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV		
NT3P	12	0.74	0.53	28.47		

Número de tubérculos de tercera por planta

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)						
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	
Modelo	4.75	5	0.95	3.45	0.0816	
DK	0.52	3	0.17	0.63	0.6234	ns
Bloques	4.23	2	2.12	7.69	0.0221	*
Error	1.65	6	0.28			
Total	6.4	11				
Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=1.48222						
Error: 0.2750 gl: 6						
DK	Medias	n	E.E.			
K0	2.07	3	0.3	A		
K1	2.02	3	0.3	A		
K2	1.72	3	0.3	A		
K3	1.57	3	0.3	A		
Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)						

	1.845					
Variable	N	R ²	R ² Aj	CV		
NTD	12	0.95	0.9	12.75		
Número de tubérculos de descarte por planta						
Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)						
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	
Modelo	6.38	5	1.28	21.36	0.0009	
DK	1.4	3	0.47	7.8	0.0171	*
Bloques	4.98	2	2.49	41.71	0.0003	**
Error	0.36	6	0.06			
Total	6.74	11				
Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=0.69074						
Error: 0.0597 gl: 6						
DK	Medias	n	E.E.			
K0	2.4	3	0.14	A		
K1	2.07	3	0.14	A	B	
K3	1.67	3	0.14		B	
K2	1.53	3	0.14		B	
Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.05)						
	1.9175					

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV		
APP	12	0.8	0.63	4.65		
Altura de planta (m)						
Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)						
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	
Modelo	0.05	5	0.01	4.69	0.0433	
DK	2.00E-02	3	1.00E-02	3.41	0.094	ns
Bloques	0.03	2	0.02	6.61	0.0304	*
Error	0.01	6	2.30E-03			
Total	0.07	11				
Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=0.13629						
Error: 0.0023 gl: 6						
DK	Medias	n	E.E.			
K3	1.11	3	0.03	A		
K2	1.03	3	0.03	A		
K1	1.02	3	0.03	A		
K0	1	3	0.03	A		
Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.05)						
	1.04					

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV		
BFA	12	0.97	0.95	2.1		
Biomasa fresca aérea (kg)						
Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)						
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	
Modelo	0.09	5	0.02	40.02	0.0002	
DK	0.04	3	0.01	27.54	0.0007	**
Bloques	0.05	2	0.03	58.74	0.0001	**
Error	2.70E-03	6	4.50E-04			

Total	0.09	11				
Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=0.05998						
Error: 0.0005 gl: 6						
DK	Medias	n	E.E.			
K3	1.1	3	0.01	A		
K2	1.02	3	0.01		B	
K1	0.97	3	0.01		B	C
K0	0.96	3	0.01			C
Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)						
	1.0125					

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV		
BSA	12	0.79	0.62	11.21		
Biomasa seca aérea (kg)						
Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)						
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	
Modelo	0.05	5	0.01	4.6	0.0452	
DK	4.00E-02	3	1.00E-02	6.45	0.0263	*
Bloques	0.01	2	3.70E-03	1.82	0.2411	ns
Error	1.00E-02	6	2.00E-03			
Total	0.06	11				
Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=0.12759						
Error: 0.0020 gl: 6						
DK	Medias	n	E.E.			
K3	0.49	3	0.03	A		
K1	0.42	3	0.03	A	B	
K2	0.36	3	0.03	A	B	
K0	0.34	3	0.03		B	
Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)						
	0.4025					

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV		
FPP	9	0.75	0.5	4.85		
Factor de producción parcial						
Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)						
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	
Modelo	163.11	4	40.78	3.02	0.155	
DK	120.5	2	60.25	4.46	0.0958	ns
Bloques	42.61	2	21.3	1.58	0.3126	ns
Error	54.03	4	13.51			
Total	217.14	8				
Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=10.69537						
Error: 13.5086 gl: 4						
DK	Medias	n	E.E.			
K1	79.55	3	2.12	A		
K3	77	3	2.12	A		
K2	70.83	3	2.12	A		
Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)						
	75.7933333					

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV		
EA	9	0.94	0.88	11.68		
Eficiencia agronómica						
Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)						
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	
Modelo	693.43	4	173.36	15.63	0.0104	
DK	233.78	2	116.89	10.54	0.0254	*
Bloques	459.65	2	229.82	20.72	0.0077	**
Error	44.36	4	11.09			
Total	737.78	8				
Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=9.69070						
Error: 11.0899 gl: 4						
DK	Medias	n	E.E.			
K3	35.65	3	1.92	A		
K1	25.79	3	1.92		B	
K2	24.08	3	1.92		B	
Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.05)						
	28.5066667					

ANALISIS DE SUELOS : CARACTERIZACION

Solicitante : DEL VALLE E.I.R.L.

Departamento : JUNIN

Provincia : JAUJA

Distrito :

Predio :

Referencia : H.R. 75063-100C-21

Fact.: 7975

Fecha : 5/10/2021

Lab	Número de Muestra Claves	pH (1:1)	C.E. (1:1)				Análisis Mecánico				Clase Textural	CIC	Cationes Cambiables					Suma de Cationes	Suma de Bases	% Sat. De Bases
			CaCO ₃ %	M.O. %	P ppm	K ppm	Arena %	Limo %	Arcilla %	Ca ²⁺			Mg ²⁺	K ⁺	Na ⁺	Al ³⁺ + H ⁺				
9447		4.36	0.46	0.00	1.36	66.3	291	53	25	22	Fr.Ar.A	8.00	2.33	0.62	0.48	0.10	0.50	4.02	3.52	44

A = Arena ; A.Fr. = Arena Franca ; Fr.A. = Franco Arenoso ; Fr. = Franco ; Fr.L = Franco Limoso ; L = Limoso ; Fr.Ar.A. = Franco Arcillo Arenoso ; Fr.Ar. = Franco Arcilloso ; Fr.Ar.L. = Franco Arcillo Limoso ; Ar.A. = Arcillo Arenoso ; Ar.L. = Arcillo Limoso ; Ar. = Arcilloso

Dr. Constantino Calderón Mendoza
Jefe del Laboratorio



**LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL
ORGANISMO DE ACREDITACION INACAL - DA
CON REGISTRO N° LE - 031**



Registro N° LE - 031

Pág. 2 / 5

INFORME DE ENSAYO CON VALOR OFICIAL No. 32254L/21-MA-MB

RESULTADOS DE ANALISIS

Estación de Muestreo		POZO TUBULAR		
Fecha de Muestreo		2021-03-04		
Hora de Muestreo		17:00		
Código de Laboratorio		01900 00001		
Matriz		ASUB		
Ensayo	Unidad	L.C.	L.D.	
Nitrógeno	mg/L NO ₃ -	0.06	0.04	3.03
Sulfato	mg/L SO ₄ -2	0.5	0.3	2.5
pH	Unidad de pH	-	-	7.7 (*)
Conductividad Específica	uS/cm	1.0	-	222.0
Sólidos Totales Disueltos	mg/L	10.0	5.4	109.0
Coliformes Totales	NMP/100ml	1.8	-	920
Coliformes Focales o Termotolerantes	NMP/100ml	1.8	-	2.0
Escherichia coli	NMP/100ml	1.8	-	2.0
Alcalinidad	mg/L CaCO ₃	1.0	0.8	112.6
Cloruros	mg/L Cl-	1.0	0.6	2.1
Dureza Total	mg/L CaCO ₃	1.0	0.5	107.8
Alcalinidad por Bicarbonatos	mg/L CaCO ₃	1.0	0.8	61.0