

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**  
**Escuela Profesional de Agronomía**



**TESIS**

**“COMPARATIVO DE CLONES Y VARIEDADES DE PAPA  
(*Solanum* spp.) EN RENDIMIENTO, RESISTENCIA A RANCHA Y  
CALIDAD DE TUBÉRCULO”**

Para Optar el Título Profesional de:  
**INGENIERO AGRÓNOMO**

Presentado por la Bachiller:  
**NATHALY ANAYELI HERNÁNDEZ ORTIZ**

Asesores:  
**Ing. M. Sc. JESÚS HIPÓLITO DE LA CRUZ ROJAS**  
**Dr. HÉCTOR ANTONIO CABRERA HOYOS**


**CAJAMARCA – PERÚ**  
**-2026-**

## CONSTANCIA DE INFORME DE ORIGINALIDAD

1. **Investigador:** Nathaly Anayeli Hernández Ortiz  
DNI: 72166853  
Escuela Profesional/Unidad UNC: Agronomía
2. **Asesor:**  
Ing.M.Sc. Jesús Hipólito De la Cruz Rojas.
3. **Facultad/Unidad UNC:** Ciencias Agrarias
4. **Grado académico o título profesional:**  
 Bachiller       Título profesional       Segunda especialidad  
 Maestro       Doctor
5. **Tipo de Investigación:**  
 Tesis       Trabajo de investigación       Trabajo de suficiencia profesional  
 Trabajo académico
6. **Título de Trabajo de Investigación:** "COMPARATIVO DE CLONES Y VARIEDADES DE PAPA (*Solanum spp.*) EN RENDIMIENTO, RESISTENCIA A RANCHA Y CALIDAD DE TUBÉRCULO"
7. **Fecha de evaluación:** /10/03/2026
8. **Software antiplagio:**  TURNITIN    URKUND (OURIGINAL) (\*)
9. **Porcentaje de Informe de Similitud:** 16%
10. **Código Documento:** oid: 3117:565939147
11. **Resultado de la Evaluación de Similitud:** 16%  
 APROBADO       PARA LEVANTAMIENTO DE OBSERVACIONES O DESAPROBADO

Fecha Emisión: 11/03/2026

*Firma y/o Sello  
Emisor Constancia*



---

**M.Sc. Jesús Hipólito De La Cruz Rojas**  
DNI: 26724113

*\* En caso se realizó la evaluación hasta setiembre de 2023*



# UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA

"NORTE DE LA UNIVERSIDAD PERUANA"  
Fundada por Ley N° 14015, del 13 de febrero de 1962

## FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

Secretaría Académica

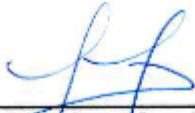


### ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS


En la ciudad de Cajamarca, a los tres días del mes de marzo del año dos mil veintiséis, se reunieron en el ambiente 2C - 202 de la Facultad de Ciencias Agrarias, los miembros del Jurado, designados según **Resolución de Consejo de Facultad N° 069-2026-FCA-UNC, de fecha 12 de enero del 2026**, con la finalidad de evaluar la sustentación de la TESIS titulada: "**COMPARATIVO DE CLONES Y VARIEDADES DE PAPA (*Solanum* spp.) EN RENDIMIENTO, RESISTENCIA A RANCHA Y CALIDAD DE TUBÉRCULO**", realizada por la Bachiller **NATHALY ANAYELI HERNÁNDEZ ORTIZ** para optar el Título Profesional de **INGENIERO AGRÓNOMO**.

A las diez horas y diez minutos, de acuerdo a lo establecido en el **Reglamento Interno para la Obtención de Título Profesional de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Cajamarca**, el Presidente del Jurado dio por iniciado el Acto de Sustentación, luego de concluida la exposición, los miembros del Jurado procedieron a la formulación de preguntas y posterior deliberación. Acto seguido, el Presidente del Jurado anunció la aprobación por unanimidad, con el calificativo de diecisiete (17); por tanto, la Bachiller queda expedita para proceder con los trámites que conlleven a la obtención del Título Profesional de **INGENIERO AGRÓNOMO**.


A las once horas y treinta minutos del mismo día, el Presidente del Jurado dio por concluido el Acto de Sustentación.

  
\_\_\_\_\_  
Dr. Juan Francisco Seminario Cunya  
PRESIDENTE

  
\_\_\_\_\_  
Dr. Edin Edgardo Alva Plasencia  
SECRETARIO

  
\_\_\_\_\_  
Ing. José Lizandro Silva Mego  
VOCAL

  
\_\_\_\_\_  
Ing. M. Sc. Jesús Hipólito De La Cruz Rojas  
ASESOR

  
\_\_\_\_\_  
Dr. Héctor Antonio Cabrera Hoyos  
ASESOR

## **DEDICATORIA**

A mis padres Edwyng Marin Hernández Núñez y Haydeé Ortiz Tafur, por su dedicación y paciencia durante todo este proceso, por confiar en mí y brindarme apoyo incondicional.

A mis abuelos Ana María Tafur Arribasplata, Juan Ortiz Tafur; Flavio Hernández Herrera; Yolanda Núñez Revilla; a todos ellos, por ser parte fundamental de mi formación profesional.

A mis hermanos Gabriela, Diego Hernández Ortiz y Aleksandro Vargas Ortiz que siempre están ahí para apoyarme en mi formación profesional, personal y son mis compañeros de toda la vida.

Nathaly A. Hernández Ortiz.

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco a Dios por ser mi guía y fortaleza en cada etapa de mi vida.

Expreso mi sincero agradecimiento a la Ing. Rosmeri Pando Gomes y al Téc. Edgar Abanto Machuca, del Programa Nacional de Raíces y Tuberosas de la EEA Baños del Inca – INIA, así como al Dr. Héctor Cabrera Hoyos, al Ing. Hipólito De La Cruz Rojas, por su orientación, asesoramiento y valiosos aportes durante el desarrollo de esta tesis.

De manera especial, agradezco a Johan Chilón, mi apoyo constante, por su acompañamiento y ánimo brindado a lo largo de este proceso.

Finalmente, agradezco a mis amigos Ana Fernández, Edgar Chaupe, Deivi Quispe, Fernando Muñoz y Danixa Cholán, por su respaldo y motivación constantes.

Nathaly A. Hernández Ortiz.

## ÍNDICE GENERAL

<b>DEDICATORIA</b>	<b>i</b>
<b>AGRADECIMIENTO</b>	<b>ii</b>
<b>RESUMEN</b>	<b>iii</b>
<b>ABSTRACT</b>	<b>iv</b>
<b>ÍNDICE GENERAL</b>	<b>v</b>
<b>ÍNDICE DE TABLAS</b>	<b>vi</b>
<b>ÍNDICE FIGURAS</b>	<b>vii</b>
<b>CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN</b>	<b>1</b>
1.1 Descripción del problema.	2
1.2 Formulación del problema.	3
1.3 Justificación.	3
1.4 Objetivos.	6
1.5 Hipótesis.	6
<b>CAPÍTULO II: REVISIÓN DE LITERATURA</b>	<b>7</b>
2.1 Antecedentes.	7
2.1.1 A nivel internacional	7
2.1.2 A nivel nacional	8
2.1.3 A nivel local	9
2.2 Bases teóricas	11
2.2.1 El cultivo de papa ( <i>Solanum tuberosum</i> L.)	11
2.2.4 Variedades y clones de papa	12
d Variedades comerciales	12
e Clones de papa	12
2.2.5 Enfermedades de importancia en el cultivo de papa.	13
2.2.6 Calidad de tubérculos en papa	13
2.2.7 Definición de términos básicos	18
<b>CAPÍTULO III: MATERIALES Y MÉTODOS</b>	<b>19</b>
3.1 Ubicación geográfica de la parcela experimental.	19
3.2 Materiales.	21
3.2.1 Material biológico.	21
3.2.2 Equipos	21
3.2.3 Herramientas.	21
3.2.4 Material de gabinete y escritorio	21
3.3 Metodología.	22
3.3.1 Variables	22
3.3.2 Diseño experimental, arreglos de los tratamientos	22
3.3.3 Características del experimento	24
3.3.4 Procedimientos	25
3.3.5 Evaluaciones	26
<b>CAPÍTULO IV: RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b>	<b>30</b>
4.1 Rendimiento en kg ha <sup>-1</sup> .	30
4.2 Resistencia a <i>Phytophthora infestans</i>	32
4.3 Materia seca	35
4.4 Tubérculos comerciales	38
4.5 Tubérculos no comerciales	40
4.6 Relación entre rendimiento y resistencia a <i>Phytophthora infestans</i> .	43

<b>4.7</b>	Evaluación visual morfológica de los tubérculos	<b>46</b>
<b>CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b>		<b>48</b>
<b>5.1</b>	Conclusiones.	<b>48</b>
<b>5.2</b>	Recomendaciones.	<b>49</b>
<b>CAPÍTULO VI: REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>		<b>50</b>
<b>CAPÍTULO VII: ANEXOS</b>		<b>54</b>
<b>7.1</b>	Tablas de supuestos de normalidad y homogeneidad de varianzas	<b>54</b>
<b>7.2</b>	Tablas de evaluaciones con promedio	<b>57</b>
<b>7.3</b>	Análisis de suelo	<b>59</b>
<b>7.3</b>	Evidencia fotográfica	<b>62</b>

## LISTA DE TABLAS

Tabla	Título	Página
1	Variables en estudio	30
2	Análisis de varianza generalizado para un diseño de bloques completo al azar	31
3	Tratamientos en estudio	31
4	<i>Escala de Evaluación a Rancho (Phytophthora infestans)</i>	35
5	Análisis de varianza para rendimiento (t ha <sup>-1</sup> ).	38
6	Prueba de comparaciones múltiples con Duncan 5 % para la variable rendimiento (t ha <sup>-1</sup> ).	38
7	Análisis de varianza para la Resistencia a <i>Phytophthora infestans</i> .	40
8	Prueba de comparaciones múltiples con Duncan 5 % para la variable Resistencia a <i>Phytophthora infestans</i>	41
9	Análisis de varianza para la variable materia seca (%).	43
10	Prueba de comparaciones múltiples con Duncan 5 % para la variable materia seca (%).	44
11	Análisis de varianza para la variable tubérculos comerciales.	46
12	Medias de los genotipos para la variable tubérculos comerciales	47
13	Prueba de comparaciones múltiples con Duncan 5 % para la variable tubérculos comerciales.	48
14	Media de los genotipos para la variable tubérculos no comerciales	49
15	Coefficiente de correlación de Pearson para rendimiento t ha <sup>-1</sup> y Resistencia a <i>Phytophthora infestans</i> .	51
16	Evaluación visual de los genotipos en estudio de acuerdo a sus características morfológicas	54
17	Supuestos de normalidad para la variable Rendimiento t ha <sup>-1</sup> .	62
18	Supuestos de homogeneidad de varianzas para la variable Rendimiento t/ha.	62
19	Supuestos de normalidad para la variable Resistencia a <i>Phytophthora infestans</i> .	62
20	Supuestos de homogeneidad de varianzas para la variable Resistencia a <i>Phytophthora infestans</i>	63
21	Supuestos de normalidad para la variable Materia seca (%).	63
22	Supuestos de homogeneidad de varianzas para la variable Materia seca (%)	63
23	Supuestos de normalidad para la variable Tubérculos comerciales	63
24	Supuestos de homogeneidad de varianzas para la variable Tubérculos comerciales	64
25	Supuestos de normalidad para la variable Tubérculos no comerciales	64
26	Supuestos de homogeneidad de varianzas para la variable Tubérculos no comerciales	64
27	de la variable rendimiento t ha <sup>-1</sup> .	65
28	de la variable resistencia a <i>Phytophthora infestans</i> .	65
29	de la variable materia seca (%).	65
30	de la variable tubérculos comerciales.	66
31	de la variable tubérculos no comerciales.	66

## LISTA DE FIGURAS

Figura	Título	Página
1	Mapa de ubicación del experimento.	16
2	Distribución de tratamientos en estudio.	19
8	Coeficiente de correlación en diagrama de dispersión, para rendimiento t ha <sup>-1</sup> y Resistencia a <i>Phytophthora infestans</i> .	52
9	Análisis de suelo	68
9	Siembra en la parcela experimental en localidad de Polloquito, distrito de la Encañada.	71
10	Vista panorámica de parcela experimental al inicio de floración.	71
11	Evaluación en campo de incidencia de rancha ( <i>Phytophthora infestans</i> ) en campo.	72
12	Evaluación en campo de incidencia de rancha ( <i>Phytophthora infestans</i> ) en campo.	72
13	Evaluación de incidencia de rancha ( <i>Phytophthora infestans</i> ) en hojas.	73
14	Evaluación de incidencia de rancha ( <i>Phytophthora infestans</i> ) en hojas.	73
15	Evaluación de incidencia de rancha ( <i>Phytophthora infestans</i> ) en tubérculos.	74
16	Evaluación de incidencia de rancha ( <i>Phytophthora infestans</i> ) en toda la planta.	74
17	Plantas de papa sana, sin presencia de síntomas de rancha ( <i>Phytophthora infestans</i> ), clon CAJ004.4.	75
18	de papa sana sin presencia de síntomas de rancha ( <i>Phytophthora infestans</i> ), correspondiente a la variedad bañosina.	75
19	Plantas de papa con afectación moderada por rancha ( <i>Phytophthora infestans</i> ), correspondiente al clon genotipo 12	76
20	Plantas de papa con afectación moderada por rancha ( <i>Phytophthora infestans</i> ) correspondiente a variedad Yungay.	76
21	Clasificación de tubérculos a la cosecha.	77
22	Pesados de tubérculos cosechados.	77
23	Clasificación de tubérculos comerciales	78
24	Clasificación de tubérculos no comerciales	78
25	Conteo de tubérculos en almacén	79
26	Secado de tubérculos para determinación de materia seca en laboratorio	79
27	Corte en rodaja para evaluación visual. Izquierdo Clon 519185.4 y derecho 519156.76	80
28	Corte en rodaja para evaluación visual. Izquierdo Clon Genotipo 4 y derecho CAJ010.5	80
29	Corte en rodaja para evaluación visual. Izquierdo Clon Genotipo 12 y derecho CAJ004.4	81
30	Corte en rodaja para evaluación visual. Izquierdo variedad Bañosina y derecho Yungay	81

## RESUMEN

La papa (*Solanum tuberosum* L.) es uno de los cultivos más importantes a nivel mundial. Sin embargo, la enfermedad causada por el hongo *Phytophthora infestans*, (rancha), representa una de las principales amenazas para su producción como en la calidad de los tubérculos. La presente investigación se realizó en la localidad de Polloquito, del distrito de la Encañada, departamento de Cajamarca – Perú. El objetivo fue comparar el rendimiento ( $\text{kg ha}^{-1}$ ), la resistencia a rancha (%) (*Phytophthora infestans*) y la calidad de los tubérculos de diferentes clones y variedades de papa (*Solanum tuberosum* L.). El material genético constó de 6 clones y 2 variedades mejoradas de papa. Se utilizó un diseño de bloques completos al azar con 8 tratamientos y tres repeticiones. Los resultados muestran que, en rendimiento los clones 519156.76 y 519185.4 obtuvieron los mayores rendimientos ( $17.1 \text{ t ha}^{-1}$  y  $15.53 \text{ t ha}^{-1}$ ). Las variedades INIA 324 Bañosina y CAJ010.5 también mostraron buenos rendimientos, mientras que Yungay tuvo un rendimiento inferior ( $7.97 \text{ t ha}^{-1}$ ). En resistencia a *Phytophthora infestans*, los clones CAJ004.4 y 519156.76 fueron los más resistentes (0.2% y 0.47%), mientras que Yungay y INIA 324 Bañosina presentaron mayor susceptibilidad (0.87% y 1%) respectivamente. En materia seca, INIA 324 Bañosina tuvo el mayor contenido (27.03%), seguido por los clones Genotipo4 y Genotipo12, mientras que Yungay presentó el menor (22.5%).

Palabras claves: Resistencia, papa, tubérculos, clones avanzados,

## ABSTRACT

Potato (*Solanum tuberosum* L.) is one of the most important crops worldwide. However, the disease caused by the fungus *Phytophthora infestans* (late blight) represents one of the main threats to its production and tuber quality. This research was conducted in the town of Polloquito, in the district of La Encañada, department of Cajamarca – Peru. The objective was to compare the yield (kg ha<sup>-1</sup>), resistance to late blight (*Phytophthora infestans*), and tuber quality of different potato clones and varieties (*Solanum tuberosum* L.). The genetic material consisted of 6 clones and 2 improved potato varieties. A randomized complete block design was used with 8 treatments and three repetitions. The results showed that, in terms of yield, the clones 519156.76 and 519185.4 achieved the highest yields (17.1 t ha<sup>-1</sup> and 15.53 t ha<sup>-1</sup>). The varieties INIA 324 Bañosina and CAJ010.5 also showed good yields, while Yungay had a lower yield (7.97 t ha<sup>-1</sup>). In resistance to *Phytophthora infestans*, the clones CAJ004.4 and 519156.76 were the most resistant (0.2% and 0.47%), while Yungay and INIA 324 Bañosina showed higher susceptibility (0.87% and 1%, respectively). In terms of dry matter, INIA 324 Bañosina had the highest content (27.03%), followed by the clones Genotype4 and Genotype12, while Yungay had the lowest (22.5%).

**Keywords:** Resistance, potato, tubers, advanced clones

## CAPITULO I

### INTRODUCCIÓN

La papa es uno de los cultivos más importantes a nivel mundial debido a su alto valor nutricional y su relevancia económica y social. A nivel mundial, la papa junto con otras siete se ha convertido en el cultivo más importante después de los cereales a nivel mundial (National Library of Medicine, 2021).

Según MIDAGRI (2025) en el Perú, la papa es un cultivo de gran importancia desempeña un papel crucial en la seguridad alimentaria y la economía rural. En la campaña 2024-2025, se sembraron en el Perú un total de 267,794 ha de papa, de las cuales 12,770 ha correspondieron al departamento de Cajamarca. A nivel nacional, la producción alcanzó las 6,520,264 t, mientras que en Cajamarca se produjeron 322,544 t. El rendimiento promedio nacional fue de 19,370 t ha<sup>-1</sup>, siendo este alto comparando con el rendimiento de Cajamarca 13,615 t/ha (MIDAGRI, 2025)

Cabrera (2008) menciona que las siembras de papa que se instalan con el inicio de las lluvias tanto en las zonas bajas o altas de Cajamarca son altamente vulnerables por la *Rancharia* (*Phytophthora infestans*) dadas las condiciones agro climáticas heterogéneas. Es así que la selección de genotipos resistentes a este hongo permitirá la no dependencia a fungicidas.

Además, el contenido de materia seca y almidón es un atributo físico químico esencial en calidad de la papa, particularmente para la industria de procesamiento de alimentos, donde valores altos de sólidos totales mejoran la eficiencia de productos como papas fritas y deshidratados (Liza, 2023). Siendo un componente clave en la evaluación de genotipos, ya que influye en su aptitud para consumo fresco, procesamiento industrial y comercialización.

En este contexto, la selección de variedades y clones de papa con resistencia a la rancharia, buen rendimiento y mejora en la calidad de tubérculo es una estrategia clave para mejorar la

sostenibilidad del cultivo. Diversos estudios han demostrado que existen variedades y clones con distinta respuesta a esta enfermedad, lo que hace necesario evaluar su comportamiento en condiciones agroecológicas específicas, como las que se presentan en Polloquito, distrito de La Encañada, en la región de Cajamarca. El presente estudio tiene como objetivo comparar clones y variedades de papa en términos de rendimiento, resistencia a ranca y calidad de tubérculo; permitiendo seleccionar genotipos superiores en condiciones locales. La investigación busca generar información relevante para agricultores, técnicos y especialistas, promoviendo el uso de variedades de alta productividad en la producción de papa en la región, asegurando su sostenibilidad en el tiempo.

### **1.1. Descripción del problema**

La papa es un cultivo de gran importancia económica y alimentaria en las regiones andinas de Perú, especialmente en Cajamarca. Sin embargo, la enfermedad causada por el hongo *Phytophthora infestans*, (ranca), representa una de las principales amenazas para su producción como la calidad de los tubérculos, reduciendo su aptitud para la comercialización y generando pérdidas económicas considerables para los agricultores (Sánchez et al., 2019).

La resistencia a *Phytophthora infestans* en variedades de papa es un factor crucial para garantizar una producción sostenible y de calidad en zonas afectadas por esta enfermedad. Sin embargo, en la localidad de Polloquito-La Encañada, Cajamarca, aún se carece de información precisa sobre qué clones y variedades de papa ofrecen una combinación óptima de resistencia a la ranca y buen rendimiento, junto con tubérculos comerciales de alta calidad. A pesar de la importancia de evaluar estos factores, los estudios sobre la resistencia a *Phytophthora infestans* en la región son limitados, y la relación entre resistencia a la enfermedad y la calidad comercial de los tubérculos, especialmente en términos de proporción de tubérculos comerciales versus no comerciales, no ha sido suficientemente analizada.

El cultivo de clones y variedades con alta resistencia a la racha y buena calidad de tubérculo es esencial para mejorar la competitividad y sostenibilidad de la producción de papa en la región. Por lo tanto, resulta crucial identificar aquellos clones que no solo sean resistentes a *Phytophthora infestans*, sino que también ofrezcan un rendimiento elevado y una alta proporción de tubérculos comerciales, lo que permitiría a los agricultores mejorar tanto su productividad como su rentabilidad.

Este estudio se propone llenar ese vacío de conocimiento, evaluando y comparando el rendimiento, la resistencia a *Phytophthora infestans* y la calidad de los tubérculos, diferenciando entre tubérculos comerciales y no comerciales, con el fin de identificar las mejores variedades y clones de papa para la localidad de Polloquito-La Encañada.

Por lo tanto, resulta de importancia realizar estudios que permitan evaluar y comparar clones y variedades de papa con resistencia a la racha y buena calidad de tubérculos bajo las condiciones específicas de Polloquito, La Encañada, Cajamarca, ya que la información obtenida no solo contribuirá a la toma de decisiones técnicas por parte de los productores, sino que también fortalecerá las estrategias de manejo integrado, reduciendo el uso de insumos químicos y promoviendo una producción más sostenible, competitiva y rentable en la región.

## **1.2. Formulación del problema**

¿Cuáles son los clones y variedades de papa (*Solanum spp*) con el mayor rendimiento, mayor resistencia a *Phytophthora infestans* y mejor calidad de tubérculo?

## **1.3. Justificación**

### **1.3.1. Justificación teórica**

La papa es esencial en la seguridad alimentaria global, especialmente en Perú, donde juega un rol clave en la economía rural. En muchos lugares a nivel mundial así mismo como

en Cajamarca, su producción enfrenta la amenaza de *Phytophthora infestans*, causante de la "rancha", que impacta negativamente el rendimiento y la calidad de los tubérculos, afectando la rentabilidad de los agricultores (Sánchez et al., 2019).

La selección de variedades y clones resistentes es fundamental para mitigar los efectos de esta enfermedad. Si bien se ha avanzado en la investigación de variedades resistentes, aún existe la necesidad de identificar las que mejor combinen resistencia con calidad comercial, especialmente en condiciones agroecológicas como las de Polloquito - La Encañada. La implementación de estas variedades reduce el uso de fungicidas, lo que beneficia tanto a la economía como al medio ambiente (Cabrera, 2008).

El estudio de la relación entre *Phytophthora infestans* y la calidad comercial de los tubérculos es crucial, ya que algunas variedades resistentes pueden no ser aptas para la comercialización. Identificar clones resistentes con buena calidad de tubérculos es clave para mejorar la competitividad agrícola. La mejora genética y la biotecnología agrícola son esenciales para mitigar los riesgos que enfrenta la producción

### **1.3.2. Justificación práctica**

La papa es un cultivo clave para la economía y la alimentación en Cajamarca. Sin embargo, los agricultores enfrentan dificultades significativas debido a la incidencia de *Phytophthora infestans*. Esta enfermedad reduce tanto el rendimiento como la calidad de los tubérculos, generando pérdidas económicas considerables. La implementación de variedades resistentes podría ser una solución práctica para mitigar estos problemas, mejorando la producción y reduciendo la dependencia de fungicidas, lo cual sería económicamente más sostenible para los agricultores. Además, mejorar la calidad de los tubérculos es esencial para asegurar la competitividad en el mercado. Identificar clones que no solo sean resistentes, sino que también ofrezcan tubérculos con buenas características comerciales (tamaño, forma, y

ausencia de enfermedades) y buen rendimiento es clave para asegurar su venta y, por ende, la rentabilidad del cultivo.

La implementación de variedades resistentes a *Phytophthora infestans* también contribuye a la sostenibilidad agrícola. Reducir el uso de productos químicos como los fungicidas disminuye los impactos negativos sobre el medio ambiente, favoreciendo una agricultura más ecológica y saludable. Este estudio tiene una aplicación directa para los agricultores de la región de Polloquito-La Encañada, quienes podrán tomar decisiones más informadas sobre qué variedades y clones sembrar, lo que les permitirá mejorar la calidad y la cantidad de su producción, y a su vez, fortalecer su competitividad en el mercado.

### **1.3.3. Justificación Institucional y Personal**

Este estudio cuenta con el apoyo institucional del Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA) y la Universidad Nacional de Cajamarca (UNC). Ambas instituciones están comprometidas con la mejora de la producción agrícola en la región andina, especialmente en lo que respecta al cultivo de la papa. El INIA se dedica a la investigación y desarrollo de nuevas variedades y tecnologías para mejorar la productividad agrícola, mientras que la UNC, con su vasta experiencia en el sector agrícola, proporciona el respaldo académico necesario para la realización de este estudio. A nivel personal, este estudio representa una oportunidad para contribuir al conocimiento y desarrollo de prácticas agrícolas sostenibles en la región de Cajamarca. Como estudiante y futuro profesional en el campo de la agronomía, esta investigación no solo fortalece mi formación académica, sino que también me permite aportar soluciones prácticas a los problemas que enfrentan los agricultores en la zona. Además, al trabajar en conjunto con el INIA y la UNC, se genera un espacio de colaboración que puede tener un impacto positivo a largo plazo en la agricultura de la región.

## **1.4. Objetivos**

### **1.4.1. Objetivo general**

Comparar el rendimiento ( $t\ ha^{-1}$ ), la resistencia a racha (%) y la calidad de tubérculo de diferentes clones y variedades de papa (*Solanum spp*).

### **1.4.2. Objetivos específicos**

- Comparar el rendimiento ( $t\ ha^{-1}$ ) de diferentes clones y variedades de papa (*Solanum spp.*) en la localidad de Polloquito, La Encañada, Cajamarca.
- Evaluar la resistencia de los clones y variedades de papa a racha (*Phytophthora infestans*) en la localidad de Polloquito, La Encañada, Cajamarca.
- Analizar la calidad de los tubérculos de los clones y variedades de papa, mediante la medición de parámetros como materia seca y evaluación visual morfológica.
- Determinar la relación entre el rendimiento ( $t\ ha^{-1}$ ) y la resistencia a *Phytophthora infestans* en los clones y variedades de papa.
- Comparar la proporción de tubérculos comerciales y no comerciales de los clones y variedades de papa evaluadas en la localidad de Polloquito, La Encañada, Cajamarca.

## **1.5. Hipótesis**

Al comparar los clones y variedades de papa (*Solanum tuberosum L.*), se espera que al menos uno de los clones muestre diferencias significativas en rendimiento ( $t/ha$ ), resistencia a racha y mejor calidad de tubérculo.

## CAPITULO II

### REVISIÓN DE LITERATURA

#### 2.1. Antecedentes

##### 2.1.1. A nivel internacional

Cadersa et al. (2022) en su estudio “Field screening of advanced potato clones for foliar resistance to late blight (*Phytophthora infestans*) in two agro-climatic regions” evaluaron 18 clones avanzados de papa en dos regiones agroclimáticas de Mauricio (al este de Madagascar), con el objetivo de evaluar la resistencia foliar de estos clones a la racha (*Phytophthora infestans*) y su rendimiento en dos zonas climáticas representativas de la isla. El estudio se realizó en las estaciones de Wooton, una región superhúmeda a 450 m.s.n.m., y Réduit, una zona húmeda a 213 m.s.n.m., seleccionadas por la alta presión de la enfermedad durante la temporada de papa. Se utilizó un diseño experimental con tres repeticiones, y se evaluaron tanto la severidad de la enfermedad como el rendimiento de tubérculos comercializables. Los clones de las series 142/161, 29/5 y 161/142 mostraron una severidad de la enfermedad significativamente menor, alcanzando una severidad final del 20% en ambos sitios, con rendimientos de 23.6 t ha<sup>-1</sup>, 22.4 t ha<sup>-1</sup>, y 21.3 t ha<sup>-1</sup>, respectivamente. En contraste, los clones susceptibles mostraron una defoliación de 100%. Los resultados sugieren que los clones evaluados son candidatos prometedores para su cultivo en zonas donde la racha es un problema recurrente.

Seid y Tessema (2024) en su estudio “Evaluación de la calidad de los tubérculos, rendimiento y características relacionadas de clones de papa (*Solanum tuberosum* L.) en Holetta, Etiopía” evaluaron 24 genotipos de papa, incluyendo 21 introducidos por el Centro Internacional de la Papa (CIP) y 3 variedades locales, durante la temporada principal de cultivo

de 2017. El objetivo fue identificar genotipos con alta resistencia a *Phytophthora infestans* y características de calidad de tubérculos adecuadas para la producción de papas fritas y chips. Los resultados mostraron que los genotipos CIP395017.229, CIP396027.205, CIP399075.7, CIP398098.65, CIP392617.54, CIP398190.404, CIP394611.112 y CIP398190.89 presentaron rendimientos de tubérculos totales superiores a 36.80 t ha<sup>-1</sup>, con más de 31.47 t ha<sup>-1</sup> de rendimiento de tubérculos comercializables, un peso promedio de tubérculo superior a 69.92 g, un diámetro medio geométrico superior a 58.41 mm<sup>3</sup>, y un contenido de materia seca superior al 21.25%. Estos genotipos también mostraron características físicas de tubérculos y cualidades de procesamiento excelentes, lo que los hace adecuados para la producción de papas fritas y chips. La correlación entre el contenido de materia seca y el color de fritura fue significativa ( $r = -0.525$ ,  $R^2 = 28\%$ ), indicando que el contenido de materia seca influye en la calidad de fritura, aunque el contenido de azúcares reductores tiene un efecto más pronunciado. Estos hallazgos sugieren que la selección de genotipos de papa que consideren tanto las características externas como internas de los tubérculos puede acelerar el proceso de desarrollo de variedades con cualidades de procesamiento en el país.

### **2.1.2. A nivel nacional**

Gástelo et al. (2024) evaluaron clones avanzados de papa con resistencia a *Phytophthora infestans* en diversas regiones de Perú. El objetivo principal fue seleccionar clones con alta resistencia al tizón tardío, rendimientos elevados y calidad adecuada para la producción de papas fritas. Para ello, se utilizó un diseño experimental en 13 sitios agrícolas, distribuidos a lo largo del país, con un diseño de bloques completos al azar con tres repeticiones de 150 plantas por parcela. Los resultados mostraron que los clones CIP395123.6, CIP396026.101 y CIP396034.103 fueron los más destacados en términos de resistencia a *Phytophthora infestans* (AUDPC: 62%/día, 29%/día y 29%/día, respectivamente), con valores significativamente más bajos que las variedades mejoradas, INIA 303-CANCHAN (AUDPC:

1268%/día) y UNICA (AUDPC: 672%/día). Además, estos clones presentaron un alto rendimiento con valores de rendimiento de 38 t ha<sup>-1</sup> para CIP395123.6, 36 t ha<sup>-1</sup> para CIP396026.101, y 33.80 t ha<sup>-1</sup> para CIP396034.103. En cuanto al contenido de materia seca, estos clones alcanzaron valores superiores al 20% en todas las localidades, con CIP395123.6 alcanzando hasta 30.38% de materia seca, mientras que las variedades de control presentaron valores inferiores, especialmente INIA 303-CANCHAN (18.80%).

Zuñiga et al. (2018) en su artículo de investigación “Nuevos cultivares de papa con resistencia a la racha [*Phytophthora infestans* (Mont.) De Bary ] y adaptación al cambio climático”, indican que, evaluaron tres clones de papa CIP393079.4 (Flor Blanca), CIP387096.2 (Shulay), CIP396034.268 y los cultivares Única y Canchan, en ocho localidades de las regiones de Huánuco, Junín y Huancavelica en el Perú. La siembra de los experimentos fue en diseño de bloques completos al azar (DBCA) con tres repeticiones se realizó entre los meses de Setiembre a Noviembre del 2016 y la cosecha entre los meses de Marzo y Junio del 2017. Los criterios de selección fueron, a la floración: resistencia a la racha, abundante follaje y tolerancia a la sequía; a la cosecha fueron: alto rendimiento, tamaño uniforme y sanidad de tubérculos. A la floración, los clones CIP396034.268 y CIP393079.4 fueron seleccionados por los agricultores. Los hombres seleccionaron además al clon CIP387096.2, mientras que las mujeres además de los dos primeros clones, seleccionaron al cultivar Canchan. A la cosecha los productores seleccionaron en las tres regiones a los clones CIP396034.268, CIP393079.4 y CIP387096.2 respectivamente. Los clones CIP387096.2, CIP393079.4 y CIP386034.268 fueron más resistentes a la racha que los cultivares Canchan y Única en las regiones de Huancavelica, Huánuco y Junín.

### **2.1.3. A nivel local**

Cabrera (2008) en su informe técnico “*La Racha De La Papa En Cajamarca*”, menciona que la racha, causada por el patógeno *Phytophthora infestans*, es una enfermedad

que puede llegar a devastar un cultivo completo ya que debido a su fácil diseminación puede inutilizar campos donde el cultivo se encontraba sano en pocos días. Además, resalta que del 100% del área cultivada en la Región Cajamarca el 34% está expuesto a niveles altas y muy altas de incidencia de racha, a consecuencia de eso los agricultores desarrollaron criterios propios para su manejo, realizando aplicaciones de productos incompatibles a la enfermedad por carencia de experiencia o asistencia técnica profesional. Asimismo, afirma que de aproximadamente 14 variedades de importancia comercial que se cultivan en la Región Cajamarca 5 tienen resistencia, 4 son moderadamente resistentes a susceptibles y 5 son variedades nativas, las cuales son más afectadas por la enfermedad; la variedad que tiene mayor área sembrada en la Región es la Yungay a la cual tiene resistencia horizontal a la racha y se le atribuye potencial productivo, calidad comercial y rusticidad.

Vásquez (2012) en su tesis “Evaluación de cinco clones y dos variedades de papa (*Solanum tuberosum* L.) resistentes a racha (*Phytophthora infestans* (Mont) de Bary)” evaluó el comportamiento de cinco clones y dos variedades de papa resistentes a racha y caracterizar la morfología de clones resistentes a dicha enfermedad, para lo cual se utilizó un diseño de bloque completos al azar. La siembra se realizó con un distanciamiento entre planta de 0.30m y 1.00m entre surco; por tratamiento se sembró 105 tubérculos. La dosis de fertilización utilizada fue 120-100-80 de NPK, aplicando el 50 % de nitrógeno, 100 % de fósforo y potasio a la siembra y el 50 % restante de nitrógeno se aplicó al deshierbo. La cosecha se realizó de forma manual con ayuda de lampillas. Se obtuvo como resultado, que los cinco clones presentaron un comportamiento estable bajo las condiciones ambientales de la zona, mostró resistencia a la racha; de los cinco clones evaluados para producción, el clon CAJ010.4 alcanzó el máximo rendimiento con  $52.74 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ , además obtuvo el mayor número de tubérculos comerciales y un contenido de materia seca de 21.09 %, lo que indica que fue el clon más sobresaliente en este estudio.

## **2.2. Bases teóricas**

### **2.2.1. El cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L.)**

La papa (*Solanum tuberosum* L.) es originaria de la cordillera de los Andes, data con una antigüedad de 8 000 años aproximadamente, es uno de los cultivos más importantes a nivel mundial por su importancia alimentaria como económica y social (FAO, 2022).

El epíteto *tuberosum* proviene del latín *tuber*, que significa “protuberancia” o “tubérculo”, y se refiere a la formación de tubérculos subterráneos carnosos en esta especie; estos tubérculos son tallos modificados especializados en almacenar almidón, lo que distingue a *Solanum tuberosum* de otras especies dentro del género y explica directamente su nombre científico (Monaco Nature Encyclopedia, 2018).

En la actualidad, la papa es el tercer cultivo alimenticio más importante del mundo en términos de consumo humano después del arroz y del trigo, se estima que aproximadamente 1.4 mil millones de personas consumen papa regularmente, y la producción total mundial del cultivo sobrepasa los 300 millones de toneladas métricas (CIP, 2024)

La importancia económica de la papa se refleja en su impacto social , debido a que forma parte de la dieta alimentaria de la población peruana y es el sustento de más de 710 mil familias que se dedican a esta actividad productiva, este cultivo se ha convertido en un notable impulsor de la economía regional y local en las zonas productoras y genera más de 27 millones de jornales de trabajo al año y un ingreso de bruto de S/ 8.314 millones, lo que representa el 10.5% del total de la producción agrícola nacional (MIDAGRI, 2023).

Según INTAGRI (2017) menciona que los requerimientos edafoclimáticos específicos del cultivo establecen que presenta su óptimo desarrollo en suelos con pH entre 5.5 y 7.5, con una textura franco – arenosa, una temperatura ideal entre 15°C y 20°C, con buen drenaje, adecuada aireación, ricos en materia orgánica y con una pendiente de 0.0 a 4.0 %, además el

cultivo requiere de disponibilidad de agua durante la etapa de tuberización, siendo esta fase crítica para garantizar un buen rendimiento y calidad de los tubérculos .

### **2.2.2. Variedades y clones de papa.**

#### **a. Variedades comerciales.**

Las variedades mejoradas de papa son cultivares desarrollados mediante programas de mejoramiento genético que buscan mejorar características como la resistencia a enfermedades, el rendimiento, la calidad del tubérculo y la adaptabilidad a diferentes condiciones agroecológicas. Estos programas pueden incluir técnicas como el cruce sexual, la selección masal y el uso de marcadores moleculares para identificar genes de interés. Por ejemplo, resistencia a plagas y enfermedades, su adaptabilidad y rendimiento (Organización de las Naciones Unidas Para la Agricultura y La Alimentación [FAO], 2009).

Es un conjunto de plantas cultivadas que tienen las mismas características morfológicas, agronómicas, fisiológicas, citológicas, químicas u otras, que al ser reproducidas (sexual o asexualmente) o reconstituidas conservan sus propias características que las diferencian de otras variedades (Cahuana y Arcos, 2002).

#### **b. Clones de papa.**

Los clones de papa son plantas que se reproducen asexualmente, generalmente a partir de tubérculos, asegurando que las características genéticas de la planta madre se mantengan constantes. La propagación de clones puede realizarse mediante métodos tradicionales o mediante micropropagación, una técnica de cultivo in vitro que permite la producción rápida de plantas libres de enfermedades. Por ejemplo, el Centro Internacional de la Papa (CIP) ha desarrollado y distribuido clones avanzados de papa a diversas regiones, como Centroamérica, para mejorar la producción y calidad del cultivo (FAO, 2009).

Según INIA (2002) dentro del proceso de mejoramiento genético de la papa se distinguen diferentes categorías de clones, los cuales permiten avanzar en la selección de materiales con características agronómicas y resistencia a enfermedades entre ellos encontramos:

**e.1. Clones seleccionados.** Los clones seleccionados provienen de familias de tubérculos que ya fueron sometidas a la prueba de resistencia. Pueden estar disponibles en juegos de cinco tubérculos por clon. Pueden seguir siendo evaluados en un diseño de parcela única o diseño experimental completamente al azar (INIA, 2002).

**e.2. Clones avanzados.** Los clones avanzados han pasado por varios ciclos de pruebas y sus características agronómicas han sido evaluadas. Pueden seguir siendo probados en un diseño bloque completamente al azar (INIA, 2002).

### **2.2.3. Enfermedades de importancia en el cultivo de papa.**

Una de las grandes limitantes en la producción de papa son los problemas fitosanitarios o de enfermedades, que afectan plantas y tubérculos, generando pérdidas en los rendimientos y en la calidad del producto final, los daños ocasionados pueden ser totales o parciales, comprometiendo la rentabilidad final del cultivo. Las enfermedades pueden dividirse entre aquellas que afectan al tubérculo semilla propiamente tal enfermedades de la piel y aquellas que afectan al cultivo en su desarrollo vegetativo (Méndez y Gaete, 2010).

#### **f.1. Rancho *Phytophthora infestans***

La rancho causada por *Phytophthora infestans* es un oomiceto fitopatógeno responsable del tizón tardío o mildiu de la papa, siendo una de las enfermedades que atacan a este tubérculo en todo el mundo. Los efectos de la plaga sobre el cultivo pueden ser devastadores, presenta los dos mecanismos de reproducción, asexual y sexual, en su ciclo de vida. La fase asexual

también es conocida como vegetativa, mientras que la sexual recibe el nombre de reproductiva. (Lamichhane et al., 2024).

Según Herrera y Roncal (2019), los síntomas de esta enfermedad se presentan en toda la planta y en cualquier estadio, incluso los tubérculos en almacenes se ven afectados paulatinamente. Las infecciones en el parénquima de los folíolos, en las nervaduras, se inician como puntos cloróticos apocribados que terminan formando manchas de color negro, rodeadas de un halo amplio de color verde claro o amarillento; en flores, las lesiones oscuras se observan en los sépalos, en los frutos, las manchas llegan a comprometer las semillas; los tallos afectados se tiñen de negro y son de consistencia quebradiza. La superficie de los tubérculos con peridermos claros se muestra pigmentada de marrón tenue. En cambio, en las variedades de peridermos oscuros, las lesiones son imperceptibles; en ambos casos, en corte transversal, las infecciones se aprecian avanzando de la superficie hacia la parte central, manifestándose en un oscurecimiento del tejido a medida que progresa la infección.

*Phytophthora infestans* es un patógeno de tipo oomicete causante del tizón tardío, una de las enfermedades más devastadoras para cultivos de papa y tomate. Se caracteriza por su capacidad para causar rápida descomposición del tejido vegetal, lo que afecta tanto a las hojas como a los tubérculos. Es una de las principales amenazas para la producción agrícola en regiones donde estos cultivos son esenciales.

## **f.2. Morfología de *Phytophthora infestans***

*Phytophthora infestans* tiene una estructura celular característica con esporangios biflagelados que germinan y producen zoosporas en condiciones de alta humedad. Estas zoosporas tienen dos flagelos que les permiten moverse hasta llegar al tejido vegetal y penetrarlo a través de los estomas o la cutícula. Las infecciones resultantes generan manchas

necróticas en las hojas, y en condiciones severas, la planta completa puede morir (Centro Internacional de la Papa [CIP], 2008).

### **f.3. Ciclo de Vida**

El ciclo de vida de *P. infestans* puede ser tanto asexual como sexual. En condiciones favorables, los esporangios germinan directamente o liberan zoosporas que infectan el hospedante. La reproducción sexual ocurre entre las hifas de tipos de apareamiento A1 y A2, produciendo oosporas que son capaces de sobrevivir en los restos de plantas y reiniciar el ciclo en temporadas siguientes (CIP, 2008).

### **f.4. Signos y Síntomas**

Los síntomas incluyen manchas marrones en las hojas con un halo amarillento. Las lesiones se expanden rápidamente y causan la necrosis del tejido. En el envés de las hojas pueden observarse estructuras blanquecinas que son esporangióforos y esporangios. Los tallos y pecíolos también presentan lesiones marrones oscuro, y en casos graves, se quiebran con facilidad (CIP, 2008).

### **f.5. Daños**

El tizón tardío afecta gravemente tanto el rendimiento como la calidad de los tubérculos de papa. El patógeno destruye las células de las plantas, provocando la descomposición de las hojas y los tallos. Esto reduce la fotosíntesis y la producción de tubérculos, lo que a su vez afecta la rentabilidad de los cultivos (CIP, 2008).

#### **f.6. Métodos de control**

El manejo de *P. infestans* incluye el uso de fungicidas y la adopción de prácticas agrícolas como la rotación de cultivos y el control de la humedad. Se ha demostrado que la resistencia genética en las variedades de papa también es un método efectivo, con algunos genotipos mostrando mayor tolerancia al patógeno. Sin embargo, el uso de fungicidas debe ser manejado cuidadosamente debido a la posibilidad de que el patógeno desarrolle resistencia a estos productos (CIP, 2008).

#### **f.7. Resistencia genética en papa.**

Es la resistencia que la misma planta ejerce frente al patógeno para reducir o evitar el desarrollo del tizón tardío. Una variedad será resistente si la enfermedad no desarrolla o es muy lenta, mientras que una variedad será susceptible si la enfermedad desarrolla muy rápido matando la planta en poco tiempo, Hay dos tipos de resistencia: vertical y horizontal. Las variedades de papa con resistencia vertical son aquellas que sólo resisten a ciertas razas del patógeno. Estas plantas no muestran manchas necróticas y las plantas presentan una apariencia total, mente sana. Sin embargo, esta resistencia es de corta duración, pues se producen mutaciones en el patógeno para vencer esta resistencia. Las variedades de papa con resistencia horizontal son aquellas que resisten a todas las razas del patógeno y presentan pequeñas manchas necróticas en las hojas, cuyo desarrollo es restringido. Esta resistencia es más duradera y más útil que la anterior. Debido a que la enfermedad se desarrolla en forma restringida el manejo integrado del tizón tardío es más efectivo (CIP, 2014).

#### **2.2.4. Calidad de tubérculos de papa.**

Una papa de buena calidad es aquella que presenta tubérculos de tamaño y forma uniformes, libres de defectos físicos, con alto contenido de materia seca, buena textura y

características químicas estables para consumo o procesamiento, y que mantiene estos atributos durante el almacenamiento y la comercialización (Zarzyńska, 2024).

La calidad de los tubérculos de papa es el principal factor que determina su aceptación en el mercado, producción de semilla, por lo cual involucra las características físicas, química y organolépticas por lo que es importante tener en cuenta los siguientes puntos (Contreras, 2023).

### **g.1. Aspectos físicos.**

Las características internas importantes de la calidad de la papa son la decoloración de la pulpa del tubérculo, la materia seca y el contenido de almidón. Las características externas incluyen el tamaño y la forma del tubérculo, así como la resistencia al daño mecánico durante y después de la cosecha. Estas características de calidad están estrechamente interrelacionadas y genéticamente controladas (Naumann et al., 2019).

### **g.2. Contenido de materia seca.**

Según Yara Perú (2023), el contenido de materia seca es importante tanto para consumo fresco como para la industria. Tubérculos con materia seca incide 18 – 20% tienden a ser más susceptibles a moretones, y los tubérculos se desintegran con más facilidad al cocer. No obstante, para la industria, un alto contenido de materia seca es necesario para obtener un buen color al freírse y el contenido debe de estar alrededor de 20 a 25%. Nitrógeno, potasio y magnesio pueden todos influir en el contenido de materia seca.

Además, el contenido de materia seca es un parámetro de calidad fundamental para la calidad del tubérculo ya que, en la industria de procesamiento de papa, donde las variedades utilizadas para el procesamiento deben tener un contenido de materia seca superior al 20%, lo que permite una mejor calidad de textura de las papas fritas y crujientes, así como un mayor rendimiento del procesamiento (Bedini et al., 2023).

## **2.2.5. Definición de términos básicos**

### **h.2. Enfermedad**

En fitopatología, una enfermedad se define como cualquier alteración anatómica y/o fisiológica en una planta, causada por organismos patógenos como hongos, bacterias, virus o nematodos, o por factores ambientales adversos. Estas alteraciones afectan la forma, función o integridad de la planta, pudiendo conducir a su incapacidad parcial o total (Ormeño, 2023).

### **h.4. Materia seca**

La materia seca es la fracción de una muestra de planta que permanece después de eliminar el agua contenida en ella mediante secado en condiciones controladas. Este parámetro es esencial para evaluar la calidad nutricional de los cultivos y su potencial energético (Das et al., 2021).

### **h.3. Rendimiento en papa**

El rendimiento en papa se refiere a la cantidad de tubérculos cosechados por unidad de área, generalmente expresado en toneladas por hectárea. Este indicador es fundamental para evaluar la productividad del cultivo y se ve influenciado por factores como la variedad, las prácticas agronómicas y las condiciones ambientales (Amare y Tilahun, 2022).

### **h.1. Severidad**

La severidad de una enfermedad en plantas se refiere al grado de daño que presenta una planta afectada, medido en función de la cantidad de tejido dañado o la intensidad de los síntomas observados. Esta medida es crucial para evaluar el impacto de una enfermedad en el cultivo y para tomar decisiones informadas sobre su manejo (Shi et al., 2023).

### **h.5. Tubérculo comercial**

El tubérculo comercial es aquel que cumple con los estándares de calidad establecidos para su comercialización, incluyendo criterios como tamaño, forma, color y ausencia de defectos. Estos tubérculos son aptos para el consumo humano o para su procesamiento industrial (Escobar et al., 2019).

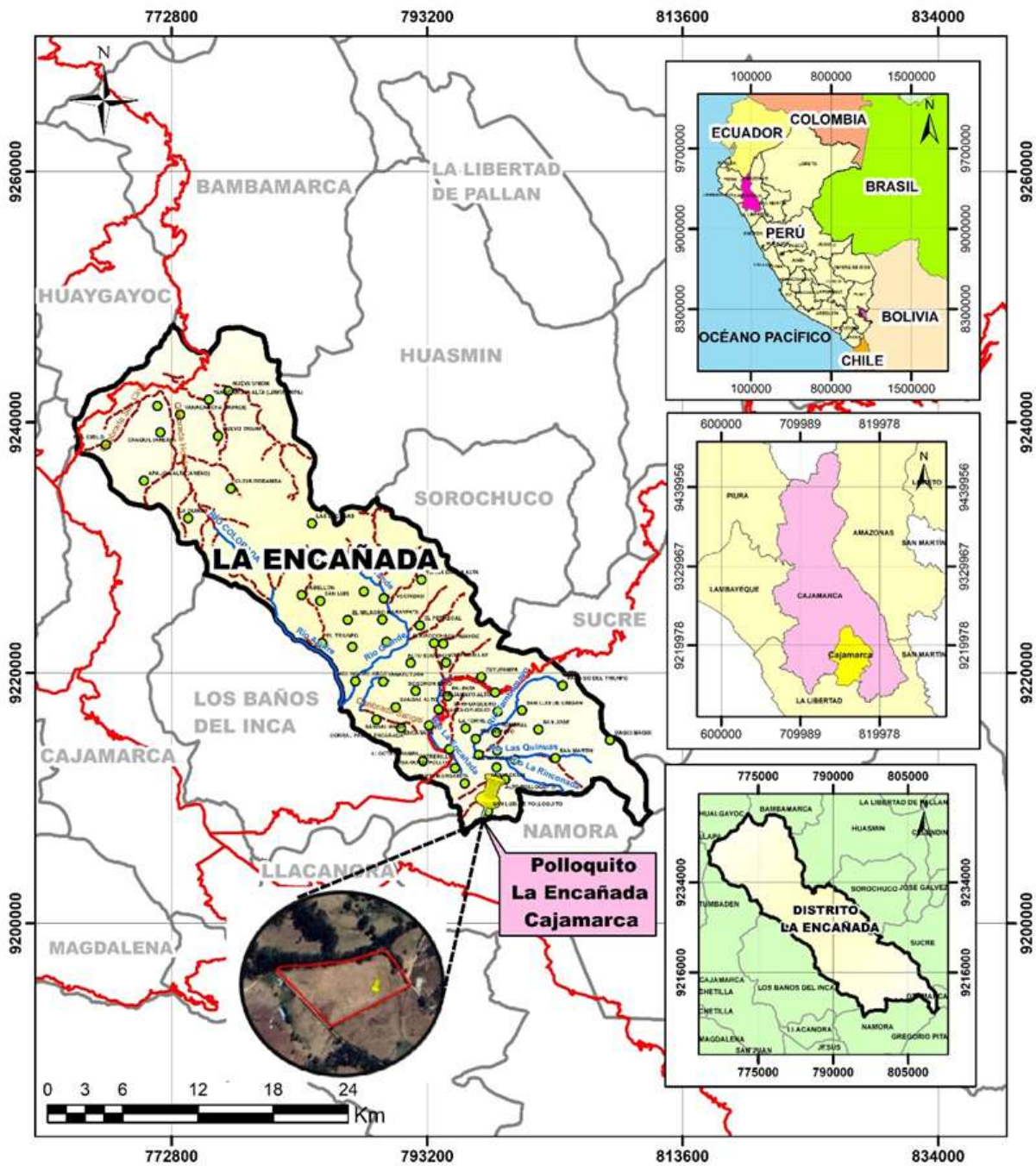
## **CAPITULO III**

### **MATERIALES Y MÉTODOS**

#### **3.1. Ubicación**

La investigación se desarrolló en la localidad de Polloquito, del distrito La Encañada, provincia y departamento de Cajamarca. Ubicado en las coordenadas UTM 798228 E y 9210103 N; a una altitud aproximada de 3,100 m s.n.m.

**Figura 1**  
 Mapa de ubicación del experimento.



LEYENDA	
	<b>UBICACIÓN:</b> Polloquito - La Encañada
	CP_LA ENCAÑADA
	RED_VIAL_NACIONAL
	HIDRO_RIO
	HIDRO_QUEBRADAS
	LA ENCAÑADA
	LÍMITE_DISTRITAL

TABLA DE DATOS TÉCNICOS MAPA DE UBICACIÓN		
DEPARTAMENTO	PROVINCIA	DISTRITO
CAJAMARCA	CAJAMARCA	LA ENCAÑADA
<b>MARCO DE REFERENCIA</b> Sistema de Cordenadas UTM Datum WGS 84 / UTM_Zona 17 Sur		
COORDENADAS UTM	ESTE X	NORTE Y
	798228	9210103

<b>UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA</b> FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMÍA		
<b>PROYECTO DE INVESTIGACIÓN:</b> Comparativo de clones y variedades de papa ( <i>Solanum tuberosum</i> , L.) con resistencia a rancho ( <i>Phytophthora infestans</i> ) y buena calidad de tubérculo Polloquito - La Encañada - Cajamarca.		
<b>MAPA: UBICACION DE LA ZONA DE ESTUDIO</b>		
PRESETADO POR: Nathaly Anayeli Hernández Ortiz	FECHA: JUNIO, 2025	PLANO N°: 01
ASESORES: Ing. M.Sc. Jesús Hipólito De La Cruz Rojas Dr. Héctor Antonio Cabrera Hoyos	ESCALA: 1:400,000	

## **3.2. Materiales**

### **3.2.1. *Material biológico***

- Clon: CAJ004. 4
- Clon: GENOTIPO 4
- Clon: GENOTIPO 12
- Clon: CAJ010. 5
- Clon: 519156. 76
- Clon: 519185. 4
- Variedad: Yungay
- Variedad: Bañosina

### **3.2.2. *Equipos***

- Equipo de cómputo.
- Mochila de fumigar (manual).
- Balanza Manual.
- Cámara fotográfica.

### **3.2.3. *Herramientas***

- Baldes
- Bolsas (plástico y papel)
- Costales
- Estacas
- Rafia
- Lampa
- Palana
- Picos
- Etiquetas de identificación

### **3.2.4. *Material de gabinete y escritorio***

- Laptop.
- Lapiceros.

- Lápiz.
- Borrador.
- Cartulinas.
- Perforador
- Engrampador
- Fasters
- Libro de campo

### 3.3. Metodología

#### 3.3.1. Variables

**Tabla 1**

*Variables de estudio.*

<b>Variables de estudio</b>	
<b>Variables independientes</b>	Seis clones de papa y dos variedades de papa
<b>Variable dependiente</b>	Rendimiento t · ha <sup>-1</sup> Resistencia a rancha ( <i>Phytophthora infestans</i> ). Calidad del tubérculo (Materia seca, tubérculos comerciales y no comerciales). Relación entre rendimiento y resistencia a rancha ( <i>Phytophthora infestans</i> ).

#### 3.3.2. Diseño experimental, arreglos de los tratamientos

Se utilizó un diseño de Bloques Completos al Azar (DBCA) con ocho tratamientos y tres repeticiones. Cada unidad experimental consistió en dieciséis surcos, con una distancia de 1 m entre surcos y 0.30 m entre plantas, sembrando 10 tubérculos por surco.

#### b.1 Análisis de varianza

Se realizó un ANOVA de un factor para analizar la influencia de los días en que los surcos se mantuvieron libres de arvenses en el rendimiento y sus componentes.

$$Y_{ij} = \mu + \alpha_i + \epsilon_{ij}$$

Donde:

- $Y_{ij}$  es la observación para la  $j$ -ésima unidad experimental en el  $i$ -ésimo.

- $\mu$  es la media global.
- $\alpha_i$  es el efecto del i-ésimo
- $\epsilon_{ij}$  es el error aleatorio.

**Tabla 3**

*Análisis de varianza generalizado para un diseño de bloques completo al azar.*

Fuente de variación	Grados de libertad	ECM	
		Modelo I	Modelo II
Bloques	(b-1)		
Tratamientos	(t-1)	$\sigma_e^2 + \frac{b \sum_{i=1}^t \tau_i^2}{(t-1)}$	$\sigma_e^2 + b \sigma_{\tau_i}^2 M_1$
Error	(b-1)(t-1)	$\sigma_e^2$	$\sigma_e^2 M_2$
Total	(bt-1)		

Fuente: Vásquez, A.V. (2014)

**Tabla 4**

*Tratamientos en estudio.*

Tratamiento	V/C	Codificación	Descripción
T1	Yungay	V1	Variedad mejoradas
T2	Bañosina	V2	Variedad mejoradas
T3	CAJ004. 4	C1	Clon CIP
T4	Genotipo 4	C2	Clon CIP
T5	Genotipo 12	C3	Clon CIP
T6	CAJ010. 5	C4	Clon CIP
T7	519156. 76	C5	Clon CIP
T8	519185. 4	C6	Clon CIP

Los tratamientos, que consistieron en clones avanzados y variedades comerciales de papa (*Solanum tuberosum* L.), fueron asignados de manera completamente aleatoria a las unidades experimentales (parcelas) dentro de los diferentes bloques, siguiendo el diseño experimental de Bloques Completos al Azar (DBCA), el cual se utilizó para garantizar una adecuada comparación entre tratamientos bajo condiciones homogéneas de campo.

### 3.3.3. Características del experimento

	Bloque completo al azar
Diseño estadístico	
Número de tratamientos	8
Número de variedades	2
Numero de clones	6
Número de repeticiones	3
Total, unidades experimentales	18
Plantas por unidad experimental	20
Ancho de calles	1 m
Número de calles	2 m
Largo de los surcos	3 m
Ancho de surcos	1 m
Plantas por surco	10
Número de surcos por unidad experimental	2
Área de cada unidad experimental	6 m <sup>2</sup>
Área neta del experimento	192 m <sup>2</sup>
Área total del experimento (incluido calles)	144 m <sup>2</sup>

El área total del experimento fue de 234 m<sup>2</sup>, de los cuales 144 m<sup>2</sup> correspondieron al área neta experimental y el resto a calles de separación. El ensayo se estableció bajo un diseño de Bloques Completos al Azar (DBCA) con tres repeticiones. Cada bloque o repetición tuvo una longitud de 3,00 m y estuvo conformado por parcelas de dos surcos, cada uno con 10 tubérculos, sumando un total de 20 plantas por unidad experimental. En conjunto, el experimento consideró 480 tubérculos. Los surcos se dispusieron con un espaciamiento de 1,00 m entre sí y 0,30 m entre plantas, con calles de 1,00 m de ancho, lo que facilitó el manejo agronómico y las evaluaciones de los clones y variedades en estudio.

**Figura 2**

*Distribución de tratamientos en estudio.*



### 3.3.4. Procedimientos

El desarrollo de la fase experimental de la investigación inició el 24 de febrero de 2025 y se extendió por un periodo de 234 días, finalizando el 15 de octubre del mismo año.

#### a. Análisis de suelo

Se tomó una muestra de 1 kg de peso utilizando el método de muestreo en zigzag para garantizar una representación de toda el área; para ello, se empleó una pala y se excavaron hoyos a una profundidad de 30 cm para cada muestra recogida; posteriormente, las muestras fueron trasladadas al laboratorio de suelos del Instituto Nacional de Innovación Agraria, situado en Baños del Inca .

#### b. Siembra

La siembra se realizó en surcos a una distancia de 1,00 m entre filas y 0,30 m entre plantas. Cada parcela experimental estuvo conformada por dos surcos, con 10 tubérculos por surco, totalizando 20 plantas por parcela. En todo el ensayo se utilizaron 480 tubérculos,

distribuidos aleatoriamente de acuerdo con el diseño de bloques completos al azar con tres repeticiones.

#### **c. Riego**

El riego se efectuó de manera complementaria, únicamente cuando fue necesario, debido a que las precipitaciones en la zona cubrieron gran parte de las necesidades hídricas del cultivo.

#### **d. Manejo agronómico y fitosanitario**

El manejo del cultivo incluyó labores de aporque, control manual de malezas y fertilización de acuerdo con el plan establecido en el área. El control de plagas se basó en el monitoreo periódico de las parcelas, aplicando medidas de control únicamente cuando se detectó presencia de insectos, con el fin de reducir el uso excesivo de agroquímicos y mantener un equilibrio sostenible.

#### **e. Cosecha**

La cosecha se realizó 145 días después de la siembra, una vez alcanzada la madurez fisiológica del cultivo, considerando el secado natural del follaje y las características comerciales de los tubérculos. Los tubérculos fueron recolectados manualmente, separados por parcela y bloque experimental, para proceder a las evaluaciones posteriores.

### **3.3.5. Evaluaciones**

#### **a. Resistencia a rancha (*Phytophthora infestans*)**

Se evaluó mediante la escala de severidad CIP 0–9 registrando la evolución de los síntomas en campo y calculando el Área Bajo la Curva de Progreso de la Enfermedad (AUDPC). Donde:

la escala visual 0 a 9 propuesta por el Centro Internacional de la Papa (CIP) donde: 1 es planta sin ninguna lesión y 9 es planta con 100% de daño.

- **0-2:** Resistente.
- **3-5:** Susceptibilidad moderada.
- **>5 (hasta 9):** Susceptible.

**Tabla 4**

*Escala de Evaluación a Rancho (Phytophthora infestans)*

Valor de escala CIP	Promedio de daño	Límites de daño (%)	Síntomas	Resistencia a <i>Phytophthora infestans</i>
1	0	<5	No se observa tizón tardío	Resistente
2	2.5	Trazas - <5	Se presenta tizón tardío. Máximo 10 lesiones por planta.	Resistente
3	10	5 - <15	Las plantas se ven saludables, pero las lesiones son fácilmente visibles a distancia. El área máxima de follaje afectado por lesiones o destruido corresponde a no más de 20 hojas.	Susceptibilidad moderada
4	25	15 - <35	El tizón tardío se observa fácilmente en la mayoría de las plantas. Aproximadamente el 25% del follaje están cubierto con lesiones o destruido.	Susceptibilidad moderada
5	50	35 - <65	El cultivo se ve verde; sin embargo, todas las plantas están afectadas. Las hojas inferiores están muertas. Aproximadamente la mitad del área foliar están destruida.	Susceptibilidad moderada
6	75	65 - <85	El cultivo se ve verde con manchas marrones. Aproximadamente el 75% de cada planta están afectada. Las hojas de la mitad inferior de las plantas están destruidas.	Susceptible
7	90	85 - <95	El cultivo no se ve predominantemente verde ni marrón. Solo las hojas superiores están verdes. Muchos tallos tienen grandes lesiones.	Susceptible
8	97.5	95 - <100	El cultivo tiene color marrón. Algunas hojas superiores tienen áreas verdes. La mayoría de los tallos tienen lesiones o están muertos.	Susceptible
9	100	100	Todas las hojas y tallos están muertos.	Susceptible

Fuente. Escala de tizón tardío (*Phytophthora infestans*) del Centro Internacional de la Papa. Mencionada por Jha et al. (2018).

#### **b. Rendimiento (t·ha<sup>-1</sup>)**

El rendimiento se determinó cosechando y pesando los tubérculos obtenidos en cada parcela experimental. Se contabilizó el número total de tubérculos por planta y se registró el peso fresco de cada unidad experimental. Posteriormente, los valores fueron extrapolados a toneladas por hectárea (t·ha<sup>-1</sup>), con el fin de comparar el potencial productivo de los clones y variedades en estudio.

$$\text{Rendimiento (t/ha)} = \left( \frac{\text{Peso total de tubérculos (kg)}}{\text{Área de la parcela (m}^2\text{)}} \right) \times 10$$

#### **c. Determinación de materia seca**

La determinación de materia seca se realizó mediante el método gravimétrico por secado en estufa, que consiste en someter las muestras a una temperatura controlada (65–70°C) hasta alcanzar peso constante, y calcular el porcentaje de materia seca con base en el peso fresco y peso seco de la muestra.

$$\% \text{ de materia seca} = \left( \frac{\text{Peso seco}}{\text{Peso fresco}} \right) \times 100$$

#### **d. Características físicas de tubérculos**

La forma de los tubérculos se evaluó visualmente, clasificándolos en redondeados, ovalados, alargados o deformes. El color de piel y pulpa se evaluó mediante observación visual estandarizada, utilizando la guía de color del CIP. La evaluación se realizó en la escala descrita por Huamán (1994) “descriptores de la papa”.

### **3.3.6. Análisis de datos**

Una vez recogido los datos se construyó una base de datos y se procedió al análisis estadístico. El análisis estadístico se realizó haciendo uso de análisis descriptivo, tablas, gráficos, medidas estadísticas. Para la contrastación de la hipótesis, se utilizó estadística

inferencial: análisis de varianza para un diseño bloque y la prueba de comparación múltiple Tukey.

### **3.3.7. Trabajo de gabinete**

La información obtenida en las evaluaciones fue sistematizada, para luego realizar la redacción del trabajo de investigación, haciendo uso de la estadística descriptiva e inferencial.

## CAPITULO IV

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 4.1 Rendimiento

**Tabla 5**

*Análisis de varianza para rendimiento (t ha<sup>-1</sup>).*

<b>Fuentes de variación</b>	<b>Suma de cuadrados</b>	<b>Grados de libertad</b>	<b>Cuadrados medios</b>	<b>F calculada</b>	<b>p-valor (significancia)</b>
Genotipos	239.33	7	34.19	3.37	0.0254 *
Repeticiones	2.89	2	1.44	0.14	0.8688 ns
Error	142.23	14	10.16		
Total	384.44	23			

CV. 22.59; \*Significativo  $\alpha=0.05$ ; \*\* altamente significativo  $\alpha=0.01$ ; NS: no significativo

*Nota.* Datos de evaluación de campo pagina 66 Anexo 7.2.

En la Tabla 5 del análisis de varianza para el rendimiento (t ha<sup>-1</sup>), se observa que la fuente de variación Genotipos presenta un valor de p-valor (0.0254), < 0.05, lo que indica que es estadísticamente significativo al nivel de confianza del 5% ( $\alpha=0.05$ ). Esto sugiere que los diferentes genotipos tienen un impacto significativo sobre el rendimiento. Las Repeticiones tiene un p-valor de 0.8688, lo que indica que no es significativa (NS). El coeficiente de variación (CV) de 22.59 refleja una variabilidad moderada en los datos.

**Tabla 6**

*Prueba de comparaciones múltiples con Duncan 5 % para la variable rendimiento (t ha<sup>-1</sup>).*

<b>Genotipos</b>	<b>Medias Rendimiento (t ha<sup>-1</sup>)</b>	<b>Alfa=0.05</b>		
519156.76	17.1	A		
519185.4	15.53	A	B	
Bañosina	14.1	A	B	C
CAJ010.5	12.7	A	B	C
Genotipo12	9.53		B	C
CAJ004.4	9.37		B	C
Genotipo4	9.33		B	C
Yungay	7.97			C

La Tabla 6 muestra los resultados de la prueba de comparaciones múltiples de Duncan al 5% para la variable rendimiento ( $t\ ha^{-1}$ ). Los genotipos 519156.76 (17.1) y 519185.4 (15.53) se agrupan en el grupo A, sin diferencias significativas entre ellos. Los genotipos Bañosina (14.1), CAJ010.5 (12.7), Genotipo12 (9.53), CAJ004.4 (9.37), y Genotipo4 (9.33) pertenecen a los grupos A, B y C, con diferencias significativas en el rendimiento entre ellos, siendo Bañosina el que presenta el mayor rendimiento. Finalmente, el genotipo Yungay, con una media de 7.97, se clasifica en el grupo C, indicando un rendimiento inferior. Los datos de evaluaciones de las parcelas con sus repeticiones se encuentran en la pagina 66 Anexo 7.2.

Los clones 519156.76 y 519185.4, con los mayores rendimientos, pueden atribuirse a su alta adaptabilidad a las condiciones agroecológicas locales, así como a sus características genéticas superiores, desarrolladas mediante programas de mejoramiento genético avanzados como lo tiene el Centro Internacional de la Papa (CIP). Estos clones presentan una mayor eficiencia en el aprovechamiento de recursos bióticos y abióticos, optimizando procesos fisiológicos clave como la fotosíntesis y la absorción de nutrientes (Cuesta, 2020; Tiwari et al., 2022). En contraste, variedades mejoradas como Yungay y Bañosina, aunque adaptadas, no han sido sometidas a los mismos programas de mejoramiento intensivo actuales, lo que limita su rendimiento. La diversidad genética entre genotipos influye directamente en su productividad, y las variedades tradicionales pueden estar limitadas en su capacidad de adaptación a nuevos cambios ambientales (Hussen y Desta, 2020). Además, el paso del tiempo podría haber permitido que las enfermedades locales se adapten a su tolerancia genética, reduciendo su rendimiento en comparación con genotipos (clones) más avanzados (CIP, 2008).

En este estudio, los genotipos 519156.76 ( $17.1\ t\ ha^{-1}$ ) y 519185.4 ( $15.53\ t\ ha^{-1}$ ) mostraron los rendimientos más altos, posicionándose significativamente por encima de los demás genotipos evaluados, tal como se refleja en la Tabla 2. Este rendimiento es considerado

bueno, pero al compararlo con los resultados obtenidos por Seid y Tessema (2024), que reportaron rendimientos superiores a 36.8 t ha<sup>-1</sup> para ciertos genotipos en Etiopía, se observa una diferencia considerable. La diferencia es amplia, lo que podría deberse a factores como las condiciones agroecológicas, manejo del cultivo o diferencias en los genotipos evaluados.

El rendimiento inferior de Yungay (7.97 t ha<sup>-1</sup>) coincide con otros estudios previos, como el de Gonzáles (2019), quien encontró rendimientos bajos para esta variedad en diversas regiones de Cajamarca. Esto refuerza la idea de que, aunque algunas variedades mejoradas como Yungay no es tan competitivo en comparación con genotipos (clones) más avanzados.

La variedad Bañosina (14.1 t ha<sup>-1</sup>) mostró un rendimiento intermedio, que, aunque menor que el de los genotipos más productivos, nos indica que ciertas variedades comerciales pueden seguir siendo valiosas en adaptabilidad y rendimiento en las condiciones locales de Cajamarca. Este hallazgo es relevante porque demuestra que no siempre las variedades tradicionales o comerciales de papa deben ser descartadas en favor de genotipos (clones) avanzados.

#### 4.2. Resistencia a *Phytophthora infestans* (%)

**Tabla 7**

*Análisis de varianza para la Resistencia a Phytophthora infestans (%)*.

<b>Fuentes de variación</b>	<b>de</b>	<b>Suma de cuadrados</b>	<b>Grados de libertad</b>	<b>Cuadrados medios</b>	<b>F calculada</b>	<b>p-valor (significancia)</b>
Genotipos		12.21	7	1.74	72.55	<0.0001 **
Repeticiones		0.14	2	0.07	2.98	0.0835 NS
Error		0.34	14	0.02		
Total		12.69	23			

CV.16.04; \*Significativo  $\alpha=0.05$ ; \*\* altamente significativo  $\alpha=0.01$ ; NS: no significativo  
 Nota. Datos de evaluación de campo pagina 66 Anexo 7.2.

En la Tabla 7 del análisis de varianza para la resistencia a *Phytophthora infestans*, se observa que la fuente de variación Genotipos tiene un p-valor de  $<0.0001$  ( $< 0.01$ ), lo que indica que es altamente significativa al nivel de confianza del 5% ( $\alpha=0.01$ ). Esto sugiere que los genotipos tienen un efecto altamente relevante sobre la resistencia a *Phytophthora infestans*. Por otro lado, Repeticiones tiene un p-valor de 0.0835, lo que indica que no es significativa (NS). El coeficiente de variación (CV) de 16.04 refleja una variabilidad baja en los datos.

**Tabla 8**

*Prueba de comparaciones múltiples con Duncan 5 % para la variable Resistencia a Phytophthora infestans (%)*

<b>Genotipos</b>	<b>Medias Resistencia a <i>Phytophthora infestans</i> (%)</b>	<b>Alfa=0.05</b>		
Genotipo4	2.73	A		
Bañosina	1	B		
Genotipo12	0.93	B	C	
Yungay	0.87	B	C	
519185.4	0.87	B	C	
CAJ010.5	0.67		C	D
519156.76	0.47		D	E
CAJ004.4	0.2			E

La Tabla 8 presenta los resultados de la prueba de comparaciones múltiples de Duncan al 5% para la variable Resistencia a *Phytophthora infestans*. Los genotipos Genotipo4 (2.73) y Bañosina (1) se agrupan en el grupo A, con una menor resistencia significativamente que el resto de los genotipos (escala de 0 a 9). Los genotipos: Genotipo12 (0.93), Yungay (0.87), y 519185.4 (0.87) pertenecen a los grupos B y C, con una resistencia moderada, sin diferencias significativas entre ellos. Los genotipos CAJ010.5 (0.67), 519156.76 (0.47) y CAJ004.4 (0.2) se agrupan en los grupos C, D y E, mostrando una resistencia significativamente mayor.

El resultado indica que la variabilidad genética entre los genotipos influye considerablemente en su capacidad para resistir esta enfermedad. Clones como CAJ004.4

(0.2%) y 519156.76 (0.47%) presentaron una resistencia significativamente mayor, lo cual se puede atribuir a su genética superior y mecanismos de defensa más efectivos frente a esta enfermedad (Centro Internacional de la Papa [CIP], 2008; Tiwari et al., 2022). Estos clones avanzados han sido seleccionados por su resistencia genética, lo que les otorga ventajas frente a *Phytophthora infestans* (Seid & Tessema, 2024). Por el contrario, variedades mejoradas como Bañosina (1%) y Yungay (0.87%), aunque inicialmente resistentes, han perdido parte de esa característica a lo largo del tiempo. Con el paso de los años y la presión constante de la enfermedad, las variedades tradicionales como Bañosina pueden haber desarrollado una resistencia menos eficiente debido a la adaptación del patógeno a su tolerancia genética (CIP, 2008).

Estos hallazgos coinciden con los reportes de Cabrera (2008), quien también observó que ciertos genotipos de papa, como Yungay, presentan resistencia moderada a *Phytophthora infestans*. En su estudio, la variedad Yungay mostró resistencia horizontal a la racha, lo que significa que, aunque la enfermedad no mata completamente la planta, puede afectarla de manera significativa, reduciendo su productividad. De manera similar, los resultados de González (2019) también sugieren que Yungay tiene una resistencia limitada en ciertas zonas de Cajamarca, lo que resalta la importancia de continuar evaluando nuevas variedades y genotipos (clones) con mayor resistencia.

Por otro lado, los genotipos como CAJ004.4 y 519156.76, que presentan valores significativamente menores de severidad de la enfermedad, se alinean con los hallazgos de Cadarsa et al. (2022), quienes identificaron clones avanzados con una baja severidad de *Phytophthora infestans* (20%), alcanzando rendimientos de 23.6 t/ha. Estos resultados sugieren que la resistencia a *Phytophthora infestans* no solo está relacionada con la capacidad de las plantas para resistir la enfermedad, sino también con su potencial productivo. La alta resistencia a la enfermedad observada en estos genotipos podría ser una estrategia clave para asegurar un

rendimiento constante y de calidad en condiciones de alta presencia de la enfermedad, como ocurre en Polloquito-La Encañada.

Por último, el análisis de la resistencia a *Phytophthora infestans* en este estudio, junto con el rendimiento, sugiere que la selección de genotipos resistentes debe ser una prioridad no solo para mitigar los efectos de la enfermedad, sino también para mejorar la sostenibilidad y competitividad de la producción de papa. La integración de resistencia genética en los programas de mejoramiento es esencial para hacer frente a los desafíos de *Phytophthora infestans* en regiones como Cajamarca.

### 4.3. Materia seca

**Tabla 9**

*Análisis de varianza para la variable materia seca (%).*

<b>Fuentes de variación</b>	<b>Suma de cuadrados</b>	<b>Grados de libertad</b>	<b>Cuadrados medios</b>	<b>F calculada</b>	<b>p-valor (significancia)</b>
Genotipos	185.73	7	26.53	19.32	<0.0001 **
Repeticiones	1.3	2	0.65	0.47	0.6324 NS
Error	19.23	14	1.37		
Total	206.26	23			

CV.5.14; \*Significativo  $\alpha=0.05$ ; \*\* altamente significativo  $\alpha=0.01$ ; NS: no significativo  
 Nota. Datos de evaluación de campo pagina 66 Anexo 7.2.

En la Tabla 9 del análisis de varianza para la materia seca (%), se observa que la fuente de variación "Genotipos" tiene un p-valor de <0.0001, (< 0.001) lo que indica que es altamente significativa al nivel de confianza del 1% ( $\alpha=0.01$ ). Esto sugiere que los genotipos tienen un efecto altamente significativo sobre la materia seca. Las Repeticiones tiene un p-valor de 0.6324, lo que indica que no es significativa (NS). El coeficiente de variación (CV) de 5.14 refleja una variabilidad baja en los datos.

**Tabla 10**

*Prueba de comparaciones múltiples con Duncan 5 % para la variable materia seca (%).*

<b>Genotipos</b>	<b>Medias materia seca (%)</b>	<b>Alfa=0.05</b>		
Bañosina	27.03	A		
Genotipo4	24.93		B	
Genotipo12	24.4		B	C
519156.76	23.03		B	C D
CAJ010.5	22.5			C D
Yungay	22.5			C D
519185.4	21.07			D
CAJ004.4	17			E

La Tabla 10 muestra los resultados de la prueba de comparaciones múltiples de Duncan al 5% para la variable materia seca (%). Los genotipos Bañosina (27.03) se agrupa en el grupo A, mostrando un nivel significativamente mayor de materia seca en comparación con los demás. Los genotipos Genotipo4 (24.93) y Genotipo12 (24.4) se ubican en los grupos B y C, con diferencias significativas entre ellos, pero no entre sí. Los genotipos 519156.76 (23.03), CAJ010.5 (22.5), y Yungay (22.5) pertenecen a los grupos C y D, con valores similares de materia seca. Finalmente, 519185.4 (21.07) y CAJ004.4 (17) se agrupan en los grupos D y E, con un rendimiento significativamente menor en materia seca.

La variedad mejorada Bañosina (27.03%) presentó el mayor contenido de materia seca, lo que refleja su capacidad superior para acumular sólidos solubles, un factor crítico para procesos industriales como la fritura y la deshidratación, donde se busca un mayor contenido de materia seca para obtener productos de alta calidad (Zuñiga et al., 2018). Sin embargo, varios clones, como Genotipo4 (24.93%), Genotipo12 (24.4%), 519156.76 (23.03%) y 519185.4 (21.07%), presentaron también buenos niveles de materia seca, superiores a Yungay (22.5%) y CAJ010.5 (22.5%), aunque no alcanzan los niveles de Bañosina. Estos clones muestran una mayor eficiencia en la acumulación de materia seca en comparación con variedades tradicionales, lo que indica una adaptación genética favorable para el mejor

aprovechamiento de los recursos disponibles en condiciones locales (Tiwari et al., 2022). La diferencia en los niveles de materia seca entre los clones y las variedades mejoradas, como Yungay, sugiere que los clones avanzados tienen una capacidad mejorada para acumular sólidos solubles, lo cual es ventajoso tanto para el rendimiento agronómico como para la calidad del producto final (Seid & Tessema, 2024).

Estos resultados son similares con los hallazgos de Vásquez (2012), quien en su estudio de clones resistentes a *Phytophthora infestans* encontró que los clones con mayor contenido de materia seca generalmente presentaban un mejor comportamiento en cuanto a la calidad del tubérculo, lo que refleja una mayor consistencia en las características nutricionales y de procesamiento.

Comparando estos resultados con otros estudios, Vásquez (2012) encontró que el contenido de materia seca de la variedad Shulay fue de 21.09%, lo cual es inferior al de Bañosina pero sigue siendo adecuado para la industria de fritura. De forma similar, Cabrera (2008) reportó que variedades con un contenido de materia seca entre 21% y 23% mostraron una excelente calidad para la fritura, lo que refuerza la viabilidad de Bañosina para aplicaciones industriales.

Por otro lado, el genotipo CAJ004.4 mostró el menor contenido de materia seca con un 17%, lo que indica que es menos adecuado para el procesamiento de papas debido a su bajo contenido de materia seca. Esta diferencia es similar con los estudios de Escobar et al. (2019), que señalaron que los tubérculos con menos de 20% de materia seca suelen ser más propensos a desintegrarse durante el proceso de fritura, lo que afecta la textura y el color del producto final. Estos tubérculos son más aptos para consumo fresco debido a su mayor contenido de agua, lo que les da una textura más suave y delicada.

El contenido de materia seca también puede influir en el rendimiento post-cosecha y la durabilidad de los tubérculos durante el almacenamiento. Según Burgos et al. (2020), los genotipos con alto contenido de materia seca (entre 20% y 25%) tienen una mayor capacidad de conservación, lo que los hace más adecuados para su almacenamiento durante periodos largos sin perder calidad.

#### 4.4. Tubérculos comerciales

**Tabla 11**

*Análisis de varianza para la variable número de tubérculos comerciales.*

<b>Fuentes de variación</b>	<b>de</b>	<b>Suma de cuadrados</b>	<b>Grados de libertad</b>	<b>Cuadrados medios</b>	<b>F calculada</b>	<b>p-valor (significancia)</b>
Genotipos		108667.33	7	15523.9	1.62	0.2086 NS
Repeticiones		13043.58	2	6521.79	0.68	0.5217 NS
Error		133920.42	14	9565.74		
Total		255631.33	23			

CV. 27.22; \*Significativo  $\alpha=0.05$ ; \*\* altamente significativo  $\alpha=0.01$ ; NS: no significativo

*Nota.* Datos de evaluación de campo pagina 67 Anexo 7.2.

En el análisis de varianza para la variable tubérculos comerciales (tabla 11), se observa que la fuente de variación Genotipos tiene un p-valor de 0.2086 ( $> 0.05$ ), lo que indica que no es estadísticamente significativa al nivel de confianza del 5% ( $\alpha=0.05$ ). Esto sugiere que los genotipos no tienen un impacto relevante sobre la producción de tubérculos comerciales. De igual forma, las repeticiones presentan un p-valor de 0.5217, lo que también indica que no es significativa (NS). El coeficiente de variación (CV) de 27.22 refleja una alta variabilidad en los datos, sin embargo, aceptable por la naturaleza del cultivo en condiciones no controladas, principalmente climáticos.

**Tabla 12**

*Medias de los genotipos para la variable número de tubérculos comerciales*

<b>Genotipos</b>	<b>Medias N° tubérculos comerciales</b>
519156.76	309.67
CAJ010.5	129
Bañosina	129
Genotipo4	127
519185.4	126
CAJ004.4	102.67
Yungay	90.33
Genotipo12	85

La Tabla 12 presenta las medias de los genotipos para la variable número de tubérculos comerciales. El genotipo 519156.76 (309.67) muestra un número significativamente mayor de tubérculos comerciales en comparación con los demás genotipos. Los genotipos CAJ010.5 (129), Bañosina (129), y Genotipo4 (127) tienen un rendimiento intermedio en cuanto a la cantidad de tubérculos, mientras que 519185.4 (126), CAJ004.4 (102.67), y Yungay (90.33) presentan números aún más bajos. Finalmente, el genotipo Genotipo12 (85) tiene la menor media de tubérculos comerciales.

Esto sugiere que factores como las condiciones climáticas y el manejo agronómico tienen una gran influencia sobre la formación de tubérculos comerciales que la variabilidad genética entre los genotipos (clones y variedades mejoradas). Este resultado concuerda con estudios previos que indican que el número de tubérculos comerciales está fuertemente influenciado por factores ambientales y de manejo, más que por la genética en sí (Tiwari et al., 2022). Sin embargo, el genotipo 519156.76 (309.67 tubérculos) presentó un número mayor de tubérculos comerciales, lo cual puede estar relacionado con características agronómicas, como su mayor vigor de crecimiento y capacidad de ramificación, lo que favorece una mayor formación de tubérculos (Liza, 2023). Por el contrario, genotipos como Genotipo12 (85

tubérculos) y Yungay (90.33 tubérculos) presentaron menores rendimientos en cuanto a la cantidad de tubérculos comerciales, lo que podría indicar una menor eficiencia en la formación de tubérculos bajo las mismas condiciones.

Estos hallazgos coinciden con lo observado por Seid y Tessema (2024), quienes reportaron que genotipos con características morfológicas específicas, como una mayor densidad de raíces y un buen equilibrio en el desarrollo vegetativo, tienden a generar más tubérculos comerciales.

El genotipo Bañosina, con 129 tubérculos comerciales, también mostró un rendimiento aceptable, pero no alcanzó los niveles de los genotipos (clones) más productivos. Este hallazgo se asemeja con los resultados de Gonzáles (2019), quien encontró que variedades como Bañosina producen una cantidad moderada de tubérculos comerciales, pero a menudo tienen una menor uniformidad en el tamaño y la forma de los tubérculos.

Estos resultados refuerzan la idea de que, aunque algunas variedades tradicionales, como Yungay y Bañosina, siguen siendo populares en algunas regiones, los genotipos como 519156.76 ofrecen un mayor rendimiento comercial.

#### 4.5. Tubérculos no comerciales

**Tabla 13**

*Prueba de comparaciones múltiples con Duncan 5 % para la variable número de tubérculos no comerciales.*

<b>Fuentes de variación</b>	<b>de</b>	<b>Suma de cuadrados</b>	<b>Grados de libertad</b>	<b>Cuadrados medios</b>	<b>F calculada</b>	<b>p-valor (significancia)</b>
Genotipos		10176.29	7	1453.76	0.56	0.7736 NS
Repeticiones		10511.08	2	5255.54	2.04	0.1674 NS
Error		36129.58	14	2580.68		
Total		56816.96	23			

CV. 52.89; \*Significativo  $\alpha=0.05$ ; \*\* altamente significativo  $\alpha=0.01$ ; NS: no significativo  
*Nota.* Datos de evaluación de campo página 67 Anexo 7.2.

En la Tabla 13 de la prueba de comparaciones múltiples de Duncan al 5%, se observa que la fuente de variación "Genotipos" tiene un p-valor de 0.7736, lo que indica que no es estadísticamente significativa al nivel de confianza del 5% ( $\alpha=0.05$ ). Esto sugiere que no existen diferencias significativas entre los genotipos en cuanto a la producción de tubérculos comerciales. De igual forma, "Repeticiones" presenta un p-valor de 0.1674, lo que también indica que no es significativa (NS). El coeficiente de variación (CV) de 52.89 refleja una variabilidad moderada en los datos. En resumen, tanto los genotipos como las repeticiones no muestran efectos significativos sobre los tubérculos comerciales, y la variabilidad observada podría estar influyendo en los resultados.

**Tabla 14**

*Media de los genotipos para la variable número de tubérculos no comerciales*

<b>Genotipos</b>	<b>Medias N° tubérculos no comerciales</b>
Genotipo4	131.67
519185.4	105.33
519156.76	104
CAJ010.5	101.67
Yungay	101
Bañosina	94
CAJ004.4	69
Genotipo12	61.67

La Tabla 14 presenta las medias de los genotipos para la variable número de tubérculos no comerciales. El genotipo Genotipo4 (131.67) muestra el mayor número de tubérculos no comerciales, seguido de 519185.4 (105.33) y 519156.76 (104), que también tienen valores relativamente altos. Los genotipos CAJ010.5 (101.67), Yungay (101), y Bañosina (94) presentan valores intermedios, mientras que CAJ004.4 (69) y Genotipo12 (61.67) muestran los menores números de tubérculos no comerciales.

Esto indica que las diferencias observadas no son atribuibles a la variabilidad genética. Este resultado puede estar relacionado con la variabilidad ambiental y el manejo agronómico, que pueden tener una mayor influencia en la producción de tubérculos no comerciales que la genética en sí (Tiwari et al., 2022). Sin embargo, Genotipo4 (131.67 tubérculos) presentó el mayor número de tubérculos no comerciales, lo cual podría estar relacionado con una mayor ramificación o el desarrollo de tubérculos secundarios, lo que incrementa la producción total de tubérculos, aunque no necesariamente comerciales. En comparación, CAJ004.4 (69 tubérculos) y Genotipo12 (61.67 tubérculos) mostraron los menores números de tubérculos no comerciales, lo que sugiere una menor capacidad para generar estos tubérculos adicionales.

Estos resultados son similares a los de Vásquez (2012), quien también observó que los genotipos con un alto rendimiento en términos de tubérculos comerciales pueden producir más tubérculos no comerciales, debido a la alta variabilidad en el desarrollo de los tubérculos. En su estudio, las variedades con un mayor número de tubérculos no comerciales también presentaron una mayor diversidad en el tamaño y la forma de los tubérculos, lo que afectó su comercialización.

El genotipo Bañosina mostró una menor proporción de tubérculos no comerciales, con 94 tubérculos no comerciales, lo que refleja una mejor calidad en cuanto a la formación de los tubérculos, en comparación con los genotipos como Genotipo 4 y 519185.4. Este genotipo se comportó de manera similar a lo que reportó Escobar et al. (2019), quienes indicaron que las variedades con menor proporción de tubérculos no comerciales son más adecuadas para mercados que demandan productos de alta calidad y mayor uniformidad en el tamaño.

#### 4.6. Relación entre rendimiento y resistencia a *Phytophthora infestans*.

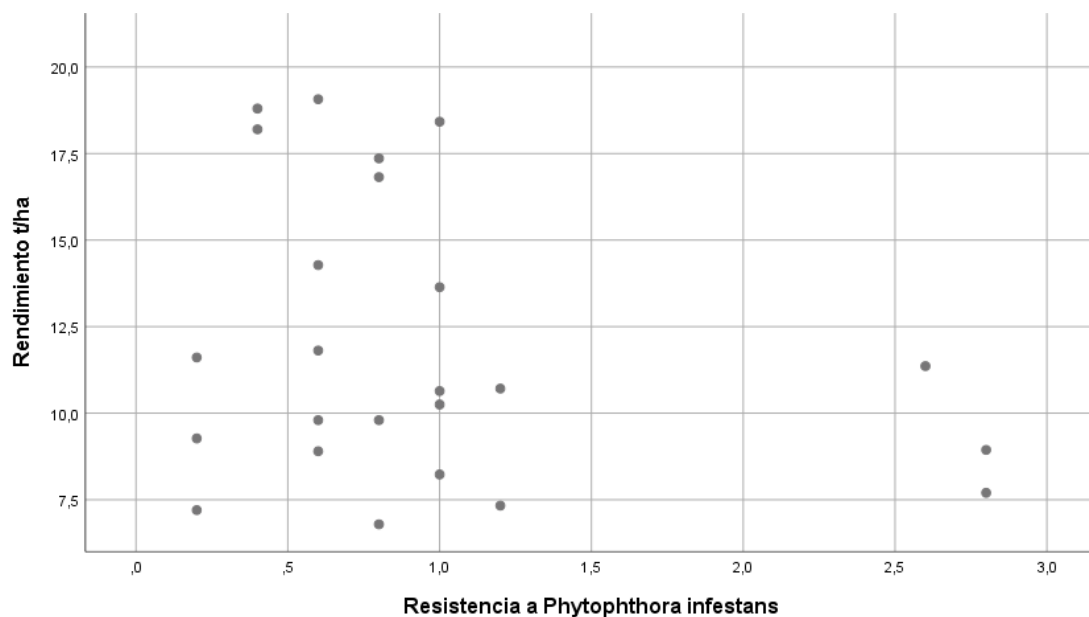
**Tabla 15**

Coefficiente de correlación de Pearson para rendimiento  $t\ ha^{-1}$  y Resistencia a *Phytophthora infestans* (%).

Variable		Rendimiento $t\ ha^{-1}$	Resistencia a <i>Phytophthora infestans</i>
Rendimiento t/ha	Correlación de Pearson	1	-0.273
	Sig. (bilateral)		0.197
	N	24	24
Resistencia a <i>Phytophthora infestans</i>	Correlación de Pearson	-0.273	1
	Sig. (bilateral)	0.197	
	N	24	24

**Figura 8**

Coefficiente de correlación en diagrama de dispersión, para rendimiento  $t\ ha^{-1}$  y Resistencia a *Phytophthora infestans*.



La Tabla 15 muestran la relación entre el rendimiento ( $t\ ha^{-1}$ ) y la resistencia a *Phytophthora infestans*. La correlación de Pearson es de -0,273, lo que indica una correlación negativa débil entre ambas variables, es decir, a medida que disminuye la resistencia a *Phytophthora infestans* (escala del 0 a 9) (0 sanas y 9 totalmente dañadas), el rendimiento

tiende a disminuir ligeramente. Sin embargo, el valor de significancia de 0,197 es mayor que el umbral de 0,05, lo que indica que esta relación no es estadísticamente significativa.

Estudios previos que sugieren que la resistencia a *Phytophthora infestans* no siempre se correlaciona directamente con el rendimiento, ya que otros factores agronómicos y ambientales también influyen en la productividad (CIP, 2008; Tiwari et al., 2022). La falta de una correlación significativa podría indicar que, aunque la resistencia a la enfermedad es importante, otros factores, como la eficiencia en el uso de nutrientes, la adaptación al estrés hídrico y el manejo adecuado de los cultivos, son igualmente determinantes en el rendimiento de la papa (Liza, 2023). Además, estudios recientes han demostrado que la interacción entre resistencia a enfermedades y la eficiencia en la asimilación de nutrientes, como nitrógeno y fósforo, puede ser crucial para explicar variaciones en el rendimiento bajo condiciones de alta presión patógena (Pérez et al., 2021). Esta evidencia sugiere que una mayor atención a la nutrición y al manejo agronómico puede mejorar el rendimiento de los cultivos, incluso cuando la resistencia a *Phytophthora infestans* no es óptima.

En comparación con los genotipos resistentes como 519156.76 y 519185.4, el genotipo Yungay (7.97 t ha<sup>-1</sup>) presentó un rendimiento significativamente más bajo, junto con una resistencia moderada de 0.87 en la escala de severidad (Tabla 4). Estos datos coinciden con los hallazgos de González (2019), quien también observó que variedades como Yungay tienen una resistencia moderada a *Phytophthora infestans*, pero sus rendimientos son más bajos en comparación con otros genotipos con alta resistencia. En su estudio, Yungay produjo 6 t ha<sup>-1</sup> en una prueba de campo similar, lo que indica una diferencia considerable en el rendimiento cuando se compara con genotipos como 519156.76

El genotipo Bañosina, que presentó un rendimiento de 14.1 t ha<sup>-1</sup> y una resistencia de 0.72, mostró una relación similar a la de Yungay, con un rendimiento intermedio y una resistencia baja en comparación con otros genotipos más productivos y resistentes. Cabrera

(2008) también mencionó en su informe que Bañosina es una variedad tradicional que, aunque resistente en ciertas condiciones, no tiene un rendimiento sobresaliente cuando se enfrenta a la presión de *Phytophthora infestans*.

Lo interesante en este estudio es que, aunque la resistencia a *Phytophthora infestans* está generalmente correlacionada con un rendimiento alto, también se observó que el potencial de rendimiento no siempre sigue esta tendencia. Esto resalta la importancia de seleccionar no solo genotipos resistentes, sino también aquellos con un alto potencial de rendimiento, como los genotipos 519156.76 y 519185.4, que presentan una alta productividad combinada con alta resistencia. Este fenómeno también fue documentado por Seid y Tessema (2024), quienes señalaron que los genotipos con mayor rendimiento también presentaban una mayor capacidad de resistir enfermedades como *Phytophthora infestans*.

Este comportamiento es similar con los hallazgos de Gonzáles (2019), quien observó que las variedades con alta resistencia a *Phytophthora infestans* generalmente mostraron un rendimiento superior, como en el caso de CIP 395017.229 y CIP 399075.7, que presentaron un rendimiento superior a 30 t ha<sup>-1</sup> en condiciones similares. En su estudio, la resistencia a la enfermedad se vinculó positivamente con el rendimiento, ya que los genotipos resistentes pudieron mantener su productividad a pesar de las condiciones desfavorables causadas por el patógeno.

Sin embargo, en nuestro estudio también se observó que, si bien los genotipos resistentes como 519156.76 y 519185.4 mostraron una mejor resistencia a la enfermedad, no todos los genotipos con alta resistencia produjeron los mejores rendimientos. Por ejemplo, Genotipo 4, que presentó un rendimiento de 14.1 t ha<sup>-1</sup> y una alta resistencia a *Phytophthora infestans* (valor de 0.49), no alcanzó los niveles de rendimiento de los genotipos 519156.76 y 519185.4, lo que indica que otros factores, como el manejo agronómico o las características morfológicas de los tubérculos, pueden influir en la relación entre rendimiento y resistencia.

Es importante destacar que Seid y Tessema (2024) también encontraron correlaciones entre la resistencia genética a *Phytophthora infestans* y el rendimiento, lo que sugiere que seleccionar genotipos con alta resistencia no solo mejora la sanidad del cultivo, sino que también puede tener un impacto positivo en la productividad. En su estudio, los genotipos resistentes mostraron una disminución significativa de la incidencia de la enfermedad, lo que resultó en mayores rendimientos.

#### 4.7. Evaluación visual morfológica de los tubérculos

**Tabla 16**

*Evaluación visual de los genotipos en estudio de acuerdo a sus características morfológicas.*

N°	Genotipos	Forma	Color de piel	Pulpa
1	519156. 76	Elíptico	Rosado/blanco crema	Amarilla/ pocas manchas
2	BAÑOSINA	Obovado	Rojo - Morado intenso	amarilla clara
3	GENOTIPO 12	Elíptico	Rojo - Morado intermedio	amarilla clara con áreas
4	519185. 4	Redondo	Negrusco intenso	amarilla- violeta con áreas
5	CAJ010. 5	Oblongo	Rojo intermedio	amarilla clara
6	YUNGAY	Redondo	Amarillo intermedio	amarilla clara
7	GENOTIPO 4	Elíptico	Rojo intermedio	amarillo
8	CAJ004. 4	Redondo	Negrusco intenso	crema

Fuente. La evaluación se realizó según escala descrita por Huamán (1994).

En la tabla 16 los genotipos evaluados mostraron una variabilidad en cuanto a sus características morfológicas. El genotipo 519156.76 se destacó por su forma elíptica, color de piel rosado/blanco crema y pulpa amarilla con pocas manchas, lo que lo hace visualmente atractivo para el mercado. Por su parte, Bañosina presentó una forma obovada, color de piel rojo morado intenso y pulpa amarilla clara, destacándose por su color vibrante, también ideal para mercados. El genotipo 4, con forma elíptica y piel roja intermedia, también mostró un

color de pulpa amarillo, lo que lo hace competitivo. Finalmente, Yungay, con forma redonda y piel amarillo intermedio, mostró una pulpa amarilla clara.

## CAPITULO V

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 5.1. Conclusiones

Luego de realizar los analisis para obtener los resultados se evidencia rendimiento bajos  $t\ ha^{-1}$ , esto debido posiblemente por la ausencia de fosforo en la fertilización debido a la recomendación del análisis de suelo (Anexo 3, pag. 68). Es así que concluimos de la siguiente manera:

- Concluimos que los clones 519156.76 y 519185.4 presentan los mayores rendimientos ( $17.1\ t\ ha^{-1}$  y  $15.53\ t\ ha^{-1}$  respectivamente), seguido por la variedad Bañosina ( $14.1\ t\ ha^{-1}$ ), CAJ010.5 ( $12.7\ t\ ha^{-1}$ ), Genotipo12 ( $9.53\ t\ ha^{-1}$ ), CAJ004.4 ( $9.37\ t\ ha^{-1}$ ), Genotipo4 ( $9.33\ t\ ha^{-1}$ ) y por último Yungay ( $7.97\ t\ ha^{-1}$ )
- Los clones CAJ004.4 (0.2), 519156.76 (0.47), CAJ010.5 (0.67), 519185.4 (0.87), Genotipo12 la variedad Yungay (0.87) tienen una alta resistencia a *Phytophthora infestans*. La variedad Bañosina (1) es resistente, sin embargo, el Genotipo4 (2.73) presenta susceptibilidad.
- La variedad Bañosina presenta el mayor contenido de materia seca (27.03%), seguida por los clones Genotipo4 (24.93%), Genotipo12 (24.4%) y 519156.76 (23.03%). Los clones CAJ010.5 (22.5%), Yungay (22.5%) y 519185.4 (21.07%). CAJ004.4 (17%) presenta el menor porcentaje.
- La relación entre el rendimiento y la resistencia a *Phytophthora infestans* no es significativa, sin embargo, si existe una relación leve como CAJ004.4 (0.2), 519156.76 (0.47) y CAJ010.5 (0.67), también presentan rendimientos más altos, con CAJ004.4 ( $9.37\ t\ ha^{-1}$ ), 519156.76 ( $17.1\ t\ ha^{-1}$ ) y CAJ010.5 con  $12.7\ t\ ha^{-1}$ .

- En la proporción de tubérculos comerciales, el clon 519156.76 presentó la mayor cantidad (309.67), seguido por CAJ010.5 (129) y Bañosina (129), mientras que Genotipo4 (127), 519185.4 (126), CAJ004.4 (102.67) y Yungay (90.33) mostraron una menor cantidad. Los tubérculos no comerciales, Genotipo4 presentó la mayor cantidad (131.67), seguido por 519185.4 (105.33) y 519156.76 (104), con CAJ004.4 (69) y Genotipo12 (61.67).

## **5.2. Recomendaciones**

- Se recomienda evaluar una mayor diversidad de genotipos y variedades de papa en diferentes regiones con características agroecológicas similares a Polloquito-La Encañada. Esto permitirá obtener un panorama más amplio de los genotipos con mejor combinación de resistencia y rendimiento comercial.
- Se recomienda realizar estudios que diferencien la calidad de los tubérculos en función de su uso final (consumo fresco, industria de fritura, etc.), ya que el contenido de materia seca y la proporción de tubérculos comerciales pueden variar según las necesidades del mercado.
- Se recomienda realizar una reevaluación de los clones y variedades en diferentes localidades con condiciones agroecológicas diversas, para analizar su comportamiento en términos de resistencia a *Phytophthora infestans* y rendimiento comercial. Esto permitirá obtener una visión más completa sobre la adaptabilidad y estabilidad de los genotipos en distintas condiciones climáticas y de manejo.

## CAPÍTULO VI

### REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Amare, T., & Tilahun, G. (2022). *Yield of potato (Solanum tuberosum L.) increased by nitrogen and phosphorus nutrient management in Yilmana Densa, Ethiopia*. *Scientia Agriculturae*, 53, 25–32.  
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2405844022023994>
- Bedini, G. N. (2023). Prediction of potato dry matter content by FT-NIR spectroscopy: Impact of tuber tissue on model performance. *Future Foods*, 8, 100241.  
<https://doi.org/10.1016/j.fufo.2023.100241>
- Burgos, G., & Hann, S. d. (2020). *Potencial nutricional de la papa*. Centro Internacional de la Papa (CIP). Informe presentado en los Juegos Panamericanos Lima 2019.  
<https://cipotato.org/wp-content/uploads/2019/08/CIP-PANAMERICANOS-LIMA-2019>
- Cabrera Hoyos, H. (2008). *La rancha de la papa en Cajamarca*. Lima-Perú: Instituto Nacional de Innovación Agraria - INIA.
- Cadersa, Y., Saumtally, S., Govinden Soulangé, J., Parmessur, Y., & Naik, N. (2022). Field screening of advanced potato clones for foliar resistance to late blight (*Phytophthora infestans*) in two agro-climatic regions. *Tropical Agriculture*, 99(3), 225-243.  
<https://journals.sta.uwi.edu/ojs/index.php/ta/article/view/7956/7012>
- Cahuana Quispe, R., & Arcos Pineda, J. (2002). *Varietades nativas y mejoradas de papa en Lima-Perú*: Comité de Publicaciones de la Estación Experimental Illpa-Puno.
- Cahuana Quispe, R., Barreda Quispe, W., Roldán Chávez, A., & Holguín Chuquimamani, V. (2020). *Manual de producción de tubérculos semilla de buena calidad de papa*. Lima-Perú: Negrapata S.A.C.
- Centro Internacional de la Papa (CIP). (2008). *Phytophthora infestans: La enfermedad del tizón tardío de la papa*. Centro Internacional de la Papa.
- Centro Internacional de la Papa (CIP). (2014). *Manejo integrado del tizón tardío*.  
<http://cipotato.org/wp-content/uploads/2014/09/003860.pdf>
- Centro Internacional de la Papa (CIP). (2024). *Datos y cifras de la papa*.  
<https://cipotato.org/es/potato/potato-facts-and-figures/>

- Centro Internacional de la Papa (CIP). (2024). *New varieties incorporate late blight resistance, high quality for baking, and low sugar content*. [https://cipotato.org/pressreleases/new-potato-varieties-developed-in-collaboration-with-poderosa-mining-company/?utm\\_source=chatgpt.com](https://cipotato.org/pressreleases/new-potato-varieties-developed-in-collaboration-with-poderosa-mining-company/?utm_source=chatgpt.com)
- Contreras-Liza, S., Jhoncon Kooyip, J., Vargas Luna, L., Cervantes Torres, D., Luis Olivas, D., & Quevedo Bacigalupo, M. (2023). Bicentenario, un nuevo cultivar de papa para procesamiento en el Perú: Perspectivas desde la mejora genética. *Revista de Investigaciones Altoandinas – Journal of High Andean Research*, 25(1), 5–13. <https://doi.org/10.18271/ria.2023.434>
- Das, S., Mitra, B., Saha, A., Mandal, S., Paul, P. K., El-Sharnouby, M., Hassan, M. M., Maitra, S., & Hossain, A. (2021). *Evaluation of quality parameters of seven processing type potato (Solanum tuberosum L.) cultivars in the eastern sub-Himalayan plains*. *Foods*, 10(5), 1138. <https://doi.org/10.3390/foods10051138>
- FAO. (2009). *Food and Agriculture Organization of the United Nations*. <https://www.fao.org/publications/news-archive/detail/potatoes-so-familiar-so-much-more-to-learn/es>
- FAO. (2022). *FAOSTAT: Estadísticas globales sobre la producción de papa*. <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL>
- Gamboa, S., & Lindqvist-Kreuze, H. (2021). *Phytophthora infestans: Situación actual en el Perú*. International Potato Center. <https://hdl.handle.net/10568/115532>
- Gastelo, M., Pérez, W., Eyzaguirre, R., Quispe, K., Sanabria, K., Bastos, C., . . . Andrade-Piedra, J. (2024). *New potato varieties resistant to late blight and with high quality for French fries generated in Peru*. <https://cgspace.cgiar.org/items/0604bbc2-141a-4d72-9ff4-dde2621c17b4>
- González, N. H. (2019). *Repositorio UNC*. <http://hdl.handle.net/20.500.14074/3475>
- HUAMAN, Z. 1994. Descriptores de papa para la caracterización básica de colecciones nacionales. Lima : CIP. 11p.
- Herrera y Roncal (2004). *Principios de fitopatología andina* (1.ª ed.). Oficina General de Investigación, Universidad Nacional de Cajamarca. [https://www.researchgate.net/profile/Manuel-Roncal-Ordonez/publication/341832982\\_Principios\\_de\\_Fitopatologia\\_Andina/links/627afbc3107cae291999ad5f/Principios-de-Fitopatologia-Andina.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Manuel-Roncal-Ordonez/publication/341832982_Principios_de_Fitopatologia_Andina/links/627afbc3107cae291999ad5f/Principios-de-Fitopatologia-Andina.pdf)

- Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA). (2002). *Papa: Compendio de información técnica*. [https://repositorio.midagri.gov.pe/bitstream/20.500.13036/669/1/INIA-Papa\\_compendio\\_informaci%C3%B3n\\_t%C3%A9cnica.pdf](https://repositorio.midagri.gov.pe/bitstream/20.500.13036/669/1/INIA-Papa_compendio_informaci%C3%B3n_t%C3%A9cnica.pdf)
- INTAGRI S.C. (2017). *Requerimientos de clima y suelo para el cultivo de la papa (Solanum tuberosum L.)*. Artículo técnico. <https://www.intagri.com/articulos/hortalizas/requerimientos-de-clima-y-suelo-para-el-cultivo-de-la-papa>
- Jha, S., Khalko, S., Abhijith, M., Bhattacharya, P. M., & Roy, A. (2019). Study of effect of different regimes of nitrogen on late blight of potato. *Journal of Entomology and Zoology Studies*, 7, 918-921.
- Lamichhane, S., Neupane, S., Timsina, S., Chapagain, B., & Paudel, P. P. (2024). *Potato Late Blight Caused by Phytophthora infestans: An overview on pathology, integrated disease management approaches, and forecasting models*. *Plant Physiology and Soil Chemistry*, 4(2), 105–118
- Liza, G. (2023). Eficiencia en la resistencia genética de la papa frente a *Phytophthora infestans* en diversas condiciones agroecológicas. *Journal of Agricultural Science*, 18(2), 112-121.
- Méndez, P., & Gaete, N. (2010). *Fitogenéticos*. Carillanca-Chile: Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA).
- Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego (MIDAGRI). (2023). *El Perú es el primer productor de papa en América Latina*. <https://www.gob.pe/institucion/midagri/noticias/769389-el-peru-es-el-primer-productor-de-papa-en-america-latina-y-el-sustento-de-mas-de-700-mil-familias>
- Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego (MIDAGRI). (2025). *Boletín Estadístico Mensual “El Agro en Cifras”*. Disponible en: <https://www.gob.pe/institucion/midagri/informes-publicaciones/6573082-boletin-estadistico-mensual-el-agro-en-cifras-2025>
- Monaco Nature Encyclopedia. (2018). *Solanum tuberosum*. <https://www.monaconatureencyclopedia.com/solanum-tuberosum/?lang=en>
- Ormeño Villajos, S. (2023). *Enfermedades de las plantas: Introducción sintética a las enfermedades de las plantas*. (Libro/manual). <https://orcid.org/0000-0001-6016-4902>
- Pérez, M., Alvarado, R., & García, S. (2021). Impact of nutrient management on potato yield under high *Phytophthora infestans* pressure. *Field Crops Research*, 123(2), 189-198. <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2021.04.019>

- Seid, M., & Tessema, A. (2024). Evaluation of the quality of tubers, yield, and related characteristics of potato clones (*Solanum tuberosum* L.) in Holetta, Ethiopia. *Journal of Agricultural Science*, 30(3), 112-120. <https://doi.org/10.1017/jag.2024.08>
- Shi, T., Liu, Y., Zheng, X., Hu, K., Huang, H., Liu, H., & Huang, H. (2023). Recent advances in plant disease severity assessment using convolutional neural networks. *Scientific Reports*, 13(1), 2336.
- Tiwari, R., Kumar, R., & Bhatia, P. (2022). Breeding programs and genetic diversity for enhancing potato yield in tropical and subtropical environments. *Frontiers in Plant Science*, 13, 805671. <https://doi.org/10.3389/fpls.2022.805671>
- Vásquez Orrillo, J. L. (2012). Evaluación de cinco clones y dos variedades de papa (*Solanum tuberosum* L.) resistente a racha (*Phytophthora infestans* (Mont) de Bary).
- Yara Perú. (2023). *Influir en el contenido de materia seca de la papa*. <https://www.yara.com.pe/nutricion-vegetal/papa/influir-en-el-contenido-de-materia-seca-de-la-papa/#:~:text=Tub%C3%A9rculos%20con%20materia%20seca%20encima,alrededor%20de%2020%20a%2025%25>
- Zarzyńska, K. (2024). *Commercial quality of potato tubers of different varieties*. *Agronomy*, 14(4), 1–14. <https://doi.org/10.3390/agronomy14040778>.
- Zuñiga, N., Gastelo, M., Bastos, C., Reyes, J., Alania, D., & Ninalaya, E. (2018). Nuevos cultivares de papa con resistencia a la racha [*Phytophthora infestans* (Mont.)]. *Revista Latinoamericana de la Papa*, 22(2), 66-82.

## CAPÍTULO VII

### ANEXOS

#### 7.1. Tablas de supuestos de normalidad y homogeneidad de varianzas

**Tabla 17**

*Supuestos de normalidad para la variable Rendimiento t ha<sup>-1</sup>.*

Variable	Genotipos	Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.
Rendimiento t ha <sup>-1</sup>	519156.76	0.848	3	0.234
	Bañosina	0.990	3	0.813
	Genotipo12	0.970	3	0.669
	519185.4	0.934	3	0.502
	CAJ010.5	0.969	3	0.660
	Yungay	0.879	3	0.323
	Genotipo4	0.967	3	0.649
	CAJ004.4	0.999	3	0.933

**Tabla 18**

*Supuestos de homogeneidad de varianzas para la variable Rendimiento t ha<sup>-1</sup>.*

Variable	Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
Rendimiento t ha <sup>-1</sup>	Se basa en la media 1.362	1	4	0.308

**Tabla 19**

*Supuestos de normalidad para la variable Resistencia a Phytophthora infestans (%).*

Variable	Genotipos	Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.
Resistencia a Phytophthora infestans	519156.76	0.750	3	0.000
	Bañosina		3	
	Genotipo12	0.750	3	0.000
	519185.4	0.964	3	0.637
	CAJ010.5	0.750	3	0.000
	Yungay	0.964	3	0.637
	Genotipo4	0.750	3	0.000
	CAJ004.4		3	

**Tabla 20**

*Supuestos de homogeneidad de varianzas para la variable Resistencia a Phytophthora infestans (%).*

Variebale	Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
<b>Resistencia a Phytophthora infestans (%)</b>	Se basa en la media 2.571	1	4	0.184

**Tabla 21**

*Supuestos de normalidad para la variable Materia seca (%).*

Variable	Genotipos	Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.
<b>Materia seca (%)</b>	519156.76	0.985	3	0.766
	Bañosina	0.972	3	0.679
	Genotipo12	0.997	3	0.900
	519185.4	0.928	3	0.482
	CAJ010.5	0.945	3	0.548
	Yungay	0.779	3	0.066
	Genotipo4	0.959	3	0.611
	CAJ004.4	0.900	3	0.386

**Tabla 22**

*Supuestos de homogeneidad de varianzas para la variable Materia seca (%)*

Variebale	Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
<b>Materia seca (%)</b>	Se basa en la media 0.330	1	4	0.596

**Tabla 23**

*Supuestos de normalidad para la variable Tubérculos comerciales*

Variable	Genotipos	Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.
<b>Tuberculos comerciales</b>	519156.76	0.832	3	0.194
	Bañosina	0.907	3	0.407
	Genotipo12	0.976	3	0.702
	519185.4	0.923	3	0.463
	CAJ010.5	0.750	3	0.000
	Yungay	0.945	3	0.549
	Genotipo4	0.860	3	0.266
	CAJ004.4	0.995	3	0.862

**Tabla 24***Supuestos de homogeneidad de varianzas para la variable Tubérculos comerciales*

Variable		Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
<b>Tubérculos comerciales</b>	Se basa en la media	12.600	1	4	0.064

**Tabla 25***Supuestos de normalidad para la variable Tubérculos no comerciales*

Variable	Genotipos	Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.
<b>Tubérculos no comerciales</b>	519156.76	0.781	3	0.070
	Bañosina	0.977	3	0.708
	Genotipo12	0.976	3	0.705
	519185.4	0.764	3	0.030
	CAJ010.5	0.781	3	0.070
	Yungay	0.836	3	0.203
	Genotipo4	0.764	3	0.032
	CAJ004.4	0.975	3	0.696

**Tabla 26***Supuestos de homogeneidad de varianzas para la variable Tubérculos no comerciales*

Variebale		Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
<b>Tuberculosis no comerciales</b>	Se basa en la media	0.187	1	4	0.688

## 7.2. Tablas de evaluaciones del libro de campo

**Tabla 27**

*Promedio de la variable rendimiento t ha<sup>-1</sup>.*

N°	Genotipos	Repeticiones			PROMEDIO
		I	II	III	
1	519156. 76	14.3	18.8	18.2	17.1
2	BAÑOSINA	18.4	13.6	10.3	14.1
3	GENOTIPO 12	10.6	8.2	9.8	9.6
4	519185. 4	10.7	19.1	16.8	15.5
5	CAJ010. 5	17.4	8.9	11.8	12.7
6	YUNGAY	7.3	6.8	9.8	8.0
7	GENOTIPO 4	11.4	7.7	8.9	9.3
8	CAJ004. 4	9.3	11.6	7.2	9.4

**Tabla 28**

*Promedio de la variable resistencia a Phythoptora infestans (%).*

N°	Genotipos	Repeticiones			Promedio
		I	II	III	
1	519156. 76	0.6	0.4	0.4	0.5
2	BAÑOSINA	1.0	1.0	1.0	1.0
3	GENOTIPO 12	1.0	1.0	0.8	0.9
4	519185. 4	1.2	0.6	0.8	0.9
5	CAJ010. 5	0.8	0.6	0.6	0.7
6	YUNGAY	1.2	0.8	0.6	0.9
7	GENOTIPO 4	2.6	2.8	2.8	2.7
8	CAJ004. 4	0.2	0.2	0.2	0.2

**Tabla 29**

*Promedio de la variable materia seca (%).*

N°	Genotipos	Repeticiones			Promedio
		I	II	III	
1	519156. 76	24.5	23.3	21.3	23.0
2	BAÑOSINA	26.6	27.1	27.4	27.0
3	GENOTIPO 12	23.9	24.4	24.9	24.4
4	519185. 4	21.4	19.8	22.0	21.1
5	CAJ010. 5	21.3	24.1	22.1	22.5
6	YUNGAY	23.1	21.3	23.1	22.5
7	GENOTIPO 4	24.5	24.8	25.5	24.9
8	CAJ004. 4	15.8	16.4	18.8	17.0

**Tabla 30***Promedio de la variable tubérculos comerciales.*

N°	Genotipos	Repeticiones			Promedio
		I	II	III	
1	519156. 76	184.0	130.0	615.0	309.7
2	BAÑOSINA	118.0	124.0	145.0	129.0
3	GENOTIPO 12	115.0	80.0	60.0	85.0
4	519185. 4	147.0	111.0	120.0	126.0
5	CAJ010. 5	137.0	125.0	125.0	129.0
6	YUNGAY	104.0	87.0	80.0	90.3
7	GENOTIPO 4	141.0	150.0	90.0	127.0
8	CAJ004. 4	86.0	104.0	118.0	102.7

**Tabla 31***Promedio de la variable tubérculos no comerciales.*

N°	Genotipos	Repeticiones			Promedio
		I	II	III	
1	519156. 76	198.0	60.0	54.0	104.0
2	BAÑOSINA	48.0	149.0	85.0	94.0
3	GENOTIPO 12	96.0	33.0	56.0	61.7
4	519185. 4	215.0	49.0	52.0	105.3
5	CAJ010. 5	110.0	109.0	86.0	101.7
6	YUNGAY	112.0	117.0	74.0	101.0
7	GENOTIPO 4	166.0	114.0	115.0	131.7
8	CAJ004. 4	60.0	25.0	122.0	69.0

### 7.3. Análisis de suelo



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR  
EL ORGANISMO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA  
CON REGISTRO N° LE - 200



## INFORME DE ENSAYO N° 111209-24 / SU / LABSAF - BAÑOS DEL INCA

### I. INFORMACIÓN GENERAL

Cliente : INA-PI PAPA  
 Propietario / Productor : ROSMERY PANDO GOMEZ  
 Dirección del cliente : KM. 8 CARRETERA A FERREÑAFE-LAMBAYEQUE  
 Solicitado por : CLIENTE  
 Muestreado por : CLIENTE  
 Número de muestra(s) : 3  
 Producto declarado : Suelo  
 Presentación de las muestras(s) : BOLSA DE PLÁSTICO  
 Referencia del muestreo : RESERVADO POR EL CLIENTE  
 Procedencia de muestra(s) : TOLLOQUITO - LA ENCAÑADA - CAJAMARCA  
 Fecha(s) de muestreo : 2025-02-05 (\*\*\*\*)  
 Fecha de recepción de muestra(s) : 2025-02-09  
 Lugar de ensayo : LABSAF BAÑOS DEL INCA  
 Fecha(s) de análisis :  
 Cotización del servicio : 518-24.BI  
 Fecha de emisión : 2025-02-20

### II. RESULTADO DE ANÁLISIS

ITEM	1	2	3			
Código de Laboratorio	SU3077-BI-24	SU3078-BI-24	SU3079-BI-24	-	-	-
Matriz Analizada	Suelo	Suelo	Suelo	-	-	-
Fecha de Muestreo	2025-02-05	2025-02-05	2025-02-05	-	-	-
Hora de Inicio de Muestreo (h) (****)	10:00	11:00	11:30	-	-	-
Condición de la muestra	Conservada	Conservada	Conservada	-	-	-
Código/identificación de la Muestra por el Cliente (****)	La Pampa	Soldado	El Pino	-	-	-
<b>Ensayo</b>	<b>Unidad</b>	<b>LC</b>	<b>Resultados</b>			
pH	und. pH	0,10	5,9	4,6	5,2	-
Acidez Intercambiable	cmol (+)/Kg	0,50	< 1,C	4,2	0,7	-
Aluminio Intercambiable	cmol (+)/Kg	0,50	< 1,C	2,3	< 1,C	-
Carbonato De Calcio Equivalente	%	0,50	-	-	-	-
Materia Orgánica	%	0,10	3,5	12,0	3,5	-
Fósforo Disponible	mg/kg	0,50	412,3	3,5	126,5	-
Conductividad Eléctrica	mS/m	1,00	4,3	6,3	-	-
Arena	%	-	20	52	66	-
Arcilla	%	-	50	14	14	-
Limo	%	-	30	34	18	-
Clase Textural	-	-	Arcilloso	Franco Arenoso	Franco Arenoso	-
Potasio disponible (*)	mg/kg	0,50	200,9	110,9	150,9	-



Firmado digitalmente por:  
CABREPA HOYOS Hector  
Antes FAU 2013136594 soft  
Motivo: Soy el autor del documento



Red de Laboratorios de Suelos, Aguas y Foliarés  
Acreditado con la Norma  
NTP-ISO/IEC 17025:2017  
LABSAF (Nombre)  
Dirección: (Dirección del laboratorio)  
Email: (correo de contacto del laboratorio)

### III. METODOLOGÍA DE ENSAYO

ENSAYO	NORMA DE REFERENCIA
pH	EPA Method 8045 D Rev. 4 2004 Soil and waste pH
Acidez y Aluminio Intercambiable	Norma Oficial Mexicana NOM-021-RECNAT-2000, Segunda Sección (31 de Diciembre 2002), ítem 7.3.29, AS-33, Determinación de Acidez y Aluminio Intercambiable (AS-33 Método de Cloruro de Potasio)
Carbonato De Calcio Equivalente	Norma Oficial Mexicana NOM-021-RECNAT-2000, Segunda Sección (31 de Diciembre 2002), ítem 7.3.25, AS-29, Determinación de los carbonatos de calcio equivalente (AS-29 Método de neutralización ácida)
Materia Orgánica	NOM-021-RECNAT-2000, 3da Sección, 2002, ítem 7.1.7, AS-07 2003 Determinación de Materia Orgánica (AS-07 Walkley and Black)
Fósforo Disponible	Norma Oficial Mexicana NOM-021-RECNAT-2000, Segunda Sección (31 de Diciembre 2002), ítem 7.1.10, AS-11 2002 Determinación de fósforo extraíble en suelos neutros y ácidos (AS 11 Método de Bray y Kurtz)
Potasio Disponible	Norma Oficial Mexicana NOM-021-RECNAT-2000, Segunda Sección (31 de Diciembre 2002), ítem 7.1.12, AS-12.0 EPA 6010 D (Revisión 5, 2018), Validado (modificado y aplicado fuera del alcance) 2023 Determinación de potasio disponible en suelos con saturación de acetato de amonio 1N, PH 7.0.0 Inductively Coupled Plasma - Optical Emission Spectrometry
Conductividad Eléctrica	ISO 11265 1994 / Cor 1:1996 1994 Soil quality -- Determination of the specific electrical conductivity
Textura	Norma Oficial Mexicana NOM-021-RECNAT-2000, Segunda Sección (31 de Diciembre 2002), ítem 7.1.3, AS-09 2002 Determinación de la textura del suelo (AS-09 Método de Bouyoucos)

### IV. CONSIDERACIONES

- Estado en las que ingreso la Muestras: Buenas Condiciones de almacenamiento
- Este informe no puede ser reproducido total, ni parcialmente sin la autorización de LABSAF y del cliente.
- Los resultados se relacionan solamente con los ítems sometidos a ensayo
- Los resultados se aplican a las muestras, talles como se recibieron
- Este documento es válido solo para el producto mencionado anteriormente.
- El Laboratorio no es responsable cuando la información proporcionada por el cliente pueda afectar la validez de los resultados.
- Medición de pH realizada a 25 °C.
- Medición de Conductividad Eléctrica realizada a 25 °C.

(\*) El (Los) resultado(s) obtenido(s) corresponde(n) a métodos de ensayo que no han sido acreditados por el INACAL-DA.

(\*\*) El (Los) resultado(s) obtenido(s) corresponde(n) a métodos de ensayo que no han sido acreditados por el INACAL-DA, debido a que la muestra no es idónea para el ensayo.

(\*\*\*) Este dato ha sido proporcionado por el cliente, por lo que el laboratorio no es responsable de dicha información.

### V. AUTORIZACIÓN DEL INFORME DE ENSAYO

- El presente Informe de ensayo ha sido autorizado por: Maneta Cervantes Peraita - Responsable del LABSAF - BAÑOS DEL INCA

Firma

#### FIN DE INFORME DE ENSAYO



Firmado digitalmente por:  
CABRERA HOYOS Hector  
Antonio FAU 20151305594 soft  
Motivo: Soy el autor del documento

### INTERPRETACIONES DE RESULTADOS DE ANALISIS

#### CLASIFICACIÓN DE SUELOS SEGÚN VALOR DE PH

pH	Evaluación	Efectos
< 5.0	Fuertemente ácido	Condiciones muy desfavorables.
5.1 - 6.5	Moderadamente ácido	Deficiente disponibilidad de algunos elementos.
6.6 - 7.3	Neutro	Efectos tóxicos mínimos.
7.4 - 8.5	Mediamente alcalino	Existencia de carbonato cálcico. Deficiente asimilación de algunos nutrientes.
> 8.5	Alcalino	Presencia de carbonato sódico. Poca asimilación de algunos nutrientes.

#### CLASIFICACIÓN DE SUELOS SEGÚN EL VALOR DE LA CONDUCTIVIDAD (CE)

CLASIFICACIÓN	CE (dS/m)	Efectos
Normal	< 1.0	Efecto despreciable de la salinidad. No existe restricción para ningún cultivo, aunque algunos cultivos muy sensibles pueden ser afectados en sus rendimientos.
Muy ligeramente salino	1.1 - 2.0	Los rendimientos de cultivos sensibles pueden verse afectados en sus rendimientos.
Moderadamente salino	2.1 - 4.0	Los rendimientos de cultivos pueden verse afectados en sus rendimientos. El rendimiento de casi todos los cultivos se ve afectado por esta condición de salinidad.
Suelo salino	4.1 - 8.0	Solo los cultivos muy resistentes a la salinidad pueden crecer en estos suelos.
Fuertemente salino	8.1 - 16	Prácticamente ningún cultivo convencional puede crecer exitosamente en estos suelos.
Muy fuertemente salino	> 16	

#### MATERIA ORGÁNICA

Clasificación	SUMO
Muy Bajo	<0.5
Bajo	0.6 - 1.5
Medio	1.6 - 3.5
Alto	3.6 - 6.0
Muy Alto	> 6.0

#### FÓSFORO

Clasificación	mg/kg de P
Bajo	<0.5
Medio	0.5 - 1.5
Alto	>1.5

#### CAPACIDAD DE INTERCAMBIO CATIONICO

Clasificación	CE (Cmol/kg suelo)	Efectos
Muy Bajo	< 5.0	Suelo muy pobre.
Bajo	5.0 - 15	Suelo pobre.
Medio	15 - 25	Suelo medio.
Alto	25 - 40	Suelo rico.
Muy Alto	> 40	Suelo muy rico.

#### CATIONES INTERCAMBIABLES (Ca, Mg, K Cmol/kg)

Clase	Calcio (Ca)	Magnesio (Mg)	Potasio (K)
Muy Bajo	<2.0	<0.5	<0.3
Bajo	2.0 - 5.0	0.5 - 1.5	0.2 - 0.3
Medio	5.0 - 10	1.5 - 3.0	0.3 - 0.6
Alto	>10	>3.0	>0.6

#### SATURACIÓN DE BASES CAMBIABLES

Calificativo	Saturación de Bases (%)	Efectos
Bajo	< 35	Suelo muy ácido. Aconsejable una enmienda caliza.
Medio	35 - 80	Suelo medio. Su riqueza dependerá de la EC.
Alto	> 80	Suelo neutro a alcalino. Suelo saturado de bases.

Fuente: Norma Oficial Mexicana NOM-021-SEMARNAT-2000. Segunda Sección (31 de Diciembre 2002)



Firmado digitalmente por:  
CABRERA HOYOS Hector  
Fecha: FAU 2013/05/04 09:11  
Módulo: Soy el autor del documento

### RECOMENDACIONES

Codigo de Muestra	Cultivo a Instalar	Cantidades de Nutriente Kg/Ha			Cantidades en Tn/Ha	
		N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	CAL	ESTIERCOL
BU3077-01-24	PAPA	140	0	120	—	2,50

PLAN DE FERTILIZACIÓN QUÍMICA					
Primera Fertilización Kg/Ha - Siembra		Programa de Fertilización			
Urea		N	Siembra	Aporque	
Fosfato Diamónico		P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>			
Sulfato de Potasio		K <sub>2</sub> O			
Segunda Fertilización Kg/Ha - Aporque		Fuente	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
Urea		Urea			Azufre

PLAN DE ABONO ORGÁNICO	
Abonamiento Kg/Ha - Siembra	

#### COMENTARIOS:

\_\_\_\_\_



Firmado digitalmente por:  
CABRERA HOYOS Hector  
Fecha: FAU 2013/05/04 09:11  
Módulo: Soy el autor del documento

#### 7.4. Evidencia fotográfica

##### Figura 9

*Siembra en la parcela experimental en localidad de Polloquito, distrito de la Encañada.*



##### Figura 10

*Vista panorámica de parcela experimental al inicio de floración.*



**Figura 11**

*Evaluación en campo de incidencia de rancha (*Phytophthora infestans*) en campo.*



**Figura 12**

*Evaluación en campo de incidencia de rancha (*Phytophthora infestans*) en campo.*



**Figura 13**

*Evaluación de incidencia de rancho (*Phytophthora infestans*) en hojas.*



**Figura 14**

*Evaluación de incidencia de rancho (*Phytophthora infestans*) en hojas.*



**Figura 15**

*Evaluación de incidencia de rancha (*Phytophthora infestans*) en tubérculos.*



**Figura 16**

*Evaluación de incidencia de rancha (*Phytophthora infestans*) en toda la planta.*



**Figura 17**

*Plantas de papa sana, sin presencia de síntomas de rancho (*Phytophthora infestans*), clon CAJ004.4.*



**Figura 18**

*Plantas de papa sana sin presencia de síntomas de rancho (*Phytophthora infestans*), correspondiente a la variedad bañosina.*



**Figura 19**

*Plantas de papa con afectación moderada por rancha (*Phytophthora infestans*), correspondiente al clon genotipo 12.*



**Figura 20**

*Plantas de papa con afectación moderada por rancha (*Phytophthora infestans*) correspondiente a variedad Yungay.*



**Figura 21**

*Clasificación de tubérculos a la cosecha.*



**Figura 22**

*Pesado de tubérculos cosechados.*



**Figura 23**

*Clasificación de tubérculos comerciales.*



**Figura 24**

*Clasificación de tubérculos no comerciales.*



**Figura 25**

*Conteo de tubérculos en almacén.*



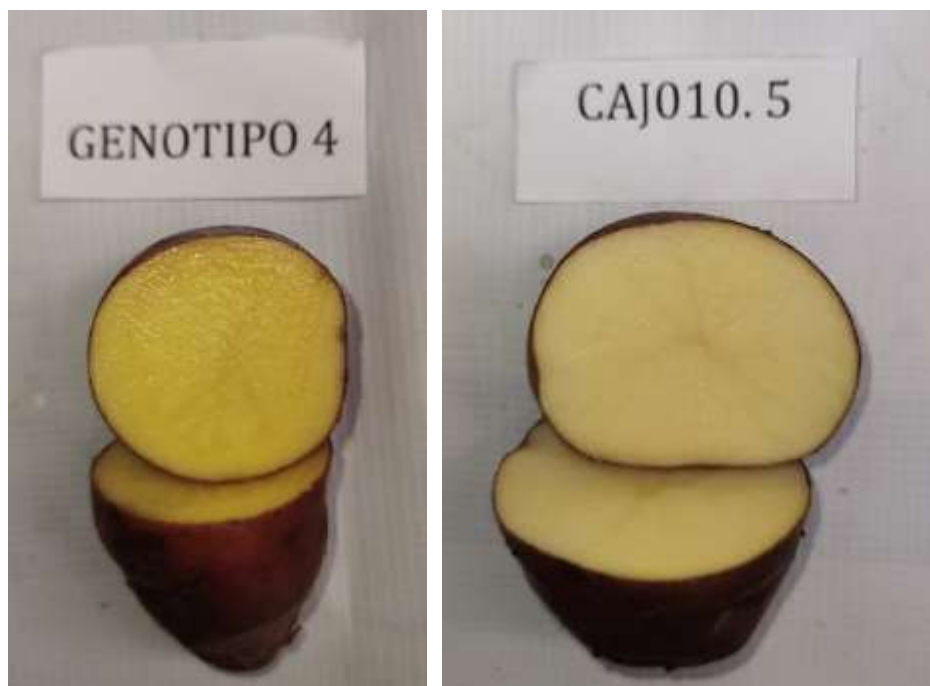
**Figura 26**

*Secado de tubérculos para determinación de materia seca en laboratorio.*



**Figura 26**

*Corte en rodaja para evaluación visual. Izquierdo Clon Genotipo 4 y derecho CAJ010.5.*



**Figura 26**

*Corte en rodaja para evaluación visual. Izquierdo Clon 519185.4 y derecho 519156.76.*



**Figura 26**

*Corte en rodaja para evaluación visual. Izquierdo Clon Genotipo 12 y derecho CAJ004.4*



**Figura 26**

*Corte en rodaja para evaluación visual. Izquierdo variedad Bañosina y derecho Yungay.*

