

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAÑETE

FACULTAD CIENCIAS AGRARIAS

ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMÍA



“Producción de tubérculos en tres cultivares de papa a partir de brotes para la obtención de tubérculos semillas categoría básica dos”

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

PRESENTADO POR:

Cconislla Salas Lucero Diana

ASESOR:

Dr. Álvarez Bernaola Luis Armando

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6174-9870>

San Vicente de Cañete, 2025, Perú

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAÑETE

FACULTAD CIENCIAS AGRARIAS

ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMÍA

**“Producción de tubérculos en tres cultivares de papa a partir de brotes para
la obtención de tubérculos semillas categoría básica dos”**

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

PRESENTADA POR:

Cconislla Salas, Lucero Diana

APROBADO POR:

.....
Dr. Cotrina Cabello Guillermo Gomer
Presidente

.....
Dr. Cabrera Vigil Carlos Eusebio
Secretario

.....
Mg. Cortez Lázaro Ronald Alexis
Vocal

.....
Dr. Álvarez Bernaola Luis Armando
Asesor



**VICEPRESIDENCIA DE INVESTIGACIÓN
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN DE LA FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**

Código N°001-2025

CONSTANCIA DE VERIFICACIÓN DE SIMILITUD

Yo, **Roberto Coaquira Incacari**, Director (e) de la Unidad de Investigación del informe titulado: **“Producción de tubérculos en tres cultivares de papa a partir de brotes para la obtención de tubérculos semillas categoría básica dos”**, cuya autora es Lucero Diana Cconislla Salas, identificado con DNI 70416440, declaro que la evaluación realizada por el programa informático, ha constatado un **porcentaje de similitud del 7%**, verificable en el resumen de reporte automatizado de similitudes que se adjunta.

El suscrito analizó dicho reporte y concluyó que cada una de las coincidencias detectadas dentro del porcentaje de similitud no constituye plagio, y que el documento cumple con la integridad científica y con las normas para el uso de citas y referencias establecidas en los protocolos respectivos.

Se cumple con adjuntar, además, el recibo digital a efectos de la trazabilidad respectiva del proceso.

Cañete, 27 agosto del 2025

Se adjunta:

- Resumen del reporte automatizado de similitudes
- Recibo Digital

VALIDADO POR:



Firmado digitalmente por:
COAQUIRA INCACARI RobertoFAU
20491363402 soft
Motivo: Soy el autor del documento
Fecha: 28/08/2025 09:29:14 -0500

PhD. ROBERTO COAQUIRA INCACARI

Director (e) de la Unidad de Investigación
Facultad de Ciencias Agrarias



FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO AGRÓNOMO

En la ciudad de San Luis, en el Auditorio del Pabellón de Multiusos de la Sede Académica San Luis, siendo las 10:00 horas, del día 19 de septiembre del 2025, se reunió el Jurado Evaluador y el asesor, designados por DECRETO N.º 037-2024-UI/FCA/UNDC.

Presidente : Dr. Guillermo Gomer Cotrina Cabello
Secretario : Dr. Carlos Eusebio Cabrera Vigil
Vocal : Mg. Ronald Alexis Cortez Lázaro
Asesor : Dr. Luis Armando Álvarez Bernaola

Para el acto de sustentación de la tesis titulada: "Producción de tubérculos en tres cultivares de papa a partir de brotes para la obtención de tubérculos semillas categoría básica dos"; presentado por la Bachiller Lucero Diana Cconislla Salas, para optar al Título Profesional de Ingeniero Agrónomo.

Después de concluido el acto de sustentación y luego de que el sustentante dio respuesta a las preguntas respectivas, el Jurado Evaluador calificó la sustentación o defensa de la investigación según los siguientes criterios, y promediando las notas del jurado se obtuvo:

Criterio	Desaprobado (menor de 14)	Regular (14 -15)	Bueno (16-17)	Muy bueno (18-19)	Excelent e (20)	Puntaje
Claridad de la exposición			16			16
Dominio del tema			16			16
Visión holística del trabajo			16			16
Promedio						16

** Para el caso de sustentación de dos personas se debe incorporar dos cuadros, uno para cada uno.

Para obtener la nota final de todo el proceso de investigación, conforme al artículo 100º y 101º del Reglamento General de Investigación de la Universidad Nacional de Cañete aprobado mediante Resolución N° 180-2023-UNDC/CO, se procedió a calcular la nota final:

Nota del Informe (valor 40%)	Nota de Sustentación (valor 60%)	Nota Final
16	16	16

(*) Cálculo: (Nota Informe * 0.40) + (Nota de Defensa * 0.60) = Nota final
Para el caso de dos sustentantes, se debe incluir una columna adicional a la izquierda y poner los nombres de cada uno de ellos, y calificar en forma individual.







Y, establece como calificación FINAL: 16 (Dieciséis)

- Aprobado, con nota Regular (...), Bueno (X), Muy Bueno (...), Excelente (...)
- Desaprobado (...)

Por tanto, el graduado se encuentra expedito(s) (X), impedido(s) () para realizar los trámites que corresponden a la obtención del Título Profesional de Ingeniero Agrónomo.

****Si fuera el caso, que de los dos sustentantes uno fuera aprobado y otro desaprobado, se tendrá que diferenciar quien queda expedito y quien impedido de seguir los trámites.**

Siendo las 10:49 Horas se dio por terminado el acto de sustentación.

 Dr. Carlos Eusebio Cabrera Vigil Secretario	 Dr. Guillermo Gomer Cotrina Cabello Presidente	 Mg. Ronald Alexis Cortez Lázaro Vocal	 Dr. Luis Armando Álvarez Bernaola Asesor
---	--	--	--

DEDICATORIA

A mi familia y mi perrito, que me inspiraron a seguir adelante y no rendirme. A todas las personas, que a lo largo de este proceso me ayudaron brindándome los conocimientos necesarios.

A la empresa Vivero los Viñedos por brindarme el apoyo para encaminar este proyecto, en especial a la ingeniera Kelly.

AGRADECIMIENTO

A mi familia, principalmente a mis padres por darme todo el apoyo necesario y sobre todo motivarme a concluir esta etapa en mi vida.

A mi asesor Luis Armando Bernaola, por confiar en mi persona y brindarme su asesoría en la ejecución del presente proyecto.

Al ingeniero Willmer Pérez, por brindarme sus consejos y conocimientos.

A la ingeniera Kelly machuca por motivarme en la ejecución del proyecto y compartir su pasión en el cultivo de papa.

A la empresa vivero los viñedos por permitirme realizar sin inconvenientes mi trabajo

A mis amigos Nilda y Emmanuel por compartirme sus conocimientos durante el análisis estadístico.

A todas las personas que a lo largo de este proceso me apoyaron y me motivaron a concluir este proyecto que cierra una etapa importante en mi vida.

ÍNDICE

DEDICATORIA	vi
AGRADECIMIENTO	vii
ÍNDICE DE TABLAS	xi
ÍNDICE DE FIGURAS	xii
ÍNDICE DE ANEXOS	xiii
RESUMEN	xiv
ABSTRACT	xv
INTRODUCCIÓN.....	1
I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	2
1.1 Descripción de la realidad problemática	2
1.2 Formulación del problema.....	3
1.2.1 Problema general	3
1.2.2 Problemas específicos.....	3
1.3 Objetivos.....	3
1.3.1 Objetivo general	3
1.3.2 Objetivos específicos.....	3
1.4 Justificación	3
II. MARCO TEÓRICO Y EMPÍRICO.....	5
2.1 Bases teóricas	5
2.1.1 Cultivo de papa.....	5
2.1.2 Morfología	6
2.1.3 Principales enfermedades	7
2.1.4 Enfermedades virales de la papa.....	8
2.1.5 Principales plagas	8
2.1.6 Técnicas de propagación de semilla de papaImportancia de multiplicación por brotes9	
2.1.7 Nuevos cultivares de papa en el CIP	10
2.2 Antecedentes.....	13
2.3 Definición de términos básicos.....	14
2.3.1 Variable dependiente: Producción de tubérculos semilla categoría básica dos.....	14

2.3.2	Variable independiente: Cultivar de papa	14
III.	HIPÓTESIS Y VARIABLES	16
3.1	Hipótesis	16
3.1.1	Hipótesis general	16
3.1.2	Hipótesis específicas.....	16
3.2	Definición conceptual de variables.....	16
	Variable independiente	16
	Variable dependiente.....	16
3.3	Operacionalización de variables.....	17
IV.	DISEÑO METODOLÓGICO	18
4.1	Tipo de investigación.....	18
4.2	Diseño de investigación.....	18
4.3	Método de investigación.....	19
4.4	Población y muestra.....	19
	Población.....	19
	Muestra.....	19
4.5	Lugar de estudio	19
4.6	Procedimiento de la investigación	19
4.6.1	Adquisición de los materiales.....	19
4.6.2	Preparación de sustrato.....	20
4.6.3	Preparación del lugar	20
4.6.4	Condiciones ambientales	20
4.6.5	Corte de brotes a trasplantar	20
4.6.6	Aplicación de fertilizantes	21
4.6.7	Aplicación foliar	21
4.6.8	Aporque	21
4.6.9	Aplicación foliar	21
4.6.10	Manejo fitosanitario.....	21
4.6.11	Riego.....	21
4.6.12	Corte de follaje.....	21

4.6.13	Cosecha.....	21
4.7	Técnicas e instrumentos para la recolección de datos	22
4.8	Análisis y procesamiento de datos.....	22
V.	RESULTADOS.....	23
5.1	Resultados descriptivos	23
5.1.1	Altura de planta	23
5.1.2	Diámetro de tallo	23
5.1.3	Número de tubérculos por planta.....	23
5.1.4	Peso total de tubérculos por planta.....	23
5.1.5	Diámetro de tubérculos.....	24
5.2	Resultados inferenciales	24
5.2.1	Análisis de varianza – Altura de planta	24
5.2.2	Análisis de varianza – Diámetro de tallo.....	25
5.2.3	Análisis de varianza – número de tubérculos	27
5.2.4	Análisis de varianza – peso total de tubérculos	28
5.2.5	Análisis de varianza – diámetro de tubérculo.....	30
5.2.6	Análisis de varianza – rendimiento por hectárea.....	31
VI.	DISCUSIÓN DE RESULTADOS	33
VII.	CONCLUSIONES	35
VIII.	RECOMENDACIONES	36
IX.	REFERENCIAS.....	37
X.	ANEXOS.....	41

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Operacionalización de variables	17
Tabla 2 Tratamientos.....	18
Tabla 3 Análisis de varianza de altura de planta.....	24
Tabla 4 Prueba de significación de los promedios de altura de planta según Duncan.....	24
Tabla 5 Análisis de varianza de diámetro de tallo	25
Tabla 7 Análisis de varianza de número de tubérculo	27
Tabla 8 Prueba de significación de los promedios de diámetro de tallo	27
Tabla 9 Análisis de varianza de peso total de tubérculo	28
Tabla 10 Prueba de significación de los promedios de peso total de tubérculo.....	29
Tabla 11 Análisis de varianza de diámetro de tubérculo	30
Tabla 12 Prueba de significación de los promedios de diámetro de tubérculo	30
Tabla 13 Análisis de varianza de rendimiento por hectárea.....	31
Tabla 14 Prueba de significación de los promedios de rendimiento por hectárea	32

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Altura de planta.....	25
Figura 2 Diámetro de tallo	26
Figura 3 Número de tubérculos.....	28
Figura 4 Peso total de tubérculo.....	29
Figura 5 Diámetro de tubérculo	31
Figura 6 Rendimiento por hectárea	32

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Altura de planta.....	41
Anexo 2. Diámetro de tallo.....	42
Anexo 3. Número de tubérculos	43
Anexo 4. Peso de tubérculos.....	44
Anexo 5. Diámetro de tubérculo.....	45
Anexo 6. Preparación y desinfección de brotes.....	46
Anexo 7. Siembra de brotes.....	46
Anexo 8. Primera evaluación de variables	47
Anexo 9. Segunda evaluación de variables	48
Anexo 10. Tercera evaluación de variables.....	48
Anexo 11. Medida de calibre.....	49
Anexo 12. Peso de tubérculo	49
Anexo 13. Peso de tubérculos por maceta	50
Anexo 14. Conteo de número de tubérculo	50
Anexo 15. Ambiente del módulo de malla antiafida	51
Anexo 16. Modelo aditivo lineal	52

RESUMEN

El cultivo de papa (*Solanum tuberosum*) constituye un pilar fundamental en la alimentación humana a nivel mundial. No obstante, la baja calidad de la semilla utilizada por muchos productores representa una de las principales limitantes en la productividad del cultivo, debido a los problemas fitosanitarios que se presentan durante la siembra. Ante esta problemática, el presente trabajo de investigación tuvo como objetivo evaluar la producción de tubérculos obtenido a partir de brotes vegetativos en tres cultivares de papa con resistencia a *Phytophthora infestans*, con propósito de generar tubérculos-semillas de categoría básica dos. Se utilizó el Diseño Completamente al Azar (DCA) con tres tratamientos y cinco repeticiones. Las variables evaluadas fueron: altura de planta, diámetro de tallo, número de tubérculos por planta, peso total de tubérculos y diámetro de tubérculo. Los resultados indicaron que el cultivar CIP Poderosa Watia presentó los mejores valores en altura de planta (90.134 cm), diámetro de tallo (3.312 mm) y peso total de tubérculos (347.43 g). En cuanto al número de tubérculos, el T2 (CIP Poderosa Pollera) mostró el mayor promedio con 12.104 tubérculos por planta, seguido de T1 (CIP Poderosa Watia) con 8.00 tubérculos. Finalmente, el mayor diámetro de tubérculos se registró en el tratamiento T3 (CIP Poderosa Crocante) con un valor de 48.460 mm. En conclusión, el análisis de los tres cultivares resistentes a *Phytophthora infestans* evidencia diferencias significativas en su comportamiento agronómico al ser propagados mediante brotes vegetativos. Estos resultados destacan el potencial de esta técnica para la producción eficiente de tubérculos-semilla categoría básica dos, contribuyendo a mejorar la calidad del material de siembra y la productividad del cultivo de papa.

Palabras clave: (*Solanum tuberosum*), brotes vegetativos, tubérculo semilla, categoría básica dos, *Phytophthora infestans*, cultivares, propagación.

ABSTRACT

Potato cultivation (*Solanum tuberosum*) constitutes a fundamental pillar of human nutrition worldwide. However, the low quality of seed tubers used by many farmers is one of the main limitations to crop productivity, due to phytosanitary problems that arise during planting. In response to this issue, the objective of this research was to evaluate the production of tubers obtained from vegetative sprouts in three potato cultivars resistant to *Phytophthora infestans*, with the aim of generating basic two category seed tubers. A Completely Randomized Design (CRD) was used with three treatments and five replications. The variables evaluated were: plant height, stem diameter, number of tubers per plant, total tuber weight, and tuber diameter. The results indicated that the cultivar CIP Poderosa Watia showed the highest values in plant height (90.134 cm), stem diameter (3.312 mm), and total tuber weight (347.43 g). Regarding the number of tubers, T2 (CIP Poderosa Pollera) had the highest average with 12.104 tubers per plant, followed by T1 (CIP Poderosa Watia) with 8.00 tubers. Finally, the largest tuber diameter was recorded in T3 (CIP Poderosa Crocante) with a value of 48.460 mm. In conclusion, the analysis of the three cultivars resistant to *Phytophthora infestans* revealed significant differences in their agronomic performance when propagated through vegetative sprouts. These results highlight the potential of this technique for the efficient production of basic two category seed tubers, contributing to the improvement of seed quality and the overall productivity of potato crops.

Keywords: *Solanum tuberosum*, vegetative sprouts, seed tuber, basic two category, *Phytophthora infestans*, cultivars, propagation.

INTRODUCCIÓN

La papa (*Solanum tuberosum* L.) desempeña un papel crucial en la alimentación del poblador peruano debido a sus diferentes formas de consumo, como horneados, frituras, snacks, ensaladas, sopas y purés. Es considerado como un alimento funcional por su contenido en antioxidantes que le otorga propiedades anticancerígenas.

Debido a la constante demanda para abastecer el mercado nacional, se han desarrollado nuevos cultivares de papa tales como CIP-Poderosa Pollera, CIP-Poderosa Crocante y CIP_Poderosa Watia que son resistentes a la “ranchar” o “tizón tardío” (ocasionada por *Phytophthora infestans*) la cual es una enfermedad que daña severamente al cultivo de papa (Minera Poderosa, 2022).

Según el INEI (2023), la producción de papa se incrementó en 292 676 toneladas en julio de 2023 respecto al mismo mes del año anterior, lo que representa un aumento del 13,3 %. Este incremento se debió principalmente a una mayor área de cosecha, favorecida por condiciones climáticas que propiciaron un mejor crecimiento y desarrollo vegetativo de las plantas.

INIA (2017), indican que debido a las condiciones ambientales el cultivo de papa es afectada por diversas plagas, como el tizón tardío, enfermedad que se adapta a diferentes tipos de climas y cuyo control se ha dificultado porque el patógeno causante de esta enfermedad ha perdido sensibilidad a fungicidas como el Metalaxyl. Además, el virus Y de la papa (PVY) reduce en gran magnitud el rendimiento del cultivo y es diseminado por áfidos vectores. Por su parte, Rosse et al. (2015) señalan que la propagación vegetativa, utilizada como método de multiplicación rápida, permite incrementar significativamente la producción de semillas; sin embargo, también puede facilitar la diseminación de patógenos. Este procedimiento es fundamental en la producción de semillas, ya que permite obtener grandes cantidades de material vegetal de alta calidad en un corto periodo de tiempo, a partir de una cantidad inicial reducida.

I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 Descripción de la realidad problemática

Debido a la constante demanda para abastecer el mercado nacional, se han desarrollado nuevos cultivares de papa tales como CIP-Poderosa Pollera, CIP-Poderosa Crocante y CIP_Poderosa Watia que son resistentes a la “ranchar” o “tizón tardío” (ocasionada por *Phytophthora infestans*) la cual es una enfermedad que daña severamente al cultivo de papa (Minera Poderosa ,2022).

Según INEI (2023), la papa ha incrementado su producción en el 2023 en a 292 mil 676 toneladas respecto al mes de julio del año anterior lo que significa un incremento de 13,3%, debido principalmente a que hubo mayor área de cosecha favorecidas por las condiciones climáticas que produjeron condiciones para un mejor crecimiento y desarrollo vegetativo de las plantas.

INIA (2017), indican que debido a las condiciones ambientales el cultivo de papa es afectada por diversas plagas, como el tizón tardío, enfermedad que se adapta a diferentes tipos de climas cuyo control se hace más difícil debido a que el patógeno causante de esta enfermedad ha perdido sensibilidad a fungicidas como el Metalaxyl. El virus Y de la papa (PVY) reduce en gran magnitud el rendimiento del cultivo y es diseminado mediante áfidos vectores. La mayoría de agricultores utilizan como tubérculo- semilla las reservas de la cosecha anterior y es en donde plagas y enfermedades sobreviven contaminando así en gran magnitud los terrenos de cultivo y eso contribuye a disminuir el rendimiento.

Rosse et al. (2015) indican que considerar la propagación vegetativa como un método de multiplicación rápida permite aumentar la tasa de reproducción, aunque también puede facilitar la diseminación de patógenos. Este proceso es de gran importancia en la producción de semillas, ya que en poco tiempo se pueden obtener grandes cantidades de semilla a partir de un material inicial reducido y de alta calidad.

1.2 Formulación del problema

1.2.1 Problema general

¿Cuál es la cantidad de tubérculos obtenidos a partir de brotes vegetativos en tres cultivares de papa con resistencia a *Phytophthora infestans*, para la producción de tubérculos-semilla de categoría básica dos?

1.2.2 Problemas específicos

¿Cuál es la producción de tubérculos-semilla obtenidos a partir de brotes vegetativos en el cultivar CIP Poderosa Watia para la categoría básica dos?

¿Cuál es la producción de tubérculos-semilla obtenidos a partir de brotes vegetativos en el cultivar CIP Poderosa Pollera para la categoría básica dos?

¿Cuál es la producción de tubérculos-semilla obtenidos a partir de brotes vegetativos en el cultivar CIP Poderosa Crocante para la categoría básica dos?

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo general

Evaluar la cantidad de tubérculos obtenidos a partir de brotes vegetativos en tres cultivares de papa con resistencia a *Phytophthora infestans*, para la producción de tubérculos-semilla categoría básica dos.

1.3.2 Objetivos específicos

Evaluar la producción de tubérculos-semilla obtenidos a partir de brotes vegetativos en el cultivar CIP Poderosa Watia para la categoría básica dos.

Evaluar la producción de tubérculos-semilla obtenidos a partir de brotes vegetativos en el cultivar CIP Poderosa Pollera para la categoría básica dos.

Evaluar la producción de tubérculos-semilla obtenidos a partir de brotes vegetativos en el cultivar CIP Poderosa Crocante para la categoría básica dos.

1.4 Justificación

La papa es uno de los cultivos más importantes en el país, ya que es un alimento esencial. La falta de conocimiento y el apoyo técnico hacia los agricultores hace que este cultivo se vea afectado principalmente en la economía, debido a los altos costos de los tubérculos – semilla. Por lo tanto, el uso de los brotes obtenidos a partir de tubérculos-semilla representa una alternativa eficaz para incrementar significativamente el índice de multiplicación (Merino et al., 1997). El cual beneficiaría a los pequeños agricultores permitiéndoles reducir los costos asociados a la adquisición de tubérculos-semilla, dado que un solo tubérculo puede generar entre 5 y 7 brotes, y cada brote trasplantado tiene el potencial de producir entre 8 y 12 nuevos tubérculos. De esta manera, se fomenta una mayor rentabilidad

y un aumento en la producción de tubérculos, contribuyendo así al fortalecimiento económico de los agricultores y la sostenibilidad del cultivo de papa en el país.

Por tal razón, se realizó el siguiente proyecto de tesis enfocándose en evaluar la producción de tubérculos- semilla a partir de brotes en tres cultivares de papa: CIP Poderosa Crocante, CIP Poderosa Pollera y CIP Poderosa Watia. Esta alternativa representa una oportunidad para que los pequeños agricultores aprovechen los brotes del tubérculo como material de propagación.

II. MARCO TEÓRICO Y EMPÍRICO

2.1 Bases teóricas

2.1.1 Cultivo de papa

La papa (*Solanum tuberosum* L.) es uno de los cultivos con mayor extensión en el mundo, ya que es cultivada en más de 100 países. Además, es uno de los alimentos que ha llegado a solventar la alimentación y la economía ante diferentes conflictos y hambrunas a nivel mundial. Aunque este cultivo predomina y se desarrolla mejor en climas templados, también puede cultivarse en climas subtropicales y tropicales. Sin embargo, la producción de papa puede verse afectada por diversos factores que no favorecen su rendimiento; por ello, es necesario un manejo adecuado para lograr altos niveles de producción (Intagro S.C., 2017).

El cultivo de papa se clasifica taxonómicamente de la siguiente manera:

Reino: Plantae

Clase: Magnoliopsida

División: Magnoliophita

Sub clase: Asteridae

Orden: Solanales

Género: *Solanum*

Familia: Solanáceas

En el cultivo de papa se pueden distinguir tres grupos. Según Gálvez Gastelú (2022), estos son:

a) Papas silvestres

Son aquellas que se encuentran en zonas montañosas y de difícil acceso. Estas crecen de forma espontánea, sus tubérculos no son comestibles y, en general, son pequeños. Además, sus estolones son delegados y muy largos, las cuales no requieren del cuidado del hombre

b) Papas malezas o semicultivadas

Son aquellas que se logran encontrar en los valles interandinos, se reproducen vegetativamente de forma espontánea en base a las condiciones ambientales. En algún momento de su periodo requiere la atención del hombre como por ejemplo del aporque. Sus estolones son gruesos y largos, y sus tubérculos pueden variar en tamaño, desde pequeños hasta grandes, además de ser comestibles.

c) Papas cultivadas

Son aquellas que son muy diversificadas en variedades y formas, y que crecen exclusivamente bajo el cuidado del hombre. Principalmente, estas especies son originarias de la región andina, son comestibles y su periodo vegetativo puede llegar a ser corto o largo. Además, se caracterizan por ofrecer buen rendimiento y buena calidad.

2.1.2 Morfología

Inostroza et al. (2017) mencionan que:

a. Raíces

El cultivo de papa puede llegar a desarrollar a partir de semilla o también de un tubérculo. Cuando su crecimiento es por semilla forma una raíz taxonomorfa con ramificaciones laterales; en cambio, cuando el crecimiento es por tubérculos, se desarrollan raíces adventicias en la parte basal de cada brote. En algunas ocasiones, también pueden formarse raíces en los estolones. Sin embargo, su sistema radicular es demasiado débil en comparación con el de otros cultivos.

b. Tallos

El tallo consta de estolones y tubérculos. Las plantas que son de semilla verdadera poseen generalmente un solo tallo principal, mientras que las que provienen de tubérculos semilla pueden llegar a producir varios tallos. Por lo general, el tallo es de color verde, aunque en algunas ocasiones puede llegar a ser color marrones, rojizos o morados. Las yemas que se forman cerca de las axilas de las hojas pueden desarrollarse en estolones, inflorescencias, tallos laterales e incluso tubérculos aéreos.

c. Estolones

Los estolones son tallos laterales que crecen horizontalmente bajo el suelo a partir de yemas. Estos tallos largos tienen como función principal la formación de tubérculos. Sin embargo, no todos los estolones forman tubérculos, ya que un estolón que no queda cubierto por el suelo puede desarrollarse en un tallo vertical con follaje.

d. Tubérculos

Los tubérculos son tallos modificados que constituyen el principal órgano de almacenamiento de la planta. El tubérculo tiene un extremo basal, que está unido al estolón, y un extremo apical o expuesto. El peridermo es una delgada capa protectora que recubre el exterior del tubérculo. El color del tubérculo puede variar mayormente entre blanco, crema, amarillo, naranja, morado o rojo, y algunos tubérculos pueden presentar hasta dos colores.

e. Brotes

Los brotes crecen a partir de las yemas ubicadas en los “ojos” del tubérculo. La parte basal del brote forma la parte subterránea del tallo. Después de la siembra, las raíces se producen rápidamente, seguidas por los estolones o tallos laterales. La parte apical del brote da origen a las hojas.

f. Hojas

Las hojas de la papa son compuestas, lo que significa que poseen un raquis central con varios pares de folíolos primarios y un solo folíolo terminal. El raquis que se encuentra por debajo del par inferior de folíolos primarios se denomina peciolo. Los folíolos primarios pueden estar interrumpidos por pequeños folíolos secundarios, y en la base de cada peciolo se encuentran dos hojuelas laterales denominadas pseudoestípulas.

g. Inflorescencia, flor

En las puntas superiores de los pedicelos se encuentran los cálices. De cada pedicelo, que se desprende del tallo, emergen las flores o frutos. Las flores de la papa son bisexuales, ya que poseen ambos sexos (masculino y femenino). Además, cuentan con las cuatro partes principales de una flor: pistilo, cáliz, estambre y corola.

2.1.3 Principales enfermedades

Corteva (2024), menciona lo siguiente:

Tizón tardío (*Phytophthora infestans*)

El tizón tardío es una enfermedad que puede devastar rápidamente el cultivo de papa, ya que ataca las hojas y los tallos en cualquier momento del desarrollo de la planta. Además, se dispersa con facilidad. La alta humedad y las temperaturas entre 18 y 22 °C favorecen considerablemente el desarrollo de esta enfermedad. Cuando el cultivo está infectado, los síntomas iniciales suelen observarse aproximadamente a los 7 días.

Para identificar esta enfermedad, los síntomas más comunes son pequeñas manchas de color marrón e incluso negro con una apariencia húmeda, las cuales se desarrollan desde los bordes o desde el ápice hacia el centro del folíolo. Estas manchas suelen presentar un halo amarillento; por otro lado, en los tallos se pueden observar manchas de color café.

Costra negra de la papa (*Rhizoctonia solani*)

Esta enfermedad provoca la formación de tubérculos deformes con costras negras, lo que reduce significativamente su calidad comercial. Afecta principalmente a los estolones y

brotos, generando manchas de color café que pueden llegar a causar la muerte del punto de crecimiento.

Se manifiesta a través de deformaciones y decapitaciones en brotes y estolones, así como por la presencia de manchas negras acompañadas de estructuras algodonosas blancas en la base de la planta. Esta patología interfiere en el desarrollo normal del cultivo, ya que provoca un retraso en el crecimiento y afecta negativamente el vigor de las plantas.

Tizón temprano

Esta enfermedad afecta principalmente el follaje y suele manifestarse alrededor de los 90 días después de la siembra, favorecida por condiciones de alta humedad y temperaturas superiores a los 25 °C.

En las hojas, se presenta en forma de manchas circulares de color pardo oscuro, rodeadas por un halo clorótico. Bajo condiciones de sequedad, el tejido afectado se agrieta y puede llegar a perforarse. Lesiones similares también se observan en los tallos, los cuales se tornan frágiles y quebradizos debido al daño estructural causado por la enfermedad.

2.1.4 Enfermedades virales de la papa

Las principales son:

- Virus s de la papa (pvs)
- Virus x de la papa (pvx)
- Virus a de la papa (pva)
- Virus y de la papa (pvy)
- Virus latente de la papa andina (apvl))
- Virus del moteado de la papa andina (apmov)
- Virus del amarillamiento de las venas de la papa (pyvv)
- Virus del enrollamiento de las hojas (plrv)

Estos virus pueden afectar a la planta en cualquier etapa de su desarrollo. Los insectos chupadores, como los áfidos, son los principales vectores responsables de su diseminación. Los síntomas que presentan las plantas infectadas incluyen amarillamiento, mosaicos foliares, enrollamiento de hojas y enanismo, lo que afecta negativamente su desarrollo y rendimiento.

2.1.5 Principales plagas

Gusano blanco (*Premnotrypes vorax*)

Esta plaga llega a ocasionar daños considerables en el cultivo.

- **Larva:** Es blanca en forma de C, su mayor población se encuentra en la formación

de los tubérculos.

- **Adulto:** Presenta un color del suelo que usualmente es de color café oscuro y llega a formar daños en forma de media luna en las hojas.

Mosca minadora (*Liriomyza quadrata*)

Esta plaga se presenta mayormente en épocas de verano, al inicio de la floración de la planta. En su estado larval, se alimenta de las hojas formando galerías y minas, lo que causa necrosis foliar. Finalmente, en su estado adulto, provoca daño realizando picaduras en las hojas.

Mosca blanca (*Trialeurodes vaporariorum*)

Esta plaga se alimenta principalmente de las hojas jóvenes de la planta, causando daños que afectan significativamente el rendimiento y la calidad del cultivo. Su alimentación, basada en la succión de savia, puede provocar amarillamiento y caída prematura de las hojas. Además, excretan una sustancia azucarada sobre la cual se desarrolla la fumagina, un hongo que limita la fotosíntesis y agrava el deterioro del estado fitosanitario de la planta.

Nematodo dorado de la papa (*Globodera pallida*)

Según Corteva (2024), estos organismos microscópicos, de forma cilíndrica y alargada, causan un daño considerable a las plantas al alimentarse de sus raíces. Aunque no son visibles a simple vista, pueden observarse cuando se encuentran en grandes concentraciones. Las plantas afectadas suelen presentar menor desarrollo, decoloración y síntomas de marchitez, los cuales pueden confundirse fácilmente con deficiencias nutricionales.

2.1.6 Técnicas de propagación de semilla de papa **Importancia de multiplicación por brotes**

Altagro (2010), menciona que:

Este es un método que permite multiplicar y sanear la semilla, eliminando de 8 a 14 virus de manera eficiente y rápida, y empleando espacios reducidos y controlados. Este proceso es clave para garantizar la calidad del material de siembra, optimizando el uso de recursos y facilitando su implementación en diversas condiciones agrícolas.

INIAP (2006), reporta que:

El uso de brotes en la producción de semilla de papa presenta diversas ventajas, tales como un alto índice de multiplicación, la posibilidad de utilizar el mismo tubérculo como

semilla y la capacidad de obtener altos volúmenes de semilla de calidad en espacios reducidos. No obstante, también presenta desventajas, como la alta inversión en mano de obra y la susceptibilidad de los brotes jóvenes a factores adversos. A pesar de ello, la producción de semilla de papa, ya sea certificada o no, representa un beneficio económico para los agricultores, ya que posee un mayor valor en el mercado en comparación con la papa destinada al consumo.

2.1.6.1 Multiplicación por brotes

Esta técnica se basa en plantar brotes obtenidos de tubérculos-semilla, los cuales se desarrollan a través del proceso fisiológico conocido como dominancia apical (Sotomayor et al., 2011).

2.1.7 Nuevos cultivares de papa en el CIP

Gastelo et al. (2016) indican que los cultivares CIP-PODEROSA CROCANTE, CIP-PODEROSA POLLERA y CIP-PODEROSA WATIA fueron desarrollados a partir de la población de mejoramiento B del Centro Internacional de la Papa (CIP), específicamente de la subpoblación B3, ciclo 2 (B3C2).

Forbes (2012) menciona que los cultivares CIP-PODEROSA CROCANTE y CIP-PODEROSA POLLERA destacan por su alta resistencia al tizón tardío, su elevado rendimiento de tubérculos, calidad para freír y por tener niveles de acrilamida inferiores a los límites recomendados por la Unión Europea ($500 \mu\text{g kg}^{-1}$ en papas fritas).

Por otro lado, Forbes et al. (2014) señalan que la variedad CIP-PODEROSA WATIA se destaca por su calidad para hornear, además de compartir las características mencionadas de las otras variedades. La evaluación de la resistencia horizontal al tizón tardío de estas variedades se llevó a cabo previamente, entre 1998 y 2008, en condiciones de campo en Oxapampa (1814 m.s.n.m., $12^{\circ}34'3''$ S, $75^{\circ}24'14''$ W) y Comas (2550 m.s.n.m., $11^{\circ}37'09''$ S, $75^{\circ}05'22''$ W), dos localidades peruanas con condiciones óptimas para el desarrollo del tizón tardío, caracterizadas por temperaturas entre 15 y 20 °C, alta humedad relativa (>80%) y una precipitación anual superior a 1500 mm.

2.1.7.1 CIP-PODEROSA CROCANTE

Gastelo (2023), reporta lo siguiente:

Hábito de crecimiento

Crecimiento erguido y de altura media, con un ciclo de madurez intermedia bajo las condiciones peruanas, alcanzando la cosecha en aproximadamente 120 días desde la siembra.

Lostallos son verdes, vigorosos y presentan una ligera pigmentación de antocianinas.

Hojas

De color verde oscuro y superficie superior mate, de tamaño mediano y disposición abierta. No presentan ondulación en los bordes, tienen una cantidad moderada de folíolos secundarios, con el segundo par de folíolos de tamaño medio y sin fusión entre los folíolos terminales y laterales.

Flores

Los botones florales presentan una pigmentación media de antocianinas, con una floración moderada y grandes inflorescencias. El pedúnculo también muestra pigmentación media de antocianinas. La corola es de tamaño mediano, de color violeta, con una pigmentación de antocianinas muy débil o ausente en su interior. Además, produce polen fértil y puede utilizarse tanto como progenitor masculino como femenino en hibridaciones.

Tubérculos

Tienen una forma ovalada con ojos superficiales, piel roja y pulpa color crema. Su tamaño varía entre 70 y 150 mm, con un promedio de 100mm, y un peso medio de 114g por tubérculo. La dormancia dura entre 90 y 100 días cuando se almacenan bajo luz difusa a una temperatura de 10-13°C. El brote es grande y de forma cónica, con pigmentación media de antocianinas y pubescencia leve en la base, mientras que la punta tiene pigmentación débil y pubescencia media. Los tubérculos tienen pocas radículas y brotes laterales cortos, y son de calidad para la preparación de papas fritas.

2.1.7.2 CIP-PODEROSA POLLERA

Gastelo (2023), menciona:

Hábito de crecimiento

El hábito de crecimiento es semi-erguido y de altura media, con una madurez intermedia de aproximadamente 120 días desde la siembra hasta la cosecha. Los tallos son verdes, vigorosos y presentan una ligera pigmentación de antocianinas.

Hojas

Las hojas son de color verde oscuro, de tamaño mediano y con un brillo moderado en la superficie superior. Tienen una apertura intermedia, con ondulación moderada en los bordes y una cantidad media de folíolos secundarios. El segundo par de folíolos es de tamaño medio y

no presentan fusión en los foliolos terminales y laterales.

Flores

Los botones florales muestran una pigmentación media de antocianinas y tienen una floración moderada con inflorescencias de tamaño medio. El pedúnculo tiene una pigmentación baja o ausente de antocianinas. La corola es de tamaño medio, de color violeta y presenta una pigmentación de antocianinas muy débil o ausente en el interior. El polen es fértil, permitiendo su uso tanto como progenitor femenino como masculino en hibridaciones.

Tubérculos

Los tubérculos tienen una forma ovalada alargada con ojos superficiales, piel amarilla con una base azul en los ojos y pulpa de color amarillo medio. Miden entre 70 y 160 mm de longitud, con un promedio de 105 mm y un peso promedio de 109 g por tubérculo. Tienen una dormancia de 90 a 100 días cuando se almacenan bajo luz difusa a temperaturas entre 10 y 13°C. Los brotes son grandes, con forma cilíndrica estrecha, tienen una pigmentación media de antocianinas y pubescencia moderada tanto en la base como en la punta. Presentan un número intermedio de radículas y brotes laterales cortos, y son de buena calidad para la elaboración de papas fritas.

2.1.7.3 CIP-PODEROSA WATIA

Gastelo (2023), da a conocer:

Hábito de crecimiento

El hábito de crecimiento es semi-erguido y de altura media, con una madurez intermedia que alcanza los 120 días desde la siembra hasta la cosecha. Los tallos son verdes, vigorosos y presentan una pigmentación media de antocianinas.

Hojas

Las hojas son de color verde intermedio, con un brillo moderado en la parte superior, de tamaño mediano y apertura intermedia. No presentan ondulación en los bordes, cuentan con una cantidad moderada de foliolos secundarios, y el segundo par de foliolos es de gran tamaño. No se observa fusión en los foliolos terminales y laterales.

Flores

Los botones florales presentan una pigmentación media de antocianinas, con una floración moderada y racimos florales de tamaño mediano. El pedúnculo tiene una

pigmentación media de antocianinas. La corola es de tamaño medio y color violeta claro, con muy poca o nula pigmentación de antocianinas en su interior. El polen es fértil, permitiendo su uso como progenitor tanto masculino como femenino en hibridaciones.

Tubérculos

Los tubérculos tienen una forma ovalada corta, con ojos algo profundos, piel de color rojoclaro y pulpa de color crema. Miden entre 70 y 130 mm de largo, con un promedio de 90 mm, y un peso promedio de 102 g por tubérculo. Su periodo de dormancia es de 90 a 100 días, almacenados bajo luz difusa a temperaturas entre 10 y 13°C. Los brotes son grandes, de forma cilíndrica ancha, con fuerte pigmentación de antocianinas y pubescencia ligera en la base, mientras que en la punta tienen pigmentación débil y pubescencia moderada. Presentan pocas raíces y brotes laterales de tamaño medio. Son ideales para hornear.

2.2 Antecedentes

A. Antecedentes internacionales

Baltazar Pérez (2015), en su investigación evaluó la producción de semilla a partir de tres cortes de esquejes de brote, con el objetivo de aumentar la producción en tres niveles de vermicompost. Concluyó que la producción de semilla de papa a través de esquejes de brote permite obtener resultados óptimos en el proceso fisiológico y productivo, basándose principalmente en el número, tamaño y peso de los tubérculos.

Rosse et al. (2015), en su investigación evaluaron la producción de semilla pre-básica de papa a partir de esquejes de brote en invernadero, con el objetivo de generar una alternativa de multiplicación y, sobre todo, de disminuir costos. Como resultado, concluyeron que las plantas producen una mayor cantidad de tubérculo semilla y que los costos se reducen de manera considerable, por lo tanto, esta alternativa garantiza un incremento significativo en la producción de tubérculo semilla. Además, realizar el proceso en un ambiente debidamente controlado asegura que la producción esté más libre de enfermedades y también de las principales plagas.

B. Antecedentes nacionales

Choque (2019), en su investigación sobre el potencial productivo de papas nativas para tubérculo-semilla a partir de brotes en ambiente protegido en dos comunidades, pudieron demostrar que no hubo diferencias significativas entre las comunidades, pero sí entre variedades utilizadas, considerando el desarrollo y el número de tallos. En cuanto al número de tubérculos por planta, sí se observaron diferencias entre las comunidades; sin embargo, en el rendimiento no hubo diferencias significativas ni entre comunidades ni entre variedades. Por

lo tanto, la producción de tubérculo semilla de papa partir de brote es rentable.

2.3 Definición de términos básicos

2.3.1 Variable dependiente: Producción de tubérculos semilla categoría básica dos

A. Definición

Representa al conjunto de características agronómicas que reflejan el rendimiento del cultivo en la etapa de generación de semilla básica dos, obtenida a partir de brotes.

B. Dimensiones

1. Crecimiento vegetativo (D1)
2. Rendimiento de tubérculos semilla (D2)

C. Indicadores

- D1 -Tamaño de planta:
Altura total de la planta, medida desde la base del tallo hasta el ápice más alto. Se expresa en centímetros (cm).
- D1-Diámetro de planta:
Espesor del tallo principal, medido en milímetros (mm), a una altura estándar desde la base de la planta.
- D2-Número de tubérculos:
Cantidad total de tubérculos formados por cada planta al culminar el ciclo del cultivo.
- D2-Peso de tubérculos:
Peso total de los tubérculos producidos por cada planta, expresado en gramos (g).
- D2-Calibre de tubérculos:
Diámetro promedio de los tubérculos obtenidos, medido en su parte más ancha. Se expresa en milímetros (mm).

D. Teorías

- Teorías del crecimiento y desarrollo vegetal
- Bases fisiológicas del rendimiento en papa
- Principios de producción de semilla certificada

2.3.2 Variable independiente: Cultivar de papa

A. Definición

Es el material genético utilizado como unidad experimental. Corresponde a tres cultivares desarrollados por el Centro Internacional de la Papa (CIP), seleccionados por su

rendimiento, calidad y adaptabilidad, empleados en la obtención de tubérculos semillas categoría básica dos.

B. Dimensiones

- CIP Poderosa Pollera
- CIP Poderosa Crocante
- CIP Poderosa Watia

C. Indicadores

- CIP Poderosa Pollera
- CIP Poderosa Crocante
- CIP Poderosa Watia

D. Teorías

- **Teoría del crecimiento y desarrollo de cultivos**

Explica cómo los procesos fisiológicos de la planta (germinación, crecimiento vegetativo, diferenciación y formación de órganos) determinan el rendimiento del cultivo. En el cultivo de papa, estos procesos están estrechamente relacionados con el número, peso y calibre de los tubérculos semilla obtenidos.

- **Teoría del rendimiento agrícola**

Señala que el rendimiento de un cultivo como el caso de la papa, es el resultado de la interacción entre factores genéticos (cultivar), fisiológicos (estado del brote), agronómicos (manejo) y ambientales. Esta teoría nos permite analizar cómo estas variables inciden en la cantidad y calidad de los tubérculos semilla categoría básica dos.

- **Teoría de la producción de semilla certificada**

Plantea que la producción de semilla de calidad implica mantener estándares fisiológicos, genéticos y sanitarios. En el caso del estudio de semilla básica dos a partir de brotes, se busca uniformidad, sanidad y vigor, elementos que dependen del material inicial (brote), del cultivar y de las condiciones de producción.

III. HIPÓTESIS Y VARIABLES

3.1 Hipótesis

3.1.1 *Hipótesis general*

La producción de tubérculos a partir de brotes vegetativos varía significativamente entre los tres cultivares de papa (CIP Poderosa Watia, CIP Poderosa Pollera, CIP Poderosa Crocante) con resistencia a *Phytophthora infestans* para la producción de tubérculos semilla de categoría básica dos.

3.1.2 *Hipótesis específicas*

El cultivar CIP Poderosa Watia produce una cantidad significativa de tubérculos-semilla a partir de brotes vegetativos, adecuada para alcanzar la categoría básica dos.

El cultivar CIP Poderosa Pollera produce una cantidad significativa de tubérculos-semilla a partir de brotes vegetativos, adecuada para alcanzar la categoría básica dos.

El cultivar CIP Poderosa Crocante produce una cantidad significativa de tubérculos semilla a partir de brotes vegetativos, adecuada para alcanzar la categoría básica dos.

3.2 Definición conceptual de variables

Variable independiente

- CIP Poderosa Pollera
- CIP Poderosa Crocante
- CIP Poderosa Watia

Variable dependiente

- Tamaño de planta

Es la altura total de la planta medida desde la base del tallo hasta el ápice más alto, expresada en centímetros.

- Diámetro de planta

Es el espesor del tallo principal de la planta, medido en milímetros, a una altura estándar desde la base.

- Número de tubérculos

Cantidad total de tubérculos formados por cada planta al finalizar el ciclo de cultivo.

- Peso de tubérculo

Es el peso total de los tubérculos producidos por cada planta, el cual esta expresada en gramos.

- Calibre de tubérculo

Es el diámetro promedio de los tubérculos obtenidos, medido en su parte más ancha, el cual está expresado en milímetros.

3.3 Operacionalización de variables

Tabla 1

Operacionalización de variables

	VARIABLES	DEFINICIÓN OPERACIONAL	INDICADORES	UNIDADES DE MEDIDA	ESCALA DE MEDICIÓN
VARIABLE INDEPENDIENTE	CIP Poderosa Pollera	Cultivares de papa desarrollados por el CIP con resistencia a enfermedades	Presencia del cultivar	No aplica	Nominal
	CIP Poderosa Crocante				
	CIP Poderosa Watia				
VARIABLE DEPENDIENTE	Tamaño de planta	Longitud de la planta desde el cuello del tallo hasta la parte apical.	Altura promedio de planta.	Centímetros (cm)	Continua
	Diámetro de planta	Media transversal de la planta en su parte más ancha.	Diámetro promedio de planta.	Centímetros (cm)	Continua
	Número de tubérculos	Cantidad de tubérculos formados por planta.	Número de tubérculos por planta.	Cantidad (unidades)	Discreta
	Peso de tubérculo	Masa promedio de los tubérculos cosechados por plante.	Peso promedio de tubérculos.	Gramos (g)	Continua
	Calibre de tubérculo	Diámetro promedio de los tubérculos cosechados, medido de su parte más ancha.	Diámetro promedio por tubérculo.	Milímetros (mm)	Continua

Nota. Elaboración propia (2024)

IV. DISEÑO METODOLÓGICO

4.1 Tipo de investigación

Según el propósito, este estudio es de tipo básico, ya que busca generar conocimientos de manera sistemática y, sobre todo, metodológica para ampliar el conocimiento existente. Esto es importante porque el cultivo de papa tiene, teóricamente, un manejo general que puede proporcionar una buena producción. El estudio se basa en diversos aspectos, especialmente en adquirir conocimientos sanitarios que permitan llevar un mejor control y, de esta manera, evitar que el cultivo rinda de forma insuficiente.

En cuanto al nivel de conocimientos, el estudio es de tipo explicativo, porque el objetivo es comprobar si, a partir de esquejes, se puede obtener un mayor rendimiento en el cultivo de las nuevas variedades de papa: Poderosa Pollera, Poderosa Crocante y Poderosa Watia. Así, se busca argumentar las posibles consecuencias que pueden surgir a partir de algunos factores de estudio.

Finalmente, según la relación con el tiempo, el estudio fue de tipo transversal, ya que se realizó el análisis de los datos recopilados durante un periodo determinado.

4.2 Diseño de investigación

El desarrollo del proyecto se llevó a cabo en la empresa Vivero Los Viñedos S.A.C. El experimento se realizó bajo un Diseño Completamente al Azar (DCA), con tres tratamientos y cinco repeticiones. Se desarrolló en un módulo de malla antiáfida, en condiciones controladas, contando con una población de 90 plantas, distribuidas en 30 plantas por tratamiento y 6 plantas por unidad experimental. Esto se llevó a cabo siguiendo los lineamientos propuestos por Díaz Rosell (2006) para el uso del DCA en condiciones experimentales controladas.

Tabla 2

Tratamientos

Tratamientos	Descripción
T1	CIP Poderosa Watia
T2	CIP Poderosa Pollera
T3	CIP Poderosa Crocante

Nota. Elaboración: Propia (2024)

4.3 Método de investigación

El método de investigación utilizado fue experimental, debido a que se realizó la manipulación en los cultivares de papa utilizados para observar el efecto sobre la variable dependiente. Se aplicó un enfoque cuantitativo, permitiendo la recolección y análisis de datos numéricos mediante mediciones directas de parámetros agronómicos como altura de planta, número de tubérculos, ancho, peso y diámetro de tubérculo.

4.4 Población y muestra

Población

La población del estudio estuvo conformada por 90 plantas de papa, distribuidas en tres tratamientos, con 30 plantas por tratamiento. Cada tratamiento se dividió en cinco unidades experimentales, compuestas por 6 plantas cada una, mantenidas bajo las mismas condiciones de manejo agronómico.

Muestra

La muestra estuvo constituida por 4 plantas seleccionadas por cada unidad experimental, lo que representa un total de 20 plantas por tratamiento. En consecuencia, se evaluaron 60 plantas en total. La selección de las plantas se realizó de manera aleatoria dentro de cada unidad experimental, con el fin de garantizar la representatividad de la muestra y reducir el sesgo en la toma de datos.

4.5 Lugar de estudio

El trabajo de investigación se ejecutó en laboratorio de investigación y desarrollo de la empresa Vivero los Viñedos SAC, ubicado en las siguientes coordenadas.

Coordenadas

Longitud: 76°09'42''

Latitud: 13°27'32''

Altitud: 33 m s. n. m.

Ubicación Política del Experimento

Departamento: Ica

Provincia: Chincha

Distrito: Chincha baja

4.6 Procedimiento de la investigación

4.6.1 Adquisición de los materiales

En esta etapa se adquirieron los materiales necesarios para el desarrollo del proyecto. Como materiales principales se utilizaron tubérculos de semilla básica 1, los cuales constituyeron la base para la obtención de brotes. Asimismo, se contó con un sustrato

compuesto por fibra de coco, turba, arena y humus, formulado para garantizar un adecuado desarrollo radicular y del cultivo en general.

Entre los materiales complementarios o secundarios se adquirieron bolsas de polietileno, cajas cosecheras, tijeras, tutores, así como productos foliares y fertilizantes necesarios para el manejo y seguimiento del cultivo.

4.6.2 Preparación de sustrato

Se realizó una mezcla en una proporción de 1:1:1:1 de turba, arena, fibra de coco y humus esta mezcla aportó múltiples beneficios para el desarrollo del cultivo de papa. La turba destacó por su alta capacidad de retención de agua, lo que permitió mantener la humedad del sustrato y reducir la frecuencia de riego; además, al descomponerse, liberó nutrientes de manera gradual, favoreciendo el crecimiento del cultivo. La fibra de coco también contribuyó a una buena retención de agua, mejoró la circulación del aire en el sustrato y facilitó el desarrollo radicular y de los tubérculos al liberar nutrientes esenciales de forma progresiva. Por su parte, la arena permitió un adecuado drenaje, evitando encharcamientos y asegurando la oxigenación de las raíces.

4.6.3 Preparación del lugar

Se tuvo listo el área en la cual se pudo comenzar a realizar el proceso inicial, donde se colocaron los tubérculos en las cajas cosecheras para que pudieran generar los brotes que posteriormente se trasplantaron a las bolsas de polietileno. Estos tubérculos estuvieron colocados con sustrato solo para que cubriera los tubérculos. Posteriormente, después de aproximadamente 15 días, se realizó el siguiente proceso de trasplante de los brotes. Se debió tener en cuenta que el lugar donde estuvieron ubicadas las plantas fue un ambiente controlado.

4.6.4 Condiciones ambientales

La infraestructura donde se realizó el experimento fue una casa malla. Las condiciones ambientales que se registraron durante el periodo del ensayo fueron controladas para asegurar un desarrollo óptimo de las plantas. La temperatura dentro de la casa malla osciló entre los 22 y 32 °C durante el día, mientras que por las noches descendía hasta los 18°C. La humedad relativa se mantuvo en un rango de 60% a 75%, y la luminosidad fue aprovechada al máximo, con una media de 12 horas de luz solar diaria.

4.6.5 Corte de brotes a trasplantar

Al cabo de 15 días, para realizar los cortes de brotes, se contó previamente con los materiales necesarios: guantes, tijeras y alcohol. En primer lugar, se retiró cuidadosamente el brote de cada cultivar, procurando no dañar ni romper sus raíces, debido a su extrema delicadeza. Una vez retirado, se cortó a aproximadamente 1 cm de la base utilizando tijeras

previamente desinfectadas con alcohol, con el objetivo de estimular el desarrollo de nuevas raíces. Luego, se prepararon bolsas de polietileno con sustrato, se hizo un pequeño orificio en el centro de cada bolsa con el dedo y se trasplantó el brote, colocándolo con cuidado para no dañar sus raíces. Después, se cubrió el orificio con sustrato para asegurar la estabilidad del brote. Finalmente, se realizó un riego ligero con agua para mantener la humedad del sustrato y evitar que la planta sufra estrés.

4.6.6 Aplicación de fertilizantes

Después de 8 días de haber realizado el trasplante, se procedió a la fertilización de los tres cultivares de papa, con un complejo de micronutrientes y fosfato diamónico que contenía Nitrógeno (N) 18 % y Fósforo (P₂O₅) 46 % usando el producto comercial YARAMILA e una dosis de 7 gramos por planta.

4.6.7 Aplicación foliar

Se procedió a la aplicación foliar, utilizando YARAVITA que contenía P₂O₅ 440 g/l, K₂O 75 g/l, Mg 40 g/l y Zn 46 g/l a una dosis de 4 ml por litro.

4.6.8 Aporque

Se realizó el primer aporque, agregando sustrato alrededor del cuello de la planta e incorporando un fertilizante con contenido de N total 15.45%, N nítrico 14.25%, N amoniacal 1.2%, CaO 26% y B 0.3%. El segundo aporque se efectuó un mes después del primero.

4.6.9 Aplicación foliar

En esta etapa se procedió a realizar una aplicación foliar que contenía 8% de fósforo y 50% de potasio, al inicio de la tuberización, con la finalidad de que el producto ayudara al momento de llenado del tubérculo.

4.6.10 Manejo fitosanitario

El manejo fitosanitario fue preventivo, realizando monitoreos semanales para detectar la presencia de plagas y enfermedades.

4.6.11 Riego

El riego se realizó de manera manual con ayuda de una manguera, la frecuencia de riego fue 3 veces a la semana en plantas pequeñas y 2 veces a la semana en plantas grandes.

4.6.12 Corte de follaje

El corte de follaje se realizó cuando la planta estuvo culminando su proceso fenológico; esta labor se llevó a cabo con la ayuda de una tijera de podar.

4.6.13 Cosecha

La cosecha se realizó 8 días después del corte de follaje, asegurando que los tubérculos alcanzaran su tamaño óptimo y calidad antes de ser recolectados.

4.7 Técnicas e instrumentos para la recolección de datos

Para la recolección de datos se emplearon técnicas cuantitativas basadas en la observación directa y la medición de variables agronómicas de interés.

Observación directa: Se realizó un seguimiento continuo al desarrollo de las plantas desde la siembra hasta la cosecha, registrando visualmente el estado fenológico, vigor, sanidad de los brotes y plantas en cada cultivar.

Medición de variables:

- Se cuantificó el número de brotes obtenido por tubérculo.
- Se midió el número total de tubérculos producidos por planta.
- Se determinó el peso fresco total de tubérculos por planta, utilizando una balanza digital de precisión.
- Se evaluó el diámetro promedio de tubérculos utilizando un vernier.
- Se evaluó la altura de planta, utilizando una cinta métrica.

Instrumentos empleados

- Fichas de registro de datos de campo
- Balanza digital
- Cinta métrica o calibrador
- Cámara fotográfica
- Calculadora o software
- Laptop
- Materiales de escritorio

4.8 Análisis y procesamiento de datos

Los datos recolectados en el módulo de malla antiáfida (altura de planta, diámetro de tallo, número de tubérculos, peso y diámetro de tubérculos) fueron organizados en una hoja de cálculo utilizando Microsoft Excel 2019. Para el análisis inferencial, se utilizó el software R versión 4.5.0, donde se realizó un análisis de varianza para determinar las diferencias estadísticas entre tratamientos y realizar la comparación de medias con Duncan.

V. RESULTADOS

5.1 Resultados descriptivos

5.1.1 *Altura de planta*

La altura de planta fue una de las variables agronómicas evaluadas en los tres cultivares de papa. Se observó que el tratamiento T1 (CIP Poderosa Watia) presentó la mayor altura promedio con 90.134 cm, seguido del tratamiento T3 (CIP Poderosa Crocante) con 78.198 cm, y finalmente el tratamiento T2 (CIP Poderosa Pollera) con 69.050 cm.

El valor promedio general para la variable altura de planta fue de 79.12 cm, con un coeficiente de variación (CV) de 4.47%, lo que indica una alta precisión experimental y baja dispersión de los datos.

5.1.2 *Diámetro de tallo*

En la variable diámetro de tallo, se mostró que el mejor tratamiento fue el T1 con un promedio de 3.312 mm, seguido por T3 con 2.738, y T2 con 2.672 mm.

En cuanto al número de tubérculos por planta, se evidenciaron contrastes importantes entre las tres variedades evaluadas. La variedad CIP Poderosa Pollera (T2) registró el mayor número de tubérculos por planta con un promedio de 12.104, destacando su alta capacidad de multiplicación vegetativa. En segundo lugar, se ubicó el tratamiento T1 (CIP Poderosa Watia) con un promedio de 8 tubérculos por planta, el cual indica un buen comportamiento reproductivo. Finalmente, el tratamiento T3 (CIP Poderosa Crocante) presentó el número más bajo con 4.4 tubérculos por planta, lo que podría deberse a su tendencia a producir tubérculos de mayor tamaño, pero en menor cantidad.

5.1.3 *Número de tubérculos por planta*

El T2 (CIP Poderosa Pollera) registró el mayor número de tubérculos por planta con un promedio de 12.104, destacando su alta capacidad de multiplicación vegetativa. Seguidamente el T1 (CIP Poderosa Watia) se ubicó en segundo lugar con un promedio de 8 tubérculos por planta, indicando un buen comportamiento reproductivo. Finalmente, el T3 (CIP Poderosa Crocante) presentó el número más bajo con 4 tubérculos por planta.

5.1.4 *Peso total de tubérculos por planta*

El análisis del peso total de los tubérculos por planta mostró que el T1 (CIP Poderosa Watia) obtuvo el mayor rendimiento promedio con 347.432 g por planta, lo que evidencia un desarrollo del cultivo y una alta productividad individual. Seguido a ello está el T2 (CIP Poderosa Pollera) que alcanzó un promedio de 241.702 g por planta. Y finalmente el T3 (CIP Poderosa Crocante) registró el menor peso total con 200.264 g por planta, lo que puede deberse a la menor cantidad de tubérculos formados.

5.1.5 Diámetro de tubérculos

En cuanto al diámetro de los tubérculos, los datos muestran que el T3 (CIP Poderosa Crocante) alcanzó el mayor valor promedio con 48.460 mm, superando ligeramente al T1 (CIP Poderosa Watia), que registró 47.622 mm. Por otro lado, el T2 (CIP Poderosa Pollera) obtuvo el menor diámetro promedio con 39.998 mm, lo que sugiere una producción de tubérculos más pequeños.

5.2 Resultados inferenciales

5.2.1 Análisis de varianza – Altura de planta

Tabla 3

Análisis de varianza de altura de planta

F.V	g.l	SC	CM	F	p-valor	Sig
Tratamientos	2	1117.8	558.9	44.53	<0.001	**
Error	12	150.6	12.6			
Total						
X= 79.12				CV= 4.47		

Nota. g.l = grado de libertad; SC = suma de cuadrados; CM = cuadrado medio; F = estadístico F

En la Tabla 3 del análisis de varianza indica que existen diferencias estadísticas altamente significativas ($F=44.53$; $p<0.001$) en la altura de planta entre los tres cultivares de papa evaluados. Esto significa que la variable altura de planta responde de manera diferente según el cultivar, evidenciando un efecto claro del genotipo sobre esta característica agronómica. El coeficiente de variación ($CV=4.47\%$) muestra que la variabilidad experimental es baja, lo cual refuerza la confiabilidad de los resultados.

Tabla 4

Prueba de significación de los promedios de altura de planta según Duncan

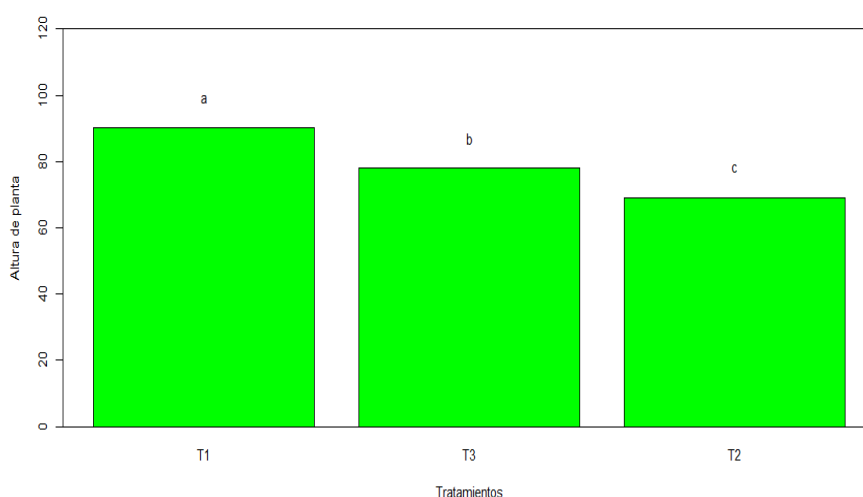
O.M	Tratamiento	AP (cm)	Sig
1	T1 (CIP Poderosa Watia)	90.134	a
2	T3 (CIP Poderosa Crocante)	78.198	b
3	T2 (CIP Poderosa Pollera)	69.050	c

Nota. AP = Altura de planta; Sig = Significación.

En la prueba de comparación de medias mediante el método de Duncan (Tabla 4), el T1 (CIP Poderosa Watia) presenta la mayor altura promedio con 90.134 cm, ubicándose en el primer lugar según el orden de mérito. El T3 (CIP Poderosa Crocante) se encuentra en un grupo intermedio con 78.198 cm, significativamente menor que T1, pero mayor que T2. Finalmente, el T2 (CIP Poderosa Pollera) tiene menor altura promedio con 60.050 cm. Estos resultados indican que el cultivar CIP Poderosa Watia tiene un crecimiento vegetativo más vigoroso en términos de altura, lo que puede asociarse a una mayor capacidad fotosintética o vigor general, factores que podrían influir en la producción y calidad de tubérculos para semilla categoría básica dos.

Figura 1

Altura de planta



Nota. T1 (90.134 %), T3 (78.198 %) y T2 (69.050 %). Elaboración propia (2025)

5.2.2 Análisis de varianza – Diámetro de tallo

Tabla 5

Análisis de varianza de diámetro de tallo

F.V	g.l	SC	CM	F	p-valor	Sig
Tratamientos	2	1.23	0.61	233.5	<0.001	**
Error	12	0.031	0.002			
Total						
$X = 2.90$				$CV = 1.77$		

Nota. g.l = grado de libertad; SC = suma de cuadrados; CM = cuadrado medio; F = estadístico F; Sig = Significación.

En la Tabla 5, correspondiente al análisis de varianza del diámetro de tallo, se observa que la fuente de variación tratamientos presenta una diferencia estadística altamente significativa ($F = 233.5$; $p < 0.001$). Esto indica que los tres cultivares evaluados difieren estadísticamente en cuanto al diámetro de tallo, lo cual es un indicador importante del vigor y desarrollo vegetativo de las plantas.

El coeficiente de variación es de 1.77, lo cual indica una alta precisión en los datos experimentales y un control adecuado de la variabilidad experimental.

Tabla 6

Prueba de significación de los promedios de diámetro de tallo

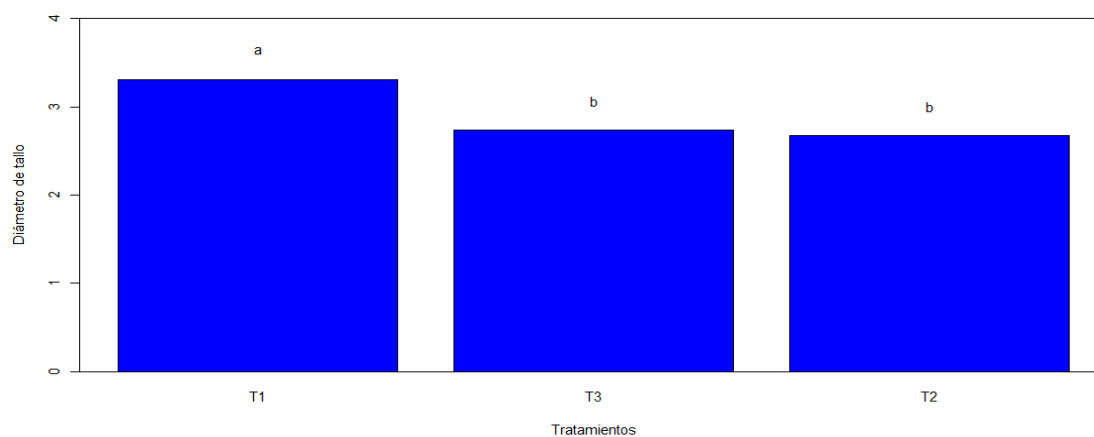
O.M	Tratamiento	Diámetro de tallo (mm)	Sig
1	T1 (CIP Poderosa Watia)	3.312	a
2	T3 (CIP Poderosa Crocante)	2.738	b
3	T2 (CIP Poderosa Pollera)	2.672	b

Nota: Elaboración propia (2025)

En la Tabla 6, muestra la comparación de medias mediante la prueba de Duncan para el diámetro de tallo. Se observa que el T1 (CIP Poderosa Watia) presentó el mayor diámetro promedio con 3.312 mm, ubicándose en el primer lugar según el orden de mérito. Seguidamente, los cultivares T3 (CIP Poderosa Crocante) y T2 (CIP Poderosa Pollera) mostraron diámetros menores y estadísticamente similares, con valores de 2.738 mm y 2.672 mm.

Figura 2

Diámetro de tallo



Nota. T1 (3.212 mm), T3 (2.738 mm) y T2 (2.672 mm). Elaboración propia (2025).

5.2.3 Análisis de varianza – número de tubérculos

Tabla 7

Análisis de varianza de número de tubérculo

F.V	g.l	SC	CM	F	p-valor	Sig
Tratamientos	2	148.59	74.30	252.8	<0.001	**
Error	12	3.53	0.29			
Total						
X= 8.16				CV= 6.63		

Nota. g.l = grado de libertad; SC = suma de cuadrados; CM = cuadrado medio; F = estadístico F; Sig = Significación.

En la Tabla 7, del análisis de varianza de la variable número de tubérculos, se observa que existe una diferencia estadística altamente significativa entre los tratamientos (F = 252.8; $p < 0.001$). Esto indica que el número de tubérculos producidos varía significativamente entre los cultivares CIP Poderosa Pollera, CIP Poderosa Watia y CIP Poderosa Crocante.

El coeficiente de variabilidad es de 6.63, lo cual indica que es relativamente bajo e indica una adecuada precisión en la experimentación y un control adecuado de la variabilidad experimental.

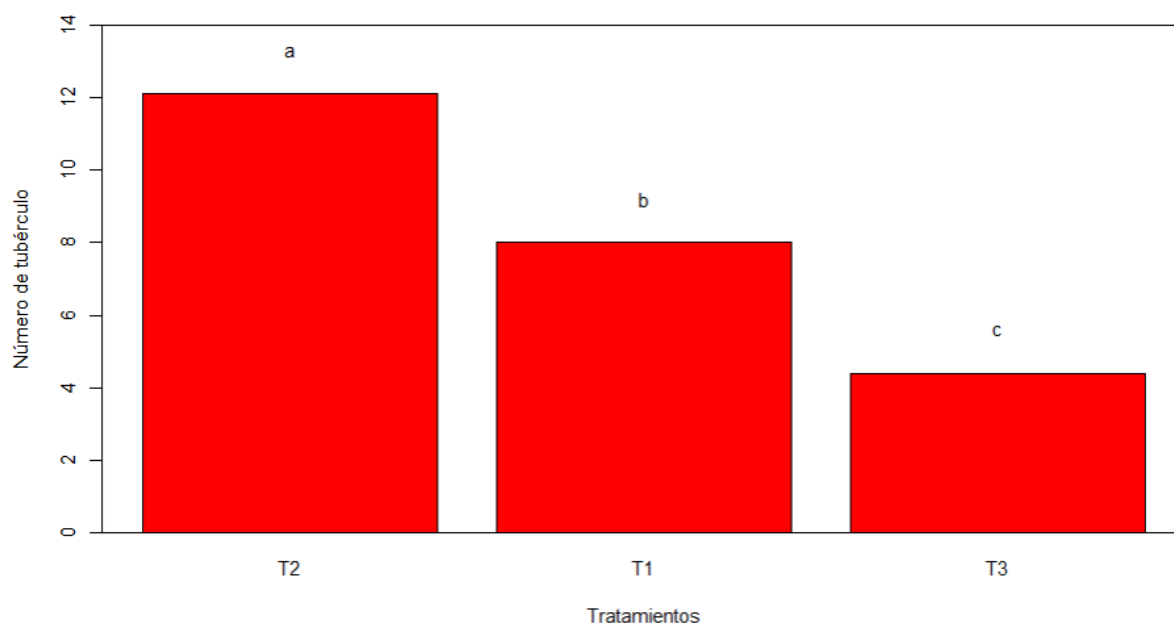
Tabla 8

Prueba de significación de los promedios de diámetro de tallo

O.M	Tratamiento	Número de tubérculos	Sig
1	T2 (CIP Poderosa Pollera)	12	a
2	T1 (CIP Poderosa Watia)	8	b
3	T3 (CIP Poderosa Crocante)	4	c

Nota: Elaboración propia (2025)

En la Tabla 8 de la comparación de medias de número de tubérculos el T1 (CIP Poderosa Pollera) ocupa el primer lugar con 12 tubérculos, seguido a ello se encuentra el T1 (CIP Poderosa Watia) con 8 tubérculos y finalmente el T3 (CIP Poderosa Crocante) ocupa el tercer lugar con 4 número de tubérculos. Los resultados obtenidos en la investigación indican que el cultivar CIP Poderosa Pollera tienen un mayor potencial para la producción de tubérculos.

Figura 3*Número de tubérculos*

Nota. T2 (12), T1 (8) y T3 (4) tubérculos por tratamiento

5.2.4 Análisis de varianza – peso total de tubérculos

Tabla 9*Análisis de varianza de peso total de tubérculo*

F.V	g.l	SC	CM	F	p-valor	Sig
Tratamientos	2	57591	28795	10.83	0.002	**
Error	12	31896	2658			
Total						
X= 263.13				CV= 19.59		

Nota. g.l = grado de libertad; SC = suma de cuadrados; CM = cuadrado medio; F = estadístico F; Sig = Significación.

En la Tabla 9 del análisis de varianza, en la fuente de tratamientos de la variable peso total de tubérculos se puede observar que existe una diferencia estadística altamente significativa entre tratamientos ($F = 10.83$; $p < 0.002$). Esto indica que el peso total de

tubérculos varía de forma significativa entre los cultivares CIP Poderosa Watia, CIP Poderosa Pollera y CIP Poderosa Crocante.

Tabla 10

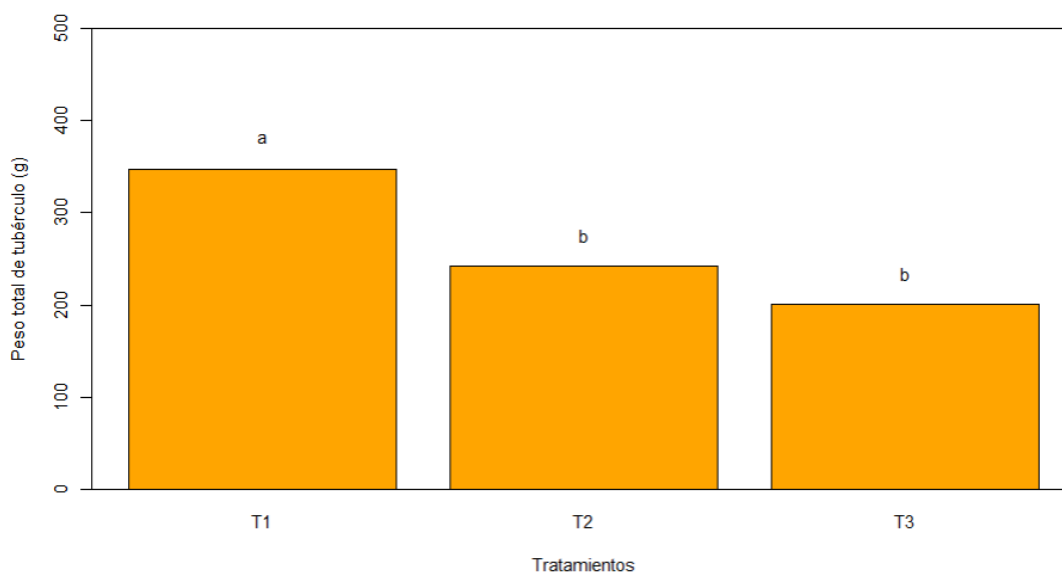
Prueba de significación de los promedios de peso total de tubérculos

O.M	Tratamiento	Peso total de tubérculos (g)	Sig
1	T1 (CIP Poderosa Watia)	347.432	a
2	T2 (CIP Poderosa Pollera)	241.702	b
3	T3 (CIP Poderosa Crocante)	200.264	b

En la Tabla 10 de la comparación de medias de peso total de tubérculos el T1 (CIP Poderosa Watia) ocupa el primer lugar con 347.432 g, seguido a ello se encuentra el T2 (CIP Poderosa Pollera) con 241.702 g y finalmente el T3 (CIP Poderosa Crocante) ocupa el tercer lugar con 200.264 g. Estos resultados indican que el cultivar CIP Poderosa Watia tiene un mayor potencial para producir tubérculos con mayor peso total, el cual es una respuesta favorable para la producción de tubérculo semilla categoría básica dos.

Figura 4

Peso total de tubérculo



Nota. T1 (347.432 g), T2 (241.702 g) y T3 (200.264 g)

5.2.5 Análisis de varianza – diámetro de tubérculo

Tabla 11

Análisis de varianza de diámetro de tubérculo

F.V	g.l	SC	CM	F	p-valor	Sig
Tratamientos	2	217.4	108.69	4.247	0.0403	*
Error	12	307.1	25.59			
Total						
X= 45.36				CV= 11.15		

Nota. g.l = grado de libertad; SC = suma de cuadrados; CM = cuadrado medio; F = estadístico F; Sig = Significación.

En la Tabla 11 del análisis de varianza, en la fuente de tratamientos de la variable diámetro de tubérculos se puede observar que existe una diferencia estadística significativa ($F = 4.247$; $p = 0.0403$). Esto indica que existen diferencias en el diámetro promedio de los tubérculos producidos por los cultivares CIP poderosa watia, CIP poderosa crocante y CIP poderosa pollera.

El coeficiente de variabilidad es de 11.15, indica una variabilidad aceptable en los datos, lo que sugiere un control adecuado de las condiciones experimentales y confiabilidad en los resultados obtenidos en la investigación.

Tabla 12

Prueba de significación de los promedios de diámetro de tubérculo

O.M	Tratamiento	Diámetro de tubérculo (mm)	Sig
1	T3 (CIP Poderosa Crocante)	48.460	a
2	T1 (CIP Poderosa Watia)	47.622	a
3	T2 (CIP Poderosa Pollera)	39.998	a

En la Tabla 12 de la comparación de medias de diámetro de tubérculos el T3 (CIP Poderosa Crocante) ocupa el primer lugar con 48.460 mm, seguido a ello se encuentra el T1 (CIP Poderosa Watia) con 47.622 mm y finalmente el T2 (CIP Poderosa Pollera) ocupa el tercer lugar con 39.998 mm.

El coeficiente de variabilidad es de 19.59, indica una variabilidad aceptable en los datos, lo que sugiere un control adecuado de las condiciones experimentales y confiabilidad en los resultados obtenidos en la investigación.

Tabla 14

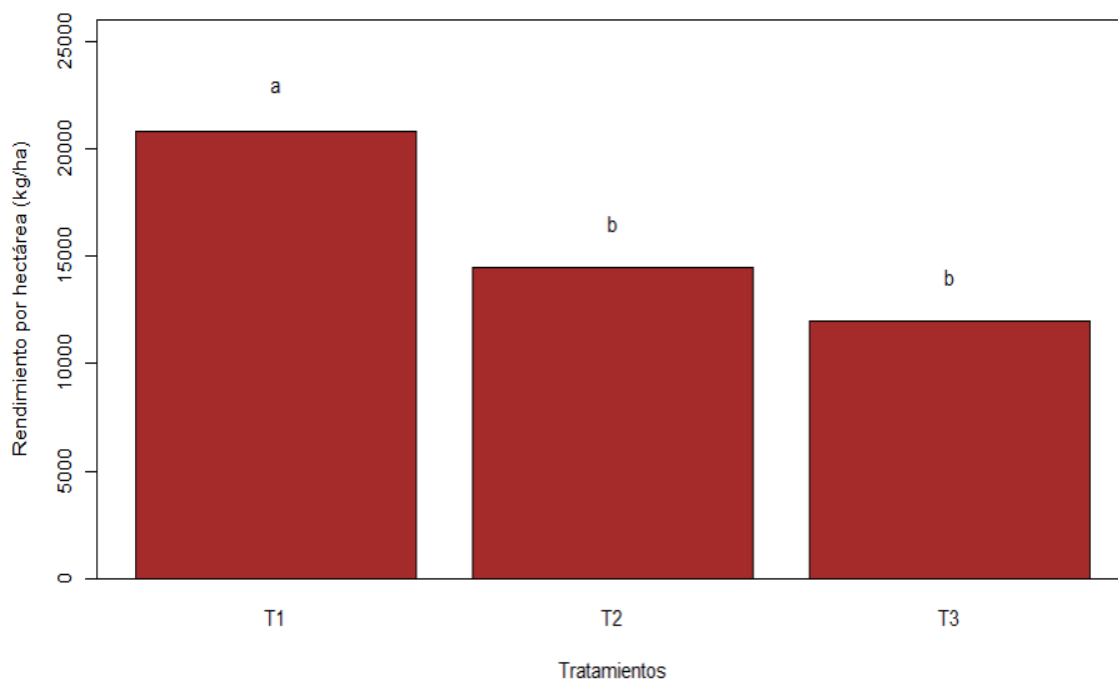
Prueba de significación de los promedios de rendimiento por hectárea

O.M	Tratamiento	Rendimiento por hectárea (kg/ha)	Sig
1	T1 (CIP Poderosa Watia)	20846.00	a
2	T2 (CIP Poderosa Pollera)	14502.16	b
3	T3 (CIP Poderosa Crocante)	12015.84	b

En la Tabla 14 de la comparación de medias de rendimiento por hectárea el T1 (CIP Poderosa Watia) ocupa el primer lugar con 20846.00 kg/ha, seguido a ello se encuentra el T2 (CIP Poderosa Pollera) con 14502.16 kg/ha y finalmente el T3 (CIP Poderosa Crocante) ocupa el tercer lugar con 12015.84 kg/ha.

Figura 6

Rendimiento por hectárea



Nota. T1 (20846.00 kg/ha), T2 (14502.16 kg/ha) y T2 (12015.84 kg/ha)

VI. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

En la variable altura de planta, el tratamiento T1 (CIP Poderosa Watia) alcanzó la mayor altura con 90.134 cm, seguido del T3 (CIP Poderosa Crocante) con 78.198 cm, y finalmente el T2 (CIP Poderosa Pollera). Estos resultados coinciden con los hallazgos de Sánchez (2023), quien reportó que a los 90 días después del trasplante, el tratamiento 4 (cuatro brotes) alcanzó una altura promedio de 86.05 cm, superando estadísticamente al tratamiento 2 (dos brotes), que registró 64.40 cm. Esta diferencia se debe al número de brotes por golpe, lo que incrementa la competencia por luz, agua y nutrientes, favoreciendo un mayor crecimiento en altura.

En cuanto al diámetro de tallo, el tratamiento T1 (CIP Poderosa Watia) presentó el mayor valor con 3.312 mm, seguido del T3 (CIP Poderosa Crocante) con 2.738 mm y, por último, el T2 (CIP Poderosa Pollera) con 2.672 mm. Sánchez (2023), reporta que el vigor de la planta se asocia con un mayor diámetro de tallo, destacando que el tratamiento con un solo brote obtuvo una media de 1.60 cm, considerándose "vigoroso". Este comportamiento se explica por la reducción de la competencia por recursos esenciales, como agua, nutrientes y luz, a medida que disminuye el número de brotes. En esta misma línea, Almeida et al. (2016), señalan que la proximidad entre plantas reduce el diámetro del tallo, mientras que los mayores calibres se obtienen en condiciones de menor densidad de siembra.

En relación con el número de tubérculos, el tratamiento T1 (CIP Poderosa Pollera) obtuvo el mayor promedio con 12.104 tubérculos, seguido del T1 (CIP Poderosa Watia) con 8.000 tubérculos, y el T3 (CIP Poderosa Crocante) con 4.400 tubérculos. De manera similar, Valverde Samekash y Bobadilla Rivera (2017), reportaron que el tratamiento T4 alcanzó 13.85 tubérculos por planta, seguido del T3 con 11.62, mientras que el T8 registró el menor valor con 9.04 tubérculos. Choque et al. (2021), señaló que el número de tubérculos a partir de brotes fue de 8.67 a 11.68 tubérculos por planta. Estos resultados evidencian que la densidad de plantas influye directamente sobre la producción de tubérculos, mientras que la fertilización no necesariamente determina su cantidad. Zamora et al. (2008), destacan que la densidad de siembra es un factor clave en la producción de tubérculos por planta. Por otro lado, Canqui y Morales (2009), enfatizan que el aporque contribuye a la eliminación de malezas, la protección contra heladas y el exceso de humedad, además de proporcionar un espacio adecuado para el desarrollo de los tubérculos. Además, factores ambientales como la temperatura pueden influir significativamente en la energía disponible para la producción de tubérculos (Rouselle et al., 1999).

En cuanto al peso total de tubérculos, el tratamiento T1 (CIP Poderosa Watia) registró el mayor valor con 347.432 g, seguido del T2 (CIP Poderosa Pollera) con 241.702 g y del T3

(CIP Poderosa Crocante) con 200.264 g. Estudios previos presentan resultados similares. Por ejemplo, Quispe et al. (2018) reportaron valores entre 0.137 y 0.201 kg/planta en trasplantes de plántulas de 5 a 6 cm de altura en distintas variedades de papa. Asimismo, Baltazar (2014) indicó que el peso por planta varió de 0.55 kg en esquejes apicales a 0.40 y 0.39 kg en esquejes basales. De manera similar, Choque (2019) observó rendimientos de 0.31, 0.28 y 0.25 kg/planta en las variedades Saq'ampaya, Waych'a e Imillia Negra, respectivamente.

Estos resultados sugieren que el peso de los tubérculos está influenciado principalmente por el genotipo (CIP, 2008); sin embargo, puede modificarse mediante prácticas agronómicas, como el manejo adecuado de la semilla y la optimización del ciclo de cultivo (Otiniano, 2017). En cuanto al diámetro del tubérculo, el tratamiento T3 (CIP Poderosa Crocante) presentó el mayor valor con 48.460 mm, seguido por el tratamiento T1 (CIP Poderosa Watia) con 47.622 mm, mientras que el tratamiento T2 (CIP Poderosa Pollera) registró el menor diámetro con 39.998 mm. Estos resultados coinciden con los reportados por Choque et al. (2021), quienes señalaron que el diámetro de los tubérculos en sus variedades de estudio tuvo un valor promedio de 4 a 7 cm. Choque et al. (2021), mencionaron que el diámetro de tubérculo propagadas a partir de brotes varía de acuerdo a la variedad de papa que va de 3.11 cm a 7.36 cm.

VII. CONCLUSIONES

A partir de la evaluación de la cantidad de tubérculos obtenidos mediante brotes vegetativos en tres cultivares de papa con resistencia a *Phytophthora infestans* se logró determinar la eficacia de esta técnica para la producción de tubérculos-semilla categoría básica dos, evidenciando diferencias significativas en el rendimiento entre los cultivares analizados.

El cultivar CIP Poderosa Pollera presentó el mayor rendimiento, con un promedio de 12,104 tubérculos por tratamiento, posicionándose como el material más eficiente para la multiplicación vegetativa bajo las condiciones del estudio.

Por otro lado, el cultivar CIP Poderosa Watia mostró un rendimiento intermedio, con una producción promedio de 8,000 tubérculos, destacándose además por su favorable comportamiento agronómico en variables como altura de planta y peso total de tubérculos.

Finalmente, el cultivar CIP Poderosa Crocante registró el menor rendimiento, con un promedio de 4,400 tubérculos, indicando un menor potencial multiplicativo en las condiciones evaluadas.

VIII. RECOMENDACIONES

Dado que el CIP Poderosa Pollera mostró la mayor producción de tubérculos-semilla, se recomienda priorizar su uso en la propagación de semilla de categoría básica dos, maximizando así el rendimiento del cultivo.

Para optimizar la producción de los cultivares CIP Poderosa Watia y CIP Poderosa Crocante, es recomendable ajustar el manejo agronómico, incluyendo fertilización, riego y control fitosanitario, con el fin de mejorar su desempeño y productividad.

Se recomienda a los pequeños agricultores utilizar los brotes provenientes de los tubérculos-semilla como material de propagación, ya que esta práctica contribuye a disminuir los costos de producción y optimizar el uso de los recursos disponibles.

Realizar la producción de brotes en ambientes controlados, utilizando equipos básicos como el termohigrómetro para monitorear las condiciones ambientales, con el fin de reducir la incidencia de patógenos y asegurar un material de propagación de mejor calidad.

IX. REFERENCIAS

- Almeida, F. M. De, Sánchez, J. A., Torres, W., Noval, D., & Rodríguez, J. A. C. (2016). Effects of different plant spacings and seed tuber sizes on some morpho-productive characteristics of potato in Huambo, Angola. *Revista de Ciencias Agrícolas*, 37(2), 88-95. <https://doi.org/10.13140/RG.2.1.1452.1842>
- ALTAGRO. (2010). *Alternativas agropecuarias (Perú y Bolivia)*. Pachamama Raymi. <https://pachamamaraymi.org/historia-altagro-peru-y-bolivia--2>
- Baltazar Pérez, V. H. (2015). *Evaluación del efecto de tres niveles de vermicompuesto en la tuberización de papa (Solanum tuberosum) a partir de tres cortes del esqueje de brote en Irupata, provincia Bustillos de Potosí* [Tesis de pregrado, Universidad Mayor de San Andrés]. Repositorio UMSA. <http://repositorio.umsa.bo/xmlui/handle/123456789/5624>
- Baltazar, V. (2014). *Evaluación del efecto de tres niveles de vermicompuesto en la tuberización de papa (Solanum tuberosum) a partir de tres cortes del esqueje de brote en Irupata, provincia Bustillos de Potosí*. [Tesis doctoral]. 1-79. <https://huajsapata.unap.edu.pe/index.php/ria/article/view/370>
- Canqui, F., Morales, E. (2009). *Conocimiento local en el cultivo de la papa*. Fundación PROINPA. <https://www.proinpa.org/tic/pdf/Papa/Varios%20Papa/pdf20.pdf>
- Centro Internacional de la Papa (CIP). (2008). *CIP | SINIA | Sistema Nacional de Información Ambiental*. <https://sinia.minam.gob.pe/fuente-informacion/centro-internacional-papa-cip>
- Choque, G. N. (2019). *Evaluación potencial productiva de papas nativas (Solanum spp.) para semilla - tubérculo a partir de brotes en ambiente protegido en dos comunidades del municipio de Tiahuanacu*. [Tesis de pregrado, Universidad Mayor de San Andrés]. <http://repositorio.umsa.bo/xmlui/handle/123456789/23793>
- Choque, G. N., Oviedo, E., Mamani, F., & Aparicio, J. J. (2021). Producción de semilla a partir de brotes de tres variedades de papas nativas (*Saq'ampaya*, *Imilla Negra* y *Waych'a*) bajo ambiente protegido tipo túnel-La Paz. *Revista de Investigación e Innovación Agropecuaria y de Recursos Naturales*, 8(2), 46-53. http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S240916182021000200046
- Choque, G. N., Oviedo, E., Mamani, F., & Aparicio, J. J. (2021). Producción de semilla a partir de brotes de tres variedades de papas nativas (*Saq'ampaya*, *Imilla Negra* y *Waych'a*) bajo ambiente protegido tipo túnel-La Paz: Gabriela N. Choque P., Eduardo Oviedo F.,

- Félix Mamani R., Juan J. Aparicio P. *Revista de Investigación e Innovación Agropecuaria y de Recursos Naturales*, 8(2), 46-53. http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2409-16182021000200046
- Corteva Agriscience. (s.f.). Enfermedades y plagas en papa. Recuperado el 16 de agosto de 2024, de <https://www.corteva.co/productos-y-soluciones/proteccion-de-cultivos/enfermedades-y-plagas-en-papa.html>
- Díaz Rosell, F. A. (2006). Diseño estadístico de experimentos. Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas. <https://dspace.uclv.edu.cu/server/api/core/bitstreams/a13f4f1c-ff3a-4bde-b929-f5a859427e1c/content>
- Forbes, G. A. (2012). Using host resistance to manage potato late blight with particular reference to developing countries. *Potato Research*, 55(3-4), 205-216. <https://doi.org/10.1007/s11540-012-9222-9>
- Forbes, G., Pérez, W., & Andrade-Piedra, J. (2014). Evaluación de la resistencia en genotipos de papa a *Phytophthora infestans* bajo condiciones de campo. *International Potato Center*. <https://doi.org/10.4160/9789290604501>
- Gálvez Gastelu, M. Y. (s.f.). Taxonomía y morfología de la papa. *SlideShare*. <https://es.slideshare.net/slideshow/taxonomiaymorfologiadelapapapdf/255807253>
- Gastelo, M., Bonierbale, M., Landeo, J., & Díaz, L. (2016). Dataset for: Advanced clones of group B3 cycle 2, population B (B3C2) in Comas-Peru. *International Potato Center*. <https://doi.org/10.21223/P3/MWOJGR>
- Gastelo, M., Pérez, W., Eyzaguirre, R., Quispe, K., Sanabria, K., Bastos, C., & Andrade-Piedra, J. (2023). CIP-PODEROSA CROCANTE, CIP-PODEROSA POLLERA, and CIP-PODEROSA WATIA: new potato varieties for family farming with resistance to late blight and high quality for the frying industry. *American Journal of Potato Research*, 100(4), 288-303. <https://link.springer.com/article/10.1007/s12230-023-09917-3>
- Inostroza, J., Méndez, P., & Sotomayor, L. (s/f). I. Botánica y morfología de la papa. <https://biblioteca.inia.cl/server/api/core/bitstreams/1009be55-01c2-4209-9d1f-086ead54f25a/content>
- Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA). (2017). *Virosis de la papa*. *Biblioteca digital del INIA*. <https://biblioteca.inia.cl/items/5d29e1bd-28d6-468f-9d01-db273cd31859>
- Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias (INIAP). (2006). *Uso de brotes: multiplicación acelerada del cultivo de papa* (p. 56).

- Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI). (2023, 25 de septiembre). Five departments concentrated more than 50% of the potato production achieving a growth of 13.3% in July of 2023. *Gob.pe*. <https://www.gob.pe/es/institucion/inei/noticias/839170-five-departments-concentrated-more-than-the-50-of-the-potato-production-achieving-a-growth-of-13-3-in-july-of-2023>
- Instituto Nacional de Innovación Agrario (INIA). (2010). *Producción de papa mediante brotes. Biblioteca digital INIA*. <https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/1907929/Producci%C3%B3n%20de%20papa%20mediante%20brotes.pdf.pdf?v=1621868345>
- Intagri S.C. (2017). Requerimientos de clima y suelo para el cultivo de la papa. *Intagri*. <https://www.intagri.com/articulos/hortalizas/requerimientos-de-clima-y-suelo-para-el-cultivo-de-la-papa>
- Merino, F., López, F., & Pumisacho, M. (1997). *Uso de brotes: Alternativa para incrementar la producción de tubérculos-semilla de calidad en papa* [Tesis de licenciatura, Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias]. Repositorio INIAP. <http://repositorio.iniap.gob.ec/handle/41000/4311>
- Minera Poderosa. (2022). *El Batolito Digital*. https://www.poderosa.com.pe/Content/descargas/batolito/Batolito_56.pdf
- Otiniano, R. (2017). *Manual del cultivo de papa para pequeños productores en la sierra norte del Perú* (p. 32). <https://www.poderosa.com.pe/Content/descargas/libros/manual-del-cultivo-de-papa.pdf>
- Plantwise. (2016, octubre). *Plantwise Knowledge Bank*. <https://plantwiseplusknowledgebank.org/>
- Quispe, A., Hilari, V. H., Casazola, J. L., & Mamani, F. (2018). Producción de semilla de tres variedades de papa nativa (*Solanum andigenum* sp.) a partir de brotes por trasplante directo e indirecto, en ambiente protegido de la UAC-Tiahuanacu. *Revista de Investigación e Innovación Agropecuaria y de Recursos Naturales*, 5(1), 59-70. <http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci>
- Rosse, S., Quino, M. T., & Paz-Bolivia, L. (2015). *Producción de semilla pre-básica de papa (Solanum tuberosum L.) a partir de esquejes de brote de invernadero* [Tesis de pregrado, Universidad Mayor de San Andrés]. Repositorio UMSA. <http://repositorio.umsa.bo/xmlui/handle/123456789/5636>

- Rousselle, P., Robert, Y., & Crosnier, R. (1999). *La patata, producción, mejora, plagas y enfermedades, utilización*. París, Francia: Mundi Prensa.
https://www.mapa.gob.es/ministerio/pags/Biblioteca/Revistas/pdf_vrural%2FVrural_1999_95_30_35.pdf
- Sánchez Martínez, L. M. (2023). *Efecto del número de brotes por golpe de plantas en el rendimiento de tubérculos de papa del cultivar Única, Concepción – Junín 2022* [Tesis de licenciatura, *Universidad Nacional del Centro del Perú*].
https://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12894/9545/T010_72487237_T.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Sotomayor Lorena, P. M. (2011). Técnicas de multiplicación rápida. *Boletines de información técnica*. Centro Internacional de La Papa. <https://docplayer.es/10048337-Vii-tecnicas-de-multiplicacion-rapidaen-papas.html>
- Ticona, S. R. (2015). *Producción de semilla pre-básica de papa (Solanum tuberosum L.) a partir de esquejes de brote de invernadero*. [Tesis de pregrado, *Universidad Mayor de San Andrés*]. <http://repositorio.umsa.bo/xmlui/handle/123456789/5636>
- Valverde Samekash, L. D., & Bobadilla Rivera, L. G. (2017). Efecto de tres densidades de siembra y diferentes dosis de fertilización química en el rendimiento de papa variedad Luyanita INIA-322 propagadas mediante brotes. *Revista de investigación Agroproducción sustentable* 1(3), 7-13. <https://doi.org/10.25127/aps.20173.368>
- Zamora, F., Tua, D., & Torres, D. (2008). *Evaluación de cinco fuentes orgánicas sobre el desarrollo vegetativo y rendimiento del cultivo de papa*. *Agronomía Tropical*, 58(3), 233-243. http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0002-192X2008000300004

X. ANEXOS

Anexo1. Altura de planta

TRATAMIENTOS	REPETICIONES	ALTURA DE PLANTA
T1	R1	85.67
T2	R1	68.67
T3	R1	80.33
T1	R2	89.00
T2	R2	65.33
T3	R2	79.67
T1	R3	85.00
T2	R3	70.67
T3	R3	77.33
T1	R4	94.33
T2	R4	72.67
T3	R4	76.33
T1	R5	96.67
T2	R5	67.91
T3	R5	77.33

Nota. Registro de datos de la variable altura de planta, obtenidos en cada tratamiento experimental con sus repeticiones respectivas, con el fin de evaluar el crecimiento vegetativo del cultivo.

Anexo 2. Diámetro de tallo

TRATAMIENTOS	REPETICIONES	DIÁMETRO DE TALLO
T1	R1	3.23
T2	R1	2.68
T3	R1	2.79
T1	R2	3.30
T2	R2	2.62
T3	R2	2.75
T1	R3	3.25
T2	R3	2.69
T3	R3	2.73
T1	R4	3.37
T2	R4	2.69
T3	R4	2.72
T1	R5	3.41
T2	R5	2.68
T3	R5	2.70

Nota. Registro de datos de la variable diámetro de tallo, obtenida en todos los tratamientos experimentales con sus respectivas repeticiones, para el análisis del desarrollo vegetativo de las plantas.

Anexo 3. Número de tubérculos

TRATAMIENTOS	REPETICIONES	NÚMERO DE TUBÉRCULOS
T1	R1	8.67
T2	R1	12.33
T3	R1	4.67
T1	R2	7.67
T2	R2	12.34
T3	R2	4.67
T1	R3	7.67
T2	R3	12.20
T3	R3	5.33
T1	R4	7.66
T2	R4	11.98
T3	R4	3.33
T1	R5	8.33
T2	R5	11.67
T3	R5	4.00

Nota. Registro de datos del número de tubérculos por tratamiento, incluyendo todas las repeticiones experimentales, utilizado para el análisis cuantitativo del rendimiento.

Anexo 4. Peso de tubérculos

TRATAMIENTOS	REPETICIONES	PESO DE TUBÉRCULOS
T1	R1	428.52
T2	R1	226.07
T3	R1	262.97
T1	R2	277.47
T2	R2	220.95
T3	R2	255.93
T1	R3	363.65
T2	R3	207.73
T3	R3	133.66
T1	R4	315.85
T2	R4	250.63
T3	R4	156.23
T1	R5	351.67
T2	R5	303.13
T3	R5	192.53

Nota. Registro consolidado de la variable peso de tubérculos, obtenido a partir de las evaluaciones realizadas en cada tratamiento experimental, incluyendo todas sus repeticiones.

Anexo 5. Diámetro de tubérculo

TRATAMIENTOS	REPETICIONES	DIÁMETRO DE TUBÉRCULO
T1	R1	50.14
T2	R1	36.72
T3	R1	54.74
T1	R2	44.08
T2	R2	38.91
T3	R2	51.74
T1	R3	44.12
T2	R3	40.26
T3	R3	36.00
T1	R4	53.88
T2	R4	42.93
T3	R4	48.87
T1	R5	45.89
T2	R5	41.17
T3	R5	50.95

Nota. Registro consolidado de la variable diámetro de tubérculos, obtenido a partir de la medición en cada tratamiento experimental, incluyendo sus repeticiones para análisis estadístico.

Anexo 6. Preparación y desinfección de brotes



Nota. Desinfección y lavado sanitario de brotes en bandejas plásticas, realizados por separado para cada una de las variedades: CIP Poderosa Crocante, Pollera y Watia, como parte del manejo previo a la siembra.

Anexo 7. Siembra de brotes



Nota. Establecimiento de brotes de las variedades CIP Poderosa Crocante, Pollera y Watia en bandejas de propagación, utilizando un sustrato formulado con fibra de coco, arena, turba y humus, para favorecer el enraizamiento y desarrollo inicial.

Anexo 8. Primera evaluación de variables



Nota. Representación de las 15 plantas de papa evaluadas durante la primera medición de las variables agronómicas del estudio.

Anexo 9. Segunda evaluación de variables



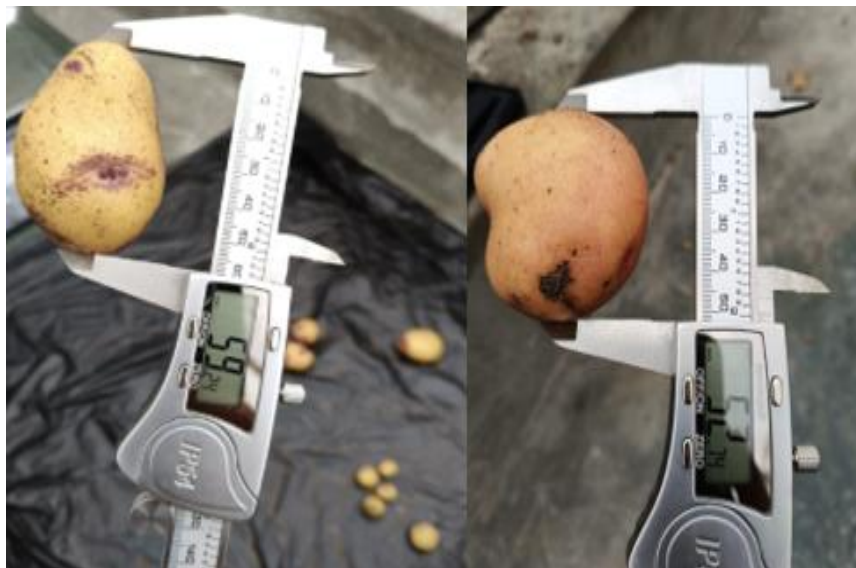
Nota. Registro de los tratamientos correspondientes a la segunda evaluación de las variables agronómicas, durante la cual también se efectuó el tutorado de las plantas.

Anexo 10. Tercera evaluación de variables



Nota. Registro de los tratamientos correspondientes a la tercera evaluación de las variables agronómicas, en cuyo momento también se llevó a cabo el tutorado del cultivo.

Anexo 11. Medida de calibre



Nota. Evaluación del calibre de los tuberculillos de las variedades CIP Poderosa Pollera y CIP Poderosa Watita mediante medición con vernier, con el objetivo de determinar su diámetro con exactitud.

Anexo 12. Peso de tubérculo



Nota. Determinación del peso individual de los tubérculos cosechados de las plantas 3 y 2 de la variedad CIP Poderosa Pollera, como parte de la evaluación de rendimiento por planta.

Anexo 13. Peso de tubérculos por maceta



Nota. Determinación del peso total de tubérculos por maceta en las variedades CIP Poderosa Watia (planta 9) y CIP Poderosa Pollera (planta 2), como parte del análisis comparativo entre genotipos.

Anexo 14. Conteo de número de tubérculo



Nota. Clasificación del número de tubérculos por muestra correspondientes a la variedad de papa CIP Poderosa, agrupados en tres categorías de tamaño conforme a criterios de calibre comercial.

Anexo 15. Ambiente del módulo de malla antiafida

Nota. Se observa el ambiente del módulo con malla antiafida, donde también se aprecian las plantas utilizadas en el experimento.

Anexo 16. Modelo aditivo lineal del Diseño Completamente al Azar (DCA)

Modelo aditivo lineal

$$X_{ij} = \mu + \tau_i + \varepsilon_{ij}$$

Donde:

X_{ij} = Observación cualesquiera dentro del experimento
 μ = Media poblacional
 τ_i = Efecto aleatorio del i-ésimo tratamiento
 ε_{ij} = Error experimental
 $i = 1, 2, \dots, t$; tratamientos
 $j = 1, 2, \dots, r$; repeticiones

F de V	GL	S.C	C.M	F.c	Sig.
Tratamientos	t-1	$\frac{\sum X^2}{r} - TC$	$\frac{S.C. \text{ trat}}{G.L. \text{ trat}}$	$\frac{C.M. \text{ trat}}{C.M. \text{ error}}$	
Error	$\Sigma (ni - 1)$	S.C total - S.C. tratamientos	$\frac{S.C. \text{ error}}{G.L. \text{ error}}$		
TOTAL	$\Sigma ni - 1$	$\Sigma X_{ij}^2 - TC$			

Nota: r: repeticiones, t: tratamientos, SC: Suma de cuadrados, CM: Cuadrado medio, GL: grado de libertad, F.c: F calculada.

$$s = \sqrt{C.M. \text{ Error}} \quad \bar{x} = \frac{\Sigma X}{TR} \quad C.V = \frac{s}{\bar{x}} \times 100$$

Nota. Se presenta el modelo aditivo lineal correspondiente al Diseño Completamente al Azar (DCA), empleado para analizar la variabilidad entre tratamientos bajo condiciones de homogeneidad experimental.