

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

Escuela Profesional de Agronomía



TESIS

Para optar el Título Profesional de:

INGENIERO AGRÓNOMO

**LA PAPA PHUREJA COMO COMPONENTE DE LA AGRICULTURA
URBANA: INTERACCIÓN DEL SUSTRATO, CONTENEDOR Y
BIOESTIMULANTE FOLIAR”**

PRESENTADO POR

BACHILLER : Sonia Chilón Carmona

ASESOR : Dr. Juan Francisco Seminario Cunya

CAJAMARCA – PERÚ

-2024-

CONSTANCIA DE INFORME DE ORIGINALIDAD

1. **Investigador:** Sonia Chilón Carmona
DNI: 73006103
Escuela Profesional/Unidad UNC: Agronomía

2. **Asesor:** Dr. Juan Francisco Seminario Cunya

Facultad/Unidad UNC: Ciencias Agrarias

3. **Grado académico o título profesional**
 Bachiller Título profesional Segunda especialidad
 Maestro Doctor

4. **Tipo de Investigación:**
 Tesis Trabajo de investigación Trabajo de suficiencia profesional
 Trabajo académico

5. **Título de Trabajo de Investigación:**
LA PAPA PHUREJA COMO COMPONENTE DE LA AGRICULTURA URBANA: INTERACCIÓN DEL
SUSTRATO, CONTENEDOR Y BIOESTIMULANTE FOLIAR

6. **Fecha de evaluación:** 20/07/2024

7. **Software antiplagio:** TURNITIN URKUND (OURIGINAL) (*)

8. **Porcentaje de Informe de Similitud:** 18%

9. **Código Documento:** oid:3117:369225551

10. **Resultado de la Evaluación de Similitud:** 18%
 APROBADO PARA LEVANTAMIENTO DE OBSERVACIONES O DESAPROBADO

Fecha Emisión: 20/07/2024

<i>Firma y/o Sello Emisor Constancia</i>
 <hr/> Dr. Juan Francisco Seminario Cunya DNI: 26717651

* 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 veintisiete días del mes de junio del año dos mil veinticuatro, 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° 212-2024-FCA-UNC, de fecha 28 de mayo del 2024**, con la finalidad de evaluar la sustentación de la **TESIS** titulada: **“LA PAPA PHUREJA COMO COMPONENTE DE LA AGRICULTURA URBANA: INTERACCIÓN DEL SUSTRATO, CONTENEDOR Y BIOESTIMULANTE FOLIAR”**, realizada por la Bachiller **SONIA CHILÓN CARMONA** para optar el Título Profesional de **INGENIERO AGRÓNOMO**.

A las once horas y cero 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 dieciséis (16); por tanto, la Bachiller queda expedita para proceder con los trámites que conlleven a la obtención del Título Profesional de **INGENIERO AGRÓNOMO**.

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

Dr. Wilfredo Poma Rojas
PRESIDENTE

Dr. Edin Edgardo Alva Plasencia
SECRETARIO

Dr. Víctor Vásquez Arce
VOCAL

Dr. Juan Francisco Seminario Cunya
ASESOR

DEDICATORIA

Dedico el presente trabajo:

A mi hija, por enseñarme a ser paciente y a derribar los imposibles.

A Miguel Torres, mi colega y compañero, por el aliento constante.

A mis padres, Aureliana y Leoncio; y a mi hermano, Nuno, por aligerarme el camino en este proceso y en mi vida en general.

A Mamita Julia, Lola y Emily, por su apoyo y disposición de ayuda sin medida.

AGRADECIMIENTO

Expreso mi agradecimiento a:

Dios, por sus bendiciones constantes y darme la fortaleza de concluir el presente trabajo.

Al Dr. Juan Francisco Seminario Cunya, por la oportunidad de realizar la presente investigación bajo su asesoría y su apoyo científico durante el proceso.

A mis padres y hermano, por su apoyo económico y presencia en el transcurso de mis estudios y en la culminación de este trabajo.

A mis abuelitos, Natividad y Julia, por el espacio brindado para la instalación del cultivo en la investigación.

ÍNDICE GENERAL

CONTENIDO	Pág.
DEDICATORIA	i
AGRADECIMIENTO	ii
RESUMEN	ix
ABSTRACT.....	x
CAPÍTULO I	1
INTRODUCCIÓN	1
1.1 Descripción del problema	1
1.2 Formulación del problema	2
1.3 Justificación	3
1.4 Objetivo principal	4
1.5 Hipótesis	4
CAPÍTULO II.....	5
REVISIÓN DE LITERATURA	5
2.1 Antecedentes de la investigación.....	5
2.2 Marco teórico.....	8
2.2.1 Generalidades de la papa grupo Phureja.....	8
2.2.2 Agricultura urbana.....	13
2.2.3 Uso de sustratos y contenedores como medio de cultivo	19
2.2.4 Uso de Bioestimulantes en cultivos.....	20
2.3 Definición de términos	23
CAPÍTULO III.....	25
MATERIALES Y MÉTODOS	25
3.1 Ubicación.....	25
3.1.1 Condición físico-química del suelo	27
3.1.2 Condiciones meteorológicas durante los meses del desarrollo del experimento.....	28
3.2 Equipos y Materiales.....	28
3.3 Metodologías	29
3.3.1 Variables.....	29

3.3.2	Diseño experimental	30
3.3.3	Conducción del cultivo	32
3.3.4	Evaluaciones realizadas	35
CAPÍTULO IV.....		39
RESULTADOS Y DISCUSIÓN		39
4.1	Área foliar (cm²)	39
4.2	Número de tallos	41
4.3	Altura de planta	43
4.4	Número total de tubérculos	45
4.4.1	Análisis de efectos simples para la interacción sustrato por aplicación	46
4.5	Peso total de los tubérculos	48
4.6	Número de tubérculos comerciales	51
4.6.1	Efectos simples para la interacción sustrato por contenedor	52
4.7	Peso de los tubérculos comerciales	54
4.8	Materia seca de tubérculos	56
4.9	Materia seca de follaje	57
4.10	Índice de cosecha	58
CAPÍTULO V.....		60
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES		60
5.1	Conclusiones	60
5.2	Recomendaciones	61
CAPÍTULO VI.....		62
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....		62
ANEXOS		74

ÍNDICE DE TABLAS

Pág.

Tabla 1 Descripción de la papa Grupo Phureja (cultivar Amarilla redonda).....	9
Tabla 2 Contenido nutricional del bioestimulante Trimáximo.	22
Tabla 3 Análisis físico químico del suelo usado para la preparación de los sustratos.....	27
Tabla 4 Datos meteorológicos registrados durante el período de la investigación.	28
Tabla 5 Factores, niveles y tratamientos del experimento.	30
Tabla 6 Categoría de clasificación utilizados para papa chaucha.	36
Tabla 7 Análisis de varianza (ANOVA) para el área foliar (cm ²) de papa Chaucha amarilla redonda, con dos sustratos, dos tipos de contenedores y tres aplicaciones de bioestimulante.	39
Tabla 8 Análisis de varianza (ANOVA) del número de tallos de papa Chaucha amarilla redonda, con dos sustratos, dos tipos de contenedores y tres aplicaciones de bioestimulante (datos transformados con $Y = \sqrt{X}$, X: dato).....	42
Tabla 9 Análisis de varianza (ANOVA) para la altura de planta (cm) de papa Chaucha amarilla redonda, con dos sustratos, dos tipos de contenedores y tres aplicaciones de bioestimulante.	44
Tabla 10 Análisis de varianza (ANOVA) para el número total de tubérculos de papa Chaucha amarilla redonda, con dos sustratos, dos tipos de contenedores y tres aplicaciones de bioestimulante (datos transformados con $Y = \sqrt{X}$, X: dato).	46
Tabla 11 Análisis de varianza (ANOVA) para el número total de tubérculos de papa Chaucha amarilla redonda, en la interacción de dos sustratos y tres aplicaciones de bioestimulante.	47
Tabla 12 Análisis de varianza (ANOVA) para peso total de tubérculos de papa Chaucha amarilla redonda, con dos sustratos, dos tipos de contenedores y tres aplicaciones de bioestimulante.	49
Tabla 13 Análisis de varianza (ANOVA) para el número de tubérculos comerciales de papa Chaucha amarilla redonda, resultante de la combinación de dos sustratos, dos contenedores y tres aplicaciones de bioestimulante (datos transformados con $Y = \sqrt{X}$, X: dato).....	51
Tabla 14 Análisis de varianza (ANOVA) para el número de tubérculos comerciales de papa Chaucha amarilla redonda, en la interacción de dos sustratos y dos contenedores.	52
Tabla 15 Análisis de varianza (ANOVA) para el peso de tubérculos comerciales de papa Chaucha amarilla redonda, resultante de la combinación de dos sustratos, dos contenedores y tres aplicaciones de bioestimulante.	55
Tabla 16 Hoja de datos recolectados de la primera evaluación foliar (cuatro hojas) (cm ²).	74
Tabla 17 Hoja de datos recolectados de la segunda evaluación foliar (botón floral) (cm ²).	74

Tabla 18 Hoja de datos recolectados de la tercera evaluación foliar (floración plena) (cm ²).	75
Tabla 19 Hoja de datos recolectados de la cuarta evaluación foliar (un mes post floración) (cm ²).	75
Tabla 20 Hoja de datos recolectados de número de tallos.	76
Tabla 21 Hoja de datos recolectados de altura de tallos (cm).	76
Tabla 22 Hoja de datos recolectados de número total de tubérculos.	77
Tabla 23 Hoja de datos recolectados de peso total de tubérculos (gramos).	77
Tabla 24 Hoja de datos recolectados de número de tubérculos comerciales.	78
Tabla 25 Hoja de datos recolectados de peso de tubérculos comerciales (gramos).	78

ÍNDICE DE FIGURAS

Pág.

Figura 1 Mapa de ubicación total georreferenciado de la instalación de la investigación	26
Figura 2 Distribución de tratamientos en campo	31
Figura 3 Prueba de t para el área foliar de papa Chaucha amarilla redonda, por efecto de dos sustratos.....	41
Figura 4 Número de tallos de papa Chaucha amarilla redonda, resultante de la combinación de dos sustratos, dos contenedores y tres aplicaciones de bioestimulante.	43
Figura 5 Altura de planta de papa Chaucha amarilla redonda, con dos sustratos, dos tipos de contenedores y tres aplicaciones de bioestimulante.....	45
Figura 6 Niveles del Sustrato y niveles de Aplicación, en el número total de tubérculos de papa Phureja (cultivar Amarilla redonda).	48
Figura 7 Prueba de t para el rendimiento de tubérculos de papa Chaucha amarilla redonda, producido por dos contenedores.	50
Figura 8 Niveles del Sustrato y niveles de Contenedor, en el número de tubérculos comerciales de papa Phureja (cultivar Amarilla redonda).	54
Figura 9 Prueba de t para el rendimiento de tubérculos comerciales frescos de papa Chaucha amarilla redonda, resultante del efecto de dos contenedores.	56
Figura 10 Materia seca (%) de tubérculos de papa Chaucha amarilla redonda, resultante de la combinación de dos sustratos, dos contenedores y tres aplicaciones de bioestimulante.	57
Figura 11 Materia seca (%) de follaje de papa Chaucha amarilla redonda, resultantes de la combinación de dos sustratos, dos contenedores y tres aplicaciones de bioestimulante.	58
Figura 12 Índice de cosecha de papa Chaucha amarilla redonda resultantes de la combinación de dos sustratos, dos contenedores y tres aplicaciones de bioestimulante.....	59
Figura 13 Análisis del suelo utilizado realizado en el Laboratorio de Suelos, Agua y Foliare - INIA.	79
Figura 14 Selección y tratamiento de semilla de papa grupo Phureja (cultivar Amarilla redonda)	80
Figura 15 Preparación del sustrato y llenado de contenedores	80
Figura 16 Instalación de contenedores en el patio de una vivienda rural.	81
Figura 17 Siembra de papa grupo Phureja (cultivar Amarilla redonda) en contenedores.	81
Figura 18 Emergencia y crecimiento de la papa grupo Phureja (cultivar Amarilla redonda).	82

Figura 19 Medida del área foliar con la aplicación Petiole Pro.....	82
Figura 20 Aporque, relleno de contenedores para darle soporte a la planta.	83
Figura 21 Papa grupo Phureja (cultivar Amarillo redonda) en floración plena.....	83
Figura 22 Inicio de senescencia en papa grupo Phureja (cultivar Amarilla redonda).	84
Figura 23 Corte de tallo de papa Chaucha amarilla redonda.	84
Figura 24 Cosecha de tubérculos frescos de papa Chaucha amarilla redonda.	85
Figura 25 Cosecha de tubérculos de papa Chaucha amarilla redonda.....	85
Figura 26 Medida de tubérculos y clasificación por categorías.....	86
Figura 27 Área foliar en diferentes momentos evaluados, de papa Chaucha amarilla redonda, con dos sustratos, dos tipos de contenedores y tres aplicaciones de bioestimulante.	86
Figura 28 Número total de tubérculos de papa Chaucha amarilla redonda, resultante de la combinación de dos sustratos, dos contenedores y tres aplicaciones de bioestimulante.	87
Figura 29 Número total de tubérculos de papa Chaucha amarilla redonda, resultante de la combinación de dos sustratos y tres aplicaciones de bioestimulante.....	87
Figura 30 Rendimiento de tubérculos de papa Chaucha amarilla redonda, resultante de la combinación de dos sustratos, dos contenedores y tres aplicaciones de bioestimulante.	88
Figura 31 Número de tubérculos comerciales de papa Chaucha amarilla redonda, resultante de la combinación de dos sustratos, dos contenedores y tres aplicaciones de bioestimulante.	88
Figura 32 Número de tubérculos comerciales de papa Chaucha amarilla redonda, resultante de la combinación de dos sustratos y dos contenedores.	89
Figura 33 Rendimiento tubérculos comerciales de papa Chaucha amarilla redonda, resultante de la combinación de dos sustratos, dos contenedores y tres aplicaciones de bioestimulante.	89

RESUMEN

La presente investigación tuvo el objetivo de evaluar el efecto de la interacción de dos tipos de sustrato (a base de cascarilla de arroz y a base de aserrín de cedro), dos capacidades de contenedor (8 L y 16 L) y tres aplicaciones de bioestimulante foliar Trimaximo (0 aplicaciones, 1 aplicación y 2 aplicaciones) en la papa, cultivar Chaucha amarilla redonda del Grupo Phureja, en un entorno de agricultura urbana. Se instaló en el patio de una vivienda, en el barrio Rosa Mayopata, ubicado a 2850 m s. n. m., en el distrito, provincia y departamento de Cajamarca. El diseño experimental utilizado fue el DBCA con el arreglo factorial 2x2x3 en Parcelas Subdivididas, resultando 12 tratamientos, los cuales se dispusieron en tres repeticiones. La siembra se realizó a distanciamientos de 0.40 m entre contenedores y 0.60 m entre filas de contenedores, lo cual significó una densidad de 41667 plantas ha⁻¹. La cosecha se realizó cuando las plantas mostraron signos de senescencia (106 días). Antes de la cosecha se evaluó altura de planta, número de tallos y área foliar. Al momento de la cosecha se tomó el número total de tubérculos y número de tubérculos comerciales, y peso total y comercial de tubérculos. No se encontró diferencia estadística significativa entre tratamientos. Se halló diferencia estadística significativa para el número total de tubérculos en la combinación de los factores sustrato por aplicación y; para el número total de tubérculos comerciales, en la combinación sustrato por contenedor. Se encontraron diferencias significativas para el área foliar en el factor sustrato y; para el peso total de tubérculos y peso de tubérculos comerciales, en el factor contenedor. El tratamiento con el mayor rendimiento total de tubérculos y rendimiento de tubérculos comerciales fue el T4 (cascarilla + 16 L + 0 aplicaciones de bioestimulante), con 15.12 t ha⁻¹ y 14.64 t ha⁻¹, respectivamente. El cultivar en estudio, con esta combinación, sería una opción viable como componente de la agricultura urbana.

Palabras clave: Papa grupo Phureja, Sustrato, Contenedor, Agricultura urbana.

ABSTRACT

The present study aimed to evaluate the effect of the interaction of two substrate types (rice husk-based and cedar sawdust-based), two container capacities (8 L and 16 L), and three applications of the foliar bio-stimulant Trimaximo (0 applications, 1 application, and 2 applications) on potatoes, cultivar Chaucha amarilla redonda of the Phureja Group, in an urban agriculture setting. The study was conducted in the backyard of a residence in the Rosa Mayopata neighborhood, located at an altitude of 2850 m above sea level, in the district, province, and department of Cajamarca. The experimental design used was a randomized complete block design (RCBD) with a 2x2x3 factorial arrangement in split plots, resulting in 12 treatments, each with three replications. Planting was done with a spacing of 0.40 m between containers and 0.60 m between rows of containers, resulting in a density of 41,667 plants ha⁻¹. Harvesting was conducted when plants showed signs of senescence (106 days). Before harvest, plant height, number of stems, and leaf area were evaluated. At harvest, total number of tubers, number of commercial tubers, total tuber weight, and commercial tuber weight were recorded. No statistically significant differences were found among treatments. Statistically significant differences were found for total tuber number in the substrate by application interaction, and for total commercial tuber number in the substrate by container interaction. Significant differences were found for leaf area in the substrate factor, and for total tuber weight and commercial tuber weight in the container factor. The treatment with the highest total tuber yield and commercial tuber yield was T4 (rice husk + 16 L + 0 applications of bio-stimulant), with 15.12 t ha⁻¹ and 14.64 t ha⁻¹, respectively. The studied cultivar, under this combination, appears to be a viable option for urban agriculture.

Keywords: Phureja potato group, Substrate, Container, Urban Agriculture.

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

1.1 Descripción del problema

La situación mundial actual se caracteriza por el rápido crecimiento de la población y la urbanización acelerada, donde la seguridad alimentaria se ha convertido en un desafío apremiante. En el 2000, cerca de dos mil millones de personas vivían en las ciudades, para el 2030 esta cifra se habrá duplicado (Hernández, 2006). Según Moreno (2007), se estima que unos 800 millones de habitantes de ciudades de todo el mundo participan en actividades relacionadas con Agricultura Urbana (AU), que generan ingresos y producen alimentos. Sumado a esto, las investigaciones de mercado en los países en vías de desarrollo indican que en las ciudades deben pagar entre 10% y 30% más por sus alimentos que la población rural en una misma región (Mougeot, 1994).

La agricultura urbana implica la producción de alimentos dentro de las ciudades o en sus proximidades inmediatas, ofrece la oportunidad de cultivar productos frescos en espacios limitados, como por ejemplo en contenedores. A pesar de que existen diferentes cultivos que se pueden sembrar en contenedores, la siembra de papa no ha sido explorada en profundidad en este sistema tipo de producción. Seminario et al. (2017) menciona que aun cuando la de papa grupo Phureja (cultivar Amarilla redonda) tiene una reconocida importancia biológica, económica y social en el Perú, este grupo no ha sido minuciosamente estudiado, sobre todo en su potencial de rendimiento. Por lo tanto, surge la necesidad de investigar la viabilidad de la siembra urbana de papa en contenedores y su impacto en la producción de alimentos frescos y saludables para las comunidades urbanas. La papa del Grupo Phureja (cultivar Chaucha amarilla redonda) presenta características valiosas desde el punto de vista culinario y nutricional, por su alto contenido de vitaminas (especialmente C), minerales, fibra, todos los aminoácidos esenciales y calidad de proteína (hasta 2 %) (Gómez et al. 2012). Es de ciclo corto, lo que permite realizar hasta tres

cosechas por año (Rodríguez et al. 2009). Por estas características, presenta condiciones para el cultivo en macetas, contenedores y bolsas de cultivo, como componente de la agricultura urbana.

A pesar del potencial de la papa grupo Phureja en la agricultura urbana, su éxito no está exento de desafíos. La interacción entre factores como el sustrato de cultivo, el tipo de contenedor utilizado y la aplicación de foliares influye de manera significativa en el crecimiento y el rendimiento de los cultivos urbanos, incluida la papa Phureja.

Es así que, la presente investigación se enfocó en el problema de la producción de papa Grupo Phureja (cultivar Amarilla redonda) en zona urbana. Se planteó probar el uso de contenedores (bolsas de polietileno) de dos capacidades, dos tipos de sustrato, además del uso de bioestimulante comercial orgánico. Se trató de explorar la interacción entre estos tres componentes en el contexto de la producción de papa Grupo Phureja (cultivar Amarilla redonda), en entornos urbanos. El objetivo fue evaluar la viabilidad técnica y productiva de esta práctica en la producción de papa, considerando principalmente el rendimiento de la cosecha y proporcionar orientación precisa y práctica para los agricultores urbanos, planificadores urbanos y tomadores de decisiones, con el objetivo último de fortalecer la seguridad alimentaria local y fomentar el desarrollo sostenible en las ciudades.

1.2 Formulación del problema

¿Existe interacción entre dos tipos de sustrato (suelo de jalca + cascarilla + humus y suelo de jalca + aserrín de cedro + humus), dos tipos de bolsa de cultivo (8 L y 16 L), y tres aplicaciones de bioestimulante foliar (Trimáximo) en el rendimiento de la papa Grupo Phureja (cultivar Amarilla redonda) en un entorno de Agricultura Urbana?

1.3 Justificación

El motivo de siguiente estudio se debe a la necesidad de obtener conocimiento acerca de las técnicas de la Agricultura Urbana aplicada en la producción de alimentos consumidos en mayor cantidad por nuestra población local y nacional. Cada vez hay más personas interesadas en llevar una alimentación saludable y en cultivar sus propios alimentos. La siembra en contenedores ofrece una solución práctica para cultivar alimentos limpios, sin pesticidas ni químicos, incluso en espacios urbanos limitados.

Además, la presente investigación permitirá el desarrollo de habilidades y conocimientos en el campo de la horticultura y la agricultura urbana. Investigar sobre la siembra en contenedores implica comprender los principios de la gestión de los recursos a utilizarse en el proceso. Estos conocimientos serán valiosos tanto para el crecimiento personal del investigador como para contribuir en la producción y divulgación de conocimiento científico.

En el ámbito social, la siembra en contenedores como parte de la agricultura urbana tiene un potencial significativo para abordar los desafíos alimentarios en comunidades urbanas. Esta investigación se justifica al promover la producción local de alimentos frescos y saludables, lo que puede mejorar el acceso a una alimentación sostenible en áreas urbanas donde el acceso a productos frescos es limitado. Además, este trabajo de investigación busca fomentar prácticas agrícolas respetuosas con el medio ambiente, contribuyendo así a la creación de ciudades más sostenibles y resilientes.

La información generada por la investigación será útil para otros investigadores, tomadores de decisiones y estudiantes interesados en el tema.

1.4 Objetivo principal

Investigar y evaluar el impacto de dos tipos de sustrato, dos capacidades de contenedor y tres aplicaciones de bioestimulante comercial, en el rendimiento de tubérculos del cultivar de papa Grupo Phureja (cultivar Chaucha amarilla redonda) en un entorno de agricultura urbana.

1.5 Hipótesis

Existe interacción entre dos tipos de sustrato (suelo de jalca + cascarilla + humus y suelo de jalca + aserrín de cedro + humus), dos capacidades de contenedores (8 L y 16 L), y tres aplicaciones de bioestimulante foliar (Trimáximo), en el rendimiento de tubérculos frescos, de la papa Grupo Phureja (cultivar Chaucha amarilla redonda) y; por lo menos una de las combinaciones es superior al resto de combinaciones.

CAPÍTULO II

REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 Antecedentes de la investigación

En el Departamento de Cundinamarca, Colombia, Vega (2015) realizó un experimento similar al que se propone ejecutar en el presente proyecto. Usó contenedores reciclados de polietileno de alta densidad (HDPE) con dimensiones de 0,25 m de largo y ancho y 0,30 m de profundidad. Estos contenedores tenían doble fondo y drenaje para evacuar los excesos de agua. Se usaron técnicas agroecológicas de producción como la fertilización utilizada con base en tres componentes: materia orgánica, minerales y microorganismos. Las variables evaluadas fueron: incidencia de plagas, peso en fresco por contenedor, peso fresco total y peso por clasificación comercial. Con los datos obtenidos y procesados se calculó media, mediana, moda, desviación estándar y se realizó un análisis de la dispersión por medio de cuartiles para el resumen de la información en cada una de las clasificaciones de la papa. Se obtuvo una producción promedio de tubérculos de 528 g/planta, siendo el rendimiento promedio en Colombia y en el departamento de Cundinamarca de 511 g/planta y de 836,64 g/planta respectivamente. Se demostró que la producción de papa criolla (clon Paisa) en contenedores, presenta valores muy cercanos con la agricultura convencional, lo que refleja una alternativa viable respecto a la producción de este tubérculo que contribuye de forma directa a la soberanía y seguridad alimentaria.

Cordero (2019) realizó el trabajo de investigación “Efecto de dos tipos de sustrato en dos tipos de contenedores para la producción de semilla pre básica en dos cultivares Canchán y Única” en un cobertor de la Empresa Tubérculos del Perú S.R.L con sede en Huancayo. Teniendo como objetivo la producción de tubérculos pre básicos de los cultivares Canchán y Única en diferentes sustratos (sustrato tradicional y arena) y contenedores (bolsas y balde). El diseño de la investigación fue BCR con 8 tratamientos y 2 repeticiones. Los resultados de la investigación

indicaron que el cultivar Canchán produjo 16,006 tubérculos por planta, mientras que Única, 169,951 g por planta. Para el tipo de sustrato, se obtuvo un promedio de 15,288 tubérculos por planta con arena, mientras que con el sustrato tradicional se obtuvo un promedio de 180,247 g por planta. En cuanto al tipo de contenedor, se obtuvo un promedio de 14,451 tubérculos por planta y un promedio de 190,069 g por planta con bolsa.

De la misma manera, Archi (2020) en “Densidad de plantas de papa (*Solanum tuberosum* L.) en la producción de tubérculos del cultivar única, en contenedores para autoconsumo”, se enfocó en el cultivo de papa cultivar Única en contenedores en zonas urbano marginales, con el objetivo de evaluar la producción en diferentes densidades de plantas. El estudio se llevó a cabo en la localidad de la Cooperativa Santa Isabel (Huancayo), a una altitud de 3250 m. Se utilizaron cuatro tratamientos con diferentes densidades de siembra: de 0.20 m x 0.20 m, 0.20 m x 0.30 m, 0.30 m x 0.30 m y 0.40 m x 0.40 m en contenedores de 3 m² cada uno. El objetivo era determinar la eficiencia de la densidad de plantas en la producción de tubérculos de papa, así como el número y el peso de los tubérculos en cada tratamiento. Obteniendo, que los tratamientos 4 (40 cm x 40 cm) y 2 (20 cm x 30 cm) presentaron el mayor peso de tubérculos, con promedios de 0.644 y 0.444 kg por planta, respectivamente. En cuanto al número de tubérculos por planta, los tratamientos 4 (40 cm x 40 cm), 2 (20 cm x 30 cm) y 3 (30 cm x 30 cm) destacaron con 11.0, 9.5 y 7.0 tubérculos por planta, respectivamente. Además, encontró que el cultivo de papa en contenedores en zonas urbanas marginales puede ser una alternativa viable de producción en áreas con mayor pobreza.

Haciendo referencia al medio local, Rojas y Seminario (2014) evaluaron la productividad de diez cultivares de papa chaucha de la Región Cajamarca, en Diseño de Bloques Completos al Azar, con diez tratamientos (cultivares) y tres repeticiones: Peruanita 3, Montañera 2, Limeña, Amarilla, Clavelina 2, Roja 2, Mulla, Huagalina, Amarilla mahuay y Chimbina colorada. Se usó

la fórmula de fertilización 140-140-0, de nitrógeno, fósforo y potasio, respectivamente. Las fuentes fueron úrea (46% de N) y superfosfato simple (20% de P₂O₅). Todo el superfosfato y la mitad de la úrea se aplicaron a la siembra. La otra mitad de la úrea se aplicó a los 20 días después de la siembra. Además, se aplicó a la siembra, estiércol de cuy (*Cavia porcellus*) a razón de 5 t ha⁻¹. El rendimiento varió de 5,0 (Huagalina) a 11,5 t ha⁻¹ (Amarilla mahuay) con una media de 8,6 t ha⁻¹.

Seminario et al. (2017) ejecutaron la investigación en la que se evaluó el rendimiento de tubérculos y las variables relacionadas de 17 cultivares de papa del grupo Phureja, de la región Cajamarca-Perú. El experimento se realizó en el valle de Cajamarca (2650 m.s.n.m.) Se fertilizó con 100-100-40 unidades de N, P, K, respectivamente, y, como fuentes se usaron urea (46 % N), superfosfato simple de calcio (21% P₂O₅) y cloruro de potasio (60% K₂O). La mezcla de fertilizantes se aplicó a la siembra. Además, se aplicó, a la siembra, humus de lombriz, en la proporción de 5 t ha⁻¹. El rendimiento de tubérculos varió de 8,2 t ha⁻¹ - 27,4 t ha⁻¹ y el promedio fue de 15,5 t ha⁻¹. El índice de cosecha promedio fue de 65%. Los tubérculos comerciales representaron entre 49% y 97%.

Así también, Diaz (2021) presentó una investigación cuyo objetivo fue evaluar el efecto de dos dosis de humus de lombriz (2.5 y 5 t ha⁻¹) en los cultivares de papa Grupo Phureja (cultivar Amarilla redonda) y chaucha 'Llanqueja'. Tanto el rendimiento total y el rendimiento de tubérculos comerciales no mostraron diferencia significativa, ni por el cultivar ni por la dosis de humus. Pero, el rendimiento total (16.10 t ha⁻¹) se halló con el cultivar 'Llanqueja' más 2.5 t de abono y el mayor rendimiento de los tubérculos comerciales (15.9 t ha⁻¹), con el cultivar 'Llanqueja' más 2.5 t de abono. Los resultados más altos se hallaron con Amarilla redonda más 5 t de abono y; llanqueja con cero (0) t de abono. Se encontró significación estadística para las dosis

de humus y el número de tubérculos comerciales, la dosis óptima fue de 2.5 t de abono, con 18 tubérculos comerciales por planta.

2.2 Marco teórico

2.2.1 Generalidades de la papa grupo Phureja

a) Origen y taxonomía de la papa, con énfasis en Phureja

Hablando de papa en términos generales, Srivastava et al. (2016) afirma que se originó en Suramérica, más específicamente en la Cuenca del Lago Titicaca en las fronteras de Perú-Bolivia; creciendo de manera natural y cultivada en una gran variedad de hábitats, desde las condiciones semidesérticas del norte de Argentina, el sur de Bolivia y México hasta zonas con altas precipitaciones como los bosques subtropicales de Centro y Sur América exhibiendo una amplia adaptación a la altitud desde el nivel del mar hasta casi 5000 m.

Seminario (2008) expone la provisionalidad del conocimiento científico frente a las controversias no resueltas en cuanto al origen y taxonomía de la papa, esto debido a la atención de diferentes investigadores y, por lo tanto, diversos enfoques, que de forma general no concuerdan. Asimismo, Rodríguez (2010) menciona que históricamente se ha discutido de forma amplia acerca de la especie o especies que dieron origen a la papa cultivada. El mismo autor añade que al tomar en cuenta los rasgos morfológicos y fitogeográficos, se planteó que la primera papa cultivada fue *S. stenotomum*, teniendo a *S. leptophyes* y *S. canasense* como posibles ancestros.

S. stenotomum agrupa un conjunto de plantas diploides que florecen y tuberizan bajo condiciones de días cortos, y que no presentan brotación del tubérculo al momento de la cosecha (Huamán y Spooner, 2002; Ghislan et al., 2006).

El grupo de genotipos de papas criollas *S. tuberosum* Grupo Phureja, se ha considerado con un nivel diploide ($2n=2x=24$) (Hawkes, 1990 citado por Gómez et al., 2012). Es así que las

distintas variedades cultivadas se encontraron agrupadas dentro de la especie *Solanum tuberosum* L., sin tomar en cuenta su ploidía (Sponner et al., 2007; Huamán, 2008) y nueve grupos, donde ocho corresponden a las papas nativas o tradicionales (Phureja, uno de ellos).

Srivastava et al. (2016), señala que al día de hoy se toman en cuenta siete especies poliploides cultivadas que presentan tubérculos, *S. phureja*, *S. stenotomum*, *S. ajanhuiri*, *S. chaucha*, *S. juzepczukii*, *S. tuberosum* ssp. Andigena, *S. tuberosum* ssp. Tuberosum y *S. curtilobum*, 225 parientes silvestres y 110 especies de tubérculos silvestres.

b) Descripción y fenología de la papa grupo Phureja (cultivar Amarilla redonda)

El cultivar de papa Chaucha amarilla redonda de acuerdo a Seminario et al. (2019):

Tabla 1

Descripción de la papa Grupo Phureja (cultivar Amarilla redonda).

Descripción	
Planta	Decumbente, tallo verde y alas onduladas.
Hoja	Disectada, cuatro pares de folíolos laterales, dos pares de interhojuelas entre folíolos laterales, no presenta interhojuelas sobre peciolulo.
Floración	Escasa
Flor	Corola rotada, color principal morada y color secundario blanco, distribuido en el acumen en haz y envés.
Baya	Verde con abundantes puntos blancos y forma globosa.
Tubérculo	Comprimido a redondo, ojos de profundidad media, piel amarilla, pulpa amarilla.
Brote	Morado con blanco – verdoso, distribuido en la base.
Materia seca	27.6%.
Ciclo vegetativo:	109 días.
Rendimiento:	14-24 t ha ⁻¹ .
Cultivares afines:	Limeña huachuma, Chachapoyana 2, Blanca redonda, Piña amarilla, Amarilla mahuay y Chachapoyana 1B.

La emergencia de la papa Phureja varía de 15 a 30 días, dependiendo de las condiciones climáticas y edáficas del medio y calidad de semilla utilizada (Sánchez et al., 2005; Lema, 2021; López, 2022). El macollamiento se refiere al desarrollo de tallos e inicio de estoloneo, además de crecimiento lento de las hojas jóvenes e incremento veloz de las hojas maduras. Las raíces y los estolones se presentan a los 30 dds, hasta los 51-58 días, aproximada y progresivamente (Bello y Pinzón, 1997).

El botón floral y la antesis inicial se muestran entre los 36-65 días y a partir de los 65 dds, el crecimiento del follaje es acelerado, hasta alcanzar un punto máximo 107 dds; luego, se observa un descenso gradual hasta los 121 dds, al llegar la cosecha (Meier, 2001). En papa criolla la formación de tubérculos se inicia a partir de los 51 dds; y a partir de los 79 dds se caracteriza por un aumento acelerado en el peso y el tamaño de los tubérculos hasta su madurez (Bello y Pinzón, 1997).

Entre 66-90 días después de siembra se da la fructificación, lo cual comienza con la formación del fruto y culmina con la madurez de este (López, 2022).

La senescencia coincide con la diferenciación y crecimiento de los tubérculos, donde se da un aumento continuo y rápido en su tamaño y peso, esto ocurre desde los 91 dds a los 120 dds; y es aquí donde da comienzo a la caída del follaje, las hojas viejas se tornan amarillas hasta llegar gradualmente a un color café al madurar, mientras que los requerimientos hídricos van disminuyendo por la reducida evapotranspiración de las hojas; de igual manera el crecimiento de los tubérculos es lento alcanzando su madurez y acumulación máxima de materia seca, al inicio la piel de los tubérculos se desprende fácilmente; y al madurar la piel no se quita fácilmente con el pulgar (Meier, 2001; Lema, 2021; López 2022).

c) Distribución del grupo Phureja

El Grupo conformado por las papas criollas está compuesto por un conjunto de variedades nativas que crecen extensamente en los Andes, desde el occidente de Venezuela hasta el centro de Bolivia (Ghislain et al., 2006). Actualmente, *S. Phureja* se distribuye ampliamente en una larga y estrecha franja de los Andes, desde Venezuela hasta el centro de Bolivia, mientras que *S. stenotomum* está restringida sólo a Perú y Bolivia (Rodríguez, 2010). Además, es cultivada en la zona oriente de los Andes (desde el noreste de Bolivia, toda la región de los Andes del Perú, Colombia y parte de Venezuela) en altitudes de 2000 - 3400 m (Rodríguez et al., 2009). Además, en cuanto a su cultivo, Abaunza et al. (2022) considera que debe sembrarse estos cultivares de 1800 ms. n. m. hasta los 3200 ms. n. m, siendo las altitudes más aptas entre 2300 m y 2800 m para el cultivo de papa diploide.

d) Requerimientos nutricionales de la papa Phureja

Gran parte de los suelos de la sierra peruana han sido descritos como pobres en nitrógeno, medio en fósforo y de medio a alto en potasio (Cabrera, 2009). Es así que Arcos et al. (2020) sugiere que el requerimiento nutricional necesario para el crecimiento y rendimiento óptimo del cultivo de papa se proporciona a través de la aplicación de fertilizantes y/o abonos orgánicos, que vendrían a ser los siguientes:

- El nitrógeno, que estimula el crecimiento foliar, la síntesis de fotosintatos y el rendimiento de las plantas, y se puede obtener a partir de fertilizantes como urea, nitrato de amonio, sulfato de amonio y guano de isla.
- El fósforo estimula la formación de raíces, estolones y el inicio de la tuberización, y las principales fuentes son los superfosfatos y el fosfato diamónico.

- El potasio interviene en la transpiración, síntesis y translocación de fotoasimilados y el control del nivel hídrico y la concentración iónica. Las principales fuentes son el cloruro de potasio, el sulfato de potasio y el nitrato de potasio.

Para la papa en general, se recomienda que, al momento de sembrar, se aplique el 50 % del fertilizante nitrogenado y el 100 % de los fertilizantes fosfatados y potásicos (Cabrera, 2009).

En papa Phureja, no se recomienda el fraccionamiento del abonamiento, es decir es adecuado el 100 % en la siembra, ya que se obtienen resultados superiores para el desarrollo foliar y la cuantificación del rendimiento. En elementos menores, para una producción de 40 ton/ha, indican una extracción de 40 g de Mn, 60 g de B, 40 g de Cu y 6 g de Mo, en términos de hectáreas cultivadas. El cultivo de papa puede consumir 50% más potasio que nitrógeno. Una cosecha de 70 t ha⁻¹ podrá remover más de 200 kg ha⁻¹ de potasio y 120 kg ha⁻¹ de nitrógeno. Tanto el potasio como nitrógeno son nutrientes necesarios durante todo el crecimiento vegetativo, la producción de tubérculos y el subsiguiente llenado de los mismos (Lara, 2017).

e) Uso e importancia de *S. tuberosum* L. Grupo Phureja

El cultivo de la papa en general juega un papel importante en el sistema de alimentación global, contribuye a los requerimientos energéticos y de nutrientes de más de dos mil millones de personas en los países en desarrollo y es producida y consumida en su mayoría por los agricultores más pobres (Palacios et al., 2008).

Reporte del CIP (2016) destaca que aproximadamente 1.4 mil millones de personas alrededor del mundo consumen papa como alimento básico. En el Perú, al año 2021 el consumo de papa llegó a 92 kg per cápita anual (por sobre los 61 kg per cápita del arroz), con un rendimiento nacional promedio de 17.64 t ha⁻¹ (Cajamarca con 13.17 t ha⁻¹) y significa el sustento de más de

711 000 familias productoras en el país (en Cajamarca más de 92 000 familias), generalmente de zonas andinas (MIDAGRI, 2022).

Las papas del Grupo Phureja presentan una excelente aceptación por parte del consumidor nacional en razón de sus características culinarias (sabor, color, harinosidad) (Rodríguez, 2009) y es demandada por su alta calidad, aunque haya registrado un abastecimiento menor en el año 2020 en comparación con el promedio de los últimos cuatro años (Ordinola y Devaux, 2021), esto debido a los problemas que acarreó el contexto de pandemia y lo sigue haciendo hasta el momento.

Los principales atributos de las papas nativas, además de su calidad culinaria, son su alto contenido de materia seca, alto contenido de antocianinas y una gran diversidad de color de pulpa de los tubérculos, variando de blanca, amarilla, roja, morada con combinaciones vistosas y únicas, lo que resulta atractivo y de suma importancia en la industria del procesamiento (Rivera et al., 2003, Wissar, 2009): esta se transforma en papas fritas, "chips" u hojuelas, congelada prefrita o enlatada, aparte de obtenerse productos como almidón, alcohol y celulosa y conserva (Wissar, 2009; Ligarreto et al., 2003).

La papa criolla como alimento, ofrece a la dieta del consumidor un excelente valor nutricional de vitaminas A, B, y C, niacina, tiamina, carbohidratos y minerales como el sodio, potasio, calcio, hierro, magnesio y fósforo, aporte nutricional importante en la dieta diaria (Martin et al. 2000).

2.2.2 Agricultura urbana

a. Definiciones de Agricultura urbana

La Agricultura Urbana es el cultivo, procesamiento, distribución, y consumo, de plantas, árboles y la cría de ganado, tanto dentro de la periferia de un área urbana, dirigidos al mercado urbano y/o suministro de propio hogar, aprovechando recursos (espacios usados u subutilizados y

residuos orgánicos), servicios (extensión técnica, financiamiento, transporte) y productos (agroquímicos, herramientas, vehículos) encontrados en esa área urbana, generando a su vez recursos (áreas verdes, microclimas y compost), servicios (abastecimiento, recreación, terapia) y productos (flores, aves de corral, lácteos) en gran parte para esa misma área urbana (Moreno, 2007; Mougeot, 2006).

La Agricultura urbana también se define como prácticas agrícolas que se llevan dentro de los límites o en los alrededores de las ciudades de todo el mundo e incluye la producción, y en algunos casos el procesamiento de productos agropecuarios, pesqueros y forestales (Zaar, 2011). El mismo autor vincula a la AU con temas como desarrollo sostenible, insuficiencia alimentaria, agricultura ecológica, educación medioambiental, calidad de vida y degradación ambiental.

b. Agricultura en el ámbito global y latinoamericano

Desde los inicios de las ciudades, la producción de alimentos ha sido una práctica esencial, ya que esta se ejercía en ciudades de antiguas culturas como Mesopotamia y Egipto, y los primeros asentamientos se desarrollaron cerca de tierras agrícolas y suelos fértiles para asegurar el abastecimiento alimentario de la población. Se puede inferir que la prioridad era mantener la estabilidad económica y social de la ciudad. Esto destaca que el crecimiento urbano estaba fuertemente determinado por la producción de bienes agrícolas en el medio (Degenhart (2016).

A nivel mundial se viene experimentando junto al proceso de urbanización mundial, un aumento de la demanda de alimentos en las ciudades, lo que ejerce presión sobre los recursos naturales, lo cual ha conllevado a las prácticas agrícolas tradicionales que han generado resultados poco favorables en diversos aspectos. Y ante la necesidad de cubrir necesidades alimentarias, la población responde con la práctica de la agricultura urbana. Con el pasar del tiempo y las nuevas tecnologías, incluso esta ya no se realiza de forma horizontal, como es habitual, sino como vertical,

lo que permite ampliar el espacio horizontal limitado de las ciudades cultivando alimentos en varios pisos (Hernández 2006; Degenhart, 2016).

Se estima que unos 800 millones de habitantes de ciudades de todo el mundo participan en actividades relacionadas con AU (Agricultura Urbana), que generan ingresos y producen alimentos (Moreno, 2007), lo que vendría a representar entre el 15% y 20% de los alimentos producidos (dentro de la ciudad y periferia) (Degenhart, 2016).

De manera global, tenemos los “huertos para pobres” (poor gardens), surgidas en el siglo XIX e inicios del siglo XX en ciudades industriales como Inglaterra donde se les brindó a trabajadores de ferrocarriles, parcelas en zonas urbanas que generarían la mejora en la alimentación de sus trabajadores y así elevar su moral, pero limitados tanto en tiempo que dedicaban a cultivar como a producir solo para su autosustento, evitando así que el éxito de esta labor sea motivo de abandono de su oficio principal (Morán, 2010), así también existieron los huertos de guerra y huertos comunitarios, ubicados en la primera y segunda mitad el siglo XX, respectivamente.

La actividad agrícola urbana en Latinoamérica data desde las poblaciones españolas y portuguesas de la época colonial. Posterior a la Independencia y de la fuerte urbanización, se desarrolló una tendencia a producir alimentos en ciudades. Un modelo latinoamericano notable en la práctica de la agricultura urbana es el de Cuba (Degenhart, 2016). Desde la crisis económica cubana de 1989 y, la agricultura urbana pasó a anclarse en forma sistemática en el desarrollo urbanístico de varias de sus ciudades. Este país tomó la delantera en América Latina, debido a su desestabilidad en suministro alimentario (Caída del Muro) y el consiguiente colapso de las estructuras socialistas, impulsando un plan nacional de incentivo a la agricultura urbana y periurbana en un momento de fuerte crisis alimentaria. Casi siempre practicada en forma de huertos intensivos y organopónicos que, además de aumentar el número de empleos, más de

22.000 hasta el año 2007, incrementó la producción de hortalizas y condimentos frescos en el área urbana (Zaar, 2011).

c. Agricultura urbana y seguridad alimentaria en el Perú

Para el año 2022, en Perú, 16,6 millones de personas (51 % de la población nacional) se encuentra en situación de inseguridad alimentaria, y cerca del 20% con inseguridad alimentaria aguda, estas cifras representan el doble de las de antes de la pandemia. Con la subida de este indicador, también aumentan los de desnutrición crónica infantil, la anemia, el sobrepeso y la obesidad (Naciones Unidas, 2023).

Si bien es cierto que, en Sudamérica, para combatir la inseguridad alimentaria y al mismo tiempo impulsar la agricultura urbana y sus modelos, se cuenta con ONG's, pero falta mucha legislación que proteja y asegure esta práctica como un estilo de vida real y económicamente viable. En el Perú, Lima, al año 2012, la Municipalidad de Lima, aprobó la Ordenanza N° 1629 Marco de promoción de la agricultura urbana como estrategia de gestión ambiental, seguridad alimentaria, inclusión social y desarrollo económico local de la provincia de Lima, en donde abordan tres elementos: agricultura urbana, agricultor urbano y programa metropolitano de agricultura, surgiendo así el Programa “Mi huerta” (Zavala, 2022).

El equipo “Agricultura Urbana” de ESD (UCL) en el marco del Foro Internacional “Después del Desastre, ¿Qué?”, puntualizó reforzar la red de agricultores en diferentes zonas urbanas de Lima, con ideas concretas y con ayuda de un documento de mapeo de suelos en el cual se establecen las zonas adecuadas para la agricultura urbana de esta ciudad. Además, se mencionó que existen jardines y huertos que han funcionado con el pasar de los años y diferentes gestiones. Estas iniciativas transforman estos lugares en zonas de inserción social, recreativas, de apoyo a muchas familias. Por otro lado, también se evidenció la susceptibilidad de muchas zonas

productoras en periferias como los valles de Lurín, Chillón y Rímac y que se han visto presionados por las empresas inmobiliarias, las cuales representa gran parte de la seguridad alimentaria de Lima. Para ellos es necesario brindarle la importancia a las “cápsulas” como llama el autor, a los pequeños huertos dentro de las ciudades, que sirven como alternativa a la búsqueda del deseo de practicar la agricultura en las ciudades, dejando de lado prejuicios de creer que solo son pasatiempos, sino reconociendo el valor real al servir como zonas de inclusión social, volviendo resiliente a una ciudad y asegurando la alimentación y su calidad (ESD, 2017).

d. Contribuciones y beneficios de la agricultura urbana

La AU contribuye en cierta forma en mejorar la calidad del medio ambiente. En muchas experiencias, las personas que hacen AU utilizan desechos de cocina para la elaboración de abonos orgánicos y reutilizan recipientes para la construcción de espacios para cultivar. Además, las actividades agrícolas urbanas pueden desarrollarse tanto en superficies ubicadas cercanas al lugar de residencia como también en parcelas alejadas del domicilio real, en terrenos arrendados o propiedad de los agricultores urbanos, e incluso en superficies semipúblicas (patios traseros o predios pertenecientes a instituciones) o en lugares públicos (parques, márgenes de las calles, terrenos linderos, etc) (Degenhart, 2016). Este tipo de agricultura hace que aumente el número de áreas verdes lo cual colabora en el cierre de los ciclos naturales (agua, materia y energía), haciéndolos visibles y aprovechables (Morán, 2010).

También se resaltan algunas oportunidades interesantes para la AU como son el acceso rápido a los mercados, menor necesidad de envasar), almacenar y transportar, posible empleo e ingresos económicos, disponibilidad de alimentos frescos y perecederos, proximidad a los servicios, recuperación y reutilización de residuos (Méndez et al., 2005; Morán, 2010). Este

mecanismo tiene importancia en zonas en las que la infraestructura inadecuada y las elevadas pérdidas durante el transporte se añaden a la escasez y alto coste de los productos agrícolas.

Asimismo, Colino (2022) indica que la búsqueda de mayores rendimientos agrícolas puede comprometer el contenido nutricional de los alimentos. Cultivos de alto rendimiento, como trigo y arroz, agotan el suelo y afectan la asociación de plantas con hongos beneficiosos. El aumento de dióxido de carbono en la atmósfera también impacta negativamente al generar más compuestos basados en carbono y disminuir la absorción de micronutrientes (se prevé para el año 2050, la probabilidad de que el contenido de proteínas de las patatas, el arroz, el trigo y la cebada disminuya otro 6 a 14 por ciento). Este declive nutricional plantea riesgos para quienes dependen de estos cultivos, especialmente en regiones con inseguridad alimentaria, afectando la salud y el sabor de los alimentos. Para ello la autora plantea que una de las maneras más accesibles que la población puede utilizar para mitigar este efecto es llevando a cabo una agricultura regenerativa, donde la producción sea ecológica y orgánica. Es aquí donde la agricultura urbana podría ser un modelo que reduce la dependencia de fertilizantes químicos y mejorando la sostenibilidad del suelo.

Marín (como se citó en Alomia, 2018), metaforiza la agricultura urbana de dos maneras ilustrativas: la práctica de la agricultura urbana es como una piedra lanzada en un lago, con impacto suave al inicio, mas las ondas se van expandiendo en el centro. La otra metáfora está relacionada con la dedicación y la conexión individual de un artista, comparando al huerto con un cuadro en el suelo. Para precisar, en lo social se deja notar indirectamente más allá de su centro de acción y a nivel individual conectando al sujeto con su trabajo. Finalmente, cabe resaltar la frase: “Con los huertos, con cada vez más verde en todos lados, yo creo que se humaniza más la ciudad y se hace más agradable”.

2.2.3 *Uso de sustratos y contenedores como medio de cultivo*

El cultivo efectivo de plantas en macetas, recipientes o contenedores, requiere de una comprensión del ambiente encontrado en la maceta y como es afectado por las propiedades físicas y químicas de los sustratos utilizados, siendo los físicos más importantes de realizar en pre siembra ya que son difícilmente modificables luego del establecimiento del cultivo (Cabrera, 1999).

Cabrera (1999) menciona que la mayoría de los sustratos usados en la producción de ornamentales consisten en una combinación de componentes orgánicos e inorgánicos, siendo algunos de los materiales inorgánicos comunes la arena, vermiculita, perlita, arcilla calcinada, piedra pómez y otros subproductos minerales; y por otro lado, los componentes orgánicos más populares como turba, productos de madera compostados (corteza, aserrín, virutas), composta de materia orgánica, lodos de depuradora, fango, estiércol, paja, cascarilla de arroz y de cacahuate, etc.

Cabrera y Escobal (2002) establecen que el suelo para el cultivo de papa debe ser fino, suelto, sin zonas compactas para permitir el crecimiento de las raíces, ni terrones y piedras grandes que puedan causar deformaciones en los tubérculos y afectar el desarrollo de la planta. Se menciona también que la temperatura del suelo también es un factor importante, ya que los suelos más fríos (bajo los 15°C) pueden retardar la emergencia de las plantas, aunque esto depende también de la disponibilidad de humedad en el suelo.

Algunas de las características del suelo, pueden ser mejoradas gracias a la incorporación de abonos de origen orgánico. De esta forma Arcos et al. (2020) indican que el estiércol, compost, humus de lombriz, entre otros, además de mejorar la estructura del suelo, también mejora la actividad microbiana, favorece la retención de agua y genera mayor tolerancia a enfermedades causadas por organismos patógenos.

En las propiedades físicas de un sustrato, los componentes orgánicos deben utilizarse en los sustratos por lo menos en un 40 % con base en el volumen (Cabrera, 1999).

a. Cascarilla de arroz:

Este material usado para mezclas de sustrato, viene a ser un material residual (subproducto) de la industria molinera de zonas arroceras. Es un sustrato orgánico de baja tasa de descomposición, con alto contenido de sílice, rico en carbono junto a altos contenidos de potasio (Ibarra, 2022) por lo que presenta una relación carbono/nitrógeno de 60 a 80, dependiendo de su estado de compostaje (Terrerros, 2021).

b. Aserrín de cedro

Es un subproducto de la industria forestal que tienen poco uso, y en los últimos años se han utilizado como componentes de los sustratos en los viveros. Sin embargo, en algunos casos cuando se utilizan en forma inadecuada y sin compostar pueden llegar a disminuir la disponibilidad de nitrógeno y provocar problemas de fitotoxicidad en las plantas, por su alto contenido de taninos. El aserrín posee una relación carbono/nitrógeno de entre 80 a 150, dependiendo de su estado de compostaje (Rojas y Zeledón, 2005).

2.2.4 *Uso de Bioestimulantes en cultivos*

La eficacia de estos productos se ha estudiado internacional y nacionalmente en numerosas investigaciones y bajo distintas condiciones agroecológicas; aplicaciones de bioestimulantes que han sido hechas en una amplia variedad de cultivos, desde cultivos hortícolas, frutales hasta cultivos tradicionales (Nina, 2012).

El desarrollo y aplicación de Bioproductos (biopesticidas, biofertilizantes y bioestimulantes) deja en claro que en la agricultura está siendo objeto de gran atención, por científicos y productores, como una alternativa para la reducción del empleo de pesticidas y

fertilizantes químicos, con el fin de disminuir la contaminación ambiental producida por los mismos, promover incrementos en los rendimientos de las cosechas y calidad de las mismas.

Modo de acción de los bioestimulantes

Rubén (2016), los bioestimulantes activan, sin alterar los procesos naturales del metabolismo de las plantas y actúan en dos formas.

a) Aumento de prolina: se produce en el interior de las plantas proporcionándole una mayor defensa frente a los estados de estrés, bien sea hídrico, térmico, por enfermedad o plaga entre otros. Proporcionando grupos tiónicos (-SH) a la planta.

b) La expresión externa de esta potenciación se traduce en un efecto benéfico sobre: Producción, incrementos en cosecha, mejor calidad de frutos y de otros aspectos relacionados con los mismos como coloración, uniformidad y aumento de tamaño, menor pérdida de peso post-cosecha, entre otros. En vegetación, mejor desarrollo vegetativo, mayor vigor en brotes y aumento de masa radicular.

Cadena (2013), indica que a pesar de no ser un nutriente, un pesticida o un regulador de crecimiento, al ser aplicadas en pequeñas dosis de compuesto activo al metabolismo vegetal, generan un impacto positivo en la germinación, el desarrollo, el crecimiento vegetativo, la floración, el cuajado y/o el desarrollo de los frutos, ahorrándole a las plantas gastos energéticos innecesarios en momentos de estrés, de esta forma se logra mejorar largo de brotes, cobertura foliar, profundidad de los sistemas radiculares, entre otros.

Bioestimulante orgánico Trimaximo (FDGreen)

La ficha técnica del mencionado producto, lo describe como un bioestimulante que genera mayor disponibilidad y movilidad de los nutrientes, para aumentar la capacidad del sistema radicular, floración y maduración. Poseen una elevada cantidad de aminoácidos, alginatos,

manitol, betainas, poliaminas, vitaminas y reguladores de crecimiento tipo auxinas, giberelinas y citoquininas de origen natural, provenientes de extractos de algas *Macrocystis pyrifera*, extractos metabólicos de yemas de plantas resinosas y extractos microbianos.

Tabla 2

Contenido nutricional del bioestimulante Trimáximo.

Componente	Cantidad	Componente	Cantidad
<i>Protohormonas de Citoquininas BA.</i>	0.10 gr/L	Zinc (ZnO)	1%
<i>Protohormonas de Giberelinas AG3</i>	0.40 gr/L	Magnesio (MgO)	1%
<i>Protohormonas de Auxinas AIA</i>	0.08 gr/L	Calcio (CaO)	2%
Vitaminas B12	0.02 gr/L	Boro (B)	0.1%
Nitrógeno (N)	10%	Aminoácidos	5%
Fósforo (P ₂ O ₅)	12%	Sucratos	5%
Potasio (K ₂ O)	3%	Ácidos Húmicos	5%
Metabólitos fitoquímicos y microbianos	5%	Extracto de Algas Marinas	5%
Cobre (CuO)	3.30%		

Nota: Tabla sacada de la ficha técnica del producto.

Las propiedades de este bioestimulante son las siguientes:

- Estimula la elongación y división celular
- Fomenta brotación precoz.
- Balance nutricional y hormonal en la planta, debido a las cantidades en proporciones adecuadas entre los nutrientes permitiendo el desarrollo del máximo potencial genético de las plantas.
- Incrementa el contenido de proteínas y polisacáridos en los órganos de almacenamiento.
- Reduce los niveles de etileno en la planta, produciendo: mayor cuajado en el tercio superior en cultivos de fructificación múltiple, mayor desarrollo radicular, mayor número

de yemas de fructificación, mayor producción de partes cosechables, frutos de mayor tamaño, menor estrés en la planta y más ramas laterales.

2.3 Definición de términos

Contenedor: De acuerdo con Vega (2015), son aquellos recipientes capaces de proporcionar condiciones mínimas para la retención de un sustrato, la permeabilidad, el desarrollo óptimo de una planta y de forma simultánea, que este no genere problemas de posible contaminación cruzada con los alimentos a cosechar.

Bioestimulante: Producto de moléculas de una amplia gama de estructuras que contiene células vivas o latentes de cepas microbianas previamente seleccionadas, que se caracterizan por producir sustancias fisiológicamente activas (auxinas, giberelinas, citoquininas, aminoácidos, péptidos y vitaminas) que al interactuar con la planta promueven o desencadenan diferentes eventos metabólicos en función de estimular e incrementar el crecimiento, el desarrollo y rendimientos de cultivos económicos, así como para superar periodos de estrés (Saborío, 2002).

Poliploide: Hace referencia al número de juegos de cromosomas de un individuo y se le denomina como “x”. Un individuo con dos juegos de cromosomas (2x) se refiere como un diploide, con 3x, triploide y así sucesivamente (Cresencio, 2023).

pH: coeficiente que indica el grado de acidez o basicidad de una solución (Beretta et al., 2014).

Sustrato: es todo material distinto del suelo convencional, que puede proporcionar anclaje, oxígeno y agua para el óptimo desarrollo de la planta, o en su caso nutrientes, requerimientos que pueden cubrirse con un solo material o en combinación con otros (Cruz et al., 2013).

Agricultura urbana: La Agricultura Urbana abarca el cultivo, procesamiento, distribución y consumo de plantas, árboles y ganado dentro de áreas urbanas, aprovechando recursos locales y generando beneficios sociales y ambientales (Moreno, 2007; Mougeot, 2006).

Agricultura convencional: se caracteriza por el uso extensivo de insumos externos como fertilizantes sintéticos, pesticidas y herbicidas para aumentar la producción agrícola, a menudo enfocándose en monocultivos y técnicas de manejo intensivo del suelo (Moya, 1994).

Protohormona: sustancia precursora que, a través de un proceso de modificación química, se convierte en una hormona activa. Son promotores biológicos de las fitohormonas Auxinas, Giberelinas y Citocininas que, al ser absorbido por las plantas, se convierten en activadores enzimáticos (Maylle,2017).

CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

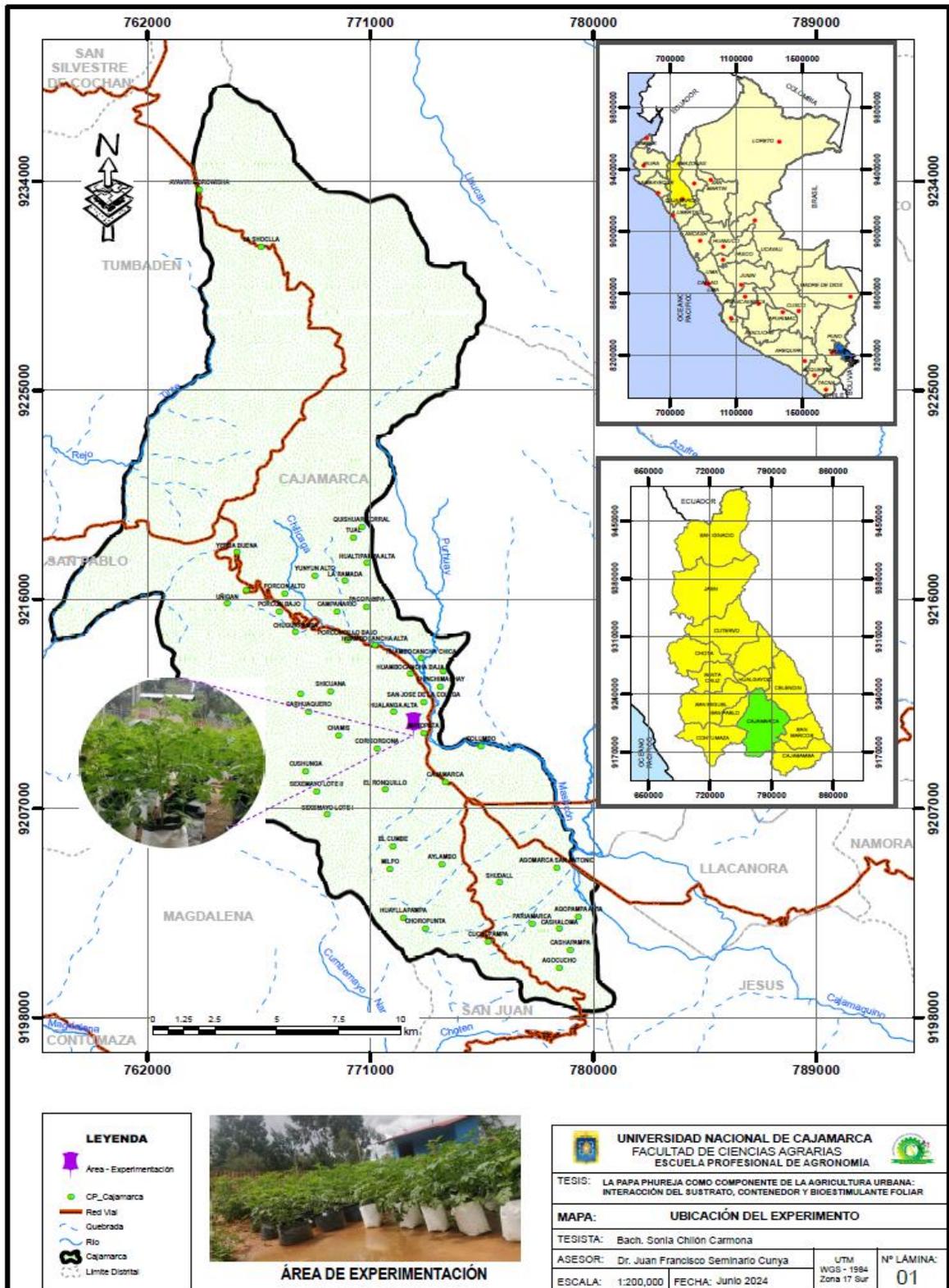
3.1 Ubicación

El presente trabajo de investigación se realizó en el Centro Poblado Rosa Mayopata, localizado en el distrito de Cajamarca, provincia de Cajamarca y departamento de Cajamarca. A quince minutos del centro de la ciudad, geográficamente se ubica en las coordenadas UTM 772727.64 m Este y 9210590.31 m Sur, Datum WGS84 y zona 17S, a una altitud de 2850 m.

El acceso al centro poblado es a través de una carretera pavimentada al principio y conectada, por medio del Badén de Samanacruz, a la carretera principal.

Figura 1

Mapa de ubicación total georreferenciado de la instalación de la investigación



3.1.1 Condición físico-química del suelo

El análisis del suelo en donde se desarrolló el experimento, realizado en el Laboratorio de Suelos, Aguas y Foliare de INIA Baños del Inca indicó lo siguiente (Tabla 3):

Tabla 3

Análisis físico químico del suelo usado para la preparación de los sustratos.

Parámetro	Unidad	Valor	
Arena	%	22	
Limo	%	48	
Arcilla	%	30	
Clase textural	-	Arcilloso	
Aluminio	meq/100g	0.15	
Materia orgánica	%	9.5	Muy alto
Fósforo	Ppm	35.86	Alto
Potasio	Ppm	240	Medio
pH	unid.pH	5.2	Moderadamente ácido

Fuente: Laboratorio de Suelos, Aguas y Foliare del Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA) Baños del Inca (2023). Informe de ensayo N° 03102-23/SU/LABSAF.

Basado en la clasificación del USDA, los porcentajes mencionados en la Tabla 2 de arena, limo y arcilla indican un suelo **franco arcilloso**. Posee un pH moderadamente ácido. Este suelo se considera adecuado ya que, la textura franca y franca arcilloso dan buena porosidad, buen drenaje, evitan la excesiva acumulación de humedad, favorecen las labores de remoción del suelo y el desarrollo de raíces, estolones y tubérculos, unido a una profundidad media y pH entre 5,2 a 5,9 son requerimientos edáficos para el cultivo de papa diploide (Zapata et al., 2022).

3.1.2 Condiciones meteorológicas durante los meses del desarrollo del experimento

Tabla 4

Datos meteorológicos registrados durante el período de la investigación.

Factores meteorológicos	Meses			
	Abril	Mayo	Junio	Julio
Precipitación (mm)	68.6	49.4	0.0	3.5
Temperatura promedio (°C)	15.3	15.8	13.9	14.7
Humedad relativa (%)	70.8	63.7	56.6	55.2

Nota. Datos de la Estación Meteorológica – Augusto Weberbauer, CONVENIO UNC-SENAMHI (2023).

Vargas et al. (2020) recomienda que el cultivo de papa presente un rango de temperatura óptima para su desarrollo entre 15 y 18 °C. Asimismo Abaunza et al. (2022) establece el parámetro de temperatura de 8°C a 18°C con precipitaciones anuales de 700 mm a 2000 mm, indicando que sobre los 2500 ms. n. m., se corre el riesgo de heladas cuando la humedad es baja, y al haber ausencia de lluvias, la irrigación debe ser artificial y frecuente.

3.2 Equipos y Materiales

Experimental

- Semilla: “Amarilla redonda”, adquirida de un productor de Chota.
- Fertilizante de fondo Molimax Papa 20-20-20, 5 kg.
- Bioestimulante Trimáximo (marca FDGreen Perú).
- Humus de Lombriz, cascarilla de arroz, aserrín de cedro.
- Fungicida: Attack (Mancoceb + Cimoxanil) (marca Serfi)

De campo

- Picos, palanas, mangueras, cuchillas, costales, mantas, balanza digital de precisión 0.1 g, wincha, humidímetro de suelo, bolsas de polietileno de 8 litros, bolsas de polietileno de 16 litros, rejilla para tamiz, carretilla tipo Buggy

De escritorio

- Libreta de apuntes, lápiz, lapiceros, plumón indeleble, papel bond A4, calculadora, brazo de soporte para celular.

De laboratorio

- Alcohol, hipoclorito de Sodio, cutter, franela, papel toalla, bolsas de papel Kraft, estufa, reloj o cronómetro.

Otros equipos y materiales

- Cámara digital Fotográfica, bomba de fumigación de 2 litros marca Trupper, ropa de protección (EPP).

3.3 Metodologías

3.3.1 Variables

Independientes

- Doce tratamientos resultantes de las combinaciones de dos tipos de sustrato, dos capacidades de contenedor y tres aplicaciones de bioestimulante foliar.

Dependientes

- Número y peso de tubérculos, número de tallos, producción de materia seca y altura de planta.

Niveles y tratamientos de estudio

Tratamientos en estudio: a continuación (Tabla 5) se presentan los 12 tratamientos en estudio, resultantes de combinar tres factores (sustrato, capacidad del contenedor y nivel de aplicación del bioestimulante) con sus respectivos niveles.

Tabla 5

Factores, niveles y tratamientos del experimento.

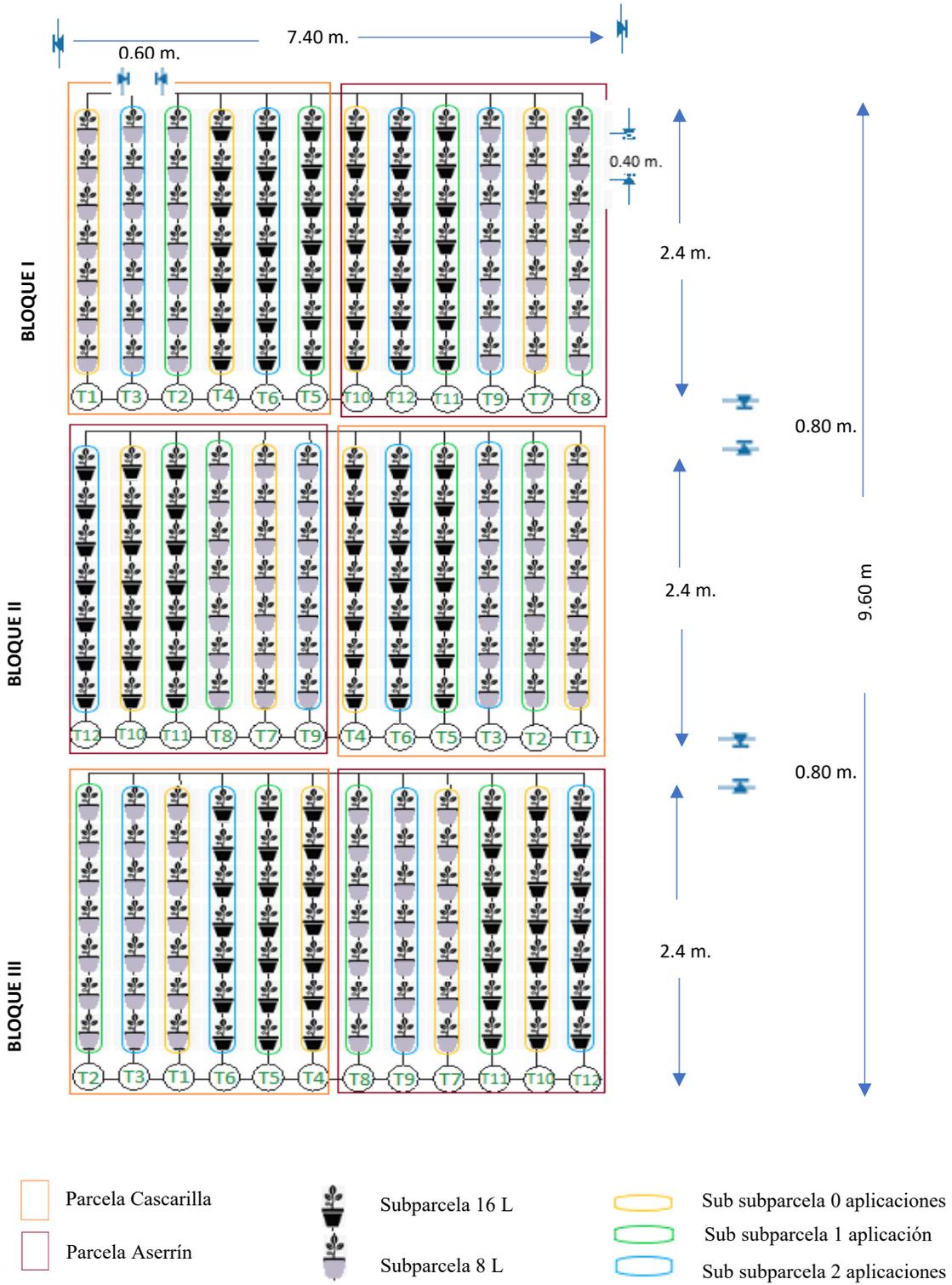
Factor sustrato	Factor capacidad de contenedor	Factor nivel aplicación	Tratamiento
tierra de jalca+ cascarilla de arroz + humus	8 l	0 aplicaciones	T ₁
		1 aplicación	T ₂
		2 aplicaciones	T ₃
	16 l	0 aplicaciones	T ₄
		1 aplicación	T ₅
		2 aplicaciones	T ₆
tierra de jalca + aserrín de cedro + humus	8 l	0 aplicaciones	T ₇
		1 aplicación	T ₈
		2 aplicaciones	T ₉
	16 l	0 aplicaciones	T ₁₀
		1 aplicación	T ₁₁
		2 aplicaciones	T ₁₂

3.3.2 *Diseño experimental*

La hipótesis planteada se puso a prueba a través del Diseño de Parcelas Subdivididas, en arreglo factorial, la distribución de todo el experimento se observa a continuación (Figura 2).

Figura 2

Distribución de tratamientos en campo



Descripción de los factores en estudio

- Dos tipos de sustrato (Tierra de jalca + Cascarilla de arroz + Humus y Tierra de jalca+ aserrín de cedro + Humus).
- Contenedor (bolsas de plástico) de 8 y 16 litros de capacidad.
- Bioestimulante Trimáximo, cero aplicaciones, primera aplicación en el macollamiento; y segunda, en el inicio del desarrollo del tubérculo.

3.3.3 Conducción del cultivo

Semilla utilizada

Se obtuvo la semilla de un productor de la Provincia de Chota. Luego de seleccionarla, se aplicó el insecticida Tifón 4E (Chlorpyrifos) a la dosis de 20 g/1kg de semilla para evitar daños lepidópteros y roedores y se almacenó hasta obtener el nivel de brotación adecuado. Se usaron tubérculos semillas de tamaño mediano, con peso promedio de 35 gramos.

Preparación de los sustratos en los contenedores

Se usó suelo de jalca para ambos sustratos, previamente cernida para separar piedras y rastrojos que puedan dañar los contenedores (bolsas). Este sustrato fue analizado en el Laboratorio de Suelos de INIA. Previo a la preparación, el suelo pasó por un proceso de desinfección por solarización siguiendo el proceso que Santos y Obregón-Olivas (2013) recomiendan. Es así que la tierra a utilizar fue distribuida en una capa en el suelo y cubierta por una lámina transparente de plástico durante cuatro semanas, regándose ocasionalmente y manteniéndose al sol durante ese tiempo.

Para la preparación del sustrato número 1: Se hirvió la cascarilla de arroz, como parte del proceso de desinfección y eliminación de insectos, pupas, etc. Se utilizaron dos carretillas tipo

Buggy para dosificar los componentes de cada sustrato. Se mezclaron dos carretillas de cascarilla y seis carretillas de suelo de jalca (proporción 1:3).

Para la preparación del sustrato número 2: Se llenaron dos carretillas de aserrín de cedro (lavado reiteradas veces y secado, un mes antes de la preparación), y se mezclaron con cinco carretillas de suelo de jalca (proporción 2:5).

Posteriormente se llenó cada contenedor hasta la mitad de su capacidad. Como abono de fondo en todos los contenedores, se colocó Molimax (20-20-20) Papa a una dosis de 500 kg ha⁻¹. También se aplicó humus de lombriz a una dosis de 5 t ha⁻¹, para ambos sustratos.

Siembra

Cada contenedor, tanto de 16 L como de 8 L se llenó hasta la mitad de su capacidad, para luego colocar la semilla y tapar, dejando el resto del espacio para rellenar conforme las plantas fueron creciendo. Luego del aporque, se dejaron 5 cm libres en la superficie de cada contenedor, para evitar desbordes de sustrato y optimizar el riego.

Aplicaciones de bioestimulante

Las aplicaciones foliares con el bioestimulante orgánico “Trimáximo” se colocaron siguiendo las recomendaciones en la ficha técnica del producto (en el macollamiento y en la tuberización). De tal manera se tuvo un control (0 aplicaciones) y dos aplicaciones a realizar de acuerdo a la edad del cultivo.

Monitoreo de pH

Debido al pH moderadamente ácido mostrado en el análisis de suelo se realizó la medición del pH una vez realizada la instalación de las bolsas y al momento de la floración plena. Se tuvo en cuenta lo descrito por Beretta et al. (2014), en el que estableció un procedimiento fiable para medir el pH:

- Muestras previamente secadas a 40 °C durante 48 h y molidas hasta pasar por malla de 2 mm.
- Se pesan 20 g de suelo y se les agrega 50 mL de agua destilada.
- La mezcla suelo: agua se agita durante tres minutos y se deja reposar 15 minutos.
- El pH se mide en el sobrenadante sin agitar.

Se realizó en dos oportunidades (pre siembra y en floración plena).

Riego

El riego fue manual, a partir de la etapa de floración plena, ya que las condiciones climáticas mostraron lluvias frecuentes tal como muestra la tabla de condiciones meteorológicas de la Tabla 4

Deshierbo

Deshierbo manual aproximadamente a los 30 días de haber sembrado el cultivo y se realizó de manera ligera. El uso del contenedor y el uso de sustrato seleccionado, generó apenas la presencia de malezas.

Aporque

Se añadió tierra en el espacio libre dejado al momento de la siembra en cada contenedor. Esta labor se realizó para brindarle condiciones al cultivo (evitar daño de insectos, mantener humedad, mantener erguida la planta, etc. y generar que haya tuberización eficiente, esto se realizó de manera gradual desde el mes y medio después de la siembra (45 dds).

Control de plagas y enfermedades

Se realizó el monitoreo de plagas y enfermedades. Se halló Pulguilla saltona a los 45 DDE.

Las precipitaciones continuas en forma de garúa en nuestra región ocasionaron la presencia de racha (*Phytophthora infestans*) a los 60 DDE. Se actuó de acuerdo a los umbrales de acción establecidos en Castro (2023):

Para *Epitrix* sp., al hallar un 3 -10% de brotes atacados.

Para *Phytophthora infestans*: al detectar los primeros síntomas, los cuales son pequeñas manchas circulares de color marrón oscuro en las hojas basales más viejas.

Se procedió con la aplicación de productos químicos: Para *Épitrix* sp., se aplicó Tifón 4E (Chlorpyrifos), a dosis de 0.30 L /200 L. Para *Phytophthora infestans* se aplicó Attack (Mancoceb + Cimoxanil) a dosis de 0.5 kg/200 L. Ambos egún indicaciones del fabricante en su ficha técnica.

Cosecha del cultivo.

Se llevó a cabo cuando el cultivo tuvo las características de cosecha: su follaje comenzó a amarillarse y posteriormente a secarse. Para generar la maduración uniforme de los tubérculos, se procedió a cortar los tallos 12 días antes de la cosecha programada. La cosecha se logró luego de 106 días después de la siembra. Para esto se extrajo totalmente la planta de cada contenedor.

3.3.4 Evaluaciones realizadas

a. Área foliar

Para esta evaluación se procedió a utilizar la aplicación de teléfono móvil “Petiole Pro”, usando almohadillas de calibración, un soporte de teléfono y adecuada iluminación. Se tomaron dos muestras al azar por tratamiento por bloque.

b. Altura de planta

Siguiendo con las recomendaciones de Quintero et al., (2009) se midió la distancia vertical entre el suelo y la rama terminal de la planta al momento de la floración, cuando había cesado el crecimiento foliar. Se tomaron cinco muestras al azar por tratamiento por bloque.

c. Número de tallos

En la etapa de plena floración se procedió a contar los tallos que se encontraron sobre la superficie de la tierra; esto se hizo a los 90 dds.

Se tomaron cinco muestras al azar por tratamiento por bloque.

d. Número total de tubérculos

Posterior a la cosecha, se hizo el conteo de tubérculos totales por planta. Se tomaron cinco muestras al azar por tratamiento por bloque.

e. Peso total de tubérculos

Pesamos todos los tubérculos de la misma planta, esto sirvió para posteriormente hallar el rendimiento. Se tomaron cinco muestras al azar por tratamiento por bloque.

f. Número y peso de tubérculos según categorías (primera, segunda, tercera)

Para ello, inicialmente se midió con un vernier digital y se clasificó cada tubérculo de cada planta evaluada. Más adelante estos se clasificaron en base a los tamaños establecidos en la primera medida y pesados de acuerdo a sus categorías. Realizamos el conteo y pesado de los tubérculos de cinco plantas de cada tratamiento. Los datos tomados sirvieron para presentar el número y peso de tubérculos comerciales. Las categorías fueron las establecidas por Arias et al. (1996) como se muestra en la Tabla 6, según el diámetro del tubérculo. Se tomaron cinco muestras al azar por tratamiento por bloque.

Tabla 6

Categoría de clasificación utilizados para papa chaucha.

Categoría	Diámetro
Primera	> 4 cm
Segunda	Entre 2 a 4 cm
Tercera	< a 2 cm

g. Número de tubérculos comerciales

Se procedió con el conteo de los tubérculos de primera y segunda (los de mayor demanda en el mercado) como comerciales, mientras que los tubérculos de tercera fueron considerados no comerciales, estas referencias de acuerdo a Arias et al. (1996). Se tomaron cinco muestras al azar por tratamiento por bloque.

h. Peso de tubérculos comerciales

De manera similar al anterior parámetro de evaluación, se consideró el peso de los tubérculos de primera y segunda (de mayor demanda en el mercado) como comerciales en t ha⁻¹.

i. Materia seca del follaje.

Se procedió a realizar el corte del follaje de dos plantas por cada unidad experimental (por cada tratamiento); se pesó cada muestra, este dato fue registrado como peso fresco. Luego se colocaron en bolsas de polietileno para su traslado al laboratorio; una vez en el laboratorio, el material (follaje) fue cortado en trozos pequeños y finos. Posteriormente fueron puestos en bolsas de papel kraft para ser colocados en la estufa a una temperatura de 105°C, durante 72 horas, pasado este tiempo se sacaron las muestras y se pesó obteniéndose de esta manera el peso seco.

Se obtuvo el porcentaje (%) de materia seca del follaje con la fórmula siguiente:

$$\% MS_{(follaje)} = \frac{\text{peso seco}}{\text{peso fresco}} \times 100$$

j. Materia seca del tubérculo.

Conforme a Romero (2000), se tomaron muestras de tubérculos de calidad comercial y tubérculos sanos, se cortaron en rodajas y se llevaron a una estufa por 72 horas a 105 °C para estimar su contenido de materia seca.

Se calculó el porcentaje del contenido de materia seca de cada unidad experimental con la siguiente fórmula:

$$\% MS_{(tubérculo)} = \frac{\text{peso seco}}{\text{peso fresco}} \times 100$$

Se tomaron tres muestras de 300 gramos en fresco de la mezcla total de tubérculos de la cosecha.

k. Índice de cosecha

Se obtuvo mediante la fórmula de Gardner et al. (1985):

$$IC = \left[\frac{\text{Materia seca de la parte cosechable (tubérculos)}}{\text{Materia seca total (MS}_{tubérculo} + MS_{follaje})} \right] \times 100$$

l. Tratamiento y análisis de los datos

Los datos de cada variable fueron tabulados e ingresados a hojas de cálculo de Excel 2021. Para las variables discretas (número de tallos, número de tubérculos) que nos brindan datos de conteo, los datos fueron transformados mediante “ \sqrt{x} ”, antes de continuar con los análisis respectivos. Luego se realizó el análisis de varianza (ANOVA) mediante el programa Infostat 2020, para determinar si existe diferencia estadística entre tratamientos, es decir entre las combinaciones en estudio. La información derivada de los análisis está presentada en tablas, imágenes, gráficas y texto en el capítulo siguiente.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Área foliar (cm²)

No se encontró significación estadística para las interacciones de los tres factores en estudio, con respecto al área foliar (Tabla 7). Tampoco se halló interacción de dos factores. Se encontró significación estadística para el efecto del factor sustrato en el área foliar del cultivo de papa, dado que el valor de significación (p valor = 0.0048) para esta fuente de variación fue menor a 0.05 ($p < 0.05$), cuyo $CV_a = 8.08\%$, lo cual también muestra un porcentaje confiable y homogéneo de dispersión de datos para la parcela sustrato. No se encontró significancia estadística para el factor contenedor ni para el factor número de aplicaciones foliares de bioestimulante. El coeficiente de variación ($CV_c = 7.92\%$) indica que existe una dispersión homogénea de los datos en estudio respecto a su media.

Tabla 7

Análisis de varianza (ANOVA) para el área foliar (cm²) de papa Chaucha amarilla redonda, con dos sustratos, dos tipos de contenedores y tres aplicaciones de bioestimulante.

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrado medio	F. Calculado	p-valor
Bloque	157469.36	2	78734.68	3.67	0.2143
Sustrato (S)	4441035.92	1	4441035	206.84	0.0048*
Error (a)	42941.47	2	21470.73	1.04	0.3755
Contenedor (C)	1240.75	1	1240.75	0.01	0.9161
S*C	128288.75	1	128288.75	1.30	0.3175
Error (b)	394135.34	4	98533.83	4.78	0.009
Aplicación (A)	20285.53	2	10142.77	0.49	0.6202
A*C	67292.54	2	33646.27	1.63	0.2263
S*A	39416.13	2	19708.06	0.96	0.4051

S*C*A	9785.17	2	4892.59	0.24	0.7914
Error (c)	329668.87	16	20604.30		
Total	5631559.84	35			

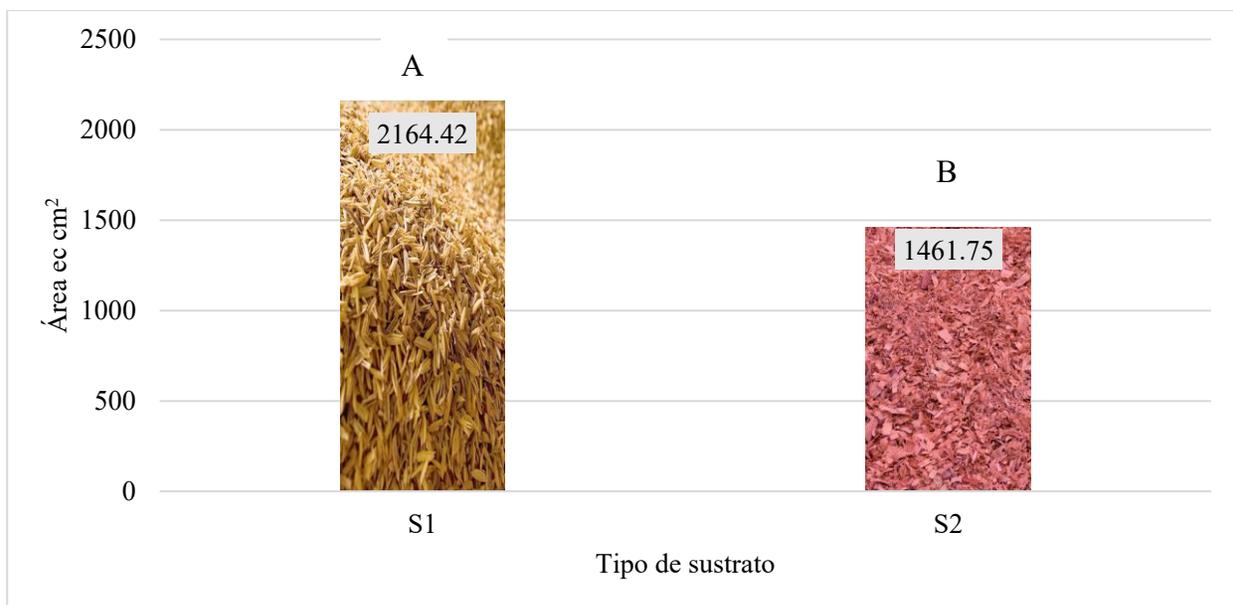
Nota. C.V._(a)= 8.08%, C.V._(b)= 17.31%, C.V._(c)= 7.92%, *= Significancia estadística (p<0.05).

Para el efecto individual del sustrato en el área foliar del cultivo (Figura 3), los resultados de la prueba de múltiple de t al 5% indican que en la mezcla de cascarilla + suelo de jalca + humus, se encontró mayor área foliar (2164.420 cm²) siendo este resultado estadísticamente superior al resultado del área foliar obtenida de la siembra en sustrato a base aserrín + tierra de jalca + humus (1461.75 cm²). Si bien no hay información que expliquen el impacto de manera específica de sustratos, como los utilizados en esta investigación, en el área foliar del cultivo de papa, podríamos considerar que pudo deberse a la relación carbono/nitrógeno de la tierra de jalca (20-40) que unida al aserrín de cedro que posee una relación carbono-nitrógeno más alta que la de la cascarilla de arroz (60-80), generó la baja disponibilidad de nitrógeno para el cultivo y por ende, se expresó en el desarrollo foliar del mismo. Es así que Cervantes y Herrera (2016) hallaron que, al hacer una enmienda con aserrín de cedro, en el cultivo de paprika, se dificultó los procesos de descomposición de la M.O. por parte de los microorganismos del suelo, resultando en menor altura de planta. Además, Ojodeagua-Arredondo et al. (2008) aseguran que las propiedades físicas de los sustratos utilizados son aspectos importantes en un cultivo, ya que uno no apto puede generar pérdida de nutrientes (exceso de drenaje, por ejemplo). Valqui et al. (2021) en su estudio sobre la influencia de sustratos en el crecimiento y desarrollo de tomate (*Lycopersicum esculentum* Mill), halló los mejores tratamientos en la mezcla de 75 % cascarilla de arroz carbonizada + 25 % arena (T2), que fue superior en las variables altura de planta, diámetro de tallo, rendimiento de tomate y número de frutos de primera, siguiéndole el tratamiento conformado por 40 % cascarilla de arroz carbonizada + 35 % aserrín + 25% arena (T4). Entre estos dos grupos de sustratos no aptos (T1 y

T3) y aptos (T2 y T4) para la siembra de tomate está la diferencia en cuanto a retención de humedad, ya que los primeros dos tiene 23% (T1) y 28.3% (T3), mientras que el segundo grupo presenta mayos capacidad de retención de humedad con 42% (T2) y 43.3% (T4). Este demuestra una similitud con lo observado en la presente investigación donde la mezcla de aserrín + tierra de jalca + humus produjo menor área foliar que el sustrato a base de cascarilla (cruda y carbonizada) + tierra de jalca + humus.

Figura 3

Prueba de t para el área foliar de papa Chaucha amarilla redonda, por efecto de dos sustratos.



4.2 Número de tallos.

En el análisis de varianza para el número de tallos (Tabla 8), no se encontró significación estadística para las interacciones de los tres factores en estudio, tampoco se halló interacción de dos factores, dado que para estas fuentes el valor de significación es mayor al 0.05 ($p > 0.05$). No se encontró significación para el efecto de los factores individuales.

El coeficiente de variación (C.V. = 16.56 %), indica la homogeneidad de la dispersión de los datos.

Tabla 8

Análisis de varianza (ANOVA) del número de tallos de papa Chaucha amarilla redonda, con dos sustratos, dos tipos de contenedores y tres aplicaciones de bioestimulante (datos transformados con $Y = \sqrt{X}$, X: dato).

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrado medio	F. calculado	p-valor
Bloque	2.17	2	1.08	5.57	0.1522
Sustrato (S)	1.36	1	1.36	7.00	0.1181
Error (a)	0.39	2	0.19	1.40	0.2752
Contenedor (C)	0.25	1	0.25	1.80	0.2508
S*C	0.69	1	0.69	5.00	0.0890
Error (b)	0.56	4	0.14	1.00	0.4362
Aplicación (A)	0.50	2	0.25	1.80	0.1972
A*C	0.50	2	0.25	1.80	0.1972
S*A	0.06	2	0.03	0.20	0.8207
S*C*A	0.06	2	0.03	0.20	0.8207
Error (c)	2.22	16	0.14		
Total	8.75	35			

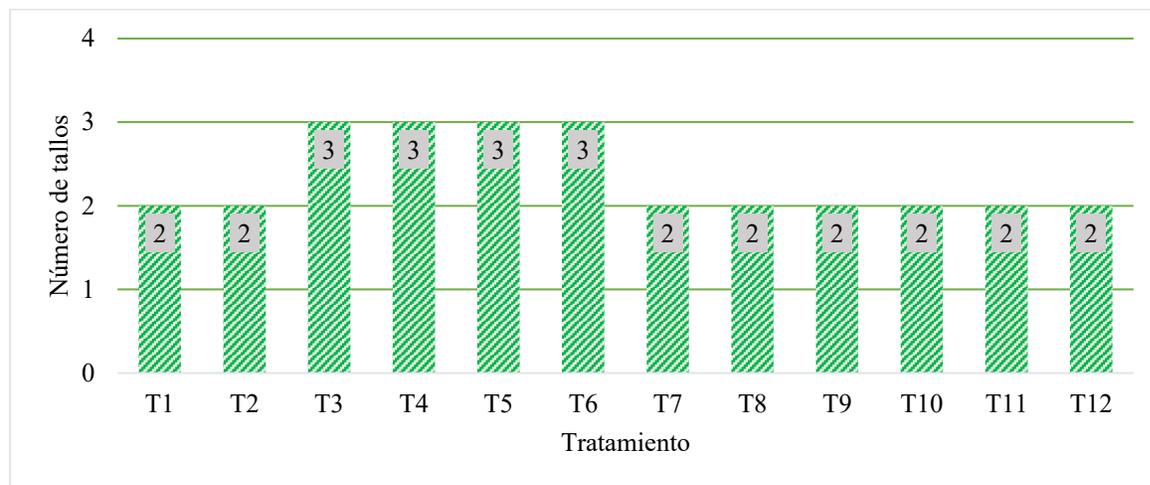
Nota. C.V._(a)= 19.37%, C.V._(b)= 16.56%, C.V._(c)= 16.56%, *= Significancia estadística (p<0.05).

Hallamos que todos los tratamientos son estadísticamente similares, por lo que tenemos el número de tallos que varía de 2 (aserrín + 16 L + 2 aplicaciones) a 3 tallos (cascarilla + 16 L + 0 aplicaciones) por planta (Figura 4). Esto indica que no afectó ni el tipo de sustrato, ni la capacidad del contenedor y tampoco el número de aplicaciones foliares en el número de tallos, se cree la posibilidad de que este cultivar no responde a la acción del bioestimulante (división y elongación) como no responde a las diferentes dosis altas de abonamiento. Los mismos resultados, en número de tallos, fueron obtenidos por Benavides (2019) quien halló un promedio de 2 a 3 tallos en todos

sus tratamientos, donde evaluó dosis de humus y aplicaciones de bioestimulante foliar en papa grupo Phureja (cultivar Amarilla redonda). De manera similar se reporta número de tallos que van en promedio, un mínimo de 3 y un máximo de 4 tallos por planta (Castillo, 2019; Huamán, 2023). Así también, Seminario et al. (2017) mencionan que el número de tallos tiende a variar dependiendo del cultivar, hallando un promedio de 3 tallos por planta en el mismo cultivar en estudio.

Figura 4

Número de tallos de papa Chaucha amarilla redonda, resultante de la combinación de dos sustratos, dos contenedores y tres aplicaciones de bioestimulante.



4.3 Altura de planta

En el análisis de varianza para la altura de planta (cm) (Tabla 9), no se encontró significación estadística para las interacciones de los tres factores en estudio sobre la altura de las plantas, tampoco se halló interacción de dos factores. No se encontró significación para el efecto de los factores individuales, dado que para estas fuentes el valor de significación es mayor al 0.05 (($p > 0.05$)).

El coeficiente de variación (CV = 12.02 %), indica la homogeneidad de la dispersión de los datos

Tabla 9

Análisis de varianza (ANOVA) para la altura de planta (cm) de papa Chaucha amarilla redonda, con dos sustratos, dos tipos de contenedores y tres aplicaciones de bioestimulante.

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrado medio	F. calculado	p-valor
Bloque	1457.46	2	728.63	5.08	0.1645
Sustrato (S)	1233.77	1	1233.77	8.60	0.0993
Error (a)	287.04	2	143.52	2.08	0.1577
Contenedor (C)	48.51	1	48.51	2.19	0.2132
S*C	163.88	1	163.88	7.39	0.0531
Error (b)	88.68	4	22.17	0.32	0.8598
Aplicación (A)	124.67	2	62.33	0.90	0.4252
S*A	269.64	2	134.82	1.95	0.1744
A*C	108.50	2	54.25	0.79	0.4727
S*C*A	124.24	2	62.12	0.90	0.4264
Error (c)	1105.09	16	69.07		
Total	5011.48	35			

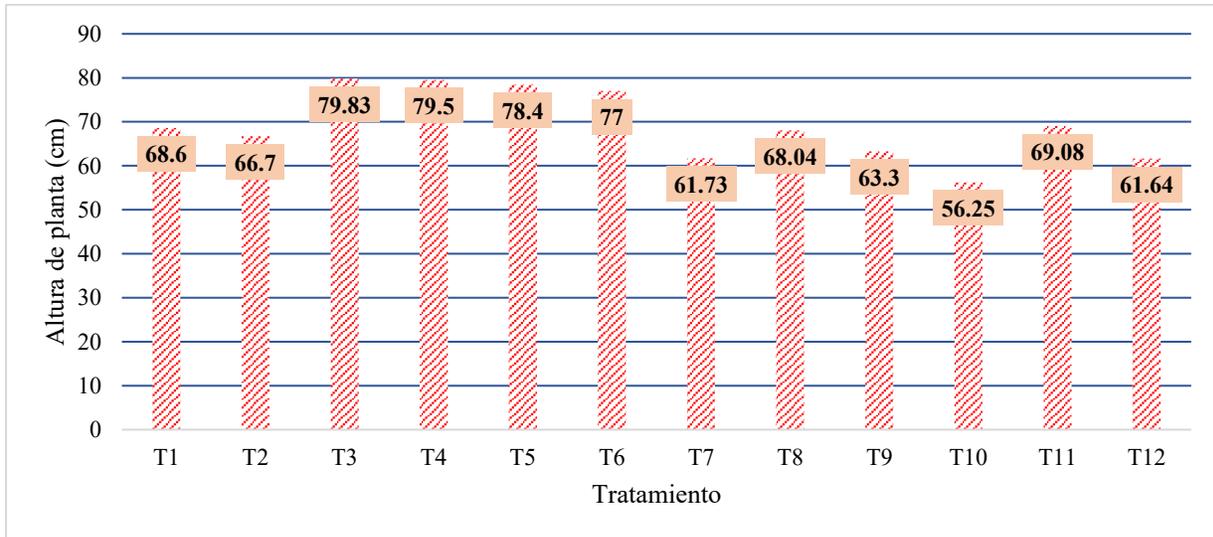
Nota. C.V._(a)= 19.32%, C.V._(b)= 6.81%, C.V._(c)= 12.02%, *= Significancia estadística p<0.05).

Hallamos que todos los tratamientos son estadísticamente similares, por lo que tenemos alturas de planta que varían de 56.25 (aserrín + 16 L + 0 aplicaciones) a 79.83 (cascarilla + 8 L + 2 aplicaciones) por planta (Figura 5). Nuevamente, notamos que no afectó ni el tipo de sustrato, ni la capacidad del contenedor y tampoco el número de aplicaciones foliares en la altura de planta, manteniendo la posibilidad de que este cultivar no responde a la acción del bioestimulante (división y elongación) como no responde a las diferentes dosis altas de abonamiento en el suelo utilizadas en otras investigaciones. Los datos obtenidos son muy similares a la investigación de recolección

y caracterización de papas chauchas, Rojas y Seminario (2014), en la investigación “Prueba de rendimiento de 10 cultivares promisorios de papa chaucha”, obtuvieron el promedio general de altura de planta de 72.99 cm, presentando la mayor media el tratamiento Amarilla mahuay con 81.87 cm de altura, y el tratamiento con menor media a Huagalina con 60.65 cm, valores cercanos a los hallados en la presente investigación. Así también, Villanueva (2016) tuvo alturas promedio de 52.83 cm a 72.90 cm por planta de papa (*Solanum tuberosum* L. grupo Phureja). Mientras que Seminario et al. (2017) obtuvo alturas ligeramente menores y un promedio más variable, desde 20.3 cm a 75.9 cm.

Figura 5

Altura de planta de papa Chaucha amarilla redonda, con dos sustratos, dos tipos de contenedores y tres aplicaciones de bioestimulante.



4.4 Número total de tubérculos.

En los resultados del análisis de varianza para el número total de tubérculos (Tabla 10), no existe significación estadística para la interacción de los tres factores (S*C*A). Se halló significación estadística para una interacción de dos factores, sustrato por aplicación de bioestimulante (S*A), dado que el valor de significación (p valor = 0.0408) es menor al 0.05,

indicando que tiene efecto sobre el número total de tubérculos. No se halló significación estadística para factores individuales. El coeficiente de variación (C.V._c = 8.43 %), es considerado bajo lo que indica la homogeneidad en la dispersión de los datos.

Tabla 10

Análisis de varianza (ANOVA) para el número total de tubérculos de papa Chaucha amarilla redonda, con dos sustratos, dos tipos de contenedores y tres aplicaciones de bioestimulante (datos transformados con $Y = \sqrt{X}$, X: dato).

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrado medio	F. calculado	p-valor
Bloque	1.57	2	0.78	1.50	0.3994
Sustrato (S)	5.62	1	5.62	10.80	0.0815
Error (a)	1.04	2	0.52	4.31	0.0318
Contenedor (C)	0.57	1	0.57	4.20	0.1098
S*C	0.74	1	0.74	5.43	0.0802
Error (b)	0.54	4	0.14	1.12	0.3807
Aplicación (A)	0.55	2	0.28	2.29	0.1331
A*C	0.08	2	0.04	0.35	0.7123
S*A	0.95	2	0.48	3.93	0.0408*
S*C*A	0.23	2	0.12	0.95	0.4060
Error (c)	1.93	16	0.12		
Total	13.83	35			

Nota C.V._(a) = 17.50%, C.V._(b) = 9.09%, C.V._(c) = 8.43%, *= Significancia estadística (p<0.05).

4.4.1 Análisis de efectos simples para la interacción sustrato por aplicación

En los resultados del análisis de varianza para los efectos simples de la interacción, sustrato por aplicación (Tabla 11), nos muestra que el sustrato interactúa con los dos primeros niveles de aplicación de bioestimulante (0 y 1), siendo estos estadísticamente significativos. Por otro lado, las aplicaciones de bioestimulante interactúan con el sustrato 1 (a base de cascarilla de arroz),

siendo también estadísticamente significativo. Es así que podemos inferir que, las respuestas del sustrato 1 (a base de cascarilla de arroz) cambian al variar las aplicaciones en sus niveles 0 y 1. Las combinaciones más aptas serían la interacción del sustrato con cascarilla y las aplicaciones en sus niveles 0 y 1.

Tabla 11

Análisis de varianza (ANOVA) para el número total de tubérculos de papa Chaucha amarilla redonda, en la interacción de dos sustratos y tres aplicaciones de bioestimulante.

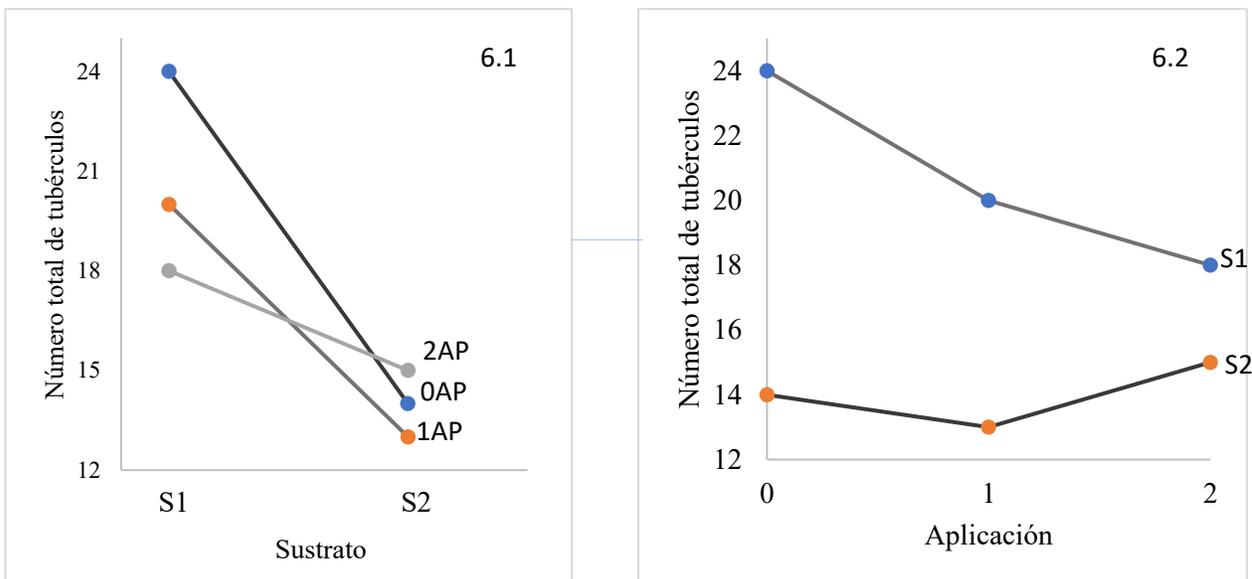
Fuentes de Variación	GL	SC	CM	Fc	p-valor
Efectos simples de S					
S con A0	1	4.04	4.04	33.67	0.00003*
S con A1	1	2.12	2.12	17.67	0.00067*
S con A2	1	0.41	0.41	3.42	0.08311
Efectos simples de A					
A con S1	2	1.22	0.61	5.08	0.01954*
A con S2	2	0.28	0.14	1.17	0.33653
Error	16		0.12		

Para el efecto del sustrato por aplicación de bioestimulante (S*A) en el número de tubérculos totales tenemos la gráfica de interacción (Figura 6), que muestran los diferentes niveles de cada factor. Todas las aplicaciones de bioestimulante reaccionan fuertemente al tipo de sustrato (Figura 6.1), sobresaliendo el sustrato cascarilla sobre el sustrato con aserrín de cedro. Así también, se puede observar que, en el sustrato con cascarilla, decrece el número total de tubérculos mientras más aplicaciones se realizan; mientras que, el sustrato con aserrín de cedro desciende y asciende conforme se realizan las aplicaciones (Figura 6.2). Esto nos muestra una vez más, la falta de reacción al bioestimulante orgánico aplicado. En un estudio hecho por Barquero et al. (2001) se dedujo que el tamaño del contenedor (descrito como pote) no influye significativamente sobre la cantidad de tubérculos formados, pero sí existe una diferencia cuando se calcula el número por volumen, indicando que morfológicamente, el desarrollo y crecimiento del estolón, la inhibición

de la elongación y el engrosamiento de su extremo no se ven afectados por las dimensiones del contenedor. Es así que podemos contrastar el número de tubérculos producidos en contenedores con los obtenidos de manera convencional. Asimismo, hallamos datos parecidos a esta investigación, con Castillo (2019) quien al probar el abonamiento orgánico (humus) y foliar (bioestimulante orgánico) en la papa Grupo Phureja (cultivar amarillo redondo) en el valle de Cajamarca, obtuvo un máximo promedio de 28 tubérculos por planta en dos tratamientos. El primero, usando 0 t ha^{-1} de humus más 0 aplicaciones de bioestimulante, y el segundo, con 0 t ha^{-1} de humus más 3 aplicaciones de bioestimulante orgánico.

Figura 6

Niveles del Sustrato y niveles de Aplicación, en el número total de tubérculos de papa Phureja (cultivar Amarilla redonda).



4.5 Peso total de los tubérculos

En el análisis de varianza para el peso total de los tubérculos (Tabla 12), no se encontró significación estadística para las interacciones de los tres factores en estudio sobre el peso total de los tubérculos, tampoco se halló interacción de dos factores. Además, se encontró significación

individual para el factor contenedor en el peso total de tubérculos, dado que el valor de significación (p valor = 0.0363) para esta fuente es menor al 0.05, este resultado indica que se encontraron rendimientos significativamente diferentes por efecto de contenedor. Además, le corresponde el $CV_b=16.85\%$, que indica confiabilidad y dispersión homogénea de los datos.

Tabla 12

Análisis de varianza (ANOVA) para peso total de tubérculos de papa Chaucha amarilla redonda, con dos sustratos, dos tipos de contenedores y tres aplicaciones de bioestimulante.

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrado medio	F. calculado	p-valor
Bloque	34288.57	2	17144.29	2.96	0.2524
Sustrato (S)	79936.25	1	79936.25	13.81	0.0654
Error (a)	11575.64	2	5787.82	8.14	0.0036
Contenedor (C)	17193.33	1	17193.33	9.59	0.0363*
S*C	1946.28	1	1946.28	1.09	0.3562
Error (b)	7170.21	4	1792.55	2.52	0.0820
Aplicación (A)	2126.07	2	1063.03	1.50	0.2539
S*A	1579.61	2	789.80	1.11	0.3534
A*C	2351.11	2	1175.55	1.65	0.2225
S*C*A	1033.09	2	516.55	0.73	0.4989
Error (c)	11375.47	16	710.97		
Total	170575.64	35			

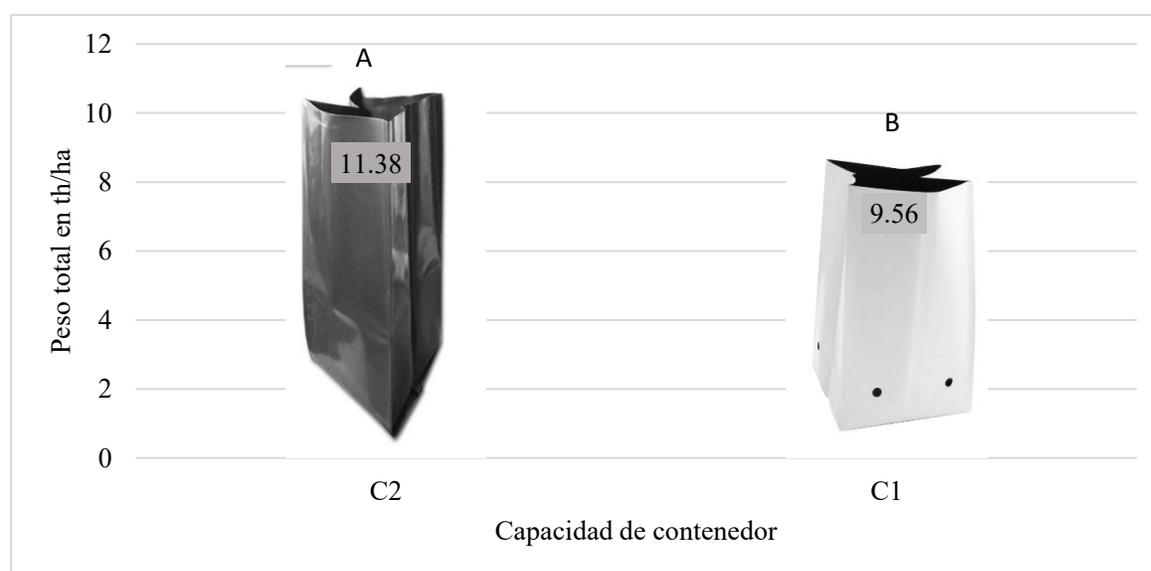
Nota. C.V._(a)= 30.28%, C.V._(b)= 16.85%, C.V._(c)= 10.61%, *= Significancia estadística ($p<0.05$).

Para el efecto del contenedor en el peso de tubérculos totales (Figura 7), los resultados de la prueba múltiple de t al 5% de probabilidad indican que, con el contenedor de 16 L se encontró una media de 273.08 g (11.38 t ha^{-1}) siendo este resultado estadísticamente superior al resultado de 229.38 g (9.56 t ha^{-1}) que se encontró con 8L. Esto podría deberse a la relación, a mayor espacio en el suelo, mayor crecimiento de los tubérculos debido a la menor limitación en el crecimiento de

los mismo y también generó plantas de mayor vigor que se traducen en mayor cantidad de fotoasimilados por día. Barquero et al. (2001), en su trabajo de producción de semilla pre básica en potes de 3 L y 1.8 L de capacidad, parte de la premisa de trabajos previos de que contenedores superiores a 1.5 L no incrementan significativamente el número y tamaño de los tubérculos. En su investigación se halló resultados parcialmente concordantes con esta premisa ya que el aumento de capacidad no elevó la cantidad de tubérculos de manera significativa, pero sí de que el número de tubérculos con pesos mayores a 10 g va en aumento conforme a más grande el tamaño del contenedor. El peso de tubérculos obtenidos en la presente investigación supera el peso de tubérculos conseguidos por Cordero (2019) al trabajar con dos tipos de contenedores (balde de pintura y bolsas de polietileno) en donde no se menciona la capacidad de los contenedores y donde se halló los promedios para la producción en balde (157.82 gramos por planta) y bolsa (190.60 gramos por planta).

Figura 7

Prueba de t para el rendimiento de tubérculos de papa Chaucha amarilla redonda, producido por dos contenedores.



4.6 Número de tubérculos comerciales.

En los resultados del análisis de varianza (Tabla 13), no se encontró significación estadística para la interacción de los factores. Se muestra significación estadística para la interacción de dos factores, sustrato por el contenedor (S*C), dado que el valor de significación (p valor = 0.0434) es menor al 0.05, este resultado indica que está influyendo en el número de tubérculos comerciales. Le corresponde el coeficiente de variación (CV = 8.36%), que indica homogeneidad en la dispersión de los datos. No se muestra significancia estadística para los factores individuales.

Tabla 13

Análisis de varianza (ANOVA) para el número de tubérculos comerciales de papa Chaucha amarilla redonda, resultante de la combinación de dos sustratos, dos contenedores y tres aplicaciones de bioestimulante (datos transformados con $Y = \sqrt{X}$, X: dato).

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrado medio	F. Calculado	p-valor
Bloque	1.06	2	0.53	1.69	0.3713
Sustrato (S)	3.59	1	3.59	11.48	0.0772
Error (a)	0.63	2	0.31	4.91	0.0217
Contenedor (C)	0.04	1	0.04	0.44	0.5452
S*C	0.78	1	0.78	8.51	0.0434*
Error (b)	0.36	4	0.09	1.43	0.2692
Aplicación (A)	0.35	2	0.17	2.73	0.0955
A*C	0.02	2	0.01	0.12	0.8861
S*A	0.40	2	0.20	3.10	0.0726
S*C*A	0.19	2	0.09	1.49	0.2558
Error (c)	1.02	16	0.06		
Total	8.42	35			

Nota. C.V._(a) = 15.51%, C.V._(b) = 8.36%, C.V._(c) = 6.82%, * = Significancia estadística (p < 0.05).

4.6.1 Efectos simples para la interacción sustrato por contenedor

En los resultados del análisis de varianza para los efectos simples de la interacción, sustrato por contenedor (Tabla 14), nos muestra que el sustrato interactúa con el contenedor 2 (16 L), siendo este estadísticamente significativo. Por otro lado, los efectos simples del contenedor resultan no significativos en los niveles del sustrato.

Tabla 14

Análisis de varianza (ANOVA) para el número de tubérculos comerciales de papa Chaucha amarilla redonda, en la interacción de dos sustratos y dos contenedores.

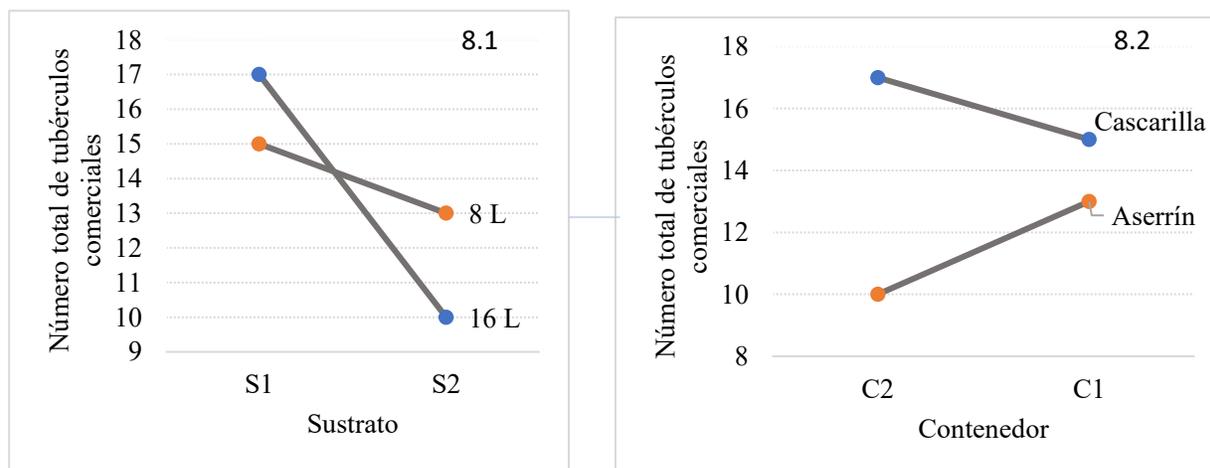
Fuentes de Variación	GL	SC	CM	Fc	p-valor
Efectos simples de S					
S con C1	1	0.51	0.51	5.67	0.07595
S con C2	1	3.85	3.85	42.78	0.00282*
Efectos simples de C					
C con S1	1	0.23	0.23	2.56	0.18515
C con S2	1	0.58	0.58	6.44	0.06408
Error	4		0.09		

Para el efecto de la interacción (S*C) en el número de tubérculos comerciales, tenemos la gráfica de interacción (Figura 8), que muestran los diferentes niveles de cada factor. La capacidad de los contenedores reacciona fuertemente al tipo de sustrato (Figura 8.1). Es así que no podemos determinar qué sustrato presenta mejor interacción con ambos, pero sí podemos establecer que el contenedor de 16 L es el que presenta una mejor respuesta en cuanto al número de tubérculos comerciales. Así también, se puede observar que, en el sustrato con cascarilla, decrece el número de tubérculos comerciales conforme baja la capacidad del contenedor; mientras que, en el sustrato con aserrín de cedro, el número asciende conforme se reduce la capacidad del contenedor (Figura 8.2). El efecto de tener mayor número de tubérculos comerciales en el contenedor de mayor tamaño podría deberse al hecho de que si bien es cierto que suele aumentar el número de tubérculos totales

en distanciamientos cortos o contenedores pequeños, estos tienden a alcanzar mayor llenado a mayores distanciamientos o contenedores más grandes, lo que generalmente se traduce en mayor peso y tamaño. Vega (2015), en su investigación de siembra en contenedores de papa Phureja clon Paisa, clasifica a los tubérculos comerciales a partir de un diámetro de tubérculo mayor o igual a 1,6 cm o a un peso mayor o igual a 11 gramos por tubérculo. Esta clasificación difiere levemente a la realizada en la presente investigación, ya que se ha considerado un tubérculo comercial a partir de diámetros mayores e iguales a 2 cm. Barquero et al. (2001), en su trabajo con dos tipos de contenedores (1.8 L y 3 L) utilizó como sustrato un suelo franco virgen usado para ambas capacidades de contenedor. Los contenedores de 3 L produjeron mayor cantidad de tubérculos con peso mayor a 10 g (42%), los que son considerado como comerciales, que los contenedores de 1.8 L (7%). Coincide en parte con lo hallado en el presente trabajo ya que difieren los resultados con el tipo de sustrato utilizado. Concuenda al hallar que la interacción de sustrato a base de cascarilla (más humus + tierra de jalca) y en el contenedor de 16 L es más cercano e igual estadísticamente a la siembra en contenedor de 8L usando aserrín que a la siembra con el mismo sustrato en el contenedor de 16 L. Asimismo, Huarcaya (2014) en su trabajo de producción de semilla pre básica en diferentes sustratos obtuvo el promedio por planta de 11 tubérculos en sustrato arena, 10 tubérculos en turba y 6 tubérculos en tierra agrícola, siendo estos estadísticamente similares, que a su vez, resultan inferiores a los hallados en la presente investigación.

Figura 8

Niveles del Sustrato y niveles de Contenedor, en el número de tubérculos comerciales de papa Phureja (cultivar Amarilla redonda).



4.7 Peso de los tubérculos comerciales.

En el análisis de varianza para el peso de los tubérculos comerciales (Tabla 15), no se encontró significación estadística para las interacciones de los tres factores en estudio sobre el peso de los tubérculos comerciales, tampoco se halló interacción de dos factores. Se encontró significación individual para el efecto del factor contenedor en el peso de los tubérculos comerciales (p valor = 0.0270 es <0.05). El coeficiente de variación que le corresponde ($C.V._b = 16.71\%$), indica la homogeneidad en la dispersión de los datos respecto a su media.

Tabla 15

Análisis de varianza (ANOVA) para el peso de tubérculos comerciales de papa Chaucha amarilla redonda, resultante de la combinación de dos sustratos, dos contenedores y tres aplicaciones de bioestimulante.

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrado medio	F. Calculado	p-valor
Bloque	31298.18	2	15649.09	2.98	0.2516
Sustrato (S)	72549.42	1	72549.42	13.79	0.0655
Error (a)	10519.37	2	5259.68	7.71	0.0045
Contenedor (C)	19334.90	1	19334.90	11.63	0.0270 *
S*C	2067.52	1	2067.52	1.24	0.3273
Error (b)	6651.93	4	1662.98	2.44	0.0895
Aplicación (A)	1712.41	2	856.20	1.26	0.3116
A*C	2010.35	2	1005.17	1.47	0.2586
S*A	938.38	2	469.19	0.69	0.5169
S*C*A	1044.52	2	522.26	0.77	0.4813
Error (c)	10913.03	16	682.06		
Total	159040.01	35			

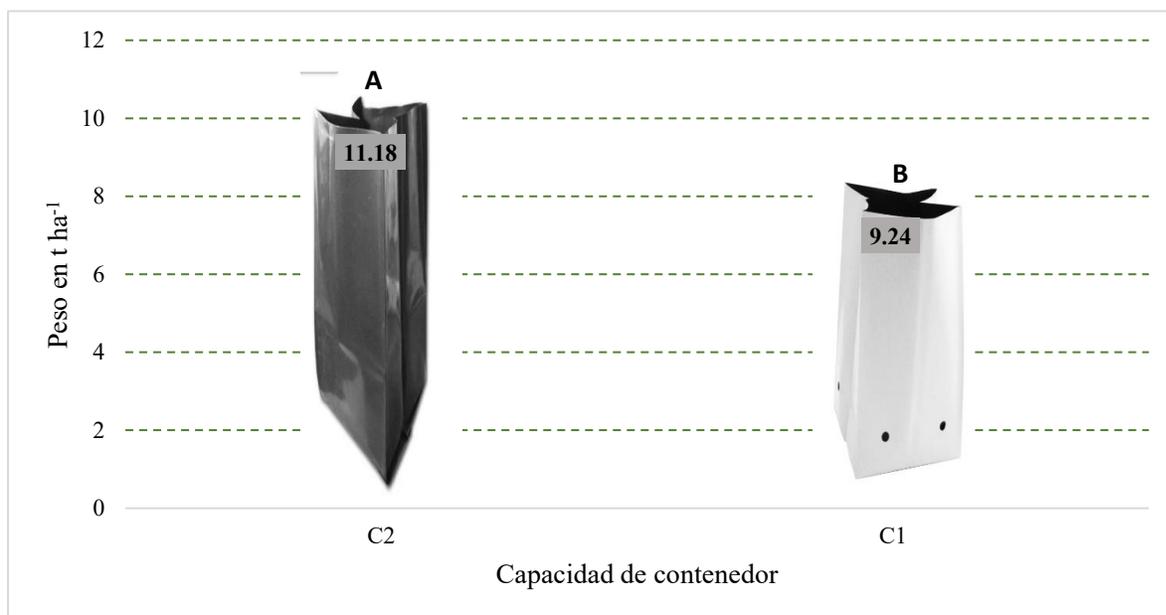
*Nota. C.V._(a) = 20.7%, C.V._(b) = 16.71%, C.V._(c) = 10.66%, *= Significancia estadística ($p < 0.05$).*

Para el efecto del contenedor sobre tubérculos comerciales, tenemos los datos de la prueba múltiple de t (5%) (Figura 9). Los resultados indican que el contenedor de 16 L generó mayor rendimiento de tubérculos comerciales con 11.18 t ha⁻¹ (268.23 gramos por planta) siendo este estadísticamente superior al resultado que se encontró en el contenedor de 8 L, el cual fue de 9.24 t ha⁻¹ (221.88 gramos por planta). Así, podemos decir que la capacidad influye en el tamaño de los tubérculos y por ende su peso, esto probablemente debido a que los contenedores de mayor capacidad proporcionan un entorno más favorable para el crecimiento del cultivo y el desarrollo de sus tubérculos; así como, la mayor disponibilidad de espacio, nutrientes y agua, que son factores

que contribuyen al crecimiento de tubérculos más grandes. A diferencia de nuestra investigación donde solo consideramos diámetro para la clasificación, Barquero et al. (2001) y Vega (2015) incluyen el peso de tubérculos individuales y consideran que un tubérculo mayor a 10 g de peso viene a ser comercial (segunda: entre 11 y 19 g y primera: mayor igual a 20 g), donde este primero reportó en su trabajo de producción en potes de semilla variedad Floresta que en los potes de 3 L se obtuvo el 42 % de los tubérculos mayores a 10 g, mientras que en el 1.8, fue de un 7 %.

Figura 9

Prueba de t para el rendimiento de tubérculos comerciales de papa Chaucha amarilla redonda, resultante del efecto de dos contenedores.



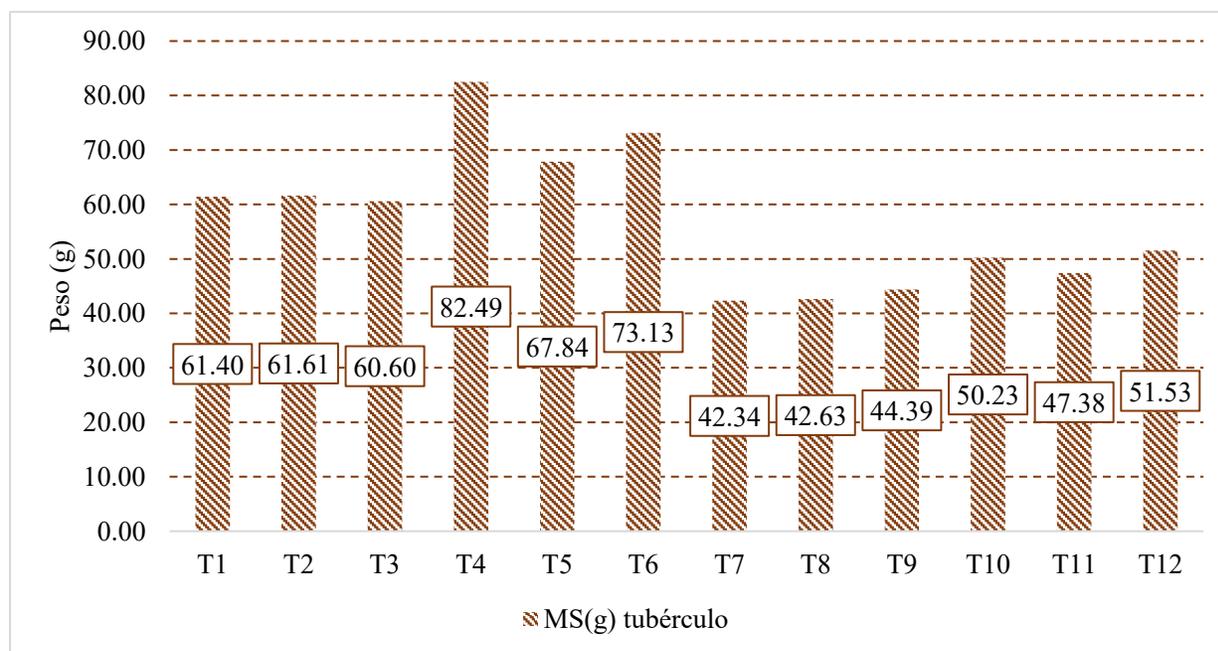
4.8 Materia seca de tubérculos

Villanueva (2016) afirma que la materia seca de tubérculos de papa chaucha debería encontrarse en los rangos de 21 a 33 %. En el presente trabajo se obtuvo la materia seca promedio de 22.74%, para luego hallar el peso (g) de materia seca por planta de cada tratamiento (Figura 10). Notamos que el T4 (cascarilla + 16 L + 0) presenta mayor producción de materia seca en

gramos. Este tratamiento se encuentra en el grupo donde sobresale el área foliar, número de tallos y tubérculos, por lo que se expresa en número de tubérculos totales como también en materia seca. Los datos obtenidos concuerdan con el rango de materia seca de tubérculo para los 17 cultivares estudiados por Seminario et al. (2017), donde obtuvieron valores de 18% a 25%, con promedio de 22%. También hallamos los resultados de Tapia (2017) quien detectó los mayores porcentajes de materia seca de tubérculo con los cultivares Amarilla redonda y Montañera 3, ambos con 28 %.

Figura 10

Materia seca (%) de tubérculos de papa Chaucha amarilla redonda, resultante de la combinación de dos sustratos, dos contenedores y tres aplicaciones de bioestimulante.



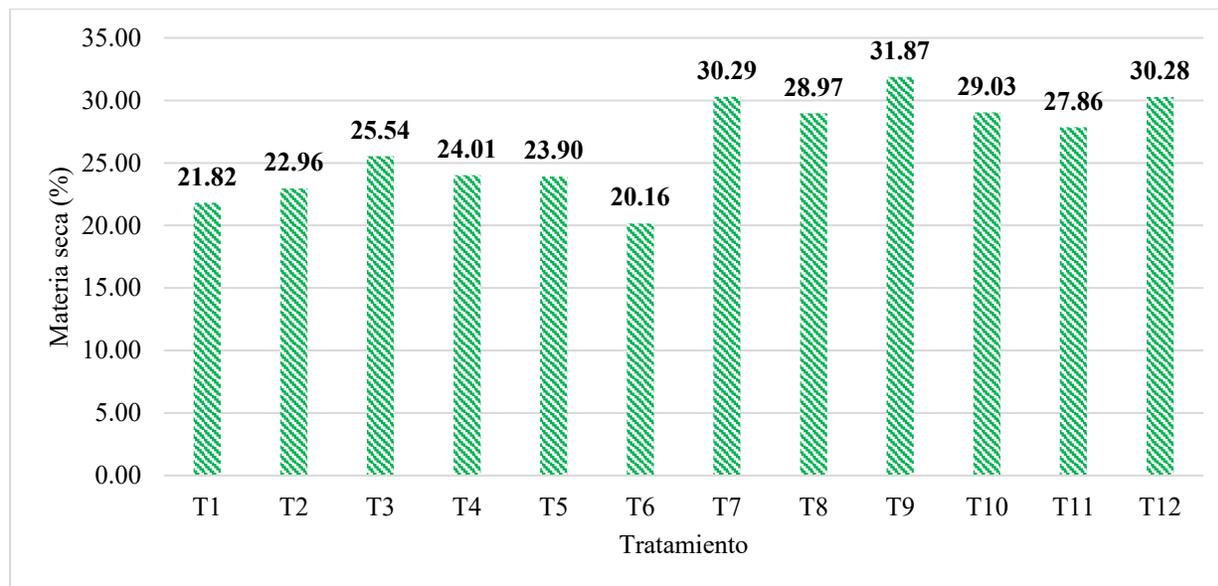
4.9 Materia seca de follaje

La materia seca de follaje en el ensayo tuvo una variación de valores desde 20.16%, hasta 31.87% (Figura 11). Esta variabilidad factiblemente se deba a que, al momento de realizar el corte de tallo, muchos de ellos estaban muy senescentes. Benavides (2019) indicó una variación de 14.9 a 28.8% de materia seca al estudiar las dosis de humus en el mismo cultivar. Huamán (2023) encontró en

la materia seca de follaje en el cultivar Amarilla redonda, datos cercanos que van de 8.53 % a 26.99 %.

Figura 11

Materia seca (%) de follaje de papa Chaucha amarilla redonda, resultantes de la combinación de dos sustratos, dos contenedores y tres aplicaciones de bioestimulante.



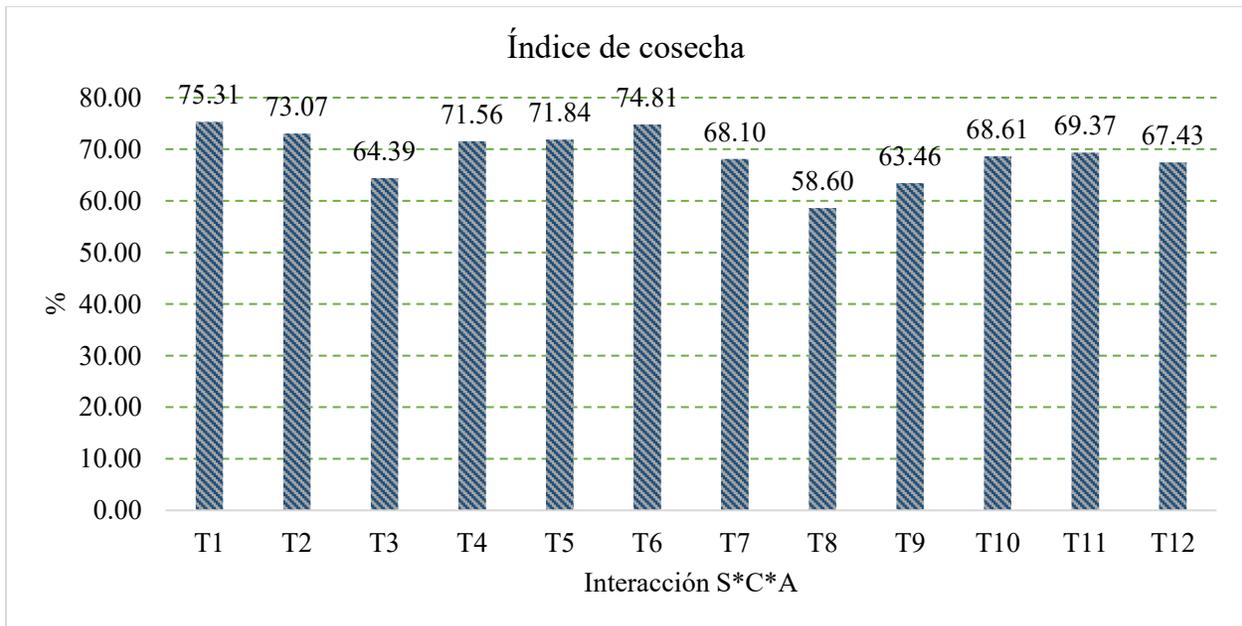
4.10 Índice de cosecha

El índice de cosecha varió desde 58.60 % (T8, aserrín más 8 L más 1 aplicación) hasta 75.31 % (T1, cascarilla más 8 L más 0 aplicaciones), con un promedio de 68.88 % (Figura 12). Los valores tan variables entre índices de cosecha de un tratamiento a otro, probablemente se deba a que los tallos no estaban verdes y activos al momento del corte ya que se cree que la temperatura (que no fue un factor evaluado), generó la acelerada y heterogénea maduración del follaje. Estos valores son cercanos a los que describe Santa-Cruz (2017) al reportar índices de cosecha en Chaucha Amarilla (63.14%) e INIA 302 Amarilis (60.68%), cuando este último cultivar presentaba mayor peso total en fresco y comercial, aludiendo la alta capacidad de Chaucha amarilla de generar mayor cantidad de materia seca en tubérculos. Por otro lado, Rojas y Seminario (2014) encontraron

porcentajes de índice de cosecha en diez cultivares de papas chaucha con tubérculos maduros y follaje verde y activo, que varían de 38.10 % (cultivar Amarilla Mahuay) a 54.10 % (cultivar Amarilla), los cuales difieren de lo hallado en nuestra investigación. Silva et al. (2018) discutieron que el IC es ligeramente superior a mayor altura; mientras que, a genotipos más precoces, IC más elevado.

Figura 12

Índice de cosecha de papa Chaucha amarilla redonda resultantes de la combinación de dos sustratos, dos contenedores y tres aplicaciones de bioestimulante.



Nota: Combinación S*C*A = tratamiento.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

No se encontró significación estadística para la interacción de los factores (combinaciones de tipo de sustrato, capacidad de contenedor y aplicaciones de bioestimulante) para el rendimiento total de tubérculos, ni para el rendimiento de tubérculos comerciales de papa Cultivar amarilla redonda (Grupo Phureja).

El rendimiento total de tubérculos varió de 186.18 g planta⁻¹ (7.76 t ha⁻¹) a 362.76 g planta⁻¹ (15.12 t ha⁻¹). Los tratamientos con los mayores rendimientos fueron T4 (cascarilla + 16 L + 0 aplicaciones, 15.12 t ha⁻¹), T6 (cascarilla + 16 L + 2 aplicaciones, 13.40 t ha⁻¹) y T5 (cascarilla + 16 L + 1 aplicación, 12.43 t ha⁻¹). Los mejores tratamientos en peso de tubérculos comerciales fueron los mismos y en el mismo orden (14.64 t ha⁻¹, 13.23 t ha⁻¹ y 12.21 t ha⁻¹, respectivamente).

En cinco de los parámetros evaluados (área foliar, peso total de tubérculos, número de tubérculos totales, peso de tubérculos comerciales y número de tubérculos comerciales), sí se halló significación estadística para la combinación de dos factores y factores individuales. En el área foliar, el factor individual sustrato mostró significación, y la mayor área foliar se obtuvo con cascarilla (2164.420 cm²), frente a aserrín de cedro (1461.75 cm²). En el peso total de tubérculos, el efecto individual del factor contenedor mostró significación, y el mayor peso total de tubérculos se obtuvo con el contenedor de 16 L (273.08 g planta⁻¹, 11.38 t ha⁻¹), frente al contenedor de 8 L (229.38 g planta⁻¹, 9.56 t ha⁻¹). En la variable número total de tubérculos, la interacción del factor sustrato por el factor aplicación de bioestimulante mostró significación estadística, resultando dos datos más óptimos: cascarilla + 0 aplicaciones (24 tubérculos) y cascarilla + 1 aplicación (20 tubérculos). En la variable peso de tubérculos comerciales, el factor contenedor mostró significación, obteniendo mayor peso de tubérculos comerciales en contenedores de 16 L con una

media de 268.23 g planta⁻¹ (11.18 t ha⁻¹). En la variable número de tubérculos comerciales, la combinación del factor sustrato por el factor contenedor presentó significación, mostrando dos datos superiores al resto: cascarilla + 16 L (17 tubérculos), cascarilla + 8 L (15 tubérculos).

5.2 Recomendaciones

1. Establecer ensayos con diferentes dosificaciones de abonamiento, tanto con fuentes orgánicas como inorgánicas.
2. Incluir variedades mejoradas precoces en este tipo de siembra.
3. Probar otros tipos de sustratos, más eficaces, ecológicos, económicos y de fácil adquisición o disponibles en cada localidad.

CAPÍTULO VI

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abaunza, C. A., Cerón, M. D. S., Molina, Y. y Ortiz, L. A. (2022). Identificación de Zonas de Producción de Papa Diploide (*Solanum phureja* Juz. et. Buk.). En M. S. Cerón, L. Prieto, A. M. Garnica y J. G. Ortega. (Eds.). *Papa Nativa Diploide, En Busca de Fortalecer el Sistema Productivo en Colombia* (pp. 21-66). Editorial Grupo Compás.
- Alomia, J. M. (2018). *Sostenibilidad de un modelo de agricultura urbana en azoteas contra la radiación solar, Satipo-Perú* [Tesis de doctorado, Universidad Nacional del Centro del Perú]. Repositorio Institucional Digital UNCP.
<https://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12894/4783/Alomia%20>
- Archi, M.M. (2020). *Densidad de plantas de papa (Solanum tuberosum L.) en la producción de tubérculos del cultivar única, en contenedores para autoconsumo* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional del Centro del Perú]. Repositorio Institucional Digital UNCP.
https://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12894/6442/T010_70232092_T.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Arcos, J.H., Mamani, H., Barreda, W.L. y Holguín, V. (2020). *Manual técnico: manejo integrado del cultivo de papa*. Instituto Nacional de Innovación Agraria – INIA.
- Arias, V., Bustos, P. y Nústez, C. (1996). Evaluación del rendimiento en papa criolla (*Solanum Phureja*) variedad "yema de huevo", bajo diferentes densidades de siembra en la sabana de Bogotá. *Agronomía Colombiana*, 23(2), 152-161.
<https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/37497?locale-attribute=es>

- Barquero, M., Gómez, L., Brenes, A. y Valverde, R. (2001). El tamaño del pote en la producción de semilla pre-básica de papa en invernadero. *Agronomía Costarricense*, 25(1).7 p.
<https://www.redalyc.org/pdf/436/43625106.pdf>
- Bello, M. L y Pinzón, B. N. (1997). *Evaluación del efecto del tamaño del tubérculo semilla sobre el rendimiento de la papa criolla, variedad 'Yema de huevo' Solanum phureja Juz et Buk* [Trabajo de grado, Universidad Nacional de Colombia]. Repositorio Institucional.
http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_nlinks&ref=000094&pid=S0120-9965200500020000600004&lng=en
- Benavides, E. (2019). *Rendimiento de la papa (Solanum tuberosum, grupo Phureja), cultivar amarilla redonda, con tres dosis de humus y tres niveles de bioestimulante foliar* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Cajamarca]. Repositorio Institucional de la UNC.
- Beretta, A., Bassahum, D. y Musselli, R. (2014). ¿Medir el pH del suelo en la mezcla suelo: agua en reposo o agitando? *Agrociencia (Uruguay)*, 18(2), 90-94.
http://www.scielo.edu.uy/scielo.php?script=sci_arttext&pid.
- Cabrera, H. A. y Escobal, F. (2002). Cultivo de la papa en la región Cajamarca. *INIA (Instituto Nacional De Innovación Agraria, PE)-Programa Nacional de Investigación en Papa de la Estación Experimental Baños del Inca. Cajamarca, PE.*
- Cabrera, H. A. (2009). Manual técnico de producción de semilla básica de papa. *INIA (Instituto Nacional De Innovación Agraria, PE)-Programa Nacional de Investigación en Papa de la Estación Experimental Baños del Inca. Cajamarca, PE.*
- Cabrera, R. (1999). Propiedades, uso y manejo de sustratos de cultivo para la producción de plantas en maceta. *Revista Chapingo Serie Horticultura*, 5(1), 5-11.
<https://www.researchgate.net/profile/>

- Cadena, S. (2013). *Evaluación de tres bioestimulantes para prevenir la abscisión de la flor, en el cultivo de haba, (Vicia faba L) en Santa Martha de Cuba – Carchi* [Tesis de pregrado, Universidad Escuela Politécnica Estatal del Carchi]. Repositorio Institucional. <http://repositorio.upec.edu.ec:8080/bitstream/123456789/26/2/114%20ARTICULO%20CIENTIFICO.pdf>
- Castillo, A. (2019). *Respuesta del cultivar de papa (Solanum tuberosum L. grupo Phureja) amarilla redonda, al abonamiento orgánico y foliar* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Cajamarca]. Repositorio Institucional de la UNC.
- Castro, I. R. (2023). *Modelo productivo de papa (Solanum tuberosum subsp. andigena) Variedad pastusa superior, integrando la conservación in situ de papas nativas (Solanum phureja) en Sumapaz (Localidad 20 del DC), Colombia* [Tesis pregrado, Universidad de la Salle]. Archivo digital. https://ciencia.lasalle.edu.co/ingenieria_agronomica/287/
- Centro Internacional de la Papa. (2016). *CIP: Variedades nativas de papa*. <http://cipotato.org/es/potato/>
- Cervantes, P. R., y Herrera, A. A. P. (2016). Comportamiento con diferentes enmiendas orgánicas del nematodo del nódulo *Meloidogyne incognita* (Kofoid and White, 1919), Chitwood1949, en Pimiento Paprika (*Capsicum annum* L.). *Anales Científicos*, 77(2), 212-217). <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6171222>
- Colino, S. (2022). Las frutas y verduras son menos nutritivas que antes. ¿Por qué? <https://www.nationalgeographic.es/ciencia/2022/05/las-frutas-y-verduras-son-menos-nutritivas-que-antes-por-que>
- Cordero, S. E. (2019). *Efecto de dos tipos de substrato en dos tipos de contenedores para la producción de semilla prebásica de papa en dos cultivares Canchán y Única*. [Tesis de

- pregrado, Universidad Nacional de Centro del Perú]. Repositorio Institucional Digital UNCP. <https://repositorio.uncp.edu.pe/handle/20.500.12894/6329>
- Cresencio, S. (2023). Inducción de poliploidía en Milla biflora por aplicación de colchicina. <http://ri.uaemex.mx/handle/20.500.11799/138211>
- Cruz, E, Can, A., Sandoval, M., Bugarin, R., Robles, A., y Juarez, P. (2013). Sustratos en la horticultura. CONACYT. <http://aramara.uan.mx:8080/handle/123456789/719>
- Degenhart, B. (2016). La agricultura urbana: un fenómeno global. *Nueva sociedad*, 262, 1-11. <https://biblat.unam.mx/hevila/Nuevasociedad/2016/no262/12.pdf>
- Diaz, E. B. (2021). *Efecto de dos dosis de abono en el rendimiento de dos cultivares de papa chaucha (Solanum tuberosum, grupo Phureja)*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Cajamarca.]
- Education for Sustainable Development (UCL). (2017, 18 de mayo). *Agricultura urbana en la ciudad: cultivando resiliencia, cosechando bienestar*. [Video]. YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=VdmftJCmMfY&t=113s>
- Ghislain, M., Andrade, D., Rodríguez, F., Hijmans, R. J. & Spooner, D. M. (2006). Genetic analysis of the cultivated potato *Solanum tuberosum* L. Phureja Group using RAPDs and nuclear SSRs. *Theoretical and Applied Genetics*, 113(8), 1515-1527. <https://link.springer.com/article/10.1007/s00122-006-0399-7>
- Gómez, T. M., López, J. B., Pineda, R., Galindo, L. F., Arango, R. y Morales, J. G. (2012). Caracterización citogenética de cinco genotipos de papa criolla, *Solanum phureja* (Juz. et Buk.) *Agronomía Colombiana*, 65(1), 63-79. <http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S030428472012000100008&script=sci>

- Hernández, L. (2006) La agricultura urbana y caracterización de sus sistemas productivos y sociales, como vía para la seguridad alimentaria en nuestras ciudades. *Cultivos Tropicales*, 27(2), 13-25. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=193215872002> ISSN
- Huamán, E. M. (2023). *Efectos de Cuatro Niveles de Fertilizante y dos Modalidades de Aplicación en el cultivar de papa" Amarilla Redonda"(Grupo Phureja)*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Cajamarca]. Repositorio Institucional de la UNC.
- Huamán, Z. & Spooner, D. M. (2002). Reclassification of landrace populations of cultivated potatoes (*Solanum* sect. Petota). *American Journal of Botany*, 89(6), 947-965. <https://bsapubs.onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.3732/ajb.89.6.947>
- Huamán, Z. (2008). *Descriptorios morfológicos de la papa (Solanum tuberosum L.)*. Centro de Conservación de la Biodiversidad Agrícola de Tenerife. https://books.google.com.pe/books/about/Descriptorios_morfol%C3%B3gicos_de_la_papa_So.html?id=RSfanQEACAAJ&redir_esc=y
- Huarcaya, P. (2014). *Efecto de diferentes tipos de sustrato en la producción de semilla prebásica de papa (Solanum tuberosum L.) en condiciones de Acobamba-Huancavelica* [Tesis pregrado, Universidad Nacional de Huancavelica]. <https://repositorio.unh.edu.pe/handle/UNH/161>
- Ibarra, J. L. (2022). *Evaluación de la relación Carbono/Nitrógeno de tres tipos de sustratos bajo un sistema semi-hidropónico al aire libre en el cultivo de frutilla (Fragaria ananassa) variedad albión con agua magnetizada al 100%* [Tesis doctoral, Pontificia Universidad Católica del Ecuador]. Repositorio Institucional <https://repositorio.puce.edu.ec/items/d82c771f-bcd7-46aa-91d2-4ec4439a7a14>

- Lara, J. (2017). *Evaluación de la fertilización sobre el rendimiento de cuatro clones de papa criolla (Solanum phureja juz et buk) en el municipio de Chitagá, Norte de Santander* [Tesis de pregrado, Universidad de Pamplona]. <http://repositoriodspace.unipamplona.edu.co/jspui/handle/20.500.12744/571>
- Lema, C. R. (2021). *Evaluación de producción de papa chaucha (Solanum phureja) utilizando fuentes orgánicas “Caballaza, Biocompost y Eco-Abonaza” a diferentes dosis con fines de recuperación y conservación de suelos en el CEASA, Latacunga, Cotopaxi 2021* [Tesis de bachiller, Universidad Técnica de Cotopaxi]. Repositorio institucional. <https://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/8093/1/PC-002095.pdf>
- Ligarreto, M., Gustavo, A., Suárez, C. & Martha, N. (2003). Evaluación del potencial de los residuos genéticos de papa criolla (*Solanum phureja*) por calidad industrial. *Agronomía Colombiana*, 21(1/2), 83-94. <https://www.redalyc.org/pdf/1803/180317942009.pdf>
- López, J. F. (2022). *Fisiología de la papa (Solanum phureja) en respuesta al estrés por déficit hídrico bajo condiciones semicontrolada*. [Tesis doctoral, Universidad Nacional de Colombia]. Repositorio Institucional. <https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/82581/1035419235.2022.pdf..pdf?sequence=3&isAllowed=y>
- Martin, G. A., Bonilla, D. S., Ligarreto, G. A. y Fajardo, D. A. (2000). Identificación y análisis de la variabilidad morfológica de 59 cultivares de papa criolla (*Solanum phureja* Juz. et Buk.). *Agronomía Colombiana*, 17(1-3), 49-56. <https://revistas.unal.edu.co/index.php/agrocol/article/view/21544>
- Maylle, R. R. (2017). *Momentos de aplicación de una Protohormona en el rendimiento de frijol canario (Phaseolus vulgaris L.), en el Instituto de Investigación Frutícola Olerícola-*

- Cayhuayna 2015* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Hermilio Valdizán].
Repositorio institucional. <https://repositorio.unheval.edu.pe/handle/20.500.13080/1512>
- Meier, U. (2001). *Estadios de las plantas mono y dicotiledóneas*. BBCH Monografía. Centro Federal de Investigaciones Biológicas para Agricultura y Silvicultura. <https://www.juliuskuehn.de/media/Veroeffentlichungen/bbch%20epaper%20span/page>
- Méndez, M., Ramírez, L. y Alzate, A. (2005). La práctica de la agricultura urbana como expresión de emergencia de nuevas ruralidades: reflexiones en torno a la evidencia empírica. *Cuadernos de Desarrollo Rural*, (55). <https://www.redalyc.org/pdf/117/11705504.pdf>
- MIDAGRI. (2021). Observatorio de las Siembras y Perspectivas de la Producción de Papa: Campaña Agrícola 2020-2021. https://siea.midagri.gob.pe/portal/siea_bi/index.html
- MIDAGRI. (2022). Perfil productivo y regional. https://siea.midagri.gob.pe/portal/siea_bi/index.html
- Morán, A. N. (2010). Agricultura urbana: un aporte a la rehabilitación integral. *Papeles de relaciones ecosociales y cambio global*, (111), 99-111. https://oa.upm.es/12160/1/INVE_MEM_2010_76416.pdf
- Moreno, O. (2007). Agricultura Urbana: Nuevas Estrategias de Integración Social y Recuperación Ambiental en la Ciudad. *Revista Electrónica DU&P*, 4(11), 1-14. <https://repositorio.uchile.cl/handle/2250/117766>
- Moya, J. R. (1994). La agricultura sostenible como alternativa a la agricultura convencional: conceptos y principales métodos y sistemas. *Ería: Revista cuatrimestral de geografía*, (35), 161-174. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=34808>
- Mougeot, L. J. A. (1994). Urban Food Production: Evolution, Official Support and Significance. *Cities Feeding People Report No 8*. <https://idl-bnc->

idrc.dspacedirect.org/server/api/core/bitstreams/e5b4daa6-9871-40ee-9857-8fca01522a19/content

Mougeot, L. J. A. (2006). Cultivando mejores ciudades: agricultura urbana para el desarrollo sostenible. *Centro Internacional de Investigaciones para el Desarrollo*.
www.idrc.ca/en_foco_ciudades

Naciones Unidas. 2023. Informe de las Naciones Unidas en el Perú 2023.
<https://peru.un.org/sites/default/files/202405/InformeResultadosONU2023.pdf>

Nina, P. (2012). *Efecto de diferentes bioestimulantes en el rendimiento del cultivo de frejol (Phaseolus vulgaris L.) variedad Canario 2000 en el valle de Moquegua* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann]. Repositorio Institucional.
<http://tesis.unjbg.edu.pe/handle/UNJBG/1706>

Ojodeagua-Arredondo, J. L., Castellanos-Ramos, J. Z., Muñoz-Ramos, J. J., Alcántar-González, G., Tijerina-Chávez, L., Vargas-Tapia, P. y Enríquez-Reyes, S. (2008). Eficiencia de suelo y tezontle en sistemas de producción de tomate en invernadero. *Revista Fitotecnia Mexicana*, 31(4), 367-367. <https://revfitotecnia.mx/index.php/RFM/article/view/706>

Ordinola, M., y Devaux, A. (2021). Desafíos y oportunidades para el sector papa en la zona andina en el contexto de la COVID-19. *Revista Latinoamericana de la Papa*, 25(1), 101-123.
<https://doi.org/10.18567/2500-5308-25-1-101-123>

Palacios, C. A., Jaramillo, S., González, L. H. y Cotes, J. M. (2008). Efecto de la fertilización sobre la calidad de la papa para procesamiento en dos suelos antioqueños con propiedades ándicas. *Agronomía Colombiana*, 26(3), 457-468.
<https://doi.org/10.15446/agron.colomb.v26n3.22437>

- Rivera, J. E., Herrera, A. y Rodríguez, L. E. (2003). Procesamiento de papa criolla precocida y congelada mediante la técnica de congelación individual (IQF), en seis genotipos promisorios de papa criolla (*Solanum phureja*). *Agronomía Colombiana*, 21(1), 95-102.
<https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/33003>
- Rodríguez, L. E., Ñustez, C. y Estrada, N. (2009). Criolla Latina, Criolla Paisa y Criolla Colombia, nuevos cultivares de papa criolla para el departamento de Antioquia (Colombia). *Agronomía Colombiana*, 27(3), 289-303.
<http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S012099652009000300002&script=sci>
- Rodríguez, L. E. (2009). Teorías sobre la clasificación taxonómica de las papas cultivadas (*Solanum* L. sect. *Petota* Dumort.). *Agronomía Colombiana*, 27(3), 305-312.
http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-99652009000300003
- Rodríguez, L. E. (2010). Origen y evolución de la papa cultivada. Una revisión. *Agronomía Colombiana*, 28(1). http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S0120-99652010000100002&script=sci_arttext
- Rojas, S. (2008). *Recolección y caracterización de las papas chauchas (Solanum phureja, Juz y Buk) de la provincia de Hualgayoc* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Cajamarca].
- Rojas, L. P. y Seminario, J. F. (2014). Prueba de rendimiento de diez cultivares promisorios de papa chaucha (*Solanum tuberosum* grupo Phureja). *Scientia Agropecuaria*, 5, 165-175.
- Rubén, W. (2016). *Efecto de bioestimulantes en frejol Phaseolus Vulgaris L. en el cantón el Guabo, provincia El Oro*. [Tesis bachiller, Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad de Guayaquil]. Repositorio Institucional. <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/17122>

- Saborío, F. (2002). Bioestimulantes en fertilización foliar. *Fertilización Foliar: Principios y Aplicaciones*, 107-126.
- Sánchez, J. D., López, A. y Rodríguez, L. E. (2005). Determinación de las etapas críticas en el desarrollo fenológico del cultivo de la papa *Solanum phureja*, frente al ataque de la polilla guatemalteca *Tecia solanivora* (Lepidóptera: Gelechiidae). *Agronomía Colombiana*, 23(2), 230-238.
http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-99652005000200006&lng=en&tlng=es.
- Santa-Cruz, Á. E. (2017). *Influencia de la densidad de siembra en la dinámica de crecimiento y los componentes del rendimiento de dos cultivares de papa*. [Tesis de maestría, Universidad Nacional de Cajamarca].
- Santos, B. M., y Obregon-Olivas, H. A. (2013). Producción de Hortalizas en Ambientes Protegidos: Medios de Siembra y Contenedores: HS1216, 3/2013. *EDIS*, 2013(4).
<https://journals.flvc.org/edis/article/download/120877/119413>
- Seminario, J. (2008). Origen y taxonomía de la papa: controversias no resueltas. *FIAT LUX*, 4(1), 89-108.
- Seminario, J. F.; Seminario, A.; Domínguez, A. y Escalante, B. (2017). Rendimiento de cosecha de diecisiete cultivares de papa (*Solanum tuberosum* L.) del grupo Phureja. *Scientia Agropecuaria*, 8(3), 181-191.
- Seminario, J. F.; Tapia, H. J. y Seminario, A. (2019). *Los Solanum del grupo Phureja de Cajamarca: Avances*. Gráfica Bracamonte.

- Seminario, A., Huerta, P., Vásquez, V., Seminario, J., Honorio, M. y Huerta, A. (2021). Productividad de quince cultivares tradicionales de papa Phureja en ocho ambientes distintos. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 12(6), 949-960.
- Silva, W. (2023). Servicios ecosistémicos y conservación de la Jalca de Cajamarca, Perú [Tesis de maestría, Universidad Politécnica de Catalunya]. <https://upcommons.upc.edu/handle/2117/405682>
- Srivastava, A., Bhardwaj, V., Singh, B. P. & Khurana, S. P. (2016). Potato diversity and its genetic enhancement. *Gene Pool Diversity and Crop Improvement: 1*, 187-226. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-27096>
- Tapia, H. J. (2017). *Fenología y caracterización morfológica de 43 entradas de papa chaucha (Solanum tuberosum L. Grupo Phureja) de la región Cajamarca*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Cajamarca].
- Terreros, F. (2021). *Evaluación de la degradación de cascarilla de arroz mediante compostaje con residuos verdes y restos de cocina*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Agraria la Molina]. <https://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/20.500.12996/4919>
- Valqui, G. S., Santillan, T. S., Quintana, S. C., Oyarce, J. C. y Oliva, M. (2021). Influencia de sustratos en el crecimiento y desarrollo de tomate (*Lycopersicum esculentum* Mill) cultivado bajo un sistema hidropónico en invernadero. *Revista de la Universidad del Zulia*, 12(32), 317-329.
- Vargas, J. C., Plata, A. M. y Guevara, O. (2020). Diseño participativo de una alerta agroclimática temprana para el cultivo de papa criolla (*Solanum phureja*) en Subchoque, Colombia. *Acta Agronómica*, 69(3), 179-187. <https://doi.org/10.15446/acag.v69n3.77051>

- Vega, D. A. (2015). Evaluación de la producción de papa criolla *Solanum phureja* clon paisa en contenedores de polietileno de alta densidad bajo el marco de agricultura urbana. *Luna Azul*, (40), 35-46.
<http://lunazul.ucaldas.edu.co/index.php?option=content&task=view&id=998>
- Villanueva, R. (2016). *Rendimiento y componentes de 15 cultivares de papa chaucha (Solanum tuberosum L; grupo Phureja) de la región Cajamarca*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Cajamarca].
- Wissar, R. (2009). La papa nativa: valor de sus atributos y oportunidades de negocios. *UDV-INCAGRO. Ministerio de Agricultura. Perú*.
- Zaar, MH. (2011). Las políticas públicas brasileñas y la agricultura familiar: quince años del Programa Nacional de Fortalecimiento da Agricultura Familiar (PRONAF). *Scripta Nova: Revista electrónica de geografía y ciencias sociales* (15).
<https://www.raco.cat/index.php/scriptanova/article/view/226307>
- Zapata, J. L., Cerón, M. D. S., Porras, P. D., Herrera, C. A. (2022). Manejo Integral del Cultivo de Papa Diploide (*Solanum phureja* Juz. et Buk.) En M. S. Cerón, L. Prieto, A. M. Garnica y J. G. Ortega. (Eds.), *Papa Nativa Diploide, En Busca de Fortalecer el Sistema Productivo en Colombia* (pp. 87-121). Editorial Grupo Compás.
- Zavala, L. (2022). *Agricultura urbana y su aporte social, económico y ambiental en la periferia de una metrópoli. Caso: Cono Norte de Lima Metropolitana*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Mayor de San Marcos]. Repositorio Institucional de tesis digitales.
<https://cybertesis.unmsm.edu.pe/handle/20.500.12672/18288>

ANEXOS

Tabla 16

Hoja de datos recolectados de la primera evaluación foliar (cuatro hojas) (cm²).

Sustrato	Contenedor	Aplicación	B I	B II	B III
Cascarilla	8 L	0	57.275	50.075	54.695
		1	46.385	49.01	36.645
		2	43.575	41.995	44.05
	16 L	0	33.3	49.97	32.795
		1	60.7	60.005	50.365
		2	56.19	66.665	73.895
Aserrín	8 L	0	62.64	52.78	80.635
		1	56.89	59.09	56.685
		2	67.725	46.88	58.495
	16	0	57.475	69.685	61.105
		1	59.79	47.835	65.005
		2	58.955	62.465	52.375

Tabla 17

Hoja de datos recolectados de la segunda evaluación foliar (botón floral) (cm²).

Sustrato	Contenedor	Aplicación	B I	B II	B III
Cascarilla	8 L	0	2098.07618	2309.86104	2388.95082
		1	1975.04763	2436.40469	2337.10308
		2	2196.93841	1998.33517	1588.38647
	16 L	0	1726.79359	2328.31532	2366.54205
		1	1732.06624	1943.8511	2561.19079
		2	1823.45888	2161.348	2049.74353
Aserrín	8 L	0	1154.27144	1181.95286	1282.57264
		1	1214.90694	1267.19407	1580.47749
		2	1420.54037	1264.55775	1362.98059
	16 L	0	1165.25613	1312.01162	1671.87013
		1	1328.70835	1304.10264	1584.87137

Tabla 18*Hoja de datos recolectados de la tercera evaluación foliar (floración plena) (cm²).*

Sustrato	Contenedor	Aplicación	BI	BII	BIII
Cascarilla	8 L	0	2281.74023	2056.77374	2429.81388
		1	2043.15272	2159.59045	2394.66286
		2	2414.8747	2009.31987	2172.3327
	16 L	0	1772.05052	2496.6008	2402.57184
		1	1837.51928	2229.45309	2163.54494
		2	1845.42826	2235.60452	2010.63803
Aserrín	8 L	0	1398.57099	1353.31406	1133.62022
		1	1379.23793	1356.38977	1645.94625
		2	1453.05506	1482.49404	1362.98059
	16 L	0	1573.0079	1599.37116	1606.84075
		1	1474.58506	1410.43446	1661.76421
		2	1283.8908	1421.85854	1714.05134

Tabla 19*Hoja de datos recolectados de la cuarta evaluación foliar (un mes post floración) (cm²).*

Sustrato	Contenedor	Aplicación	BI	BII	BIII
Cascarilla	8 L	0	1018.50064	1180.19531	1043.54574
		1	1517.20566	1175.80143	782.54946
		2	1567.29586	1452.61567	1591.02279
	16 L	0	1374.84405	1562.02321	1863.44316
		1	1248.73979	1708.3393	953.03188
		2	1315.96611	1455.69139	1520.72076
Aserrín	8 L	0	833.079043	916.123315	551.870928
		1	1246.54285	1104.62063	1302.78447
		2	1055.8486	1057.60615	704.777841
	16 L	0	840.548634	1045.30329	895.911482
		1	752.671098	950.834942	935.456373
		2	512.326036	1174.04388	1202.60408

Tabla 20*Hoja de datos recolectados de número de tallos.*

Sustrato	Contenedor	Aplicación	BI	BII	BIII
Cascarilla	8 L	0	2.4	1.8	2.3
		1	1.8	2	2
		2	1.6	2.5	3
	16 L	0	2.4	3	2.7
		1	2.4	2.5	3.3
		2	2.4	2.5	2.7
Aserrín	8 L	0	2.2	1.5	2
		1	1.6	2	2
		2	2	3	2
	16 L	0	1.6	1.5	2
		1	1.6	1.5	2.3
		2	1.4	2.5	2.3

Tabla 21*Hoja de datos recolectados de altura de tallos (cm).*

Sustrato	Contenedor	Aplicación	BI	BII	BIII
Cascarilla	8 L	0	83.8	59	63
		1	83.6	53.5	63
		2	91	86.5	62
	16 L	0	104	63.5	71
		1	76.2	84	75
		2	88	66	77
Aserrín	8 L	0	70.2	62	53
		1	70.8	72	61.33
		2	67.6	61.5	60
	16 L	0	56.6	56.5	55.66
		1	76.4	66.5	64.33
		2	68.6	58	58.33

Tabla 22*Hoja de datos recolectados de número total de tubérculos.*

Sustrato	Contenedor	Aplicación	BI	BII	BIII
Cascarilla	8 L	0	21.6	27.6	23.6
		1	11.4	22	24.6
		2	14.8	19.8	19.8
	16 L	0	17.4	25.2	28.2
		1	17.6	15	29.8
		2	15.6	17.6	21.8
Aserrín	8 L	0	14.2	13.6	16
		1	15.2	14.8	15.6
		2	18	19.4	17.6
	16 L	0	10.6	15.4	13.4
		1	13.8	9.2	9.4
		2	10.8	11	15.2

Tabla 23*Hoja de datos recolectados de peso total de tubérculos (gramos).*

Sustrato	Contenedor	Aplicación	BI	BII	BIII
Cascarilla	8 L	0	228.3	277.94	303.84
		1	200.86	295.64	316.32
		2	228.22	303.36	267.82
	16 L	0	262.32	349.66	476.3
		1	238.16	268.26	388.52
		2	262.06	340.8	361.94
Aserrín	8 L	0	152.66	213.48	192.4
		1	171.32	209.56	181.46
		2	154.74	207.56	223.28
	16 L	0	182.22	259.92	220.5
		1	216.96	215.36	192.7
		2	208.34	219.2	252.28

Tabla 24*Hoja de datos recolectados de número de tubérculos comerciales.*

Sustrato	Contenedor	Aplicación	BI	BII	BIII
Cascarilla	8 L	0	16.2	20.2	17.2
		1	10.2	16.2	18
		2	11	14.8	14.8
	16 L	0	14.4	18.4	22.2
		1	13.4	13.8	25
		2	14.2	16	18
Aserrín	8 L	0	11.8	11.4	13.8
		1	11.8	12.4	10.6
		2	13.8	14.6	14.6
	16 L	0	9	13	11.8
		1	11	8.8	8.4
		2	9.4	10	11.6

Tabla 25*Hoja de datos recolectados de peso de tubérculos comerciales (gramos).*

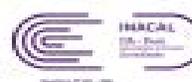
Sustrato	Contenedor	Aplicación	BI	BII	BIII
Cascarilla	8 L	0	218.86	263.42	292.8
		1	199.02	284.88	304.66
		2	221.88	289.6	257.62
	16 L	0	256.84	335.58	461.72
		1	233.54	264.82	380.94
		2	260.38	337.64	354.84
Aserrín	8 L	0	149.16	210.82	189.9
		1	167.84	205.54	172.12
		2	148.56	198.7	218.46
	16 L	0	180.02	255.58	218.84
		1	213.52	214.58	191.08
		2	205.94	215.76	246.52

Figura 13

Análisis del suelo utilizado realizado en el Laboratorio de Suelos, Agua y Foliarens - INIA.



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



INFORME DE ENSAYO
N° 03102-23/SU/LABSAF - BAÑOS DEL INCA

I. INFORMACIÓN GENERAL

Cliente : SONA CHILON CARMONA
 Propietario / Productor : SONA CHILON CARMONA
 Dirección del cliente : HILAMBOCANCHA ALTA KM 8.5 - CAJAMARCA
 Solicitado por : Cliente
 Muestreado por : Cliente
 Número de muestra(s) : 01 muestra
 Producto declarado : Suelo Agrícola
 Presentación de las muestra(s) : Bolsas de plástico oscura
 Referencia del muestra : Reservado por el Cliente
 Procedencia de muestra(s) : BOSCA MAYOPIATA / HILALANGA / CAJAMARCA / CAJAMARCA
 Fecha(s) de muestra : 10/02/2023
 Fecha de recepción de muestra(s) : 13/02/2023
 Lugar de ensayo : Laboratorio de Suelos, Agua y Foliarens - LABSAF Baños del Inca
 Fecha(s) de análisis : 14/02/2023
 Colización del servicio : 044-23-01
 Fecha de emisión : 08/03/2023

II. RESULTADO DE ANÁLISIS

ITEM	1	2	3	4	5	6
Código de Laboratorio	SU097-01-23					
Materia Analizada	Suelo					
Fecha de Muestra	10/02/2023					
Hora de Inicio de Muestra (h)	10:00					
Condición de la muestra	Conservada					
Código/Identificación de la Muestra por el Cliente	-					
Ensayo	Unidad	L.C	Resultados			
pH	unid. pH	0,1	5,2			
Aluminio (mg)	mg/100 g	-	0,15			
Materia Orgánica	%	0,1	9,5			
Fósforo (mg)	ppm	-	35,00			
Potasio (mg)	ppm	-	240			
Conductividad Eléctrica	mc/cm	0,1	-			
Análisis de Textura						
Arena (mg)	%	-	23			
Limo (mg)	%	-	48			
Arcilla (mg)	%	-	29			
Clase Textural (mg)	-	-	Arcilloso			

RECOMENDACIONES

Código de Muestra	Cultivo a Instalar	Cantidades de Nutriente kg/ha			Cantidades en Tn/ha	
		N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CAL	ESTIERCOL
SU097-01-23	PAPA	100	90	110		
SU097-01-23	FRESA	170	100	190		
SU097-01-23	ARANDANO	70	40	80		

FIRMA DE INFORME DE ENSAYO



Firmado digitalmente por:
 FLORIAN ALCANTARA
 Anaranito Morales PAU 20131385804
 soft
 Móvil: 999 37 58 0008
 Fecha: 2023.03.08 09:37:58 -0500

Figura 14

Selección y tratamiento de semilla de papa grupo Phureja (cultivar Amarilla redonda)



Figura 15

Preparación del sustrato y llenado de contenedores



Figura 16

Instalación de contenedores en el patio de una vivienda rural.



Figura 17

Siembra de papa grupo Phureja (cultivar Amarilla redonda) en contenedores.



Figura 18

Emergencia y crecimiento de la papa grupo Phureja (cultivar Amarilla redonda).



Figura 19

Medida del área foliar con la aplicación Petiole Pro.



Figura 20

Aporque, relleno de contenedores para darle soporte a la planta.



Figura 21

Papa grupo Phureja (cultivar Amarillo redonda) en floración plena.



Figura 22

Inicio de senescencia en papa grupo Phureja (cultivar Amarilla redonda).



Figura 23

Corte de tallo de papa Chaucha amarilla redonda.



Figura 24

Cosecha de tubérculos frescos de papa Chaucha amarilla redonda.



Figura 25

Cosecha de tubérculos de papa Chaucha amarilla redonda



Figura 26

Medida de tubérculos y clasificación por categorías.



Figura 27

Área foliar en diferentes momentos evaluados, de papa Chaucha amarilla redonda, con dos sustratos, dos tipos de contenedores y tres aplicaciones de bioestimulante.

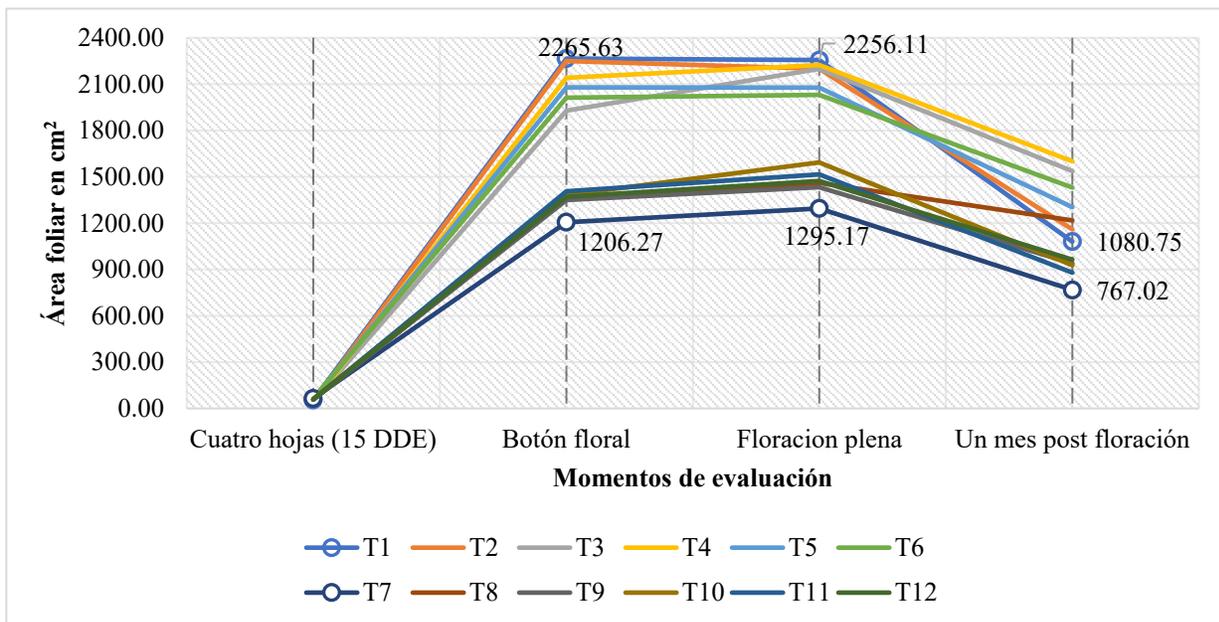


Figura 28

Número total de tubérculos de papa Chaucha amarilla redonda, resultante de la combinación de dos sustratos, dos contenedores y tres aplicaciones de bioestimulante.

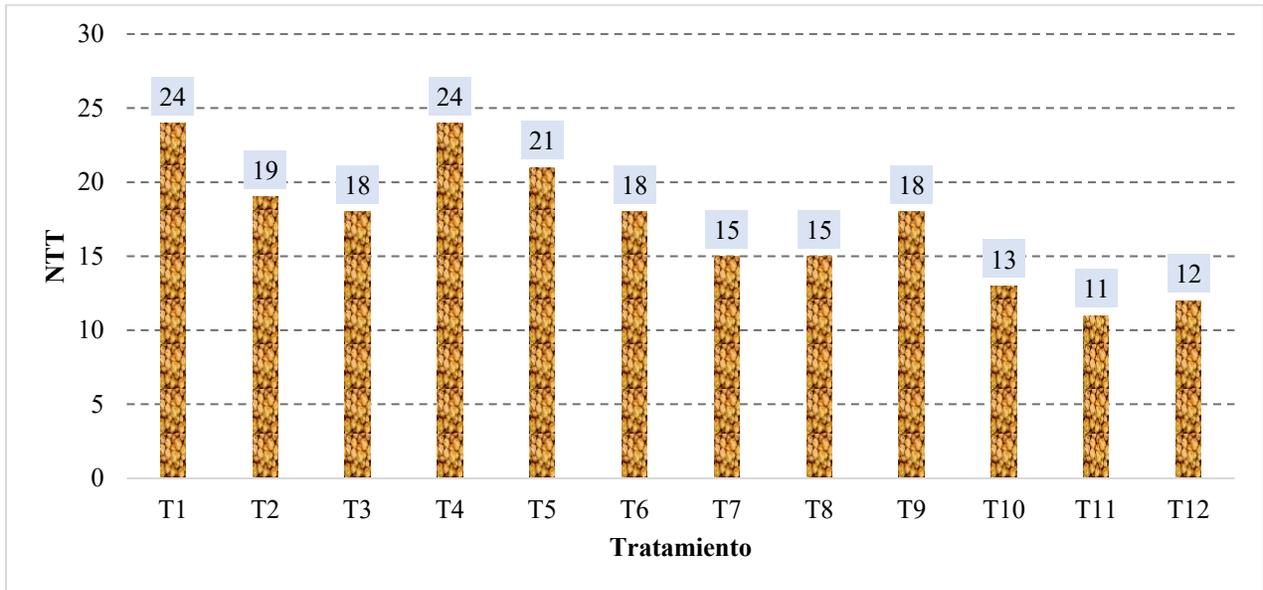


Figura 29

Número total de tubérculos de papa Chaucha amarilla redonda, resultante de la combinación de dos sustratos y tres aplicaciones de bioestimulante.

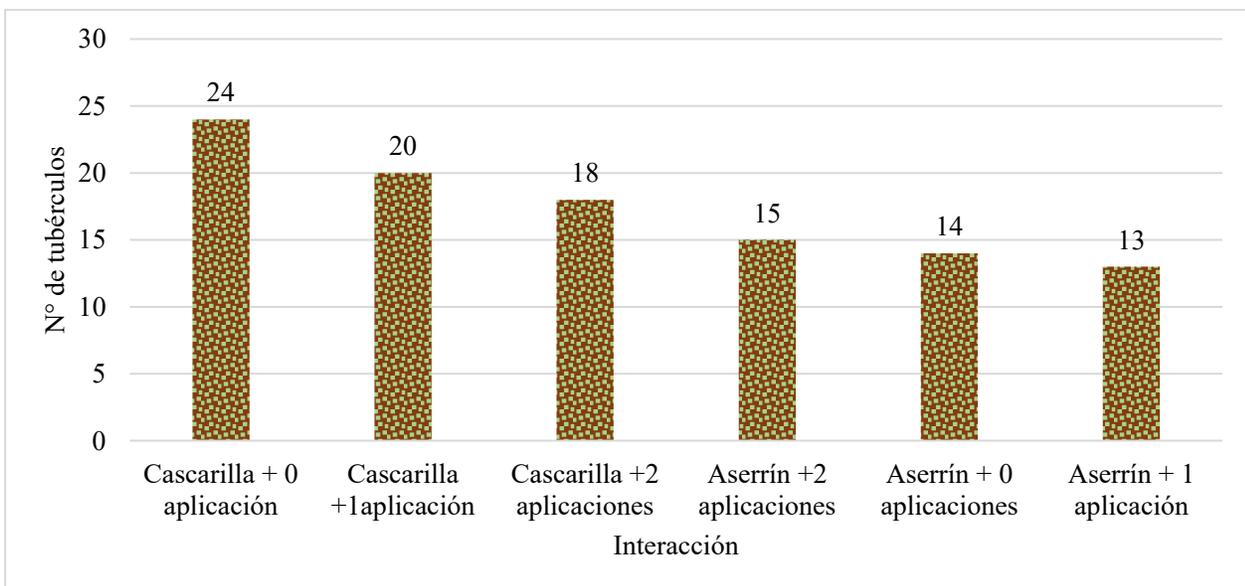


Figura 30

Rendimiento de tubérculos de papa Chaucha amarilla redonda, resultante de la combinación de dos sustratos, dos contenedores y tres aplicaciones de bioestimulante.

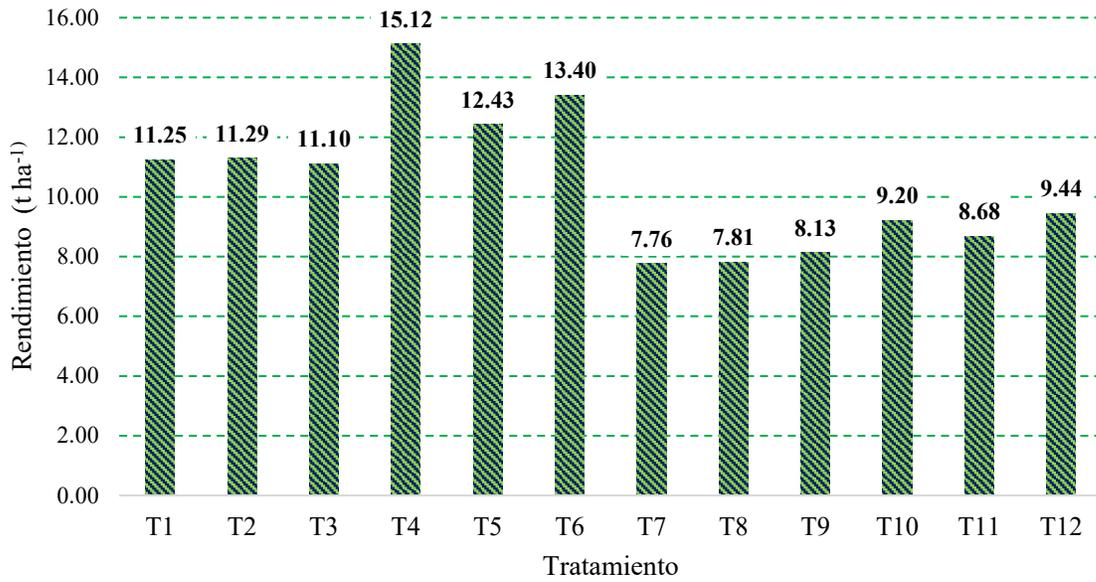


Figura 31

Número de tubérculos comerciales de papa Chaucha amarilla redonda, resultante de la combinación de dos sustratos, dos contenedores y tres aplicaciones de bioestimulante.

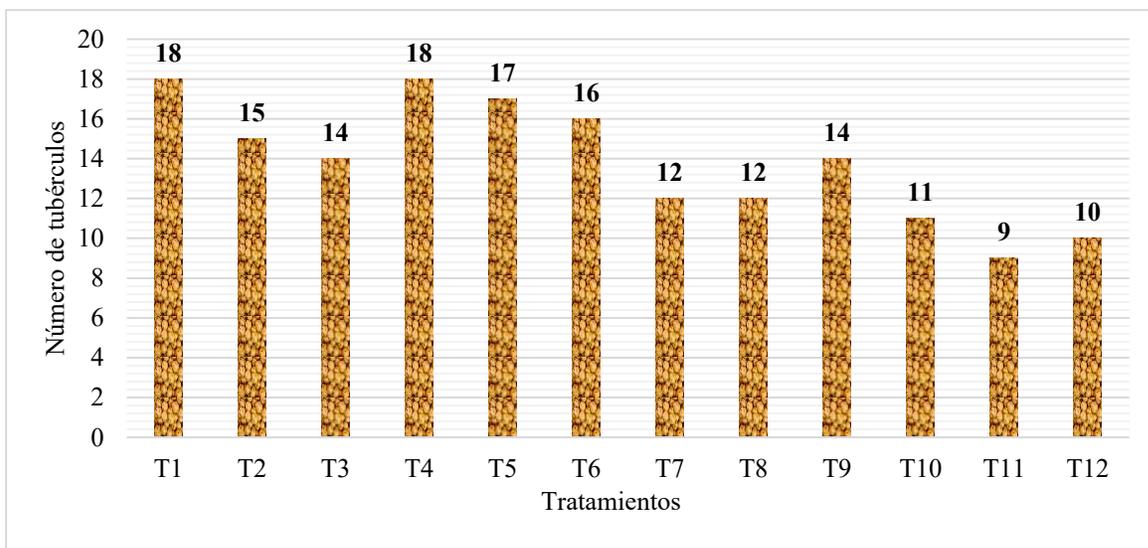


Figura 32

Número de tubérculos comerciales de papa Chaucha amarilla redonda, resultante de la combinación de dos sustratos y dos contenedores.

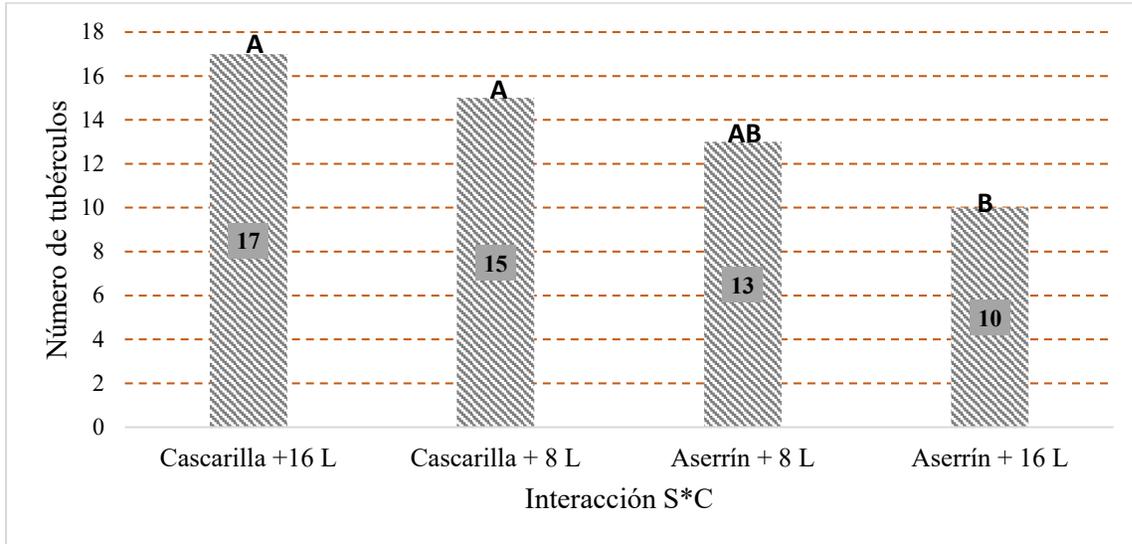


Figura 33

Rendimiento tubérculos comerciales de papa Chaucha amarilla redonda, resultante de la combinación de dos sustratos, dos contenedores y tres aplicaciones de bioestimulante.

