

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CENTRO DEL
PERÚ

FACULTAD DE AGRONOMÍA



Efecto de las enmiendas orgánicas en dos cultivares de
papa para la producción de semilla pre básica en el
CICA 2022

TESIS

Presentado por la bachiller

PARIONA SINCHE, YENY

Para optar el título profesional de

INGENIERA AGRÓNOMO

EL MANTARO - JAUJA – PERÚ

2024



ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

En El Mantaro, pabellón I, sala de Audiovisuales de la Facultad de Agronomía - UNCP, a los 05 días del mes de diciembre del dos mil veinticuatro a horas 12.45 p.m., con la presencia de los señores catedráticos miembros del jurado calificador:

Mg. Gustavo Osorio Pagan
Ing. Maurino Cahuana Hidalgo
Mg. Gustavo Osorio Pagan
Dr. Rubén Munive Cerrón
M. Sc. Anghely Lapa Chanca

Presidente
Secretario
Jurado
Jurado
Jurado

Se dio inicio al acto de sustentación de tesis para optar el título de **INGENIERA AGRÓNOMO**, con la lectura de la **Resolución N° 022-2024-S-FAG/UNCP** de fecha 02 de diciembre del 2024, en la que indica la hora y fecha de sustentación y nombramiento de jurados;

La sustentante Bachiller: **Yeny PARIONA SINCHE** procede a sustentar la tesis titulada: **“Efecto de las enmiendas orgánicas en dos cultivares de papa para la producción de semilla pre básica en el CICA 2022”**; bajo el asesoramiento del **Mg. Gustavo Osorio Pagan**

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

APROBADO POR UNANIMIDAD

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

Concluyendo el acto a las 14:15 p.m. horas del mismo día, pasando a firmar los miembros del Jurado Calificador en señal de conformidad.



Mg. Gustavo Osorio Pagan
Presidente

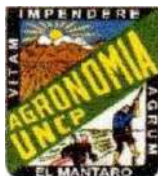


Ing. Maurino Cahuana Hidalgo
Secretario

Mg. Gustavo Osorio Pagan
Jurado

Dr. Rubén Munive Cerrón
Jurado

M. Sc. Anghely Lapa Chanca
Jurado



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CENTRO DEL PERÚ
FACULTAD DE AGRONOMÍA



“AÑO DEL BICENTENARIO DE LA CONSOLIDACIÓN DE NUESTRA INDEPENDENCIA Y DE LA CONMEMORACIÓN DE LAS HEROICAS BATALLAS DE JUNÍN Y AYACUCHO”

INFORME DE ORIGINALIDAD DEL SOFTWARE SIMILITUD TURNITIN

INFORMO LA ORIGINALIDAD DE LA TESIS

A: Dr. RUBEN MUNIVE CERRÓN
DIRECTOR DEL INSTITUTO DE ESPECIALIZACIÓN DE
INVESTIGACIÓN DE LA FACULTAD DE AGRONOMÍA – UNCP

DE: Ing. Mg. Gustavo S. Osorio Pagán
ASESOR DE TESIS

Expongo lo siguiente:

La tesis titulada **“EFECTO DE LAS ENMIENDAS ORGÁNICAS EN DOS CULTIVARES DE PAPA PARA LA PRODUCCIÓN DE SEMILLA PRE BÁSICA EN EL CICA 2022”**, desarrollado por la señorita bachiller: **PARIONA SINCHE, Yeny**, presenta un índice de similitud del 15 % siendo lo aceptable, es todo lo que informo en mi calidad de asesor.

Huancayo, 20 de abril del 2024.

Ing. Mg. Gustavo S. Osorio Pagán
ASESOR



Resumen de coincidencias

15 %

1	repositorio.uncp.edu.pe Fuente de Internet	7 %	>
2	Entregado a Universida... Trabajo del estudiante	4 %	>
3	repositorio.utc.edu.ec Fuente de Internet	<1 %	>
4	hdl.handle.net Fuente de Internet	<1 %	>
5	repositorio.unheval.edu... Fuente de Internet	<1 %	>
6	repositorio.umsa.bo Fuente de Internet	<1 %	>
7	www.fontagro.org Fuente de Internet	<1 %	>



Resumen de coincidencias

15 %

8	repositorio.udea.edu.pe Fuente de Internet	<1 %	>
9	purl.org Fuente de Internet	<1 %	>
10	repositorio.unas.edu.pe Fuente de Internet	<1 %	>
11	recursosbiblio.url.edu.gt Fuente de Internet	<1 %	>
12	elcomercio.pe Fuente de Internet	<1 %	>
13	Entregado a Submitted... Trabajo del estudiante	<1 %	>
14	Entregado a Universida... Trabajo del estudiante	<1 %	>



Resumen de coincidencias

15 %

15	docplayer.es Fuente de Internet	<1 %	>
16	www.sidalc.net Fuente de Internet	<1 %	>
17	es.slideshare.net Fuente de Internet	<1 %	>
18	iaes.cgiar.org Fuente de Internet	<1 %	>
19	repositorio.untrm.edu.pe Fuente de Internet	<1 %	>
20	repositorio.uta.edu.ec Fuente de Internet	<1 %	>
21	repositorio.unapiquitos... Fuente de Internet	<1 %	>

22 revistas.unal.edu.co <1 % >
Fuente de Internet

23 repositorio.lamolina.ed... <1 % >
Fuente de Internet

PARIONA SINCHE.docx



Filtros y configuración ✕

Filtros

- Excluir citas
- Excluir bibliografía
- Excluir fuentes que tengan menos de:
 - 15 palabras
 - %
 - No excluir por tamaño

Configuración opcional

- Resaltado multicolor

Vº Bº

Gustavo Santiago OSORIO PAGÁN

Asesor

ASESOR

Mg. Gustavo Santiago Osorio Pagán

DEDICATORIA

Con amor a Dios y a mis padres, Epifanía y Demetrio, quienes me brindaron su amor, confianza y siendo mi soporte en todo momento, pues sin ellos no lo hubiera logrado. A mis hermanos Francisco, Rafael, Miguel y Rubén por sus tiempos, consejos y apoyo incondicional.

AGRADECIMIENTO

A Dios todopoderoso quien está conmigo en cada paso que doy, cuidando, fortaleciendo y guiando mi camino.

Al Ingeniero Gustavo Osorio Pagán por su amabilidad, disponibilidad y orientación en la ejecución de este trabajo de investigación.

A mi alma mater la Universidad Nacional del Centro del Perú, a mi querida Facultad de Agronomía, a todos los Docentes y Administrativos por contribuir en mi formación profesional, compartiendo experiencias imborrables.

A mis cuñadas, sobrinos, sobrinas, tíos, primos, a Margarita por sus tiempos y palabras que me inspiraron a seguir adelante.

A mi mejor compañero y confidente Genie por su compañía y apoyo incondicional en la etapa universitaria y todo este tiempo, a mis amigos por el cariño y el apoyo en la ejecución de la tesis.

ÍNDICE GENERAL

RESUMEN.....	i
INTRODUCCIÓN.....	iii
1. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.....	1
1.1. Marco conceptual.....	1
1.2. Marco teórico.....	2
1.2.1. Generalidades de la papa.....	2
1.2.1.1. Valor nutritivo.....	2
1.2.1.2. Valor económico.....	2
1.2.1.3. Valor social.....	3
1.2.2. Producción.....	3
1.2.2.1. Producción nacional.....	3
1.2.2.2. Producción local.....	5
1.2.3. Producción de semilla pre básica.....	5
1.2.3.1. Producción convencional de semilla pre básica.....	5
1.2.3.2. Obtención de semilla pre básica.....	5
1.2.3.3. Manejo cultural en la producción de semilla pre básica.....	6
1.2.4. Única.....	7
1.2.4.1. Descripción varietal.....	8
1.2.4.2. Comportamiento agronómico.....	8
1.2.4.3. Producción.....	9
1.2.5. Canchán.....	9
1.2.5.1. Descripción varietal.....	10
1.2.5.2. Comportamiento agronómico.....	10
1.2.5.3. Producción.....	10
1.2.6. Enmiendas orgánicas.....	10
1.2.6.1. Leonardita.....	11
1.2.6.1.1. Ácidos húmicos.....	13
1.2.6.1.2. Ácidos fúlvicos.....	14
1.2.6.2. Compost.....	15
1.2.6.3. Silicato de magnesio.....	18
1.2.6.4. Tierra negra.....	20
1.3. Marco referencial.....	21
2. MATERIALES Y MÉTODOS.....	23
2.1. Lugar experimental.....	23
2.1.1. Ubicación política.....	23
2.1.2. Ubicación geográfica.....	23
2.2. Inicio y culminación del experimento.....	23
2.3. Diseño metodológico.....	23
2.3.1. Material genético.....	24
2.3.2. Materiales y equipos.....	24
2.3.2.1. Insumos.....	24
2.3.2.2. Materiales.....	24
2.3.2.3. Equipos.....	24
2.3.3. Componentes en estudio.....	25

2.4.	Diseño de investigación (análisis estadístico).....	25
2.4.1.	Diseño estadístico	25
2.4.2.	Población y muestra	26
2.4.3.	Características del experimento	26
2.4.4.	Análisis de datos	27
2.5.	Conducción del experimento	27
2.5.1.	Limpieza del área de trabajo	27
2.5.2.	Instalación de los contenedores	27
2.5.3.	Preparación de las plántulas in vitro	27
2.5.4.	Trasplante de plántulas	28
2.5.5.	Fertilización	28
2.5.6.	Control fitosanitario.....	28
2.5.7.	Riego	28
2.5.8.	Deshierbo	28
2.5.9.	Aplicación de enmiendas.....	28
2.5.10.	Aporque.....	29
2.5.11.	Tutorado	29
2.5.12.	Corte de follaje	29
2.5.13.	Cosecha	29
2.6.	Técnicas y procedimientos de recolección de datos.....	29
3.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	32
3.1.	Porcentaje de establecimiento.....	32
3.2.	Altura de planta	32
3.2.1.	Niveles del factor cultivar.....	33
3.2.2.	Niveles del factor enmienda	34
3.2.3.	Interacción de los niveles del factor cultivar y enmienda	34
3.3.	Vigor de planta	35
3.4.	Número de tubérculos por planta.....	36
3.4.1.	Niveles del factor cultivar.....	36
3.4.2.	Niveles del factor enmienda	37
3.4.3.	Interacción de los niveles del factor cultivar y sustrato	38
3.5.	Categorización de tubérculos	39
4.	CONCLUSIONES.....	40
5.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	42
6.	ANEXOS	49

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.	Descripción de los factores en estudio	25
Tabla 2.	Combinación de los niveles de los factores A y B	25
Tabla 3.	Análisis de varianza, DCA con parcelas divididas (2x4)	26
Tabla 4.	Escala de vigorosidad de la planta	30
Tabla 5.	Rango de categorización de los tubérculos	30
Tabla 6.	Evaluación de porcentaje de establecimiento	32
Tabla 7.	Análisis de varianza de la altura de planta.....	32
Tabla 8.	Prueba de significación de los promedios de altura de planta para los niveles del factor A (cultivar), según Duncan.....	33
Tabla 9.	Prueba de significación de los promedios de altura de planta para los niveles del factor B (enmienda), según Duncan	34
Tabla 10.	Prueba de significación de los promedios de altura de planta para las interacciones AB, según Duncan.....	34
Tabla 11.	Análisis de varianza de vigor de planta	35
Tabla 12.	Análisis de varianza de número de tubérculos por planta.....	36
Tabla 13.	Prueba de significación de los promedios de número de tubérculos por planta para los niveles del factor A (cultivar), según Duncan.....	36
Tabla 14.	Prueba de significación de los promedios de número de tubérculos por planta para los niveles del factor B (enmienda), según Duncan	37
Tabla 15.	Prueba de significación de los promedios de número de tubérculos por planta para las interacciones AB, según Duncan	38
Tabla 16.	Categorización de tubérculos en porcentaje.....	39
Tabla 17.	Altura de planta (m)	49
Tabla 18.	Diámetro de tallo (cm)	49
Tabla 19.	Número de tubérculos por planta.....	49
Tabla 20.	Clasificación de tamaño de tubérculos en el cultivar Única	50
Tabla 21.	Clasificación de tamaño de tubérculos en el cultivar Canchán	50

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.	Instalación y nivelado de los contenedores	51
Figura 2.	Preparación de las plántulas in vitro antes del trasplante	51
Figura 3.	Preparación del sustrato y distanciamiento entre plantas.....	51
Figura 4.	Trasplante y riego de plántulas in vitro del cultivo de papa.....	52
Figura 5.	Aplicación de enmiendas a los 30 días después del trasplante	52
Figura 6.	Aporque de las plantas	52
Figura 7.	Corte de follaje de las plantas de papa.....	53
Figura 8.	Cosecha y registro de número de tubérculos por planta.....	53
Figura 9.	Categorización de tubérculos en el tratamiento a1 (Única) b1 (leonardita)	54
Figura 10.	Categorización de tubérculos en el tratamiento a1 (Única) b2 (compost)..	54
Figura 11.	Categorización de tubérculos en el tratamiento a1 (Única) b3 (Silicato de magnesio).....	55
Figura 12.	Categorización de tubérculos en el tratamiento a1 (Única) b4 (testigo).....	55
Figura 13.	Categorización de tubérculos en el tratamiento a2 (Canchán) b1 (leonardita)	56
Figura 14.	Categorización de tubérculos en el tratamiento a2 (Canchán) b2 (compost)	56
Figura 15.	Categorización de tubérculos en el tratamiento a2 (Canchán) b3 (Silicato de magnesio).....	57
Figura 16.	Categorización de tubérculos en el tratamiento a2 (Canchán) b4 (testigo).	57

RESUMEN

El proyecto de tesis se ejecutó en el invernadero del Centro de Investigación de Cultivos Agrícolas (CICA), que se encuentra en el distrito de El Tambo, provincia de Huancayo y región Junín. Se evaluó los efectos de las enmiendas orgánicas en dos cultivares de papa para la producción de semilla pre básica. Los tratamientos en estudio están comprendidos en dos factores con niveles cada uno, factor A cultivar (Única y Canchán) y factor B enmiendas (leonardita 60g, compost 60g, silicato de magnesio 20g y testigo), realizando las interacciones entre los factores mencionados se logró 8 tratamientos y se empleó el diseño completamente al azar con parcelas divididas; además, se realizó la prueba de significación según Duncan con alfa 0.05, a fin de cumplir los objetivos: Determinar el efecto de las enmiendas orgánicas en la producción de tubérculos de papa y determinar el cultivar que obtiene mayor número de tubérculos por planta en condiciones de invernadero. Los resultados fueron: La enmienda de compost tuvo mayor efecto en la obtención de semilla pre básica de papa con promedio de 6.6 tubérculos por planta, mientras que la leonardita, silicato de magnesio y el testigo, obtuvieron una media de 5.2, 5 y 4.6 tubérculos por planta correspondientemente y con el cultivar Canchán se obtuvo mayor producción de tubérculos por planta.

Palabras claves: Semilla pre básica, cultivar, enmiendas, papa, tubérculos.

ABSTRAC

The thesis project was carried out in the greenhouse of the Centro de Investigación de Cultivos Agrícolas (CICA), located in the district of El Tambo, province of Huancayo, Junín region. The effects of organic amendments on two potato cultivars for pre-basic seed production were evaluated. The treatments under study are comprised of two factors with levels each, factor A cultivar (Única and Canchán) and factor B amendments (leonardite 60g, compost 60g, magnesium silicate 20g and control), performing the interactions between the factors mentioned, 8 treatments were achieved and a completely randomized design with divided plots was used; in addition, the significance test was performed according to Duncan with alpha 0.05, in order to fulfill the objectives: To determine the effect of organic amendments on the production of potato tubers and to determine the cultivar that obtains the highest number of tubers per plant under greenhouse conditions. The results were: The compost amendment had the greatest effect in obtaining pre-basic potato seed with an average of 6.6 tubers per plant, while leonardite, magnesium silicate and the control obtained an average of 5.2, 5 and 4.6 tubers per plant, respectively, and the cultivar Canchán obtained a greater production of tubers per plant.

Keywords: Prebasic seed, cultivar, amendments, potato, tubers.

INTRODUCCIÓN

La papa (*Solanum tuberosum* L.) es el cuarto cultivo alimentario más importante del mundo y segundo en importancia económica agrícola en el Perú con una participación de 10.7 % del valor bruto en la producción del sub sector agrícola (MINAGRI, 2020, p. 6), cultivo caracterizado por un alto valor nutricional siendo un alimento básico consumido por millones de personas en todo el mundo.

A pesar de estas características uno de los grandes problemas en la siembra de papa es el acceso a la semilla certificada, lo cual condiciona a la mayoría de los agricultores a usar cualquier semilla con riesgo de propagar enfermedades, plagas y disminuyendo la producción del cultivo. Así mismo otro problema es el uso de los fertilizantes químicos que van generando impactos negativos como la degeneración de la estructura y microfauna de la superficie, aparte del incremento de costo en los últimos años.

La aplicación de los abonos orgánicos aporta al mejoramiento de las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo mediante la agregación de nutrimento y microorganismos. Por otra parte, el uso de semilla pre básica de papa con procedencia de las plántulas in vitro, garantiza una planta libre de patógenos con alto potencial de rendimiento, donde el productor y el agricultor se beneficiarán ya que uno ganará por la producción de semilla pre básica de papa y el otro mejorará su calidad y producción de tubérculos. Por ende, la investigación resolverá el problema planteado: ¿Cuáles son los efectos de las enmiendas orgánicas en dos cultivares de papa para la producción de semilla pre básica?

En este trabajo de investigación se realizó la obtención de semilla pre básica, utilizando plántulas in vitro de papa de los cultivares Única y Canchán en invernadero, para la obtención de tubérculos libres de patógenos, utilizando, diferentes tipos de enmiendas.

Objetivos

- Determinar el efecto de las enmiendas orgánicas en la producción de tubérculos de papa en el invernadero del CICA.
- Determinar el cultivar que obtiene mayor producción de tubérculos de papa en el invernadero del CICA

1. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

1.1. Marco conceptual

Enmienda orgánica. “Es un producto a partir de elementos carbonados de origen animal o vegetal que se utiliza para mejorar las características físicas, químicas o biológicas del suelo e incrementar o mantener el contenido de materia orgánica” (Delgado, 2017, p. 80)

Cultivar. “es aquello que se fue clasificando con la ayuda e intervención del ser humano ya sea por técnicas de mejoramiento genético” (Arévalo et al., 2006, p. 8).

Varietal. “es la selección propia de la naturaleza con influencia de los factores ambientales” (Arévalo et al., 2006, p. 8).

Semilla pre básica. “es un término utilizado para referirse a un tubérculo que se encuentra entre el material parental y los tubérculos semilla de categoría básica, la cual garantiza un alto grado de sanidad y 100% de identidad y pureza varietal” (Saavedra et al., s.f., p. 36).

Tubérculo. “tallo subterráneo engrosado provisto de lenticelas, cejas y ojos o yemas, funciona como un depósito de nutrientes (almidón, azúcar, ácidos orgánicos, etc.) (Ramos, 2014, p. 7).

Producción. “es la combinación de factores con la finalidad de crear un bien o servicio” (Montoyo & Marco, 2012, p.3).

1.2. Marco teórico

1.2.1. Generalidades de la papa

1.2.1.1. Valor nutritivo

Araujo et al. (2021) menciona los aportes de la papa en la nutrición:

La papa es una fuente importante en la nutrición por su aporte de macro y micronutrientes. La papa es un alimento rico en carbohidratos, fibra, vitaminas (C, B1, B2, B3, B6, B9) y minerales (potasio, hierro, fósforo, cobre, manganeso, zinc, calcio y magnesio). Además, es rica en antioxidantes, especialmente las papas con piel de colores rojo, moradas y pulpa de color amarillo o morado. Estos compuestos previenen enfermedades cardiovasculares, cerebrovasculares y cáncer (p. 85)

“Una papa de 200 g, con cáscara, aporta 26% del requerimiento diario de cobre, 17 a 18% de potasio, fósforo y hierro; 5 a 13% de Calcio, Magnesio, Zinc y Manganeso; y de vitamina C hasta un 50%” (Araujo *et al.*, 2021, p. 85).

Pósito y Vázquez (2021) determinaron el contenido de nutrientes en estado snack y natural de papas Huagalinas:

Snacks: se obtuvieron 63,60% de hidratos de carbono, 25,13% de lípidos, 4,63% de proteínas, 3,97% de cenizas y 2,53% de humedad; en estado natural, se obtuvieron 19,16% de hidratos de carbono, 1,25% de lípidos, 2,37% de proteínas, 1,2% de cenizas y 76,05% de humedad; donde se observa que los snacks procesados demostraron un mayor valor nutritivo (26,76%) en contraste con el estado natural (9,53%) (p.64)

1.2.1.2. Valor económico

“En términos de importancia económica agrícola, el *Solanum tuberosum* es el segundo cultivo más importante del Perú. En 2019, su aportación al valor bruto de la producción del subsector agrícola fue del 10,7%, siendo el arroz el primero con 11,5%” (MINAGRI, 2020, p. 6).

“En el 2018 se obtuvo una cosecha de 5,1 millones de toneladas de papa, contribuyendo a la economía con 6,4% del PBI agropecuario y 10,5% de la producción agrícola, cultivo considerado el segundo en importancia económica en el país” (Odar, 2019, p. 1).

1.2.1.3. Valor social

Al respecto, Quispe (2013) menciona que:

Entre los pueblos andinos, la papa tiene un gran significado cultural y espiritual, ya que es un alimento que está presente en sus rituales cotidianos y actividades productivas. Dado que las variedades autóctonas de papa son la base de la dieta familiar y constituyen un cultivo tradicional y ancestral, los agricultores las aprecian y preservan. Para las familias cuyos métodos de cultivo se han transmitido de generación en generación, la conservación de las variedades nativas de papa se convierte en una estrategia esencial de supervivencia. (p. 92)

1.2.2. Producción

1.2.2.1. Producción nacional

El Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego (2022) informa que:

Con producción de 5,7 toneladas de papa el año pasado, nuestro país se ha convertido en el primer productor de este cultivo en América Latina, con producción media de 17,1 tn/ha y una extensión cosechada de 330, 790 hectáreas, superando a Ecuador, Brasil, Argentina y Chile. Mientras tanto a nivel mundial, el Perú ocupa el puesto 16, con China a la cabeza, seguida de Bielorrusia, Polonia, Kazajstán, Holanda y Alemania. La siembra del cultivo de la papa dentro del país se encuentra en 19 regiones, dado que Puno, Huánuco, Cusco, Cajamarca, Huancavelica y Junín son las zonas agrícolas más productivas. El 90% de la producción se concentra en los departamentos de la sierra, sobresaliendo el grupo de la papa nativa (p. 1-2)

El Instituto Nacional de Estadística e Informática (2022) dio a conocer que:

En comparación la producción de papa en el mes de marzo en el 2021 fue de 478 mil 81 toneladas y en el 2022 fue de 542 mil 47 toneladas, representando un incremento de 13,4% de producción. En los departamentos de Ayacucho (31,0%), La Libertad (22,9%), Puno (21,1%) y Huánuco (14,1%) reportaron la mayor producción de papa, que sumando representan el 52,9% del total nacional. Además, aumentó en Cusco (23,7%), Ancash (19,5%), Huancavelica (18,4%), Moquegua (38,8%), Apurímac (28,8%), Lima (65,0%), Amazonas (10,3%), Arequipa (2,9%) y Tacna (1,6%) y debido a la escasez de agua, disminuyó la producción en Lambayeque (-51,7%), Junín (-12,2%), Cajamarca (-5,2%) y Pasco (-0,6%) (p. 1)

Sobre la producción nacional, según INEI (2021) reporto que:

La producción de papa fue de 320,977 toneladas en enero de 2021, 24.1% más que en el mismo mes del año anterior. A nivel departamental, Cusco (203,3%), Lima (140,7%) y Huánuco (57,5%) fueron los tres primeros departamentos productores de este tubérculo; Tacna (110,7%), La Libertad (54,3%) y Moquegua (18,1%) registraron incrementos en la producción. En cambio, disminuyó en Apurímac (-73,1%), Huancavelica (-47,5%), Pasco (-33,7%), Piura (-32,2%), Ayacucho (-23,5%), Amazonas (-16,8%), Cajamarca (-15,1%), Áncash (-6,3%), Arequipa (-2,6%) y Junín (-1,9%) (p. 1)

INEI (2020) informa que la producción de papa:

En abril de 2020, se registraron 1 millón 133 mil 33 toneladas, 12,2% más que en el mismo mes del año anterior. Apurímac (131,5%), Huancavelica (64,3%), Cusco (27,0%), Puno (20,5%) y Ayacucho (18,9%) fueron los departamentos que se distinguieron por tener mayor producción; sumando estos departamentos totalizan el 70,9% de la producción de papa del país. Ica (37,6%), Lima (7,5%), Cajamarca (3,6%) y Ancash (1,8%) también reportaron resultados favorables. Sin embargo, debido a la racha, una enfermedad que daña el cultivo de la

papa, disminuyó la producción en La Libertad (-13,3%), Huánuco (-12,2%), Moquegua (-94,4%), Tacna (-32,4%), Piura (-31,7%), Junín (-28,8%), Pasco (-18,8%), Amazonas (-18,4%) y Arequipa (-11,5%) (p. 1)

1.2.2.2. Producción local

Para MINAGRI (2020) “Entre junio y noviembre de 2020, se instalaron 22,4 mil hectáreas de papa en Junín, con 7,5% menos a lo registrado del 2019. En particular, destaca la disminución de 28,6% en las áreas sembradas durante noviembre debido al déficit hídrico” (p. 16).

“La Región Junín, con estimado de 24, 583 hectáreas, de las cuales 6, 590 corresponden a papas nativas, representa el 7,5% de la superficie total sembrada y cosechada de papa a nivel nacional, según el Sistema Integrado de Estadísticas Agropecuarias” (MIDAGRI, 2020, p. 2).

1.2.3. Producción de semilla pre básica

1.2.3.1. Producción convencional de semilla pre básica

“La forma tradicional de producir semillas de papa pre básica consiste en utilizar sustrato esterilizado y multiplicar material limpio procedente de cultivos in vitro en un invernadero, obteniendo de 5 a 10 tubérculos por planta con este método” (Otazú, 2010, p. 5).

1.2.3.2. Obtención de semilla pre básica

Según Tapia et al. (2017) la obtención de minitubérculos se realiza de la siguiente manera:

Las plantas in vitro de siete centímetros se lavaron con agua corriente para eliminar el medio de cultivo, las raíces lavadas se sumergieron en una solución de Benomilo (1 g/l) durante diez minutos. Después se enjuagaron con agua y se trasladó al invernadero. Las plántulas se trasplantaron en bandejas con sustrato importado PREMIX-3 (Sungro Horticulture Inc.), posterior a esto las bandejas se colocaron en un túnel cubierto de plástico con 90% de humedad relativa elevada, después de 30 días las plantas se trasladaron a bolsas más grandes con el mismo sustrato, pero en condiciones de 50% durante tres meses dentro del

invernadero. Durante este tiempo, la fertilización se realizó utilizando una solución de 1 ml de Byfolan (Bayer) y se aplicaron tratamientos con Benomil cada 15 días, a los 30 días del trasplante se realizó el aporque, finalizando con la cosecha de mini tubérculos a los 90 días (p. 164)

INIA (2020) establece que es necesario seguir el siguiente orden para manipular con éxito las plántulas en los módulos de producción de semillas pre básicas:

A los potes con plántulas in vitro agregar agua con 2 cm de espesor, cambiando diario el líquido durante 1 a 5 días, si las plántulas se observan vigorosas es momento del lavado y separación de las raíces del medio de cultivo, posterior a esto se colocan las plántulas lavadas en una bandeja con agua cambiándolas diariamente por un periodo de 1 a 5 días para que la planta se pueda aclimatar y vigorizar, todo el proceso antes mencionado se realiza dentro del invernadero para evitar contaminación. Si las plántulas se observan robustas pueden replantarse en bandejas al día siguiente para ganar tiempo en el desarrollo y enraizamiento. El trasplante se realiza utilizando sustrato preparado a base de musgo en bandejas, después de quince días máximo se realiza el trasplante en contenedores con sustrato de turba procedentes de las zonas alto andinas, se coloca una capa de 8 cm de altura y una dosis mínima de fertilización, la densidad de plantas es de 18 x 18 cm con un total de 36 plántulas por m², el aporque se debe realizar a los cinco y veinticinco días después del trasplante ya que el desarrollo de las plantas es rápido con periodos de ciclos vegetativos de 90, 120 y 150 días considerados como precoz, semi tardío y tardío respectivamente en el cultivo de papa. (p. 1-2)

1.2.3.3. Manejo cultural en la producción de semilla pre básica

“El desmalezado se realiza a manualmente a medida que emergen las malas hierbas para promover un crecimiento sano de los cultivos y evitar la competencia por los nutrientes, el agua y la luz” (Abad, 2018, p. 50).

“El tutorado se realiza cuando el follaje de los cultivos sobrepasa el nivel del borde de los contenedores; esta labor ofrece apoyo o sostén a las plantas mientras continúan su periodo vegetativo” (Abad, 2018, p. 50).

El riego que se maneja “es siempre a la capacidad de campo del sustrato, idealmente a primera hora del día o a última de la noche. En los dos primeros meses, con más frecuencia; en los tres últimos, con menos frecuencia” (Abad, 2018, p. 50).

El aporque es “agregar sustrato al cuello de las plantas, generalmente se realiza a los 30 días después del trasplante. Con el propósito de aumentar la fijación y proteger a las raíces, estolones, tubérculos en formación del ataque de patógenos” (Abad, 2018, p. 50).

El corte de tallo se “realiza para severizar los tubérculos una vez que termina la floración y las hojas empiezan a ponerse amarillas. Diez días después del corte del tallo se procede a la cosecha, desinfección y almacenamiento de tubérculos” (Abad, 2018, p. 51).

1.2.4. Única

“La designación UNICA honra a la Universidad Nacional "San Luis Gonzaga" de Ica como alma mater de los profesionistas del CIP. Durante más de siete años de evaluación y selección, el CIP plantó experimentos en más de veinte localidades” (Gutiérrez et al., 2007, p. 42).

Respecto a este cultivar, Gutiérrez et al. (2007) reportan que:

Gracias a sus características de resistencia, precocidad y adaptación ambiental, lo cual le facilita una extensa distribución en distintas zonas de la costa y sierra del Perú. Los agricultores la encuentran atractiva por estas cualidades, que también la hacen buena para procesarla en tiras y consumirla fresca, lo que les proporciona una fuente alternativa de ingresos económicos debido a la demanda del mercado (p. 42)

“Este cultivar presenta precocidad, estabilidad del rendimiento en diferentes periodos de siembra, tolerancia al calor, resistencia moderada al nematodo del nudo (*Meloidogyne ssp.*), resistencia al virus del mosaico severo (PVY) y una pequeña tolerancia a sales” (Gutiérrez et al., 2007, p. 41).

1.2.4.1. Descripción varietal

Gutiérrez et al. (2007) indican que:

La planta herbácea del cultivar ÚNICA crece erguida y tiene tallos gruesos de color verde oscuro que pueden alcanzar longitudes de 0,90 a 1,20 metros en condiciones muy favorables. Las hojas son compuestas y están dispuestas en espiral sobre el tallo, con cinco pares de folíolos laterales y dos interfolíolos en los pecíolos, la forma de la hoja es disectada. Hay una modesta floración primaveral en Costa, una floración invernal escasa en Costa y ninguna floración en las condiciones de la Sierra (> a 2 000 msnm); las flores son de color violetas no generan fruto durante el periodo con temperaturas bajas. En la Sierra o durante el invierno, los estolones se extienden; en primavera, se acortan un poco y se unen al tallo. Los tubérculos tienen ojos superficiales y en la parte apical es semi profundo, son de forma oblonga y alargados con piel de color rosado a rojo con pulpa crema (p. 42)

1.2.4.2. Comportamiento agronómico

Gutiérrez et al. (2007) señalan que:

El tubérculo semilla alcanza un letargo de 40 a 50 días, con una pequeña dominancia apical. A efectos de multiplicación de semillas, la fase vegetativa es precoz de 70 a 90 dds en ambientes tropicales altos o de la Sierra (entre 2.000 y 3.800 m.s.n.m.). Presenta rasgos de periodo vegetativo de semi tardío de 90 a 110 dds en regiones tropicales bajas de 0 a 1 500 msnm, como la costa (p. 43)

1.2.4.3. Producción

De la Cruz y Viera (2022, p. 31) “en su trabajo de investigación en producción de semillas pre básica del cultivar Única, cosecharon un promedio de 4,3 tubérculos de papa por planta”. “En otra investigación se descubrió que cada planta producía una media de 10.763 tubérculos” (Cordero, 2019, p. 73).

1.2.5. Canchán

“De las aproximadamente 300 000 hectáreas de papa sembradas en Perú, el cultivar INIA 303 - Canchán ocupa el 40%, es decir, 120 000 hectáreas. Este cultivar tiene un rendimiento medio de 13,3 a 30 t/ha en todo el país” (INIA, 2012, p. 1).

El instituto Nacional de Innovación Agraria (2012) nos menciona que:

Descubrió que Canchán es un cultivar que se puso oficialmente a disposición de los agricultores como variedad comercial en 1990, tras una amplia investigación nacional con clones en condiciones de campo variadas. Este cultivo resalta los rasgos de precocidad, alto potencial de producción, tubérculos de color y, sobre todo, resistencia al tizón tardío (*Phytophthora infestans*), la enfermedad que ocasiona más merma en los cultivos de papa (p. 1)

“Posee susceptibilidad media a *Rhizoctonia* y *Erwinia*, y resistencia horizontal a la racha con infección foliar no más del 15% equivalente a los grados comprendidos entre 2 y 3, según la escala de evaluación del CIP (de 1 a 9)” (Cabrera y Escobal, 2002, p. 19).

Según Fonseca et al. (s.f.) dan a conocer que:

Observaron que Canchán-INIAA era un cultivar fuerte, de maduración temprana y con buen potencial de mercado; su descripción de lanzamiento hacía hincapié en el color rojo de su piel, su resistencia al tizón tardío y su alto potencial de rendimiento. El único defecto encontrado fue la vulnerabilidad de la planta al pie negro (*Erwinia sp.*) en entornos de cultivo excesivamente húmedos. También valoraron sus atributos culinarios (p. 5)

1.2.5.1. Descripción varietal

INIA (2012) refiere las siguientes características de la planta del cultivar Canchán:

Esta planta alcanza una longitud media de 90 cm, el color de la flor es lila y de los tallos y hoja es verde claro, el tamaño de hoja es mediano, bayas escasas, presenta un buen desarrollo de raíz con estolones cortos. El tubérculo es de forma redonda, de tamaño mediano a grande con profundidad de sus yemas u ojos superficiales, el color de la piel del tubérculo es rojo con pulpa es blanco y la cantidad de tubérculos por planta en campo es de 14 a 15 (p. 1-2)

Cabrera y Escobal (2002, p. 19) dan a conocer que el cultivar Canchán “tiene un periodo vegetativo de 120 días considerado como cultivo semi tardío y se adapta a las condiciones medias de la Sierra, entre 2.000 y 2.700 metros de altitud”.

1.2.5.2. Comportamiento agronómico

“Se adapta al clima entre la costa central y la sierra media entre 2.000 y 3.500 metros de altitud. Tolerante a factores abióticos y resistente a heladas” (INIA, 2012, p. 2).

1.2.5.3. Producción

De la Cruz y Viera (2022, p. 54) “en su tesis de producción de semillas pre básica de papa Canchán, obtuvieron un promedio de 4,9 tubérculos por planta”. “En otra investigación se obtuvo como promedio de 16 tubérculos por planta” (Cordero, 2019, p. 86). Herrera (2021, p. 75) “cosecho tubérculos con promedios de 6,39 a 8,17 unidades por planta, alcanzando un promedio general de 7,31 minitubérculos por planta bajo condiciones de cobertor en Marañón”.

1.2.6. Enmiendas orgánicas

Delgado (2017) menciona que una “enmienda orgánica es un producto elaborado a partir de elementos carbonados que pueden proceder de plantas o animales. Su finalidad es mejorar las cualidades físicas, químicas o biológicas del suelo manteniendo o aumentando la cantidad de materia orgánica del mismo” (p. 80).

“Dado que las enmiendas orgánicas incluyen una alta concentración de materia orgánica y nutrientes, tienen la capacidad de fertilizar el suelo y pueden añadirse a él para mejorar sus cualidades o remediar cualquier deficiencia en sus parámetros” (Gracia, 2012, p. 12).

“La materia orgánica mejora la estructura del suelo, disminuye su erosión, controla su temperatura y ayuda al suelo a retener más humedad, además de incrementar favorablemente su fertilidad” (IFA, 1992, p. 5).

Brechelt (s.f.) sostiene que la benéficos de la materia orgánica al agregar al suelo son los siguientes:

Proporciona nutrientes vitales (N, P, K, S, Bo, Co, Fe y Mg), mejora la estructura del suelo mediante un mayor movimiento del agua y el aire, activa el suelo biológicamente, aumenta la temperatura, la fertilidad potencial y la capacidad de retención de humedad; estabiliza el pH, reduce la compactación del suelo y la erosión interna y externa (p. 4)

Gracia (2012) enfatiza que:

Existen varios tipos de enmiendas orgánicas con distintos contenidos nutricionales, fuentes, etc. Sin embargo, la creación de enmiendas orgánicas a partir de residuos sólidos urbanos (RSU) ha recibido una atención especial en los últimos tiempos. Esto se debe al hecho de que los RSU pueden ahorrar gastos de gestión de residuos al crear un subproducto útil a partir de materiales desechados, además de aportar al suelo nutrientes y materia orgánica (p. 12)

Teniendo en cuenta a Gracia (2012), nos menciona que “una estrategia para apoyar la regeneración, el mantenimiento y la mejora de la productividad de los suelos deteriorados es la introducción de enmiendas orgánicas (p. 13).

1.2.6.1. Leonardita

“Los agricultores están empezando a utilizar la leonardita como fertilizante orgánico por su alto contenido en ácido húmico, que favorece el crecimiento y desarrollo de los cultivos” (González et al., 2017, p. 155). “El Dr. A.G. Leonard,

primer director del Servicio Geológico de Dakota del Norte, quien fue el primero en encontrar las minas e investigar las cualidades de esta sustancia, siendo así denominado con nombre leonardita en honor al Doctor” (Drokasa, 2019, p. 4).

Según Gutierrez et al. (2015), “Se denomina leonardita a una forma oxidada de lignito de carbono derivada de elementos orgánicos que se han fosilizado. Los ácidos húmicos se extraen de este tipo materiales” (p. 298). “Los ácidos húmico y fúlvico son sus dos componentes principales de la leonardita, "Humus" es su connotación global, que significa máxima fertilidad y estado óptimo” (Elizarrarás et al., 2009, p. 12).

López et al. (2014, p. 1405), menciona que “como los ácidos fúlvicos y húmicos presentan mayor oxidados, estos pueden fijar cationes con mayor eficacia”. “Debido a los carboxilos, oxhidrilos, fenoles, aminas, amidas y metilos presentes en la leonardita, estos ácidos húmicos y fúlvicos presentan una elevada capacidad de adsorción y los oxhidrilos presentan la mayor relación de intercambio con el Ca y el Fe” (López et al., 2014, p. 1406).

Jackson (1993), manifiesta las funciones de las sustancias húmicas en la planta y el suelo:

El papel de las sustancias húmicas en el aumento de la productividad incluye una utilización más completa por parte de las plantas de nutrientes, como nitrógeno, fósforo y potasio. Además, la solubilidad, movilidad, migración, reciclaje y acumulación de metales traza a través de procesos de quelación. Las sustancias húmicas contribuyen a la respiración de las plantas a través de diversos mecanismos, como los catalizadores respiratorios, que mejoran la captación de oxígeno por los tejidos vegetales. Este proceso es importante desde una perspectiva ecológica, ya que permite que las plantas resistan mejor los efectos adversos de exposiciones a temperaturas más altas y más bajas (p. 10)

“Dado que los productos de ácido húmico también contienen algunos ácidos fúlvicos, la comparación y separación entre estos dos no es del todo evidente, porque también los productos de ácidos fúlvicos contienen algo de compuestos húmicos” (Pinedo, 2017, p. 22).

Jackson (1993) señala que:

Sustancias húmicas y fúlvicas reducen la erosión del suelo a través del aumento de la fuerza cohesiva de las partículas muy finas del suelo al agua electrolítica. Estos ácidos juegan un papel en la liberación de potasio fijado debido a su poder quelante. El fósforo se une a los ácidos húmicos y fúlvicos en presencia de zinc complejado. Es así que las sales fúlvicas de fósforo y zinc y los complejos asociados mejoran el movimiento de iones de nutrientes hacia las raíces de las plantas favoreciendo y elevando el rendimiento de los cultivos (p. 19-23)

1.2.6.1.1. Ácidos húmicos

“Las funciones bioquímicas de las plantas como la respiración y la fotosíntesis, así mismo la ingesta de nutrientes, el crecimiento de los organismos del suelo, el desarrollo de las raíces y muchos otros procesos, son activados por los ácidos húmicos” (Aganga y Tshawenyane, 2003, citado por Elizarrarás et al, 2009, p. 12).

Jackson (1993) menciona que:

El uso de sustancias húmicas ha mejorado la fertilidad de varios suelos, al mejorar sus características físicas, como la estructura de la miga, el drenaje y la aireación, que afectan el movimiento del agua y los nutrientes. Esto facilita el transporte y la disponibilidad de elementos nutrientes inorgánicos, especialmente minerales traza. De esta manera se va creando un entorno más provechoso para el desarrollo de las plantas (p. 9)

Jackson (1993) da a conocer las propiedades de las sustancias húmicas:

Las sustancias húmicas suministran alimentos a las plantas en crecimiento, mejora la capacidad del suelo para retener el agua; por lo tanto, ayuda a las plantas a resistir las sequías y produce mejores cosechas en condiciones de escasez de agua, rompe los suelos arcillosos improductivos, convirtiéndolos en suelos rentables, ayuda a retener los fertilizantes inorgánicos solubles en agua, los libera, según

sea necesario, a las plantas en crecimiento, ayuda a prevenir la lixiviación del suelo, favorece un mejor drenaje, aumenta la aireación del suelo. El ácido húmico estimula la germinación y viabilidad de las semillas, la respiración, formación y crecimiento de las raíces, aumentan el contenido de nutrientes y proteínas en la mayoría de los cultivos. Los humatos establecen un entorno deseable para el desarrollo de microorganismos (p. 11)

1.2.6.1.2. Ácidos fúlvicos

Jackson (1993) menciona que:

Existe una variación en el tamaño molecular de los ácidos húmicos y fúlvicos, pero comparten una serie de similitudes, como principales componentes de estos ácidos son el carbono y el oxígeno. En el ácido húmico el porcentaje de carbono es del 50 al 60% y de oxígeno del 30 a 35%, mientras que el ácido fúlvico contiene generalmente del 40 al 50% de carbono y de oxígeno entre 45 y 50%. Debido a la cantidad adicional de oxígeno en el ácido fúlvico, tiende a tener más grupos funcionales que contienen oxígeno teniendo la capacidad de quelación de metales (p. 17)

Jackson (1993) indica que:

Los ácidos fúlvicos en soluciones de agua son especialmente importantes debido a su abundancia, movilidad y capacidad no solo provocar la disolución o degradación de los minerales existentes (silice), sino que también pueden conducir a la síntesis o fabricación de nuevos minerales al permitir que los metales disueltos y complejados y la sílice formen nuevas combinaciones. El ácido fúlvico puede aportar a una solución de agua cantidades sustanciales de potasio, aluminio, hierro, magnesio y silicio de las micas (p. 13)

Jackson (1993) da a conocer la capacidad de los ácidos fúlvicos:

Estos favorecen el crecimiento de las raíces y los brotes, proporcionan resistencia a las plantas del ataque de hongos, presentan complejos metálicos, mayor absorción de nutrientes, estimulación del metabolismo vegetal, efecto positivo sobre el ARN y el ADN de las plantas, catalizadores en la respiración vegetal, aumento del metabolismo de las proteínas y de actividad de múltiples enzimas, permeabilidad mejorada de las membranas celulares, mejora la división y alargamiento celular, ayuda a la síntesis de clorofila, tolerancia a la sequía, mayor crecimiento y rendimiento de los cultivos, desnitrifica microbios, tiene la capacidad amortiguadora del pH, participa en la síntesis de nuevos minerales, meteorización química de sustancias inorgánicas, descomposición de silicatos por iones de hidrógeno de ácidos fúlvicos, capacidad para eliminar metales pesados, ayuda en la creación de nuevos suelos fértiles, desintoxicación de varios contaminantes y asistencia en la germinación y crecimiento de semillas (p. 12)

1.2.6.2. Compost

Corrado et al. (s.f.) define que:

El compost es un sustrato orgánico elaborado por microorganismos, principalmente levaduras y bacterias, mediante la descomposición controlada de residuos vegetales o animales. Tiene un aspecto terroso, sin olores y no contiene semillas fértiles ni microorganismos patógenos. El compost puede utilizarse como fertilizante en diversos tiempos, mejorando las cualidades biológicas, químicas y físicas del suelo (p. 9)

“El compost cumple una función valiosa en la disminución de la contaminación ambiental, al reciclar los residuos orgánicos y contribuye a la economía disminuyendo los costos de los fertilizantes químicos utilizados como insumos en la agricultura” (Román et al., 2013, p. 5). “Su calidad depende de los insumos empleados (residuos vegetales y distintos tipos de estiércol), pero por término medio contiene 1,5% de K, un 0,8% de P y un 1,04% de N. Si se utiliza basura urbana, puede contener materiales contaminantes” (Borrego, 2008, p. 8).

Según Borrego et al. (2008) mencionan los siguientes efectos del compost en el suelo:

El suelo compostado tiene muchos macro y micronutrientes esenciales para el crecimiento de las plantas, el compost también aumenta la diversidad y la acción microbiana en el suelo, lo cual genera la formación de humus que es el complejo de materia orgánica más estable que sólo se encuentra en el suelo y es responsable de su fertilidad natural, por otra parte, los microbios presentes en el compost reducen la población de los microbios patógenos de las plantas, como los nematodos. Esta enmienda favorece el crecimiento de las raíces, la penetración y el movimiento del agua a través del suelo, la porosidad y la estabilidad de los agregados (p. 8)

Román et al. (2013) indica que:

El proceso biológico de compostaje implica la presencia de oxígeno (aeróbica), suficiente humedad y temperatura. El resultado es un material uniforme e higiénico que puede ser asimilado por las plantas. Aunque el compost no contiene tantos nutrientes como los fertilizantes minerales sintéticos, sigue teniendo un alto contenido de materia orgánica y una liberación lenta de nutrientes beneficiosos para la nutrición de las plantas (p. 23)

Bohórquez (2019) indica que:

La aplicación de compost mejora las propiedades, biológicas, químicas y físicas del suelo, incrementando la aireación, el almacenamiento de agua, mejorando la estructura, densidad, regula el pH, incorpora e incrementa las poblaciones microbianas beneficiosas que contribuyen en el crecimiento de las plantas y aumenta el contenido de materia orgánica del suelo, todo lo cual favorable para la producción agrícola (p. 8)

“No existe una sobre dosis del compost al aplicarlo a los cultivos, al contrario, es muy beneficioso, ya que proporciona todos los nutrientes necesarios para el crecimiento vegetativo sin tener efectos adversos para las personas, animales o el medio ambiente” (Brechelt, 2004, p. 9)

Brechelt (2004) refiere sobre el uso del compost:

Dado que todos los cultivos, indistintamente de la fase en que se encuentren, pueden beneficiarse del uso de compost, ya que libera nutrientes en función al requerimiento de las plantas mediante la transformación en el suelo. En condiciones de climas cálidos, las plantas se desarrollan más rápidamente y también la materia orgánica se descompone con mayor rapidez, suministrando a las raíces de los cultivos suficientes nutrientes (p. 11-12)

Brechelt (2004) indica que:

Los microorganismos del suelo convierten los nutrientes rápidamente cuando se utiliza un compost fresco, lo que permite que las raíces lo absorban de inmediato, pero no ayuda a mejorar la estructura del suelo. Mientras que la aplicación de un compost viejo no ayuda en la disponibilidad inmediata de nutrientes ya que el nitrógeno y otros elementos se fijan en la fracción húmica y los microorganismos del suelo necesitan más tiempo para convertirlos, siendo este tipo de compost más beneficioso para los cultivos con temporadas vegetativas más largas, pero ralentiza el proceso de mejora de la estructura del suelo (p. 11)

Negro et al. (s.f.) mencionan que:

El proceso de compostaje transforma el contenido de nitrógeno de los estiércoles en una forma orgánica más estable, reduciendo las pérdidas de nitrógeno o amonio por la lixiviación. Dado que la mayoría de los estiércoles tienen una elevada relación de carbono/nitrógeno, su aplicación directa al suelo inmoviliza al nitrógeno, debido al alto contenido de carbono existente, haciendo que el nitrógeno no esté

disponible para la absorción de las plantas. La relación carbono/nitrógeno se reduce mediante el compostaje hasta niveles adecuados para su aplicación al suelo (p. 3)

1.2.6.3. Silicato de magnesio

Teniendo en cuenta a Pulgarín (2011) menciona que:

Por su composición química, el silicato de magnesio es considerado una enmienda granular que se emplea como fuente de azufre, silicio y magnesio. Este producto libera silicio en el suelo en forma de ácido monosilícico (H_4SiO_4), la cual es la única forma en que las raíces de las plantas pueden absorber, siendo también la única forma soluble que actúa en el suelo (p. 24)

“Con la ayuda de este producto se reduce la toxicidad del aluminio, lo que permite a las plantas absorber más fósforo después de una liberación por parte del aluminio” (Pulgarín, 2011, p. 103).

“Siendo el magnesio el componente esencial de la molécula de clorofila en los tejidos vegetales, en la cual una carencia de este elemento provocaría una deficiencia de clorofila, así dificultando el crecimiento y productividad de las plantas” (DISTRIZMEZCLAS, s.f., p. 1).

“El silicato, además de neutralizar la acidez del suelo e inactivar las formas tóxicas de hierro, aluminio y manganeso que pueden ser perjudiciales para las plantas, también aumenta la disponibilidad de fósforo en el suelo” (Pulverizar S.A., 2015, p. 1).

“El silicio absorbido por la planta, presentan resistencia a las enfermedades, aumentan su nivel de verdor, contribuyen al ahorro de agua y favorecen a una mayor producción de materia seca en las plantas” (Pulverizar S.A., 2015, p. 1).

“Los beneficios del silicio son: aumento de la resistencia del talo, mejora la resistencia a las toxicidades de micronutrientes y metales, retrasa la defoliación prematura de algunos cultivos en secano mejorando la tolerancia de sequía de las plantas” (Mendoza, 2018, p. 4).

Horna (2007, citado por Mendoza, 2018, p. 9) menciona que “algunas plantas con contenido de silicio en las epidermis de las hojas incrementan la resistencia mecánica del tejido contra las infecciones fúngicas o ataques de insectos a comparación con otra planta sin silicio en sus folíolos”

DISTRIZ MEZCLAS (s.f.) menciona las funciones que desempeñan los nutrientes de la enmienda:

Dado que el magnesio es el único mineral que compone la clorofila, la fotosíntesis se vería obstaculizada en su ausencia. De él dependen la síntesis de azúcares y aceites, el inicio de varias actividades enzimáticas, la función del magnesio accesible (Mg^{++}) como transportador de fósforo en las plantas y el control de la absorción de otros elementos. Si bien el silicio es importante para la elaboración de proteínas y aminoácidos en gramíneas, asimismo regula el agua con la apertura y cierre de las estomas. Además, el silicio ayuda a las plantas a ser más resistentes a las enfermedades o plagas y disminuye la toxicidad del manganeso. La enmienda actúa neutralizando la acidez en la reacción del suelo y liberando magnesio soluble para la planta (p. 5)

“La adición de silicato de magnesio proveniente de la roca serpentina al suelo, presenta una corrección del pH y disminución del aluminio intercambiable” (Quesada, 2021, p. 27).

COMPO EXPERT (s.f.) menciona las propiedades del Magnesio en la planta:

El magnesio es muy móvil en las plantas y desarrolla un rol importante en diversos procesos del metabolismo vegetal. Forma la base estructural de la molécula de clorofila, por lo que es una coenzima esencial para la fotosíntesis y la fijación de CO_2 , también es necesario para todas las etapas de fosforilación de las plantas, que promueven la transferencia, conversión y acumulación de energía. El magnesio también actúa como activador en una variedad de enzimas, incluida la glutamina sintetasa, y es esencial en la unión del amonio con los carbohidratos para formar aminoácidos como la glutamina, el magnesio corrige el equilibrio energético de las plantas porque es valioso para la formación de

puentes entre las enzimas y el portador de energía ATP cuando es necesario. El magnesio también influye en la formación de ARN, que a su vez influye en la transformación de información genética de las proteínas y participa en la conformación de las paredes celulares (p. 2)

“Además de ser vulnerables a la toxicidad de metales y de ser atacadas con frecuencia por organismos patógenos e insectos, las plantas que crecen en entornos deficientes de silicio son más débiles físicamente, presentando disminución del tamaño, desarrollo y viabilidad” (Raya & Aguirre, 2012, p. 43).

1.2.6.4. Tierra negra

Desde el punto de vista de Coddica (2018) refiere que:

La tierra negra se caracteriza por su uniformidad, color y su origen único, al haberse formado por la desintegración de materia orgánica, contribuye en el crecimiento de los cultivos porque contiene nutrientes esenciales y tiene la capacidad natural de retener el agua para el desarrollo de las plantas. Además, contiene características perfectas para el desarrollo de las raíces, lo que permite un desarrollo óptimo y sano a las plantas (p. 2)

“En los viveros, la tierra negra se combina con materia orgánica; es conveniente añadir arena para mantener la porosidad del suelo, lo que favorece el drenaje adecuado y la oxigenación de las raíces” (Espejo, 2010, p. 10).

Vera (2015, p. 10), menciona que “la capacidad de suministrar a las plantas nitrógeno, azufre y otros nutrientes, su textura franco-arcillosa, la retención de humedad, la reserva de bases intercambiables, la aireación, la estabilidad estructural, son algunas de las características más significativas de la tierra negra”.

1.3. Marco referencial

Suárez (2020) en su investigación de los efectos de la aplicación de ácidos húmicos sobre las propiedades químicas del suelo, en cultivo de lechuga Batavia menciona que:

La aplicación de AH provenientes de la leonardita mejoró las concentraciones de CICE, CO, K y Zn en el suelo y de Zn, Cu y Fe en los foliolos, incrementando la productividad de la lechuga; también aumentó los niveles de metales pesados en el suelo y menor sus niveles en el tejido foliar; mejoró las condiciones químicas del suelo y la absorción de nutrientes (p. 9)

Herrera & Lozano (2022) investigaron la aplicación de ácidos húmicos en la producción del cultivo de papa, variedad Chaucha, como resultado obtuvieron que:

El uso de bioestimulantes, como el ácido húmico junto con la fertilización química favorece el crecimiento de las plantas al mejorar sus indicadores de crecimiento, como el diámetro del pseudotallo, la altura de la planta, la emisión de hojas y la fructificación. Esto se debe a que las plantas utilizan más eficazmente las sustancias húmicas, ya que facilitan una mejor absorción de nutrientes y el intercambio de cationes en el suelo (p.32)

En su trabajo de investigación González et al. (2018) reporta que:

Para determinar cómo afectaba la aplicación de leonardita a las características vegetativas y productivas de las rosas cultivadas en invernadero, se evaluaron tres dosis diferentes 10,15 y 20g de ácidos orgánicos elaborados a partir del mineral leonardita: Las plantas con tratamientos de 15 g de leonardita mostraron una mayor productividad del tallo, número de brotes basales y longitud de brotes a comparación con los otros tratamientos, cabe resaltar que cada tratamiento se aplicó a una superficie de 18 m² (p.1)

Mendoza et al. (2021) en su estudio de efectos de enmiendas en las propiedades de suelos alto andinos cultivados con papa nativa, mencionan que:

En este estudio, los tipos de papa Amarilla Tumbay y Peruanita fueron tratados con tres enmiendas orgánicas en tres diferentes niveles altitudinales: alto, medio y bajo de 4150, 4050 y 4002 msnm respectivamente (guano de isla, compost y estiércol de oveja). Los resultados mostraron que las enmiendas orgánicas aumentaron la humedad gravimétrica en las zonas alta, media y baja en un 42%, 67% y 55%, respectivamente; también aumentaron las poblaciones de actinomicetos, bacterias y hongos en un 10%, 14% y 11%, respectivamente, y la capacidad de intercambio catiónico (CIC) en un 88%, 100% y 60%, en zonas alta, media y baja correspondientemente (p.1)

Sancho & Gadea (2018) en su investigación de efecto del silicato de magnesio como fertilización mineral en el cultivo de maíz en Costa Rica, concluyen que:

La adición de silicato de magnesio como abono en el cultivo de maíz aumentó la longitud de la mazorca y el peso de la planta; por otra parte, no tuvo ningún efecto sobre el peso de la mazorca, número de hojas, altura de la planta o el rendimiento de grano del cultivo de maíz, el silicato de magnesio es adecuado en producción de forraje de maíz ya que incrementa la producción de biomasa según esta investigación (p.32)

Mamani (2015) en su investigación de impacto del silicio en la producción de semilla pre - básica de papa (*Solanum tuberosum* L.) var. Agata, menciona que:

Dado que la planta de papa no acumula silicato, una fertilizarlo con silicio no produjo una respuesta en el crecimiento, y en ambos sustratos se encontraron plantas con alturas medias de 16 y 15 cm. Sin embargo, el sustrato esterilizado, que se reutilizó varias veces, produjo los mejores resultados en términos de rendimiento; esto podría deberse a que el silicio funciona como portador de nutrientes en concierto con otros elementos que las plantas necesitan para sobrevivir (p.110)

2. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1. Lugar experimental

El trabajo de investigación se ejecutó en establecimientos del Centro de Investigación de Cultivos Agrícolas (CICA), durante el periodo del 2022 al 2023 en la Provincia de Huancayo.

2.1.1. Ubicación política

Lugar : La Esperanza
Distrito : El Tambo
Provincia : Huancayo
Región : Junín

2.1.2. Ubicación geográfica

Latitud Sur : 12° 03' 14" del Ecuador
Latitud Oeste : 75° 12' 55" del meridiano de Greenwich
Altitud : 3277 msnm

2.2. Inicio y culminación del experimento

El trabajo de investigación comenzó en el mes de noviembre del 2022 con la limpieza del área e instalación de los contenedores, finalizando con la cosecha en el mes de abril del 2023.

2.3. Diseño metodológico

Primera fase: En esta fase se preparó a las plántulas in vitro antes de ser llevadas al invernadero, se realizó la separación y lavado de raíces del medio de cultivo, posterior a esto se hizo reposar las raíces en una solución de enraizador por dos días, hasta observar que las plántulas del cultivar Única y Canchan se mostraron vigorosas.

Segunda fase: Se realizó el trasplante de plántulas en contenedores a una distancia de 15 x15 cm, luego se realizó un riego ligero al cuello de la plántula, en esta fase se realizó las labores de deshierbo, aporque, tutorado, corte de follaje y cosecha

2.3.1. Material genético

El material genético fue proveniente de la institución del CICA:

- Plántulas in vitro de Cultivar Única
- Plántulas in vitro de Cultivar Canchán

Material para sustrato

- Tierra negra + Leonardita (60g)
- Tierra negra + Compost (60g)
- Tierra negra + silicato de magnesio (20g)
- Tierra negra (100%)

2.3.2. Materiales y equipos

2.3.2.1. Insumos

Tierra negra, compost, Leonardita, silicato de magnesio, fertilizante.

2.3.2.2. Materiales

- Vegetativo: plántulas in vitro de cultivares Única y Canchán, provenientes del CICA.
- Materiales de gabinete: laptop, papel boom A4, cuaderno de notas, lapiceros, lápiz, tijera, plumón de tinta indeleble.
- Materiales de campo: pala, rastillo, regla, tablones, plástico, alambre, fierro, pico, baldes, mochila aspersor.

2.3.2.3. Equipos

Balanza tipo reloj, cámara fotográfica, laptop.

2.3.3. Componentes en estudio

Tabla 1. Descripción de los factores en estudio

Factor	Niveles
A. Cultivares	a1. Única a2. Canchán
B. Enmiendas	b1. Leonardita (60g) b2. Compost (60g) b3. Silicato de Mg (20g) b4. Tierra negra (100%)

Fuente: Elaboración propia

Tabla 2. Combinación de los niveles de los factores A y B

Tratamiento N°	Combinación	Cultivar + Enmienda
1	a1b1	Única + Leonardita
2	a1b2	Única + Compost
3	a1b3	Única + Silicato de magnesio
4	a1b4	Única + Tierra negra
5	a2b1	Canchán + Leonardita
6	a2b2	Canchán + Compost
7	a2b3	Canchán + Silicato de magnesio
8	a2b4	Canchán + Tierra negra

Fuente: Elaboración propia

2.4. Diseño de investigación (análisis estadístico)

2.4.1. Diseño estadístico

En esta investigación se uso el Diseño Completamente al Azar con parcelas divididas 2 x 4 (2 cultivares, 4 enmiendas).

Modelo Aditivo Lineal

$$Y_{ijk} = \mu + \tau_i + \epsilon_{i(jk)} + \beta_j + (\tau\beta)_{ij} + \epsilon(i)_{jk}$$

donde:

Y_{ijk} = Observación cualesquiera dentro del experimento

μ = Media poblacional

τ_i = Efecto aleatorio del i - ésimo nivel del factor

$\epsilon_{i(jk)}$ = Error (a)

β_j = Efecto aleatorio del j - ésimo nivel del factor B

- $(\tau\beta)_{ij}$ = Efecto aleatorio de la interacción de los niveles del factor A con los niveles del factor B.
- $\varepsilon(i)_{jk}$ = Error (b)
- i = 1, 2, ..., a niveles del factor A
- j = 1, 2, ..., b niveles del factor B
- r = 1, 2, ..., r muestral

ANOVA

Tabla 3. Análisis de varianza, DCA con parcelas divididas (2x4)

F de V		G.L.
Repeticiones	(r-1)	8
A	(a-1)	1
Error (a)	(a-1)(r-1)	8
B	(b-1)	3
AB	(a-1)(b-1)	3
Error (b)	a(b-1)(r-1)	48
TOTAL	abr-1	71

Fuente: Elaboración propia

2.4.2. Población y muestra

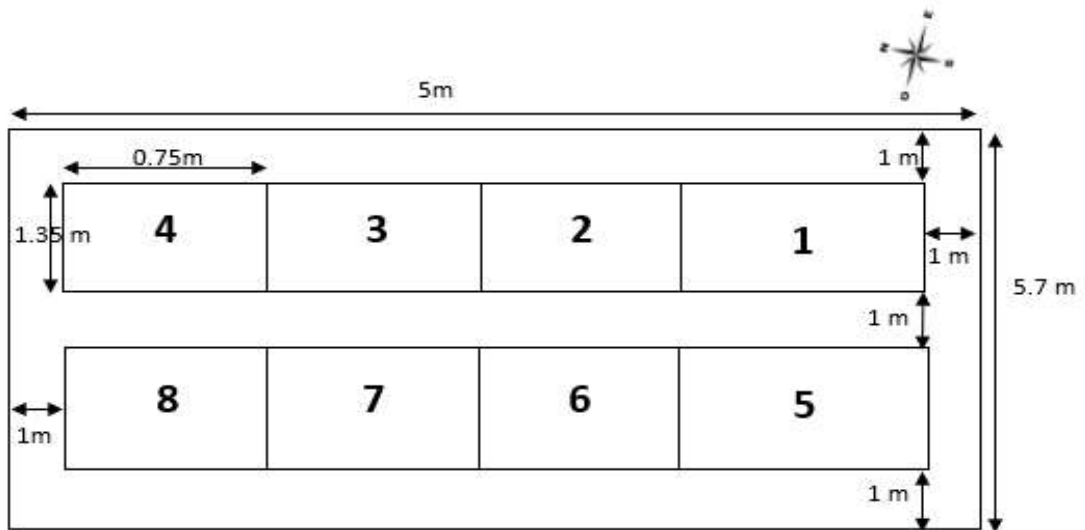
Población : Todas las plantas de papa dentro del experimento

Muestra : Nueve plantas de papa por tratamiento

2.4.3. Características del experimento

Número factores	:2
Niveles del factor A	:2
Niveles del factor B	:4
Número de tratamientos	:8
Número de muestras por tratamiento	:9
Número de plantas por tratamiento	:45
Número de hileras	:5
Número de columnas	:9
Distancia entre plantas	:0.15 m
Área de parcela	:1.0125 m ²
Área neta del experimento	:8.1 m ²
Área total	:28.5 m ²

Croquis experimental



2.4.4. Análisis de datos

Se utilizó el Análisis de varianza del Diseño Completamente al Azar con parcelas divididas de 2 x 4.

2.5. Conducción del experimento

2.5.1. Limpieza del área de trabajo

Se retiró las hierbas y piedras del área de instalación, nivelando el suelo.

2.5.2. Instalación de los contenedores

Se adecuó 2 contenedores de madera con medidas de 1.35 m de ancho x 12 m de largo y 0.20 m de alto, estos se cubrieron con plástico de color negro en la base para evitar que el sustrato se disemine fuera del contenedor.

2.5.3. Preparación de las plántulas in vitro

En este proceso se le agregó agua a los potes con plántulas in vitro a una altura de 2 cm, se removió el borde del medio de cultivo con un lapicero extrayendo todo fuera del pote. En una bandeja se separó las raíces sin ser dañados del medio de cultivo con abundante agua, una vez ya lavadas las raíces se hizo reposar en una solución de 5 vasos agua con 5 gotas de enraizador (Root-Hor), durante dos días hasta que las plantas se observen más vigorosas.

2.5.4. Trasplante de plántulas

En los contenedores se colocó una capa de 10 cm de tierra negra húmeda, se hizo agujeros y se trasplanto las plantas del cultivo a una distancia de 15 x 15 cm. Sin romper y cubriendo suavemente con sustrato a las raíces, este proceso finaliza con un ligero riego en el cuello de la planta.

2.5.5. Fertilización

Después del trasplante se realizó la fertilización a una fórmula de 180 – 180 – 180 Kilos de NPK por hectárea.

2.5.6. Control fitosanitario

El control de plaga de *Bemisia tabaci* (mosca blanca), se empleó una solución de detergente a una dosis de una cuchara en 4 litros de agua. Esta fue aplicada en todas las plantas utilizando una mochila aspersor.

Para el control de polilla se utilizó un insecticida con ingrediente activo de alfacipermetrina a una dosis 15 ml del producto en 20 L de agua.

2.5.7. Riego

El riego se efectuó con frecuencia de uno a dos veces por día, dependiendo de las condiciones climáticas que se presentaban en el interior del invernadero. Evitando que el cultivo padeciera un posible estrés hídrico.

2.5.8. Deshierbo

A los 20 días después del trasplante se realizó el deshierbo, eliminando plántulas de semillas germinadas y brotes de raíces de malezas.

2.5.9. Aplicación de enmiendas

A los 30 días después del trasplante se aplicó las enmiendas de Leonardita, compost y silicato de magnesio a una cantidad de 60, 60 y 20 gramos por planta respectivamente en los cultivares Única y Canchán.

2.5.10. Aporque

El aporque se realizó en dos tiempos: el primero después de la aplicación de la enmienda y el segundo después de 45 días del trasplante. Esto fue dependiendo al crecimiento de las plantas y con el propósito de tapar los estolones, evitando la formación de tallos aéreos, así obteniendo mayor número de tubérculos.

2.5.11. Tutorado

A los 60 días después del trasplante se instaló varillas en los costados de los contenedores, las varillas fueron unidos por un cordel y tejidos entre cruzados a una distancia de 15 cm, con la finalidad de brindar soporte al follaje de la papa, impidiendo su caída o tumbado.

2.5.12. Corte de follaje

Este proceso se realizó a 10 días antes de la cosecha, cortando el tallo a una longitud de 15 cm desde el suelo, con el fin de que la piel de los tubérculos semilla pre básica subericen.

2.5.13. Cosecha

Esta actividad se desarrolló manualmente después de los 10 días del corte de follaje, se cosechó con sumo cuidado evitando los daños mecánicos de los tubérculos y sin mezclar los tratamientos.

2.6. Técnicas y procedimientos de recolección de datos

Porcentaje de establecimiento

Se contó las plántulas a las 48 horas del respectivo trasplante para determinar si la planta se adaptó a las condiciones del sustrato, esto se tomó en cuenta en porcentaje.

Altura de planta

Esta variable fue evaluada utilizando una cinta métrica, midiendo del cuello al ápice de la planta, evaluándose 9 plantas por tratamiento. En el cultivar Única se evaluó a los 30, 60 y 90 días y en Canchán se evaluó a los 30, 60, 90 y 120 días luego de el trasplante.

Vigor de planta

Esta cualidad se examinó midiendo el diámetro del tallo, se evaluó después del corte del follaje a una altura aproximadamente 15 cm de la base.

Tabla 4. Escala de vigorosidad de la planta

Medida (cm)	Clasificación
0,1 - 0,5	Muy débil
0,6 – 1.0	Débil
1.1 – 1.5	Moderadamente débil
1.6 – 2.0	Vigoroso
5	Muy vigoroso

Fuente: Osorio (2000).

Número de tubérculos por planta

Durante la cosecha se contó, los números de tubérculos por planta según cada tratamiento, estos sin ser mezclados.

Clasificación de tamaño de tubérculos

Los tubérculos contabilizados por planta se procedieron a ser clasificados por el tamaño y peso de tubérculos, utilizando una balanza de precisión. Estos fueron clasificados de la siguiente manera.

Tabla 5. Rango de categorización de los tubérculos

Rango por peso	Calificación
>100g	Extra
91-100g	Primera
81-90g	Segunda
71-80g	Tercera
61-70g	Cuarta
51-60g	Quinta
41-50g	Sexta
31-40g	Séptima
21-30g	Octava
11-20g	Novena
>11	Descarte

Fuente: Osorio, P. G. 2000.

Registro y Procesamiento de datos

Se registró y analizó los datos por medio del análisis de varianza y se realizó la significación de las medias de los tratamientos mediante la prueba de Duncan con un umbral de significación de 0.05. Se utilizó el software InfoStat y Excel.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. Porcentaje de establecimiento

Tabla 6. Evaluación de porcentaje de establecimiento

Tratamiento	Interacción	%
1	a1b1	100
2	a1b2	100
3	a1b3	100
4	a1b4	100
5	a2b1	100
6	a2b2	100
7	a2b3	100
8	a2b4	100

En la Tabla 6 se observa que el porcentaje de establecimiento de las plántulas en todos los tratamientos fueron del 100%, debido a la preparación y aclimatación de las plántulas in vitro antes del trasplante, así mismo al cuidado que se le proporcionó en el momento del trasplante en los contenedores.

El porcentaje de establecimiento de esta investigación es similar a lo reportado por De la Cruz y Viera (2022, p. 24), quienes obtuvieron un 100 % en el porcentaje de establecimiento en los cultivares de Única y Canchán.

3.2. Altura de planta

Tabla 7. Análisis de varianza de la altura de planta

F de V	G.L.	S.C.	C.M.	Fc.	Sig.
A	1	0.35257	0.35257	15.2213	**
Error (a)	16	0.37061	0.02316		
B	3	0.11981	0.03994	9.2340	**
AB	3	0.20099	0.06700	15.4911	**
Error (b)	48	0.20759	0.00432		
TOTAL	71	1.25165			
SA = 0.051		$\bar{x} = 0.520$		C.V.A = 9.7 %	
SB = 0.066				C.V.B = 12.6 %	

En la Tabla 7 análisis de varianza de altura de planta, se observó que, el Factor A niveles de cultivar (Única y Canchán), presenta diferencia estadística altamente significativa, esto se debe a la composición genética que presenta cada cultivar en interacción con el ambiente. Para el Factor B muestra una diferencia estadística altamente significativa, entendiéndose que hubo diferentes respuestas de los niveles para esta variable. En la interacción AB se detectó diferencia estadística altamente significativa, es decir que hay dependencia entre estos dos factores para tener efecto en la longitud de la planta.

El coeficiente de variabilidad fueron 9.7 y 12.6 % para las parcelas principales y sub parcelas respectivamente, clasificados como coeficientes “muy bajo” y “bajo” (Osorio, 2000, p. 4), indicando que al interior de cada tratamiento en estudio la altura de las plantas fue muy homogéneo y homogéneo respectivamente.

3.2.1. Niveles del factor cultivar

Tabla 8. Prueba de significación de los promedios de altura de planta para los niveles del factor A (cultivar), según Duncan.

O.M.	Niveles	Promedio (m)	significación
1	a2 (Canchán)	0.590	a
2	a1 (Única)	0.450	b

A.L.S.(D)0.05 = 0.026

La prueba de significación de la tabla 8 según Duncan, demuestra que el nivel a2 (Canchán) ocupa el primer puesto con una media de 0.59 m y supera estadísticamente al nivel a1 (Única) quien ocupa el segundo puesto con una media de 0.45 m de altura de planta. Esta desigualdad se debe a que uno de los progenitores del cultivar Canchán es Murillo III-80, quien es producto del cruzamiento de dos variedades nativas (*Solanum ajanhuiri* y *Solanum andigena*) que son plantas con características de mayor altura (INIA, 2012, p. 1).

El media de altura de planta a los 90 días del nivel a2 (Canchán) es superior a lo revelado por Cordero (2019, p. 107), quien relata que el cultivar Canchán tiene una longitud de 14.591 cm”. La altura media del nivel a1 (Única), es menor a lo registrado por De la Cruz y Viera (2022, p. 25), quienes señalan una altura de 64.53 cm a los 80 días después de su trasplante.

3.2.2. Niveles del factor enmienda

Tabla 9. Prueba de significación de los promedios de altura de planta para los niveles del factor B (enmienda), según Duncan

O.M	Niveles	Promedio (m)	Significación
1	b4 (testigo)	0.549	a
2	b2 (compost)	0.542	a
3	b3 (silicato de mg)	0.541	a
4	b1 (leonardita)	0.450	b

A.L.S.(D)_{0.05} = 0.044, 0.046, 0.048

En la Tabla 9, los niveles b4 (testigo), b2 (compost) y b3 (silicato de magnesio) con promedios de 0.549, 0.542 y 0.541 m correspondientemente, no indican diferencia estadística significativa entre ellos porque presentan respuestas semejantes, pero, superan estadísticamente al último nivel b1 (leonardita) con promedio de 0.450 m. Esta diferencia se debe a que la leonardita tiene una descomposición muy lenta, por ser un producto granulado y proveniente de las minas tiene una solubilidad menor en el suelo, así ocasionando menor disposición de nutrientes para el crecimiento y desarrollo de la planta a comparación de las demás enmiendas que presentan mayor disponibilidad (Verdifer, s.f., p. 2).

3.2.3. Interacción de los niveles del factor cultivar y enmienda

Tabla 10. Prueba de significación de los promedios de altura de planta para las interacciones AB, según Duncan.

O.M	Interacción	Promedio (m)	Significación
1	a2b4	0.693	a
2	a2b3	0.636	a
3	a2b2	0.553	b
4	a1b2	0.530	b c
5	a2b1	0.479	c d
6	a1b3	0.446	d e
7	a1b1	0.421	d e
8	a1b4	0.405	e

A.L.S.(D)_{0.05} = 0.062, 0.066, 0.068, 0.069, 0.070, 0.071, 0.072

En la Tabla 10, las dos primeras interacciones a2b4 (Canchan – testigo) y a2b3 (Canchan – silicato de magnesio) con promedios de 0.693 y 0.636 m correlativamente, no presentan diferencia estadística entre ellos porque muestran respuestas parecidos, por otro lado, la interacción a2b4 supera

estadísticamente a las seis últimas interacciones. Esto es originado por la influencia parental del cultivar Canchán que posee una estatura media de 90 cm (INIA, 2012, P. 1) a comparación del cultivar Única que es caracterizado por un porte bajo.

3.3. Vigor de planta

Tabla 11. Análisis de varianza de vigor de planta

F de V	G.L.	S.C.	C.M.	Fc.	Sig.
A	1	0.00014	0.000139	0.015748	n.s
Error (a)	16	0.14111	0.008819		
B	3	0.039306	0.013102	1.440204	n.s
AB	3	0.041528	0.013843	1.521628	n.s
Error (b)	48	0.436667	0.009097		
TOTAL	71	0.65875			
SA = 0.031		$\bar{x} = 0.646$		C.V.A = 4.85%	
SB = 0.095				C.V.B = 14.8%	

En la Tabla 11 según el análisis del vigor de planta, se contempla que, en la fuente de variación del factor A (cultivares), factor B (enmiendas) y la interacción AB (cultivar y enmienda), no existió diferencia estadística significativa, ya que presentaron respuestas similares para la variable en estudio.

El coeficiente de variabilidad para las parcelas pequeñas y grandes fue de 14.8 y 4.85 % correspondientemente, establecidos como coeficientes “bajo” y “muy bajo”, indicando que, el vigor de planta dentro de cada tratamiento en investigación fue homogéneo y muy homogéneo respectivamente.

El promedio de vigor de planta de esta investigación fue de 0.646 cm considerado como débil de acuerdo a la escala de evaluación de vigor de planta, esto fue debido a que la densidad de plantas fue de 15 x 15 cm, ocasionando menor espacio para el desarrollo de grosor de plantas, corroborado por De Almeida et al. (2016, p. 1) quienes dicen que el diámetro de tallo se beneficia al aumentar la distancia de plantas. Este resultado es inferior a lo reportado por De la Cruz y Viera (2022, p. 22), quienes obtuvieron resultados de moderadamente vigoroso a vigoroso en cultivares de Única y Canchán.

3.4. Número de tubérculos por planta

Tabla 12. Análisis de varianza de número de tubérculos por planta

F de V	G.L.	S.C.	C.M.	Fc.	Sig.
A	1	0.57188	0.57188	5.39738	*
Error (a)	16	1.69527	0.10595		
B	3	1.55453	0.51818	6.35279	**
AB	3	0.14473	0.04824	0.59144	n.s
Error (b)	48	3.91521	0.08157		
TOTAL	71	7.88161			
SA = 0.109		$\bar{x} = 2.500$		C.V.A = 4.3%	
SB = 0.286				C.V.B = 11.4%	

En la Tabla 12 de número de tubérculos por planta, se aprecia que, en el factor A (cultivar) manifiesta diferencia estadística significativa, a causa de las características genéticas propias que presenta los cultivares. La fuente de variación enmienda (B) muestra diferencia estadística altamente significativa, dado que hubo distintas respuestas de los niveles para esta variable. En la interacción AB, no presento diferencia estadística significativa, esto significa que los niveles no mostraron interacción alguna.

Los coeficientes de variabilidad fueron 4.3 y 11.4 % para las parcelas grandes y pequeñas de forma respectiva, considerados coeficientes “muy bajo” y “bajo”, indicando que en el interior de cada tratamiento de número de tubérculos por planta fue muy homogéneo y homogéneo respectivamente.

3.4.1. Niveles del factor cultivar

Tabla 13. Prueba de significación de los promedios de número de tubérculos por planta para los niveles del factor A (cultivar), según Duncan

O.M.	Niveles	Promedio (DT)	Promedio (DO)	Significación
1	a2 (Canchán)	2.589	5.8	a
2	a1(Única)	2.411	4.9	b

A.L.S.(D) 0.05 = 0.177

Para los niveles de factor cultivar del número de tubérculos por plantas, según la prueba de Duncan de la tabla 13, se visualiza que, el nivel a2 (Canchán) ocupa el primer lugar con promedio de 5.8 superando estadísticamente al nivel a1 (Única) con promedio de 4.9 tubérculos por planta; esto es debido al carácter

genético que presenta cada cultivar, ya que Canchán tiene como progenitor a la *ssp. andígena*, el cual presenta características de gran desarrollo vegetativo y de número de tubérculos (Soto, 2006, p. 13).

La media de número de tubérculos por planta del nivel a2 (Canchán), es superior al resultado que muestran De la Cruz y Viera (2022, p. 31) que presentó un promedio de 4.9 tubérculos y en cultivar Única reportaron 4.4 tubérculos, siendo mayor la producción del nivel a1 de esta investigación.

3.4.2. Niveles del factor enmienda

Tabla 14. Prueba de significación de los promedios de número de tubérculos por planta para los niveles del factor B (enmienda), según Duncan

O.M	Niveles	Promedio (DT)	Promedio (DO)	Significación
1	b2 (compost)	2.738	6.6	a
2	b1 (leonardita)	2.489	5.2	b
3	b3 (silicato de mg)	2.430	5.0	b
4	b4 (testigo)	2.343	4.6	b

A.L.S.(D)0.05 = 1.013, 1.067, 1.100

En la prueba de Duncan del número de tubérculos por planta de los niveles del factor enmienda en la tabla 14, el nivel b2 (compost) con de 6.6 tubérculos de promedio, destaca estadísticamente ante los tres últimos niveles, pues esta desigualdad es porque el compost contiene muchos macros y micros nutrientes esenciales para la planta, que favorecen el desarrollo y crecimiento del cultivo, tal como lo afirma Borrego et al. (2008, p. 8).

3.4.3. Interacción de los niveles del factor cultivar y sustrato

Tabla 15. Prueba de significación de los promedios de número de tubérculos por planta para las interacciones AB, según Duncan

O.M	Interacción	Promedio (DT)	Promedio (DO)	Significación
1	a2b2	2.783	6.8	a
2	a1b2	2.694	6.3	a b
3	a2b3	2.545	5.6	a b c
4	a2b1	2.537	5.6	a b c d
5	a2b4	2.493	5.3	b c d
6	a1b1	2.441	5.0	b c d
7	a1b3	2.316	4.4	c d
8	a1b4	2.193	3.9	d

A.L.S.(D)0.05 = 0.271, 0.285, 0.294, 0.301, 0.306, 0.310, 0.313

En la Tabla 15 se observó que, las cuatro primeras interacciones no presentan significación estadística entre ellas, por obtener respuestas similares, sin embargo, la interacción a2b2 (Canchán – compost) con promedio de 6.8 supera estadísticamente a las cuatro últimas interacciones, esto fue porque, en la primera interacción el cultivar Canchán proviene de la *ssp andigena*, quien tiene cualidad de presentar mayor número de tubérculos favorecido por el compost que tiene macros y micros nutrientes aplicados como enmienda sobre el sustrato utilizado en el invernadero, corroborado por Borrego et al. (2008, p. 8).

3.5. Categorización de tubérculos

Tabla 16. Categorización de tubérculos en porcentaje

CATEGORÍA	PORCENTAJE (%)							
	ÚNICA				CANCHÁN			
	a1b1	a1b2	a1b3	a1b4	a2b1	a2b2	a2b3	a2b4
Extra	0	0	0	0	0	0	0	1.6
Primera	0	0	0	0	0.5	0	0.5	0
Segunda	0	0	0.6	0	0	0	0	0.5
Tercera	0.4	0.5	1.9	0.5	0	0	0.5	0.5
Cuarta	1.3	1.0	1.9	1.0	1.8	1.1	1.6	2.2
Quinta	1.3	2.0	4.4	2.0	3.2	0.4	2.7	7.0
Sexta	2.7	5.9	5.6	5.9	5.1	3.3	4.3	4.8
Séptima	6.2	7.9	9.4	7.9	13.4	6.2	14.0	14.5
Octava	11.6	18.2	14.4	18.2	13.8	16.3	12.4	17.2
Novena	36.4	25.1	28.1	25.1	25.3	30.1	28.0	23.7
Descarte	40.0	39.4	33.8	39.4	36.9	42.8	36.0	28.0

En la tabla 16 la producción de los cultivares Única y Canchán obtuvieron más del 65 % de tubérculos en las categorías octava, novena y descarte. Cabe mencionar que en la categoría descarte presentan tuberculillos que pueden ser utilizados en invernaderos y contenedores con el fin de obtener plántulas o tubérculos de la categoría básica 1.

El mayor porcentaje de la categoría descarte se debe esencialmente a la densidad de plantas por unidad de área.

4. CONCLUSIONES

1. La enmienda de compost tuvo mayor efecto en la obtención de semilla pre básica de papa con promedio de 6.6 tubérculos por planta, mientras que la leonardita, silicato de magnesio y el testigo, obtuvieron un promedio de 5.2, 5 y 4.6 tubérculos por planta correlativamente.
2. Con el cultivar Canchán se logró un promedio de 5.5 tubérculos por planta; mientras que, con el cultivar Única se logró un promedio de 4.9 tubérculos en condiciones de invernadero. Haciendo un estimado de cada 100 plántulas del cultivar Canchán se obtiene 550 tubérculos pre básicos y en Única se obtiene 490 tubérculos.
 - El porcentaje de establecimiento fue del 100% en todos los tratamientos.
 - En la altura de planta el cultivar Canchán sobresalió con un promedio de 0.59 m, mientras que Única obtuvo un promedio de 0.45 m. Las enmiendas aplicadas de compost, silicato de magnesio y testigo no presentaron diferencia estadística significativa entre ellos, pero superan estadísticamente a la leonardita. En la interacción AB hubo mayor altura en a2b4 (Canchán – testigo) y a2b3 (Canchán – silicato de magnesio) con promedio de 0.693 y 0.636 m respectivamente.
 - En el vigor de planta todos los tratamientos incluido el testigo no presentaron efectos sobre esta variable.

RECOMENDACIONES

1. Aplicar la leonardita molida para acelerar la descomposición de este producto en el suelo, así mismo mejorar la disponibilidad de propiedades de esta enmienda a la planta.
2. Realizar réplicas del presente trabajo con diferentes dosis de las enmiendas utilizadas y en diferentes cultivares de papa.
3. En la preparación del substrato se debe incorporar las enmiendas orgánicas e inorgánicas para ver su efecto.

5. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abad, A. (2018). *Efecto de bioestimulantes en el rendimiento de plántulas in vitro de papa (Solanum tuberosum), en invernadero en el Distrito de Chavinillo 2017* [Tesis para optar el Título Profesional de Ingeniero Agrónomo, Universidad Nacional Hermilio Valdizán – Huánuco]. <https://repositorio.unheval.edu.pe/bitstream/handle/20.500.13080/3966/TAG%2000752%20A11.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Araujo Jaramillo, M.; Cartagena Ayala, Y.; Castillo Carrillo, C.; Cuesta Subía, H.; Monteros Jácome, J.; Paula Caicedo, N.; Racines Jaramillo, M.; Rivadeneira Ruales, J.; Velásquez Carrera, J.; León Ruíz, J.; Panchi Umaginga, N.; Andrade Piedra, J. (2021). Manual del cultivo de papa para pequeños productores. Manual No. 78, 3ra. Edición. INIAP. Mejía-Ecuador. 120p. <https://repositorio.iniap.gob.ec/handle/41000/5672>
- Arévalo, R. A., Bertoncini, E. I., Guirado, N., Chaila, S. (2006). Los términos cultivar o variedad de caña de azúcar (*Saccharum spp.*). *Revista Chapingo Serie Horticultura* 12(1): 5-9. <https://www.redalyc.org/pdf/609/60912102.pdf>
- Asociación Internacional de la Industria de los Fertilizantes (IFA) (1992). Los fertilizantes y su uso. <https://www.fao.org/3/x4781s/x4781s.pdf>
- Bohórquez, W. (2019). El proceso de compostaje. Universidad de la Salle. https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=-X_1DwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA7&dq=beneficios+del+compost+en+el+suelo+y+planta&ots=0lqT2T4Ev9&sig=IHbMkrLegGhQARejLnbhJtORBK0#v=onepage&q&f=false
- Borrego, C. (2008). Abonos orgánicos. https://infoagro.com/abonos/abonos_organicos_guaviare.htm
- Brechelt, A. (s.f). Manual práctico para la lombricultura. Fundación Agricultura y Medio Ambiente (FAMA). <http://agro.unc.edu.ar/~biblio/Manual%20lombricultura.pdf>
- Brechelt, A. (2004). Manejo ecológico del suelo. Fundación Agricultura y Medio Ambiente (FAMA). <https://www.midagri.gob.pe/portal/download/pdf/ais-2015/manejo-ecol-suelo-fama.pdf>
- Cabrera, H., Escobal, F. (2002). *Cultivo de la papa en la región Cajamarca*. Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA). https://repositorio.midagri.gob.pe/bitstream/20.500.13036/591/1/Cultivo_papa_%20Cajamarca.pdf

- Coddica, C. (2018). Conoce los tipos de tierra para tu jardín. <https://blog.homedepot.com.mx/club-jardineria/conoce-los-tipos-de-tierra-para-tu-jardin#:~:text=Tierra%20negra&text=Es%20muy%20utilizada%20para%20Ola,crecimiento%20de%20flores%20o%20frutos>.
- COMPO EXPERT. (s.f.). Journal nutrición mineral, importancia del magnesio en la producción de cultivos. <https://www.compo-expert.com/sites/default/files/2020-07/Journal%20Nutrici%C3%B3n%20Mineral.pdf>
- Cordero, S. (2019). *Efecto de dos tipos de sustrato en dos tipos de contenedores para la producción de semilla pre básica de papa en dos cultivares Canchán y Única* [Tesis para optar el Título Profesional de Ingeniera Agrónoma, Universidad Nacional del Centro del Perú]. https://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12894/6329/T010_45046555_T.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Corrado, F., Marengo, Z., Gustavo, G. (s.f). Factibilidad de producción de semilla básica de papa (*Solanum tuberosum* L.) en sistema aeropónico en Córdoba. Universidad Nacional de Córdoba. <https://rdu.unc.edu.ar/bitstream/handle/11086/12761/Corrado%2C%20Franco%2C%20Marengo%20Zazu%2C%20Gustavo%20G.%20-%20Factibilidad%20de%20producci%C3%B3n%20de%20semilla%20b%C3%A1sica%20de%20papa%20.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- De Almeida, F., Arzuaga, J., Torres, W., Cabrera, J. (2016). Efectos de diferentes distancias de plantación y calibres de tubérculos-semilla sobre algunas características morfo-productivas de la papa en Huambo, Angola. *Cultivos tropicales* 37(2): 88 – 95. <http://scielo.sld.cu/pdf/ctr/v37n2/ctr10216.pdf>
- De la Cruz, J., Viera, C. (2022). *Producción de tubérculos de semilla pre básica de papa con dos cultivares, en dos tipos de sustrato y densidades de plantación* [Tesis para optar el Título Profesional de Ingeniera Agrónoma, Universidad Nacional del Centro del Perú]. <http://hdl.handle.net/20.500.12894/8121>
- Delgado, D. (2017). Aplicación de enmiendas orgánicas para la recuperación de propiedades físicas del suelo asociadas a la erosión hídrica. *Lámpsakos* 17: 77-83. <http://dx.doi.org/10.21501/21454086.1907>
- DISTRI MEZCLAS. (s.f.). Silicato de magnesio. https://croper-production.s3.amazonaws.com/product_provider_files/files/000/007/730/original/SILICATO DE MAGNESIO ficha tecnica.pdf
- Drokasa (2019). Humi plus 80. Acondicionador de suelo sólido. <http://drokasa.pe/application/webroot/imgs/catalogo/pdf/Ficha%20t%C3%A9cnica%20-%20HUMIPLUS%2080%20Granulado.pdf>
- Elizarrarás, S., Serratos, J., López, E., Román, L. (2009). La aplicación de ácidos húmicos sobre características productivas de *Clitoria ternatea* L. en la

- región Centro – Oriente de México. *Avances en investigación agropecuaria* 13(3): 11-15. <http://ww.ucol.mx/revaia/pdf/2009/sept/2.pdf>
- Espejo, J. (2010). *Efecto de diferentes sustratos en la producción de plantones del Theobroma cacao L. "cacao criollo" - en el sector de Jacintillo - Tingo María* [Tesis para optar el Título de Ingeniero en Recursos Naturales Renovables mención Conservación de Suelos y Agua, Universidad Nacional Agraria de la Selva]. <https://repositorio.unas.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14292/412/T.CSA-29.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Fonseca, C., Labarta, R., Mendoza, A., Landeo, J., Walker, T. (s.f.). Impacto económico de la variedad Canchán INIAA, de alto rendimiento y resistente al tizón tardío, en el Perú. <https://iaes.cgiar.org/sites/default/files/pdf/252.pdf>
- González, M.; Jiménez, L.; Yáñez, W.; Paolo, P. (2017). Potencial uso de la leonardita para el cultivo de rosa en condiciones de invernadero. *Agronomía Costarricense* 42(1): 155-162. <https://www.scielo.sa.cr/pdf/ac/v42n1/0377-9424-ac-42-01-155.pdf>
- Gracia, J. (2012). Efectos de los compost sobre las propiedades del suelo: Evaluación comparativa de compost con separación de origen y sin separación de origen. <https://core.ac.uk/download/pdf/60425637.pdf>
- Gutiérrez, J., Gonzales, G., Segura, M., Sánchez, I., Orosco, J., Fortis, M. (2015). Efecto de ácidos húmicos de Leonardita en la estabilidad de agregados del suelo y raíces de melón en condiciones de invernadero. *Revista Internacional de Botánica Experimental* 84: 298-305. <http://www.scielo.org.ar/pdf/phyton/v84n2/v84n2a06.pdf>
- Gutiérrez, R., Espinoza, J., Bonierbale, M. (2017). UNICA: Variedad Peruana para mercado fresco y papa frita con tolerancia y resistencia para condiciones climáticas adversas. *Revista Latinoamericana de la Papa* 14(1): 41-50. <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/5512141.pdf>
- Herrera, K., Lozano, G. (2022). *Respuesta agronómica del cultivo de papa (Solanum tuberosum L.) variedad Chaucha a la aplicación de ácidos húmicos* [Tesis para optar el Título de Ingeniero Agrónomo, Universidad Técnica de Cotopaxi Extensión La Mana]. <http://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/8644/1/UTC-PIM-000474.pdf>
- Herrera, Y. (2021). *Efecto del sustrato en la producción de minitubérculos de papa (Solanum tuberosum L.) variedad Canchán bajo condiciones de cobertor, huacrachuco, marañón 2019* [Tesis para optar el Título de Ingeniero Agrónomo, Universidad Nacional Hermilio Valdizán Huánuco]. https://repositorio.unheval.edu.pe/bitstream/handle/20.500.13080/7184/TA_G00920H46.pdf?sequence=5&isAllowed=y

- Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA) (2012). Papa INIA 303 – Canchán.
https://www.inia.gob.pe/wp-content/uploads/investigacion/programa/sistProductivo/variedad/papa/INIA_303.pdf
- Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA) (2020). Módulos para producir semilla pre básica de papas nativas y variedades mejoradas, a nivel de pequeños agricultores. Programa Nacional de Raíces y Tuberosas.
<https://repositorio.inia.gob.pe/bitstream/20.500.12955/1255/5/M%C3%B3dulos%20para%20producir%20semilla%20pre%20b%C3%A1sica%20de%20papas%20nativas%20y%20variedades%20mejoradas%20a%20nivel%20peque%C3%B1os%20productores.pdf>
- Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI) (2020). Producción de papa creció 12,2% en abril de 2020.
<https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/noticias/nota-de-prensa-no-086-2022-inei.pdf>
- Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI) (2021). Producción de papa creció 24,1% en enero del presente año.
[https://m.inei.gob.pe/prensa/noticias/produccion-de-papa-crecio-241-en-enero-del-presente-ano-12802/#:~:text=En%20enero%20de%202021%2C%20la,Inform%C3%A1tica%20\(INEI\)%20en%20el%20informe](https://m.inei.gob.pe/prensa/noticias/produccion-de-papa-crecio-241-en-enero-del-presente-ano-12802/#:~:text=En%20enero%20de%202021%2C%20la,Inform%C3%A1tica%20(INEI)%20en%20el%20informe)
- Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI) (2022). Producción de papa alcanzó 542 mil 47 toneladas en marzo del presente año y creció en 13,4%.
<https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/noticias/nota-de-prensa-no-086-2022-inei.pdf>
- Jackson, W. (1993). Humic, fulvic and microbial balance: Organic soil conditioning.
<https://static1.squarespace.com/static/522f74d8e4b0b503a9bec003/t/601d600de1ad967e5f237205/1612537873170/oscsynopsis.pdf>
- López, R., González, G., Vázquez, R., Olivares, E., Vidales, J., Carranza, R., Ortega, M. (2014). Metodología para obtener ácidos húmicos y fúlvicos y su caracterización mediante espectrofotometría infrarroja. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas Pub. Esp.* 8: 1397-1407.
<https://www.scielo.org.mx/pdf/remexca/v5nspe8/2007-0934-remexca-5-spe8-1397.pdf>
- Mamani, F. (2015). *Efecto del silicio en la producción de semilla pre - básica de papa (Solanum tuberosum L.) var. Agata, bajo condiciones controladas, en Quillacollo – Cochabamba* [Tesis para optar el Título de Ingeniera Agrónoma, Universidad Mayor de San Andrés].
<https://repositorio.umsa.bo/bitstream/handle/123456789/7111/T-2130.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

- Mendoza, C. (2018). *Efecto de silicatos de magnesio sobre rendimiento y vida de anaquel de tomate* [Tesis para optar el Título de Ingeniero Agrónomo con énfasis en Cultivos Tropicales en el grado académico de Licenciado, Universidad Rafael Landívar]. <http://recursosbiblio.url.edu.gt/tesisjrca/2018/06/17/Mendoza-Carlos.pdf>
- Mendoza, K., Sanabria, S., Pérez, W., Cosme, R. (2021). Enmiendas orgánicas y su efecto en las propiedades de suelos alto andinos cultivados con papa nativa (*Solanum goniocalyx* Juz.et Buk.). *Agroindustrial Science* 11(2): 221-229. http://pgc-snia.inia.gob.pe:8080/jspui/bitstream/20.500.12955/1467/6/Mendoza-et-al_2021_Enmiendas_Papa.pdf
- Ministerio de Agricultura y Riego (MINAGRI) (2020). Análisis de mercado. <https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/1471847/An%C3%A1lisis%20de%20Mercado%20-%20Papa%202020.pdf>
- Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego (MIDAGRI) (2020). Productores de la Región Junín venden 35 toneladas de papa para abastecer al mercado nacional. <https://www.gob.pe/institucion/sse/noticias/317979-productores-de-la-region-junin-venden-35-toneladas-de-papa-para-abastecer-al-mercado-nacional>
- Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego (MIDAGRI) (2021). Observatorio de la siembras y perspectiva de la producción de papa. <https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/1741892/Observatorio%20de%20las%20siembras%20y%20perspectivas%20de%20la%20producci%C3%B3n%20de%20papa.pdf>
- Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego (MIDAGRI) (2022). En el Día Nacional, el Perú lidera la producción de papa en América Latina. <https://www.gob.pe/institucion/midagri/noticias/612374-midagri-en-el-dia-nacional-el-peru-lidera-la-produccion-de-papa-en-america-latina>
- Montoyo, A., Marco, M. (2012). Tema 4: proceso de producción. https://rua.ua.es/dspace/bitstream/10045/19047/1/Tema_4_-_Proceso_de_produccion.pdf
- Negro, M., Villa, F., Aibar, J., Alarcón, J., Ciria, P., Cristóbal, M., De Benito, A., García, A., García G., Labrador, C., Lacasta, C., Lezaún, J., Meco, R., Pardo, G., Solano, M., Torner, C., Zaragoza, C. (s.f.). Producción y gestión del compost. <https://digital.csic.es/bitstream/10261/16792/1/2000%20Compost%20CIE%20MAT.pdf>
- Odor, J. (2019). Día Nacional de la papa: Esta es la economía alrededor del tubérculo. El Comercio. <https://elcomercio.pe/economia/peru/dia-nacional-papa-economia-alrededor-tuberculo-noticia-640095-noticia/?ref=ecr>
- Osorio, G. (2000). El cultivo de papa en la Sierra Central del Perú. Centro de Investigación de Cultivos Agrícolas (CICA). Huancayo – Perú.

- Osorio, G. (2000). *Glosario de estadística y diseños experimentales*. Universidad Nacional del Centro del Perú.
- Otazú, V. (2010). *Manual de producción de semilla de papa de calidad usando aeroponía*. International Potato Center. 41 pp. <https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=ThatcmolVNMC&oi=fnd&pg=PA5&dq=produccion+convencional+de+papa+pre+basica&ots=b5MO5tlvj2&sig=12u8l3RrpFv5BiLikFV5zMNGfgw#v=onepage&q=produccion%20convencional%20de%20papa%20pre%20basica&f=false>
- Pinedo, L. (2017). *Influencia de la fertilización de ácidos humicos (Leonardita) sobre los rendimientos del pepinillo híbrido (Stonewall F-1) Lamas – San Martín* [Tesis para optar el Título Profesional de Ingeniero Agrónomo, Universidad Nacional de San Martín – Tarapoto]. <https://repositorio.unsm.edu.pe/bitstream/11458/2835/1/AGRONOMIA%20-%20Luis%20Lasdino%20Pinedo%20Salas.pdf>
- Pósito, L.; Vásquez, M. (2021). *Determinación del valor nutritivo de la papa Hugalina natural y la papa Huagalina en snacks* [Tesis para optar el Título Profesional de Químico Farmacéutico, Universidad Privada Antonio Guillermo Urrelo]. <http://repositorio.upagu.edu.pe/bitstream/handle/UPAGU/1485/FYB-006-2021.doc.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Pulgarín, S. (2011). *Respuesta de una mezcla forrajera establecida de clima frío, a la aplicación de silicato de magnesio* [Tesis para optar el Título de Ingeniera Agroindustrial, Escuela Politécnica Nacional - Quito]. <https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/3893/1/CD-3657.pdf>
- Pulverizar S.A. (s.f.). Fertilizante natural silicato de magnesio. <https://www.agromundo.co/classified/fertilizante-natural-silicato-de-magnesio-344.html>
- Quesada, C. (2021). *Evaluación correctiva de carbonatos, óxidos y silicatos de Ca y/o Mg en un suelo oxisol* [Tesis para optar el Título de Ingeniero Agrónomo, Universidad de Ciencias Aplicadas y Ambientales]. <https://repository.udca.edu.co/bitstream/handle/11158/4513/TRABAJO.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Quispe, N. (2013). *Análisis de la cadena de valor de la papa nativa en los distritos de Huayana y Pomacocha – Provincia de Andahuaylas – Apurímac* [Tesis para optar el Título de Magister en Biocomercio y Desarrollo Sostenible, Pontificia Universidad Católica del Perú]. <https://core.ac.uk/download/pdf/196533696.pdf>
- Ramos, Z. (2014). *Manual técnico Almacenamiento y multiplicación de papa – semilla utilizando brotes de calidad*. https://repositorio.inia.gob.pe/bitstream/20.500.12955/728/1/Ramos-Manual_almacenamiento...papa_semilla.pdf

- Raya, J., Aguirre, C. (2012). El papel del silicio en los organismos y ecosistemas. *Ciencia Tecnología* 43: 42-46. <https://www.redalyc.org/pdf/944/94424470007.pdf>
- Román, P., Martínez, M., Pantoja, A. (2013). Manual de compostaje del agricultor experiencia en América Latina. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). <https://www.fao.org/3/i3388s/i3388s.pdf>
- Saavedra, M., González, J., Valenzuela, A., Leal, C. (s.f.). Semilleros participativos: una experiencia para el desarrollo comunitario. Instituto de Investigación Agropecuarias (INIA)/ Ministerio de Agricultura. <https://biblioteca.inia.cl/bitstream/handle/20.500.14001/68427/Capitulo%202.pdf?sequence=21&isAllowed=y>
- Sancho, A., Gadea, A. (2016). Incorporación del silicato de magnesio en la fertilización mineral del cultivo de maíz (*Zea mays* L.) en La Vega, San Carlos, Costa Rica. *Revista AgroInnovación en el Trópico Húmedo* 1(1): 25-34. <https://revistas.tec.ac.cr/index.php/agroinn/article/view/3926/3530>
- Soto, J. (2006). *Análisis de la diversidad genética de papa nativa (Solanum spp.) de los departamentos de Ayacucho, Cajamarca, Cuzco, Huancavelica y Puno – Perú, mediante el uso de marcadores moleculares micro satelitales* [Tesis para optar el Título profesional de Biólogo con mención en Biología Celular y Genética, Universidad Nacional Mayor de San Marcos]. https://cybertesis.unmsm.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12672/806/Soto_tj.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Suárez, A. (2020). *Efecto de la aplicación de ácidos húmicos sobre propiedades químicas del suelo y plantas de lechuga Batavia* [Tesis para optar el Título de Magister en Ciencias Agrarias – Línea de Suelos y Aguas, Universidad Nacional de Colombia]. <https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/79720/1053610690.2021.pdf?sequence=2&isAllowed=y>
- Tapia, M., Lorenzo, J., Mosqueda, O., Escalona, M. (2017). Obtención de microtubérculos y minitubérculos como semilla pre - básica en tres cultivares peruanos de papa. *Biotecnología Vegetal* 17(3): 161 – 169. <https://revista.ibp.co.cu/index.php/BV/article/view/554/1438>
- Verdifer (s.f.). ¿Que es la leonardita? <https://www.verditec.es/documentos/fichaleonarditaAGRO.pdf>
- Vera, J. (2015). *Evaluar cuatro sustratos para el enraizamiento de patrones de rosas de la variedad Natal Brier en la zona de El Quinche, provincia de Pichincha* [Tesis para optar el Título de Ingeniero en Administración y Producción Agropecuaria, Universidad Nacional de Loja]. <https://dspace.unl.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/13932/1/TESIS%20FINAL%20JORGE%20.pdf>

6. ANEXOS

Anexo 1: Tablas de datos del experimento

Tabla 17. Altura de planta (m)

Muestra	a1 (Única)				a2 (Canchán)			
	b1	b2	b3	b4	b1	b2	b3	b4
I	0.39	0.53	0.48	0.33	0.355	0.57	0.63	0.65
II	0.44	0.485	0.45	0.46	0.535	0.54	0.69	0.79
III	0.465	0.59	0.47	0.46	0.565	0.485	0.64	0.795
IV	0.6	0.64	0.53	0.48	0.465	0.485	0.85	0.796
V	0.64	0.626	0.525	0.445	0.54	0.66	0.795	0.82
VI	0.35	0.52	0.46	0.35	0.52	0.64	0.65	0.66
VII	0.3	0.51	0.42	0.4	0.43	0.61	0.525	0.544
VIII	0.34	0.42	0.41	0.39	0.48	0.52	0.52	0.645
IX	0.26	0.45	0.27	0.33	0.425	0.47	0.42	0.54

Tabla 18. Diámetro de tallo (cm)

Muestra	a1 (Única)				a2 (Canchán)			
	b1	b2	b3	b4	b1	b2	b3	b4
I	0.7	0.7	0.7	0.7	0.6	0.6	0.7	0.7
II	0.6	0.5	0.5	0.6	0.7	0.6	0.5	0.7
III	0.7	0.8	0.5	0.7	0.7	0.4	0.7	0.7
IV	0.8	0.5	0.6	0.8	0.6	0.8	0.8	0.7
V	0.8	0.7	0.6	0.6	0.5	0.6	0.6	0.7
VI	0.6	0.6	0.6	0.4	0.6	0.6	0.7	0.7
VII	0.7	0.7	0.7	0.5	0.7	0.7	0.5	0.6
VIII	0.7	0.8	0.5	0.7	0.6	0.7	0.6	0.7
IX	0.6	0.8	0.6	0.7	0.7	0.7	0.5	0.7

Tabla 19. Número de tubérculos por planta

Muestra	a1 (Única)				a2 (Canchán)			
	b1	b2	b3	b4	b1	b2	b3	b4
I	6	6	4	4	5	7	5	6
II	5	5	4	7	4	8	7	7
III	6	6	8	3	6	7	6	5
IV	4	5	4	4	7	6	3	4
V	3	6	3	4	4	8	4	4
VI	5	5	3	3	5	6	6	9
VII	5	10	5	4	7	8	8	4
VIII	5	6	5	2	3	6	5	3
IX	6	8	4	4	9	5	6	6

Tabla 20. Clasificación de tamaño de tubérculos en el cultivar Única

CULTIVAR ÚNICA					
PESO	CALIFICACIÓN	LEONARDITA	COMPOST	SILICATO DE Mg	TIERRA NEGRA
>100g	Extra				
91-100g	Primera				
81-90g	Segunda			1	
71-80g	Tercera	1	1	3	2
61-70g	Cuarta	3	2	3	2
51-60g	Quinta	3	4	7	2
41-50g	Sexta	6	12	9	7
31-40g	Séptima	14	16	15	20
21-30g	Octava	26	37	23	20
11-20g	Novena	82	51	45	42
>11	Descarte	90	80	54	72

Tabla 21. Clasificación de tamaño de tubérculos en el cultivar Canchán

CULTIVAR CANCHÁN					
PESO	CALIFICACIÓN	LEONARDITA	COMPOST	SILICATO DE Mg	TIERRA NEGRA
>100g	Extra				3
91-100g	Primera	1		1	
81-90g	Segunda				1
71-80g	Tercera			1	1
61-70g	Cuarta	4	3	3	4
51-60g	Quinta	7	1	5	13
41-50g	Sexta	11	9	8	9
31-40g	Séptima	29	17	26	27
21-30g	Octava	30	45	23	32
11-20g	Novena	55	83	52	44
>11	Descarte	80	118	67	52

Anexo 2: Imágenes del experimento



Figura 1. Instalación y nivelado de los contenedores



Figura 2. Preparación de las plántulas in vitro antes del trasplante



Figura 3. Preparación del sustrato y distanciamiento entre plantas



Figura 4. Trasplante y riego de plántulas in vitro del cultivo de papa



Figura 5. Aplicación de enmiendas a los 30 días después del trasplante



Figura 6. Aporque de las plantas



Figura 7. Corte de follaje de las plantas de papa



Figura 8. Cosecha y registro de número de tubérculos por planta.



Figura 9. Categorización de tubérculos en el tratamiento a1 (Única) b1 (leonardita)



Figura 10. Categorización de tubérculos en el tratamiento a1 (Única) b2 (compost)



Figura 11. Categorización de tubérculos en el tratamiento a1 (Única) b3 (Silicato de magnesio)



Figura 12. Categorización de tubérculos en el tratamiento a1 (Única) b4 (testigo)



Figura 13. Categorización de tubérculos en el tratamiento a2 (Canchán) b1 (leonardita)



Figura 14. Categorización de tubérculos en el tratamiento a2 (Canchán) b2 (compost)



Figura 15. Categorización de tubérculos en el tratamiento a2 (Canchán) b3 (Silicato de magnesio).



Figura 16. Categorización de tubérculos en el tratamiento a2 (Canchán) b4 (testigo).